



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

VANESSA SILVA DO NASCIMENTO

TAXA DE FILTRAÇÃO E BIODEPÓSITOS DE OSTRAS DO GÊNERO *Crassostrea*

Florianópolis

2020

Vanessa Silva do Nascimento

TAXA DE FILTRAÇÃO E BIODEPÓSITOS DE OSTRAS DO GÊNERO *Crassostrea*

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Manoel Rodrigues de Melo
Coorientador: Prof.^a Dr.^a Katt Regina Lapa

Florianópolis

2020

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

Nascimento, Vanessa Silva do
Taxa de filtração e biodepósitos de ostras do gênero
Crassostrea / Vanessa Silva do Nascimento ; orientador,
Claudio Manoel Rodrigues de Melo, coorientadora, Katt
Regina Lapa, 2020.
52 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós
Graduação em Aquicultura, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Aquicultura. 2. Taxas alimentares. 3. Séston
natural. 4. Ostras. I. Melo, Claudio Manoel Rodrigues de.
II. Lapa, Katt Regina. III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Aquicultura. IV.
Título.

Vanessa Silva do Nascimento

Taxa de filtração e biodepósitos de ostras do gênero *Crassostrea*

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Claudio Manoel Rodrigues de Melo, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Helcio Luis de Almeida Marques, Dr.
Instituto de Pesca do Estado de São Paulo

Prof. Francisco José Lagreze Squella, Dr.
Universidade Federal do Paraná

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Aquicultura.

Prof. Dr^a Leila Hayashi
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação

Prof. Dr. Claudio Manoel Rodrigues de Melo
Orientador

Florianópolis, 2020.

Dedico este trabalho a todas as pesquisadoras, que lutam constantemente para ter voz na ciência e a todos os estudantes deste país, os quais são chamados de indolentes por quem sucateia e desmonta a educação pública.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

Agradeço a minha família por sempre me apoiarem nas minhas decisões e me auxiliarem em tudo que fosse preciso.

Aos professores Claudio e Katt, por todo aprendizado, apoio, suporte e paciência. Além disso, por proporcionar esta linha de pesquisa tão desejada por mim.

A equipe do Laboratório de Moluscos Marinhos: Ana, Alexandre, Duda, Carlos Henrique, Carlos Manoel, Jaque, João, Zezé, Sino, Chico, Juan, Blacher, Itamar, Josué, Grazi, Bianca, Thaís, Rafa e Hugo, que não mediram esforços para me auxiliar tanto na parte laboratorial quanto nas coletas de campo. Grata também pelos cafés, conversas e risadas! Obrigada por tudo! Todos vocês foram minha segunda família nesse período.

A fazenda marinha Paraíso das Ostras, que cedeu o local para as coletas de campo, e me recebeu tão bem, e não mediu esforços para me ajudar em tudo que foi preciso. Agradeço de coração ao Vinícius, Joice, Seu Virgílio, Dona Ione, Muca, Shell, Juliano e os demais colaboradores da fazenda.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), pela parceria com a sonda para que eu pudesse medir os parâmetros da água no norte da Ilha e a disponibilização dos dados da sonda instalada no sul da Ilha. Grata aos Drs. Luis Hamilton, Felipe Suplicy, Fabiano e André.

Aos meus amigos que me acompanham desde a graduação: Gabriela, Rodrigo, Osvaldo e Luiza, obrigada pelas palavras de apoio e consolo. Meu agradecimento especial a Gabi, “minha anja”, que estava comigo em todos os momentos que precisei.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Muitas mãos, corações e mentes costumam contribuir para as realizações mais notáveis de qualquer pessoa.

Walt Disney.

RESUMO

Santa Catarina é o maior produtor de ostras do Brasil. As Baías Norte e Sul da ilha de Santa Catarina são responsáveis por 97% da ostreicultura a partir da espécie *Crassostrea gigas*. Outras espécies também possuem valor econômico no Estado, são elas a *Crassostrea gasar* e *Crassostrea rhizophorae*. As taxas alimentares possuem importância para estudos ambientais, sendo assim o objetivo deste trabalho foi gerar subsídio para estudos de capacidade de suporte das baías da ilha de Florianópolis ao avaliar a taxa de filtração, clareamento e biodepósitos de ostras do gênero *Crassostrea* nas diferentes estações do ano. Dois pontos de coleta foram utilizados, um em cada baía, e as taxas alimentares foram mensuradas a partir do método de biodepósitos, bem como os parâmetros de qualidade de água foram medidos. A *C. rhizophorae* apresentou as maiores médias de taxa de filtração, biodepósitos e taxa de clareamento. As taxas apresentaram diferenças entre as estações, mas a interação entre espécies e as estações apenas ocorreu no verão e na primavera. Os parâmetros de qualidade da água apresentaram diferenças entre as Baías, as quais possuem distinção de profundidade, velocidades de correntes e ação dos ventos. Esses fatores influenciam o material particulado, que por consequência altera as taxas alimentares. Não há na literatura estudos que comparam as taxas de filtração, clareamento e biodepósitos entre as espécies do presente estudo o que torna os resultados ainda mais importantes.

Palavras-chave: Aquicultura. Taxas alimentares. Séston natural. Ostras.

ABSTRACT

Santa Catarina is the largest oyster producer in Brazil. The North and South bays located on the island of Santa Catarina are responsible for 97% of oyster farming from *Crassostrea gigas*. Other species have economic value in the state, such as *C. gasar* and *C. rhizophorae*. Feeding rates are important for environmental studies, so, the objective was to acknowledge the carrying capacity in Florianópolis bays by evaluating the filtration rate, clearance, and biodeposits of the genus *Crassostrea* in different seasons. One collection site was selected in each bay. Feeding rates were, then, measured using the biodeposits method. Water quality parameters were also evaluated. *C. rhizophorae* had the highest average filtration rate, biodeposits, and clearance rate. The rates showed significant differences in the seasons, but the interaction between species and seasons only occurred in summer and spring seasons. The bays showed differences at depth, current speeds, and wind action parameters which influenced the particulate material concentration and its availability, consequently affecting the feeding rates. This is the first study comparing filtration, clearance, and biodeposits rates between these *Crassostrea* species, which makes the results even more important.

