



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
COORDENADORIA ESPECIAL DE OCEANOGRAFIA
GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

Juliana Portella Bernardes

Aspectos reprodutivos do bivalve de areia *Amarilladesma mactroides* (Reeve, 1854).

Florianópolis

2021

Juliana Portella Bernardes

Aspectos reprodutivos do bivalve de areia *Amarilladesma mactroides* (Reeve, 1854).

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Oceanografia do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Claudio Manoel Rodrigues de Melo

Co-orientador: Carlos Henrique Araujo de Miranda Gomes

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Bernardes, Juliana Portella
Aspectos reprodutivos do bivalve de areia *Amarilladesma mactroides* (Reeve, 1854). / Juliana Portella Bernardes ; orientador, Cláudio Manoel Rodrigues de Melo, coorientador, Carlos Henrique Araujo de Miranda Gomes, 2021.

32 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Graduação em Oceanografia, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Oceanografia. 2. Molusco de areia. 3. Gametogênese. 4. Maturação. 5. Temperatura. I. Rodrigues de Melo, Cláudio Manoel. II. Araujo de Miranda Gomes, Carlos Henrique. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Oceanografia. IV. Título.

Juliana Portella Bernardes

Aspectos reprodutivos do bivalve de areia *Amarilladesma mactroides* (Reeve, 1854).

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Oceanografia e aprovado em sua forma final pelo Curso de Oceanografia.

Florianópolis, 06 de setembro de 2021.

Prof. Alessandra Larissa D' Oliveira Fonseca , Dr^a.

Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.(a) Claudio Manoel Rodrigues de Melo, Dr.

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Kalina Manabe Brauko, Dr^a.

Avaliadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Susete Wambier Christo, Dr^a.

Avaliadora

Universidade Estadual de Ponta Grossa

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me permitir vivenciar essa experiência incrível que é a vida! Agradeço a espiritualidade que sempre se fez presente em minha vida.

E claro, agradeço especialmente a minha mãe Patricia, por todo amor e dedicação. Sem seu suporte e perseverança nada disso seria possível. E a minha madrinha Sandra, meu segundo pilar nessa caminhada.

Estendo meus agradecimentos ao restante da minha família, meu avô, afilhado Carlos Miguel, tias, primos e agregados.

Ao meu orientador, Claudio Melo, pelo apoio, correções, contribuições acadêmicas e principalmente por todo o acolhimento durante os anos que estagiei no Laboratório de Moluscos Marinhos – LMM. E ao meu coorientador “Tatu”, por todo carinho, ensinamentos, conversas e amizade construída ao longo desses anos. Do seu jeito, você foi essencial para esse sonho se tornar realidade!

Um agradecimento especial a toda a equipe do LMM, vocês foram e sempre serão a minha segunda família. Jaque, minha “chefa” e amiga, meu amor pelas microalgas devo todo a você. Chico, Alex, Claudio Blacher, Duda, Sino, Zezé, Rico, Bê e Ana pelas risadas, churrascos, festas e cafés, vocês deixaram tudo mais alegre.

Ao meu companheiro de vida, experimentos e artigos, Juan. Obrigada por toda a parceria, companheirismo, dedicação e paciência. Sem você seria muito mais difícil finalizar essa etapa.

Agradeço também a todos os meus Professores, obrigada por todos os ensinamentos. Em especial ao José Mouriño, meu primeiro contato com Aquicultura, seu entusiasmo fez com que eu me apaixonasse e seguisse essa área. Ao Laboratório Multiusuário de Estudos em Biologia – LAMEB e a técnica Maísa, sempre muito disposta a auxiliar no que fosse preciso. E a UFSC, que orgulho tenho de ter feito parte dessa Universidade pública e de qualidade.

A todos aqueles que de alguma forma tornaram essa caminhada mais leve, feliz e amenizaram os momentos de ansiedade.

Obrigada!

RESUMO

Estudos sobre o ciclo reprodutivo são indispensáveis para a compreensão da reprodução de uma espécie. Contudo, existem poucos estudos sobre o ciclo reprodutivo de *Amarilladesma mactroides*. Neste contexto, o presente estudo buscou analisar em campo a influência da sazonalidade (estações do ano) no desenvolvimento do tecido gonádico do marisco branco na praia de Balneário Rincão, Santa Catarina (28°50'10.4"S, 49°13'55.7"W), e avaliar o efeito da temperatura da água no desenvolvimento do tecido gonádico e no seu crescimento em laboratório. Foram coletados um total 227 animais, em amostragens realizadas mensalmente, entre outubro de 2019 e outubro de 2020 para avaliar o ciclo reprodutivo da espécie através de análises de índice de condição (IC) e histologia. Em adição, realizou-se um experimento com 270 espécimes em condições controladas para avaliar o efeito da temperatura (17°C e 23°C) sobre a maturação dos animais. Nas análises de campo observou-se no outono e no inverno o IC maior quando comparado ao IC observado na primavera e no verão. Os resultados das análises histológicas corroboraram com aqueles obtidos para os IC, demonstrando que animais maduros apresentavam um IC maior em relação aos não maduros. Em laboratório, observou-se que na temperatura de 23°C os animais atingiram o estágio de maturação mais rapidamente do que aqueles expostos a temperatura de 17°C. Os resultados do presente estudo geraram informações as quais permitem concluir que a temperatura 23°C é a mais adequada para maturação de *A. mactroides* em laboratório e que a melhor estação do ano para coleta de reprodutores no ambiente, para subsequente indução à desova em laboratório, é o inverno.

Palavras-chave: Surf clam 1. Temperatura 2. Maturação 3.

ABSTRACT

Studies on the reproductive cycle are essential for understanding the reproduction of a species. However, there are few studies on the reproductive cycle of *Amarilladesma mactroides*. The present study sought to analyze the influence of seasonality (seasons of the year) on the development of the gonadal tissue of white shellfish at Balneário Rincão beach, Santa Catarina (28°50'10.4"S, 49°13'55.7"W), and to evaluate the effect of water temperature on the development of gonadal tissue and growth in laboratory. A total of 227 animals were collected in monthly sampling between October 2019 and October 2020 to assess the reproductive cycle of the species through condition index (CI) and histology analyses. In addition, an experiment was carried out with 270 specimens under controlled conditions to evaluate the effect of temperature (17°C and 23°C) on the maturation of the animals. In the field analyses, a higher CI was observed in autumn and winter when compared to the CI observed in spring and summer. Histological analyses corroborated the results obtained for the CI, showing that mature animals had a higher CI compared to non-mature animals. In the laboratory, it was observed that at a temperature of 23°C the animals reached the maturation stage faster than those exposed to a temperature of 17°C. The results of the present study support the conclusion that a temperature of 23°C is the most suitable for maturation of *A. mactroides* in the laboratory and that the best season of the year for collect brood stock for subsequent induction of spawning in the laboratory, is the winter.

Keywords: *Surf clam* 1. Temperature 2. Maturation 3.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo, município de Balneário Rincão, sul de Santa Catarina, Brasil.	12
Figura 2 - Estágios de desenvolvimento do tecido gonádico em fêmeas de <i>Amarilladesma mactroides</i>	16
Figura 3 - Estágios de desenvolvimento do tecido gonádico em machos de <i>Amarilladesma mactroides</i>	17
Figura 4 - Esquema ilustrativo do sistema de maturação em laboratório.....	18
Figura 5 - Média e desvio padrão do índice de condição (IC) de <i>Amarilladesma mactroides</i> nas diferentes estações do ano.	19
Figura 6 - Porcentagem de animais observados em diferentes estágios de desenvolvimento do tecido gonádico entre estações do ano em <i>Amarilladesma mactroides</i>	21
Figura 7 - Média e desvio padrão do índice de condição (IC) de <i>Amarilladesma mactroides</i> em decorrer do experimento.	22
Figura 8 - Porcentagem de animais observados em diferentes estágios de desenvolvimento do tecido gonádico entre os dias de coleta dos animais submetidos a temperatura de 17°C em <i>Amarilladesma mactroides</i>	23
Figura 9 - Porcentagem de animais observados em diferentes estágios de desenvolvimento do tecido gonádico entre os dias de coleta dos animais submetidos a temperatura de 23°C em <i>Amarilladesma mactroides</i>	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média e desvio padrão da temperatura da água (°C), precipitação (mm) e salinidade nas estações do ano.....	22
Tabela 2 - Média e desvio padrão do comprimento de concha (mm) e peso total (g) de <i>Amarilladesma mactroides</i> submetidos a diferentes temperaturas (17° e 23°C) nos dias de coleta.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4 RESULTADOS.....	19
4.1 CAMPO.....	19
4.2 LABORATÓRIO.....	22
5 DISCUSSÃO.....	24
6 CONCLUSÃO.....	27
REFERENCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

Em 2018 estimou-se que a produção aquícola mundial atingiu a marca de 114,5 milhões de toneladas, gerando 263,6 bilhões de dólares. Destes, o cultivo de bivalves marinhos contribuiu com 17,7 milhões de toneladas, resultando em 34,6 bilhões de dólares (FAO, 2020). Entretanto, ainda que os bivalves marinhos representem uma parcela significativa para a economia e como fonte de alimento, os estudos biológicos são escassos comparados ao número de espécies existentes, quando nos referimos aos bivalves de areia os dados de biologia são ainda mais limitados, gerando dificuldades na gestão e conservação destes recursos naturais (MARQUES, 2004).

