

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA - CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇO
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM CLIMA E AMBIENTE**

LEANDRO JOÃO DA SILVA

**VARIABILIDADE TEMPORAL NO ASSENTAMENTO DO MEXILHÃO MYTILUS
GALLOPROVINCIALIS EM COLETORES ARTIFICIAIS DISPOSTOS EM ÁREAS DE
CULTIVOS NA ENSEADA DE ZIMBROS, BOMBINHAS, SANTA CATARINA.**



**INSTITUTO
FEDERAL**
Santa Catarina

FLORIANÓPOLIS, 2024.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA - CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇO
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM CLIMA E AMBIENTE**

LEANDRO JOÃO DA SILVA

**VARIABILIDADE TEMPORAL NO ASSENTAMENTO DO MEXILHÃO MYTILUS
GALLOPROVINCIALIS EM COLETORES ARTIFICIAIS DISPOSTOS EM ÁREAS DE
CULTIVOS NA ENSEADA DE ZIMBROS, BOMBINHAS, SANTA CATARINA.**

Dissertação submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre Profissional em Clima e Ambiente.

Orientador:
Prof. Thiago Pereira Alves, Dr.

FLORIANÓPOLIS, 2024.

CDD 639.8
S586v

Silva, Leandro João da
Variabilidade temporal no assentamento do mexilhão *Mytilus Galloprovincialis* em coletores artificiais dispostos em áreas de cultivos na enseada de Zimbros, Bombinhas, Santa Catarina [DIS] / Leandro João da Silva; orientação de Thiago Pereira Alves – Florianópolis, 2024.

1 v.: il.

Dissertação de Mestrado (Clima e Ambiente) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Inclui referências.

1. Aquicultura marinha. 2. Assentamento. 3. *Mytilus galloprovincialis*. 4. Perna perna. 5. Impacto ecológico. I. Alves, Thiago Pereira. II. Título.

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC
Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Campus Florianópolis
Catalogado por: Ana Paula F. Rodrigues - CRB 14/1117

Folha de Aprovação

Aluno (a): *Leandro João da Silva*

Título:	VARIABILIDADE TEMPORAL NO ASSENTAMENTO DO MEXILHÃO MYTILUS GALLOPROVINCIALIS EM COLETORES ARTIFICIAIS DISPOSTOS EM ÁREAS DE CULTIVOS NA ENSEADA DE ZIMBROS, BOMBINHAS, SANTA CATARINA.
----------------	---

Aprovado (a) pela Banca Examinadora em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do Título de Mestre em Clima e Ambiente

Dr. Thiago Pereira Alves

Documento assinado digitalmente
THIAGO PEREIRA ALVES
Data: 31/10/2024 13:24:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador(a) / Presidente / IFSC / local – SC

Participação: ☒ Presencial ☐ Videoconferência

☒ **Aprovado** ☐ **Reprovado**

Dr. Mathias Alberto Schramm

Documento assinado digitalmente
MATHIAS ALBERTO SCHRAMM
Data: 01/11/2024 14:51:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Avaliador(a) Interno / IFSC / Itajaí - SC

Participação: ☒ Presencial ☐ Videoconferência

☒ **Aprovado** ☐ **Reprovado**

Dr. Mário Francisco Leal de Quadro

Documento assinado digitalmente
MÁRIO FRANCISCO LEAL DE QUADRO
Data: 12/11/2024 18:56:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Avaliador(a) Interno / IFSC / Florianópolis - SC

Participação: ☐ Presencial ☒ Videoconferência

☐ **Aprovado** ☒ **Reprovado**

Dr. Alex Alves dos Santos

Documento assinado digitalmente
ALEX ALVES DOS SANTOS
Data: 01/11/2024 09:42:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Avaliador(a) Externo / EPAGRI / Florianópolis - SC

Participação: ☐ Presencial ☒ Videoconferência

☒ **Aprovado** ☐ **Reprovado**

Este trabalho foi aprovado por:

(X) maioria simples

() unanimidade

Itajaí, 31 de outubro de 2024



Este trabalho é dedicado à minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Como cristão, gostaria primeiramente de agradecer imensamente a DEUS, por ter me dado o dom da vida pelas bênçãos que recebo diariamente, além da saúde e paz, necessários nesta caminhada.

Agradeço a minha grande companheira, e esposa LUÍSA, com certeza o maior presente que DEUS me deu. Pessoa especial, que está comigo dando ideias, puxões de orelha, contribuições e muito amor. agradeço ao meu filho DANIEL e a minha futura filha que está a caminho ESTER.

Gostaria de agradecer ao meu pai, JOÃO e minha mãe LAIR, que muitas vezes se privaram de uma vida mais confortável para investir em meus estudos. Sempre respeitando e apoiando as minhas escolhas.

Aos meus irmão LEILA, LEONARDO e JOÃO sempre nessa trajetória me apoiando.

Agradeço ao IFSC.

Agradeço ao Mestrado em Clima e Ambiente.

Agradeço ao Laqua/ IFSC e toda equipe (Mathias, Proença, Tati) e todo os outros que contribuíram com este trabalho.

E agradeço ao THIAGO por ter acreditado em meu trabalho e por ter me aceitado como seu orientado, sempre me conduzindo para o melhor caminho e me ensinando a ter foco nos meus objetivos. Além de ser um irmão nessa caminhada, devo muito a essa pessoa que Deus possa te abençoar sempre.

Agradeço ao professor SÉRGIO sempre disponível. O apoio do professor foi muito importante, não apenas do ponto de vista acadêmico, mas também do pessoal. Mais um grande amigo que incentivou ao mestrado.

Gostaria de deixar um agradecimento especial a AMAB, a qual já tive a honra de ser presidente que sempre deixou as portas abertas para pesquisa e agradeço aos maricultores Carlinho, Pedro Paulo, Nilton laguna , Anatólio, Wellington, Lair e Suedi.

Agradeço EPAGRI na pessoa de seus extencionista RICARDO e MÔNICA por esta sempre junto para fazer os coletores, como também as saídas e planejamento para as atividades. Não poderia deixar de lembrar da secretária ELIANA por sempre esta junto e me guiando quase todo tempo. Grande pessoa de um coração brilhante e bondoso.

Aos amigos e equipe que me ajudaram nessa caminhada o meu muito obrigado por tudo, pelo apoio e força nos momentos difíceis. Valeu!!

"Em Deus nós confiamos todos os outros trazam dados"
W. Edwards Deming

RESUMO

O crescimento populacional e a sobrepesca dos recursos marinhos impulsionaram a aquicultura, especialmente a maricultura, como alternativa sustentável para produção de alimentos e geração de renda. No Brasil, Santa Catarina se destaca na produção de moluscos bivalves, como mexilhões, graças ao baixo custo e simplicidade do cultivo. Contudo, a presença do mexilhão argentino *Mytilus galloprovincialis*, que está competindo com a espécie nativa *Perna perna*, levanta preocupações sobre possíveis impactos ecológicos e econômicos. Estudar o assentamento e a dispersão do *M. galloprovincialis* tem sua relevância no sentido de mitigar a invasão e proteger a maricultura e a biodiversidade local. O experimento de assentamento larval de mexilhões em campo observou a presença simultânea de *Perna perna* e *Mytilus galloprovincialis*, além de diversos invertebrados bênticos. Ao longo de seis meses, foram coletados 46.230 organismos, com 44.302 mexilhões. Embora a quantidade média de indivíduos por coletor tenha sido semelhante entre as espécies, *M. galloprovincialis* mostrou um recrutamento mais forte a partir do segundo mês, especialmente na área do Canto Grande. O mexilhão exótico demonstrou maior desenvolvimento inicial, possivelmente pressionando *P. perna*. Apesar de não haver competição direta, a coexistência das espécies foi observada. A temperatura da água, que influenciou o recrutamento de *P. perna*, não mostrou uma relação significativa com o recrutamento de *M. galloprovincialis*. O estudo sugere que *M. galloprovincialis* pode estar adaptado às condições locais, apresentando uma oportunidade econômica para a maricultura, enquanto o impacto ambiental potencial deve ser monitorado.

Palavras-chave: Aquicultura marinha; Assentamento; *Mytilus galloprovincialis*; *Perna perna*; Impacto Ecológico.

ABSTRACT

Population growth and overfishing of marine resources have driven aquaculture, particularly mariculture, as a sustainable alternative for food production and income generation. In Brazil, Santa Catarina stands out in bivalve mollusk production, such as mussels, due to the low cost and simplicity of cultivation. However, the presence of the Argentine mussel *Mytilus galloprovincialis*, which competes with the native species *Perna perna*, raises concerns about potential ecological and economic impacts. Studying the settlement and dispersion of *M. galloprovincialis* is very important for mitigating its invasion and protecting local mariculture and biodiversity. A field experiment on larval settlement of mussels observed the simultaneous presence of *P. perna* and *M. galloprovincialis*, along with various benthic invertebrates. Over six months, 46,230 organisms were collected, with 44,302 being mussels. Although the average number of individuals per collector was similar between species, *M. galloprovincialis* showed stronger recruitment from the second month, particularly in the Canto Grande area. The exotic mussel demonstrated greater initial development, potentially exerting pressure on *P. perna*. Despite the absence of direct competition, the coexistence of the species was noted. Water temperature, which influenced *P. perna* recruitment, did not show a significant relationship with *M. galloprovincialis* recruitment. The study suggests that *M. galloprovincialis* may be well-adapted to local conditions, presenting an economic opportunity for mariculture, while potential environmental impacts should be monitored.

Keywords: Marine Aquaculture; Settlement; *Mytilus galloprovincialis*; *Perna perna*; Ecological Impact.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Produção mundial de pescados, em toneladas, discriminado por atividade. Verde escuro: captura (pesca) e verde claro: cultivo (aquicultura)	18
Figura 2 – Representatividade da contribuição de cada grupo de moluscos bivalves produzidos pela aquicultura mundial. Fonte: FAO (2024).	19
Figura 3 – Caption	23
Figura 4 – Caption	24
Figura 5 – Caption	25
Figura 6 – Localização da área de estudo, indicando as áreas de cultivo onde foram instalados os coletores em cada conjunto de áreas de produção no Parque Aquícola de Bombinhas. Zimbros compreende o conjunto de áreas mais a noroeste, enquanto que o Canto Grande representa o conjunto de áreas a sudeste.	29
Figura 7 – Registro fotográfico dos coletores instalados no início do experimento.	31
Figura 8 – Média e desvio padrão da quantidade de indivíduos de cada espécie (barras pretas: <i>Perna perna</i> ; barras cinzas: <i>Mytilus galloprovincialis</i>), assentados nos coletores ao longo do período de experimento. A) localidade do Canto Grande e B) localidade de Zimbros.	35
Figura 9 – Média e desvio padrão da quantidade de indivíduos que assentaram nos coletores, por espécie (barras pretas: <i>Perna perna</i> ; barras cinzas: <i>Mytilus galloprovincialis</i>), cada conjunto de áreas de produção ao longo do período de experimento.	36
Figura 10 – Média e desvio padrão da quantidade de indivíduos que assentaram nos coletores, classificadas por tamanho ($Pp < 1$: <i>Perna perna</i> menor que 1 cm; $1 < Pp < 3$: <i>Perna perna</i> entre 1 e 3 cm; $Pp > 3$: <i>Perna perna</i> maior que 3 cm; $Mg < 1$: <i>Mytilus galloprovincialis</i> menor que 1 cm; $1 < Mg < 3$: <i>Mytilus galloprovincialis</i> entre 1 e 3 cm; $Mg > 3$: <i>Mytilus galloprovincialis</i> maior que 3 cm), em cada conjunto de áreas de produção (A: Canto Grande; B: Zimbros) ao longo do período de experimento. A) localidade do Canto Grande e B) localidade de Zimbros.	38
Figura 11 – Valores de temperatura da água (círculos pretos) e de salinidade (círculos brancos) registrados na área de estudo ao longo do período de experimento.	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro com a identificação e localização georeferenciada das áreas de cultivo que colaboraram com este estudo	30
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teste de Wilcoxon comparando cada classe de tamanho de cada espécie ao longo do experimento. (Pp-1: <i>P. perna</i> menor que 1 cm; Pp+1: <i>P. perna</i> entre 1 e 3 cm; Pp+3: <i>P. perna</i> maior que 3 cm; Mg-1: <i>M. galloprovincialis</i> menor que 1 cm; Mg+1: <i>M. galloprovincialis</i> entre 1 e 3 cm; Mg+3: <i>M. galloprovincialis</i> maior que 3 cm). Nível de significância: $\alpha=0,05$	39
Tabela 2 – Analysis of Variance. Marked effects are significant at $p < ,05000$. .	57
Tabela 3 – Wilcoxon Matched Pairs Test. Marked tests are significant at $p < ,05000$	57
Tabela 4 – Mann-Whitney U Test by variable Local. Marked tests are significant at $p < ,05000$	57
Tabela 5 – Spearman Rank Order Correlations. Marked correlations are significant at $p < ,05000$	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACAS	Água Central do Atlântico Sul
AMAB	Associação de Maricultures de Bombinhas - Santa Catarina
APP	Água da Pluma do Prata
ARIE	Área de Relevante Interesse Ecológico
ATAS	Anticiclone Tropical do Atlântico Sul
BDMET	Banco de Dados Meteorológicos
CEDAP	Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca
CIDASC	Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina
CIRAM	Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FAN	Floração de Alga Nociva
FAO	Food and Agriculture Organization
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFSC	Instituto Federal de Santa Catarina
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
LAQUA	Laboratório de Resíduos e Contaminantes em Recursos Pesqueiros
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
Mg	Mytilus galloprovincialis
PMB	Prefeitura Municipal de Bombinhas
PMar	Programa Escola do Mar
Pp	Perna perna
SC	Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Justificativa	16
1.2	Definição do Problema	16
1.3	Objetivos	17
1.3.1	Objetivo Geral	17
1.3.2	Objetivos Específicos	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Aquicultura Mundial	18
2.2	Aquicultura no Brasil	19
2.3	Aquicultura em Santa Catarina	21
2.4	Aquicultura no Município de Bombinhas	22
2.5	O mexilhão <i>Perna perna</i>	22
2.6	O mexilhão <i>Mytilus galloprovincialis</i>	24
2.7	Aspectos sociais, econômicos e meteorológico do município de Bombinhas	25
3	METODOLOGIA	29
3.1	Área de Estudo	29
3.2	Delineamento Experimental	30
3.3	Processamento das amostras	31
3.4	Análise e Tratamento das Informações	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1	Resultados	34
4.2	Discussão	41
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
5.1	Sugestões para trabalhos futuros	45
6	PRODUTOS ACADÊMICOS, TÉCNICOS E TECNOLÓGICOS	46
6.1	Produção acadêmica:	46
6.2	Produto Técnico e tecnológico	46
	Referências	49
	ANEXOS	56
	ANEXO A – RESULTADOS DAS ANÁLISES ESTATÍSTICAS	57

1 INTRODUÇÃO

Considerando o constante aumento da população mundial e a consequente demanda por alimentos, somados aos efeitos da exploração desordenada dos recursos naturais marinhos pela atividade de pesca, a aquicultura definida como o cultivo de organismos aquáticos, tornou-se, com o passar dos anos, uma alternativa economicamente e socialmente viável para a produção de alimento e contribuindo no incremento de renda para as populações tradicionais. Além disso, a introdução da maricultura nas comunidades de pescadores artesanais em Santa Catarina, representa um grande potencial para promoção do desenvolvimento econômico e social, permitindo ao pescador artesanal atuar em uma atividade relacionada com suas origens (Paulilo, 2002; Pereira & Rocha, 2015). Outro fator que impulsiona a aquicultura marinha no Brasil, em especial de cultivo de moluscos bivalves, consiste no baixo custo inicial para a implementação da unidade de produção e a baixa complexidade do sistema produtivo (Novaes et al., 2011a;b).

