

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CENTRO DE ESTUDOS DO MAR

JEFFERSON INGLEZ

AVALIAÇÃO DO CICLO REPRODUTIVO DE VIEIRAS *Nodipecten nodosus* (Linnaeus,
1758) TRIPLÓIDES E DIPLÓIDES

PONTAL DO PARANÁ

2024

JEFFERSON INGLEZ

AVALIAÇÃO DO CICLO REPRODUTIVO DE VIEIRAS *Nodipecten nodosus* (Linnaeus,
1758) TRIPLÓIDES E DIPLÓIDES

Monografia apresentada como requisito parcial a obtenção do título de Engenheiro de Aquicultura, Engenharia de Aquicultura, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná.

Orientador (a): Dr. Francisco Lagreze Squella.

Coorientadora: Dra. Simone Sühnel.

PONTAL DO PARANÁ

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA
Avenida Deputado Anibal Khury, 2033, - Bairro Balneário Pontal do Sul, Pontal do Paraná/PR, CEP 83255-976
Telefone: 4135118600 - h.p://www.ufpr.br/ Despacho nº 15/2023/UFPR/R/PP/EA

Processo nº 23075.061642/2022-21

TERMO DE APROVAÇÃO

JEFFERSON INGLEZ

*AVALIAÇÃO DO CICLO REPRODUTIVO DE VIEIRAS *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) TRIPLÓIDES E DIPLÓIDES*

Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro de Aquicultura da Universidade Federal do Paraná, pela comissão formada pelos professores

Comissão avaliadora

Dr. Francisco José Lagreze Squella
Orientador e presidente

Dra. Simone Suhnel
Coorientadora

Dra. Alitieni Moura Lemos Pereira
Membro examinadora

Dr. Rodolfo Luis Petersen
Membro examinador

Pontal do Paraná, 07/12/23



Documento assinado eletronicamente por **RODOLFO LUIS PETERSEN, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/12/2023, às 15:33, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **FRANCISCO JOSE LAGREZE SQUELLA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/12/2023, às 15:53, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Simone Suhnel, Usuário Externo**, em 11/12/2023, às 09:51, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Alitieni Moura Lemos Pereira, Usuário Externo**, em 12/12/2023, às 10:10, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **6234161** e o código CRC **7F50303C**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por guiar-me ao longo deste caminho, superando todas as dificuldades. Sinto-me verdadeiramente abençoado, pois tive o suporte necessário para alcançar mais uma grande conquista na vida.

Quero expressar minha gratidão especial ao meu pai, Celso Inglez, cujo apoio incondicional desde o início desta jornada foi fundamental. Mesmo à distância, sua presença foi essencial para que este momento de alegria se concretizasse, permitindo-nos compartilhar juntos essa vitória.

À minha família, meu agradecimento, pois sem eles eu jamais teria vislumbrado o caminho a seguir. Cada experiência vivida foi um valioso aprendizado e fonte de conhecimento.

Ao meu orientador, Dr. Francisco Lagreze Squella, expresso minha gratidão por toda a ajuda durante a graduação, pelos preciosos ensinamentos e pela paciência incansável em compartilhar seu vasto conhecimento.

À minha coorientadora, Dra. Simone Sühnel, agradeço pela oportunidade de realizar um trabalho empolgante e fundamental para minha formação. Sua atenção, paciência, conselhos e contribuições foram fundamentais durante todo este período.

Aos amigos e colegas que cruzaram meu caminho e contribuíram de alguma forma para o sucesso desta fase da minha vida, meu sincero agradecimento.

A todos os professores e professoras, agradeço pelo conhecimento transmitido e pelo desenvolvimento intelectual que obtive ao longo da graduação. Expresso minha gratidão também àqueles que permitiram o uso de seus laboratórios para a realização deste trabalho.

Enfim, a todas as pessoas que, de alguma maneira, tornaram este trabalho possível, meu mais profundo agradecimento. Este sucesso é resultado da colaboração e apoio de cada um de vocês.

“Pode-se encontrar a felicidade mesmo nas horas mais sombrias, se a pessoa se lembrar de acender a luz”.

Alvo Dumbledore “Harry Potter e o Prisioneiro de Azkaban”

RESUMO

Este estudo avaliou do ciclo reprodutivo das vieiras *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) diploides e triploides, conhecida popularmente como pata-de-leão. Através da necessidade de mais estudos sobre esta vieira quando triploides e da oportunidade de utilizar essa técnica interessante para impulsionar as produções desta espécie, este trabalho buscou conhecer e avaliar o ciclo reprodutivo deste animal triploide e realizar a comparação com animais diploides, para um melhor entendimento sobre o desenvolvimento das gônadas. Os organismos triploides foram obtidos através do método de indução utilizando o reagente 6-dimetilaminopurina (6-DMAP), para a preservação do segundo corpúsculo polar da meiose II (M.II) na Universidade Federal de Santa Catarina, durante o doutorado de Guilherme Búrigo Zanetti. Após o plantio delas no campo, amostras mensais de 15 animais foram coletadas, durante 240 dias e produzidos blocos de parafina para estudo histológico do ciclo reprodutivo. Neste trabalho foi realizada a avaliação histológica destas amostras e avaliado o ciclo reprodutivo das vieiras *N. nodosus* triplóides e diploides cultivadas. Para isso, cortes dos blocos de parafina com 5µm de espessura foram realizados, seguido de coloração da lâminas e análise em microscópio ótico. Os resultados obtidos mostraram que as vieiras triploides apresentam as mesmas etapas do ciclo reprodutivo que as vieiras diploides, tanto para porção feminina quanto masculina da gônada. Embora, este desenvolvimento tenha sido mais lento para as triploides, sendo que ao final dos 240 dias de cultivo para a porção feminina, 7% das amostras estavam em gametogênese, 57% em pré-desova inicial e 36% em pré-desova avançada e para a porção masculina triploide 61% estava em pré-desova inicial e 39% em pré-desova avançada. Nas amostras das vieiras diploides, tanto para porção feminina quanto masculina, 100% estava em pré-desova avançada. Observou-se ainda que houve uma condição de supressão da porção masculina da gônada das vieiras triploides, ao fim dos 240 dias de cultivo 54% das amostras apresentaram a condição de supressão, a qual não foi observada nas vieiras diploides. Mais estudos com as vieiras triploides são necessários para um melhor entendimento da supressão da porção masculina da gônada e o retardo no ciclo reprodutivo comparado com vieiras diploides.

Palavras chave: Aquicultura, Malacocultura, Vieira, *N. nodosus*, Triploidia.

ABSTRACT

This study evaluated the reproductive cycle of diploid and triploid scallops *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758), popularly known as lion's paw. Due to the need for more studies on this triploid scallop and the opportunity to use this interesting technique to boost the production of this species, this work sought to understand and evaluate the reproductive cycle of this triploid animal and make a comparison with diploid animals for a better understanding on the development of the gonads. Triploid organisms were obtained through the induction method using the reagent 6-dimethylaminopurine (6-DMAP), for the preservation of the second polar body of meiosis II (M.II) at the Federal University of Santa Catarina, during Guilherme Búrigo's doctorate. After planting them in the field, monthly samples from 15 animals were collected for 240 days, and paraffin blocks were produced for histological study of the reproductive cycle. In this work, the histological evaluation of these samples was carried out, and the reproductive cycle of cultivated triploid and diploid *N. nodosus* scallops was evaluated. For this, paraffin blocks were cut 5µm thick, followed by staining of the slides and analysis under an optical microscope. The results obtained showed that triploid scallops present the same stages of the reproductive cycle as diploid scallops, both for the female and male portions of the gonad. However, this development was slower for the triploids, and at the end of the 240 days of cultivation for the female portion, 7% of the samples were in gametogenesis, 57% in initial pre-spawning, and 36% in advanced pre-spawning. For the triploid male portion, 61% were in early pre-spawning, and 39% in advanced pre-spawning. In the diploid scallop samples, for both the female and male portions, 100% were in advanced pre-spawning. It was also observed that there was a suppression condition in the male portion of the gonad of triploid scallops. After 240 days of cultivation, 54% of the samples presented the suppression condition, which was not observed in diploid scallops. More studies with triploid scallops are needed to better understand the suppression of the male portion of the gonad and the delay in the reproductive cycle compared to diploid scallops.

Keywords: Aquaculture, Malacoculture, Scallop, *N. nodosus*, Triploidy.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 – <i>Nodipecten nodosus</i> (Linnaeus, 1758)..... | 14 |
| FIGURA 2 – Vista externa e interna das valvas de <i>Nodipecten nodosus</i> | 16 |
| FIGURA 3 – Disposição dos órgãos de <i>Nodipecten nodosus</i> na cavidade palial..... | 17 |
| FIGURA 4 – Estágios de desenvolvimento a partir da formação da larva trocófora no ciclo de vida (gênero <i>Nodipecten</i>) e características distintivas de seu sistema alimentar..... | 20 |
| FIGURA 5 – Blocos de parafina com amostras de tecido de <i>N. nodosus</i> triploides e diploides em cassetes histológicos..... | 22 |
| FIGURA 6 – Preparação e início dos cortes dos tecidos..... | 23 |
| FIGURA 7 – Ilustração do micrótomo..... | 23 |
| FIGURA 8 – Materiais adicionais..... | 24 |
| FIGURA 9 – Etapas finais dos cortes histológicos dos tecidos..... | 24 |
| FIGURA 10 – Bateria de coloração montada dentro da capela..... | 25 |
| FIGURA 11 – Lâminas obtidas ao fim do procedimento de coloração..... | 26 |
| FIGURA 12 – Estágios do ciclo reprodutivo da porção feminina da gônada das vieiras <i>Nodipecten nodosus</i> triploides e diploides..... | 31 |
| FIGURA 13 – Estágio do ciclo reprodutivo da porção masculina da gônada das vieiras <i>Nodipecten nodosus</i> triploides e diploides..... | 31 |
| FIGURA 14 – Estágios do ciclo reprodutivo da gônada das vieiras triploide (3N) mostrando a supressão da porção masculina..... | 32 |
| FIGURA 15 – Gametas masculinos e gameta feminino..... | 32 |
| FIGURA 16 – Separação sexual para amostras triploides..... | 33 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1: Etapas de coloração dos tecidos..... | 25 |
| TABELA 2 – Descrição histológica dos estágios sexuais da porção feminina da gônada no ciclo reprodutivo da vieira <i>Nodipecten nodosus</i> | 27 |
| TABELA 3 – Descrição histológica dos estágios sexuais dos machos do berbigão <i>Anomalocardia brasiliiana</i> | 28 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| GRÁFICO 1 – Porção feminina da gônada triploide, porcentagem de animais em cada fase do ciclo reprodutivo..... | 38 |
| GRÁFICO 2 – Porção feminina da gônada diploide, porcentagem de animais em cada fase do ciclo reprodutivo..... | 38 |
| GRÁFICO 3 – Porção masculina da gônada triploide, porcentagem de animais em cada fase do ciclo reprodutivo, incluindo gônadas suprimidas..... | 39 |
| GRÁFICO 4 – Porção masculina da gônada diploide, porcentagem de animais em cada fase do ciclo reprodutivo..... | 39 |
| GRÁFICO 5 – Definição sexual dos animais triploides..... | 41 |
| GRÁFICO 6 – Definição sexual dos animais Diploides..... | 42 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-------------------------|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1 CONTEXTO E PROBLEMATIZAÇÃO | 11 |
| 1.2 OBJETIVOS | 13 |
| 1.2.1 Objetivo geral | 13 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 13 |
| 1.3 JUSTIFICATIVA | 13 14 |
| 2. REVISÃO TEÓRICO-EMPÍRICA | 14 |
| 2.1 FILOGENIA | 14 |
| 2.2 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E HABITAT | 15 |
| 2.3 ALIMENTAÇÃO | 15 |
| 2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS | 15 |
| 2.4.1 Morfologia da concha | 15 |
| 2.4.2 Anatomia e órgãos principais. | 16 |
| 2.5 CICLO DE VIDA | 18 |
| 2.5.1 Reprodução | 18 |
| 2.5.2 Desenvolvimento larval | 18 19 |
| 2.5.3 Assentamento | 19 |
| 2.5.4 Maturidade Reprodutiva | 19 |
| 2.6 TRIPLOIDIA | 21 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS | 22 |
| 3.1 MICROTOMIA | 23 |
| 3.2 COLORAÇÃO DOS TECIDOS | 25 |
| 3.3 ANÁLISE | 27 26 |
| 3.3.1 Análise histológica | 27 |
| 3.3.2 Análise dos dados | 28 |
| 4. RESULTADOS | 29 |
| 4.1 HISTOLOGIA | 29 |
| 4.1.1 Classificação do Ciclo reprodutivo | 29 |
| 4.1.2 Definição sexual | 33 |
| 4.2 ANÁLISE QUANTITATIVA | 34 33 |
| 4.2.1 Classificação do Ciclo reprodutivo | 34 33 |
| 4.2.2 Determinação do sexo | 40 |
| 5. DISCUSSÃO | 42 |
| 6. CONCLUSÃO | 44 |
| 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 44 |
| REFERÊNCIAS | 44 |

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO E PROBLEMATIZAÇÃO

Nos últimos anos, a aquicultura se tornou proeminente como uma indústria em expansão na produção de alimentos saudáveis, desempenhando um papel significativo na criação de oportunidades de trabalho e aumento da renda, além disso, ela tem desempenhado um papel importante na redução da pobreza e da fome em diversas regiões do globo, e os efeitos econômicos e sociais das atividades aquícolas têm sido abrangentes e impactantes (SIQUEIRA, 2018).

A aquicultura tem potencial para ser realizada de maneira sustentável, com investimentos relativamente baixos e altos níveis de produtividade, essa atividade possui a capacidade de aumentar de forma significativa a produção global de alimentos, contribuindo para uma maior segurança alimentar em todo o mundo (SIQUEIRA, 2017). Apesar de ter demonstrado uma desaceleração nos últimos anos e considerando o cenário pós pandemia COVID, ainda houve um crescimento de 5,7% na produção total e 2,7% de espécies animais (FAO, 2022).