Nos últimos anos, pesquisas e cultivos de espécies, exóticas e nativas, de bivalves importantes socioeconomicamente na América Latina vêm se expandindo (CÁCERES-MARTÍNEZ e VÁSQUEZ-YEOMANS 2008). No Brasil, destacam-se espécies das famílias Ostreidae, como a ostra do Pacífico *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), ostra nativa *Crassostrea gasar* (Adanson, 1757) e “ostra do mangue” *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828); Mytilidae, o mexilhão *Perna perna* (Linnaeus, 1758); Pectinidae a vieira *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (OLIVEIRA *et al.*, 2016); assim como bivalves nativos de areia com potencial de cultivo, como *Anomalocardia flexuosa* (Linnaeus, 1767) (OLIVEIRA *et al.*, 2016) e *Amarilladesma mactroides* (Reeve, 1854) (SANTOS *et al.*, 2020a; SANTOS *et al.*, 2020b).

A espécie *A. mactroides* é dióica, sem dimorfismo sexual (COSCARÓN, 1959), e possui hábitos alimentares distintos de acordo com o ambiente, podendo ser suspensívoros, filtradores de microalgas e material particulado em suspensão, assim como sedimentívoros, alimentando-se de detritos no sedimento (DEFEO e SCARABINO, 1990).

O marisco branco *A. mactroides* é um *surf clam* que se destaca por seu valor social e econômico como recurso pesqueiro (COSCARÓN, 1959; MCLACHLAN, 2018). Em muitas comunidades litorâneas é utilizado na alimentação e para atividades recreativas, como isca de pesca (BASTIDA *et al.*, 1991). Segundo Rios (1994), a distribuição geográfica dessa espécie ocorre desde a Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil até o sul de Buenos Aires, Argentina, habitando de forma agregada zonas de entremarés sendo um dos principais componentes das comunidades intertidais de praias arenosas dissipativas, de regiões subtropicais e temperadas, ao longo da costa Sudeste do oceano Atlântico (FIORI *et al.*, 2004; BERGONCI e THOMÉ, 2008).

A comercialização do marisco branco é por meio da extração nos estoques naturais, não existindo dados referentes à retirada anual desse recurso no Brasil. Perante esta

circunstância, a população desta espécie apresenta-se em declínio nas suas áreas de distribuição, relacionado possivelmente a ação antropogênica, fatores ambientais, bem como a sobre-exploração, além de ser acometida por surtos de mortalidades massivas, sendo as reais causas ainda desconhecidas (CARVALHO *et al.*, 2013a; CARVALHO *et al.*, 2013b; SANTOS *et al.*, 2016).

Apesar das informações existentes na literatura, estudos relacionados ao ciclo reprodutivo de *A. mactroides* no Brasil, ainda são escassos. Este fato gera uma dificuldade no entendimento da reprodução da espécie, pois tratam-se de dados básicos. Obter essas informações possibilita uma melhor compreensão da reprodução do marisco branco e sua relação com o meio ambiente, e permite o desenvolvimento de técnicas mais efetivas para a manutenção em laboratório (condicionamento e maturação de reprodutores, processos de larvicultura e assentamento de sementes) e gestão desses animais no ambiente natural.

O ciclo reprodutivo de bivalves envolve diversos processos de desenvolvimento do tecido gonádico, chamado de gametogênese. A gametogênese inicia-se com a proliferação e transformações das células sexuais do tecido gonádico e é finalizada com a desova de gametas, óvulos e espermatozoides, aptos a serem liberados e fecundados de forma externa (BAYNE, 2017), havendo os processos de desenvolvimento embrionário e larvas recém-formadas caracterizadas por um estágio livre natante (SANTOS *et al.* 2020a).

Variações associadas aos ciclos de maturação em bivalves são relacionadas às características genéticas e fatores ambientais (ALVAREZ, 1991; VILLALBA *et al.*, 2001). As mudanças sazonais que ocorrem no desenvolvimento do tecido gonádico podem ser analisadas por meio da composição bioquímica, fatores de condição, histologia e observações visuais (QUAYLE e NEWKIRK, 1989).

Desta maneira, o sucesso da gametogênese em bivalves está submetido à influência de fatores exógenos e endógenos, como salinidade (UTTING e MILLICAN, 1997), disponibilidade e qualidade de alimentos (GONZÁLEZ-ARAYA *et al.*, 2012) e temperatura (BARBER e BLACKKE, 2006). Estes fatores podem determinar o tamanho que ocorre a primeira maturação sexual, informação importante para compreender aspectos populacionais da espécie (CHRISTIANSEN, 1971), a periodicidade da maturação e desova dos gametas, que podem variar entre espécies e localização (BARBER e BLACKKE, 2006; BAYNE, 2017).

Com uma dieta adequada de microalgas, rica em lipídeos e ácidos graxos poli-insaturados (PUFA's) é possível manter o índice de condição (IC), diminuindo o período de condicionamento e proporcionando uma elevada produção de gametas (DELGADO E PEREZ-CAMACHO, 2003; KNAUER e SOUTHGATE, 1999). Outro fator que influencia de

forma significativa no desenvolvimento gonádico é a temperatura. Segundo Barber e Blake (2006) é um dos principais reguladores da gametogênese em bivalves marinhos, e afeta diretamente o desenvolvimento do tecido gonádico e condicionamento de reprodutores (MURANAKA e LANNAN, 1984). Gireesh e Gopinathan (2004) mencionam que a maior parte das espécies de moluscos de águas temperadas possuem um período reprodutivo restrito, estando relacionado às variações sazonais de temperatura.

Nesse sentido, o presente estudo busca contribuir com conhecimentos em relação ao ciclo reprodutivo do bivalve de areia *A. mactroides* na região sul do Estado de Santa Catarina, Brasil, e o desenvolvimento de técnicas para maturação de reprodutores dessa espécie em laboratório.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo foi avaliar, a partir dos dados de índices de condição e estágios de desenvolvimento do tecido gonádico, a influência da sazonalidade nos aspectos reprodutivos do bivalve de areia *Amarilladesma mactroides* na praia de Balneário Rincão, Santa Catarina, Brasil, bem como analisar os efeitos da temperatura da água no desenvolvimento do tecido gonádico e crescimento em laboratório.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

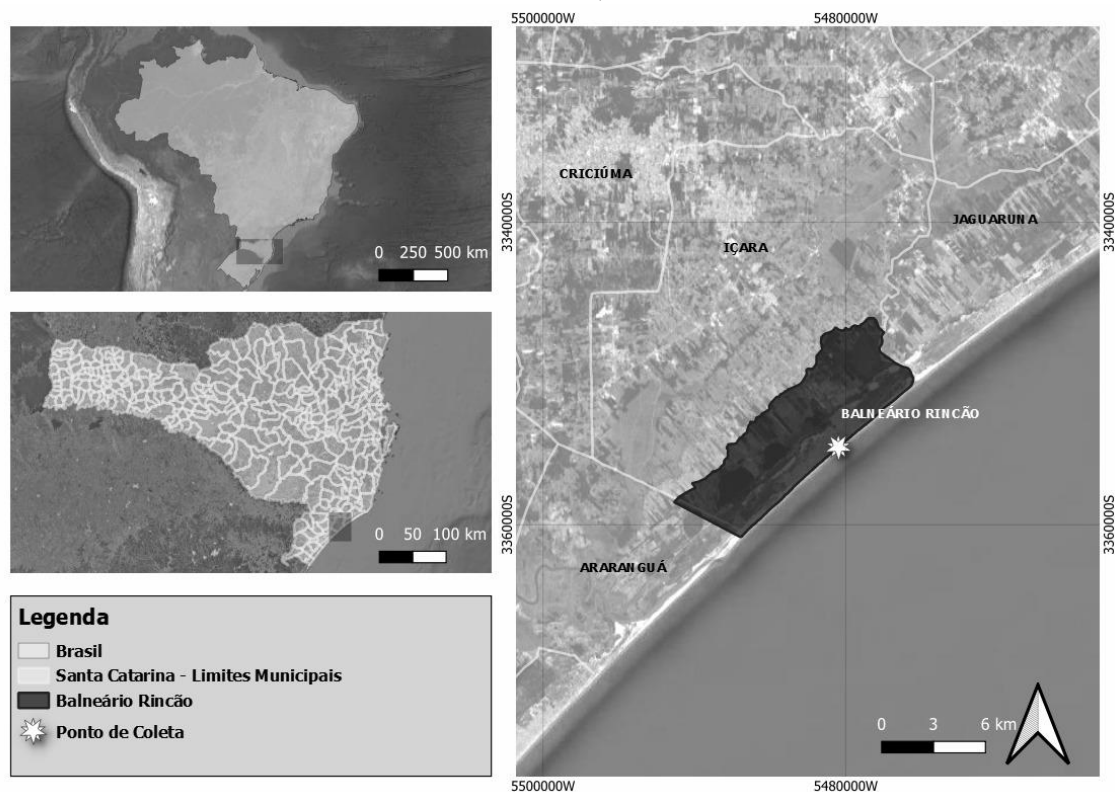
- Avaliar o índice de condição (IC) da espécie *A. mactroides* sazonalmente em ambiente natural;
- Identificar o desenvolvimento do tecido gonádico da espécie *A. mactroides* sazonalmente no ambiente, utilizando como ferramenta processos histológicos;
- Identificar a classe de tamanho em que ocorre a primeira maturação sexual da espécie *A. mactroides* no ambiente;
- Avaliar a proporção sexual dos animais coletados sazonalmente no ambiente;
- Avaliar o efeito da temperatura no crescimento e desenvolvimento do tecido gonádico, utilizando índice de condição (IC) e histologia, da espécie *A. mactroides* em laboratório.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho teve como área de estudo a localidade de Balneário Rincão ($28^{\circ}50'10.4''S$, $49^{\circ}13'55.7''W$), no Litoral Sul do Estado de Santa Catarina (Figura 1).