Na aquicultura marinha (maricultura) nacional, o Estado de Santa Catarina se destaca na produção de moluscos bivalves, com a produção de 11.987,23 toneladas de mexilhões representando 82,24% (9.851,36 ton) em 2021, seguido pela Ostra do Pacífico com 17,09% (CEDAP/EPAGRI, 2024). De acordo com Marenzi & Branco (2005) a maricultura, capitaneada pelo cultivo de mexilhões (mitilicultura) se estabeleceu com a inovação de tecnologias e reaproveitamento de resíduos da pesca (redes e cabos) que se tornaram apetrechos para a mesma. Desde a obtenção de sementes desta espécie, que pode ser coletada no ambiente natural a partir da imersão de substratos artificiais, o manejo da produção, o processo de retirada da água e sua comercialização podem ser realizados de forma simples e artesanal o que contribuiu para sua popularização junto às populações tradicionais do litoral de Santa Catarina (Suplicy, 2020).

O ambiente bentônico, compartimento do ambiente marinho que se estende desde a região do supralitoral de praias e costões rochosos, até fossas abissais, além de substratos artificiais como cabos e boias, pilares de ponte, cascos de embarcações e afins (Lavrado & et al., 2017).

O assentamento é o processo pelo qual as larvas planctônicas fazem a transição da coluna de água para o ambiente bentônico. Este é um estágio crítico na história de vida de um organismo bentônico e representa a conjuntura entre a dispersão ampla e limitada (South, 2016). O recrutamento dos moluscos bivalves ocorre através do assentamento do pós-larva, popularmente denominada de sementes, que após

atingir determinado estágio de desenvolvimento, começa a secretar seu exoesqueleto (concha), perdendo flutuabilidade e assim migrando para o compartimento bêntico (Ferreira & Neto, 2007). Em Santa Catarina, extensos bancos de mexilhões são encontrados com facilidade ao longo do litoral e diversos tipos de substratos naturais (costões e afloramentos rochosos) e artificiais (pilares infraestrutura costeira e cascos de embarcações), sendo comum sua extração para o consumo e para o estabelecimento de cultivos (Rodrigues, 2007).

Desta forma, o uso de coletores artificiais, compostos por substratos de diferentes materiais (rígidos ou flexíveis) que permitam a fixação das sementes representa uma prática ambientalmente sustentável e de baixo custo, reduzindo o impacto do extrativismo nos bancos naturais de mexilhões (Novaes et al., 2019).

Nos últimos anos, em vários municípios ao longo do litoral de Santa Catarina, tem-se observado a presença do mexilhão argentino *Mytilus galloprovincialis*, demonstrando que o assentamento desta espécie esteja ocorrendo e competindo com as populações nativas do mexilhão *Perna perna*. O assentamento de mexilhão argentino ou do Prata, no Brasil traz à luz evidências do processo de dispersão dessa espécie em direção ao norte de sua área de ocorrência (Pierri et al., 2016), podendo ser um fenômeno natural assim como ocorreu com o *P. perna* (Ferreira et al., 2006).

Um importante aspecto que reforça esta ideia está no consenso científico de que a descarga de água continental no Sudoeste do Atlântico Sul, através do Rio da Prata, durante o outono e inverno forma uma frente oceânica sobre a plataforma continental interna da América do Sul, que se estende por uma faixa estreita ao longo da costa do Uruguai e do sul do Brasil Piola et al. (2018), podendo ser o principal agente de dispersão larval em direção ao norte.

Embora seja pouco comum no Brasil, a ocorrência de *M. galloprovincialis* vem sendo observada pelos mitilicultura catarinenses desde 2007 e por pesquisadores desde meados dos anos 1970 (Rios et al., 1975). Neste sentido é fundamental a sistematização de informações sobre o período de assentamento desta espécie nos coletores que, tradicionalmente são utilizados para a captação de sementes da espécie *Perna perna* em Santa Catarina.

1.1 Justificativa

Considerando que a ocorrência do mexilhão *M. galloprovincialis* nos ambientes marinhos e ecossistemas costeiros ao longo do litoral de Santa Catarina traz incertezas sobre a dimensão do impacto que a presença dessas espécies pode causar no sistema ecológico, em especial para o mexilhão *P. perna* nos sistemas de cultivos (Suplicy, 2020).

No aspecto ecológico, a presença do *M. galloprovincialis* pode ter consequências significativas pois pode estar competindo com espécies nativas e alterando os processos ecológicos e impactando a biodiversidade marinha (Hanekom, 2008). A distribuição e abundância dos mexilhões são influenciadas por fatores como temperatura da água, salinidade, disponibilidade de alimento e presença de predadores (Lins et al., 2021). Mudanças ambientais e perturbações podem afetar esses fatores e, consequentemente, impactar as populações de mexilhões.

Neste sentido, compreender os mecanismos pelos quais o *M. galloprovincialis* se dispersa é fundamental para prever e mitigar sua propagação é importante para entender a dinâmica do assentamento do *M. galloprovincialis* nos coletores utilizados na captação de sementes da espécie cultivada *Perna perna*, permitindo adotar práticas de manejo mais eficazes e sustentáveis. O estudo pode contribuir também para o entendimento do processo de invasão do *M. galloprovincialis*, incluindo seus estágios iniciais e fatores que favorecem sua disseminação, ajudando na formulação de estratégias de controle e prevenção da disseminação futura.

Portanto, um estudo abrangente sobre a presença e impacto do *M. galloprovincialis* em um dos principais locais de produção de moluscos bivalves do litoral de Santa Catarina é essencial para informar gestores da atividade, proteger os recursos marinhos e sustentar as atividades econômicas dependentes do ambiente marinho na região.

1.2 Definição do Problema

Considerando que a presença de pós-larvas nos coletores artificiais representa uma evidência do processo de dispersão de *M. galloprovincialis* para baixas latitudes, qual seria a contribuição ou relação das condições ambientais no processo de fixação dos pós-larva no coletores artificiais utilizados na aquicultura marinha.

Assumindo que o recrutamento de *M. galloprovincialis* representa uma

bioinvasão do nicho ecológico do *P. perna*, espera-se que haja uma relação inversa no assentamento e no recrutamento entre estas espécies nos coletores artificiais.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar a fixação de sementes de *Mytilus galloprovincialis* em coletores artificiais durante o período inverno-primavera na enseada de Zimbros, Bombinhas, SC.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Avaliar quantitativamente a presença de *Mytilus galloprovincialis* nos coletores artificiais.
- b) Verificar a proporção de *Mytilus galloprovincialis* em relação a espécie *Perna perna* assentados nos coletores;
- c) Avaliar a relação do assentamento de *Mytilus galloprovincialis* e *Perna perna* com as condicionantes meteorológicas e oceanográficas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Aquicultura Mundial

A aquicultura como atividade de criação de organismos aquáticos, sejam eles peixes, crustáceos, moluscos ou plantas aquáticas, vem crescendo acentuadamente nas últimas décadas (Figura 1). Segundo a FAO (2024) a produção global de animais aquáticos foi estimada em 218 milhões de toneladas em 2021, sendo 91,2 milhões de toneladas provenientes da captura (pesca) e 90,9 milhões de toneladas oriundas do cultivo (aquicultura).

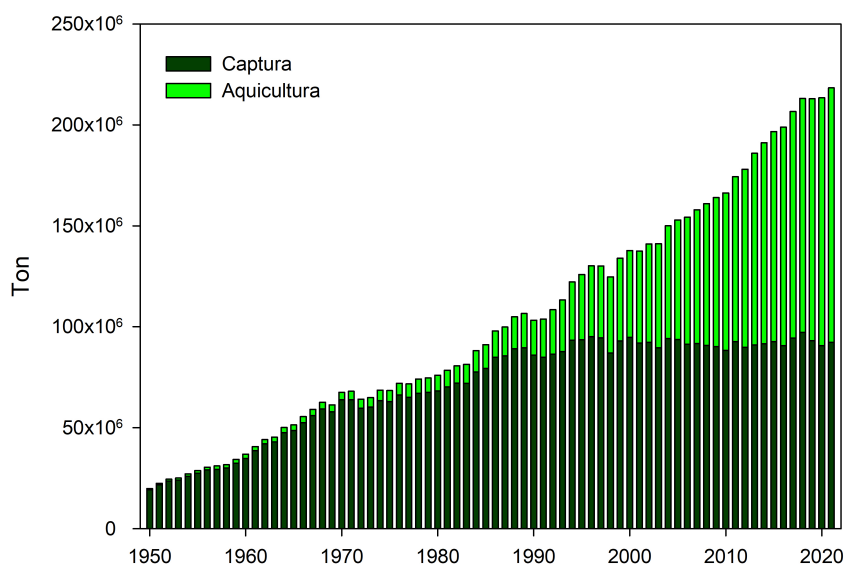


Figura 1 – Produção mundial de pescados, em toneladas, discriminado por atividade. Verde escuro: captura (pesca) e verde claro: cultivo (aquicultura)

O valor total da produção global movimentou um montante financeiro estimado em US\$ 176 bilhões de dólares em 2021, incluindo captura e cultivo. 50% desse montante pode ser atribuído à cada atividade, e dentro da aquicultura, 47% compreende a produção de peixes, 28% macroalgas, 15% moluscos e 10% para os crustáceos (FAO, 2024).

Dentre os 15% do grupo dos moluscos (Figura 2), ostras e berbigões representam a maior porcentagem de volume de produção com 36 e 32% respectivamente, seguido por mexilhões e vieiras com 11% cada, sendo os abalones e demais moluscos compondo os 10% restantes (FAO, 2024).

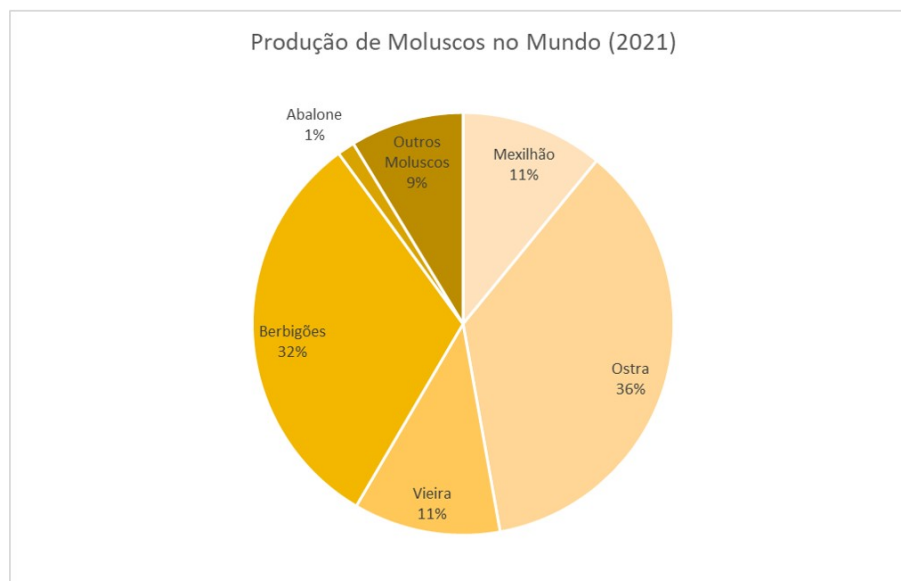


Figura 2 – Representatividade da contribuição de cada grupo de moluscos bivalves produzidos pela aquicultura mundial. Fonte: FAO (2024).

A contribuição dos moluscos bivalves cultivados no comércio global de pescados movimentou em 2021, US\$11,9 Bilhões de dólares (3,5%). O consumo per capita de alimentos aquáticos de origem animal também vêm aumentando cerca de 1,4% ao ano, passando de 9,0 kg per capita (equivalente de peso vivo) em 1961 para 20,2 kg per capita em 2021. Nesse mesmo ano, a aquicultura respondeu por 50% da quantidade de alimentos aquáticos de origem animal produzidos e disponíveis para consumo humano. Nas últimas décadas, o consumo per capita de alimentos aquáticos tem sido muito influenciado pelo aumento da oferta, mudança nas preferências dos consumidores.

2.2 Aquicultura no Brasil

O Brasil possui um extenso litoral, inúmeros rios e lagos, além de condições climáticas favoráveis, o que torna o país um ambiente propício para o desenvolvimento da aquicultura. No entanto, apesar desse potencial, a aquicultura brasileira ainda está em fase de desenvolvimento e enfrenta desafios como a falta de infraestrutura adequada, questões ambientais, regulamentações complexas e acesso ao crédito (Agro, 2025).

No Brasil, a aquicultura está se consolidando como importante atividade para o setor de produção de alimentos, com expressivo crescimento registrado nos últimos anos. A comercialização de organismos aquáticos provenientes da aquicultura brasileira alcançou a marca de 841 mil toneladas no ano de 2021 (IBGE, 2024) e movimentou aproximadamente R\$7,68 bilhões de reais (Agro, 2025).

Dentre as modalidades de cultivo dos organismos aquáticos praticadas no Brasil, a malacocultura (cultivo de moluscos), contribui significativamente no desenvolvimento social e econômico de várias comunidades, principalmente em Santa Catarina (SC), responsável por aproximadamente 95% da produção nacional de moluscos de cultivo (CEDAP/EPAGRI, 2024). Além de uma atividade pecuarista a aquicultura marinha (maricultura) promoveu nas comunidades de pescadores artesanais um grande potencial para promoção do desenvolvimento econômico e social, tornando possível ao pescador artesanal atuar em uma atividade relacionada com suas origens.

Atualmente a aquicultura desempenha um papel relevante na economia brasileira, gerando empregos diretos e indiretos em toda a cadeia produtiva, desde a produção de alimentos para os animais até a comercialização dos produtos finais (Ostrensky et al., 2008; Agro, 2025). A sustentabilidade é um aspecto fundamental para o desenvolvimento da aquicultura no Brasil, sendo necessário adotar práticas de manejo ambientalmente responsáveis para garantir a conservação dos recursos naturais e minimizar os impactos negativos sobre o meio ambiente (Pereira & Rocha, 2015). Isso inclui o uso racional da água, o controle da poluição, a preservação da biodiversidade e o respeito às normas e regulamentações ambientais (Novaes et al., 2011a; Pereira & Rocha, 2015).

No entanto ainda existem desafios enfrentados pela aquicultura brasileira como a concorrência com a pesca extrativista, a ocorrência de doenças e pragas nos cultivos, a falta de mão de obra qualificada e a necessidade de investimentos em pesquisa e tecnologia para aumentar a produtividade e a competitividade do setor (Suplicy, 2020). As espécies de moluscos bivalves cultivadas no Brasil incluem a ostra *Crassostrea gigas* (ostra do Pacífico), a ostra *Crassostrea rhizophorae* (ostra nativa), o mexilhão *Perna perna* e a vieira *Nodipecten nodosus*. Essas espécies são valorizadas não apenas pela carne saborosa, mas também pelos seus benefícios nutricionais e pelo seu potencial na gastronomia (Suplicy, 2017).