Dentre as produções aquícolas de animais aquáticos se destaca a produção de moluscos, incluindo mexilhões, ostras, vieiras e outros bivalves, representando em torno de 20,2% da produção total da aquicultura mundial (FAO, 2022). No Brasil a produção de moluscos bivalves envolve principalmente o cultivo de mexilhões, ostras e vieiras. O estado de Santa Catarina tem sido reconhecido como o principal produtor de moluscos junto com os demais estados, como Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Pará, Maranhão, Rio Grande do Norte, Alagoas, Bahia e Sergipe que também contribuem para a produção nacional de moluscos, mas em menor escala (MARENZI, 2016; MACEDO, 2021). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE 2023 foram produzidas 8.739 toneladas de moluscos entre ostras, vieiras e mexilhões em 2022.

As vieiras são moluscos bivalves da família Pectinidae que possuem um valor comercial significativo, sustentando atividades de maricultura em várias regiões do mundo, em 2021 foram produzidas aproximadamente 5 milhões de toneladas de acordo com a FAO. No Brasil, a *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758), é a espécie de vieira com maior potencial para

o cultivo (MARENZI, 2016). De acordo com dados da Epagri/CEDAP em 2021 foram produzidas 40,8 toneladas em Santa Catarina onde se concentra toda produção nacional. *N. nodosus* que também é cultivada no estado do Rio de Janeiro e em São Paulo.

Desde os anos 90, a vieira conhecida como pata do leão do Atlântico (*Nodipecten nodosus*) tem despertado interesse na aquicultura brasileira e esta espécie é a maior vieira encontrada em águas brasileiras, tem sido objeto de estudos experimentais ao longo de duas décadas com pesquisas abrangem áreas como reprodução, larvicultura, assentamento em coletores artificiais e engorda (RUPP, 2016).

Destaca-se a necessidade de adotar tecnologias que simplifiquem as tarefas e, conseqüentemente, promovam o aumento da produtividade e a redução dos custos pois isso é fundamental para desenvolver um mercado voltado para o consumo de moluscos e impulsionar sua demanda (GALLON, 2011).

Uma das estratégias que poderiam levar a um aumento na produtividade dos cultivos é a indução de triploidia em organismos que normalmente possuem um conjunto diploide de cromossomos, essa abordagem oferece benefícios significativos em programas de conservação e sistemas de produção (LIDER, SONNINO, 2012). Um organismo triploide é caracterizado pela presença de três conjuntos de cromossomos, representando, no caso de espécies diploides, um conjunto adicional em relação ao padrão natural, conforme explicado por Dunham em 2011 e Yang et al. em 2000.

Essa é uma técnica amplamente empregada na aquicultura global desde os anos 80, envolvendo o uso de organismos triploides, os quais possuem um conjunto adicional de cromossomos que visa acelerar o crescimento no cultivo de bivalves de forma mais eficiente (PIFERRER, 2009). Contudo, é necessário avaliar o desempenho zootécnico de cada espécie induzida a poliploidia, pois nem todas as espécies podem ter o mesmo desempenho e mesmo a mesma espécie em locais diferentes pode ter respostas diferentes. Melo et al. (2020) observaram um maior efeito do local de cultivo no desempenho zootécnico do que a triploidia de ostras *Crassostrea gigas* cultivadas em região subtropical no sul do Brasil.

Atualmente, a indução de poliploidia tem sido amplamente aplicada em ostras da espécie *C. gigas* (GAGNAIRE et al., 2006; NORMAND et al., 2009). O aspecto mais relevante nos organismos triploides está intimamente ligado à sua reduzida capacidade de produzir gametas viáveis para fins reprodutivos (NELL, 2002; PIFERRER et al., 2009; MALLIA et al., 2005) nos locais onde foram analisados. A diminuição da produção de gametas tem um impacto

direto no crescimento mais rápido e também melhora a sobrevivência das ostras triploides (3N) (MELO, 2016).

Métodos de indução à triploidia foram realizados com sucesso em vieiras *N. nodosus*, sendo a técnica de choques de salinidade hiposmótico para reter a liberação do segundo corpúsculo polar mais promissora podendo ser aplicada de forma fácil, segura e com baixo custo podendo ser utilizado em procedimentos de triploidia em laboratórios que visam a produção de larvas de moluscos bivalves (ZANETTE, 2020).

O ciclo reprodutivo da vieira *N. nodosus*, quando em sua fase adulta e madura, passa por quatro estágios sexuais distintos, gametogênese, pré-desova, desova e repouso (SÜHNEL, 2008). Os estágios de pré-desova podem ser divididos em dois níveis: início do período pré-desova; estágio pré-desova avançada; e os estágios de desova em si também são subdivididos em início da desova e fase avançada da desova (SÜHNEL, 2008).

Os procedimentos para avaliar o ciclo reprodutivo de moluscos bivalves envolvem abordagens qualitativas e quantitativas, sendo os métodos qualitativos os mais comuns e se concentram na análise histológica, classificando as células do tecido gonádico em diversos estágios de desenvolvimento, conforme detalhado por GOSLING (2003).

Este Trabalho de conclusão de curso (TCC) irá avaliar o tecido reprodutivo de vieiras *N. nodosus* triploides fixadas, as quais foram produzidas por ZANETTE (2020). Este trabalho foi realizado buscando compreender se o ciclo reprodutivo da vieira induzida à triploidia é afetado e de que forma.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliação do ciclo reprodutivo das vieiras *N. nodosus* triploides e diploides cultivadas.

1.2.2 Objetivos específicos

- [Avaliar os estágios do ciclo reprodutivo de vieiras *N. nodosus* triploide e diploides.](#)

1.3 JUSTIFICATIVA

Para colaborar com o trabalho desenvolvido por Zanette (2020), este estudo realizou a análise histológica de amostras de tecido reprodutivo fixadas e emblocadas em parafina. A avaliação histológica destas amostras é fundamental para compreender o efeito da indução a triploidia no ciclo reprodutivo das vieiras *N. nodosus* cultivadas.

2. REVISÃO TEÓRICO-EMPÍRICA

2.1 FILOGENIA

A Classificação taxonômica da vieira *Nodipecten nodosus* popularmente conhecida como pata de leão de acordo com o Registro Mundial de Espécies Marinhas (WoRMS) segue por:

Reino: Animalia
Filo: Mollusca
Classe: Bivalvia
Subclasse: Autobranchia
Ordem: Pectinida
Superfamília: Pectinoidea
Família: Pectinidae
Subfamília: Pectininae
Tribo: Decatopectinini
Gênero: *Nodipecten*
Espécie: *N. nodosus*

Figura 1 - *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758)



Autor: Centro de Biodiversidade Naturalis - Licença 4.0 Internacional (CC BY-SA 4.0) repositório de mídia gratuito.

2.2 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E HABITAT

A vieira *N. nodosus* é distribuída geograficamente das ilhas do Caribe na América Central até o estado de Santa Catarina na região sul do Brasil (RUPP e PARSONS, 2006). Portanto, a distribuição geográfica da *N. nodosus* é caracteristicamente tropical, chegando ao seu limite sul em águas subtropicais (RUPP & BEM, 2004). É encontrada no substrato arenoso e de algas calcárias (RIOS, 1994). Alguns trabalhos como de Smith (1991) e Rupp (1994,1997) descrevem a ocorrência desta espécie marinha em profundidades de 15 até 30 metros. Outro trabalho como Rupp e Parsons (2006) descreve que no Brasil, é encontrada entre 6 e 30 m de profundidade, atingindo tamanhos de até 17,8 cm e um peso muscular úmido de até 60 g, mas com média entre 10 e 14 cm, com músculos de 30-45 g.

2.3 ALIMENTAÇÃO

A alimentação dos moluscos bivalves é realizada pelo mecanismo chamado de filtração que envolve a captura ativa de partículas minúsculas suspensas na água e sua seleção, como o fitoplâncton (NAVARRO, 2001). Os bivalves geram um fluxo de água através de suas brânquias para coletar o alimento, que é então transportado para o sistema digestivo por meio de movimentos ciliares (SQUELLA, 2008).

A alimentação em cada fase de vida da vieira *N. nodosus* está descrito na figura 4 na seção 2.5 Ciclo de Vida.

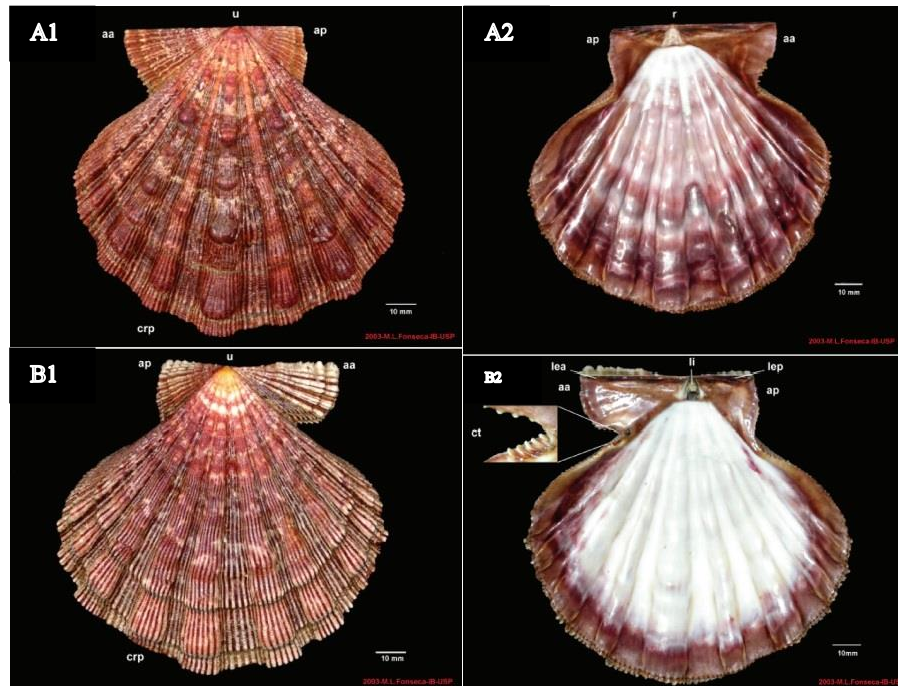
2.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

2.4.1 Morfologia da concha

O gênero se destaca por possuir de 0 a 3 pares de dentes articulados, aurículas amplas e de tamanho igual, uma grande dobradiça (ligamento), um entalhe bissal amplo e raso e valvas

que são igualmente convexas e as costelas tendem a ser menos numerosas e mais largas no centro da concha, tornando-se mais estreitas nas bordas (SMITH, 1991).

Figura 2 – Lado esquerdo - Vista externa das valvas de *Nodipecten nodosus*. A1. Valva esquerda. B1. Valva direita. aa: aurícula anterior; ap, aurícula posterior, crp, costilla radial primaria; u, umbo. Lado direito - Vista interna das valvas de *Nodipecten nodosus*. A2. Valva esquerda. B2. Valva direita. aa, aurícula anterior; ap, aurícula posterior, ct, ctenolium; lea, ligamento externo anterior; lep, ligamento externo posterior; li, ligamento interno; r, resilífer



FONTE – Livro Biologia e Cultivo de Pectinídeos do Gênero *Nodipecten* (RUPP et al., 2011).

A vieira tem a capacidade de se deslocar livremente, uma vez que são o único grupo de bivalves capaz de nadar usando a abertura e o fechamento de suas valvas (FONSECA, 2004).

2.4.2 Anatomia e órgãos principais.

As vieiras possuem olhos paliais que, à medida que amadurecem, estabelecem um sistema visual elaborado que utiliza um mecanismo de reflexão para criar imagens (Land, 1965).

Possui um pé para cavar e mover-se no substrato (JUNIOR, DE PAIVA, 2010). O pé é uma estrutura muscular que se encontra na parte anterior da massa visceral (RUPP et al., 2011).

O músculo adutor é responsável por promover o fechamento das valvas. (JUNIOR, DE PAIVA, 2010).

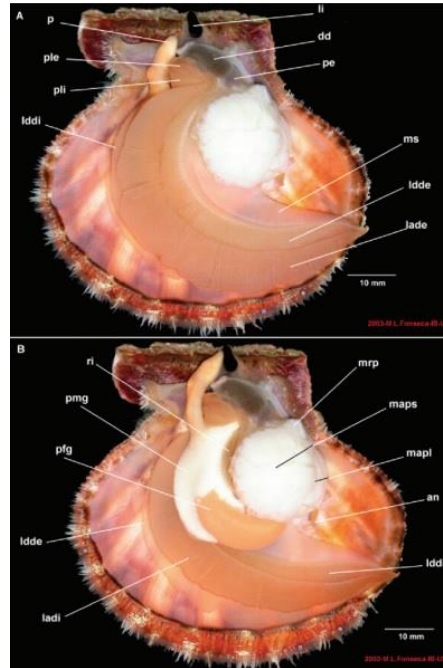
Possuem sífões formados através da união das pregas na margem do manto resulta na criação dos sífões inalantes e exalantes (YONGE, 1948; 1957; 1983).

Há também a presença das brânquias que, além de desempenhar um papel na respiração, desempenham uma função na captura e pré-seleção de partículas (RUPP et al., 2011).

A gônada é subdividida em duas partes claramente distinguíveis quando maduras: uma parte feminina, que se assemelha a um ovário de cor alaranjada, e uma parte masculina, que se assemelha a um testículo de cor branca leitosa (RUPP; DE BEM, 2004; VELASCO, 2009). A gônada está ligada ao corpo da vieira através do músculo adutor, através do qual o intestino passa (VELASCO, 2009; MARTÍNEZ et al., 2011). Essa gônada é uma glândula revestida externamente por uma membrana que contém folículos, canais de evacuação (gonodutos), vasos sanguíneos e fibras musculares lisas (ROMÁN et al., 2001; VELASCO, 2009).

Abaixo figura 3 mostrando a disposição dos órgãos da vieira *N. nodosus*.