O Balneário Rincão possui uma orla marítima de 13km, apresentando sistemas de praias arenosas dissipativas (KLEIN *et al.* 2016) e dunas frontais e interiores, além de sete lagoas, sendo seis de água doce localizadas a menos de 2km do mar, e duas plataformas de pesca (PMBR, 2019).

Figura 1 - Localização da área de estudo, município de Balneário Rincão, sul de Santa Catarina, Brasil.



Fonte: Autora (2021)

Exemplares de *Amarilladesma mactroides* foram coletados de forma manual mensalmente, de outubro de 2019 a outubro de 2020, durante a maré baixa de sizígia (<0,5m) na zona de entremarés.

A temperatura e salinidade da água foram medidos ao início de cada coleta a uma profundidade de aproximadamente 30cm. Dados diários de precipitação pluviométrica da região foram obtidos através do Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM).

Com o intuito de identificar o tamanho em que ocorre a primeira maturação sexual e os estágios de desenvolvimento do tecido gonádico de *A. mactroides* no ambiente, definiu-se dez classes de tamanhos baseados pelo comprimento total de concha dos animais segundo Santos *et al.* (2016), [classe 1 (15-20mm), classe 2 (21-26mm), classe 3 (27-32mm), classe 4 (33-38mm), classe 5 (39-44mm) classe 6 (45-50mm), classe 7 (51-56mm), classe 8 (57-62mm), classe 9 (63-68mm) e classe 10 (69- 74mm)], e coletou-se 11 animais dentro de cada classe de tamanho, quando houve representatividade, para análises de IC e histologia.

Posteriormente, os animais coletados foram armazenados em uma caixa térmica de 20 litros em temperatura ambiente e transportados para o Laboratório de Moluscos Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina (LMM – UFSC) para análises laboratoriais.

Em laboratório, com os espécimes ainda vivos, foram realizadas medidas de comprimento (maior distância entre as bordas da concha em uma linha paralela ao umbo) e peso total (peso da carne fresca úmida mais peso da casca) conforme Santos *et al.* (2016). Posteriormente, foi determinado o índice de condição [(peso do tecido seco/peso total - peso da concha) × 100] segundo Crosby e Gale (1990), de 5 espécimes por classe de tamanho, que consiste na secção do músculo adutor e manto e remoção dos tecidos moles. Dessa forma a carne e a concha foram pesadas separadamente para obtenção do peso úmido da carne e peso da concha. Em seguida, este material foi alocado em uma estufa por 48 horas na temperatura constante de 60°C, e pesados para obtenção do peso seco.

Para as análises histológicas do tecido gonádico, 6 espécimes por classe tamanho foram fixados em Davidson salino (SHAW e BATTLE, 1957) por 48 horas e posteriormente armazenados em álcool a 70%. Após o período de fixação, duas regiões foram seccionadas para separação de tecidos (5mm), sendo uma região compreendida entre o pé e a glândula digestiva (corte transversal) e a outra região abrangendo desde a glândula digestiva até o final do pé (corte longitudinal). Em seguida estes tecidos foram acondicionados em histocassetes para preparação dos processos histológicos.

Todos os processos histológicos de desidratação, diafanização e inclusão em parafina foram realizados conforme o protocolo padrão para amostras de tecido animal do Laboratório Multiusuário de Estudos em Biologia da Universidade Federal de Santa Catarina (LAMEB/UFSC - <https://lameb.ccb.ufsc.br/>).

As lâminas confeccionadas a partir do tecido obtido com 7µm de espessura em micrótomo rotativo foram destinados às técnicas de coloração com Hematoxilina de Meyer e Eosina amarelada e depois examinadas em microscopia óptica para determinar os estágios de

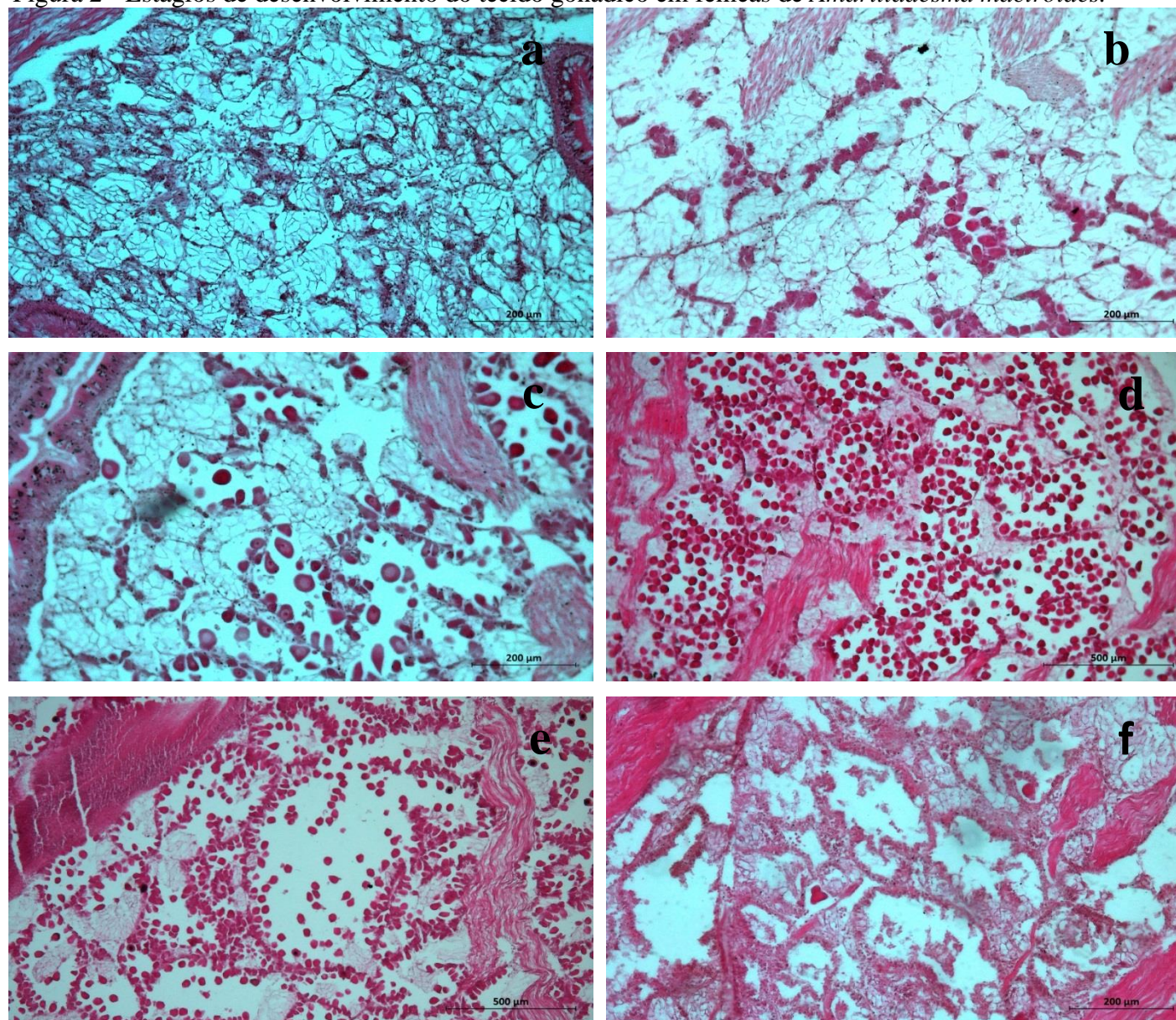
desenvolvimento do tecido gonádico de acordo com um adaptado de Christiansen (1971) e Hermann *et al.* (2009) (Tabela 1).

Tabela 1 – Descrição dos estágios de desenvolvimento do tecido gonádico de *Amarilladesma mactroides*.

Estudo atual	Christiansen (1971)		Herrmann (2009)		Descrição	Figura
0 Repouso	0	Repouso	0	Repouso	A ausência total dos gametas, dificultando a distinção entre os sexos, folículos vazios apenas com células primordiais e tecido de reserva são observados.	2.a; 3.a
I Gametogênese inicial	I	Ativo inicial			Folículos pequenos. Sexo distinguível, presença de espermatogônias e espermatócitos primários em machos e ovogonia e ovócitos primários em fêmeas. Tecido de reserva em bastante quantidade e com paredes bem definidas.	2.b; 3.b
II Gametogênese avançada	II	Ativo tardio	I	Ativo	Aumento do volume dos folículos. Presença de espermatócitos secundários, espermatídes e alguns espermatozoides em machos. Ovócitos pré- vitelogênicos, vitelogênicos e alguns óvulos maduros em formato poligonal. Tecido reserva em menor quantidade.	2.c; 3.c
III Maduro	III	Maturação inicial			Folículos cheios de gametas maduros. Espermatozóides ocupam maior parte dos folículos em machos. Óvulos em formato poligonal livres no interior dos folículos em fêmeas. Tecido de reserva em pouca quantidade.	2.d; 3.d
	IV	Maduro	II	Maduro		
IV Desova	V	Parcialmente gerado	III	Desova	Espaços vazios entre os gametas maduros em ambos os sexos. Tecido de reserva rompido, com aspecto “flácido”.	2.e; 3.e
V Recuperação	VI VII	Gasto Recuperação	IV V	Citolisado	Folículos vazios exceto por alguns gametas residuais. Bastante tecido de reserva.	2.f; 3.f

Fonte: Autora (2021)