O cultivo de moluscos bivalves tem um grande potencial de expansão no Brasil, especialmente devido à crescente demanda por frutos do mar e à busca por fontes alternativas de proteína. Investimentos em pesquisa, tecnologia e boas práticas de manejo são essenciais para promover o desenvolvimento sustentável do setor e aproveitar ao máximo os recursos marinhos disponíveis no país.

2.3 Aquicultura em Santa Catarina

O estado de Santa Catarina se destaca no cenário da aquicultura marinha nacional é o principal produtor de moluscos do Brasil, sendo que os mexilhões da espécie *P. perna* representam historicamente a maior porção dessa produção. A produção desse mexilhão atingiu seu auge em 2012, quando 21.027 toneladas foram produzidas por 612 mitilicultura ativos na época. Desde então, essa atividade veio gradativamente diminuindo em termos de volume de produção e de produtores envolvidos, atingindo em 2022 um montante de apenas 7.076 toneladas geradas por 318 produtores, sendo referência na produção de moluscos bivalves. em 12 municípios do litoral catarinense os produtores estão organizados em 14 associações municipais e 2 estadual, 3 cooperativas e 2 federações (CEDAP/EPAGRI, 2024; Agro, 2025).

Atualmente a malacocultura catarinense explora 3 espécies de moluscos bivalves, sendo o mexilhão *Perna perna* a principal espécie cultivada. Trata-se de uma espécie nativa e muito bem adaptada ao sistema de cultivo, que ocorre de maneira abundante em costões rochosos e recruta naturalmente nos substratos rígidos. Outro fator que deve ser considerado está no fato de que os mexilhões não necessitam de manejos periódicos como no caso das ostras, segunda espécie de molusco bivalve mais produzida em SC, que obrigatoriamente devem ser manejadas com a finalidade de diminuir as densidades de estocagem e substituir as lanternas de cultivos (Novaes et al., 2019).

A malacocultura em Santa Catarina, no ano de 2021 produziu 11.978,23 toneladas de moluscos bivalves, movimentando aproximadamente de 67 milhões de reais, dos quais mais de 46 milhões de reais foram provenientes da produção de mexilhões (Souza et al., 2022; CEDAP/EPAGRI, 2024). O município com a maior produção de mexilhões permanece sendo Palhoça (5.500 ton), enquanto Bombinhas passou a ser o segundo colocado (1.253 ton), seguido por Penha (929 ton).

Nos municípios litorâneos catarinenses o assentamento de sementes de mexilhões ocorre de forma intensa proporcionando uma vantagem para o estabelecimento dos cultivos onde os maricultores disponibilizam substratos para os indivíduos jovens se assentarem e serem mantidos (cultivados) nestes substratos até atingirem o tamanho comercial (Novaes et al., 2016). Além do mexilhão *Perna perna*, tem sido observada a presença de outras espécies de mexilhão como o patagônico ou argentino (*Mytilus galloprovincialis*), que segundo alguns relatos têm sido observados em quantidades expressivas recrutando juntamente com o *P. perna* (Lins et al., 2021).

2.4 Aquicultura no Município de Bombinhas

No município de Bombinhas em SC, a maricultura já representou a principal atividade econômica, contribuiu para diminuir a pressão sobre os estoques pesqueiros e estabilizou economicamente as famílias tradicionais. Os dados estatísticos mostram que a produção de mexilhões em Canto Grande passou de 281 toneladas em 1993 para cerca de 1.200 toneladas em 2021, o que significa um incremento de 487%, ou seja, média de 62% ao ano (CEDAP/EPAGRI, 2024). De acordo com as notas da Associação de Maricultores de Bombinhas (AMAB), em 2023 a atividade teve prejuízos carregados pelo fator climático, onde eventos extremos como ciclones e chuvas excessivas causam a perda de mais de 50% da produção.

A mitilicultura em Bombinhas tem como características do layout dos cultivo, a adoção do sistema contínuo de produção com coletores artificiais dispostos na água para que as larvas possam aderir e se desenvolver (Suplicy, 2017) estabelecendo o cultivo desde da fase inicial com a captação da “semente” até a fase de corte (colheita) tendo baixo investimento empregado no cultivo. Outro fator que impulsiona, em especial de cultivo de moluscos, está no baixo custo inicial para a implementação de uma unidade de produção. Os custos e benefícios do cultivo de mexilhões, demonstram que esta atividade se mostrou economicamente viável, com um investimento e um custo operacional relativamente baixo (Resgalla et al., 2007; Novaes et al., 2019; Lins & Rocha, 2022).

Algumas espécies são fundamentais para manter um ambiente aquático limpo e equilibrado, e neste sentido, a monocultura tende a ser uma prática ambientalmente não muito amigável e que pode levar a problemas para o ambiente local. De acordo com Shi et al. (2013), a aquicultura multitrófica integrada ou policultivos, como por exemplo as macroalgas em consórcio com os cultivos de moluscos bivalves podem ser ambientalmente e economicamente vantajosas.

2.5 O mexilhão *Perna perna*

O mexilhão *Perna perna* (figura 3) é uma espécie comum na costa brasileira, ocorrendo desde a Venezuela até o Uruguai, sendo muito abundante entre o Rio de Janeiro e Santa Catarina (Suplicy, 2017). Esta distribuição pode ser explicada geograficamente, em especial pela barreira da temperatura (Ferreira & Magalhães, 1997). O *Perna perna* (Linnaeus, 1758), apresenta alta rusticidade, tolerando bem amplas variações de temperatura e salinidade, não apresentando enfermidades importantes



Figura 3 – Caption

e se adaptando muito bem ao sistema de cultivo comercial em estruturas suspensas, como os *long-lines* (Marques et al., 1998). Toda a área de distribuição biogeográfica da espécie é delimitada por barreiras, que podem ser físicas, como grandes distâncias e grandes profundidades, ou ecológicas, quando são considerados fatores bióticos e abióticos (Resgalla et al., 2006). Dentre os fatores bióticos, pode-se destacar: alimentação, predadores, competidores, parasitas, todos interagindo ao mesmo tempo.

A temperatura da água é o fator ambiental abiótico que mais varia no mar, sendo inversamente proporcional à profundidade e à latitude. Também é o fator mais importante como barreira para a distribuição das espécies, por apresentar envolvimento direto nos processos fisiológicos básicos dos animais marinhos, principalmente na reprodução. Dentro dos limites de sua tolerância térmica, uma espécie só será encontrada, desde que as outras exigências como salinidade, substrato, etc., atendam as mínimas condições de sua sobrevivência (Manzoni, 2005; Suplicy, 2016).

Os mexilhões, como os demais bivalves marinhos, são filtradores do fitoplâncton e de matéria orgânica em suspensão, não necessitando do fornecimento de ração suplementar, o que torna o seu cultivo muito pouco impactante do ponto de vista ambiental, (Ferreira et al., 2006).

No Brasil, como nos demais países tropicais, os mexilhões jovens ou “sementes” utilizados nos cultivos, não são um recurso abundante. O período reprodutivo da espécie *Perna perna* (figura 4) estende-se por todo o ano, mas com emissões assíncronas de gametas e de baixa intensidade (Ferreira et al., 2006) o que faz com que a captação de sementes por meio de coletores lançados no mar, seja restrita a poucos meses do ano e apresenta grande variação de ano para ano e de local para local (Marques et al., 1998). Por outro lado, a tecnologia de produção de sementes em laboratório possibilita suprir a demanda do setor produtivo de forma mais previsível e escalável (Beduschi et al., 2009), sendo possível a aquisição de larvas para o assentamento remoto nas próprias fazendas de cultivo.



Figura 4 – Caption

2.6 O mexilhão *Mytilus galloprovincialis*

O mexilhão *Mytilus galloprovincialis* (figura 5), também conhecido como mexilhão mediterrânico, mexilhão argentino ou mexilhão do Prata, é uma espécie bivalve amplamente distribuída em regiões costeiras do mundo (Oyarzún et al., 2024). Ele é particularmente proeminente em áreas como o Mediterrâneo e o Atlântico Norte (Azpeitia et al., 2019; Botelho et al., 2023; El Mourabit et al., 2023), mas também é encontrado no Atlântico Sul (Lins et al., 2021), onde pode colonizar habitats rochosos, molhes de portos, estuários e áreas costeiras protegidas.

INSERIR FIGURA MYTILUS

Espécies do gênero *Mytilus* têm sido historicamente utilizadas como fonte de alimento humano. O país que detém a maior produção de *Mytilus* spp. é a China. A maioria dos países do sul da Europa também o produz, assim como a Rússia, a Ucrânia, Marrocos, a Argélia, a Tunísia e a África do Sul. Em 2020, a produção global de mexilhões foi estimada em cerca de 105.331 toneladas (FAO, 2024).

O *M. galloprovincialis* (figura 5) possui conchas alongadas e assimétricas, com coloração variando de azul-esverdeado a marrom, muitas vezes com faixas mais claras. Internamente, suas conchas são peroladas, e a carne do mexilhão é comestível, sendo uma fonte importante de alimento em várias culturas. (Pérez-Cebrecos et al., 2023; Janah et al., 2024). Ele tende a crescer até 15 cm, embora seu tamanho comercial seja em torno de 5-8 cm. Sua alimentação se dá por filtração ingerindo uma ampla gama de organismos plancônicos. Esta espécie prefere água em movimento rápido, livre de sedimentos e prospera em regiões ricas em nutrientes. Mexilhões adultos



Figura 5 – Caption

geram gametas e sua reprodução ocorre de forma simultânea, onde machos e fêmeas desovam simultaneamente (Resgalla et al., 2007). Apresentam alta fecundidade e desovam no período de incremento da temperatura da água, na transição inverno-verão (Suplicy, 2017).

Foi demonstrado que *Mytilus* têm maiores taxas de crescimento e absorção em temperaturas da água entre 10 °C e 20 °C, bem como a ingestão mais rápida. Embora possam tolerar uma ampla gama de habitats ou condições ecológicas, existem modificações extremas no ambiente nas quais os mexilhões não conseguem sobreviver. Estes podem diferir em cada estação e, se combinados, podem levar à mortalidade em massa. Estes fatores são, por exemplo, acumulação excessiva de lodo, altas temperaturas ou mesmo tempestades (Seed & Suchanek, 1992).

Em algumas áreas, o *M. galloprovincialis* pode competir com espécies nativas de mexilhões pelo espaço e recursos, e existem preocupações sobre sua capacidade de se tornar invasivo em ecossistemas onde é introduzido, podendo alterar a estrutura e funcionamento desses sistemas (Lins et al., 2021). Apesar de existirem relatos da presença da espécie *M. galloprovincialis* nos cultivos e nos coletores artificiais dispostos em diferentes áreas de cultivo de moluscos em Santa Catarina estas informações não estão sistematizadas, pois não se conhece o período de maior ocorrência nem mesmo a proporção de assentamento desta espécie em relação a presença do mexilhão *P. perna*.

2.7 Aspectos sociais, econômicos e meteorológico do município de Bombinhas

O município de Bombinhas, considerada um dos melhores destinos turísticos do país, é uma península que avança para o Oceano Atlântico com apenas 35,143 km² e 20.335 habitantes (estimativa IBGE 2020). As principais atividades econômicas de

Bombinhas são o turismo, a pesca artesanal e a maricultura (cultivo de mexilhões e ostras).

Dotado de paisagens exuberantes e diversificada vegetação, a região litorânea a que pertence o município de Bombinhas, abarca a Floresta Pluvial de Encosta Atlântica. Parte da biodiversidade de Bombinhas está assegurada por Unidades de Conservação, são elas: Parque Natural Municipal da Galheta, Parque Natural do Morro do Macaco e Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) da Costeira de Zimbros. O Município possui 39 praias, das quais 19 estão em estágio de preservação, 10 pouco urbanizada e com predomínio de vegetação, 7 totalmente urbanizadas e 3 urbanizadas com resquícios de vegetação, o que atribui a Bombinhas um importante papel enquanto destino de turismo de sol e mar e ecoturismo no estado de Santa Catarina (Medeiros et al., 1997).

De acordo com Ciram/Epagri, o clima no litoral de Santa Catarina, é classificado como subtropical úmido, com estações do ano bem definidas. O verão (de dezembro a março) tende a ser quente e úmido, com temperaturas médias que variam de 25 a 30 graus Celsius.

O período de verão é marcado por chuvas frequentes, com torrentes e trovoadas ocasionais. O outono (de março a junho) é uma estação de transição, com temperaturas mais amenas e ainda há alguma chuva, mas em geral menos intensa do que no verão. No inverno (de junho a setembro) marcado pelo declínio da temperatura, com médias que variam de 10 a 20 graus Celsius. Nessa época, as massas de ar polar podem atingir a região, trazendo quedas acentuadas de temperatura. A primavera (de setembro a dezembro) é novamente uma estação de transição, com temperaturas mais amenas e uma maior ocorrência de chuvas. Vale ressaltar que essas são características gerais do clima no litoral de Santa Catarina, mas podem haver variações locais e eventos meteorológicos específicos que possam influenciar as condições climáticas em determinado período (Oliveira et al., 2024).

Santa Catarina é conhecida por ser um estado com um regime pluviométrico bastante variado, e apresenta uma distribuição sazonal das chuvas, com uma maior concentração de precipitação durante os meses de primavera e verão (setembro a março). Essa época é conhecida como a estação chuvosa. Durante o outono e o inverno (abril a agosto), as chuvas são geralmente menos frequentes (Pugas et al., 2024; Oliveira & de Quadro, 2024).

De acordo com Nimer (1979) e Monteiro (1969), o clima na região sul fun-

ciona como um autêntico corredor sinótico de dominância alternada de massas de ar, apresentando mecanismos de frontogênese e correntes perturbadas. Todos estes sistemas atuam juntamente com as especificidades do relevo, da maritimidade e da continentalidade regulando a temperatura, o regime de chuvas e a direção e intensidade dos ventos.

O Anticiclone do Atlântico Sul – fonte da Massa de ar Tropical Marítima (MTa) cuja atuação é preponderante para definir o clima da região sul, já que atua ao longo de todo o ano. Embora com predomínio durante o verão, com ventos de leste e nordeste, as características do sistema variam de acordo com o deslocamento sobre o continente e o oceano. Durante o verão, por exemplo, quando se concentra sobre o Atlântico está associado a temperaturas elevadas, em função da intensa radiação solar das latitudes tropicais e a forte umidade específica.

A característica de umidade está limitada à camada superficial da massa, concedendo um caráter de homogeneidade e estabilidade para o tempo. O Anticiclone Polar Marítimo da América do Sul – fonte da Massa de ar Polar Marítima (MPa), dominante no inverno meridional, apresenta igual importância ao primeiro sistema citado. A MPa corresponde a um sistema de grande deslocamento que traz após a sua instalação, estabilidade e tempo frio à região. Durante o inverno, prevalece avançando em eixo preponderantemente S e SO deslocando-se em altos níveis sobre o Rio da Prata e litoral. Na região sul atuam sistemas de tempo derivados é um centro negativo, de origem termodinâmica e, portanto, com grande mobilidade. Sua origem relaciona-se a “importantes componentes dinâmicos decorrentes da acentuação das condições de frontogênese na Frente Polar Atlântica” (Monteiro, 1969).