Keywords: Aquaculture. Feeding rate. Natural seston. Oyster.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Anatomia externa e órgãos da alimentação (esquerda) e sistema digestivo (direita) de *Crassostrea virginica*. 15
- Figura 2: Espécies de ostras utilizadas no experimento. *Crassostrea gigas* (esquerda), *Crassostrea gasar* (centro) e *Crassostrea rhizophorae* (direita). Na linha superior são as valvas direitas e na inferior as valvas esquerdas das respectivas ostras..... 23
- Figura 3: Esquema das caixas individuais (esquerda) e sistema (direita) utilizado na coleta de dados em campo. A seta indica a direção do fluxo da água do mar..... 25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Métodos para medir taxa de filtração.....	18
Tabela 2: Número de ostras das espécies <i>Crassostrea gigas</i> (LG) <i>Crassostrea gasar</i> (LB) e <i>Crassostrea rhizophorae</i> (LRH) utilizadas nas coletas por estação e local.....	22
Tabela 3: Média e desvio-padrão da temperatura (°C), salinidade (g.kg ⁻¹) e clorofila da água das Baías Norte e Sul de Santa Catarina nas diferentes estações do ano.....	26
Tabela 4: Média e desvio padrão do Material Particulado Total (TPM), Material Particulado Orgânico (POM) e Material Particulado Inorgânico (PIM) na água e Conteúdo Orgânico do Séston (OCS) das Baías Norte e Sul de Santa Catarina nas diferentes estações do ano.	27
Tabela 5: Média e desvio padrão da taxa de filtração, biodepósitos e clareamento nas baías Norte e Sul de Santa Catarina nas diferentes estações do ano.....	28
Tabela 6: Valores de correlação entre as taxas de filtração, biodepósitos e clareamento e os parâmetros físico-químicos da água, nas baías de Florianópolis, para as diferentes espécies estudadas, nas diferentes estações do ano.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LMM	Laboratório de Moluscos Marinhos
Epagri	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
BN	Baía Norte
BS	Baía Sul
SBQ	Ponto 1, localizado em Sambaqui
CBS	Ponto 2, localizado na Caieira da Barra do Sul
TPM	Material Particulado Total
OCS	Conteúdo orgânico do Séstion
PIM	Material Particulado Inorgânico
POM	Material Particulado Orgânico
CLOR	Clorofila
FR	Taxa de Filtração
CR	Taxa de Clareamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	14
1.1	OBJETIVOS.....	19
1.1.1	Objetivo Geral	19
1.1.2	Objetivos Específicos	19
2	ARTIGO CIENTÍFICO	20
2.1	Introdução.....	20
2.2	Material e métodos	21
2.2.1	Material biológico	22
2.2.2	Qualidade de água	23
2.2.3	Material particulado	23
2.2.4	Coleta de biodepósitos	24
2.2.5	Taxa de filtração e biodepósitos	25
2.2.6	Análise de dados	25
2.3	Resultados	26
2.4	Discussão.....	32
2.5	Conclusão	35
2.6	Agradecimentos.....	35
2.7	Referências	36
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL	41
	APÊNDICE A – Gráfico de correlações da taxa de filtração e os parâmetros físico-químicos da água nas baías de Florianópolis	44
	APÊNDICE B - Gráfico de correlações da taxa de filtração e os parâmetros físico-químicos da água nas estações do ano, sendo elas inverno (I), outono (O), Primavera (P) e verão (V)	45
	APÊNDICE C – Gráfico de correlações da taxa de filtração e os parâmetros físicos-químicos da água por espécie, sendo elas <i>Crassostrea gasar</i> (LB), <i>Crassostrea gigas</i> (LG) e <i>Crassostrea rhizophorae</i> (LRH)	46
	APÊNDICE D – Gráfico de correlações da taxa de biodepósitos e os parâmetros físicos químicos da água nas baías de Florianópolis. Quando significativos ($P < 0.05$) os valores de correlações foram inseridos em seus respectivos gráficos	47

APÊNDICE E – Gráfico de correlações da taxa de biodepósitos e os parâmetros físico-físicos-químicos da água nas estações, sendo elas inverno (I), outono (O), Primavera (P) e verão (V).	48
APÊNDICE F – Gráfico de correlações da taxa de biodepósitos e os parâmetros físicos químicos da água nas espécies, sendo elas <i>Crassostrea gasar</i> (LB), <i>Crassostrea gigas</i> (LG) e <i>Crassostrea rhizophorae</i> (LRH).	49
APÊNDICE G – Gráfico de correlações da taxa de clareamento e os parâmetros físicos químicos da água nas baías de Florianópolis.....	50
APÊNDICE H – Gráfico de correlações da taxa de clareamento e os parâmetros físicos químicos da água nas estações, sendo elas inverno (I), outono (O), Primavera (P) e verão (V).	51
APÊNDICE I – Gráfico de correlações da taxa de clareamento e os parâmetros físico-químicos da água por espécies, sendo elas <i>Crassostrea gasar</i> (LB), <i>Crassostrea gigas</i> (LG) e <i>Crassostrea rhizophorae</i> (LRH).	52

1 INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Crassostrea* é responsável por 33,2% da produção mundial de moluscos, sendo 3,7% desta atribuída a ostra do Pacífico, *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) (FAO, 2020). Essa espécie foi inserida no Sul do Brasil, onde apresentou bom desempenho zootécnico (POLI, 2004), e tornou-se a principal espécie produzida na ostreicultura (EPAGRI, 2018). No entanto, atualmente as ostras nativas despertaram o interesse da cadeia produtiva do estado com o intuito de gerar diversificação de renda e produto. *Crassostrea gasar* (Adanson, 1757) é a principal espécie em desenvolvimento, e tem sido estudada com foco para o cultivo, enquanto *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) é cultivada principalmente para fins experimentais.

O Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) iniciou a produção de *Crassostrea gasar* a partir de reprodutores identificados por análises moleculares entre os anos de 2006 a 2008, e no ano de 2019 foram entregues cerca de 3,5 milhões de sementes para produtores do Rio Grande do Norte, Alagoas, Espírito Santo, São Paulo e Santa Catarina (Informação verbal¹). *C. gasar* é encontrada no Brasil desde o Pará até Santa Catarina (LAZOSKI *et al.*, 2011). E em seu habitat natural encontra-se geralmente fixada nas rochas em zona infralitoral e apresenta tamanho entre 50 a 190 mm (ABSHER, 1989), sendo uma espécie considerada promissora para a cadeia produtiva (LOPES *et al.*, 2013).

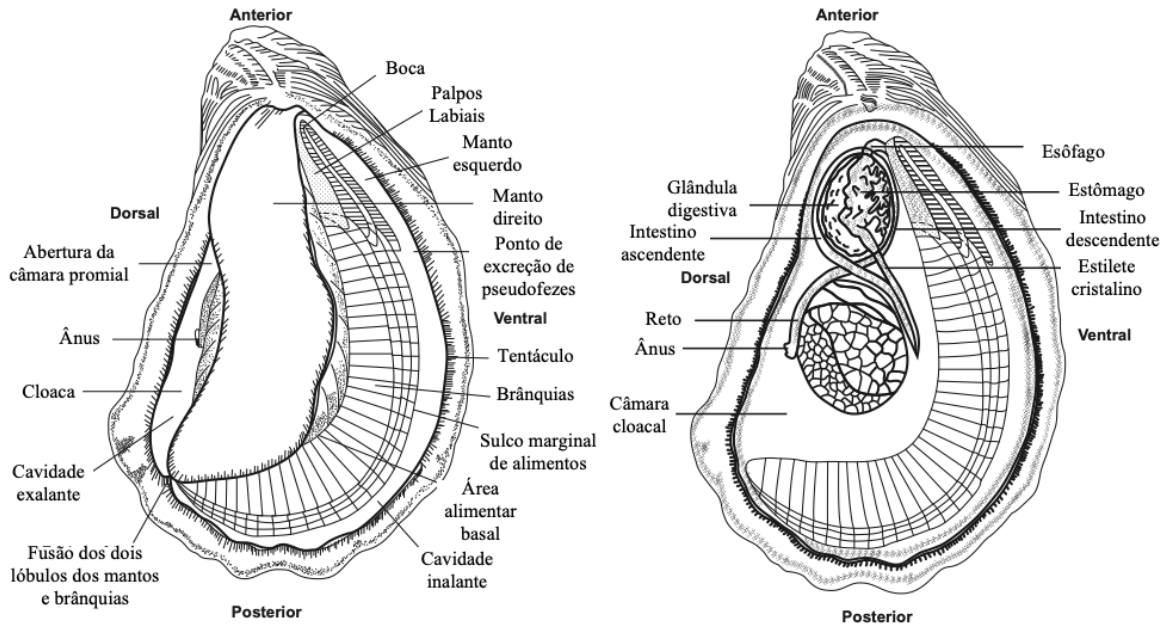
A *Crassostrea rhizophorae*, normalmente encontrada em ambientes tropicais (POLI, 2004), está distribuída desde o Panamá até Santa Catarina, no sul do Brasil (LAZOSKI *et al.*, 2011), na zona entremarés. Em relação ao crescimento, é mais lento quando comparada com as demais espécies (*C. gigas* e *C. gasar*), apresentando altura entre 20 a 65 mm (ABSHER, 1989).

As ostras são bivalves sésseis e se alimentam de partículas em suspensão na água. Segundo Bayne (2017), o séston é descrito como a soma de todo o material em suspensão na água, e é utilizado como sinônimo do Material Particulado Total (TPM). Este compreende a matéria orgânica particulada (POM) e a inorgânica (PIM). A partir disto, é possível mensurar o conteúdo orgânico, índice este associado a qualidade do séston, no qual é a capacidade de atender as demandas nutricionais da ostra para crescimento e reprodução.

Na anatomia das ostras (Figura 1), a água entra pela abertura inalante e é conduzida pelos cílios branquiais até a abertura exalante, gerando um fluxo de bombeamento, o qual pode ser regulado através da cavidade do manto (GOSLING, 2015). Neste fluxo de bombeamento, ocorre o carreamento de partículas do séston pelas brânquias em direção à boca, na qual ocorre a triagem e rejeição pelos palpos labiais. As partículas eliminadas nesse processo são denominadas de pseudofeces e são excretadas na parte ventral das ostras (Figura 1). Já as

partículas selecionadas, são ingeridas e passam por todo o sistema digestivo até serem liberadas como fezes pelo ânus (WILDISH; KRISTMANSON, 1997).

Figura 1: Anatomia externa e órgãos da alimentação (esquerda) e sistema digestivo (direita) de *Crassostrea virginica*.



Fonte: Adaptação de Bayne, 2017 e Gosling, 2015.

Este tipo de alimentação é chamado de alimentação por filtração (GOSLING, 2015), pois as brânquias, com seus diferentes tratos ciliares, filtram um volume de água e removem os materiais particulados (DAME, 2016). Isso reduz a turbidez, melhora a qualidade da água (NEWELL *et al.*, 2005), controla a biomassa de fitoplâncton e torna os sistemas mais resistentes a aumentos de cargas externas de nutrientes (SROCZYŃSKA; BARROSO; CHÍCHARO, 2012). Além disso, retiram nitrogênio da coluna d'água como proteína para tecidos e concha (RICE *et al.*, 2008), como também transferem ao sedimento a partir dos biodepósitos, desempenhando papel importante como intermediários na ciclagem de minerais (NEWELL *et al.*, 2005).

