

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Aquicultura
Laboratório de Moluscos Marinhos

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E FISIOLOGIA DE MOLUSCOS MARINHOS DE
INTERESSE ECONÔMICO PARA O BRASIL**

Responsável: Prof. Dr. Claudio Manoel Rodrigues de Melo

Julho/2024 a junho/2029

I. NOME DO PROJETO

DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E FISIOLOGIA DE MOLUSCOS MARINHOS DE INTERESSE ECONÔMICO PARA O BRASIL

II. DEPARTAMENTOS ENVOLVIDOS

Departamento de Aquicultura

III. CONTEÚDO

1 Introdução e justificativa

O Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM), idealizado inicialmente, como um laboratório para pesquisa na produção de formas jovens de moluscos marinhos, contribui na formação de recursos humanos na área de aquicultura, e afins, seja em nível de graduação ou pós-graduação. O laboratório dispõe de estrutura para a realização de aulas teóricas e práticas, estágios e trabalhos de conclusão de curso (TCC) de graduação e pós-graduação.

Há mais de 30 anos a UFSC através do LMM, vem desenvolvendo atividades de ensino, pesquisa e extensão, as quais impulsionou a atividade de cultivo de moluscos marinhos em Santa Catarina, tornando o Brasil o terceiro maior produtor de moluscos bivalves marinhos da América Latina (FAO, 2022), gerando emprego, renda e resultados sociais percebidos na melhoria da qualidade de vida e na fixação de comunidades tradicionais nas regiões litorâneas, atuando como um importante mecanismo de contenção e reversão de fluxos migratórios. Dessa forma, cerca de 443 maricultores, antes mais dependentes da pesca artesanal para sua subsistência, agora inserem-se em um panorama econômico bastante atrativo. Com base em dados da EPAGRI (2022), a produção de moluscos bivalves (ostras, mexilhões e vieiras) em Santa Catarina, no ano de 2021, foi de 11.978 toneladas de moluscos bivalves, dividida em nove cidades do estado.

Entretanto, a produção de ostras no Brasil dispõe-se de maneira difusa, com a utilização de diferentes métodos artesanais a depender do local de cultivo, seja marinho ou estuarino. O desenvolvimento da ostreicultura em nível de domesticação e produção em larga escala das ostras do Pacífico (*Crassostrea gigas* Thunberg (1793)), assim como das espécies nativas (*Crassostrea gasar* Dillwyn (1817) e *Crassostrea rhizophorae* Guilding (1828)), ocorre preponderantemente em Santa Catarina, associando instituições públicas e privadas.

Os aspectos mais recentes do cultivo de ostras no estado de Santa Catarina têm-se evidenciado na avaliação de crescimento e de atividade de filtração dos animais sob o espectro das principais zonas de cultivo da região: as Baías Norte e Sul da Grande Florianópolis.

Estudos *in situ* tem avaliado a performance fisiológica de ostras no ambiente através da taxa da filtração das espécies de ostras associando-a tanto à localidade (Baía Norte ou Sul) como à estação do ano (DO NASCIMENTO *et al.*, 2022), oportunizando uma consideração mais associada à função ecossistêmica das ostras com relação à modulação de materiais particulados na coluna d'água. Quanto os estudos sobre crescimento e rendimento animal, foca-se tanto no desempenho de sementes de *C. gasar* (BRUNETTO *et al.*, 2020) como de *C. gigas* em diferentes locais (Sambaqui, Ribeirão da Ilha e Caieira da Barra do Sul) da Baía da Ilha de Santa Catarina (LIMA *et al.*, 2023; MELO *et al.*, 2020).

As análises *ex situ* realizadas durante essa etapa de investigação possuem grande importância, uma vez que foram subsidiárias à manutenção da cadeia produtiva ao considerar que uma maior e mais eficiente oferta de sementes no mercado permite a expansão (FERREIRA; SILVA; FERREIRA, 2011) e desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva. Assim, foram promovidas a avaliação e estabelecimento de protocolos mais confiáveis na larvicultura (RAMOS *et al.*, 2021, 2022), no assentamento larval e cuidados de pré-sementes (GOMES, 2022), bem como na busca de alternativas alimentares para cultivo em sistemas laboratoriais (FREIRE, 2021; VIEIRA *et al.*, 2021).

Frutos desses estudos desenvolvidos no Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM) condicionaram a força motriz para a diversificação do mercado da maricultura catarinense. Tais mudanças são verificadas na adequação de produtores às condições ambientais e locais de cultivo, qualificando-se como sementeiros ou cultivadores de engorda de animais, bem como na qualificação do produto através de Indicação Geográfica de Denominação de Origem: “Ostras de Florianópolis” (DOS SANTOS, 2017). Ainda assim, há buscas de novos esforços para estudos mais aplicados ao incremento da cadeia produtiva catarinense.

Neste contexto, o presente projeto visa fomentar estudos para o estabelecimento de melhorias frente às novas necessidades da atividade da ostreicultura catarinense. Os estudos focarão tanto em experimentação *in situ* e *ex situ* das espécies de bivalves de interesse econômico sob entendimento de caráter ecológico, fisiológico, produtivo, e modelagem estendendo-se, também, às microalgas que são utilizadas como fonte de alimento durante todo o processo do seu ciclo de vida.

2 Objetivos

Objetivo geral

Promover e diversificar estudos sobre a produção e fisiologia das ostras nativas e do Pacífico, demais espécies de moluscos de interesse econômico e de microalgas utilizadas na produção de moluscos marinhos.

Objetivos específicos

- Avaliar o crescimento, rendimento e sobrevivência *in situ* e *ex situ* de linhagens/subpopulações de bivalves submetidos às condições ambientais de interesse como subsídio e diversificação de produtos da cadeia produtiva de Santa Catarina;
- Avaliar *in situ* e *ex situ* condições relacionadas à fisiologia, composição e morfologia de bivalves sob condições ambientais de interesse;
- Gerar dados a respeito da identidade e ecologia de bivalves presentes no litoral brasileiro;
- Gerar subsídios para a gestão da cadeia produtiva de moluscos no intuito de definir o mapeamento das condições biológicas e ecológicas das espécies de moluscos marinhos cultivados na Baía da Ilha de Santa Catarina – SC;
- Avaliar o desenvolvimento, fisiologia e composição das microalgas utilizadas como alimento para a produção de bivalves;
- Disseminar conhecimentos acerca do desenvolvimento da cadeia produtiva de moluscos para a comunidade acadêmica e sociedade civil.