Figura 3 - Disposição dos órgãos de *Nodipecten nodosus* na cavidade palial, vistos do lado esquerdo do animal A, após remoção da válvula e lobo do manto esquerdo. B. Vista dos órgãos da cavidade palial, após retirada da valva esquerda, lobo do manto e ctenídio. um, ânus; dd, divertículo digestivo; lade, lamela ascendente do hemibrânquio externo; ladi, lamela ascendente do hemibrânquio interno; ldde, lamela descendente do hemibrânquio externo; lddi, lamela descendente de o hemibrânquio interno; li, ligamento interno; mapl, músculo liso adutor posterior; mapas; músculo adutor estriação posterior; mrp, músculo retrator do pé; ms, membrana suspensiva; p, pé; pe, pericárdio; ple, palpo labial externo; pli, palpo labial interno; pfg, porção feminina da gônada; pmg, porção masculina da gônada; rim



FONTE – Livro Biologia e Cultivo de Pectinídeos do Gênero *Nodipecten* (RUPP et al., 2011).

2.5 CICLO DE VIDA

2.5.1 Reprodução

As diversas etapas do ciclo reprodutivo dos moluscos bivalves incluem a ativação e desenvolvimento da gônada, o processo de gametogênese, a liberação de gametas (desova) e o período subsequente de repouso ou recuperação, conforme descrito por Velasco (2009).

A estrutura histológica da vieira apresenta uma característica distinta em relação a muitos outros moluscos bivalves, pois sua gônada não está integrada à massa visceral e isso permite a diferenciação clara entre o tecido testicular e o tecido ovariano sendo a *N. nodosus* uma espécie hermafrodita funcional (ARELLANO-MARTINEZ et al., 2004) o que indica a presença de gametas masculinos e femininos na gônada.

Os gametas são liberados na cavidade paleal, acompanhando os produtos de excreção através da fenda urogenital, e são então expelidos para o ambiente pela abertura exalante (PÉREZ-CAMACHO; ROMÁN, 1987). A fertilização ocorre no ambiente, podendo inclusive envolver a autofecundação (VELASCO, 2009).

2.5.2 Desenvolvimento larval

Nos bivalves, o zigoto passa por uma segmentação em espiral, e os primeiros cílios, que são os precursores da prototroca larval, começam a aparecer durante o processo de gastrulação, como observado em Morse e Zardus (1997).

Em grande parte, a embriogênese dos bivalves é concluída em aproximadamente 24 horas, resultando na formação do primeiro estágio larval, que é a larva trocófora, conforme descrito por Román et al. (2002). Similarmente a outros bivalves, o estágio trocóforo das vieiras culmina com a formação da larva veliger inicial, como destacado por Strathmann (1987).

O primeiro estágio veliger é caracterizado por uma dobradiça reta, que é conhecida como a larva "D" (veliger precoce com Prodisoconcha I) e normalmente surge cerca de 48 horas após a fertilização, ressaltando que esse tempo pode variar dependendo da espécie e da temperatura de cultivo, conforme indicado por Román et al. (2002).

Durante a fase veliger, as larvas planctotróficas crescem em tamanho e, antes de passar pela metamorfose, entram no estágio pediveliger, preparando-se para o processo de povoamento, conforme explicado por Morse e Zardus (1997). O fim do período larval marca o início da metamorfose.


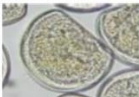
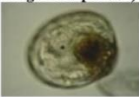




2.5.3 Assentamento

Embora não haja critérios universais que se apliquem a todos os bivalves, é possível distinguir entre dois estágios de desenvolvimento entre a fase pediveliger e a fase juvenil, como descrito por Baker e Mann (1997). O primeiro estágio é conhecido como o "plantígrado bentônico," conforme Carriker (1961), enquanto o segundo estágio é a "pós-larva planctônica," conforme caracterizado por Sigurdsson et al. (1976) e de acordo com esses autores, a transição para a vida juvenil é gradual e pode variar substancialmente em termos de morfologia e outros aspectos entre as espécies sem existir um conjunto comum de características que se aplique a todas as espécies, e a diferenciação é baseada diversos fatores.

2.5.4 Maturidade Reprodutiva

A maturidade sexual geralmente é determinada com base na capacidade de reprodução dos indivíduos, que, de acordo com Beninger e Le Pennec (1991), a maioria dos pectinídeos alcança pela primeira vez após completar seu primeiro ano de vida. No entanto, no caso da vieira *Nodipecten subnodosus*, existem opiniões divergentes sobre o tamanho em que essa maturidade é alcançada, como afirmado por Ceballos-Vázquez e colaboradores (2003).

Figura 4 - Estágios de desenvolvimento a partir da formação da larva trocófora no ciclo de vida das vieiras do gênero *Nodipecten* e características distintivas de seu sistema alimentar.

| Estádio de Desenvolvimento | Formação a partir da fertilização | Característica morfológica | Características da alimentação |
|---|--|--|---|
| Trocófora  | Se forma aproximadamente após 24h. É um estágio transitório de curta duração | Presença do tufo apical e de uma faixa ciliada chamada prototroca | Durante esta fase a larva não se alimenta. |
| Veliger temprena "D" (vodisoconcha I)  | Aproximadamente 48h. | Presença da concha do bivalve com dobradiça reta que lhe confere o característico formato em "D" | Véu com faixas de cílios pré-orais e pós-orais usados na locomoção e alimentação |
| Pediveliger (ou veliger competente)  | Tamanho = 180 a 200 µm Entre 10 e 22 dias em função principalmente da temperatura e disponibilidade de alimentos. | Presença de concha bivalve, mas com o umbo aparente e as valvas adquirindo formato côncavo | O pé é reduzido e o véu é reduzido em relação ao tamanho da larva. Aumenta a eficiência de retenção de partículas |
| Plantigrado  | Tamanho = 200 a 250 µm | Pós-larva que acaba de perder o véu e rasteja com a ajuda do pé | Durante esta fase o sistema branquial não está bem desenvolvido e possivelmente a alimentação por pedal desempenha um papel importante. |
| Pós-larva recém metamorfozada (desconcha)  | Tamanho = 300 µm a 3mm Entre 11 e 23 dias em função principalmente da temperatura e disponibilidade de alimentos. | Ausência de véu e presença de discoconcha | Primórdios branquiais sem atingir a condição heterorrábica do adulto. Ineficiente na assimilação de partículas. Provavelmente alimentação pedal |
| Juvenil  | Tamanho igual ou maior que 3mm até 55mm. | Forma da concha característica do estado adulto. Sem diferenciação do tecido reprodutivo | Aparelho branquial totalmente desenvolvido em sua condição heterorrábica |
| Adulto  | Tamanho acima de 55mm | Forma da concha característica do estado adulto. Com diferenciação do tecido reprodutivo | Aparelho branquial totalmente desenvolvido em sua condição heterorrábica |

FONTE – Livro Biologia e Cultivo de Pectinídeos do Gênero *Nodipecten* (RUPP et al., 2011). Editado e traduzido pelo Autor.

Nos últimos anos, houve um notável progresso no conhecimento e nas técnicas de criação de larvas e sementes de *N. nodosus* em ambiente laboratorial. Esses avanços se concentram em áreas como o condicionamento, a alimentação e a maturação de reprodutores, conforme documentado em estudos como os realizados por Rupp (1994) e Sühnel et al. (2012, 2014, 2015), bem como o trabalho de Velasco e Barros (2008). Além disso, métodos para a indução da desova foram aprimorados, como detalhado no estudo de Velasco, Barros e Acosta (2007). Os processos de larvicultura e desenvolvimento larval também receberam atenção, como evidenciado nos trabalhos de Rupp (1994), De La Roche et al. (2002), Velasco e Barros (2008a) e Sühnel et al. (2012, 2014, 2015).

A fixação e o assentamento de larvas em laboratório foram aprimorados, conforme demonstrado em pesquisas conduzidas por Rupp et al. (2004a), Sühnel et al. (2008), Zanette et al. (2009) e Carvalho et al. (2013). Além disso, técnicas de assentamento em ambiente de cultivo foram desenvolvidas, conforme documentado por Sühnel et al. (2008), e a fixação remota foi explorada no trabalho de Costa et al. (2019).

2.6 TRIPLOIDIA

A pesquisa envolvendo moluscos poliploides no Brasil é uma área relativamente recente, com os primeiros estudos de diferentes métodos de indução focados na ostra do Pacífico, *Crassostrea gigas* (MELO et al., 2015). Além da análise do processo de indução em laboratório, o desempenho zootécnico de *C. gigas* triploides e diploides também foi avaliado em fazendas marinhas no sul do Brasil (MELO et al., 2020).

A indução de triploidia é uma técnica utilizada para reter o primeiro ou o segundo corpúsculo polar após a fecundação (Barreto-Hernández et al., 2018) para isso há algumas técnicas existentes onde são empregados produtos químicos, como a Citocalasina B - C₂₉H₃₇NO₅ e a 6-Dimetilaminopurina - C₇H₉N₅ (6-DMAP), bem como mudanças físicas, como variações de temperatura e salinidade (MELO, 2021; DE LA ROSA et al., 2020).

A triploidia é caracterizada pela existência de três conjuntos completos de cromossomos em células e pode ocorrer naturalmente tanto em ambientes de cultivo quanto na natureza, essa manipulação cromossômica permite obter organismos triploides (3n), ou seja, aqueles que

possuem três conjuntos de cromossomos (FERNANDES-MATIOLI; ALMEIDA-TOLEDO; TOLEDO-FILHO, 1998; WADSWORTH; WILSON; WALTON, 2019).

A manipulação cromossômica por meio da poliploidia é uma das principais estratégias utilizadas para aprimorar o desempenho zootécnico na criação de moluscos e tem sido responsável por avanços significativos nesse setor, com estudos citogenéticos que desempenham um papel fundamental ao fornecer informações essenciais para a manipulação cromossômica direcionada à produção de organismos poliploides (LAVANDER, 2018).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizadas amostras de tecidos de vieiras (*N. nodosus*) triploides e diploides produzidas por Guilherme Búrigo Zanetti em sua tese de doutorado (“Indução à triploidia da vieira *Nodipecten nodosus*, desempenho zootécnico e aspectos reprodutivos (2020)” disponível em <https://www.repositorio.mar.mil.br/handle/ripcmb/845157>) e cultivadas em campo por 240 dias entre os meses de março a novembro de 2019, os organismos triploides foram obtidos através do método de indução, submetendo as vieiras reprodutoras ao reagente 6-dimetilaminopurina (6-DMAP) com uma concentração de 300 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ para a preservação do segundo corpúsculo polar da meiose II (M.II), foram empregados como grupo de comparação pré-sementes diploides, provenientes dos gametas dos mesmos reprodutores, que não foram submetidos à indução de triploidia. As vieiras *N. nodosus* triploides não apresentaram porção masculina da gônada ao observar macroscopicamente (ZANETTI, 2020).

Mensalmente, foram fixadas 15 amostras de tecido de vieiras triploides e de diploides por um período de 9 meses (de março a novembro de 2019) para histologia. A confecção dos blocos de parafina foi realizada na Universidade Federal de Santa Catarina e as amostras cultivadas na Baía Sul de Florianópolis/SC. Neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), foram realizadas as etapas de microtomia, coloração das amostras e avaliação do ciclo reprodutivo das vieiras. Este TCC foi realizado no Laboratório de Engenharia e Malacocultura (LEMAQUI) na Universidade Federal do Paraná – Centro de Estudos do Mar. As informações obtidas colaboram com o trabalho de Zanetti (2020).

Figura 5 – Blocos de parafina com amostras de tecido de *N. nodosus* triploides e diploides em cassetes histológicos.



FONTE – O autor, 2023.

3.1 MICROTOMIA

Para microtomia, todas as lâminas foram identificadas para receber o tecido de cada amostra. Os blocos de parafina contendo o tecido foram previamente colocados em freezer para endurecer a parafina. Os cortes foram realizados em micrótomo (YEDI, YD-315, Rotary microtome handback) com cortes em espessura de 5 μm .

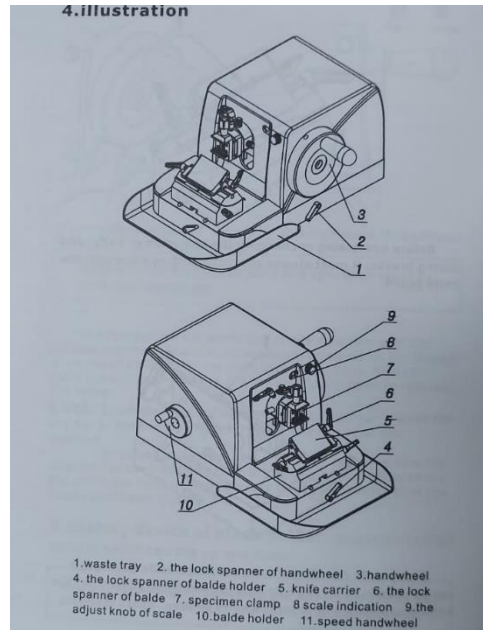
Figura 6 – Preparação e início dos cortes dos tecidos

(1. Identificação das lâminas, 2. Resfriamento das amostras, 3. Corte da amostra).



FONTE – O autor, 2023.

Figura 7 – Ilustração do micrótomo.



Fonte - Manual de uso do micrótopo (YEDI, YD-315, Rotary microtome handback).

Para confecção das lâminas após a microtomia, foi utilizado um banho maria com temperatura de 40 °C, onde os cortes foram colocados sobre a água afim de esticar o mesmo para ser posto na lâmina. Após “pescar” o corte com a lâmina, ela foi colocada sobre uma placa aquecedora com temperatura de 40°C para que ocorresse a secagem do material e fixação da amostra cortada na lâmina. Após 24h, as lâminas estavam prontas para coloração.

Figura 8 – Materiais adicionais (1. Pincel, 2. Papel toalha, 3. Pinças, 4. Espátula).



FONTE – O autor, 2023.

Figura 9 – Etapas finais dos cortes histológicos dos tecidos (4. Banho maria a 40°C, 5. “Pescagem” dos cortes, 6. Secagem).



FONTE – O autor, 2023.

3.2 COLORAÇÃO DOS TECIDOS

Para coloração dos tecidos foi utilizado protocolo que consiste em várias etapas, como segue: Desparafinização (Para remover a parafina e manter apenas o tecido na lâmina); Hidratação (Reduzindo a concentração de álcool, para que o tecido absorva a coloração dos reagentes); Coloração (Utilizando Hematoxilina para colorar núcleo e EOSINA para coloração de citoplasma); Desidratação (Remoção da água do tecido); Montagem da lâmina.