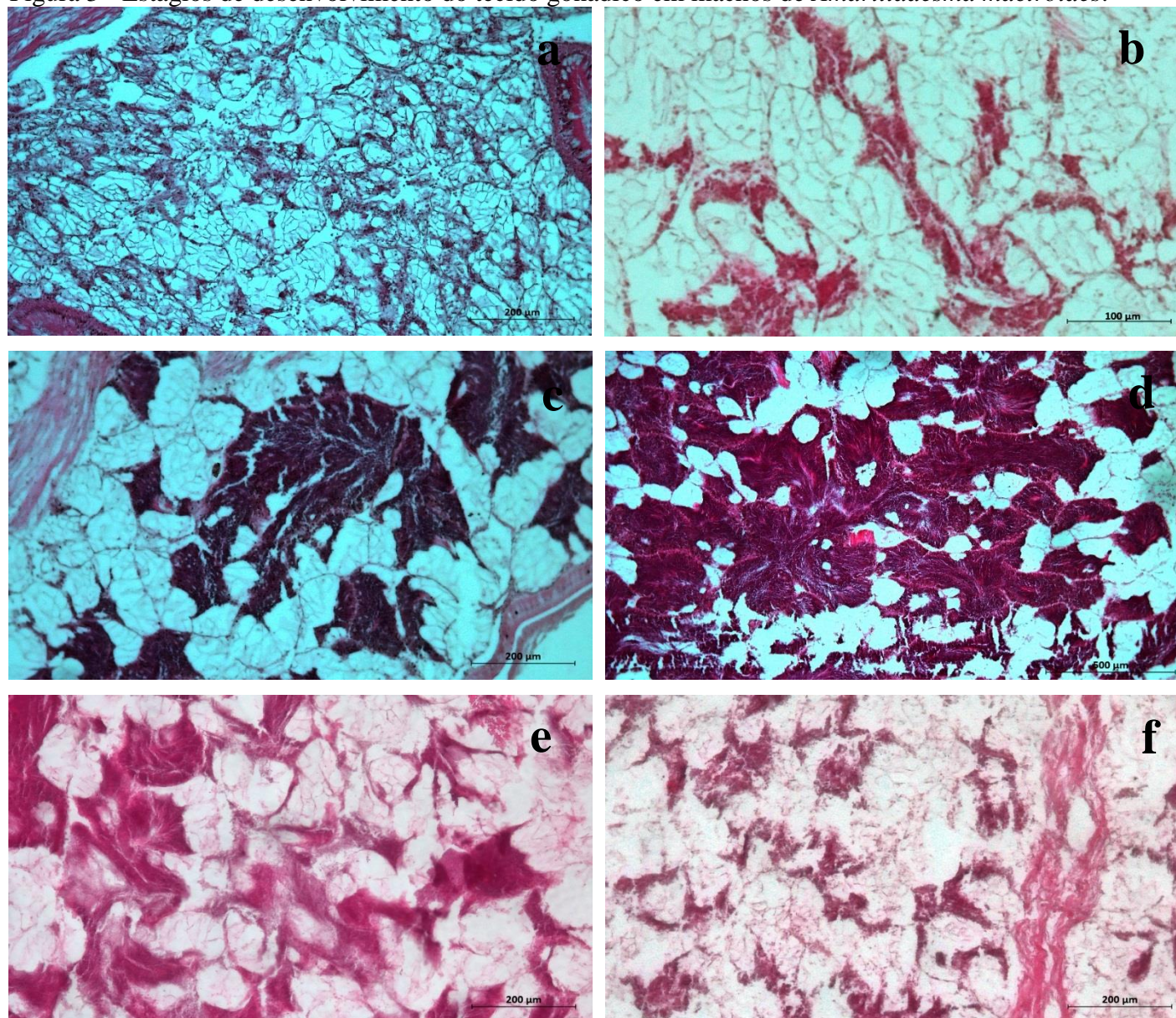
Figura 2 - Estágios de desenvolvimento do tecido gonádico em fêmeas de *Amarilladesma mactroides*.



a-Repouso. b- Gametogênese inicial. c- Gametogênese avançada. d- Maduro. e- Desova. f- Recuperação.

Fonte: Autora (2021).

Figura 3 - Estágios de desenvolvimento do tecido gonádico em machos de *Amarilladesma mactroides*.



a-Repouso. b- Gametogênese inicial. c- Gametogênese avançada. d- Maduro. e- Desova. f- Recuperação.

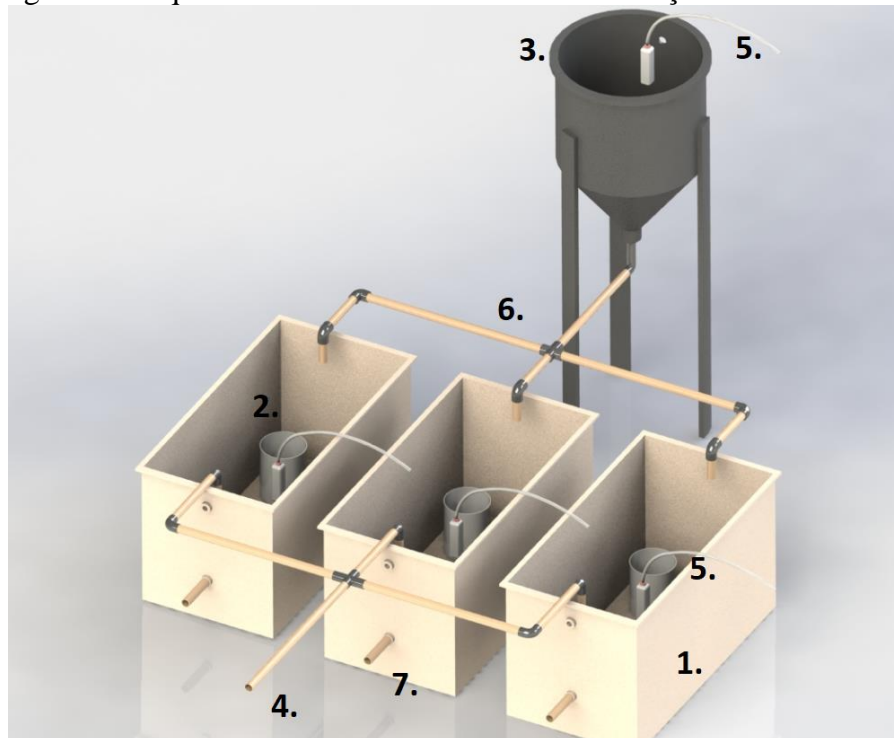
Fonte: Autora (2021).

Adicionalmente, no mês de fevereiro de 2020, 270 espécimes ($38,50 \pm 1,56\text{mm}$; $4,31 \pm 0,56\text{g}$) de *A. mactroides*, foram coletados, armazenados e transportados para o LMM – UFSC. Estes animais foram utilizados para avaliar o efeito da temperatura sobre a maturação de *A. mactroides* em laboratório.

O experimento de maturação foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso com dois tratamentos de temperatura da água (17 e 23°C), três repetições e teve duração de 45 dias. Em laboratório os animais foram distribuídos aleatoriamente em 24 baldes de 4 litros, contendo 3kg de areia peneirada em malha de 250 μm . Cada tratamento foi composto por 3 tanques retangulares de 106 x 56,5 x 54,5cm com volume útil de 200 litros, 3 baldes com 11 animais e 1 balde com 12 animais, totalizando 4 baldes por tanque e 45 animais. As unidades experimentais em suas respectivas temperaturas, foram compostas por 3 tanques retangulares com 4 baldes completamente submersos em cada tanque e 135 animais (Figura 4).

Os tanques dispunham de fluxo contínuo (vazão de: 0,32L/min) de água do mar com salinidade 35, filtrada (1 μm) e esterilizada (U.V), aeração moderada (6L/s). A dieta foi ofertada diariamente (vazão de: 0,02L/min) contendo aproximadamente 15×10^4 células/ml. A dieta foi composta pelas microalgas *Chaetoceros muelleri* e *Isochrysis galbana* (proporção 1:1) na porcentagem de 3 % que se refere ao peso seco do animal em peso de microalga seca, seguindo a metodologia de Ronquillo *et al.* (2012).

Figura 4 - Esquema ilustrativo do sistema de maturação em laboratório.



1. Tanques; 2. Baldes; 3. Tanque de alimentação; 4. Entrada de água salina; 5. Aeração; 6. Entrada de alimento; 7. Saída do efluente.

Fonte: Autora (2021).

As análises do IC e histologia do tecido gonádico foram realizadas quinzenalmente. Coletou-se aleatoriamente 5 espécimes de cada tanque para análise do IC (n=15) e 6 espécimes de cada tanque para análise histológica (n=18). Para avaliar o crescimento (comprimento da concha e peso vivo total), 90 espécimes (marcados com tinta permanente) foram distribuídos de forma aleatória nas unidades experimentais (45 animais por unidade experimental). O comprimento da concha e o peso vivo total foi tomado quinzenalmente segundo Santos *et al.* (2016).