3 Metas e atividades

As metas e atividades de cada objetivo específico serão:

Objetivo	Meta	Atividades
i. Avaliar o crescimento, rendimento e sobrevivência <i>in situ</i> e <i>ex situ</i> de linhagens/subpopulações de bivalves submetidos às condições ambientais de interesse como subsídio e diversificação de produtos da cadeia produtiva de Santa Catarina.	i.1. Avaliar as condições ambientais que interferem na produção de formas jovens de moluscos bivalves.	i.1.1 Teste de novos protocolos de produção de formas jovens de moluscos.
	i.2. Desenvolver protocolos de cultivo e produção de novas espécies de moluscos para a cadeia produtiva da malacocultura. Capacitar alunos, técnicos e professores para essa atividade.	i.2.1 Promoção de novas metodologias para novas espécies de moluscos e capacitação de corpo técnico.
ii. Avaliar <i>in situ</i> e <i>ex situ</i> condições relacionadas à fisiologia, composição e morfologia de bivalves sob as condições ambientais de interesse.	ii.1 Avaliar condições ambientais de interesse que estejam relacionadas à fisiologia e morfologia.	ii.1.1 Realização de pesquisas que permitam compreender como as condições ambientais influenciam o desenvolvimento dos moluscos.
	ii.2 Avaliar o desenvolvimento das espécies cultivadas, relacionando fisiologia com as condições ambientais.	ii.2.1 Planejamento e execução de ciclos de produção das espécies estudadas, potencializando seu desenvolvimento.
iii. Gerar dados a respeito da identidade e ecologia de bivalves presentes no litoral brasileiro.	iii.1 Identificar as espécies presentes no ambiente e cultivadas em função da sua morfologia e genética por técnicas de biologia molecular.	iii.1.1 Realização de mapeamento genético e morfológico das espécies de moluscos encontradas ao longo da costa brasileira, em cultivo e ambiente natural.
	iii.2 Disseminar o conhecimento em eventos técnicos-científicos.	iii.2.1 Apresentação dos resultados e participação em eventos técnicos-científicos na área.
iv. Gerar subsídios para gestão da cadeia produtiva de moluscos	iv.1. Realizar estudo de modelagem hidrodinâmica para gerenciamento dos cultivos na Baía da Ilha de Santa	iv.1.1. Determinação de zonas de acumulação e dispersão de biodepósitos.

<p>no intuito de definir o mapeamento das condições tanto biológicas como ecológicas das espécies alvo das zonas de cultivo de moluscos marinhos na Baía da Ilha de Santa Catarina – SC.</p>	<p>Catarina – SC.</p>	<p>iv1.2. Determinação das cargas geradas pelos moluscos com relação a C, N e P, para avaliação da capacidade de suporte de cultivo de moluscos na Baía da Ilha de Santa Catarina.</p>
<p>v. Avaliar estruturas, produtos e insumos associados ao desenvolvimento inovador na produção de bivalves e de microalgas de interesse para a alimentação de bivalves.</p>	<p>v.1 Desenvolver novas estruturas e produtos relacionados ao cultivo de moluscos bivalves e microalgas.</p>	<p>v.1.1 Capacitação de alunos, técnicos, professores, maricultores e demais envolvidos na utilização de novas tecnologias para desenvolvimento de bivalves e microalgas.</p>
<p>vi. Avaliar o desenvolvimento, fisiologia e composição das microalgas utilizadas como alimento para a produção de bivalves.</p>	<p>vi.1 Expandir estudos relacionados à nutrição dos moluscos através da avaliação da composição nutricional das dietas de microalgas ofertadas aos mesmos.</p>	<p>vi. 1.1 Desenvolvimento de pesquisas da composição química das microalgas; vi. 1.2 Estabelecimento de novas dietas de microalgas para melhoria no desempenho de moluscos bivalves.</p>
<p>vii. Disseminar conhecimentos acerca do desenvolvimento da cadeia produtiva de moluscos para a comunidade acadêmica e sociedade civil, bem como realizar intercâmbio para a troca de conhecimentos.</p>	<p>vii. 1 Divulgar os resultados obtidos a partir dos estudos desenvolvidos para desenvolvimento da cadeia produtiva de moluscos.</p>	<p>vii. 1.1 Apresentação dos estudos desenvolvidos em eventos técnico-científicos nacionais e internacionais por alunos, técnicos e professores.</p>
	<p>vii. 2 Incentivar a troca de conhecimentos e intercâmbio entre instituições que atuam com a malacocultura.</p>	<p>vii 2.2 Recepção de pesquisadores e professores para capacitação e troca de conhecimentos entre instituições nacionais e internacionais.</p>

4 Material e métodos

4.1 Obtenção dos organismos de estudo

4.1.1 Obtenção de bivalves e manejos associados

Animais adultos serão provenientes do plantel da Unidade Demonstrativa de Maricultura (UDM) do LMM localizada na Praia da Ponta de Sambaqui, Baía Norte, Florianópolis (27°29'18"S e 48°32'12"W), do setor de maturação do LMM (27°35'04"S; 48°26'29"W) ou de coletas efetuadas ao longo do litoral brasileiro. Formas jovens serão coletadas utilizando-se de coletores artificiais (TURECK *et al.*, 2020), com posterior período de cultivo em estrutura *long-line* ou espínhel suspenso onde serão realizados o cultivo e avaliação conforme descrito por Brunetto *et al.* (2020), para as três fases de cultivo: berçário (semente), fase intermediária (juvenil) e fase de crescimento final (MIZUTA *et al.*, 2012), até atingirem a fase adulta.

Larvas de bivalves serão obtidas através do processo de desova por “*striping*” (FERREIRA; SILVA; FERREIRA, 2011) ou por indução térmica (SILVEIRA *et al.*, 2011). As sementes de ostras serão obtidas após a fase larval e assentamento, proveniente de cultivo e manejo em sistema estático (SILVEIRA *et al.*, 2011) ou em sistema de recirculação para aquicultura (RAS) (RAMOS *et al.*, 2021, 2022) ao qual serão cultivadas em sistema estático ou fluidizado (VER; WANG, 1995).

As condições de cultivo de larvas e de sementes no LMM terão a temperatura (°C), o pH e a salinidade da água aferidos diariamente após a troca de água, com o uso de um pHmetro (pHmetro - AT355, Alfakit) e de um refratômetro (RHS-10ATC), respectivamente.

Nos cultivos em *grow-out*, a temperatura da água do mar será medida com um registrador de dados (UTBI-001 HOB0 StowAway TidbiT v2; Onset, Bourne, MA, EUA). A salinidade da água será medida duas vezes por semana utilizando um salinômetro manual (EcoSense EC300A). Além disso, a água do mar será avaliada sob aspectos advindos do séston, como a quantificação de material particulado em suspensão e suas frações orgânicas e inorgânicas conforme metodologia de Strickland & Parsons (1972), bem como a concentração de clorofila-a que serão analisadas empregando a modificação feita por Rice (2017), sendo as amostras extraídas com acetona 90% e posteriormente quantificadas utilizando um espectrofotômetro UV-Vis.