Os deslocamentos de grandes massas de ar são também resultados de anomalias climáticas gerais da atmosfera, como os escoamentos em altos níveis, e as perturbações atmosféricas. A influência das correntes perturbadas na região sul do Brasil restringem-se a dois tipos: Correntes de Oeste e Corrente de Sul. Atualmente são determinadas pela incidência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Rao et al., 1996). A passagem da FP pela região sul do Brasil no inverno ocasiona chuvas pouco expressivas, enquanto que durante o verão pode ser responsável por precipitações pluviais mais intensas acompanhadas por trovoadas e granizos, além de ventos de velocidades moderadas a fortes dos quadrantes oeste (W) e sul (S).

Segundo (Galvani & Azevedo, 2003) o deslocamento da MPa durante a

primavera interfere no regime de precipitações pluviais para a região sul, pois ao entrar em contato com as massas tropicais sob território brasileiro gera em sua borda extensas zonas de baixa pressão e de intensa convergência que elevam o ar mais quente através de resfriamento adiabático. Este fato promove zonas de instabilidade com incidência de chuvas em macro escala, além de forte oscilação barométrica que atinge praticamente toda a região sul. Estão quase sempre relacionadas às correntes de sul (Nimer, 1979).

3 METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

O Município de Bombinhas está localizado no litoral centro-norte de Santa Catarina, na Península de Porto Belo (também conhecida como Península da Ericeira), tendo como limite norte a Enseada de Porto Belo; a nordeste a Enseada de Bombas; a sudeste a Enseada de Mariscal e ao sul a Enseada de Zimbros. localizando-se junto à Baía de Tijucas.

A área utilizada para verificar o assentamento de *M. galloprovincialis* em coletores artificiais está situada no Parque Aquícola Bombinhas (Figura 6). Para o estudo foi solicitado através da AMAB permissão de uso do espaço de 7 áreas através de conversas com os proprietários das Fazendas Marinha Silva Mar e do Programa Escola do Mar (PMar), Sol e Mar, Kiostra, Weliton, Serpa e Pedro Paulo de acordo com o quadro 1.

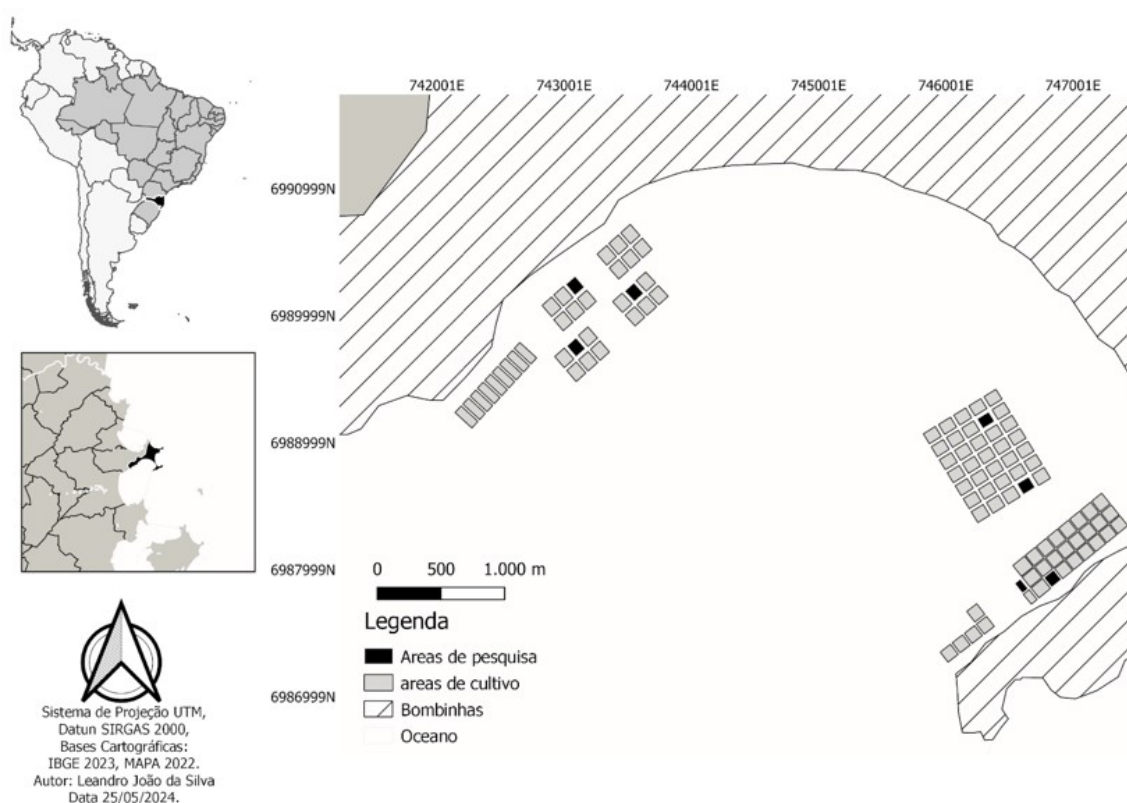


Figura 6 – Localização da área de estudo, indicando as áreas de cultivo onde foram instalados os coletores em cada conjunto de áreas de produção no Parque Aquícola de Bombinhas. Zimbros compreende o conjunto de áreas mais a noroeste, enquanto que o Canto Grande representa o conjunto de áreas a sudeste.

A região possui um regime de micro maré mista, com predominância sem diurna, tendo uma variação de 0,4 a 1,2 metros, nas marés de quadratura e sizígia respectivamente, podendo alcançar até 1 metro acima do nível previsto em condições de marés meteorológicas (Truccolo & Schettini, 1999). Os valores médios de precipitação na região de estudo estão em torno de 1600 mm por ano, com os valores médios de umidade relativa do ar, superior à 75%. As temperaturas do ar médias anuais ficam em torno de 20 °C, com amplitude de 10 °C (Pugas et al., 2024; Oliveira et al., 2024). Em condições normais o Anticiclone Tropical do Atlântico Sul (ATAS) gera vento de nordeste que são os que predominam no litoral de Santa Catarina, mas em situações de frente fria há ocorrência de ventos de Sul gerados pelo Anticiclone Móvel Polar (Schettini et al., 2005; Truccolo et al., 2006).

Quadro 1 – Quadro com a identificação e localização georeferenciada das áreas de cultivo que colaboraram com este estudo

Conjunto de áreas	Cessionários	Áreas	Latitude	Longitude
Zimbros	Anatolio (Kiostra)	21	27.188849397071134	48.54679867876346
	Weliton (Ci)	774	27.188849397071134	48.54679867876346
	Lair(SilvaMar)	15	27.192590330083842	48.54559704913878
Canto Grande	Nilton (Sol e Mar)	77	-27.202525534526487,	-48.510048189735016
	Jandir (Serpa)	917	27.197235997998717	48.513939128648914
	Pedro	107	27.209297241002304	48.50793098052553
	Escola do mar (Pmar)	935	27.209872623266346	48.51017828473209

A morfologia da área de estudo é caracterizada pela presença de promontórios rochosos, baixo relevo e pequenas ilhas. Sendo abrigada da incidência de ondas pela península de Porto Belo ao Norte, as ilhas da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo a Leste, ilha de Santa Catarina e pela península de Ganchos ao Sul. Nessa região ainda ocorre a influência de aporte sedimentar oriundo do rio Tijucas, propiciando a deposição de sedimento lamoso em grande parte da baía de Tijucas (Schettini et al., 2005).

3.2 Delineamento Experimental

Para avaliar o recrutamento de *M. galloprovincialis* nas áreas de produção de moluscos bivalves foi elaborado um experimento de campo, que consistiu em observar o assentamento dos pós-larva de mexilhões ao longo de 6 meses (inverno-verão). Para isto foram imersos coletores de pós-larvas (“sementes”) composto por um cabo central de polipropileno trançado, com diâmetro de 14 mm, revestido por uma rede de pesca de poliamida usada (abertura de malha 13 cm) com fio 0,60 mm, sendo que para cada 100 metros de coletores foram utilizados em torno de 20 panos de rede. O objetivo da rede é proporcionar para as larvas de moluscos uma superfície macia e com maior

área para fixação.

Cada coletor foi segmentado em 6 partes com lacres numerados que foram dispostas cada metro no coletor, totalizando 6 metros por coletor por Área de Cultivo (fazenda marinha). Em cada amostragem mensal foram raspados e verificados o assentamento e o recrutamento de mexilhões, e demais organismos incrustantes, tais como outras espécies de moluscos bivalves, hidrozoários, crustáceos, e afins. Das 7 áreas de produção que contribuíram com este estudo, 4 estavam localizadas no parque aquícola do Canto Grande e 3 no de Zimbros.



Figura 7 – Registro fotográfico dos coletores instalados no início do experimento.

Os parâmetros abióticos como salinidade e temperatura foram amostrados diariamente com auxílio de um termômetro analógico e de um refratômetro para mensurar a salinidade na área de cultivo. As informações meteorológicas de precipitação, temperatura do ar, direção e velocidade do vento foram obtidas da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), disponibilizadas pelo Banco de Dados Meteorológicos (BDMET).

3.3 Processamento das amostras

Após a chegada no laboratório, as amostras foram congeladas em um freezer a -10 °C, para processamento futuro. Após o processo descongelamento as amostras foram preparadas realizando-se uma separação mecânica manual para remoção dos

briozoários, ocorrendo neste momento a primeira troca de água, tomando-se o cuidado para a retirada de organismos que estavam flutuando, com auxílio de uma peneira.

O processo de triagem das amostras foi realizado em várias etapas, sendo que nas etapas iniciais foram realizadas classificações mais grosseiras e nas finais mais acuradas da amostra.

Primeira etapa: foi aberto o pacote etiquetado em uma bandeja de 7 litros contendo água, passando por duas peneiras de malha de 2mm para reter os organismos de maior tamanho e para drenar a água. Nesta etapa toda a fauna foi separada dos coletores, isolando principalmente os Briozoários dos demais organismos, sendo o material coletado na bandeja ficando.

Segunda etapa: A partir do material que passou pela peneira, por densidade foram separados os organismos que estavam dispostos na bandeja, entre aqueles que flutuavam e aqueles que se depositaram no fundo.

Terceira etapa: Posteriormente foi realizada uma nova triagem separando os organismos por grupo, especificando os moluscos morfologicamente semelhantes e em seguida, serem acondicionados em novos potes plásticos com formol 4%.

Quarta etapa: Consistiu no processo de identificação e quantificação (número de indivíduos e peso) das espécies. Especificamente no caso dos moluscos os indivíduos foram classificados de acordo com a família e os mexilhões de acordo com a espécie, que além de serem quantificados foram classificados em classes de tamanho, observando o intervalo de 10 mm (1 cm) entre as classes.

3.4 Análise e Tratamento das Informações

Nos procedimentos analíticos foram empregadas técnicas estatísticas paramétricas (ANOVA) não paramétricas para avaliar a fixação de sementes de juvenis de moluscos bivalves ao longo do período experimental, entre as duas áreas de cultivo distintas. A análise foi conduzida com foco nas duas espécies *M. galloprovincialis* e *P. perna*. O uso de testes não paramétricos é justificável pela natureza dos dados, que não seguem uma distribuição normal, sendo, portanto, mais apropriados para capturar variações nos padrões de fixação de sementes sem suposições rígidas sobre a distribuição dos dados.

Para a comparação da fixação de sementes entre as áreas de cultivo e as duas espécies estudadas, foi utilizado o teste de *Wilcoxon-Wilson*, uma ferramenta eficaz para testar diferenças entre dois grupos independentes, sem a necessidade

de normalidade nos dados. Além disso, a correlação de *Spearman* foi aplicada para avaliar a relação entre as variáveis contínuas e a intensidade fixação de juvenis ao longo do período de estudo. Esses testes permitiram uma análise robusta e detalhada das diferenças e correlações entre as variáveis, proporcionando uma compreensão mais aprofundada dos fatores que influenciam o recrutamento de *Mytilus* e *Perna* nas condições experimentais estabelecidas. Para as análises estatísticas foram utilizado os software *Statistica STATSOFT* e *Sigmaplot*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados

Durante o experimento de assentamento larval em campo, foram observadas as presenças de ambas as espécies de mexilhões, juntamente com outros invertebrados bênticos colonizando os coletores no decorrer dos 6 meses de experimento. Dentre os principais grupo de invertebrados que foram observados colonizando os coletores, destacam-se outras espécies de moluscos bivalves como ostras e berbigões (*almei-
jas*), moluscos gastrópodes, briozoários, hidrozoários, esponjas e pequenos crustáceos.

Nas 42 amostras obtidas no decorrer do experimento foram contabilizados 46.230 organismos, sendo 44.302 mexilhões (*Perna* e *Mytilus*). A quantidade média de indivíduos de cada espécie ao longo do período de experimento (Figura 8) foi similar não demonstrado diferença significativa ($Z=1,834464$; $p=0,066586$) no assentamento entre as espécies, indicando que tanto o *P. perna* como o *M. galloprovincialis* recrutam simultaneamente e aparentemente coexistindo em igual proporção.

No primeiro mês o mexilhão *Perna perna* apresentou um recrutamento médio de $50 \pm 41,71$ indivíduos por coletor em seis das 7 áreas, enquanto que o *M. galloprovincialis* apresentava apenas $7,86 \pm 8,37$ indivíduos por coletor em 4 das 7 áreas. No segundo mês, o *M. galloprovincialis* se destaca sendo puxado pelo valor observado em uma das áreas do conjunto do Canto Grande (1.105 indivíduos), elevando o valor da média para $175,71 \pm 265,51$. Neste período o *P. perna* demonstrou um bom recrutamento ($126,71 \pm 67,96$) com destaque para a mesma área de intenso recrutamento do *M. galloprovincialis*.

Na metade do experimento (terceiro mês) os valores médios de indivíduos por coletor dobra sendo o conjunto de área do Canto Grande responsável pelo incremento para ambas as espécies ($331,86 \pm 284,12$ para *P. perna* e $329,86 \pm 244,45$ para *M. galloprovincialis*). No quarto mês a quantidade de indivíduos de *M. galloprovincialis* dobra novamente alcançado a média de $802,85 \pm 620,41$, enquanto que o *P. perna* apresentou apenas $580,43 \pm 552,20$ indivíduos. Cabe destacar que neste período começaram a ocorrer eventos meteorológicos de maior energia (frentes frias e ressacas) que danificaram duas das 7 áreas do experimento. No penúltimo mês (quinto) o padrão de média se repete com os maiores recrutamentos de indivíduos ocorrendo no conjunto de áreas do Canto Grande e com a prevalência do mexilhão exótico sobre o nativo (*M. galloprovincialis*: $813,43 \pm 579,35$; *P. perna*: $604,14 \pm 553,31$). No sexto mês ambas as espécies continuaram apresentando valores crescentes de indivíduos recrutando

e se desenvolvendo com valores médios por coletor de $1374,43 \pm 917,63$ para o *M. galloprovincialis* e $1131,57 \pm 874,24$ para *P. perna*.