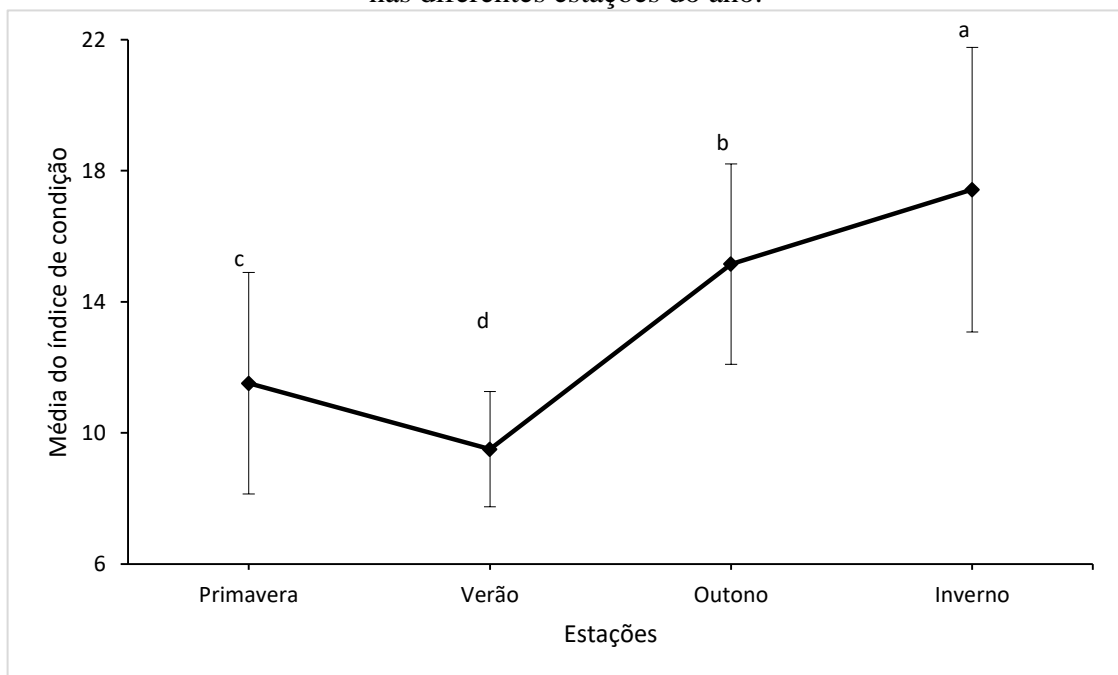
Os dados de índice de condição, comprimento (mm) e peso (g) dos animais foram submetidos a ANOVA unifatorial e, posteriormente, quando houve diferença significativa na ANOVA, ao teste de Tukey. Para os dados de histologia, foi realizado o teste t, não paramétrico, via permutação. Considerou-se nível de significância de 5% em todas as análises.

4 RESULTADOS

4.1 CAMPO

Na análise do IC, dos animais coletados ao longo do ano, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre todas as estações (Figura 1). Sendo o menor IC encontrado nos animais coletados no verão, seguidos daqueles coletados na primavera (Figura 1).

Figura 5 - Média e desvio padrão do índice de condição (IC) de *Amarilladesma mactroides* nas diferentes estações do ano.



Letras diferentes representam diferença significativa no índice de condição (IC) entre as estações do ano, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Autora (2021).

Na espécie *A. mactroides* não é possível distinguir o sexo ou estágio de maturação apenas pela observação externa do tecido gonádico. Macroscopicamente, foi possível observar que as partes moles apresentam coloração esbranquiçada uniforme, sem variação perceptível a olho nu, exceto a glândula digestiva, cuja coloração observada variou de verde a marrom-escuro. Alguns espécimes apresentaram aumento de volume na região do tecido gonádico, posteriormente confirmado como sendo decorrente de um avançado estágio de maturação.

No período definido como repouso observou-se a ausência dos gametas, dificultando a distinção entre os sexos. Neste estágio os folículos estavam com o volume pequeno e vazios, apresentando apenas tecido de reserva e células primordiais (Figura 2a; 3a).

Nos espécimes em gametogênese inicial foram observados folículos com o volume pequeno, espermatogônias e espermatócitos primários em machos e ovogônias e ovócitos primários em fêmeas, junto à parede dos folículos (Figura 2b; 3b). Neste estágio observou-se que o tecido de reserva ainda é abundante e com as extremidades bem definidas.

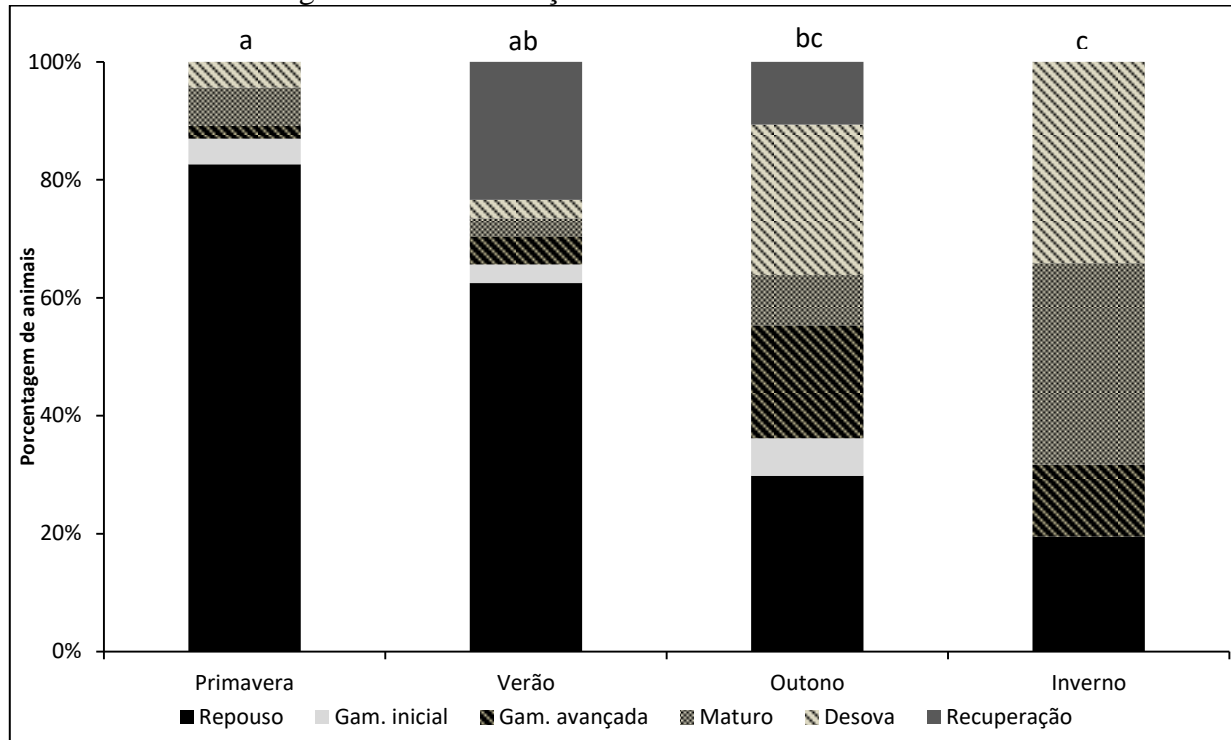
Identificou-se na gametogênese avançada um aumento dos folículos e a presença de espermatócitos secundários, espermátides e espermatozoides, ainda que pouco numerosos. Em fêmeas, assim como em machos, observou-se células em diferentes estágios proliferativos, no interior do folículo encontrou-se ovócitos pré-vitelogênicos, vitelogênicos e ovócitos já maduros em formato poligonal (Figura 2c; 3c).

Nos indivíduos maduros foi possível observar os folículos repletos de espermatozoides, em machos, e óvulos em formato poligonal, em fêmeas (Figura 2d; 3d).

Observou-se no estágio de desova a existência de folículos com paredes de formato irregular, contendo espaços vazios entre gametas maduros (Figura 2e; 3e). No período de recuperação os folículos apresentavam alguns gametas maduros residuais e tecido de reserva em abundância (Figura 2f; 3f).

O desenvolvimento do tecido gonádico apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as estações primavera e outono, primavera e inverno e verão e inverno (Figura 6).

Figura 6 - Porcentagem de animais observados em diferentes estágios de desenvolvimento do tecido gonádico entre estações do ano em *Amarilladesma mactroides*.



Letras diferentes representam diferença significativa no desenvolvimento do tecido gonádico entre as estações do ano, pelo teste t não paramétrico ao nível de 5% de probabilidade. Gam. = Gametogênese

Fonte: Autora (2021).

Nas análises histológicas pode-se observar que há predomínio do estágio de repouso na primavera e no verão, e dominância de estágios de gametogênese e maturação no outono e inverno. Também pode-se observar que o estágio de desova está presente em todas as estações.

Em campo foram encontrados animais em gametogênese inicial entre 33-38mm e animais maduros a partir de 39mm. Foram observadas sementes de *A. mactroides* com aproximadamente 2mm no mês de janeiro (verão) de 2020.

De um total de 227 espécimes analisados histologicamente, classificou-se 101 como indeterminados, ou seja, indivíduos nos quais não é possível a determinação do sexo, 61 fêmeas e 59 machos (proporção 1:1). Não foi registrado hermafroditismo na população.

Os dados pluviométricos da região e análises pontuais de salinidade não demonstraram ter influência direta nos padrões reprodutivos da espécie *A. mactroides* no período de amostragens analisadas (Tabela 1).

Tabela 1 - Média e desvio padrão da temperatura da água (°C), precipitação (mm) e salinidade nas estações do ano.