4.1.2 Obtenção de microalgas

As microalgas utilizadas nos experimentos serão produzidas a partir do banco de estoque de espécies de cepas do LMM. Os estoques de algas serão cultivados em sistemas estáticos,

semicontínuos ou contínuos e enriquecida com meio F/2 (GUILLARD, 1975), com adição de solução de silicato para as diatomáceas.

4.2 Preparativos adicionais aos experimentos

4.2.1 Estabelecimento de linhagens de ostras

Para o estabelecimento de linhagens, serão selecionados e separados grupos de ostras do plantel do LMM de acordo com os fenótipos de cor de concha de interesse.

A partir disso, serão realizados acasalamentos individuais (par a par) de indivíduos machos e fêmeas dentro de cada grupo fenotípico desejado para a concepção da primeira geração (G1) obtendo-se as famílias originárias de cada linhagem, descartando-se os indivíduos que não atendem o padrão da linhagem. Serão realizados cruzamentos endogâmicos com reprodutores selecionados das famílias, obtendo-se continuamente assim a segunda e terceira geração (G2 e G3) de seleção familiar para consolidação do fenótipo desejado (GJEDREM; BARANSKI, 2009).

4.2.2 Estabelecimento de sistemas de produção

Diversas estruturas associadas a inovação tecnológicas para a produção de bivalves (RAS, *Flow-through*, *flupsy*, fluidizado) e microalgas (sistemas, contínuos, *raceway*, fotobiorreator) serão alvo de estudos para avaliação de desempenho zootécnico e serão adquiridos conforme a necessidade de cada experimento.

4.3 Análises experimentais

4.3.1 Análise morfológica e anatômica

As larvas, sementes e adultos de bivalves serão submetidos a avaliação conchológica simples de altura, comprimento e largura de acordo com parâmetros descritos por Galtsoff (1964), sendo mensurados, respectivamente, através do *software* de análise de imagem ZEN blue 3.2, Dinocapture 2.0 e paquímetro. Para análises conchológicas relacionadas aos aspectos de morfologia externa da concha serão utilizados os parâmetros descritos por Ferreira et al. (2023) para ostreídeos e Carter et al. (2012) para demais bivalves.

Análises relacionadas a anatomia serão efetuadas no corpo mole dos bivalves previamente preservados em álcool 70% ou absoluto. Estruturas de interesse para descrição e mensuração dos animais abrangerão aquelas descritas principalmente em Evseer et al. (1996) e Audino et al. (2021).

4.3.2 Análise genética, molecular e identidade de espécies

Parte do tecido do músculo adutor ou do manto, assim como o animal inteiro (no caso de larvas) serão extraídos de bivalves e armazenados em microtubos contendo álcool 95% até a realização das análises moleculares. O DNA total será purificado usando um protocolo CTAB modificado (GUSMÃO; SOLÉ-CAVA, 2002).

A amplificação para região de interesse do gene 16S rDNA, COI ou ITS2 será realizada utilizando os primers específicos para cada caso (KESSING *et al.*, 1989). As reações em cadeia da polimerase (PCR) serão realizadas em termociclador (Sprint), segundo de Melo *et al.* (2010).

Produtos destinados a identificação do específica de ostras do gênero *Crassostrea s.l.* através da PCR do 16S rDNA passarão por clivagem com *HaeIII* (Gibco-BRL) para revelar padrões RFLP específicos da espécie, utilizando controle de espécies, a escada de DNA de 100pb, além do sistema diagnóstico como o de Pie *et al.* (2006).

Para demais casos, os produtos advindos da PCR serão sequenciados conforme os protocolos de Melo *et al.* (2010) e Lazoski *et al.* (2011) e avaliados com base em sequências já depositadas no Barcoding ou Genbank. As sequências serão alinhadas usando alinhamento múltiplo BioEdit versão 7.2.5 (HALL, 1999), sendo confirmados através de inspeção visual. As análises filogenéticas serão realizadas utilizando o software MEGA 11 (TAMURA; STECHER; KUMAR, 2021).

4.3.3 Análises de desempenho

Avaliações experimentais acerca de crescimento larval, sobrevivência e rendimento de semente de bivalves no LMM abrangerão as dimensões conchológicas simples descritas na análise morfológica e terão periodicidade adaptadas de Ramos *et al.* (2021, 2022) e Gomes (2022), respectivamente. Àquelas que serão cultivadas *grow-out* seguirão protocolos adaptados de Brunetto *et al.* (2020).

A curva de crescimento algal, bem como a definição de suas fases serão avaliadas conforme Graff (2021). Para o cálculo da biometria celular, serão retiradas amostras em volume das microalgas após o período de crescimento. Essas serão colocadas em um recipiente e depois adicionada 0,1 mL de lugol (5%), sendo posteriormente armazenadas. A biometria será, então, realizada utilizando microscópio ZEISS (modelo Axio Lab5) com o programa de captura de imagem (2D; Zen 3.2, AxioCam 208 color), foram tomadas as medidas de altura e comprimento das microalgas.

4.3.4 Avaliação da taxa de filtração, produção de biodepósitos e sedimentação.

Nos estudos de avaliação da taxa de filtração e biodepósitos, tanto *in situ* como *ex situ*, serão utilizadas bivalves oriundas do LMM.

Os animais passarão por um período de aclimatação, seja no ambiente *grow-out* ou ofertando as dietas testes de interesse no LMM antes da avaliação. As dietas em laboratório conterão microalgas ou um substitutivo alimentar que serão avaliados a cada tratamento a partir de concentrações pré-definidas. Ao final, será realizado o ensaio para quantificar a taxa de filtração e determinar a produção de biodepósitos.

Os dados serão obtidos com o auxílio de sistema composto por 12 câmaras com volume total de 4 L de acordo com estrutura e funcionamento utilizado por Nascimento (2022, Fig. 2). Os biodepósitos serão coletados separadamente através de pipeta automática de 10 mL e armazenados em tubos tipo Falcon de 50 mL, com fundo cônico.

As amostras de biodepósitos bem como amostras de água marinha com o alimento a ser filtrado (500 mL) no tempo inicial e final de cada ensaio filtração serão filtradas em microfiltro de fibra de vidro GF/C, pré-lavados, queimados e pesados. Após a filtração, as amostras serão lavadas com 20 mL de formiato de amônio (0,5 M) para remoção do sal. Os filtros serão secos em estufa a 60°C por 24 horas e pesados para se obter o conteúdo total de fezes e pseudofezes ou de MPT. Após isso, serão queimados na mufla em 450°C por 4 horas, para eliminar a matéria orgânica dos biodepósitos e da água e, em seguida, pesados novamente para se obter o conteúdo inorgânico dos biodepósitos e da água. Com a subtração entre conteúdo total e inorgânico será obtido o conteúdo orgânico nos biodepósitos como da água (HAWKINS *et al.*, 1996).