Outro aspecto importante da biodeposição dos moluscos é que tornam disponíveis nutrientes para outros animais, sendo assim, áreas de cultivo servem de habitat (FERREIRA *et al.*, 2018) para peixes, poliquetas, anfípodas, pequenos caranguejos e outros crustáceos (IGLESIAS, 1981). Isso porque os bivalves são cultivados em sua maioria em cultivos suspensos, como “long-lines”. Entretanto, esses cultivos se não dimensionados, acarretam o desequilíbrio do meio, gerando acúmulo de material orgânico nas proximidades, aumento do

acoplamento bento-pelágico, aceleração da deposição de matéria orgânica particulada (FERREIRA *et al.*, 2018), suspensão de sedimentos, alteração do regime hidrodinâmico (MCKINDSEY *et al.*, 2006) e até eutrofização do ambiente (SUPLICY, 2000).

Para um ambiente de cultivo sustentável, faz-se necessário verificar a capacidade de carga de produção e a capacidade ecológica, pois as mesmas estão entrelaçadas. A primeira, refere-se ao rendimento máximo sustentável do cultivo em uma região. Enquanto que a segunda, determina a quantidade dessa produção para que não ocorra mudanças significativas na ecologia do ambiente (GIBBS, 2007). Tendo em vista a importância e o papel que os moluscos bivalves desempenham, estudos no intuito de contabilizar ganhos ecológicos e desempenho zootécnico, assim como para definição de áreas propícias ao cultivo, buscam compreender a relação das taxas de alimentação dos organismos com o ambiente.

Dentre as taxas de alimentação, há a taxa de filtração, clareamento e biodeposição. As duas primeiras são consideradas sinônimas (EHRICH; HARRIS, 2015), na qual a taxa de filtração é a quantidade de partículas em miligramas retirada da água pela ostra, e a taxa de clareamento é o volume de água clareada pela ostra. Já a taxa de biodeposição é a quantidade de fezes e pseudofezes produzidas pelas ostras. Todas por um intervalo de tempo.

A taxa de filtração é um determinante do crescimento das ostras (EHRICH; HARRIS, 2015). Além disso, ostras com alto potencial de filtração contribuem para as taxas mais rápidas de transporte de sedimentos, reduzindo a biomassa de fitoplâncton e tornando os sistemas mais resistentes a aumentos de cargas externas de nutrientes (SROCZYŃSKA; BARROSO; CHÍCHARO, 2012). A taxa de clareamento, é informação de interesse em questões capacidade de suporte (CRANFORD, 2019), sendo um dos indicadores de performance (Eficiência de Clareamento) para a sustentabilidade do ambiente, onde indica a relação entre a quantidade de dias em que a água permanece em determinado local, antes que seja renovada e a quantidade de dias que os moluscos processam toda a água da região. Sendo assim, este indicador é mais uma evidência de que as taxas de alimentação estão extremamente ligadas a estudos ambientais (GIBBS, 2007).

Sendo assim, há diversos métodos para medir estas taxas. Na Tabela 1 encontram-se os principais utilizados. No entanto, a diferença de valores encontrados pelos diferentes métodos não significa que o método não seja confiável e sim o reflexo da condição do bivalve e a influência de fatores ambientais. Além disso, os dados conflitantes entre essas taxas podem se dar pela aplicação imprecisa dos métodos bem como por diferenças nas condições experimentais (RIISGÅRD, 2001). Portanto, Cranford *et al.* (2011) realizaram uma meta-

análise e concluíram que os resultados a partir de cada método são semelhantes desde que os mesmos sejam empregados corretamente.

Uma das formas de avaliação de taxa de filtração, clareamento e biodeposição em bivalves é o método dos biodepósitos proposto por Hawkins *et al.* (1996), sendo ideal para coletas de campo (BAYNE, 2017) e se baseia na amostragem separada de fezes e pseudofezes, além da averiguação da concentração de séston sob uma vazão constante por um período de tempo, de forma que as fezes e pseudofezes tenham sido produzidos como resultado da mesma amostra de séston (NAVARRO; THOMPSON, 1994). Embora as concentrações de séston e a taxa de clareamento podem se tornar superestimadas, ou haja a possível perda de fezes e pseudofezes da câmara experimental (PETERSEN *et al.*, 2004), esse método traz noções a respeito das condições de comportamento de alimentação normal para as ostras sob turbulência mínima (BAYNE, 2017), sendo que as estimativas das taxas estão integradas no tempo e menos afetadas por variações ocasionais no comportamento alimentar (IGLESIAS *et al.*, 1998).

Em Santa Catarina, Mello (1999) calculou as taxas de biodeposição e clareamento do mexilhão *Perna perna* em ambiente de cultivo. Posteriormente, Suplicy (2004) descreveu o modelo de capacidade de suporte para cultivo de mexilhões *Perna perna*. Em 2002, Schmitt averiguou o efeito de diferentes condições ambientais em áreas de cultivo sobre os processos de alimentação e biodeposição do mexilhão *Perna perna*. Além disso, estes resultados foram utilizados para o subsídio do modelo matemático testado por Silva *et al.* (2019), o qual relaciona os referidos dados à modelagem hidrodinâmica como ferramenta de gestão da dispersão dos biodepósitos em áreas de cultivo. Ou seja, calculou o movimento de partículas na coluna de água e tornou possível gerir as áreas de cultivo, com importante contribuição na previsão dos possíveis locais de acumulação de biodepósitos, os quais poderão causar impactos por esta atividade ao ambiente. Em relação ostreicultura, não constam informações sobre produção de biodepósitos em Santa Catarina (SILVA *et al.*, 2019). Deste modo, os autores utilizaram dados de ostras de clima temperado, os quais não são aconselhados para regiões de clima diferente (BARG, 1992).

Assim, a partir do método de biodepósitos, este estudo pretende fornecer dados de taxa de filtração e biodeposição das espécies *Crassostrea gigas*, *Crassostrea gasar* e *Crassostrea rhizophorae*, a fim de gerar subsídio para estudos de capacidade de suporte das baías de Florianópolis.