Tabela 1: Etapas de coloração dos tecidos.

| Etapas | Reagente |
|--|---|
| Desparafinização | XILOL I |
| Hidratação | Iniciando com álcool 100% e termina com álcool 50%. |
| Lavagem | H ₂ O doce |
| Coloração | HEMATOXILINA DE HARRIS |
| Lavagem | H ₂ O doce |
| Coloração | EOSINA |
| Lavagem | H ₂ O doce |
| Desidratação | Iniciando com álcool 50% até álcool 100% |
| Desparafinização e diafanização | XILOL I |

| | |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| Montagem das lâminas | Pingar pegamento para colar lamínula. |
|-----------------------------|---------------------------------------|

Fonte: O autor, 2023.

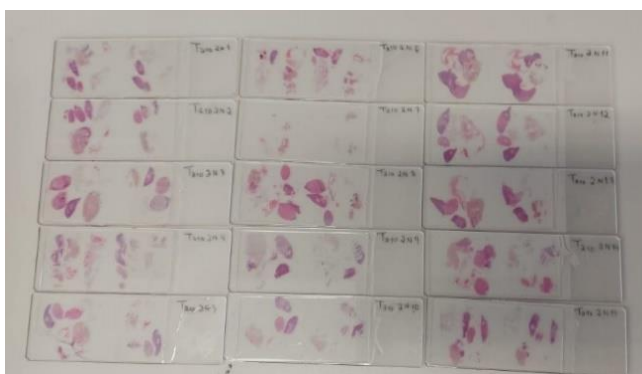
Figura 10 – Bateria de coloração montada dentro da capela.



FONTE - O autor.

Ao fim do procedimento de coloração foi realizada a montagem das lâminas colocando pegamento (uma gotinha) na lamínula e colocar a lâmina por cima (o peso da lâmina espalha o pegamento); vira-se a lâmina e ajusta a lamínula para tirar bolhas. Enfim colocamos as lâminas no porta lâminas que é deixado na horizontal para secar de um dia para outro; no dia seguinte são armazenadas em estojo apropriado para posterior análise.

Figura 11: Lâminas obtidas ao fim do procedimento de coloração



Fonte: O autor, 2023.

Todo o procedimento de coloração foi cronometrado e realizado na capela por segurança devido aos reagentes tóxicos.

3.3 ANÁLISE

Após os procedimentos anteriores foi realizada a avaliação e análise dos tecidos utilizando um microscópio óptico afim de identificar os possíveis estágios do ciclo reprodutivo já descritos para porção feminina da gônada da vieira *N. nodosus* por Sühnel (2010), que são: gametogênese; pré-desova inicial; pré-desova avançada; desova inicial; desova avançada; e repouso.

Para a porção masculina Velasco (2009) diz que as diversas etapas do ciclo reprodutivo dos moluscos bivalves são similares. Como não havia trabalhos para porção masculina da espécie *N. nodosus*, foi usada a descrição microscópica dos estágios sexuais dos machos do berbigão *Anomalocardium brasiliana* descritos por Lagreze Squella (2014).

A avaliação qualitativa do ciclo reprodutivo dos animais envolveu análises histológicas por meio de cortes em secções transversais dos tecidos que seguiram a metodologia descrita por Sühnel et al. (2010) e Legat (2015).

3.3.1 Análise histológica

Para definição dos estágios sexuais foram utilizadas as descrições microscópicas realizadas por Sühnel (2010) para parte feminina da gônada e Squella (2014) para os estágios masculinos baseados nas tabelas a seguir respectivamente:

Tabela 2: Descrição histológica dos estágios sexuais da porção feminina da gônada no ciclo reprodutivo da vieira *Nodipecten nodosus*.

| ESTÁGIO | DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA |
|---------------------|--|
| Gametogênese | Poucos oócitos; diferentes tamanhos de oócitos; Aspecto heterogêneo; Presença de tecido interfolicular; Folículo não justaposto; Parede folicular mais espessa (presença de oogônia interna); com interfolículo vazio e espaços intrafoliculares. |
| Pré-desova inicial | Muitos folículos; Folículos cheios de gametas; oócitos alongados; Paredes foliculares claras, mas reconhecíveis; Tubo vazio. |
| Pré-desova avançada | Mais ovócitos por folículo que em 2A; oócitos extremamente longos e alongados; Muito justaposto e não claramente visível paredes foliculares; muitos folículos; Tubo vazio; ligeiro estímulo ou corte libera gametas; não espaços interfoliculares ou intrafoliculares vazios. |

| | |
|-----------------|--|
| Desova inicial | Fase inicial de eliminação de gametas; visível e não completamente justaposto paredes foliculares; possível presença de gametas nos tubos genitais; Espaços vazios intra-foliculares e interfoliculares. |
| Desova avançada | Folículos vazios presentes; irregularmente folículo formado devido à desova recente; Folículo total ou parcialmente vazio; poucos gametas restantes. |
| Repouso | Poucos folículos; os folículos e oócitos restantes têm pequeno diâmetro; Interfolículo abundante tecido conjuntivo. |

Fonte: Sünhel et al. (2010) editada pelo autor.

Tabela 3: Descrição histológica dos estágios sexuais dos machos do berbigão *Anomalocardia brasiliana*.

| ESTÁGIO | DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA |
|--------------|---|
| Gametogênese | Presença de diferentes linhagens de células germinativas (espermatogônias, espermatócitos) junto à parede do folículo; poucas espermatídes e espermatozoides no folículo. Parede do folículo mais espessa; com espaços intrafoliculares; tecido conjuntivo inter e intrafolicular evidentes. |
| Pre-desova | Na fase inicial, presença de espermatozoides intrafolicular sem ou com flagelo eosinófilos evidentes na direção do lúmen do folículo; ainda pode ocorrer presença de celular germinativas; pouco ou nenhum tecido conjuntivo inter e intrafolicular. Na fase avançada muitos folículos; folículos repletos de gametas, gonoduto vazio; pouco ou nenhum tecido conjuntivo inter e intrafolicular, sem espaços inter e intrafolicular. Com qualquer estímulo ou corte já há liberação de gametas. |
| Desova | Na fase inicial, presença de espermatozoides nos folículos; paredes dos folículos reconhecíveis; espaços intrafoliculares junto a parede e lúmen do folículo; pode haver presença de gametas nos gonodutos. Na fase avançada, poucos espermatozoides no lúmen do folículo ou folículo parcialmente vazio, com espermatozoides remanescentes; folículo com formato irregular, devido à recente desova com espaços inter e intrafoliculares. Pode-se observar a presença de hemócitos fazendo a fagocitose dos espermatozoides remanescentes. |
| Repouso | Pouco ou nenhum espermatozoide remanescente. Poucos folículos; folículos remanescentes colapsados e com pequeno diâmetro; muito tecido conjuntivo inter e intrafolicular. |

Fonte: Lagreze-Squella (2014) editado pelo autor.

3.3.2 Análise dos dados

Neste trabalho foi realizada análise descritivas dos estágios sexuais do ciclo reprodutivo de vieiras triploides e diploides analisadas.

Foram realizados neste trabalho, tabelas de porcentagem de indivíduos em cada fase do ciclo reprodutivo em cada tempo de amostragem, e gráficos utilizando a porcentagem de animais em cada estágio, estes gráficos de porcentagem simples baseado na quantidade de amostra para cada tempo de amostragem: 30 dias (T30); 60 dias (T60); 90 dias (T90); 120 dias (T120); 150 dias (T150); 180 dias (T180); 210 dias (T210); e 240 dias (T240).

Foi realizado também cálculos de porcentagem simples dos animais amostrados e os dados apresentados através de tabelas e gráficos percentuais para definição sexual.

4. RESULTADOS

4.1 HISTOLOGIA

4.1.1 Classificação do Ciclo reprodutivo

Na análise histológica, ao observar o tecido da gônada dos animais triploides e diploides, foram identificados separadamente os estágios do ciclo reprodutivo como descrito a seguir.

4.1.1.1 Porção feminina da gônada

Para a parte feminina das gônadas triploides, ainda usando o mesmo método já citado, foram identificados os mesmos estágios do ciclo reprodutivo através da análise visual das amostras, sendo encontradas as fases de imaturo, gametogênese, pré-desova inicial e pré-desova final (Figura 12). Também não foram encontradas amostras em estágios, mais avançados do ciclo reprodutivo como, desova inicial, desova avançada e repouso. A principal diferença observada foi que grande parte das vieiras triploides, apresentaram um desenvolvimento gonadal lento comparado as diploides, sendo 7% em gametogênese, 57% em pré-desova inicial e 36% em pré-desova avançada ao fim dos 240 dias de cultivo, enquanto as diploides atingiram 100% das amostras em pré-desova avançada no mesmo período. Outro ponto importante

identificado foi a presença de gametas masculinos na porção feminina devido a supressão da gônada masculina, que será discutido no subitem 4.1.1.3 com imagens e subitem 4.2.1.3 dados percentuais obtidos.

Para a parte feminina da gônada das vieiras diploides foram identificados os estágios já descrito por Sühnel (2010), imaturo, gametogênese, pré-desova inicial e pré-desova avançada. Não foram encontrados animais em estágios mais avançados como etapas de desova e repouso (Figura 12) ao final dos 240 dias de cultivo. 4.1.1.2 Porção masculina da gônada

Na porção masculina da gônada dos animais triploides, a análise visual histológica dos tecidos apresentaram os seguintes estágios do ciclo reprodutivo, imaturo, gametogênese, pré-desova inicial e pré-desova final (Figura 13), também não foram observadas amostras em estágio de desova inicial, desova final e repouso. Boa parte dos animais estavam com a gônada bem definida microscopicamente, assim separada parte masculina e feminina, entretanto, como já citado, a porção masculina das triploides macroscopicamente (Dados do trabalho de Zanetti, 2020) não eram visíveis anteriormente (A supressão é discutida no subitem 4.1.1.3 com imagens e subitem 4.2.1.3 dados percentuais obtidos). Foi observado também que o desenvolvimento do ciclo reprodutivo se mostrou mais lento que as diploides, sendo 61,5% das amostras em pré-desova inicial e 38,5% em pré-desova avançada nos 240 dias de cultivo, enquanto as amostras diploides mostraram 100% dos indivíduos em pré-desova avançada no mesmo período.

Para a porção masculina da gônada das vieiras diploides utilizando a mesma classificação indicada nos trabalhos de Sühnel et al. (2010), e utilizando o método de análise do ciclo reprodutivo masculino descrita por Lagreze Squella (2014) com o berbigão *Anomalocardium brasiliense* foram identificadas as fases de imaturo, gametogênese e pré-desova inicial e pré-desova final. Ao fim da análise visual das amostras nenhuma foi classificada em etapas avançadas como desova e repouso assim como a parte feminina (Figura 13).

4.1.1.3 Supressão da gônada masculina

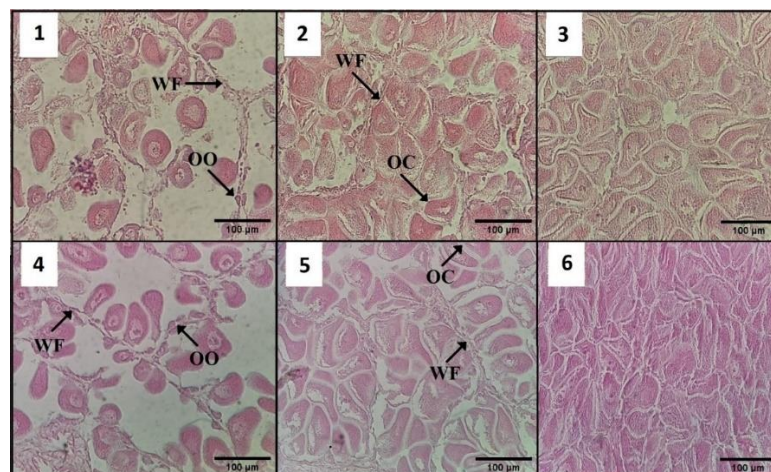
Foi notado que grande parte das amostras triploides apresentaram gametas masculinos dentro da porção feminina da gônada, estas não possuíam desenvolvimento da porção masculina, sendo assim, a porção masculina dos animais triplóides foi suprimida e não se desenvolveu corretamente, essa supressão atingiu 53% dos indivíduos nos 240 dias de cultivo

apresentando variações percentuais ao decorrer do tempo. Notamos que as amostras onde a gônada masculina foi suprimida, apresentam valores próximos em que o ciclo reprodutivo não alcançou a pré-desova avançada, sendo a supressão triploide 53%, porção masculina em pré-desova inicial 61,5% e porção feminina no mesmo estágio 57%. Também se observou que 40% das amostras foram classificadas como hermafroditas funcionais pois os indivíduos apresentaram as gônadas na análise histológica bem definidas, entretanto, no trabalho de Zanetti (2020), uma análise macroscópica feita no momento da coleta dos tecidos e mostrou que a porção masculina da gônada dos animais triploides não foi visualizada, e a característica natural de hermafroditismo funcional foi alterada, tornando visível apenas a parte feminina da gônada.

Quanto ao ciclo reprodutivo nesta condição de supressão, encontramos os seguintes estágios: gametogênese, pré-desova inicial e pré-desova avançada para as duas porções da gônada, tanto parte masculina como feminina (Figura 14).