Estações	Temperatura da água (°C)	Precipitação (mm)	Salinidade
Primavera	21,5 ± 2,18	7,74 ± 0,99	34,0 ± 1,00
Verão	24,0 ± 2,29	6,80 ± 2,66	35,3 ± 0,47
Outono	20,33 ± 1,44	6,55 ± 1,66	36,25 ± 1,77
Inverno	19,9 ± 2,69	14,67 ± 2,02	35,5 ± 0,71

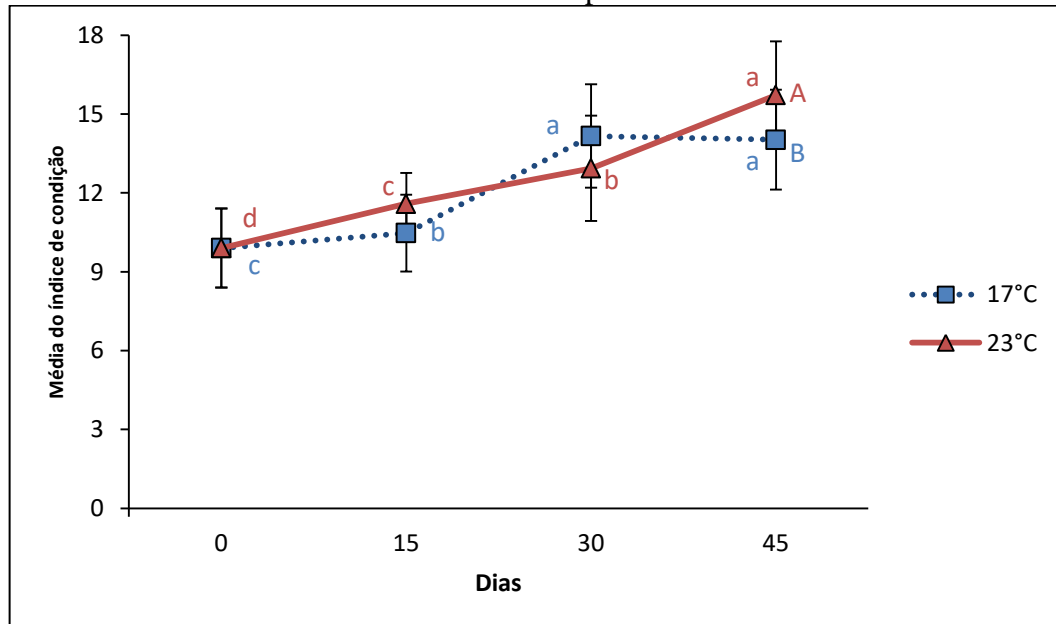
Fonte: Autora (2021).

4.2 LABORATÓRIO

Em laboratório, o IC dos animais submetidos às temperaturas 17° e 23°C apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as temperaturas no dia 45. No decorrer do experimento o IC dos animais submetidos a temperatura de 17°C apresentaram diferença significativa, com exceção entre os dias 30 e 45 o qual não diferiu.

O IC dos animais submetidos a temperatura de 23°C apresentaram diferença significativa no decorrer do experimento. Aos 45 dias observou-se maior IC para os animais submetidos à temperatura de 23°C quando comparados aqueles submetidos a temperatura de 17°C (Figura 7).

Figura 7 - Média e desvio padrão do índice de condição (IC) de *Amarilladesma mactroides* em decorrer do experimento.



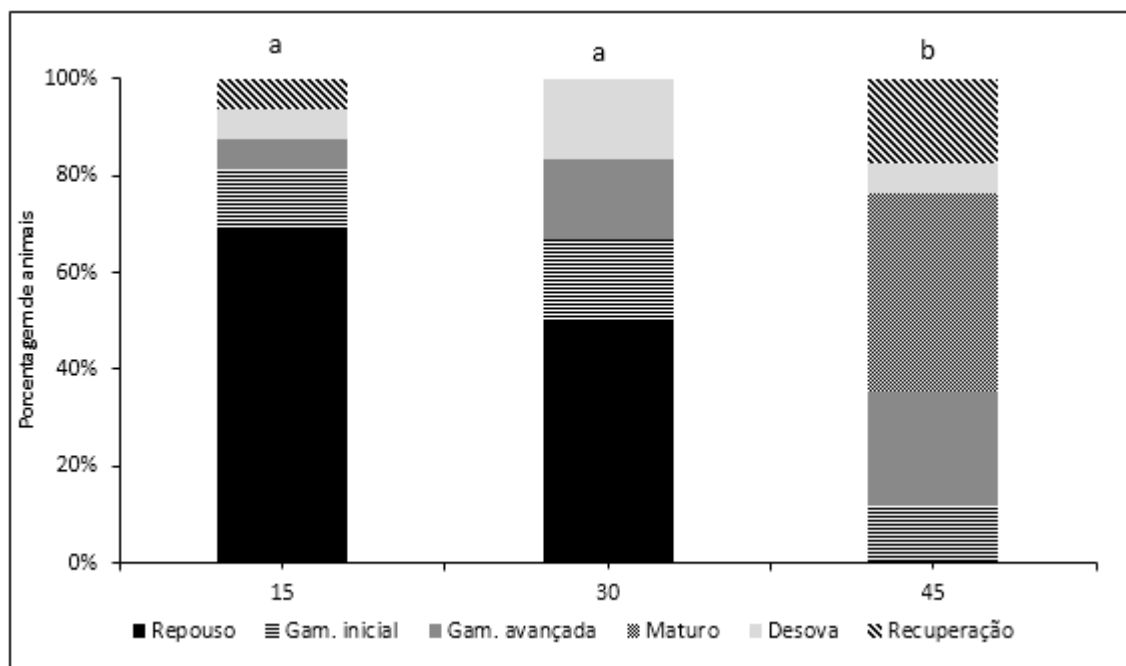
Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa no índice de condição (IC) entre dias de coleta (0, 15, 30 e 45) e letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre as temperaturas (17° e 23°C), pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Fonte: Autora (2021).

As análises histológicas realizadas ao decorrer do período experimental, o desenvolvimento do tecido gonádico não diferiu entre as temperaturas avaliadas (17° e 23°C) (Figuras 8 e 9). No entanto, apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) no desenvolvimento do tecido gonádico, pontualmente, entre os dias de coleta.

Na temperatura de 17°C o desenvolvimento gonádico diferiu entre os dias 15 e 45 e entre os dias 30 e 45. Com 15 dias de experimento houve predominância do estágio de repouso, no entanto, já encontrava-se animais em estágios de gametogênese e em recuperação. No dia 30 foi possível notar que houve atenuação do estágio de repouso e o acréscimo dos estágios de gametogênese. Com 45 dias de experimento, não houve mais animais em estágio de repouso, predominando animais em estágios de gametogênese avançada e maduros.

Figura 8 - Porcentagem de animais observados em diferentes estágios de desenvolvimento do tecido gonádico entre os dias de coleta dos animais submetidos a temperatura de 17°C em *Amarilladesma mactroides*.



Letras diferentes representam diferença significativa no desenvolvimento do tecido gonádico entre os dias de coleta, pelo teste t não paramétrico ao nível de 5% de probabilidade. Gam. = Gametogênese.

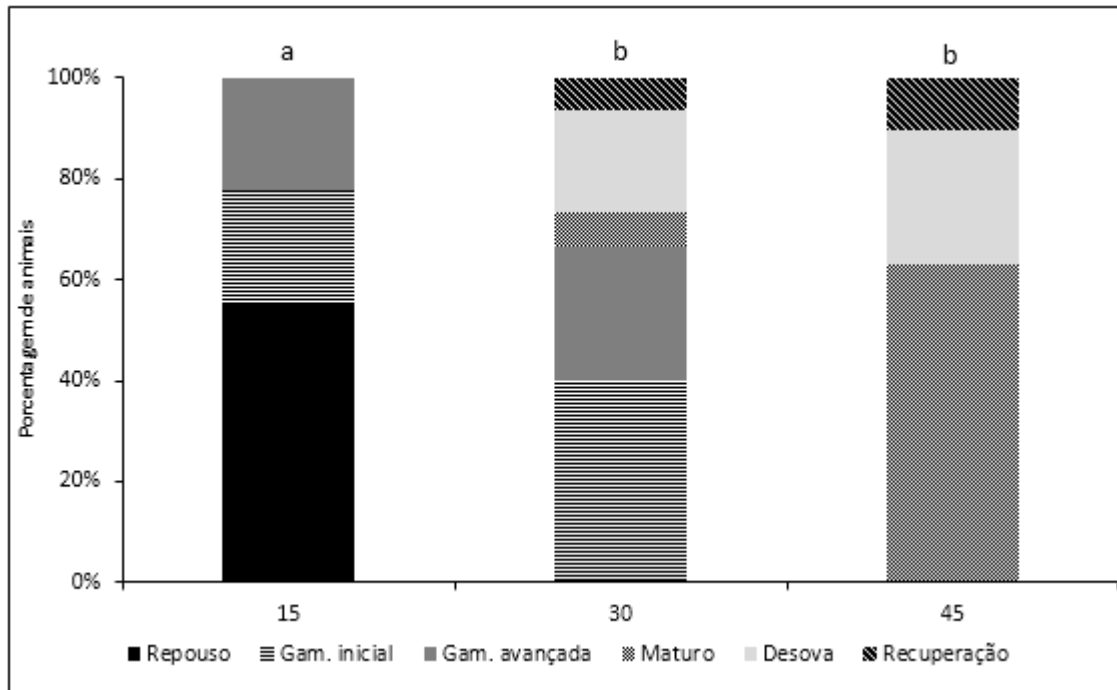
Fonte: Autora (2021).

Na temperatura de 23°C, o desenvolvimento do tecido gonádico apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre 15 e 30 dias e entre 15 e 45 dias, porém não apresentou diferença significativa entre 30 e 45 dias ($p > 0,05$). Com 15 dias de experimento pode-se observar que há predominância de animais em estágio de repouso. Porém, também nota-se espécimes em estágios de gametogênese. No dia 30 de experimento, não há mais animais em

estágio de repouso, sendo predominante estágios de gametogênese e maduros. Aos 45 dias de experimento, o predomínio é de animais maduros.