Tabela 1: Métodos para medir taxa de filtração

Métodos	Características	Primeiro a usar
Direto	A água exalada é coletada e medida separadamente, sendo isso possível devido ao fato de existir uma barreira física (ex.: Avental de borracha) da água circundante. Necessita de atenção em relação a distúrbios mecânicos e gradientes de pressão.	MOORE (1910)
Câmara de fluxo	Há um fluxo contínuo na câmara onde se encontra o bivalve, e as células das algas devem ser retiradas de forma 100% eficiente pelas brânquias. A concentração de alga é mantida durante este método. Necessita atender pré-requisitos em relação a estrutura para que o método seja eficiente	HAVEN; MORALES-ALAMO (1970)
Sucção	Amostras de água inalada e exalada são sugadas através de tubos de vidro nas aberturas inalante e exalante do bivalve, e é possível medir em animais enterrados no substrato. Necessita verificação da geometria e platô para obter resultado correto.	MØHLENBERG; RIISGÅRD (1978)
Clareamento	A taxa é obtida pela redução no número de partículas em função do tempo. É monitorada coletando amostras de água em intervalos de tempo fixos e medindo a concentração de partículas em um aquário. A concentração de algas diminui durante o experimento, no entanto pode ser acrescido novas algas.	FOX <i>et al.</i> (1937)
Estático	Necessita de fluxo constante de água do mar filtrada em um aquário e adição constante de algas por meio de bomba dosadora, para manter a concentração no intervalo de filtração do animal. Este método pode ser utilizado em períodos experimentais longos.	HILDRETH; CRISP (1976)
Observação por vídeo	Taxa de filtração é deduzida pelo rastreamento de partículas por meio de vídeo: Posteriormente o vídeo é analisado e utilizam modelagem numérica para calcular a velocidade média da água através dos canais filamentosos.	NIELSEN <i>et al.</i> (1993)
Substituição	Baseia-se na substituição completa da corrente inalante por um fluxo medido de água colorido por um corante solúvel e não tóxico. O bivalve permanece em uma posição natural, e um fluxo adequado de água nova é mantido ao redor do animal.	COUGHLAN; ANSELL (1964)
Thermistor	Métodos baseados na medição da velocidade de correntes exalantes por uma pequena sonda “thermistor”. No entanto requer posicionamento preciso, controle de temperatura e calibração da sonda.	FOSTER-SMIT (1976)
Biodepósitos	Parte do princípio de coleta de fezes e pseudofezes separadas e assim pode ser utilizado para calcular taxas de ingestão.	HAWKINS <i>et al.</i> (1996)
Impulsor	Mede o fluxo de corrente de água e calcula a taxa de filtração a partir da velocidade de aproximação da água à superfície branquial. Contudo, pode não ser capaz de medir a taxa de filtração com precisão.	JONES <i>et al.</i> (1992)

Fonte: Adaptação de Dame, 2012.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a taxa de filtração e biodepósitos de ostras do gênero *Crassostrea* nas diferentes estações do ano, com fins de gerar subsídios para estudos de capacidade de suporte das baías de Florianópolis.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Quantificar a taxa de filtração das ostras das espécies: *Crassostrea gigas*, *Crassostrea gasar* e *Crassostrea rhizophorae*;
- Determinar a produção de biodepósitos das espécies *Crassostrea gigas*, *Crassostrea gasar* e *Crassostrea rhizophorae*;
- Aferir se há diferença para taxa de filtração e biodeposição entre Baía Norte e Sul da Ilha de Florianópolis;
- Aferir se há diferença para taxa de filtração e biodeposição entre as estações do ano.

2 ARTIGO CIENTÍFICO

TAXA DE FILTRAÇÃO E BIODEPÓSITOS DE OSTRAS DO GÊNERO *Crassostrea*

Vanessa Silva do Nascimento, Katt Regina Lapa, Carlos Henrique Araujo de Miranda Gomes, Gabriela da Silva, Luis Hamilton Pospissil Garbosa, Felipe Matarazzo Suplicy, Claudio Manoel Rodrigues de Melo.

Laboratório de Moluscos Marinhos, Departamento de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC 88061-600, Brasil

*Autor correspondente: Claudio Manoel Rodrigues de Melo (claudio.melo@ufsc.br)

2.1 INTRODUÇÃO

O gênero *Crassostrea* é responsável por 33,2% da produção mundial de moluscos, sendo 3,7% desta atribuída a ostra do Pacífico, *Crassostrea gigas* (FAO, 2020). No Brasil, esta é a espécie mais cultivada, mais especificamente na região da grande Florianópolis (SC). Nas baías da Ilha de Santa Catarina são produzidas cerca de 2500 toneladas de ostras por ano, em média, o que representa 97,6% da produção da ostreicultura do estado. Essa produção movimenta aproximadamente 20 milhões de reais brutos ao ano (EPAGRI, 2018).

Além da *C. gigas*, também há a produção de *Crassostrea gasar* e *Crassostrea rhizophorae*. A primeira, é encontrada na costa do Brasil, desde do estado do Pará até Santa Catarina (LAZOSKI *et al.*, 2011), e apresenta crescimento promissor (50 a 190 mm) (ABSHER, 1989; LOPES *et al.*, 2013). A espécie é apropriada à costa do nordeste e norte do Brasil (GUIMARÃES *et al.*, 2008), onde o cultivo de *C. gigas* não é possível devido à alta temperatura da água do mar. Já a *Crassostrea rhizophorae*, normalmente encontrada em ambientes tropicais (POLI, 2004), está distribuída desde o Panamá até o sul do Brasil. Ela é fonte de alimento e renda a partir da extração de estoques naturais (GUIMARÃES, 2008). No entanto, tem crescimento menor quando comparada as demais espécies (*C. gigas* e *C. gasar*), atingindo altura entre 20 a 65 mm (ABSHER, 1989).