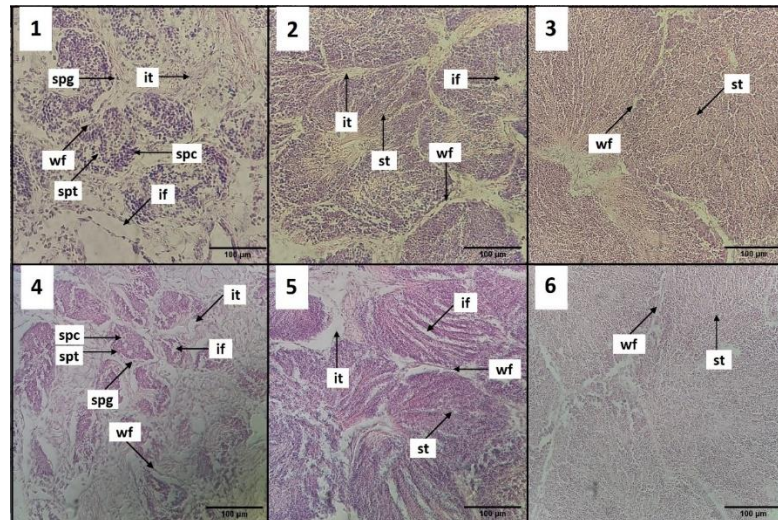
Por fim, é possível observar a supressão da gônada com presença dos gametas masculinos próximo da porção feminina como descrito anteriormente (Figura 15).

Figura 12 – Estágios do ciclo reprodutivo da porção feminina da gônada das vieiras *Nodipecten nodosus*, sendo 1- Gametogênese, 2- Pré-desova inicial e 3- Pré-desova avançada dos triploides (3N) e 4- Gametogênese, 5- Pré-desova inicial e 6- Pré-desova avançada dos diploides (2N); OO - oogônia; WF - parede do folículo; OC – oócito; a barra representa 100 μ .



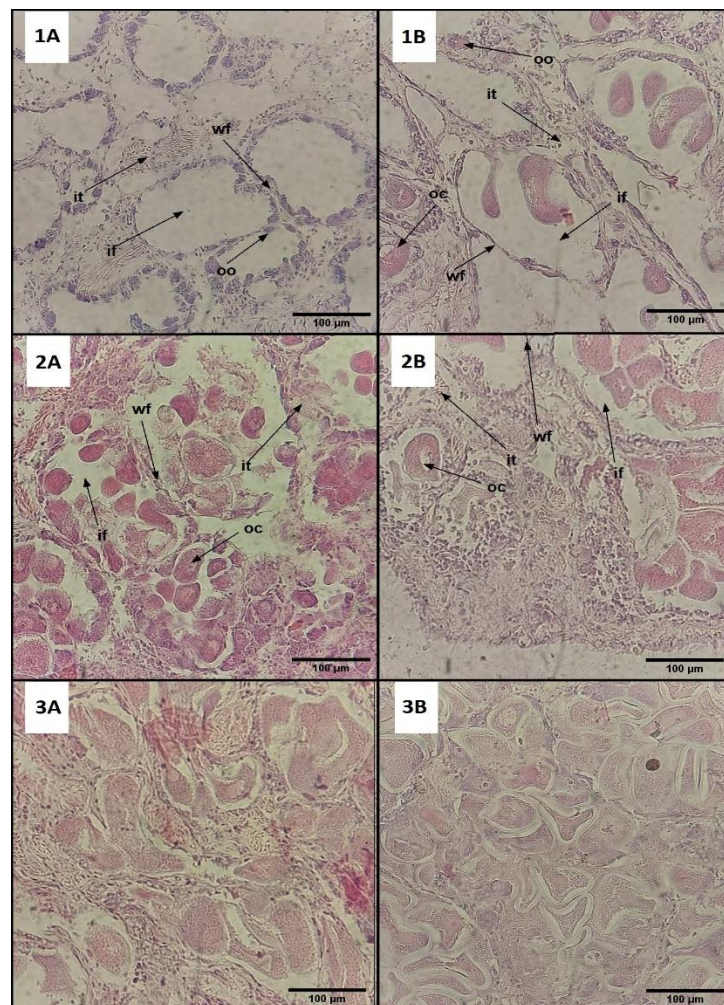
Fonte: O autor, 2023.

Figura 13 – Estágio do ciclo reprodutivo da porção masculina da gônada das vieiras *Nodipecten nodosus*. Sendo 1- Gametogênese, 2- Pré-desova inicial e 3- Pré-desova avançada dos triploides (3N) e 4- Gametogênese, 5- Pré-desova inicial e 6- Pré-desova avançada das diploides (2N); if – espaço intrafolicular; it– espaço interfolicular; wf – parede do folículo; spg – espermatogônia; spc - espermátocitos; spt- espermátides; st – espermatozoides.



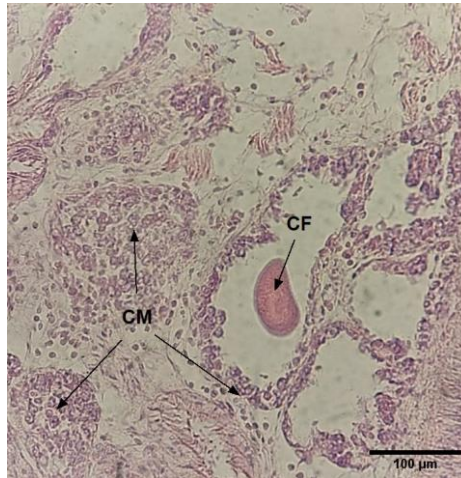
Fonte: O autor, 2023.

Figura 14 – Estágios do ciclo reprodutivo da gônada das vieiras triploide (3N) mostrando a supressão da porção masculina. Sendo: 1A e 1B – Gametogênese; 2A e 2B – Pré-desova inicial; 3A e 3B – Pré-desova avançada; if – espaço intrafolicular; it – espaço interfolicular; wf – parede do folículo; oo – oogônia; oc – oócitos.



Fonte: O autor, 2023.

Figura 15 – Gametas masculinos e gameta feminino (CM – Células masculinas e CF – Células femininas).



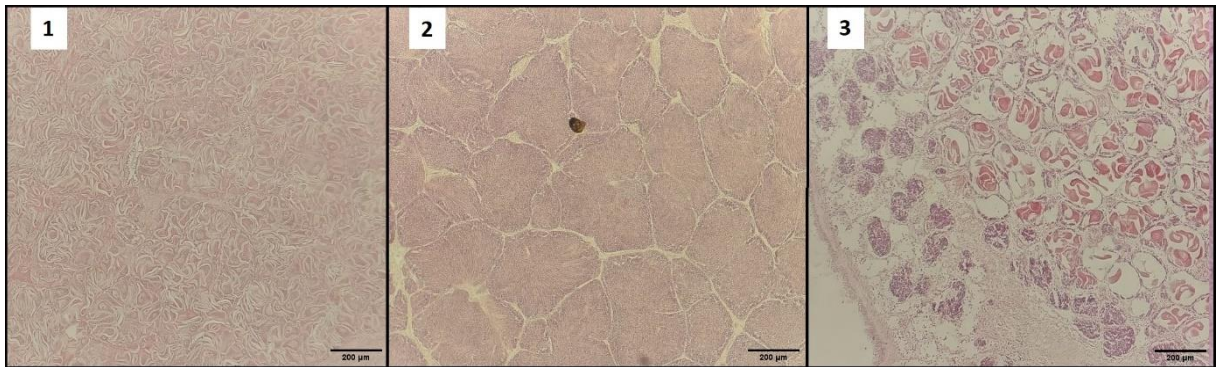
Fonte: O autor, 2023

4.1.2 Definição sexual

Todas as amostras de tecido de vieiras triploides e diploides foram classificadas conforme sua definição sexual, sendo as amostras imaturas ou indefinidas excluídas, pois não foi possível definir o sexo, embora saibamos que as vieiras são hermafroditas. Esta separação foi necessária devido a observação da supressão da parte masculina da gônada nos animais triploides. Através dessa seleção foi possível separar os animais em: (I) indefinidos; (H) hermafroditas (aqueles cuja gônada estava bem definida e claramente separada em porção masculina e porção feminina); e (MS) macho suprimido (amostras das quais demonstram a supressão e mau desenvolvimento da porção masculina da gônada).

Apesar de ainda serem hermafroditas a divisão foi importante para notarmos qual a porção da população foi afetada com essa supressão que aparentemente compromete o desenvolvimento da porção masculina da gônada deste animal quando triploide (Figura 16).

Figura 16 – Separação sexual para amostras triploides, 1- gônada feminina, bem definida sem presença de gametas masculinos; 2 - gônada masculina bem definida, 3 – gônada feminina com presença de gametas masculinos.



Fonte: O autor, 2023.

4.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

4.2.1 Classificação do Ciclo reprodutivo

Como estes animais entraram em reprodução pela primeira vez não foram observadas amostras em desova e repouso. Portanto, os valores encontrados para o ciclo reprodutivo ficaram da seguinte forma

4.2.1.1. Porção feminina da gônada

- Imaturos:

Para a porção feminina da gônada das vieiras triploides a imaturidade foi observada com o seguinte comportamento, em T0 93,33% das amostras, em T30 66,67% e a partir de T60 já não havia mais animais imaturos, apesar de serem animais muito jovens todos já haviam iniciado a produção de gametas (Tabela 3).

Para a porção feminina da gônada das vieiras diploides a imaturidade foi observado animais imaturos em T0 em 100% das amostras, em T30 93,33% e a partir de T60 já não havia mais animais imaturos (Tabela 3).

- Gametogênese:

Para a porção feminina da gônada das vieiras triploides a gametogênese foi observada com o seguinte comportamento, em T0 6,67% (as amostras apresentaram início de formação de folículos com células germinativas, que são reabsorvidas pois ainda não tem maturidade

sexual), em T30 20%, em T60 83,33%, em T90 42,86%, em T120 33,33%, em T150 45,45%, em T180 20%, em T210 6,67% e em T240 7,14%. Notamos que o estágio de gametogênese persiste nas vieiras triploides por todo o tempo até o fim do período de cultivo decrescendo lentamente.

Enquanto a porção feminina das vieiras diploides na mesma fase do ciclo, apresentou em gametogênese em T60 37,5%, em T90 10% e a partir de T120 não foi observada amostras neste estágio.

- Pré-Desova Inicial

Para a porção feminina da gônada das vieiras triploides a pré-desova inicial foi observada em T30 em 6,67% das amostras, em T60 16,67%, em T90 21,43%, em T120 58,33%, em T150 36,36%, em T180 53,33%, em T210 53,33% e em T240 57,14%. Notamos que este estágio aumenta até T90 e depois se mantém de forma expressiva na maioria das amostras com pouca oscilação até o fim do período cultivado.

Para a porção feminina da gônada das vieiras diploides na mesma fase do ciclo (pré-desova inicial), foi observado em T30 6,67% das amostras, em T60 12,5%, em T90 30%, em T120 50%, em T150 71,43%, em T180 57,14%, em T210 13,33% e em T240 não foi observada amostras neste estágio. Notamos que este estágio aumenta até atingir o pico máximo em T150 e decresce até chegar a 0% em 240, mostrando assim que todos os indivíduos passaram para a próxima fase do ciclo.

- Pré-Desova Avançada

Para a porção feminina da gônada das vieiras triploides a pré-desova avançada foi observada em T30 em 6,67% das amostras, em T90 35,71%, em T120 8,33%, em T150 18,18%, em T180 26,67%, em T210 40% e em T240 35,71%. Notamos que este estágio aumenta lentamente com oscilações até o fim do período cultivado e não atinge 100% das amostras triploides.

Para a porção feminina da gônada das vieiras diploides a pré-desova avançada foi observada em T60 em 50% das amostras, em T90 60%, em T120 50%, em T150 28,57%, em T180 42,86%, em T210 86,67% e em T240 atinge 100% das amostras. Notamos que este

estágio aumenta com algumas oscilações, porém ao fim do tempo cultivado todas as amostras chegam a este estágio.

4.2.1.2. Porção masculina da gônada

- Imaturos:

Para a porção masculina da gônada das vieiras triploides a imaturidade foi observada em T0 em 80% das amostras, em T30 40% e a partir de T60 já não foi mais observado animais imaturos, apesar de serem animais muito jovens todos já haviam iniciado a produção de gametas (Tabela 3).

Para a porção masculina da gônada das vieiras diploides a imaturidade foi observada em T0 em 73,33% das amostras em T30 46,67% e a partir de T60 já não foi mais observado animais imaturos (Tabela 3).

- Gametogênese:

Para a porção masculina da gônada das vieiras triploides a gametogênese foi observada em T0 20% das amostras, em T30 33,33%, em T60 28,57%, em T120 7,14%, em T150 30,57% e a partir de T180 não foi observada amostras nesta fase do ciclo. Notamos que o estágio de gametogênese mostra oscilações na população amostrada e decresce chegando ao fim a partir de T180.

Enquanto a porção masculina das vieiras diploides na mesma fase do ciclo, apresentou amostras em gametogênese em T0 em 20% das amostras, em T30 6,67%, em T60 20% e a partir de T90 não foi observada mais amostras neste estágio mostrando que a partir deste período todas vieiras passaram para a próxima fase do ciclo.

- Pré-Desova Inicial

Para a porção masculina da gônada das vieiras triploides a pré-desova inicial foi observada em T30 em 13,33% das amostras, em T60 64,29%, em T90 57,14%, em T120 78,57%, em T150 38,46%, em T180 66,67%, em T210 86,67% e em T240 61,54%. Notamos

que este estágio aumenta gradativamente e depois se mantém de forma expressiva na maioria das amostras com pouca oscilação até o fim do período cultivado.

Para a porção masculina da gônada das vieiras diploides na mesma fase do ciclo, o estágio de pré-desova inicial foi observado em T0 em 6,67% das amostras, em T30 46,67%, em T60 53,33%, em T90 25%, em T120 35,71%, em T150 53,33%, em T180 30,77%, em T210 26,67% e em T240 não foi observada amostras neste estágio. Notamos que a porcentagem deste estágio aumenta até T150 com oscilações e decresce até chegar a 0% em T240, mostrando assim que todos indivíduos passaram para a próxima fase do ciclo.

- Pré-Desova Avançada

Para a porção masculina da gônada das vieiras triploides a pré-desova avançada foi observada em T30 em 13,33% das amostras em T60 7,14%, em T90 42,86%, em T120 14,29%, em T150 30,77%, em T180 33,33%, em T210 13,33% e em T240 38,46%. Notamos que este estágio aumenta lentamente com oscilações até o fim do período cultivado não atinge 100% das amostras.