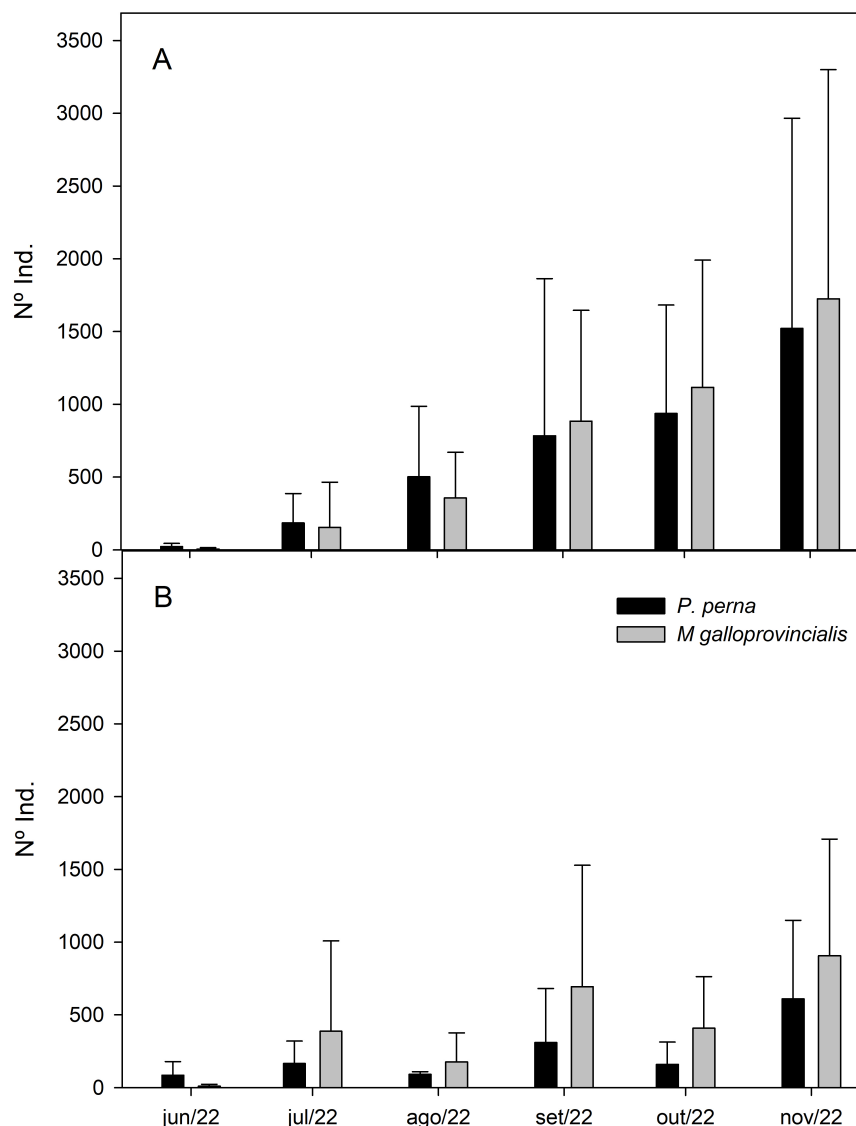


Figura 8 – Média e desvio padrão da quantidade de indivíduos de cada espécie (barras pretas: *Perna perna*; barras cinzas: *Mytilus galloprovincialis*), assentados nos coletores ao longo do período de experimento. A) localidade do Canto Grande e B) localidade de Zimbros.

Somente no primeiro mês houve a predominância da espécie *P. perna* nos coletores, com o *M. galloprovincialis* apresentando uma leve dominância nos demais meses. Este fato permite inferir que o *M. galloprovincialis* demonstra uma melhor performance de desenvolvimento (estabelecimento, crescimento e sobrevivência) nos primeiros meses de fixação nos coletores, indicando que imprimem uma pressão sobre a espécie nativa (*P. perna*). É importante salientar que desde a primeira vez o padrão de crescimento para ambas espécies foi contínua demonstrado no comportamento de

recrutamento bem definido o que evidencia a disponibilidade de larvas para assentamento durante todo o período de experimento.

Mesmo com a pressão competitiva, o *P. perna* demonstrou recrutar concomitantemente com a espécie exótica. Esta relação ecológica interespecífica pode ser harmônica, que neste estudo indicam ser do tipo protocooperação. Entre os conjuntos de áreas de produção (Figura 9) não foram observadas diferenças significativas no assentamento entre as espécies de mexilhão (Pp: $Z=0,82$, $p=0,408$; Mg: $Z=0,33$, $p=0,741$), embora na localidade do Canto Grande o assentamento foi visualmente maior do que Zimbros.

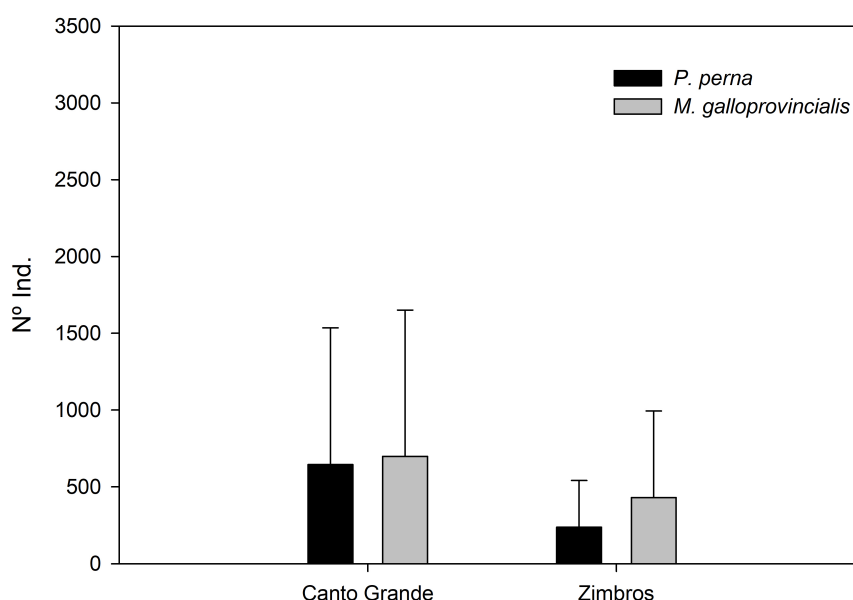


Figura 9 – Média e desvio padrão da quantidade de indivíduos que assentaram nos coletores, por espécie (barras pretas: *Perna perna*; barras cinzas: *Mytilus galloprovincialis*), cada conjunto de áreas de produção ao longo do período de experimento.

No conjunto de áreas de Zimbros o recrutamento do mexilhão nativo foi menor, porém não significativo ($F= 3,46$; $p=0,070$) que a espécie exótica, enquanto que no Canto Grande ambas as espécies recrutaram de forma equivalente. Isto pode estar relacionado com a localização espacial das áreas de produção na porção norte da Baía de Tijucas, formada pela consolidação da barreira arenosa que ligou-se a uma ilha, formando um enseada semi-fechada onde ambas as localidades se estabeleceram. (figura 6) e com os aspectos hidrodinâmicos similares.

Podemos destacar também que o conjunto de áreas do Zimbros está mais exposta a influência de eventos meteorológicos e oceanográficos como ressaca e

sistemas frontais que colocaram os coletores e os organismos ali fixados em uma condição ambiental mais severa.

A classe de tamanho com maior quantidade observada no decorrer dos 6 meses de experimento foram os indivíduos com tamanho inferior a 1 cm, com predomínio da espécie exótica a partir do quarto mês na localidade do Canto Grande (Fig 10-A) e do segundo mês em Zimbros (Fig 10-B). Na classe maior que 1 cm e inferior a 3 cm e na classe superior a 3 cm houve predominância da espécie nativa em ambas as localidades (REF).

No início do experimento a espécie *P. perna* assentou maior quantidade tanto na localidade do Canto Grande ($22,75 \pm 21,59$) como em Zimbros ($86,33 \pm 93,36$). Neste período não foi observada a presença das demais classes de tamanho (+1 e +3 cm) em nenhuma localidade. No segundo mês, a presença de organismos menores que 1 cm aumentou para a ordem de centenas de indivíduos com expressivo incremento da espécie *M. galloprovincialis* na localidade de Zimbros ($384,67 \pm 622,96$), enquanto que na localidade do Canto Grande o assentamento de ambas as espécies foi igual ao mês anterior com o *P. perna* mantendo a dominância ($87,00 \pm 44,52$). Ainda no segundo mês, a quantidade média de indivíduos com tamanho maior que 1 cm, e maior que 3 cm de ambas as espécies começaram a ser observados, com destaque para a localidade de Zimbros. Isto pode indicar o sucesso no recrutamento de alguns indivíduos.

No terceiro mês, a quantidade média de indivíduos menores que 1 cm na localidade do Canto Grande, aumentou expressivamente com valores de $495,50 \pm 398,83$ e $438,75 \pm 305,16$ (*P. perna* e *M. galloprovincialis*). Em Zimbros a quantidade média de *P. perna* diminuiu ($77,33 \pm 8,02$), e de *M. galloprovincialis* ($167,33 \pm 201,08$). A quantidade média de indivíduos maiores que 1 e 3 cm continuou com o mesmo padrão observado entre o mês 1 e 2, indicando que as condições para o recrutamento e o desenvolvimento dos organismos continuaram favoráveis.

A partir do quarto mês de experimento a quantidade média de indivíduos de ambas as espécies começou a estabilizar em relação à classe de tamanho inferior à 1 cm, tanto no Canto Grande como em Zimbros. No entanto, as classes maiores de 1 e 3 cm continuaram aumentando em proporções equivalentes entre as espécies, e indicam um período de intenso recrutamento. Este cenário se manteve durante o 5º mês de experimento.

No último mês observou-se um ligeiro incremento na quantidade média

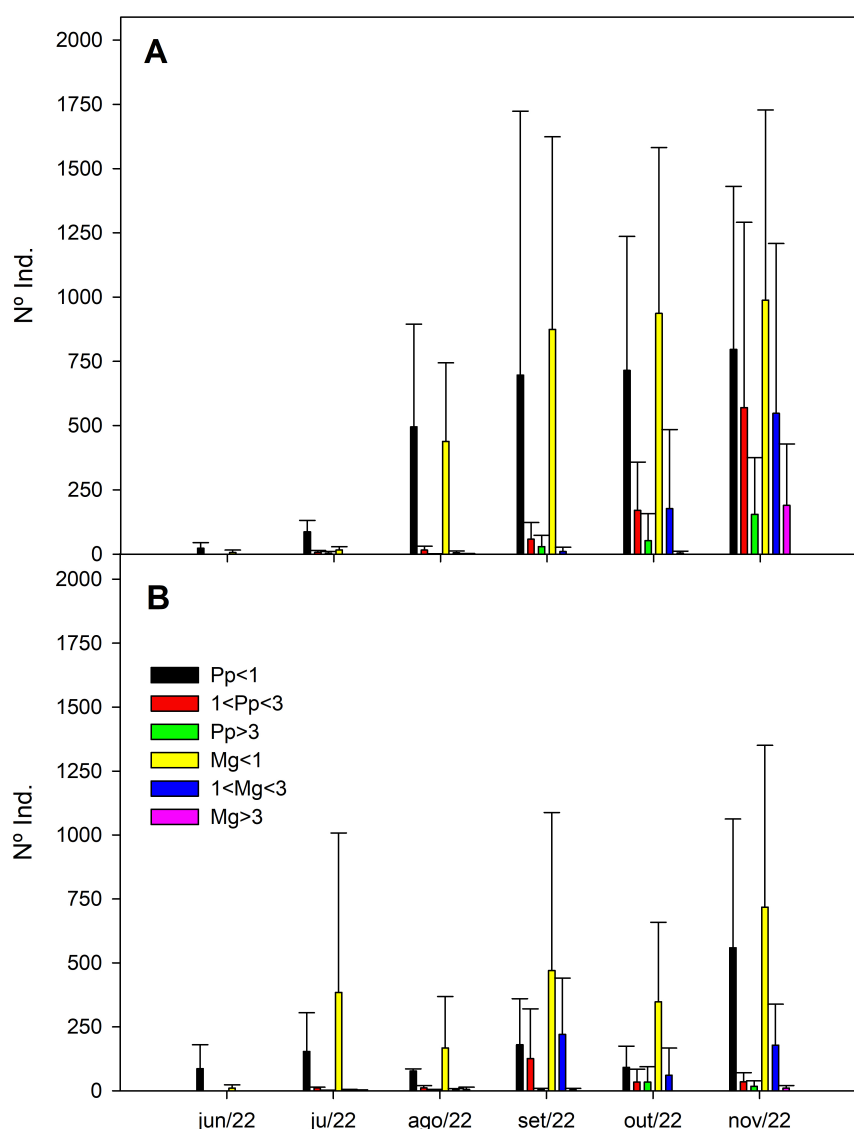


Figura 10 – Média e desvio padrão da quantidade de indivíduos que assentaram nos coletores, classificadas por tamanho (Pp<1: *Perna perna* menor que 1 cm; 1<Pp<3: *Perna perna* entre 1 e 3 cm; Pp>3: *Perna perna* maior que 3 cm; Mg<1: *Mytilus galloprovincialis* menor que 1 cm; 1<Mg<3: *Mytilus galloprovincialis* entre 1 e 3 cm; Mg>3: *Mytilus galloprovincialis* maior que 3 cm), em cada conjunto de áreas de produção (A: Canto Grande; B: Zimbros) ao longo do período de experimento. A) localidade do Canto Grande e B) localidade de Zimbros.

de indivíduos menores que 1 cm (*P. perna*: 695 $\pm$ 548,95; *M. galloprovincialis*: 872,14 $\pm$ 654,30), com predomínio da espécie exótica tanto na localidade do Canto Grande como em Zimbros (987,75 $\pm$ 740,31 e 718 $\pm$ 632,35 respectivamente). Não foram observadas diferenças significativas entre a quantidade de indivíduos de cada espécie em cada classe de tamanho ao longo do experimento (Tabela 1), porém foram observadas diferenças entre as classes, com os indivíduos menores que 1 cm ocorrendo em quantidade muito superior às demais classes.

Tabela 1 – Teste de Wilcoxon comparando cada classe de tamanho de cada espécie ao longo do experimento. (Pp-1: *P. perna* menor que 1 cm; Pp+1: *P. perna* entre 1 e 3 cm; Pp+3: *P. perna* maior que 3 cm; Mg-1: *M. galloprovincialis* menor que 1 cm; Mg+1: *M. galloprovincialis* entre 1 e 3 cm; Mg+3: *M. galloprovincialis* maior que 3 cm). Nível de significância: $\alpha=0,05$

	N	T	Z	p-level
Pp -1 & Mg -1	42	233	1,34309	0,179244
Pp -1 & Mg +1	42	46,5	4,3978	0,000011
Pp -1 & Mg +3	42	0	5,15943	0,000000
Pp +1 & Mg -1	42	6,5	4,895785	0,000001
Pp +1 & Mg +1	42	168,5	0,785614	0,432094
Pp +1 & Mg +3	42	0	4,540725	0,000006
Pp +3 & Mg -1	42	0	4,93652	0,000001
Pp +3 & Mg +1	42	51	2,646101	0,008143
Pp +3 & Mg +3	42	51,5	1,480712	0,138684

O recrutamento de ambas as espécies de mexilhões não demonstrou que estas estejam competindo diretamente, mas co-ocorrendo de forma integrada, o que pode estar ocasionando a produção e a comercialização conjunta de duas espécies diferentes. Sabendo que o *M. galloprovincialis* representa uma espécie exótica, com recente aparecimento nos parques aquícolas catarinenses (Lins et al., 2021) e considerando as possíveis vias de introdução e dispersão deste organismo, buscamos avaliar a contribuição dos fatores meteorológicos e oceanográficos que poderiam estar criando condições ambientais favoráveis ao estabelecimento desta espécie, uma vez que esta tenha sido introduzida.