As ostras são organismos bivalves que se alimentam por filtração (GOSLING, 2015). Elas capturam as partículas do séston, esse é utilizado como sinônimo do material particulado total (TPM) e compreende a matéria orgânica particulada (POM) e a inorgânica (PIM). A partir

disto, é possível mensurar o conteúdo orgânico, índice este associado a qualidade do séston, o qual é atende as demandas nutricionais da ostra para crescimento e reprodução (BAYNE, 2017). Após a retirada das partículas da água, as ostras realizam um processo de triagem, no qual há partículas selecionadas e rejeitadas. As primeiras, são ingeridas e passam pelo sistema digestivo, sendo liberadas como fezes. Enquanto que as rejeitadas, são envoltas em muco e liberadas como pseudofezes. Deste modo, as fezes e pseudofezes são resultados do processo de alimentação e são denominadas biodepósitos.

A partir dos biodepósitos é possível mensurar as taxas de alimentação, sendo elas: taxa de filtração, clareamento e biodepósitos. A taxa de filtração é um determinante do crescimento das ostras (EHRICH; HARRIS, 2015). Além disso, ostras com alto potencial de filtração contribuem para as taxas mais rápidas de transporte de sedimentos, reduzindo a biomassa de fitoplâncton e tornando os sistemas mais resistentes a aumentos de cargas externas de nutrientes (SROCZYŃSKA; BARROSO; CHÍCHARO, 2012). A taxa de clareamento, é informação de interesse em questões de capacidade de suporte (CRANFORD, 2019), a fim de fornecer a relação de tempo e o processamento total de água em uma região (GIBBS, 2007), assim como a taxa de biodepósitos, que possibilita mensurar a concentração de partículas depositada ao fundo e prever potenciais impactos no meio bentônico (FILGUEIRA *et al.*, 2015).

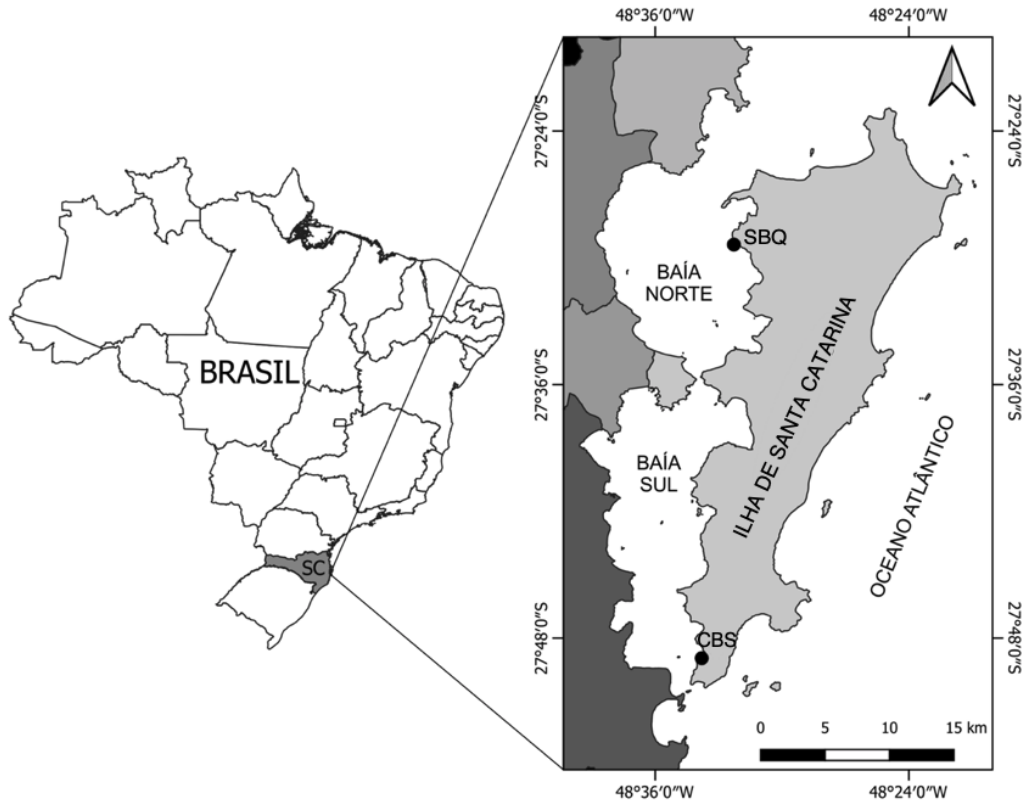
Portanto, uma das premissas para estudos de sustentabilidade da produção de moluscos e gestão costeira são dados de taxas de alimentação (GIBBS, 2007). Sendo assim, objetiva-se com este trabalho, coletar dados sobre taxas de filtração, clareamento e biodeposição para *Crassostrea gigas*, *Crassostrea gasar* e *Crassostrea rhizophorae* a fim de gerar dados para estudos futuros de capacidade de suporte das baías da ilha de Florianópolis.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado entre 22 de janeiro a 27 de novembro de 2019, com coletas nas quatro estações do ano, em dois locais do município de Florianópolis/SC, um na praia de Sambaqui (SBQ) (27°29'22.6"S 48°32'16.9"W) na Baía Norte e outro na Caieira da Barra do Sul (CBS) (27°48'58.3"S 48°33'50.0"W) Baía Sul (Fig. 1).

Os animais de mesma idade foram acondicionados nos dois pontos anteriormente ao início das coletas. As coletas tiveram duração de três a seis dias em cada local, sendo as coletas da estação de verão, outono, inverno e primavera, respectivamente, em março, maio, setembro e novembro.

Figura 1: Mapa de localização dos pontos de coleta. SBQ = Sambaqui (27°29'22.6"S 48°32'16.9"W) e CBS = Caieira da Barra do Sul (27°48'58.3"S 48°33'50.0"W).



Fonte: Elaborado pelo autor baseado em Silva *et al.*, 2019.