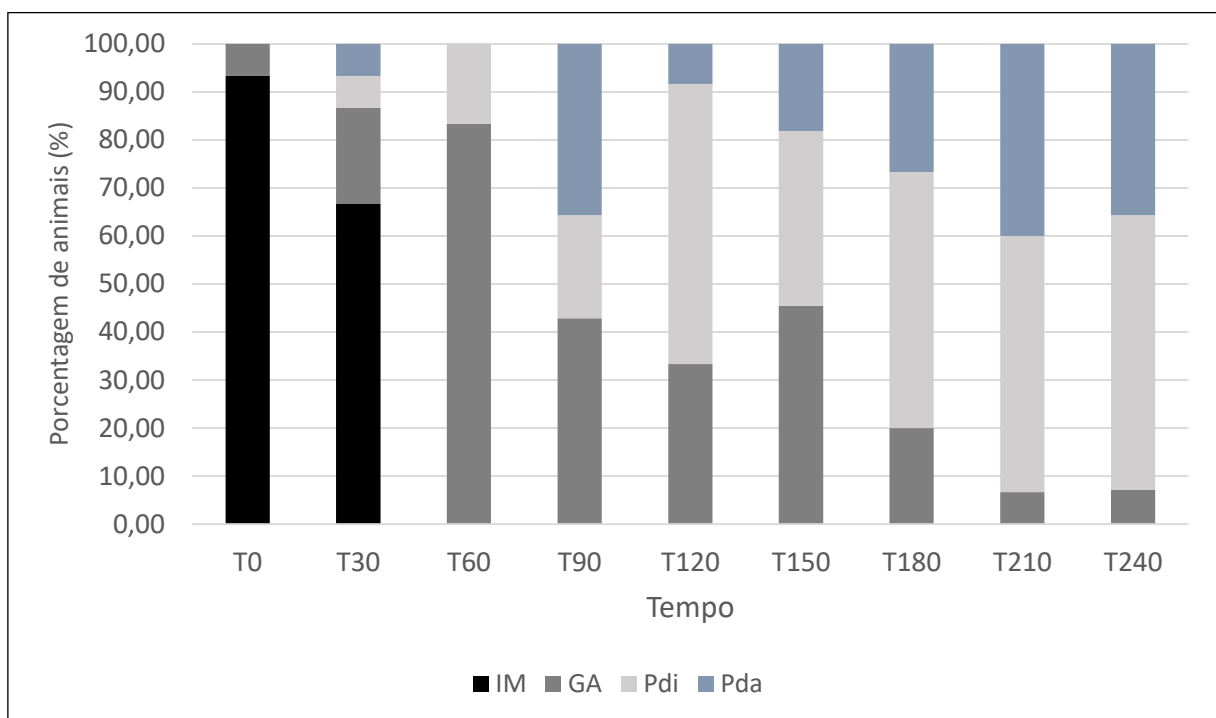
Para a porção masculina da gônada das vieiras diploides a pré-desova avançada foi observada em T60 em 26,67% das amostras, em T90 75%, em T120 64,29%, em T150 46,67%, em T180 69,23%, em T210 73,33% e em T240 atinge 100% das amostras. Notamos que este estágio aumenta com algumas oscilações, porém ao fim do tempo cultivado todas as amostras chegam a esta fase do ciclo.

A porção masculina das vieiras triploides e diploides, não tinham mais animais imaturos a partir de maio (T60). O que se destaca através dos dados é que, a fase de gametogênese foi encontrada para os animais triploides até agosto (T150), esta fase não foi observada para as amostras diploides a partir de julho (T90). Outro ponto importante é que 61,5% das amostras triploides estavam em pré-desova inicial, e o desenvolvimento masculino dos animais diploides atinge 100% das amostras em pré-desova avançada no mês de novembro (T240), mostrando um desenvolvimento mais lento no mesmo período.

4.2.1.3 Supressão da porção masculina

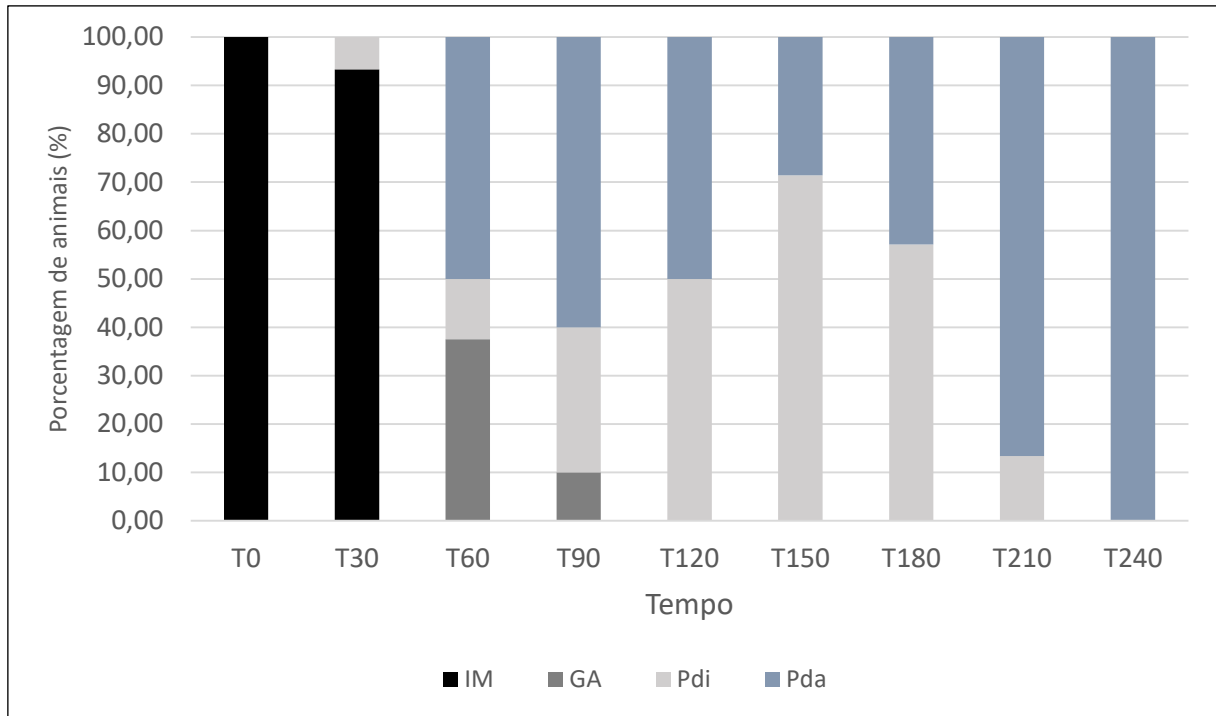
Este trabalho sugere que a supressão da porção masculina da gônada como já citado anteriormente pode ter afetado o desenvolvimento do ciclo reprodutivo, sendo que, ao final dos 240 dias um valor da quantidade de amostras que estavam em pré-desova inicial (sendo este valor 57% para porção feminina e 61.5% para a porção masculina das vieiras triploides), se aproximam da quantidade de amostras classificadas como gônada masculina suprimida que foi de 53%, será discutido na classificação sexual item 4.2.2.

Gráfico 1 – Porção feminina da gônada triploide, porcentagem de animais em cada fase do ciclo reprodutivo. Sendo: IM – Imaturos; GA – Gametogenese; Pdi – Pré-desova Inicial; Pda – Pré-desova avançada.



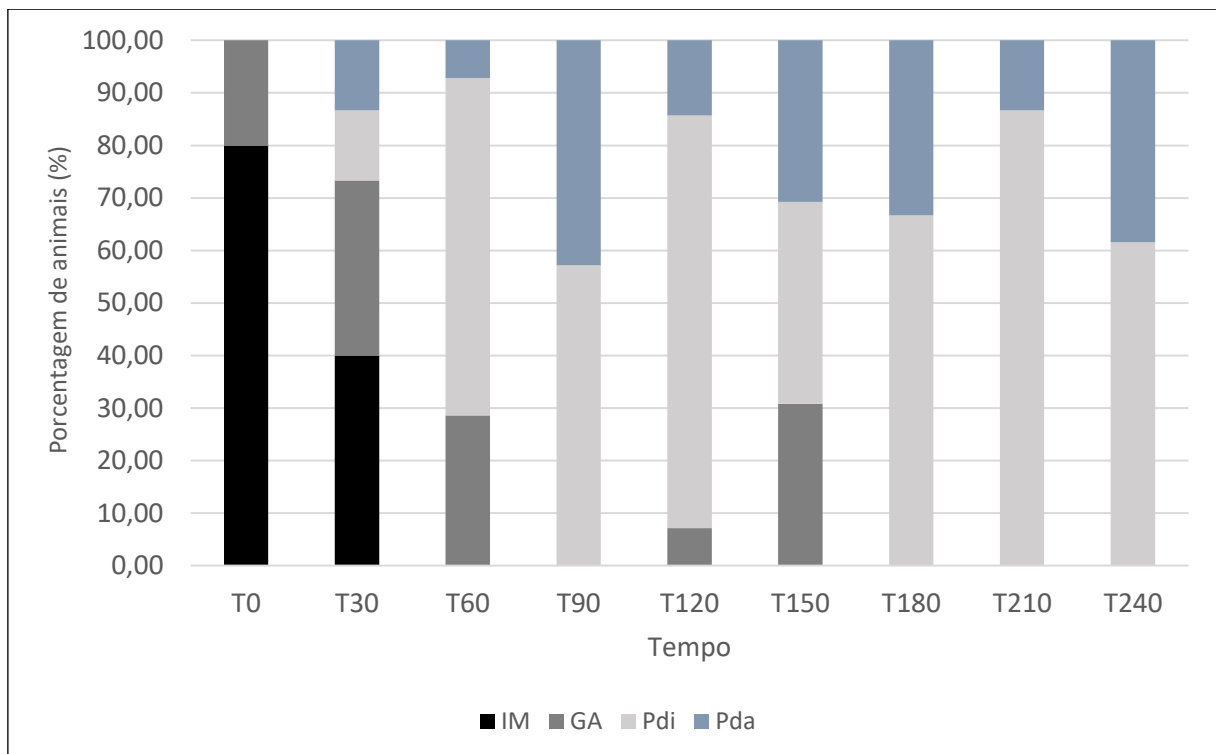
Fonte: O autor, 2023.

Gráfico 2 – Porção feminina da gônada diploide, porcentagem de animais em cada fase do ciclo reprodutivo. Sendo: IM – Imaturos; GA – Gametogenese; Pdi – Pré-desova Inicial; Pda – Pré-desova avançada.



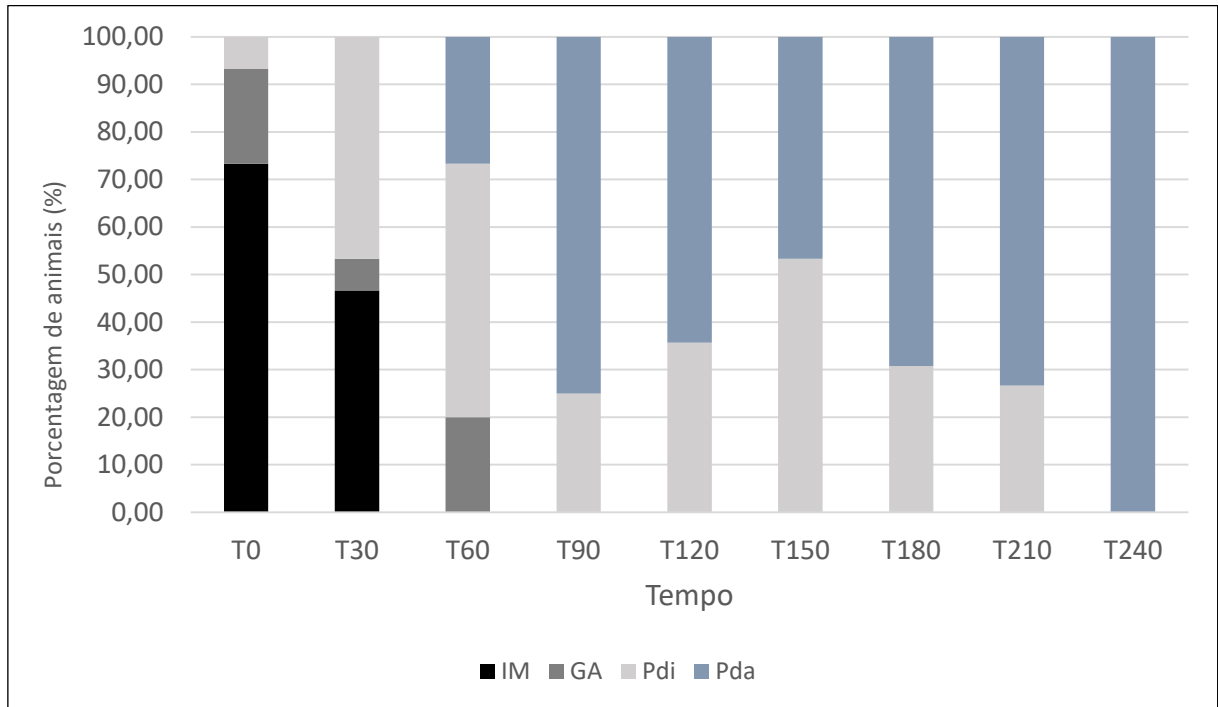
FONTE: O autor, 2023.

Gráfico 3 – Porção masculina da gônada triploide, percentagem de animais em cada fase do ciclo reprodutivo, incluindo gônadas suprimidas. Sendo: IM – Imaturos; GA – Gametogenese; Pdi – Pré-desova Inicial; Pda – Pré-desova avançada.



FONTE: O autor, 2023.

Gráfico 4 – Porção masculina da gônada diploide, porcentagem de animais em cada fase do ciclo reprodutivo. Sendo: IM – Imaturos; GA – Gametogenese; Pdi – Pré-desova Inicial; Pda – Pré-desova avançada.



FONTE: O autor, 2023.

4.2.2 Determinação do sexo

A realização de determinação do sexo foi dividida em: H – Hermafroditas funcionais; MS – Hermafroditas com porção masculina da gônada suprimida e I – Indefinidos.