Neste sentido, nem o aporte continental, associado com a pluviosidade, nem a temperatura do ar e as condições de vento, indicaram uma relação direta e expressiva no assentamento e no recrutamento de ambas as espécies (Anexo A). A salinidade, que indica a presença da contra corrente costeira da água da pluma do prata, foi observada, não indicando a relação entre a presença dessa massa d'água com a ocorrência da espécie exótica na região. A temperatura da água demonstrou uma relação inversa significativa com os indivíduos de *P. perna* na classe de tamanho maior que 1 cm e maior que 3 cm ($r = -0.36$; $p = 0,032$ e $r = -0.38$; $p = 0,026$ respectivamente), indicando que águas mais frias favorecem o recrutamento e o desenvolvimento desta espécie.

As condições atmosféricas (meteorológicas) não mostram muita relação e somente a TSM mostra relação negativa com o *P. perna* (águas mais frias favorecem o recrutamento). Mas a salinidade não demonstra relação com a espécie exótica, por tanto pela presença das matérias particuladas e os aportes continentais nas regiões costeiras influência negativamente TSM não favorece o acoplamento das águas da pluma do prata pela ferramenta.

A temperatura da água do mar refletiu o comportamento sazonal de queda na temperatura do outono para o inverno com subsequente elevação na primavera. A salinidade apresentou uma média de $33.6 \pm 1,88$ PSU, com uma expressiva redução no inverno, associada com o menor valor de temperatura da água (Figura 11), podendo indicar a influência da água da pluma do Prata, fator oceanográfico de maior escala agindo na região.

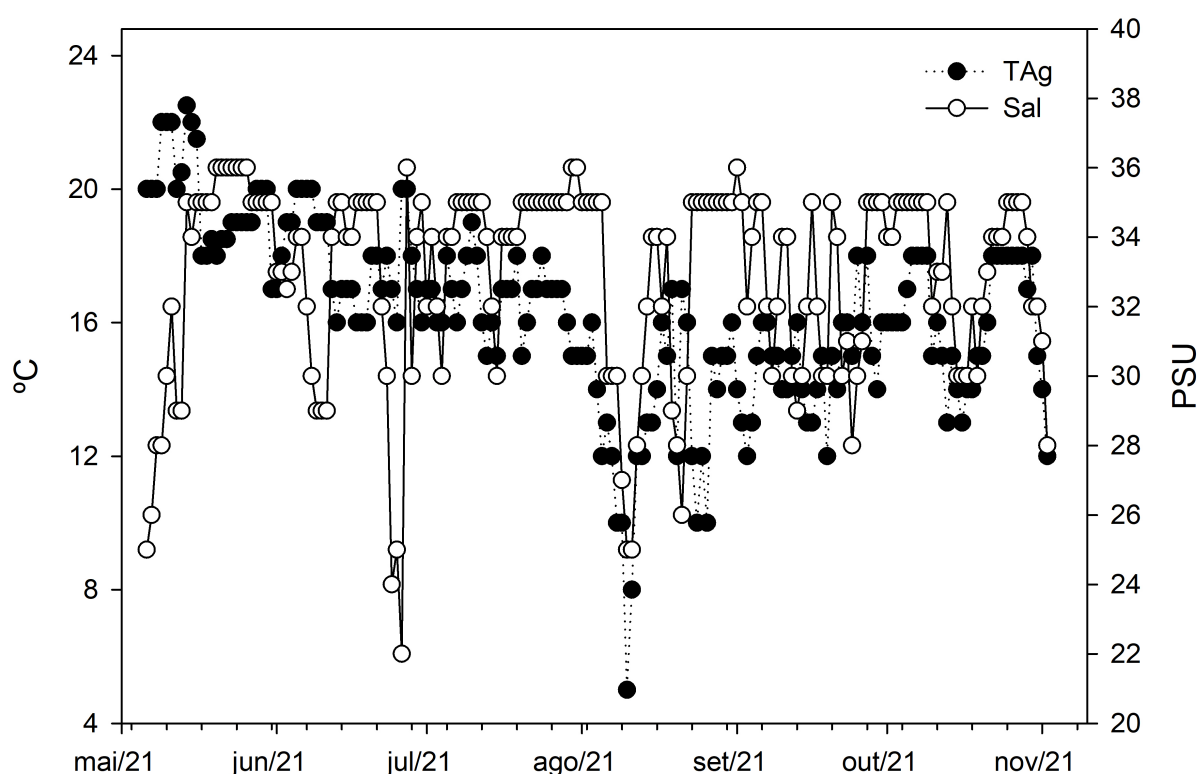


Figura 11 – Valores de temperatura da água (círculos pretos) e de salinidade (círculos brancos) registrados na área de estudo ao longo do período de experimento.

A temperatura da água do mar refletiu o comportamento sazonal de queda na temperatura do outono para o inverno com subsequente elevação na primavera. A salinidade apresentou uma média de $33.6 \pm 1,88$ PSU, com uma expressiva redução no inverno, associada com o menor valor de temperatura da água (Figura 11), podendo indicar a influência da água da pluma do Prata, fator oceanográfico de maior escala agindo na região.

4.2 Discussão

Durante todo o desenvolvimento deste estudo verificamos que ambas as espécies de mexilhões coexistem com evidente recrutamento em todos os meses do final do outono até a primavera com um padrão de assentamento e recrutamento parcelado. Sendo o Estado de Santa Catarina o principal produtor de mexilhões do Brasil, este fato pode representar uma ameaça, com também uma oportunidade ao setor produtivo, visto que a espécie exótica consiste em um organismo produzido e comercializado no mundo todo (Curpan et al., 2022) e que até o presente momento não demonstra estar interferindo negativamente no desenvolvimento da espécie nativa.

Ao avaliarmos as hipótese proposta podemos afirmar que não houve diferença na densidade de ocupação (povoamento) no período de experimento, para ambos os organismos. Nos costões rochosos da califórnia o crescimento de *Mytilus galloprovincialis* domina a zona intertidal ocupando o substrato disponível, interagindo com a comunidade bêntica, podendo inclusive sufocar concorrentes, demonstrando ser um poderoso competidor intra e inter específico (South, 2016).

O recrutamento e o crescimento bem sucedido de ambas as espécies no sistema de cultivo, com uma correlação muito forte ($r=0.89$; $p=00,000$), remete a presumir que as larvas que se encontram no plâncton possuem uma farta disponibilidade de alimento (seston) e refletem as condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da aquicultura marinha no litoral de Santa Catarina (Proença, 2002; Marenzi & Branco, 2005).

Conforme demonstrado por Diz & Skibinski (2024), as larvas dos bivalves se dispersam através das correntes marinhas, principalmente aquelas induzidas pelo vento e tendem a recrutar em um raio de aproximadamente 5 km, com uma concentração expressiva nos primeiros 100 metros de distância do banco genético. Considerando a distância entre os conjuntos de áreas do Canto Grande e de Zimbros (2,25 Km) é possível presumir que a origem das larvas que estão recrutando nos coletores, de ambas as áreas, são de organismos que já estão estabelecidos nos ambientes marinhos costeiros adjacentes.

Em 2017, a Epagri realizou um levantamento em 60 fazendas de mexilhões no município de Bombinhas. Em cada fazenda foi colhida uma amostra com todos os mexilhões presentes em uma seção de 33 cm de um cabo de cultivo de mexilhões. Esse estudo constatou uma proporção de 69% de *Mytilus* nos cultivos (SANTOS et al., 2019). Outro estudo foi realizado em 2022 na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina,

região que respondia por 60% da produção de mexilhão em Santa Catarina naquele ano (Suplicy, 2022).

Cabe destacar que a cada mês um metro do cabo coletor era raspado para remoção dos indivíduos para compor a amostra e o cabo ficava “limpo” oportunizando novos espaços para o assentamento de novas larvas e para o processo de migração lateral das populações que estavam no metrô adjacente. Entre 1° a 4° mês foi observada a presença de peixes como o Marimbá (*Diplodus argenteus*), e o peixe porco (*Balistes capriscus*) espécies que alimentam-se de mexilhões que estão em fases iniciais de desenvolvimento, podendo ter uma influência nos resultados.

É importante destacar também que o tipo de coletor de sementes (pós-larva) contribui para a seletividade de organismos que vão assentar e se estabelecer no substrato, além do aspecto ecológico (Skelton & Jeffs, 2020). Os coletores de sementes, em geral, são confeccionados com cabos sintéticos, multifilamento torcidos com alma, sendo compostos por 3 a 4 camadas além da alma. Foi observado que organismos bentônicos sésseis ou perfurantes ocupam as camadas mais internas do cabo próximo a sua alma (coletor), enquanto que os bivalves (ostras e mexilhões) ocupam as camadas mais externas do cabo.

Shinen & Morgan (2009) realizaram um estudo sobre o mecanismos de competição entre mexilhões nativos e invasores e verificaram que na hierarquia competitiva o *M. galloprovincialis* cresceu 10 vezes mais rápido que qualquer uma das duas espécies nativas de mexilhões e sugerem que este mexilhão seja o competidor dominante em uma hierarquia competitiva limitada no espaço. Suplicy (2022), avaliou a ocorrência de *M. galloprovincialis* em 20 área de cultivo de moluscos em Bombinhas, e observou que 14 áreas avaliadas apresentaram uma proporção *Mytilus:Perna* de 50% com algumas apresentando 80% de dominância do *M. galloprovincialis*. Este estudo relata ainda que os meses com maior temperatura da água registraram as menores ocorrências da espécie exótica.

Na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina o levantamento envolveu oito pontos de amostragem em fazendas de mexilhões, três no município de Florianópolis e cinco no de Palhoça. Em cada fazenda foram colhidas três amostras com todos os mexilhões presentes em uma seção de 33 cm de um cabo de cultivo. Esse levantamento constatou fazendas com proporções de 11,2% a 77,4% da espécie invasora em seus cultivos, com uma média de 40%. Embora exemplares de até 10 cm de altura fossem encontrados, a maioria dos mexilhões da espécie *M. galloprovincialis* não passava de 6 cm. O

percentual de 42% (± 28) da frequência do mexilhão invasor nas amostras de Palhoça é maior do que o percentual de 36% (± 4) observado nas fazendas analisadas em Florianópolis (Suplicy, 2022).

Os efeitos da temperatura da água nas taxas fisiológicas dos bivalves mostram que os mexilhões sobrevivem na faixa de temperatura de 3 a 25 °C, com a mortalidade de indivíduos a partir de 30 °C (Marenzi & Branco, 2005; Azpeitia et al., 2019; Oyarzún et al., 2024). Nosso experimento mostrou que a sobrevivência de ambas as espécies de mexilhões e seu recrutamento em condições que não ultrapassaram 30 °C sugerindo que o *M. galloprovincialis* encontra na região de Bombinhas condições de temperatura da água favoráveis para se estabelecer.

Contudo é importante destacar que em nosso estudo não encontramos correspondência com a temperatura da água e/ou com a salinidade sobre a espécies de mexilhões, pelo simples fato de que estes fatores condicionantes atuam em uma escala de tempo distinta da abordagem do experimento que foi conduzido. No entanto, alguns aspectos merecem atenção como a localização dos conjuntos de áreas de cultivo, e o posicionamento da área específica dentro do conjunto de áreas, o que pode ter influenciado na variabilidade dos resultados.

O valor de temperatura da água mais baixo observado foi de 13 °C no mesmo período em que a salinidade reduziu para 29 PSU, indicando uma mudança das condições ambientais na região. Canto Grande e Zimbros, recebem influência direta da descarga do rio Tijucas, aportando sedimentos, nutrientes e matéria orgânica que contribuem para a manutenção dos elevados índices de produção primária (Proença, 2002). Esse aporte de água continental associada com a circulação costeira, condicionam a estrutura termohalina nas águas costeiras da região, sendo caracterizada pela presença da água costeira com influência tropical nos meses quentes e pela intrusão das águas frias de baixa salinidade nos meses frios (Carvalho et al., 1998).

A estrutura de massas d'água no litoral de Santa Catarina apresenta um perfil de estratificação vertical e horizontal durante as estações quente e fria, com a Água Costeira dominando a plataforma interna nas camadas mais superficiais, enquanto a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) ocupa as camadas rente ao fundo junto a quebra da plataforma (Schettini et al., 2005). Eventualmente, a ACAS pode aflorar junto à costa, promovendo momentos de ressurgência que podem ocorrer como uma frente horizontal costeira (Lima et al., 1996; Piola et al., 2008), ou pontual associado com a morfologia da linha de costa (Alves et al., 2004).

A água costeira influencia a região de estudo reduzindo a salinidade e elevando o material particulado em suspensão. No entanto, eventos oceanográficos de mesoescala podem modificar significativamente as condições da água costeira no litoral sul e sudeste do Brasil. Durante o outono e o inverno, associado com a dinâmica de massas d'água do sistema Brazil-Malvinas, uma intrusão de água fria e muito produtiva avança junto ao litoral sul do Brasil dominando a estrutura vertical da água costeira (Bianchi et al., 2002; Piola et al., 2018). Denominada de Água da Pluma do Prata (APP), essa massa d'água sazonal, está associada com alterações abruptas das características físico-químicas da água e modificando a comunidade do plâncton.

A incursão da APP no litoral Sul e Sudeste do Brasil está associada com a ocorrência de florações de algas nocivas (FANs) e com a contaminação de moluscos bivalves por biotoxinas produzidas por microalgas como o ácido ocadaico (Alves et al., 2018; Vianna et al., 2023). Em 2007, a APP foi associada com o primeiro grande evento de FAN em Santa Catarina (Proença et al., 2007), ocasionando a primeira interdição oficial da retirada e comercialização de moluscos bivalves de cultivo no Brasil (de Souza et al., 2023). Neste mesmo ano, foram relatados os primeiros casos de recrutamento de *M. galloprovincialis* nos cultivos catarinenses (Suplicy, 2020). Acredita-se que a dispersão e invasão do mexilhão *M. galloprovincialis* no litoral de Santa Catarina possa estar relacionada com esse mecanismo de transporte.

As consequências da mudança climática nos ecossistemas marinhos representam um grande desafio para a ciência e para a sociedade. Uma das principais ameaças está relacionada com a invasão de espécies exóticas ocasionando profundas mudanças na estrutura das comunidades aquáticas devido à sua capacidade de superar as espécies autóctones (Henriques & Casarini, 2009). Além da dispersão de espécies exóticas promovidas pela ação antrópica (água de lastro e introdução incidental), invernos mais quentes e ondas de calor tendem a favorecer a expansão de espécies de água quente para latitudes mais altas. As pressões humanas combinadas com as alterações climáticas para causar mudanças em diferentes habitats, implicando em uma homogeneização biótica com redução da diversidade (Franco et al., 2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atual distribuição global e o sucesso invasivo de *M. galloprovincialis* sugerem que ele pode ser o mais fisiologicamente adaptável dos congêneres de *Mytilus* e que pode ter menos limitações fisiológicas para expansão de alcance para sua adaptação. Como observado neste estudo o período de recrutamentos ocorreu durante 6 meses e percebemos a presença muito expressiva do *M. galloprovincialis* assim como *Perna perna* demonstrando a coexistência de ambas as espécie nas áreas de cultivo de moluscos do Litoral Norte de Santa Catarina.