2.2.1 Material biológico

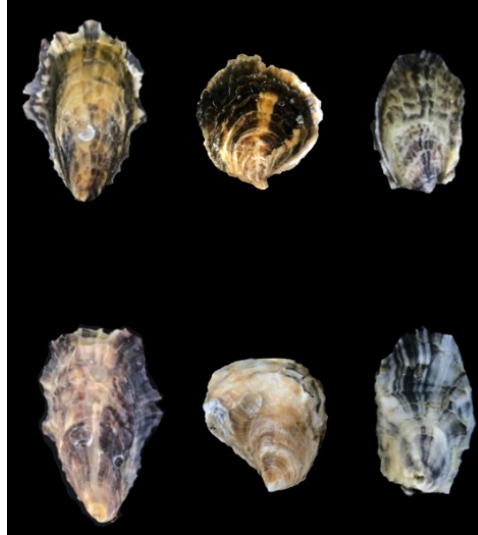
Foram utilizados ao total 285 moluscos bivalves (Tabela 2) das espécies *Crassostrea gigas* (74±15,10 mm de altura), *Crassostrea gasar* (55±10,29 mm de altura), e *Crassostrea rhizophorae* (50,5±6,77 mm de altura), provenientes do Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM), localizado na Barra da Lagoa, da Universidade Federal de Santa Catarina.

Tabela 2: Número de ostras das espécies *Crassostrea gigas* (LG) *Crassostrea gasar* (LB) e *Crassostrea rhizophorae* (LRH) utilizadas nas coletas por estação e local.

Estação	Local						Total
	Baía Norte			Baía Sul			
	LB	LG	LRH	LB	LG	LRH	
Inverno	11	9	8	10	11	9	58
Outono	9	20	11	24	20	12	96
Primavera	9	11	8	11	11	11	61
Verão	12	16	16	8	10	8	70
Total	41	56	43	53	52	40	285

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 2: Espécies de ostras utilizadas no experimento. *Crassostrea gigas* (esquerda), *Crassostrea gasar* (centro) e *Crassostrea rhizophorae* (direita). Na linha superior são as valvas direitas e na inferior as valvas esquerdas das respectivas ostras.



Fonte: Elaborado pelo autor

2.2.2 Qualidade de água

A qualidade da água do mar foi avaliada com a medição da temperatura, salinidade e clorofila utilizando-se uma sonda multiparâmetro, YSI 6600 calibrada previamente com soluções padrão conforme recomendações do fabricante. As coletas foram realizadas no início e no final de cada ensaio.

2.2.3 Material particulado

Amostras de água do mar (500 mL) foram coletadas no tempo inicial e final de cada ensaio para posterior análises de material particulado. O recipiente de armazenamento foi enxaguado três vezes com a água do mar antes de cada coletada. Posteriormente, as amostras foram filtradas em microfiltro de fibra de vidro GF/C, pré-lavados, queimados e pesados. Após a filtração, as amostras foram lavadas com 20 mL de formiato de amônio (0,5 M) para remoção do sal (ICES, 2004). Os filtros foram secos em estufa a 60°C por 24 horas e pesados para se obter o Material Particulado Total (TPM). Após isso, foram queimados na mufla em 450°C por 4 horas, para eliminar a matéria orgânica e em seguida, pesados novamente para se obter o Material Particulado Inorgânico (PIM). Com a subtração do TPM e PIM, encontra-se o Material

Particulado Orgânico (POM). O Conteúdo Orgânico do Sétion (OCS) foi calculado como a razão do TPM com POM (HAWKINS *et al.*, 1996).

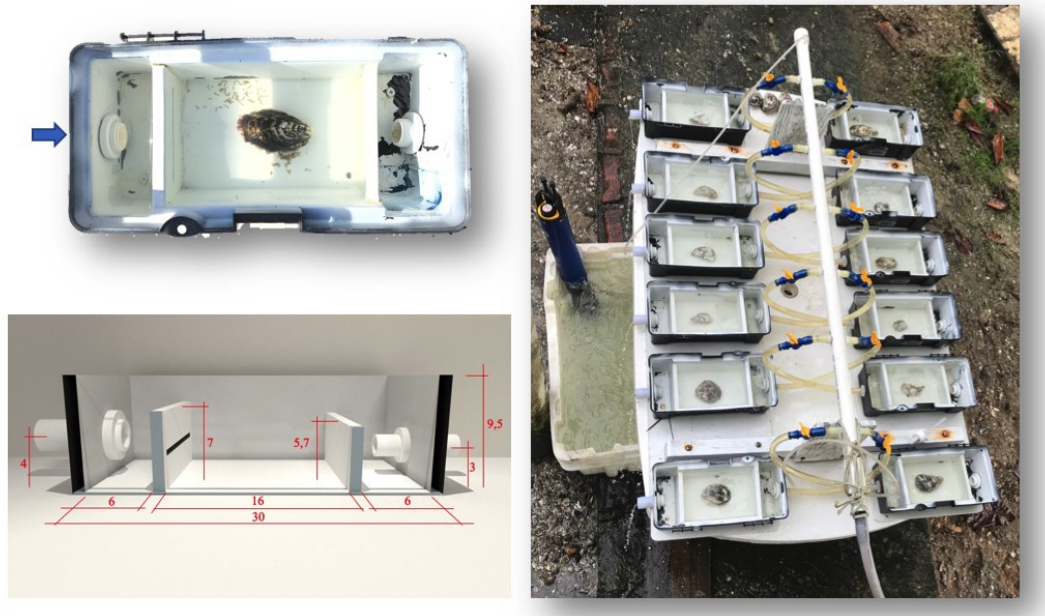
2.2.4 Coleta de biodepósitos

Os dados de biodepósitos foram obtidos com um sistema composto por 12 câmaras com volume total de 4000 cm³ (Figura 3) e dimensões de 9,5x30x14,5 cm, respectivamente, para altura, comprimento e largura. Do volume total, utilizou-se volume útil de aproximadamente 2400 cm³. A água do mar dos locais de estudo foi bombeada para as câmaras (Figura 3) através de uma moto-bomba submersível, marca Schneider, modelo Bcs-S1 1/6 Cv. Controlou-se a vazão através dos registros que antecedem as caixas, em 500 mL.min⁻¹ de forma a evitar o carreamento dos biodepósitos, e aferiu-se na saída de cada caixa com proveta e cronômetro.