A diferenciação sexual e os estágios de gametogênese e maturação ocorreram mais rapidamente nos animais submetidos a temperatura de 23°C

Figura 9 - Porcentagem de animais observados em diferentes estágios de desenvolvimento do tecido gonádico entre os dias de coleta dos animais submetidos a temperatura de 23°C em *Amarilladesma mactroides*.



Letras diferentes representam diferença significativa no desenvolvimento do tecido gonádico entre os dias de coleta, pelo teste t não paramétrico ao nível de 5% de probabilidade. Gam. = Gametogênese. Fonte: Autora (2021).

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre o peso vivo total e o comprimento dos animais entre os dias de coleta (Tabela 2).

Tabela 2 - Média e desvio padrão do comprimento de concha (mm) e peso total (g) de *Amarilladesma mactroides* submetidos a diferentes temperaturas (17° e 23°C) nos dias de coleta.

Dia	17°C		23°C	
	Comprimento (mm)	Peso (g)	Comprimento (mm)	Peso (g)
0	38,56 ± 1,59 d	4,38 ± 0,51 d	38,43 ± 1,58 d	4,23 ± 0,60 d
15	39,11 ± 1,64 c	5,27 ± 0,66 c	39,16 ± 1,67 c	5,15 ± 0,76 c
30	39,82 ± 1,78 b	5,70 ± 0,67 b	39,34 ± 1,82 b	5,68 ± 0,98 b
45	41,74 ± 1,60 a	6,64 ± 0,76 a	41,21 ± 1,75 a	6,36 ± 0,94 a

Letras minúsculas diferentes, na coluna, representam diferença significativa no comprimento e no peso entre os dias de coletas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Autora (2021).

5 DISCUSSÃO

Técnicas histológicas são consideradas métodos confiáveis para classificação do tecido gonádico em estágios reprodutivos diferentes, no entanto, pela subjetividade da identificação há a necessidade de complementação com métodos quantitativos, como o índice de condição (IC) (GOSLING, 2015). As variações dos valores do IC podem representar a mudança do tecido gonádico ao longo do ano (GRANT e TYLER, 1983), com valores elevados e mínimos relacionados a maturação sexual e período de desova, respectivamente, assim como a formação de reserva energética (UTTING e MILLINCAN, 1997).

No presente estudo os dados de IC em *A. mactroides* corroboraram com os dados histológicos do desenvolvimento gonádico, mostrando que quando mais elevado o IC maior o número de animais maduros. Esse padrão repetiu-se nos espécimes das análises de campo e do experimento em laboratório. Contudo, embora o IC, geralmente, corrobore com o estágio reprodutivo do animal, há exceções. Hermann *et al.* (2009) relatou em seu estudo com *A. mactroides*, que o IC não foi útil para descrever a desova dessa espécie, pois os valores do IC permaneceram baixos, mesmo com altas porcentagens de animais maduros.

O tamanho em que ocorre a primeira maturação sexual em bivalves é importante para entender os aspectos populacionais de uma espécie (CHRISTIANSEN, 1971), bem como a frequência com que ocorrem a maturação e desova dos gametas, que podem variar entre espécies e de acordo com a região (BARBER e BLACKKE, 2006; BAYNE, 2017).

Em estudos realizados com *A. mactroides* (COSCARÓN, 1959; OLIVIER *et al.*, 1971; MASELLO e DEFEO, 1986; MASELLO, 1987) relataram tamanhos mínimos de comprimento de concha em que ocorrem animais maduros. Coscarón (1959), observou animais maduros com comprimento superior a 35mm; Olivier *et al.* (1971) observaram espécimes em maturação com comprimentos entre 33 e 55mm, e estimaram que para a primeira maturação o intervalo é entre 42,12 e 44,25mm; Masello e Defeo (1986) e Masello (1987) apontam que a primeira maturação acontece entre 41,57 e 44,11mm, mas que este processo pode ocorrer antes ou após este intervalo (36 - 48mm). Os resultados de nosso estudo corroboram com estes resultados, visto que encontramos animais iniciando o desenvolvimento do tecido gonádico entre 33 e 38mm, e maduros a partir de 39mm em ambos os sexos.

Variações na proporção sexual de bivalves são consideradas estratégias reprodutivas e estão relacionadas aos diferentes tipos de ambientes aquáticos, variações ambientais e até variações intraespecíficas nas espécies, por exemplo, a idade dos animais (MORTON, 1991). Proporções sexuais 1:1 (machos e fêmeas) em *A. mactroides* foram encontradas, na

Argentina, por Olivier e Penchaszadeh (1971) e Herrmann *et al.* (2009), e em estudos reprodutivos laboratoriais, no Brasil, por Santos *et al.* (2020a;2020b), e corroborada por este estudo, podendo ser considerado uma característica para manter o sucesso reprodutivo e variabilidade genética da espécie.

No presente trabalho observou-se dois eventos reprodutivos da espécie *A. mactroides*, ambos nas estações que apresentam as temperaturas das águas mais elevadas ao longo do ano, sendo um na primavera ($21,5^{\circ}\text{C} \pm 2,18$) e outro no verão ($24,0^{\circ}\text{C} \pm 2,29$). Em estudos prévios com *A. mactroides* também foram descritos dois eventos reprodutivos ao longo do ano, na primavera e verão (CHRISTIANSEN, 1971) e no inverno e primavera (HERMANN *et al.* 2009).

Ansell (1961), ao trabalhar com o bivalve de areia *Venus striatula* (Da Costa, 1778), relacionou a proliferação de gametas como uma resposta à disponibilidade de fitoplâncton, mais do que uma resposta a temperatura. No entanto, ao que tudo indica esta relação não se aplica a espécie *A. mactroides*, pois conforme Defeo e Scarabino (1990), as praias arenosas do continente Sul Americano apresentam elevada produção primária, justificando que o marisco branco é mais influenciado pela temperatura do que pela disponibilidade de alimento nestes eventos.

Para alguns autores (LOOSANOFF e DAVIS, 1952; LUBET, 1959), a temperatura é um dos principais fatores que estimulam eventos reprodutivos em bivalves marinhos, sendo este fator, também, responsável pela sincronização do período reprodutivo.

Em estudo prévio, no ambiente, McLachlan *et al.* (1996) relataram que o desenvolvimento gonadal do marisco branco é termicamente controlado, com a desova ocorrendo em temperaturas próximas de 20°C . Picos de desova relacionados ao aumento da temperatura e reversão gonadal com temperaturas mais baixas também foram descritos para outras espécies de bivalves de areia como, *Chione pubera* (BORZONE *et al.*, 2001) e a espécie simpátrica ao marisco branco, *Donax hanleyanus* (GIL e TOMÉ, 2004).

Em laboratório, os animais submetidos as temperaturas 17°C e 23°C maturaram. Segundo nossas análises, os animais que estavam em repouso na temperatura mais baixa (17°C), prolongaram este período, caracterizando uma suposta etapa de recuperação energética antes de iniciarem os processos de gametogênese. Esse processo se assemelha a outras espécies de moluscos bivalves. Gomes *et al.* (2014), observaram na ostra *C. gasar* períodos de recuperação energética (acúmulo de glicogênio) nos tecidos antes de iniciarem a gametogênese. Já nos animais mantidos em temperaturas mais elevadas (23°C) o período de

repouso teve menor duração, iniciando mais rapidamente a gametogênese e mantendo o IC superior aos animais submetidos a temperaturas mais baixas.

No presente estudo, não foi observado relação dos padrões pluviométricos, e conseqüentemente, das variações de salinidade aferidas sazonalmente, com o ciclo reprodutivo do marisco branco. Estudos laboratoriais com moluscos bivalves comprovam que, além da temperatura, o ciclo reprodutivo sofre forte influência da salinidade (GOMES *et al.* 2014). Carvalho *et al.* (2015), demonstraram que juvenis e adultos de marisco branco, toleram salinidades entre 35 e 15g/L, classificando esta espécie como moderadamente eurialina. Santos *et al.* (2020b), ao avaliarem o desenvolvimento embrionário e larval do marisco branco em laboratório, observaram que a salinidade 35, dentre as salinidades avaliadas (20, 25, 30 e 35), é a ótima para espécie nesse estágio de vida. No entanto, não existe nenhuma informação referente ao desenvolvimento gonadal da espécie, no ambiente e em laboratório, com estas variáveis.

Desta forma, os resultados do presente estudo fornecem uma compreensão do desenvolvimento do tecido gonádico da espécie *A. mactroides*, em campo e em laboratório, servindo como base para pesquisas futuras.

6 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo geraram informações que nos permitem desenvolver técnicas para um futuro pacote tecnológico da espécie, assim como realizar a gestão desses animais no ambiente natural.