Para o cálculo da taxa de produção de biodepósitos, será considerado o total de material particulado que será contido pelo filtro, e os resultados serão padronizados em gramas por peso seco por animal. O tecido dos animais utilizados será seco em estufa durante 48 h a 60°C, assim como também será realizada a biometria dos animais, em concordância com o procedimento realizado por Galtsoff (1964).

Parâmetros e fórmulas que serão utilizados para avaliar a produção de biodepósitos e taxas de clareamento e filtração de bivalves serão adaptados de Gray & Langdon (2019).

O cálculo da taxa de sedimentação será efetuado com a produção total de biodepósito dos bivalves durante 4 horas. Uma coluna de sedimentação será utilizada para analisar a velocidade de sedimentação dos biodepósitos, semelhante à descrita por Wong e Piedrahita (2000).

4.3.5 Índice de condição

O índice de condição dos bivalves será calculado de acordo com metodologia descrita por Crosby e Gale (1990) e a obtenção do peso seco ocorrerá conforme Lawrence e Scott (1982).

4.3.6 Análises histológicas

As análises histológicas serão utilizadas tanto para avaliação do ciclo gonádico como nas análises de maturação dos bivalves. O corpo mole dos animais serão alvo secções nas regiões de interesse, principalmente no sentido anteroposterior, as quais serão fixadas em solução de Davidson (SHAW; BATTLE, 1957) por 48 h. Após, serão confeccionadas lâminas histológicas com cortes de 7 µm de espessura, as quais serão coradas com Hematoxilina de Harris e Eosina (HE) (HOWARD; SMITH, 1983) e analisadas sob microscópio óptico para determinação do sexo e dos estádios do desenvolvimento gonádico, segundo Steele e Mulcahy (1999). O sexo dos indivíduos será classificado da seguinte maneira: fêmea (F), macho (M) e indeterminado (I).

4.3.7 Análise de composição química

As análises de composição centesimal dos bivalves serão avaliadas conforme protocolos da AOAC (1999). As amostras de tecido dos animais (100g/amostra) serão submetidas à análise de matéria seca (método 950.01), matéria mineral (método 942.05), proteína por LECO (método Dumas 990.03, fator de conversão 6,25), e extrato etéreo por Soxhlet (método 920.39C).

Nos casos de determinação e concentração de ácidos graxos poli-insaturados em ostras, estas poderão ser avaliados por espectrômetro de massa acoplado-se coluna específica de leitura para PUFA's, utilizando os processos de lipidômica conforme Liu et al. (2022).

No caso das microalgas, para calcular o peso seco celular e o conteúdo de material orgânico e inorgânico das microalgas, será realizada a filtração das culturas utilizando o método de Strickland & Parsons (1972).

A análise com relação a composição de ácidos graxos poliinsaturados em microalgas será efetuada por cromatografia gasosa. Os lípidos das amostras serão extraídos a frio e quantificados utilizando o método de Bligh e Dyer (1959). Os ácidos graxos serão então esterificados usando o método de O'Fallon et al. (2007) e separados por cromatógrafo gasoso (Agilent 7890B, Santa Clara, Califórnia, EUA) com detector FID, utilizando coluna capilar CP7487 (CP-Sil 88 para FAME – 60 m, 0,25 mm, 0,20 µm, 7 polegadas jaula). Os ácidos graxos serão identificados com base no tempo de retenção de dois padrões: MIX 37 (37 Component FAME Mix e PUFA n0 3) e óleo de menhaden (Menhaden oil, SUPELCO, Bellefont, Pennsylvania, EUA). As concentrações de

ácidos graxos nas amostras foram calculadas de acordo com Joseph & Ackman (1992), utilizando 23:0 (ácido tricosanóico, Sigma, Saint Louis, Missouri, EUA) como padrão interno.

5 CARACTERIZAÇÃO DO SEU PÚBLICO-ALVO

Público-alvo	BENEFICIÁRIOS		
	DIRETOS	INDIRETO	TOTAL
Maricultores e seus familiares e cadeia produtiva	+ 2000	+2.500	+ 4500
Pesquisadores e técnicos nacionais e internacionais na área de maricultura	28	154	182
Alunos de graduação e pós-graduação	30	450	480

6 INDICAÇÃO DO DOCENTE COORDENADOR E DOS POSSÍVEIS PARTICIPANTES OU COLABORADORES

Responsável pela execução do projeto:

Nome do responsável: Prof. Dr. Claudio Manoel Rodrigues de Melo

Função: Professor

Órgão: Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Aquicultura

Endereço: Rodovia Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. CEP: 88034-001

Telefone: 48-37216397

E-mail: claudio.melo@ufsc.br

Substituto do responsável pela execução do projeto:

Nome do substituto: Flávia Lucena Zacchi

Função: Professora

Órgão: Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Aquicultura

Endereço: Rua Beco dos Coroas, n 503, Barra da Lagoa, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. CEP: 88061-600

Telefone: 48-37216387

E-mail: flavia.zacchi@ufsc.br

Colaboradores e participantes:

Nome	Titulação	Formação	Tipo de Participação
Claudio Manoel Rodrigues de Melo	Pós-Doutorado	Zootecnia	Responsável pelo Projeto Apoio nos trabalhos com melhoramento genético de moluscos e estudos com ostras nativas
Gilberto José Pereira Onofre de Andrade	Doutorado	Engenharia de Produção e Sistemas	Apoio nos trabalhos com microalgas
Marcos Caivano Pedroso de Albuquerque	Pós-Doutorado	Biologia	Apoio nos trabalhos com manutenção de reprodutores, larvicultura e assentamento
Flávia Lucena Zacchi	Pós-Doutorado	Engenharia de Aquicultura e Biologia	Apoio nos trabalhos com biologia molecular de moluscos bivalves e microalgas
Claudio Blacher	Mestrado	Oceanologia	Apoio administrativo
Jaqueline de Araújo	Mestrado	Biologia	Apoio nos trabalhos com microalgas
Francisco Carlos da Silva	Mestrado	Agronomia	Apoio nos trabalhos com larvicultura e assentamento
Carlos Henrique Araújo de Miranda Gomes	Mestrado	Biologia	Apoio nos trabalhos de manutenção de reprodutores
Carlos Manoel do Espírito Santo	Mestrado	Biologia	Apoio nos trabalhos com a área experimental do LMM no Sambaqui
Itamar José Goulart	-	-	Apoio nos trabalhos de manutenção de reprodutores no Sambaqui
João Paulo Ramos	Mestrado	Biologia	Apoio nos trabalhos com sementes
Mônica Pissatto	Mestrado	Eng. Florestal	Apoio no trabalho administrativo
Apoios terceirizados			Apoio nos trabalhos de manutenção de reprodutores, microalgas, larvicultura e assentamento.
Alunos de graduação e pós-graduação	-	-	Realização de experimentos, análises de dados e apoio nos trabalhos de manutenção de reprodutores, microalgas, larvicultura e assentamento
Pós-doutorado	Doutorado	-	Realização de experimentos, análises de dados, apoio nos trabalhos de manutenção de reprodutores, microalgas, larvicultura e assentamento.