Neste estudo observamos o recrutando de ambas as espécies em todo período, demonstrando que as condições ambientais são favoráveis para produção dos mesmos. No entanto por se tratar de duas espécies diferentes, há a necessidade de distingui-las na cadeia econômica e produtiva. Destaca-se que a diversificação da oferta de produção pode ser benéfica para o setor produtivo, considerando a oferta de mais uma possibilidade de produto, neste caso o *Mytilus galloprovincialis* que é consumido mundialmente.

É importante ressaltar que todas as demais interações que não positivas para o ambiente podem trazer num futuro a perdas genéticas ou homogeneidade especial. Contudo deve-se aproveitar a oportunidade para diversificar a produção e oferecer um novo produto gerando renda e inibindo o preconceito sobre a mesma, diversificando a produção e aumentando o lucro dos produtores locais.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestões de futuros estudos destaco:

- Monitoramento contínuos sobre as espécies que estão recrutando no litoral de Santa Catarina com avaliação sobre os cenários das mudanças climática e todos os demais fatores;
- Análise genética da espécie com uma análise preditiva de componentes para avaliar os cenários populacional;
- Análise com os componentes oceanográficas para avaliação do meio ambiente e suas dispersões e propagações sobre as influências meteoceanográficas nas regiões.
- Averiguar a ocorrência do *Mytilus* em bancos naturais nas regiões onde ocorre o assentamento dos coletores.

6 PRODUTOS ACADÊMICOS, TÉCNICOS E TECNOLÓGICOS

6.1 Produção acadêmica:

Resumo expandido publicado na revista Estrabão

Silva, L., Alves, T., Sanches, S., 2021. Variações temporais no assentamento do mexilhão *mytilus galloprovincialis* em coletores artificiais dispostos em áreas de cultivo na enseada de Zimbros, Bombinhas – Santa Catarina. Estrabão 2, 192–196. <https://doi.org/10.53455/re.v2i.46>

Submissão do artigo “CAPTAÇÃO DE SEMENTES DO MEXILHÃO *Mytilus galloprovincialis* EM COLETORES ARTIFICIAIS DISPOSTOS EM ÁREAS DE CULTIVOS EM BOMBINHAS, SANTA CATARINA.”, classificada como Qualis B4, na área da mãe das Ciências Agrária I.

<https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/index>

6.2 Produto Técnico e tecnológico

MEXILHÃO PERNA PERNA

O mexilhão Perna perna é uma espécie comum na costa brasileira, ocorrendo desde a Venezuela até o Uruguai, sendo muito abundante entre o Rio de Janeiro e Santa Catarina. Esta distribuição pode ser explicada geograficamente, em especial pela barreira da temperatura.

Toda a área de distribuição biogeográfica da espécie é delimitada por barreiras, que podem ser físicas, como grandes distâncias e grandes profundidades, ou ecológicas, quando são considerados fatores bióticos e abióticos.

Dentre os fatores bióticos, pode-se destacar: alimentação, predadores, competidores, parasitas, todos interagindo ao mesmo tempo. A temperatura é o fator ambiental abiótico que mais varia no mar, sendo inversamente proporcional à profundidade e à latitude.

Também é o fator mais importante como barreira para a distribuição das espécies, por apresentar envolvimento direto nos processos fisiológicos básicos dos animais marinhos, principalmente na reprodução. Dentro dos limites de sua tolerância térmica, uma espécie só será encontrada, desde que as outras exigências como salinidade, substrato, etc., atendam as mínimas condições de sua sobrevivência (Suplicy, 2016).



HISTÓRICO DA MARICULTURA

No município de Bombinhas-SC a maricultura já representou a principal atividade econômica, iniciada na década de 90 contribuiu para diminuir a pressão sobre os estoques pesqueiros e estabilizou economicamente as famílias gerando nova alternativa de renda. Os dados estatísticos mostram que a produção de mexilhões passou de 281 toneladas em 1993 para cerca de 1.200 toneladas em 2021 (CEDAP/EPAGRI, 2024).

O principal parque aquícola de Bombinhas encontra-se na Enseada de Zimbros, dentro da Baía de Tijucas e possui dois conjuntos de áreas: uma pertencente ao Bairro de Zimbros e outra pertencente ao Bairro de Canto Grande.

Os cultivos são administrados por aproximadamente 80 famílias que tradicionalmente têm no mar a sua principal fonte de renda. Dentre as espécies cultivadas no parque aquícola Bombinhas, o mexilhão Perna perna, popularmente chamado de “marisco”, representa o principal organismo cultivado.



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina IFSC
Mestrado Profissional em Clima e Ambiente
Produto técnico

Guia de Identificação



Leandro Silva
<https://bio.link/ocleandro>

MEXILHÃO MYTILUS GALLOPROVINCIALIS

O mexilhão *Mytilus galloprovincialis*, também conhecido como mexilhão mediterrânico, é uma espécie bivalve amplamente distribuída em regiões costeiras do mundo. Ele é particularmente proeminente em áreas como o Mediterrâneo e o Atlântico Norte, mas também é encontrado no Atlântico Sul, onde coloniza habitats rochosos, molhes de portos, estuários e áreas costeiras protegidas.

O *M. galloprovincialis* possui a concha embora alongada é mais arredondada que a concha do *P. perna*, com coloração variando de azul-esverdeado a marrom, muitas vezes com faixas mais claras. Internamente, suas conchas são peroladas, com algumas linhas de crescimento, superfície interna lisa, nacarada e a carne geralmente comestível, sendo uma fonte importante de alimento em várias culturas.

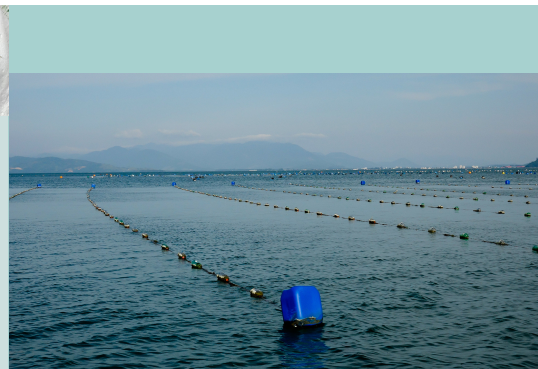
Ele tende a crescer até 15 cm, embora seu tamanho comercial seja em torno de 5-8 cm na região. Sua alimentação se dá por filtração ingerindo uma ampla gama de organismos planctônicos.

Esta espécie prefere água em movimento rápido, livre de sedimentos e prospera em regiões ricas em nutrientes. Mexilhões adultos geram gametas e sua reprodução ocorre de forma simultânea, onde machos e fêmeas desovam simultaneamente. Apresentam alta fecundidade e desova no período de incremento da temperatura da água, na transição inverno-verão.



DIFERENÇA DOS MEXILHÕES

Característica	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	<i>Perna perna</i>
Cor da concha	Azul	Marron
Gônadas	Amarelo e branco	Laranja e branco
Tamanho	Menor chegando na médio 7cm	Média 11cm
Bisso	Fraco	Forte
Formato	Mais Arredondado	Mais Alongado
Foto		



Referencias

CEDAP/EPAGRI. InfoAgro - Produção do Moluscos em Santa Catarina. Disponível em: <<https://cedap.epagri.sc.gov.br/index.php/estudos/>>.

SUPLICY, F. M. **Densidade e produtividade no cultivo de mexilhões.** [s.l.: s.n.].

_____. **Cultivo de mexilhões.** Florianópolis - Brasil: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S/A, 2016.

Apoio
patrocínio



REFERÊNCIAS

- Agro, O. (2025). *Observatório agro*. <https://www.observatorioagro.sc.gov.br/>. Acesso em: 06 jan. 2025 19, 20, 21
- Alves, E., Rodrigues, S. D. A., Pezzuto, P. R., & Shimizu, G. (2004). Caracterização Ambiental da Porção Subaérea de Praias Arenosas Expostas com Diferentes Características Morfodinâmicas no Litoral Centro-Norte de Santa Catarina, Brasil. *Notas Técnicas da Facimar*, 8, 1–24. 43
- Alves, T. P., Schramm, M. A., Proença, L. A., Pinto, T. O., & Mafra, L. L. (2018). Interannual variability in *Dinophysis* spp. abundance and toxin accumulation in farmed mussels (*Perna perna*) in a subtropical estuary. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(6). <https://doi.org/10.1007/s10661-018-6699-y> 44
- Azpeitia, K., Rodríguez-Ezpeleta, N., & Mendiola, D. (2019). Settlement and recruitment pattern variability of the mussel *Mytilus galloprovincialis* Lmk. from SE Bay of Biscay (Basque Country). *Regional Studies in Marine Science*, 27, 100523. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100523> 24, 43
- Beduschi, P., Melo, C. M. R., & Ferreira, J. F. (2009). The influence of techniques of larvae rearing and seed collectors on the survival rate and recovery efficiency of the brown mussel *perna perna* (L.) in laboratory. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(1), 145–152. 23
- Bianchi, A. A., Piola, A. R., & Collino, G. J. (2002). Evidence of double diffusion in the Brazil-Malvinas Confluence. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 49(1), 41–52. [https://doi.org/10.1016/S0967-0637\(01\)00039-5](https://doi.org/10.1016/S0967-0637(01)00039-5) 44
- Botelho, M. J., Vale, C., Marques, F., Moreirinha, C., Costa, S. T., Guilhermino, L., Joaquim, S., Matias, D., Candeias, M., & Rudnitskaya, A. (2023). One-year variation in quantity and properties of microplastics in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) and cockles (*Cerastoderma edule*) from Aveiro lagoon. *Environmental Pollution*, 333(January), 121949. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121949> 24
- Carvalho, J., Schettini, C., & Ribas, T. (1998). Estrutura Termohalina do Litoral Centro-Norte Catarinense. *Notas Técnicas da Facimar*, 2, 181–197. 43
- CEDAP/EPAGRI (2024). *InfoAgro - Produção do Moluscos em Santa Catarina*. <https://cedap.epagri.sc.gov.br/index.php/estudos/> 14, 20, 21, 22
- Curpan, A. S., Impellitteri, F., Plavan, G., Ciobica, A., & Faggio, C. (2022). Review: *Mytilus galloprovincialis*: An essential, low-cost model organism for the impact of

- xenobiotics on oxidative stress and public health. *Comparative Biochemistry and Physiology Part - C: Toxicology and Pharmacology*, 256(December 2021), 109302. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2022.109302> 41
- de Souza, R. V., Vianna, L. F. d. N., Schramm, M. A., & Pereira Alves, T. (2023). O que sabemos sobre florações de microalgas produtoras de toxinas em áreas de cultivo de moluscos em Santa Catarina. *Agropecuária Catarinense*, 36(3), 12–14. <https://doi.org/10.52945/rac.v36i3.1631> 44
- Diz, A. P. & Skibinski, D. O. (2024). Patterns of admixture and introgression in a mosaic *Mytilus galloprovincialis* and *Mytilus edulis* hybrid zone in SW England. *Molecular Ecology*, 33(3), 1–18. <https://doi.org/10.1111/mec.17233> 41
- El Mourabit, Y., Agnaou, M., Bergayou, H., Moukrim, A., & Ait Alla, A. (2023). Influence of wastewater treatment on the reproduction and growth of *Mytilus galloprovincialis* in Agadir's central Atlantic marine ecosystem, South Morocco. *Marine Pollution Bulletin*, 195(September), 115475. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115475> 24
- FAO (2024). *Fishery and Aquaculture Statistics – Yearbook 2021*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cc9523en> 9, 18, 19, 24
- Ferreira, J. F., Besen, K., Wormsbecher, A. G., dos Santos, R. F., Santos, R. F., & dos Santos, R. F. (2006). Physical-Chemical Parameters of Seawater Mollusc Culture Sites in Santa Catarina-Brazil. *Journal of Coastal Research*, SI 39(39), 1122–1126. <http://www.jstor.org/stable/25741758> 15, 23
- Ferreira, J. F. & Magalhães, A. R. M. (1997). *Mexilhões - Biologia e Cultivo*. Laboratório de Cultivo de Moluscos Marinhos - Universidade Federal de Santa Catarina. 22
- Ferreira, J. F. & Neto, F. M. d. O. (2007). Cultivo de Moluscos em Santa Catarina. *Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômicos*, (Chapter 10, 87–95). Museu Nacional. 15
- Franco, B. C., Defeo, O., Piola, A. R., Barreiro, M., Yang, H., Ortega, L., Gianelli, I., Castello, J. P., Vera, C., Buratti, C., Pájaro, M., Pezzi, L. P., & Möller, O. O. (2020). Climate change impacts on the atmospheric circulation, ocean, and fisheries in the southwest South Atlantic Ocean: a review. *Climatic Change*, 162(4), 2359–2377. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02783-6> 44
- Galvani, E. & Azevedo, T. R. d. (2003). A frente polar atlântica e as características de tempo associadas: estudo de caso. *Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada*. 27

- Hanekom, N. (2008). Invasion of an indigenous perna perna mussel bed on the south coast of south africa by an alien mussel mytilus galloprovincialis and its effect on the associated fauna. *Biological Invasions*, 10, 233–244. 16
- Henriques, M. B. & Casarini, L. M. (2009). Avaliação do crescimento do mexilhão Perna perna e da espécie invasora Isognomon bicolor em banco natural da ilha das Palmas, baía de Santos, estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, 35(4), 577–586. <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/35{ }4{ }577-586.pdf> 44
- IBGE (2024). *Sidra: Banco de Tabelas Estatísticas*. <https://sidra.ibge.gov.br/home/ipca/brasil> 19
- Janah, H., Azirar, R., Aghzar, A., & Ouagajjou, Y. (2024). Effect of food strategy and stocking density on larval performance of captively reared Mytilus galloprovincialis . *E3S Web of Conferences*, 492, 02001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20244920200124>
- Lavrado, H. P. & et al. (2017). Comunidades bentônicas dos substratos inconsolidados da plataforma e talude continental da bacia de campos: uma visão integrada entre seus componentes e suas relações com o ambiente. *Ambiente Bentônico*. <https://doi.org/10.1016/b978-85-352-7263-5.50010-2>. Tradução 14
- Lima, I. D., a.E. Garcia, C., Möller, O. O., Garcia, C. A., & Möller, O. O. (1996). Ocean surface processes on the southern Brazilian shelf: characterization and seasonal variability. *Continental Shelf Research*, 16(10), 1307–1317. [https://doi.org/10.1016/0278-4343\(95\)00066-6](https://doi.org/10.1016/0278-4343(95)00066-6) 43
- Lins, D. M. & Rocha, R. M. (2022). Invasive species fouling Perna perna (Bivalvia: Mytilidae) mussel farms. *Marine Pollution Bulletin*, 181(December 2021), 113829. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113829> 22
- Lins, D. M., Zbawicka, M., Wenne, R., Poćwierz-Kotus, A., Molina, J. R., Alves, L. P., & Rocha, R. M. (2021). Ecology and genetics of Mytilus galloprovincialis: A threat to bivalve aquaculture in southern Brazil. *Aquaculture*, 540(April). <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736753> 16, 21, 24, 25, 39
- Manzoni, G. C. (2005). *Cultivo de Mexilhões Perna perna: Evolução da atividade no Brasil e avaliação econômica da realidade de Santa Catarina*. 23
- Marenzi, A. W. C. & Branco, J. O. (2005). O mexilhão Perna perna (Linnaeus) (Bivalvia, Mytilidae) em cultivo na Armação do Itapocoroy, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(2), 394–399. <https://doi.org/10.1590/s0101-81752005000200013> 14, 41, 43