- Indefinidos (I)

Para as amostras triploides foi observado animais com sexo indefinido em T0 em 93,33% das amostras, em T30 66,67%, em T60 26,67%, em T90 6,67%, em T120 13,33%, em T150 26,67%, e em T240 6,67%.

Enquanto nas amostras diploides, foi observado animais com sexo indefinido em T0 em 100% das amostras, em T30 73,33%, em T60 53,33%, em T90 33,33%, em T120 20%, em T150 6,67%, em T180 20%, em T210 6,67% e em T240 apenas 6,67%.

- Hermafroditas (H)

Para as amostras triploides foi observado animais hermafroditas em T0 em 6,67% das amostras, em T30 13,33%, em T60 20%, em T90 40%, em T120 13,33%, em T150 20%, em T180 53,33%, em T210 20% e em T240 apenas 40% das amostras.

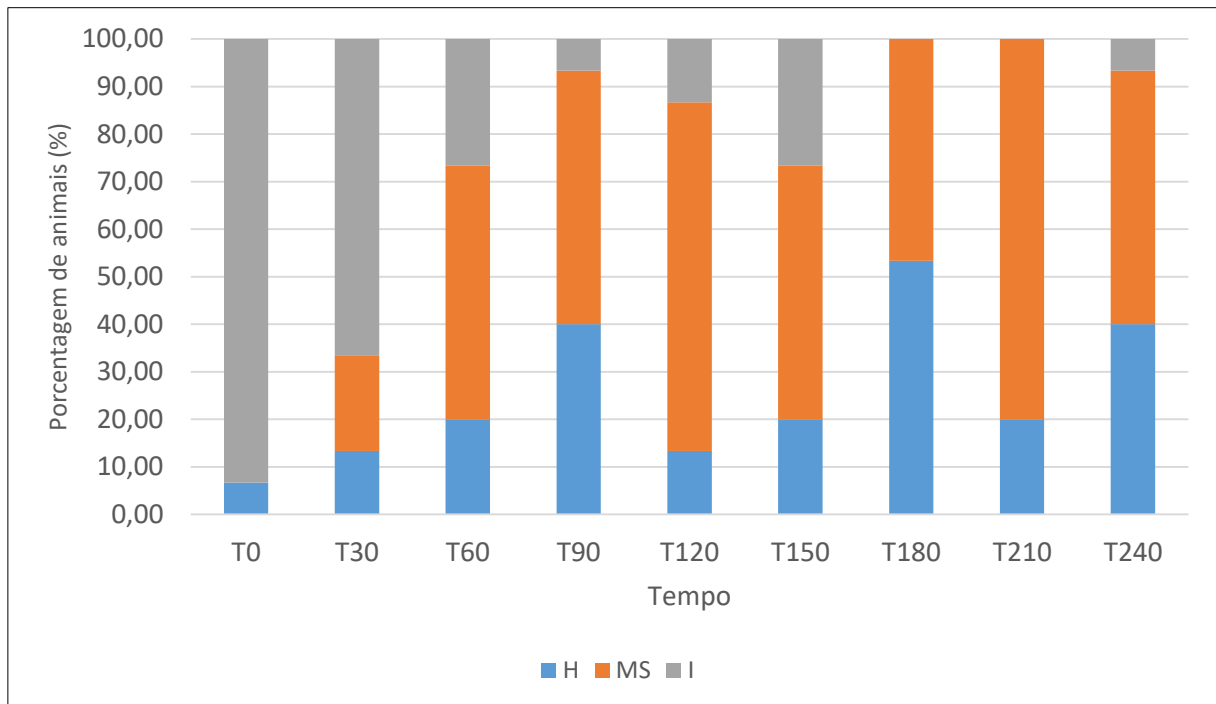
Enquanto nas amostras diploides, foi observado animais hermafroditas em T30 em 26,67% das amostras, em T60 46,67%, em T90 66,67%, em T120 80%, em T150 93,33%, em T180 80%, em T210 93,33% e em T240 apenas 93,33% das amostras.

- Hermafroditas com porção masculina suprimida (MS)

Para as amostras triploides foi observado hermafroditas com porção masculina suprimida em T30 em 20% amostra, em T60 53,33%, em T90 53,33%, em T120 73,33%, em T150 53,33%, em T180 53,3346,67%, em T210 80% e em T240 53,33% das amostras.

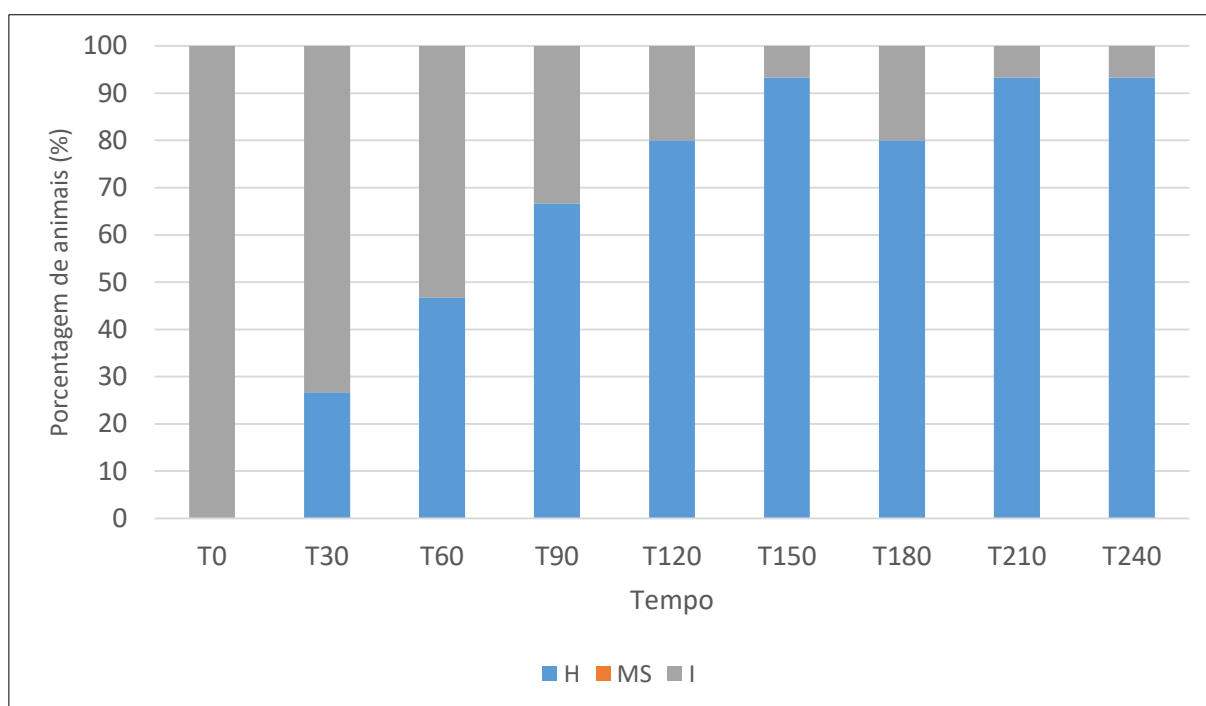
Enquanto nas amostras diploides, o hermafroditismo funcional alterado pela condição de supressão da gônada, não foi identificada em nenhuma das amostras em todo o período cultivado, através da análise microscópica.

Gráfico 5 – Definição sexual dos animais triploides, sendo: H – hermafroditas com porções masculina e feminina da gônada bem definidas, MS – Hermafroditas com porção masculina da gônada suprimida, I – indeterminados.



FONTE: O autor, 2023.

Gráfico 6 – Definição sexual dos animais Diploides, sendo: H – hermafroditas com porções masculina e feminina da gônada bem definidas, MS – Hermafroditas com porção masculina da gônada suprimida, I – indeterminados.



FONTE: O autor, 2023.

5. DISCUSSÃO

Comparando a porção feminina e masculina das vieiras triploides com as diploides através do ciclo conhecido, foram vistas as mesmas fases de desenvolvimento. Este estudo corrobora com Maldonado-Amparo et al. (2004), que abordaram a comparação entre a porção feminina e masculina da gônada da vieira *Nodipecten subnodosus*, mostrando que as triploides atingem as mesmas fases do ciclo reprodutivo que as diploides, mesmo que de forma mais lenta. A similaridade no ciclo reprodutivo entre as ostras diploides e triploides (*Crassostrea gigas*) já

havia sido previamente reconhecida (GUO e ALLEN, 1994; NORMAND, LE PENNEC e BOUDRY, 2008). Os estágios do ciclo reprodutivo das vieiras *Nodipecten nodosus* já haviam sido descritas para a parte feminina da gônada por Sünhel (2008), as amostras diploides deste estudo coincidiram com o ciclo já conhecido como esperado.

Neste trabalho foi notada a lentidão para o desenvolvimento da gônada das vieiras triploides, sendo que a fase de gametogênese persistiu em todo o tempo do experimento para porção feminina e até T150 para a masculina, diminuindo gradativamente e lentamente, enquanto as diploides não haviam mais amostras nesta fase em um tempo mais curto (para porção feminina diploide a partir de T120 e para porção masculina diploide a partir de T90). As outras fases do ciclo mantiveram lentidão para as triploides sendo ao final do período cultivado, ao final a porção feminina triploide tinha maioria (57%) em pré-desova inicial e para porção masculina (61%) na mesma fase, enquanto as duas porções da gônada das vieiras diploides atingiram 100% das amostras ao final do tempo cultivado. Essa anormalidade em vieiras triploides também foi vista em outros trabalhos como *Argopecten ventricosus* (RUIZ-VERDUGO et al. 2000), *Argopecten purpuratus* (LOHRMANN & BRAND, 2005).

Quanto a condição de supressão da porção masculina foi observada 53% dos indivíduos com essa condição, isso sugere que a lentidão [pode estar relacionada com o processo de indução a triploidia ou pelo organismo ser triploide, sendo necessários mais estudos para entender o que causa essa supressão na porção masculina de vieiras triploides](#). Essa supressão e a forma que a triploidia afeta o hermafroditismo em molusco já havia sido observada no trabalho de Ruiz Verdugo et al. (2000) onde mostra que a gametogênese e o hermafroditismo funcional deste organismo, normalmente ativos, foram fortemente prejudicados pela condição triploide sendo que na parte feminina da gônada, houve um desenvolvimento limitado de oócitos, enquanto na parte masculina, houve uma interrupção precoce, com ácidos masculinos sendo substituídos por ácidos femininos. Isso resultou na produção predominante de gônadas femininas ao longo do período de cultura, suprimindo a condição hermafrodita normal (RUIZ-VERDUGO et al., 2000). Inicialmente, os oócitos dos diploides eram maiores do que os dos triploides, indicando um atraso na maturação destes últimos, entretanto, mais tarde na cultura, os oócitos das triploides eram maiores apenas quando comparados aos diploides tratados (RUIZ-VERDUGO et al., 2000).

Para certos moluscos bivalves, a triploidia não resulta em esterilidade total, mas sim em uma considerável redução nos processos reprodutivos, com uma marcante diminuição na formação de gametas (JOAUX, 2010; PIFERRER, 2009). Embora a triploidia cause uma

significativa redução nos processos reprodutivos em ostras, ela não garante a completa esterilidade desses organismos (PIFERRER, 2009).

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que o ciclo reprodutivo das vieiras *Nodipecten nodosus* triploides apresenta os mesmos estágios reprodutivos que as vieiras diploides com um desenvolvimento dos gametas mais lento. As vieiras triploides mostraram supressão da porção masculina da gônada.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os resultados sejam promissores e interessantes ainda são necessários mais estudos, para avaliar o efeito da triploidia na capacidade reprodutiva das vieiras. Os resultados demonstram pontos positivos e negativos que com mais estudos podem ser extraídos o melhor, tornando interessante a prática deste método para fornecimento de sementes de qualidade para os cultivos de vieira.

REFERÊNCIAS

ARELLANO-MARTINEZ, Marcial et al. Reprodução da vieira-pata-de-leão *Nodipecten subnodosus* Sowerby, 1835 (Bivalvia: Pectinidae) da Hare Eye Lagoon, BCS, México. **Jornal de Pesquisa de Mariscos**, vol. 23, n. 3, pág. 723-730.

BARRETO-ERNÁNDEZ, A., Velasco, L.A., Winkler, F.M., 2018. Effect of three triploidy induction methods on the growth and survival of larvae and post-larvae of the Caribbean scallop *Argopecten nucleus*. **Aquaculture Research**, 49, 1578–1587.

BAKER, P.K. & R. Mann. 1997. The postlarval phase of bivalve mollusks: A review of functional ecology and new records of postlarval drifting of Chesapeake Bay bivalves. **Bull. Mar. Sci.** 61:409-430.

BENINGER, P.G. & M. Le Pennec. 1991. Functional anatomy of scallops. pp. 133-224. En: S.E. Shumway (ed.). **Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture**. Developments in Aquaculture and Fishery Science. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokio.

CARRIKER, Melbourne R. Interrelation of functional morphology, behavior, and autecology in early stages of the bivalve *Mercenaria mercenaria*. **Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society**, v. 77, n. 2, p. 168-241, 1961.

CEBALLOS-VÁZQUEZ, B.P., M. Arellano-Martínez, M. Villalejo-Fuerte, F. García-Domínguez & J.F. Elorduy-Garay. 2003. Reproductive cycle of Lyon-paw *Nodipecten subnodosus* in Laguna Ojo de Liebre, B.C.Sur, México. pp. 81-82. En: 14th **International Pectinid Workshop Abstract Book & Program**.

DE LA ROCHE, J.P.; MARIN, M.; FREITES, L.; VÉLEZ, A. Embryonic development and larval and post-larval growth of the tropical scallop *Nodipecten nodosus* (=Lyropecten) *nodosus* (L. 1758). **Aquaculture Research**, 33, p. 819-827, 2002.

DE LA ROSA, L.C., Velasco, L.A., Winkler, F.M., 2020, Effects of triploidy induction on productive traits of the Caribbean pectinid, **Argopecten nucleus (Mollusca: Bivalvia)**. *Aquaculture* 521, 735083.

DUNHAM, R.A. *Aquaculture and fisheries biotechnology: genetic approaches*. CABI Publishing, 2nd ed, 2011. p.495.