7 CARGA HORÁRIA DOS PARTICIPANTES

Nome	Grau de dedicação (h/semana)
Prof. Claudio Manoel Rodrigues de Melo	10
Prof. Gilberto José Pereira Onofre de Andrade	5
Prof. Marcos Caivano Pedroso de Albuquerque	5
Prof ^a . Flávia Lucena Zacchi	5
João Paulo Ferreira Ramos	8
Claudio Blacher	8
Jaqueline de Araújo	8
Francisco Carlos da Silva	8
Monica Pissatto	8
Itamar José Goulart	8
Carlos Henrique Araújo de Miranda Gomes	8
Carlos Manoel Do Espirito Santo	8
Bolsista de Iniciação científica	20
Bolsista de Pós-Doutorado	40
Alunos de Mestrado e Doutorado	20

8 PLANOS DE TRABALHO DOS BOLSISTAS

Serão selecionados, via edital, um bolsista de pós-doutorado e três bolsistas de iniciação científica para a realização do projeto conforme os seguintes planos de trabalho:

Plano de Trabalho - Bolsista de pós-doutorado (60 meses):

- Levantamento e revisão da bibliografia;
- Auxiliar na realização de coletas e manutenção de reprodutores e formas jovens de ostras em laboratório;
- Auxiliar na produção e manutenção dos estoques de microalgas para alimentação das ostras;
- Condução dos acasalamentos individuais para originar novas linhagens de ostras;
- Avaliação do crescimento larval, sobrevivência e rendimento de sementes de ostras em laboratório;
- Auxiliar no cálculo dos índices de condição das ostras cultivadas;

- Avaliação dos níveis de maturação e crescimento gonadal de ostras através de análises histológicas;
- Auxiliar na realização do levantamento das taxas de filtração e produção de biodepósitos de ostras de forma *in situ* e *ex situ*;
- Auxiliar na realização da avaliação morfológica e anatômica de sementes e adultos de ostras;
- Análises estatísticas e discussão dos dados;
- Capacitação de bolsistas de iniciação científica e alunos de graduação e pós-graduação;
- Redação e revisão de artigos científicos;
- Apresentação dos resultados em eventos técnico-científicos nacionais e internacionais;
- Redação e revisão do relatório final.

Plano de Trabalho - Bolsista de iniciação científica 1 (60 meses):

- Levantamento e revisão da bibliografia atual;
- Acompanhamento dos acasalamentos individuais para originar novas linhagens de ostras;
- Avaliação do crescimento larval, sobrevivência e rendimento de sementes de ostras em laboratório;
- Cálculo dos índices de condição das ostras cultivadas;
- Avaliação dos níveis de maturação e crescimento gonadal de ostras através de análises histológicas;
- Auxiliar técnicos e bolsistas de pós doutorado em coletas e manutenção em laboratório de reprodutores e formas jovens;
- Auxiliar de técnicos e bolsistas de pós doutorado nos cultivos e manutenção da produção de microalgas em laboratório;
- Análises estatísticas e discussão dos dados;
- Auxílio na redação de artigos científicos;
- Apresentação dos resultados em eventos técnico-científicos nacionais e/ou internacionais;
- Redação de relatórios finais.

Plano de Trabalho - Bolsista de iniciação científica 2 (60 meses):

- Levantamento e revisão da bibliografia atual;
- Auxílio na projeção e acompanhamento da montagem das estruturas dos sistemas de produção de bivalves;

- Realização do levantamento das taxas de filtração e produção de biodepósitos de ostras de forma *in situ* e *ex situ*;
- Cálculo das taxas de biodepósito e sedimentação;
- Acompanhamento de técnicos e bolsistas de pós doutorado em coletas e manutenção em laboratório de reprodutores e formas jovens;
- Acompanhamento de técnicos e bolsistas de pós doutorado nos cultivos e manutenção da produção de microalgas em laboratório;
- Análises estatísticas e discussão dos dados;
- Auxílio na redação de artigos científicos;
- Apresentação dos resultados em eventos técnico-científicos nacionais e/ou internacionais;
- Redação de relatórios finais.

Plano de Trabalho - Bolsista de iniciação científica 3 (60 meses):

- Levantamento e revisão da bibliografia atual;
- Realizar a avaliação morfológica e anatômica de sementes e adultos de ostras;
- Confirmação das espécies de ostras por métodos de biologia molecular;
- Acompanhar os processos de determinação da composição química de ostras e microalgas por análises químicas e de cromatografia gasosa;
- Acompanhamento de técnicos e bolsistas de pós doutorado em coletas e manutenção em laboratório de reprodutores e formas jovens;
- Acompanhamento de técnicos e bolsistas de pós doutorado nos cultivos e manutenção da produção de microalgas em laboratório;
- Análises estatísticas e discussão dos dados;
- Auxílio na redação de artigos científicos;
- Apresentação dos resultados em eventos técnico-científicos nacionais e/ou internacionais;
- Redação de relatórios finais.