- Marques, H. L. A., Pereira, R. T. L., & Correa, B. C. (1998). Seasonal variation in growth and yield of the brown mussel *perna perna* (L.) cultured in Ubatuba, Brazil. *Aquaculture*, 169, 263–273. 23
- Medeiros, R. P., Vizinho, S. C., Macedo, C. X., & Borges, J. C. (1997). Diagnóstico sócio-econômico e cultural nas comunidades pesqueiras artesanais do litoral centro-norte do Estado de Santa Catarina. *Notas Técnicas Da Facimar*, (1), 33–42. 26
- Monteiro, C. A. F. (1969). *A Frente Polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil: contribuição metodológica à análise rítmica os tipos de tempo no Brasil-nº1*. IG Série Teses e Monografias. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo. 26, 27
- Nimer, E. (1979). *Climatologia do Brasil*. Recursos naturais e meio ambiente. IBGE. 26, 28
- Novaes, A. L. T., de Andrade, G. J. P. O., Alonço, A. d. S., & Magalhães, A. R. M. (2019). Operational performance in aquaculture: A case study of the manual harvesting of cultivated mussels. *Aquacultural Engineering*, 84(December 2017), 67–79. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2018.12.006> 15, 21, 22
- Novaes, A. L. T., de Souza, R. V., & Giustina, E. G. D. (2016). Métodos para obtenção de sementes de mexilhões alternativos à retirada de bancos naturais Governador do Estado João Raimundo Colombo Vice-Governador do Estado. Technical report, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. www.epagri.sc.gov.br 21
- Novaes, A. L. T., Vianna, L. F. d. N., dos Santos, A. A., Silva, F. M., de Souza, R. V., dos Santos, A. A., Silva, F. M., & de Souza, R. V. (2011a). Regularização da atividade de maricultura no Estado de Santa Catarina. *Agropecuária Catarinense*, 24, 51–53. 14, 20
- Novaes, L. A. T., dos Santos, A. A., Silva, F. M., de Souza, R. V., & Breda, R. R. (2011b). Colheita mecanizada de mexilhões (*Perna perna* L .) engordados a partir de coletores artificiais de sementes. *Agropecuária Catarinense*, 24(2), 38–41. 14
- Oliveira, C. G. & de Quadro, M. F. L. (2024). Regionalização da precipitação e temperatura em Santa Catarina com dados de alta resolução temporal e espacial. *Revista Brasileira de Climatologia*, 35, 251–274. <https://doi.org/10.55761/abclima.v35i20.17652> 26
- Oliveira, R. D., de Quadro, M. F. L., Herdies, D. L., & Andrade, H. N. (2024). Seasonal climatology of cold fronts in south-central South America from an automated detection

- system. *Ciência e Natura*, 46, e85472. <https://doi.org/10.5902/2179460X85472> 26, 30
- Ostrensky, A., Pestana, D., Castilho, G. G., Borghetti, J. R., Pereira, L. Â., Chammas, M., Pie, M. R., Boscardin, N. R., Pilchowski, R. W., da Silva, U. A. T., & Boeger, W. A. (2008). *Aquicultura no Brasil: o desafio e crescer*. Ministério da Pesca e Aquicultura. 20
- Oyarzún, P. A., Toro, J. E., Nuñez, J. J., Ruiz-Tagle, G., & Gardner, J. P. (2024). The Mediterranean Mussel *Mytilus galloprovincialis* (Mollusca: Bivalvia) in Chile: Distribution and Genetic Structure of a Recently Introduced Invasive Marine Species. *Animals*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/ani14060823> 24, 43
- Paulilo, M. I. S. (2002). Maricultura e território em Santa Catarina - Brasil. *Geosul*, 17(34), 87–112. 14
- Pereira, L. A. & Rocha, R. M. D. (2015). a Maricultura E As Bases Econômicas, Social E Ambiental Que Determinam Seu Desenvolvimento E Sustentabilidade. *Ambiente & Sociedade*, 18(3), 41–54. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc622v1832015> 14, 20
- Pérez-Cebrecos, M., Berrojalbiz, X., Izagirre, U., & Ibarrola, I. (2023). Metabolic scaling variation as a constitutive adaptation to tide level in *Mytilus galloprovincialis*. *Frontiers in Marine Science*, 10(November), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1289443> 24
- Pierri, B. S., Fossari, T. D., & Magalhães, A. R. (2016). O mexilhão perna perna no Brasil: Nativo ou exótico? *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68(2), 404–414. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-8534> 15
- Piola, A. R., Möller, O. O., Guerrero, R. a., & Campos, E. J. D. (2008). Variability of the subtropical shelf front off eastern South America: Winter 2003 and summer 2004. *Continental Shelf Research*, 28(13), 1639–1648. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2008.03.013> 43
- Piola, A. R., Palma, E. D., Bianchi, A. A., Castro, B. M., Dottori, M., Guerrero, R. A., Marrari, M., Matano, R. P., Möller, O. O., & Saraceno, M. (2018). Physical oceanography of the SW Atlantic shelf: A review. *Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic: From the Subtropical to the Subantarctic Realm*, 37–56. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77869-3_2 15, 44
- Proença, L., Schramm, M., M.S.Tamanaha, & Alves, T. (2007). Diarrhoetic shellfish poisoning (DSP) outbreak in Subtropical Southwest Atlantic. *Harmful Algae News*, (33), 19–20. 44

- Proença, L. A. O. (2002). Clorofila a do fitoplâncton em seis enseadas utilizadas para o cultivo de moluscos bivalves no litoral de Santa Catarina. *Notas Técnicas da Facimar*, 6, 33–44. 41, 43
- Pugas, A. F., da Silva, A. P. B., da Silva, E. B., Roldão, H. P., de Quadro, M. F. L., Vitor, A., & Muza, M. N. (2024). Análise da variabilidade temporal de precipitação no Estado de Santa Catarina - Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, 34(February), 51–78. <https://doi.org/10.55761/abclima.v34i20.17164> 26, 30
- Rao, V. B., Cavalcanti, I. F., & Hada, K. (1996). Annual variation of rainfall over Brazil and water vapor characteristics over South America. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 101(21), 26539–26551. <https://doi.org/10.1029/96jd01936> 27
- Resgalla, C., Brasil, E. S., Laitano, K. S., & Filho, R. W. R. (2007). Physioecology of the mussel *Perna perna* (Mytilidae) in Southern Brazil. *Aquaculture*, 270(1-4), 464–474. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.05.019> 22, 25
- Resgalla, C., Brasil, E. S., & Salomão, L. C. (2006). Physiological rates in different classes of sizes of *Perna perna* (Linnaeus, 1758) submitted to experimental laboratory conditions. *Brazilian Journal of Biology*, 66(1 B), 325–336. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842006000200015> 23
- Rios, E., Silva, J., & Matthews, H. (1975). Moluscos marinhos de ampla distribuição latitudinal. *Acta Biológica Paranaense*, 4, 121–133. 15
- Rodrigues, A. M. T. (2007). *Diagnóstico da malacocultura catarinense em apoio à Gestão costeira: subsídios ao ordenamento da atividade, ordenamento pesqueiro, licenciamento ambiental e à autorização de uso do espaço físico marinho em águas de domínio da União*. Programa de pós-graduação em Engenharia Sanitária Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. 15
- Schettini, C. A. F., Resgalla Jr., C., Pereira Filho, J., Silva, M. A. C., Truccolo, E. C., & Rörig, L. R. (2005). Variabilidade temporal das características oceanográficas e ecológicas da região de influência fluvial do rio Itajaí-açu. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 9(2), 93. <https://doi.org/10.14210/bjast.v9n2.p93-102> 30, 43
- Seed, R. & Suchanek, T. (1992). The mussel *mytilus*: Ecology, physiology, genetics and culture. *Dev Aquac Fish Sci*, 25, 87–157. 25
- Shi, H., Zheng, W., Zhang, X., Zhu, M., & Ding, D. (2013). Ecological-economic assessment of monoculture and integrated multi-trophic aquaculture in Sanggou Bay of China. *Aquaculture*, 410-411, 172–178. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2013.06.033> 22

- Shinen, J. S. & Morgan, S. G. (2009). Mechanisms of invasion resistance: competition among intertidal mussels promotes establishment of invasive species and displacement of native species. *Marine Ecology Progress Series*, 383(Levine 2000), 187–197. <https://doi.org/10.3354/meps07982> 42
- Skelton, B. M. & Jeffs, A. G. (2020). The importance of physical characteristics of settlement substrate to the retention and fine-scale movements of *Perna canaliculus* spat in suspended longline aquaculture. *Aquaculture*, 521(October 2019). <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735054> 42
- South, P. M. (2016). An experimental assessment of measures of mussel settlement: Effects of temporal, procedural and spatial variations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 482, 64–74. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2016.05.002> 14, 41
- Souza, R. V., da Silva, B. C., & Novaes, L. A. T. (2022). A aquicultura de Santa Catarina em números. Technical report, EPAGRI. 21
- Suplicy, F. M. (2016). *Densidade e produtividade no cultivo de mexilhões*, volume 1. 23
- Suplicy, F. M. (2017). *Cultivo de mexilhões*. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. 20, 22, 25
- Suplicy, F. M. (2020). A review of the multiple benefits of mussel farming. *Reviews in Aquaculture*, 12(1), 204–223. <https://doi.org/10.1111/raq.12313> 14, 16, 20, 44
- Suplicy, F. M. (2022). O mexilhão invasor *Mytilus galloprovincialis* e seu risco para a maricultura de Santa Catarina. *Agropecuária Catarinense*, 35(3), 33–36. <https://doi.org/10.52945/rac.v35i3.1463> 42, 43
- Truccolo, E. C., Franco, D., & Schettini, C. F. (2006). The low frequency sea level oscillations in the northern coast of Santa Catarina, Brazil. *Journal of Coastal Research. Proceedings of the 8th International Coastal Symposium*, 547–552. 30
- Truccolo, E. C. & Schettini, C. A. F. (1999). Marés astronômicas na baía da Babitonga , SC. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 3, 57–66. 30
- Vianna, L. F., de Souza, R. V., Schramm, M. A., & Alves, T. P. (2023). Using climate reanalysis and remote sensing-derived data to create the basis for predicting the occurrence of algal blooms, harmful algal blooms and toxic events in Santa Catarina, Brazil. *Science of The Total Environment*, 880(December 2022), 163086. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163086> 44

ANEXOS

ANEXO A – RESULTADOS DAS ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Análise da Variância entre os grupos de organismos.

Tabela 2 – Analysis of Variance. Marked effects are significant at $p < ,05000$

	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p
Pp total	1712667	1	1712667	19783070	40	494576,7	3,462895	0,070122
Mg total	739221	1	739221	26249108	40	656227,7	1,12647	0,294896

Teste de Wilcoxon Matched Pairs Test

Tabela 3 – Wilcoxon Matched Pairs Test. Marked tests are significant at $p < ,05000$

	Valid	T	Z	p-level
Pp total & Mg total	42	203	1,834464	0,066586

Teste de Mann-Whitney comparando a ocorrência de cada organismo entre os locais

Tabela 4 – Mann-Whitney U Test by variable Local. Marked tests are significant at $p < ,05000$

	Rank Sum	Rank Sum	U	Z	p-level	Z	p-level	Valid N Canto Grande	Valid N Zimbros
Pp total	548,5	354,5	183,5	0,826034	0,408785	0,827948	0,4077	24	18
Mg total	529	374	203	0,330414	0,741088	0,332672	0,739382	24	18

Teste de Correção de *spearman*

Tabela 5 – Spearman Rank Order Correlations. Marked correlations are significant at $p < 0,05000$

	Pp -1	Pp +1	Pp +3	Pp total	Mg -1	Mg +1	Mg +3	Mg total	Tag	Sal	Chuva	Tar	Vento
Pp -1	1	0,82	0,52	0,99	0,89	0,73	0,5	0,89	-0,3	0,09	0	0,2	0,2
Pp +1	0,82	1	0,73	0,86	0,88	0,78	0,55	0,89	-0,36	0,29	0,18	0,3	0,3
Pp +3	0,52	0,73	1	0,58	0,63	0,5	0,69	0,64	-0,38	-0,04	-0,12	0,22	0,22
Pp total	0,99	0,86	0,58	1	0,91	0,74	0,53	0,91	-0,32	0,12	0,01	0,23	0,23
Mg -1	0,89	0,88	0,63	0,91	1	0,75	0,58	0,99	-0,3	0,19	0,1	0,23	0,23
Mg +1	0,73	0,78	0,5	0,74	0,75	1	0,71	0,8	-0,25	0,27	0,08	0,37	0,37
Mg +3	0,5	0,55	0,69	0,53	0,58	0,71	1	0,61	-0,29	-0,19	-0,29	0,31	0,31
Mg total	0,89	0,89	0,64	0,91	0,99	0,8	0,61	1	-0,29	0,21	0,11	0,27	0,27
Anfípodes	0,18	0,13	0,2	0,18	0,1	0,24	0,39	0,13	0,34	-0,08	-0,11	0,65	0,65
Ostra ssp	0,34	0,32	0,49	0,36	0,35	0,39	0,67	0,37	-0,39	-0,34	-0,3	0,18	0,18
Briozoario	0,4	0,49	0,65	0,42	0,4	0,4	0,43	0,42	-0,19	0,01	-0,12	0,15	0,15
ascidea	-0,21	-0,26	-0,01	-0,23	-0,23	-0,41	-0,15	-0,25	0,12	-0,17	-0,21	-0,36	-0,36
almejas	-0,06	-0,09	-0,03	-0,08	-0,19	-0,2	-0,11	-0,2	0,12	-0,07	-0,05	0,26	0,26
caragueijos	0,32	0,34	0,48	0,33	0,29	0,26	0,4	0,29	0,21	0,07	0,01	0,41	0,41
pesedo neres	0,23	0,1	0,45	0,24	0,13	0,15	0,39	0,14	-0,39	-0,48	-0,46	0,11	0,11
sfenia	0,07	-0,09	0,05	0,05	0,03	-0,12	0,18	0,01	-0,16	-0,54	-0,38	-0,15	-0,15
Tag	-0,3	-0,36	-0,38	-0,32	-0,3	-0,25	-0,29	-0,29	1	0,32	1	1	1
Sal	0,09	0,29	-0,04	0,12	0,19	0,27	-0,19	0,21	0,32	1	0,87	0,87	0,87
Chuva	0	0,18	-0,12	0,01	0,1	0,08	-0,29	0,11	1	0,87	1	0,4	0,4
Tar	0,2	0,3	0,22	0,23	0,23	0,37	0,31	0,27	1	0,87	0,4	1	1
VENTO (m/s)	0,2	0,3	0,22	0,23	0,23	0,37	0,31	0,27	1	0,87	0,4	1	1