FAO. 2022. O Estado da Pesca e Aquicultura Mundial 2022. **Towards Blue Transformation**. Roma, FAO.

FAO. 2022. A situação mundial da pesca e da aquicultura 2022. **Rumo à transformação azul**. Roma, FAO. Acesso em 28/08/2023 <https://doi.org/10.4060/cc0461en>

FERNANDES-MATIOLI, Flora Maria de Campos; ALMEIDA-TOLEDO, Lurdes Foresti de; TOLEDO-FILHO, Sílvio de Almeida. Triploidia natural na espécie Neotropical *Gymnotus carapo* (Pisces: Gymnotiformes). **Caryologia**, v. 51, n. 3-4, pág. 319-322, 1998.

FONSECA, M. L. Anatomia funcional de *Nodipecten nodosus* (Linnaeus,1758) (Bivalvia: Pectinidae). São Paulo. 173p. 2004. Tese. (Doutorado) Instituto de Biociências da USP, Departamento de Zoologia. 2004.

GALLON, Alessandra Vasconcelos; NASCIMENTO, Cristiano; PFITSCHER, Elisete Dahmer. A gestão da cadeia produtiva de Moluscos Catarinense e suas limitações operacionais. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 4, n. 2, 2011.

GAGNAIRE, Beatrice et al. Diploid and triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg), reared at two heights above sediment in Marennes-Oleron Basin, France: difference in mortality, sexual maturation and hemocyte parameters. **Aquaculture**, v. 254, n. 1-4, p. 606-616, 2006.

GOSLING, E. *Bivalve mollusks: biology, ecology and culture*. Oxford: Fishing News Books, 2003. 455p.

GUO, Ximing; ALLEN JR, Standish K. Viable tetraploids in the Pacific oyster (*Crassostrea gigas* Thunberg) produced by inhibiting polar body 1 in eggs. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol*, v. 3, p. 42-50, 1994.

IBGE 2021, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Tabela 3940 - Produção da aquicultura, por tipo de produto. Disponível em < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>> Acesso em 25/07/2023.NOR

- JOUAUX, A. et al. Estágios gametogênicos em ostras triplóides *Crassostrea gigas*: Bloqueio irregular da proliferação goníaca e subsequente esforço reprodutivo. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 395, n. 1-2, pág. 162-170, 2010.
- JUNIOR, Nelson Ferreira; DE PAIVA, Paulo Cesar. Módulo 3. Introdução à zoologia v. 3 – Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2010. 120p.;
- LAGREZE SQUELLA, Francisco José et al. Maturação, larvicultura e depuração do berbigão anomalocardia brasileira (Gmelin, 1791)(Bivalvia; Veneridae) em laboratório. 2014.
- LAND, M. F. Image formation by a concave reflector in the eye of the scallop, *Pecten maximus*. **The Journal of Physiology**, v. 179, n. 1, p. 138, 1965.
- LAVANDER, Henrique David et al. Viabilidade tecnológica da triploidia em *Anomalocardia brasiliana* (Bivalvia: Veneridae) em escala laboratorial. 2018.
- LEGAT, Jefferson Francisco Alves et al. Reprodução e cultivo da ostra *Crassostrea gasar* (Adanson, 1757), nos estados do Maranhão e Santa Catarina. 2015.
- LIDDER, Preetmoninder; SONNINO, Andrea. Biotecnologias para o manejo de recursos genéticos para alimentação e agricultura. **Avanços em genética**, v. 78, p. 1-167, 2012.
- LOHRMANN, Karin B.; VON BRAND, Elisabeth. Estudo histológico das gônadas em vieiras triplóides, *Argopecten purpuratus*. **Journal of Shellfish Research**, v. 2, pág. 369-375, 2005.
- MACEDO, A. R. G. et al. Crescimento e sobrevivência da ostra nativa *Crassostrea gasar* cultivada em diferentes densidades em dois sistemas em clima tropical. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, p. 893-901, 2021.
- MAEDA-MARTÍNEZ, Alfonso N.; LODEIROS-SEIJO, César. Biología y cultivo de los moluscos pectínidos del género *Nodipecten*. **Editorial Limusa SA de CV**, 2011.
- MALDONADO-AMPARO, Rosalío et al. Vieira triploide pata de leão (*Nodipecten subnodosus* Sowerby); crescimento, gametogênese e frequências de células gaméticas quando cultivadas em um local com alta disponibilidade de alimentos. **Aquicultura**, v. 235, n. 1-4, pág. 185-205, 2004.
- MALLIA, Jyothi V.; MUTHIAH, Palaniyappan; THOMAS, Palahani C. Growth of triploid oyster, *Crassostrea madrasensis* (Preston). **Aquaculture Research**, v. 37, n. 7, p. 718-724, 2006.
- MARENZI, Adriano WC; CASTILHO-WESTPHAL, Gisela G. Cultivo de organismos aquáticos-Malacocultura. 2016.
- MELO, Emílio Mateus Costa et al. Indução à triploidia em *Crassostrea gigas*. 2011.
- MELO, Emílio Mateus Costa et al. Chemical and physical methods of triploidy induction in *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 4, p. 889-898, 2015.
- MELO, Emílio Mateus Costa et al. Indução à tetraploidia e desempenho zootécnico de ostras *Crassostrea gigas* (Thunberg 1793) triploides em Santa Catarina. 2016.
- MELO, Emílio Mateus Costa et al. Growth, mortality and reproductive traits of diploid and triploid Pacific oysters (*Crassostrea gigas*, Thunberg, 1793) in Southern Brazil. **Aquaculture Research**, v. 51, n. 9, p. 3631-3640, 2020.

- MORSE, P. e J. Zardus. 1997. Bivalvia. pp. 7-118. In: Anatomia Microscópica de Invertebrados. Vol.6A: **Moluscos II**. Wiley-Liss, Inc.
- NAVARRO, J. M. Fisiología energética de pectínidos iberoamericanos. Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: **Ciencia y Acuicultura**, Cap, v. 3, p. 61-76, 2001.
- NELL, John A. Farming triploid oysters. *Aquaculture*, v. 210, n. 1-4, p. 69-88, 2002.
- NORMAND, Julien e cols. Esforço reprodutivo e crescimento em *Crassostrea gigas*: comparação de ostras jovens diplóides e triplóides provenientes de cruzamentos naturais ou indução química. **Biologia Aquática**, v. 7, n. 3, pág. 229-241, 2009.
- NORMAND, Julien; LE PENNEC, Marcel; BOUDRY, Pierre. Comparative histological study of gametogenesis in diploid and triploid Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) reared in an estuarine farming site in France during the 2003 heatwave. **Aquaculture**, v. 282, n. 1-4, p. 124-129, 2008.
- PÉREZ-CAMACHO, A.; ROMÓN, G. La reproducción en los moluscos bivalvos. In: Espinosa de los MONTEROS, E.; Labarta, U. (Eds.). **Reproducción en acuicultura**. Madrid, España. 1987, 321p.
- PIFERRER, Francesc et al. Polyploid fish and shellfish: production, biology and applications to aquaculture for performance improvement and genetic containment. **Aquaculture**, v. 293, n. 3-4, p. 125-156, 2009.
- RIOS E. C. **Seashells of Brazil**. Rio Grande: FURG, 2 ED. 1994.
- ROMÁN, G.; MARTÍNEZ, G.; GARCÍA, O.; FREITES, L. Reproducción. In: MaedaMartínez A. (Ed.). Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: **Ciencia y Acuicultura**. McGraw-Hill, México, p. 27-59, 2001, 736p.
- ROMÁN-CABELLO, Guillermo et al. Reproductive and reserve storage cycles in *Aequipecten opercularis* (L., 1758) in Galicia, NW Spain. Centro Oceanográfico de A Coruña, 2002.
- RUIZ-VERDUGO, César A. et al. Vieira catarina triplóide (*Argopecten ventricosus* Sowerby II, 1842): crescimento, gametogênese e supressão do hermafroditismo funcional. *Aquicultura*, v. 186, n. 1-2, pág. 13-32, 2000.
- RUPP, G. S. Obtenção de reprodutores, indução à desova e cultivo larval e pós-larval de *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (Bivalvea: Pectinidae). Florianópolis: UFSC: 1994. 125 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal de Santa Catarina. 1994.
- RUPP, G. S. Desenvolvimento de tecnologia de produção de sementes de *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (BIVALVIA: PECTINIDAE). Programa RHA/PIBIQ/UFSC. 71p. (Relatório Final CNPq). 1997.
- RUPP, G. S. ; BEM, M. M. Cultivo de vieiras. In: POLI, C.R.; POLI, A.T.B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. (Org.). *Aquicultura: experiências brasileiras*. Florianópolis, 2004. p. 289-308.
- RUPP, G.S., DE BEM, M.M., Cultivo de vieiras. In: Poli, C.R., Poli, A.T.B., Andreatta, A., Beltrame, E. (Ogs.), *Aquicultura Experiências Brasileiras*. Multitarefa, Florianópolis/SC, 2004, 456p.
- RUPP, Guilherme S.; PARSONS, G. Jay. Aquicultura e pesca de vieiras no Brasil. In: *Desenvolvimentos em Aquicultura e Ciência Pesqueira*. Elsevier, 2006. pág. 1225-1250.

RUPP, Guilherme S.; PARSONS, G. Jay. Aquaculture of the Scallop *Nodipecten nodosus* in Brazil. In: Developments in aquaculture and fisheries science. Elsevier, 2016. p. 999-1017.

SÜHNEL, Simone et al. Utilização de diferentes dietas em reprodutores da vieira *Nodipecten nodosus* (L. 1758) em laboratório e seu efeito na maturação, no rendimento larval e na produção de pré-sementes. 2008.

SMITH, J. T. Cenozoic giant pectinids from California and Tertiary Caribbean province: *Lyropecten*, “*Macrochlamis*”, *Vertipecten*, and *Nodipecten* species. Washington : United States Government, (U. S. Geological Survey professional paper, 1391) 136 p. 1991.

SIGURDSSON, J. B., C. W. Titman & P. A. Davies. 1976. The dispersal of young postlarval bivalve mollusks by byssal threads. *Nature* 386-387.

SIQUEIRA, Tagore Villarim de. Aquicultura: a nova fronteira para produção de alimentos de forma sustentável. 2018.

SIQUEIRA, Tagore Villarim de. Aquicultura: a nova fronteira para aumentar a produção mundial de alimentos de forma sustentável. 2017.

SQUELLA, Francisco José Lagreze et al. Taxas fisiológicas alimentares e potencial de crescimento da vieira *Nodipecten nodosus* (L. 1758) cultivada em ambiente com alta concentração de seston. 2008.

STRATHMANN, M.F. 1987. Phylum Mollusca, Class Bivalvia. pp. 309-353. En: M.F. Strathmann (ed.). *Reproduction and Development of Marine Invertebrates of the Northern Pacific Coast*. Univ. of Washington Press, Seattle.

SÜHNEL, S.; LAGREZE, F.; FERREIRA, J.F. Recuperation of *Nodipecten nodosus* scallop spats (LINNAEUS, 1758) after different periods of permanence in laboratory and in the sea. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, p. 39-47, 2008.

SÜHNEL, S. et al. Sexual stages of the female portion in the scallop *Nodipecten nodosus* (Linné, 1758) and astaxanthin quantity in each stage. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, p. 651-658, 2010.

SÜHNEL, S.; LAGREZE, F.; ZANETTE, G.; MAGALHÃES, A.R.M.; FERREIRA, J.F. Effect of the fatty acid EPA and DHA in the conditioning of the scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758). **Aquaculture**, 330–333, p. 167–171, 2012.

SÜHNEL, S.; LAGREZE, F.; PEREIRA, P.; DA SILVA, F.C.; GURNEY-SMITH, H.; BERCHT, M.; MARASCHIN, M.; MAGALHÃES, A.R.M.; FERREIRA, J.F. Effects of Astaxanthin on Reproductive Success in the Tropical Scallop *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758). **Journal of Shellfish Research**, 33(1): p. 89-98, 2014.

SÜHNEL, S.; LAGREZE-SQUELLA, F.J.; SCHLEDER, D.D.; RUPP, G.S.; MAGALHÃES, A.R.M.; MARASCHIN, M. Effects Of Astaxanthin on Spawning Performance of The Scallop *Nodipecten nodosus* (LINNAEUS, 1759). **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 41(2), p. 345 – 354 2015.

VELASCO, L.A.; BARROS. Experimental larval culture of the Caribbean scallops *Argopecten nucleus* and *Nodipecten nodosus*. **Aquaculture Research**, 39, p. 603-618, 2008.

VELASCO, L.A. Acondicionamiento reproductivo de los pectínidos de interés comercial de Colombia. In: Velasco, L.A. *Biología y cultivo de los pectínidos de interés comercial de Colombia*. Universidad de Magdalena, 1° ed., p. 65-85, 2009, 258p.

WADSWORTH, Pandora; WILSON, Alan E.; WALTON, William C. Uma meta-análise da taxa de crescimento em ostras diplóides e triplóides. *Aquacultura*, v. 499, p. 9-16, 2019.

WoRMS Editorial Board. (2023). **World Register of Marine Species**. Acessado em 13 de julho de 2023. Disponível em: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=225252>

YANG, Huiping; ZHANG, Fusui; GUO, Ximing. Triploid and tetraploid Zhikong scallop, *Chlamys farreri* Jones et Preston, produced by inhibiting polar body I. **Marine Biotechnology**, v. 2, p. 466-475, 2000.

YONGE, C. M. Formation of siphons in Lamellibranchia. *Nature*, v. 161, n. 4084, p. 198-199, 1948.

YONGE, C. Maurice. Mantle fusion in the Lamellibranchia. *Pubblicazioni della Stazione zoologica di Napoli*, v. 29, p. 151-171, 1957.

YONGE, C. M. Symmetries and the role of the mantle margins in the bivalve Mollusca. **Malacological Review**, v. 16, p. 1-10, 1983.

ZANETTE, Guilherme B. Indução à triploidia da vieira *Nodipecten nodosus* Desempenho Zootécnico e Aspectos Reprodutivos. 2020. 103 p. Tese de Doutorado - Universidade Federal Fluminense, Arraial do Cabo, Rj.