10 RESULTADOS A SEREM ALCANÇADOS OU PRODUTOS ESPERADOS

Objetivo	Meta	Resultado ou produto
<p>i. Avaliar o crescimento, rendimento e sobrevivência <i>in situ</i> e <i>ex situ</i> de linhagens/subpopulações de bivalves submetidos às condições ambientais de interesse como subsídio e diversificação de produtos da cadeia produtiva de Santa Catarina.</p>	<p>i.1. Avaliar as condições ambientais que interferem na produção de formas jovens de moluscos bivalves.</p>	<p>i.1.1 Protocolo atualizado para a produção de formas jovens de moluscos bivalves já cultivadas no LMM;</p> <p>i.1.2 Apresentação dos resultados em eventos técnicos-científicos na área;</p> <p>i.1.3 Um relatório de iniciação científica.</p>
	<p>i.2. Desenvolver protocolos de cultivo e produção de novas espécies de moluscos para a cadeia produtiva da malacocultura. Capacitar alunos, técnicos e professores para essa atividade.</p>	<p>i.2.1 Protocolo atualizado para cultivo de novas espécies de moluscos bivalves em Santa Catarina;</p> <p>i.2.2 Apresentação dos resultados em eventos técnicos-científicos na área;</p> <p>i.2.3 Publicação de um artigo científico em revista indexada.</p>
<p>ii. Avaliar <i>in situ</i> e <i>ex situ</i> condições relacionadas à fisiologia, composição e morfologia de bivalves sob as condições ambientais de interesse.</p>	<p>ii.1 Avaliar condições ambientais de interesse que estejam relacionadas à fisiologia e morfologia.</p>	<p>ii.1.1 Apresentação dos resultados em eventos técnicos-científicos na área;</p> <p>ii.1.2 Um relatório de iniciação científica.</p>
	<p>ii.2 Avaliar o desenvolvimento das espécies cultivadas, relacionando fisiologia com as condições ambientais.</p>	<p>ii.2.1 Um trabalho de tese ou dissertação;</p> <p>ii.2.2 Publicação de um artigo científico em revista indexada.</p>
<p>iii. Gerar dados a respeito da identidade e ecologia de bivalves presentes no litoral brasileiro.</p>	<p>iii.1 Identificar as espécies presentes no ambiente e cultivadas em função da sua morfologia e genética por técnicas de biologia molecular.</p>	<p>iii.1.1 Apresentação dos resultados em eventos técnicos-científicos na área;</p> <p>iii.1.2 Um relatório de iniciação científica;</p> <p>iii.1.3 Um trabalho de tese ou dissertação;</p> <p>iii.1.4 Publicação de um artigo científico em revista indexada.</p>

<p>iv. Gerar subsídios para gestão da cadeia produtiva de moluscos no intuito de definir o mapeamento das condições tanto biológicas como ecológicas das espécies alvo das zonas de cultivo de moluscos marinhos na Baía da Ilha de Santa Catarina – SC.</p>	<p>iv.1. Realizar estudo de modelagem hidrodinâmica para gerenciamento dos cultivos na Baía da Ilha de Santa Catarina – SC.</p>	<p>iv.1.1 Um trabalho de tese ou dissertação;</p> <p>iv.1.2 Publicação de um artigo científico em revista indexada.</p>
<p>v. Avaliar estruturas, produtos e insumos associados ao desenvolvimento inovador na produção de bivalves e de microalgas de interesse para a alimentação de bivalves.</p>	<p>v.1 Desenvolver novas estruturas e produtos relacionados ao cultivo de moluscos bivalves e microalgas.</p>	<p>v.1.1 Obtenção e instalação de novas estruturas testadas para melhorias na produção de moluscos bivalves e microalgas;</p> <p>v.1.2 Apresentação dos resultados em eventos técnicos-científicos na área;</p> <p>v.1.3 Um relatório de iniciação científica.</p>
<p>vi. Avaliar o desenvolvimento, fisiologia e composição das microalgas utilizadas como alimento para a produção de bivalves.</p>	<p>vi.1 Expandir estudos relacionados à nutrição dos moluscos através da avaliação da composição nutricional das dietas de microalgas ofertadas aos mesmos.</p>	<p>vi.1.1 Protocolo atualizado para alimentação com incrementação nutricional e melhoria no desempenho do cultivo de moluscos bivalves do LMM;</p> <p>vi.1.2 Um relatório de iniciação científica;</p> <p>vi.1.3 Publicação de um artigo científico em revista indexada.</p>
<p>vii. Disseminar conhecimentos acerca do desenvolvimento da cadeia produtiva de moluscos para a comunidade acadêmica e sociedade civil, bem como realizar intercâmbio para a troca de conhecimentos.</p>	<p>vii.1 Divulgar os resultados obtidos a partir dos estudos desenvolvidos para desenvolvimento da cadeia produtiva de moluscos.</p>	<p>vii.1.1 Publicação dos resultados anualmente em anais de eventos técnico-científicos nacionais e internacionais por alunos, técnicos e professores;</p> <p>vii.1.2 Publicação de quatro artigos científicos em revistas indexadas;</p> <p>vii.1.3 Realização de três relatórios de iniciação científica e três trabalhos de dissertações e teses.</p>

	vii.2 Incentivar a troca de conhecimentos e intercâmbio entre instituições que atuam com a malacocultura.	vii 2.1 Ao menos um minicurso ou palestra a ser ministrado/a por cada um dos pesquisadores visitantes para a comunidade acadêmica.
--	---	--

11 DESCRIÇÃO DO LOCAL ONDE SERÁ REALIZADA A AÇÃO

O LABORATÓRIO DE MOLUSCOS MARINHOS (LMM) do Departamento de Aquicultura CCA/UFSC possui aproximadamente 2.600 m², com equipamentos básicos necessários ao desenvolvimento das diferentes linhas de pesquisa de que participa, sendo dividido em área de escritórios e administração, cozinha, banheiros, laboratório de produção microalgas, cepário de microalgas, área externa para cultivo de microalgas massivo (*blooms*), 2 laboratórios de bioensaios, laboratório de físico-química, laboratório de produção de larvas, área externa para produção de sementes de molusco, laboratório de equipamentos e laboratório de análise da produção. Além disso, na Fazenda Experimental de Sambaqui o LMM possui uma área em terra (100 m²), de apoio para trabalhos em mar, área de mar demarcada (18.000 m²) para trabalhos de cultivo e veículos (3 carros e 2 embarcações), produção e fornecimento de material biológico (adultos e sementes de ostra), equipamentos necessários para a realização das atividades, tais como produção de larvas e de sementes e apoio técnico ao projeto, equipamentos de segurança, pessoal técnico (três professores doutores, quatro funcionários técnicos – pesquisadores com Mestrado, três funcionários técnico/administrativos) e pessoal de apoio (serviços gerais – 5), além de diversos alunos de pós-graduação e graduação envolvidos nas atividades de pesquisa, ensino e extensão.

12 ORÇAMENTO

PLANILHA RESUMIDA	
Despesas Correntes	R\$1.571.495,23
Pessoal e encargos (exceto bolsas para estudantes)	R\$ -
Bolsas para estudantes (IC, mestrado, doutorado, DTI, Pos Mestrado, Pos Doutorado)	R\$ 507.000,00
Serviço de Terceiros (PF + PJ + Despesas Importação)	R\$ 363.076,36
Passagens e locação (no país e no exterior)	R\$ 100.000,00
Diárias (no país e no exterior)	R\$ 145.000,00
Material de Consumo (Nacional ou importado)	R\$ 456.418,87
Despesas de Capital	R\$ 961.243,67
Equipamento e Mat. Perm. Nacional	R\$ 745.566,03
Equipamento e Mat. Perm. Importado	R\$ 215.677,64
Obras	R\$ -
Total Geral (sem ressarcimento)	R\$ 2.532.738,90
Despesas administrativas e operacionais com a fundação de apoio	R\$ 224.887,31
Ressarcimentos	R\$ 306.402,90
Total Geral (com ressarcimento)	R\$ 3.064.029,11

13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. Gaithersburg, MD: George W. Latimer, Jr., 1999.