Com base nos resultados obtidos sugere-se que a temperatura 23°C é preferível para maturação de *A. mactroides* em laboratório em relação a temperatura de 17°C, bem como, que a melhor estação do ano para coleta de reprodutores no ambiente para subsequente indução a desova em laboratório é o inverno, pois os animais encontram-se maduros.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, I.F. Reproduccion y acondicionamiento de bivalves em el criadero. ALVA, A. Conselleria de pesca, marrisqueo e acuicultura. Xunta de Galicia Coruña, Espana. v.16,.p. 3-35, 1991.
- ANSELL, A. D. 1961. Reproduction, growth and mortality of *Venus striatula* (Da Costa) in Kames Bay, Millport. Journal of Marine Biology Association U.K., London, 41:191-215.
- BARBER, B.J. & BLAKE, N.J., 2006. Reproductive Physiology. Developments in Aquaculture and Fisheries Science. Elsevier, vol. 35, pp. 357-416.
- BASTIDA, R.O., ROUX, A., BREMEC, C., GERPE, M. & SORENSEN, M., 1991. Estructura poblacional de la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*) durante el verano de 1989 en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Frente Mari, 9A: 83–92.
- BAYNE, B. L., 2017. Reproduction. Developments in Aquaculture and Fisheries Science, 565–701.
- BERGONCI, P.E.A. & THOMÉ, J.W. 2008. Vertical distribution, segregation by size and recruitment of the yellow clam *Mesodesma mactroides* Deshayes, 1854 (Mollusca, Bivalvia, Mesodesmatidae) in exposed sandy beaches of the Rio Grande do Sul state, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 68(2), 297-305.
- BORZONE, CA., VARGAS, KM., PEZZUTO, PR. e TAVARES, YAG., 2001. Aspectos Reprodutivos e Dinâmica Populacional de *Chione pubera* (Bory Saint-Vincent) (Bivalvia, Veneridae) no Sul do Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, vol. 2, no. 18, p. 333-349.
- CÁCERES-MARTÍNEZ, JORGE; VÁSQUEZ-YEOMANS, REBECA. La patología en moluscos bivalvos: principales problemas y desafíos para la producción de bivalvos en América Latina. Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO, p. 20-24, 2008.

CARVALHO Y.B.M, POERSCH, L.H. & ROMANO L.A., 2013a. Rickettsia associated mortality of the yellow clam *Mesodesma mactroides* (Bivalvia: Mesodesmatidae) in southern Brazil. *Malacologia* 56 (1-2): 301-3017.

CARVALHO, Y.B.M, POERSCH, L.H, JUNIOR, J.P. & ROMANO, L.A., 2013b. Histopathological survey of the yellow clam *Mesodesma mactroides* from southern Brazil. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists* 33(2): 53-58.

CARVALHO, Y.B.M., ROMANO, L.A., POERSCH, L.H.S., 2015. Effect of low salinity on the yellow clam *Amarilladesma mactroides*. *Braz. J. Biol.*, 75 (1): 8-12.

CHAVEZ-VILLALBA, JORGE *et al*, 2001. Gamétogenèse chez l'huître *Crassostrea gigas* de l'Aber Benoît (Bretagne, France), à la limite nord de son aire de reproduction. *Haliotis* (Paris), v. 30, p. 1-12.

COSCARÓN, S., 1959. La almeja amarilla (*Mesodesma mactroides*, Deshayes) de la 1035 costa de la Provincia de Buenos Aires. *Agro Publicación Técnica* 1(3):1-66.

CROSBY, M.P. & GALE, LD., 1990. A review and evaluation of bivalve condition index methodologies with a suggested standard method. *Journal of Shellfish Research*, vol. 9, no. 1, p. 233-237.

DEFEO, O & SCARABINO, V., 1990. Ecological significance of a possible deposit feeding strategy in *Mesodesma mactroides* Deshayes, 1854 (Mollusca: Pelecypoda). *Atlântica*, Rio Grande, v. 12, n. 1, p. 55-65.

DELGADO, M.; PÉREZ-CAMACHO, A., 2003. A study of gonadal development in *Ruditapes decussatus* (L.) (Mollusca, Bivalvia), using image analysis techniques: influence of food ration and energy balance. *Journal of Shellfish Research*, v. 22, p. 435-441.

FIORI, SM, CAZZANIGA, NJ AND ESTEBENET, AL., 2004. Winter distribution, density and size of *Amarilladesma mactroides* (Bivalvia, Mactracea) in Monte Hermoso beach (Argentina). *Brazilian Journal of Oceanography*, 52(1), 1-9.

FAO, Food and Agriculture Organization. (2020). Sustainability in action. *State of World Fisheries and Aquaculture. Rome, 200.*

GIL, GM. e TOMÉ, JW., 2004. Descrição do ciclo reprodutivo de *Donax hanleyanus* (Bivalvia, Donacidae) no sul do Brasil. *Iheringia. Série Zoológica*, vol. 94, no. 3, p. 271-276.

GIREESH, R. & GOPINATHAN, C.P., 2004. Effect of salinity and pH on the larval development and spat production of *Paphia malabarica*. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 46(2): 146-153.

GONZÁLEZ-ARAYA, R., LEBRUN, L., QUÉRÉ, C., ROBERT, R., 2012. The selection of an ideal diet for *Ostrea edulis* (L.) broodstock conditioning (part B). *Aquaculture*, 362: 55-66.

GOSLING, E., 2015. *Marine bivalve molluscs*. John Wiley & Sons.

GOMES, C. H. A. M., SILVA, F. C., LOPES, G. R., & MELO, C. M. R., 2014. The reproductive cycle of the oyster *Crassostrea gasar*. *Brazilian Journal of Biology*, 74, 967-976.

GRANT A, TYLER PA., 1983. The analysis of data in studies of invertebrate reproduction. I. Introduction and statistical analysis of gonad maturity indices. *Int. J. Invert. Rep.* 6: 259-269.

HERMANN, M., ALFAYA, J.E.F., LEPORE, M.L., PENCHASZADEH, P.E. & LAUDIEN, J., 2009. Reproductive cycle and gonad development of the Northern Argentinean *Mesodesma mactroides* (Bivalvia: Mesodesmatidae). *Helgoland Marine Research*, 63:207–218.

KNAUER, J., & SOUTHGATE, P. C., 1999. A review of the nutritional requirements of bivalves and the development of alternative and artificial diets for bivalve aquaculture. *Rev. Fish. Sci.*, 7(3-4): 241-280.

LOOSANOFF, VL. And DAVIS, HC., 1952. Temperature requirements for maturation of gonads of northern oysters. *Biological Bulletin*, vol. 103, p. 80-96.

LUBET, P., 1959. Recherches sur le cycle sexuel et l'emission des gamètes chez les Mytiloidae et les Pectinidae (mollusques bivalves). *Revue des Travaux de l'Institut Scientifique des Pêches Maritimes*, vol. 23, p. 387-548.

MARQUES CG. 2004. Aspectos reprodutivos do berbigão *Tivela mactroides* (Born, 1778) (Bivalvia: Veneridae), na Enseada de Caraguatatuba, São Paulo – Brasil. São João da Boa Vista, SP. 67p.

MCLACHLAN, A.; DUGAN, J. E. et al. 1996. Beach clam fisheries. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, London, 34:163-232.

MCLACHLAN, A., 2018. Fisheries. In: McLachlan, A., and Defeo, O. *The Ecology of Sandy Shores*. Academic Press, Chap. 14: 331-372.

MCLACHLAN, A., DUGAN, J. E., et al., (1996). Beach clam fisheries. *Oceanography and marine biology: an annual review*.

MORTON, B. 1991 Do the Bivalvia demonstrate environment-specific sexual strategies?. A Hong Kong model. *J. Zool. Lond.*, London, 223: 131-142.

MURANAKA, M. S. & J. E. LANNAN. 1984. Broodstock management of *Crassostrea gigas*: environmental influences on broodstock conditioning. *Aquaculture* 39:217–228.

OLIVEIRA, B.I., RODRIGUES, S.N.S., LAVANDER, H., LIMA, P., OLIVERA-GÁLVEZ, A., 2016. Growth and survival of *Anomalocardia brasiliensis* larvae (Bivalvia: Veneridae) fed with microalgal diets. *Lat. Am. J. Aquat. Res*, 44(1): 34-38.

OLIVIER SR. *et al.* 1971. Estructura de la comunidad, dinámica de la población y biología de la almeja amarilla (*Mesodesma mactroides* Desh., 1854) en Mar Azul (Pdo. de Gral. Madariaga, Bs. As., Argentina). *Proy. Desarr. Pesq. FAO, Ser. Inf. TecnPubl.*, Mar del Plata, v. 27, p. 1-90.

QUAYLE, D.B. & NEWKIRK, G.F., 1989. *Farming Bivalve Molluscs: methods for study and development*. The World Aquaculture Society, Louisiana, 294pp.

- RIOS E.C., 1994. Sea shell of Brazil. Rio Grande, Fundação Universidade Rio Grande. 368p.
- RONQUILLO, J. D., FRASER, J., MCCONKEY, A. J., 2012. Effect of mixed microalgal diets on growth and polyunsaturated fatty acid profile of European oyster (*Ostrea edulis*) juveniles. *Aquaculture*, 360: 64-68.
- SILVA SANTOS, J. J., CARVALHO, Y. B., DE ALCANTARA LOPES, D. L., & ROMANO, L. A., 2016. Immunological profile of the yellow clam *Mesodesma mactroides* (Mesodesmatidae) from the southern coast of Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of aquatic animal health*, 28(1), 11-20.
- SANTOS, J. J., BERNARDES, J. P., RAMIREZ, J. R., RAMOS, C. O., GOMES, C. H. A., & ROMANO, L. A., 2020a. Embryo and larval development of the yellow clam *Mesodesma mactroides* (Reeve, 1854)(Mesodesmatidae) in laboratory. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92.
- SANTOS J.J.S., BERNARDES J.P., RAMÍREZ, J.R.B., GOMES, C.H.A.M., ROMANO L.A., 2020b. Effect of salinity on embryo-larval development of yellow clam *Mesodesma mactroides* (Reeve, 1854) in laboratory. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92.
- SHAW, BARBARA L.; BATTLE, HELEN I. The gross and microscopic anatomy of the digestive tract of the oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin). *Canadian Journal of Zoology*, v. 35, n. 3, p. 325-347, 1957.
- UTTING, S. D., MILLICAN, P. F., 1997. Techniques for the hatchery conditioning of bivalve broodstocks and the subsequent effect on egg quality and larval viability. *Aquaculture*, 155 (1-4): 45-54.