AUDINO, J. A.; SERB, J. M.; MARIAN, J. E. A. R. Untangling the diversity and evolution of tentacles in scallops, oysters, and their relatives (Bivalvia: Pteriomorpha). **Organisms Diversity and Evolution**, v. 21, n. 1, p. 145–160, 2021.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911–917, 1959.

BRUNETTO, L. J.; GOMES, C. H. A. de M.; RAMOS, C. de O.; DA SILVA, F. C.; FERREIRA, J. P. R.; VIEIRA, G. C.; DE MELO, C. M. R. The effect of density on the cultivation of the native mangrove oyster *Crassostrea tulipa* (Lamarck, 1819). **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 48, n. 5, p. 855–868, 2020.

CARTER, J. G.; HARRIES, P.; MALCHUS, N.; SARTORI, A.; ANDERSON, L.; BIELER, R.; BOGAN, A.; COAN, E.; COPE, J.; CRAGG, S.; GARCIA-MARCH, J.; HYLLEBERG, J.; KELLEY, P.; KLEEMANN, K.; KRIZ, J.; MCROBERTS, C.; MIKKELSEN, P.; POJETA, JR., J.; SKELTON, P. W.; TEMKIN, I.; YANCEY, T.; ZIERITZ, A. **Treatise Online 48, Part N, Revised, Volume 1, Chapter 31: Illustrated Glossary of the Bivalvia**. [s.l: s.n.]

CROSBY, M. P.; GALE, L. D. A review and evaluation of bivalve condition index methodologies with a suggested standard method. **Journal of Shellfish Research**, v. 9, n. 1, p. 233–237, 1990.

DE MELO, C. M. R.; SILVA, F. C.; GOMES, C. H. A. M.; SOLÉ-CAVA, A. M.; LAZOSKI, C. *Crassostrea gigas* in natural oyster banks in southern Brazil. **Biological Invasions**, v. 12, n. 3, p. 441–449, mar. 2010.

DILLWYN, L. W. **A descriptive catalogue of recent shells : arranged according to the Linnæan method ; with particular attention to the synonymy**. London: Printed for J. and A. Arch, 1817.

DO NASCIMENTO, V. S.; LAPA, K. R.; DE MIRANDA GOMES, C. H. A.; GRAY, M.; DA SILVA, G.; GARBOSSA, L. H. P.; SUPLYCY, F. M.; DE MELO, C. M. R. Filtration and biodeposition rates of *Crassostrea* oysters for southern Brazilian waters. **Regional Studies in Marine Science**, v. 56, p. 102677, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102677>>.

DOS SANTOS, A. A. “Ostra de Florianópolis”: A Indicação Geográfica que vem do mar. **Aquaculture Brasil**, v. Março/Abri, p. 23–25, 2017.

EPAGRI. **Produção de Moluscos**. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiN2I1YzhiNzQtYzNiNS00MjVmLTg0N2UtNTM1YWJhYWFiODgyIiwidCI6ImExN2QwM2ZjLTRiYWVtNGI2OC1iZDY4LWUzOTYzYTJiYzRI>>. Acesso em: 19 abr. 2023.

- EVSEEV, G. A.; YAKOVLEV, Y. M.; LI, X. The Anatomy of the Pacific Oyster, *Crassostrea gigas* (Thurnberg) (Bivalvia : Ostreidae). **Publications of the Seto Marine Biological Laboratory**, v. 37, n. 3–6, p. 239–255, 1996.
- FAO. **The States of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation**. Rome: FAO, 2022. 266 p.
- FERREIRA, J. P. R.; LEGAT, A. P.; LAZOSKI, C.; FREIRE, T. B.; GOMES, C. H. A. de M.; DE MELO, C. R. M. A historical and integrative taxonomic account of mangrove oyster species native to the Atlantic American coast: A re-evaluation of Brazilian *Crassostrea* species. **Zoologischer Anzeiger**, v. 305, n. May 2022, p. 52–81, 2023.
- FERREIRA, J.; SILVA, F.; FERREIRA, F. Produção programada e rastreabilidade de larvas e sementes de moluscos em Santa Catarina. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 35, n. 2, p. 192–197, 2011.
- FREIRE, T. B. **Bioflocos na alimentação de ostras do Pacífico *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793)**. 2021. Universidade Federal de Santa Catarina, 2021.
- GALTSOFF, P. S. The American oyster *Crassostrea virginica* Gmelin. **Fishery bulletin. United States Fish and Wildlife Service**, v. 64, p. 21–82, 1964. Disponível em: <<http://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/3940v.64>>.
- GJEDREM, T.; BARANSKI, M. **Selective breeding in aquaculture: an introduction**. New York: Springer, 2009.
- GOMES, H. M. **Efeito da dieta no assentamento de larvas e no crescimento e sobrevivência de sementes de ostras *Crassostrea gigas***. 2022. Universidade Federal de Santa Catarina, 2022.
- GRAFF, G. F. F. **Caracterização das principais microalgas utilizadas na alimentação de moluscos bivalves cultivados no Laboratório de Moluscos Marinhos da UFSC**. 2021. Universidade Federal de Santa Catarina, 2021.
- GRAY, M. W.; LANGDON, C. Particle Processing by Olympia Oysters *Ostrea lurida* and Pacific Oysters *Crassostrea gigas*. **Estuaries and Coasts**, v. 42, n. 3, p. 779–791, 2019.
- GUILDING, L. Observations on the zoology of the Caribbean Islands. **The Zoological journal**, v. 3, p. 542, 1828. Disponível em: <<https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/39584>>.
- GUILLARD, R. R. L. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In: SMITH, W. L.; CHANLEY, M. H. **Culture of marine invertebrate animals**. New York: Springer, 1975. p. 29–60.
- GUSMÃO, J.; SOLÉ-CAVA, A. M. Um sistema de diagnóstico molecular para a identificação de espécies comerciais de camarões marinhos brasileiros. In: CIVA, 2002, [...]. 2002. p. 754–764.
- HALL, T. A. BioEdit: a user friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. **Nucleic Acids Symposium Series**, v. 41, p. 95–98, 1999.

- HOWARD, D. W.; SMITH, C. S. Histological techniques for marine bivalve molluscs. **NOAA Technical Memorandum**, n. NMFS-F/NEC.25, p. 97, 1983.
- JOSEPH, J. D.; ACKMAN, R. G. Capillary column gas chromatographic method for analysis of encapsulated fish oils and fish oil ethyl esters: collaborative study. **Journal of AOAC INTERNATIONAL**, v. 75, n. 3, p. 488–506, 1992.
- KESSING, B.; MARTIN, A.; MCINTOSH, C.; OWEN, M.; PALUMBI, S. **The Simple Fool's Guide To PCR**. Hawaii: Department of Zoology, University of Hawaii, 1989.
- LAWRENCE, D. R.; SCOTT, G. I. The determination and use of condition index of oysters. **Estuaries**, v. 5, n. 1, p. 23–27, 1982.
- LAZOSKI, C.; GUSMÃO, J.; BOUDRY, P.; SOLÉ-CAVA, A. M. Phylogeny and phylogeography of Atlantic oyster species: Evolutionary history, limited genetic connectivity and isolation by distance. **Marine Ecology Progress Series**, v. 426, p. 197–212, 28 mar. 2011.
- LIMA, R. de C. D.; FERREIRA, J. P. R.; SANTO, C. M. do E.; SILVA, F. C. da; GOMES, C. H. A. de M.; RAMOS, C. de O.; DE MELO, C. M. R. Spat of pacific oysters (*Crassostrea gigas*) grown in subtropical environments. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 00, n. 00, p. 1–23, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10454438.2023.2231432>>.
- LIU, Z.; ZHAO, M.; WANG, X.; LI, C.; LIU, Z.; SHEN, X.; ZHOU, D. Investigation of oyster *Crassostrea gigas* lipid profile from three sea areas of China based on non-targeted lipidomics for their geographic region traceability. **Food Chemistry**, v. 386, n. March, p. 132748, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132748>>.
- MELO, E. M. C.; SÜHNEL, S.; OLIVEIRA, A. C. S. de; LOPES, B. de O.; BACHI, G. C.; DE MELO, C. M. R. Growth, mortality and reproductive traits of diploid and triploid Pacific oysters (*Crassostrea gigas*, THUNBERG, 1793) in Southern Brazil. **Aquaculture Research**, v. 51, n. 9, p. 3631–3640, 2020.
- MIZUTA, D. D.; SILVEIRA, N.; FISCHER, C. E.; LEMOS, D. Interannual variation in commercial oyster (*Crassostrea gigas*) farming in the sea (Florianópolis, Brazil, 27°44' S; 48°33' W) in relation to temperature, chlorophyll a and associated oceanographic conditions. **Aquaculture**, v. 366–367, n. March, p. 105–114, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.09.011>>.
- O'FALLON, J. V.; BUSBOOM, J. R.; NELSON, M. L.; GASKINS, C. T. A direct method for fatty acid methyl ester synthesis: Application to wet meat tissues, oils, and feedstuffs. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 6, p. 1511–1521, 2007.
- PIE, M. R.; RIBEIRO, R. O.; BOEGER, W. A.; OSTRENSKY, A.; FALLEIROS, R. M.; ANGELO, L. A simple PCR-RFLP method for the discrimination of native and introduced oyster species (*Crassostrea brasiliiana*, *C. rhizophorae* and *C. gigas*; Bivalvia: Ostreidae) cultured in Southern Brazil. **Aquaculture Research**, v. 37, n. 15, p. 1598–1600, nov. 2006.
- RAMOS, C. de O.; DA SILVA, F. C.; GOMES, C. H. A. de M.; LANGDON, C.; TAKANO, P.; GRAY, M. W.; DE MELO, C. M. R. Effect of larval density on growth and survival of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in a recirculation aquaculture system. **Aquaculture**, v. 540, n.

December 2020, p. 736667, 2021. Disponível em:
<<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736667>>.

RAMOS, C. de O.; DA SILVA, F. C.; GRAY, M.; GOMES, C. H. A. de M.; DE MELO, C. M. R. Effect of water recirculation rate and initial stocking densities on competent larvae and survival of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in a recirculation aquaculture system.

Aquaculture International, n. 0123456789, 2022. Disponível em:
<<https://doi.org/10.1007/s10499-022-00896-6>>.

RICE, E. W.; BAIRD, R. B.; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, DC: American Public Health Association, 2017.

SHAW, B. L.; BATTLE, H. I. The gross and microscopic anatomy of the digestive tract of the oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin). **Canadian Journal of Zoology**, v. 35, n. 3, p. 325–347, 1957.

SILVEIRA, R.; SILVA, F.; GOMES, C.; FERREIRA, J.; MELO, C. Larval settlement and spat recovery rates of the oyster *Crassostrea brasiliiana* (Lamarck, 1819) using different systems to induce metamorphosis. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 2, p. 557–562, maio 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842011000300029&lng=en&tln=en>. Acesso em: 15 jul. 2020.

STEELE, S.; MULCAHY, M. F. Gametogenesis of the oyster *Crassostrea gigas* in southern Ireland. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 79, n. 4, p. 673–686, 1999.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. **A practical handbook of seawater analysis**. Ottawa: The Alger Press Ltd, 1972.

TAMURA, K.; STECHER, G.; KUMAR, S. MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11. **Molecular Biology and Evolution**, v. 38, n. 7, p. 3022–3027, 2021.

THUNBERG, C. P. Tekning och Beskrifning på en stor Ostronsort ifrån Japan. **Kongliga Svenska vetenskaps-akademiens handlingar**, v. 14, n. (4-6), p. 140–142, 1793.

TURECK, C. R.; MELO, C. M. R.; GOMES, C. H. A. de M.; LAZOSKI, C.; MARENZI, A. W. C.; FERREIRA, J. P. R.; JAIME FERNANDO FERREIRA, J. F. F. Use of Artificial Collectors To Obtain Oyster Seeds in Babitonga Bay, Santa Catarina, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 46, n. 1, p. e541, 2020.

VER, L. M. B.; WANG, J. K. Design criteria of a fluidized bed oyster nursery. **Aquacultural Engineering**, v. 14, n. 3, p. 229–249, 1995.

VIEIRA, G. C.; HAWKYARD, M.; LANGDON, C.; SÜHNEL, S.; SCARANTO, B. M.; FERREIRA, J. P. R.; GOMES, C. H. A. de M.; VÉZINA, L. P.; DE MELO, C. M. R. Replacement of living microalgae with a dried alfalfa chloroplast product in diets for the Brown mussel (*Perna perna*), Yellow clam (*Mesodesma mactroides*) and Manila clam (*Venerupis philippinarum*). **Aquaculture Nutrition**, v. 27, n. 6, p. 2307–2319, 2021.

WONG, K. B.; PIEDRAHITA, R. H. Settling velocity characterization of aquacultural solids.

Aquacultural Engineering, v. 21, n. 4, p. 233–246, 2000.