Os animais foram colocados aleatoriamente e individualmente nas câmaras (Figura 3) priorizando quatro animais por espécie em cada ensaio, ou seja, eram colocadas quatro ostras de cada espécie (*Crassostrea gigas*, *C. gasar* e *C. rhizophorae*) distribuídas aleatoriamente entre as 12 câmaras. Considerou-se como tempo de aclimatação o tempo transcorrido da alocação dos animais nas câmaras até a primeira produção dos primeiros de biodepósitos, sendo que esses foram descartados para a partir de então iniciar a filtração considerada para coleta dos dados. Os biodepósitos foram coletados separadamente através de pipeta automática de 10 mL e armazenados em tubos tipo Falcon de 50 mL, com fundo cônico Eppendorf.

As amostras de biodepósitos foram filtradas em microfiltro de fibra de vidro GF/C, pré-lavados, queimados e pesados. Após a filtração, as amostras foram lavadas com 20 mL de formiato de amônio (0,5 M) para remoção do sal. Os filtros foram secos em estufa a 60°C por 24 horas e pesados para se obter o conteúdo total de fezes e pseudofezes. Após isso, foram queimados na mufla em 450°C por 4 horas, para eliminar a matéria orgânica dos biodepósitos e em seguida, pesados novamente para se obter o conteúdo inorgânico dos biodepósitos. Com a subtração entre conteúdo total e inorgânico mensurou-se o conteúdo orgânico nos biodepósitos (HAWKINS *et al.* 1996).

Figura 3: Esquema das caixas individuais (esquerda) e sistema (direita) utilizado na coleta de dados em campo. A seta indica a direção do fluxo da água do mar.



Fonte: Elaborado pelo autor

2.2.5 Taxa de filtração e biodepósitos

As taxas de clareamento e filtração foram calculadas a partir do método de biodepósitos descrito por Hawkins *et al.* (1996). Segundo o mesmo, a taxa de clareamento é a razão entre material inorgânico eliminado nas fezes e pseudofezes e material inorgânico da água. A taxa de filtração é o material inorgânico eliminado nas fezes e pseudofezes multiplicado pelo material particulado da água em razão do material inorgânico na água. A taxa de biodepósitos é o total de material particulado contido no filtro.

O tecido dos animais foi seco em estufa a 60°C por 48 horas, para padronização das taxas por grama de peso seco de animal. Além disso, foi realizada a biometria dos animais conforme Galtsoff (1964).

2.2.6 Análise de dados

Os dados de temperatura, salinidade, clorofila, material particulado total (TPM), material particulado inorgânico (PIM), material particulado orgânico (POM), conteúdo orgânico do séston (OCS) entre os locais, as estações de coleta e suas interações foram comparados usando teste t não paramétrico (WESTFALL *et al.*, 1999).

O mesmo procedimento foi utilizado para comparar a taxa de filtração, biodepósitos e clareamento entre locais, estação do ano e espécies estudadas, bem a interação entre estes fatores.

A associação entre a taxa de filtração, biodepósitos e clareamento com os parâmetros de qualidade de água foi verificada através da correlação de Spearman.

Todas as análises foram realizadas utilizando o software SAS.

2.3 RESULTADOS

Dentre os parâmetros físico-químicos da água do mar (Tabela 3) a temperatura e salinidade diferiram entre a Baía Norte (BN) e Baía Sul (BS), tendo sido a temperatura superior na BN ($24,35 \pm 2,57$ °C) e a salinidade superior na BS ($32,65 \pm 2,72$ g.kg⁻¹). Já a clorofila, não diferiu entre as baías e estações. A temperatura, entre as estações do ano, variou de $26,33 \pm 1,26$ °C a $20,48 \pm 0,84$ °C, respectivamente, no verão e inverno, enquanto que a salinidade variou entre $33,60 \pm 1,44$ g.kg⁻¹ e $30,71 \pm 1,25$ g.kg⁻¹, respectivamente, na primavera e outono.

Tabela 3: Média e desvio-padrão da temperatura (°C), salinidade (g.kg⁻¹) e clorofila da água das Baías Norte e Sul de Santa Catarina nas diferentes estações do ano.

Locais	Temperatura (°C)	Salinidade (g.kg ⁻¹)	Clorofila (mg.L ⁻¹)
Baía Norte (BN)	$24,35 \pm 2,57$ ^a	$31,56 \pm 1,38$ ^b	$3,55 \pm 6,49$
Baía Sul (BS)	$22,33 \pm 1,96$ ^b	$32,65 \pm 2,72$ ^a	$3,67 \pm 3,16$
Estações do ano			
Verão	$26,33 \pm 1,26$ ^a	$32,53 \pm 2,55$ ^b	$2,68 \pm 9,59$
Outono	$22,04 \pm 0,88$ ^c	$30,71 \pm 1,25$ ^d	$4,37 \pm 0,95$
Inverno	$20,48 \pm 0,84$ ^d	$32,37 \pm 2,52$ ^{bc}	$2,16 \pm 0,42$
Primavera	$24,60 \pm 1,72$ ^b	$33,60 \pm 1,44$ ^a	$4,86 \pm 2,92$
Estações por locais			
Baía Norte			
Verão	$26,84 \pm 0,15$ ^a	$31,16 \pm 2,29$	$5,40 \pm 11,28$
Outono	$22,36 \pm 0,79$ ^b	$31,65 \pm 0,73$	$3,77 \pm 1,17$
Inverno	$21,24 \pm 0,46$ ^c	$31,52 \pm 0,23$	$1,97 \pm 0,27$
Primavera	$26,40 \pm 1,27$ ^{ad}	$32,07 \pm 0,13$	$1,88 \pm 0,92$
Baía Sul			
Verão	$25,48 \pm 0,66$ ^a	$34,84 \pm 0,04$ ^{ab}	$-1,93 \pm 0,03$
Outono	$21,81 \pm 0,88$ ^c	$30,04 \pm 1,03$ ^b	$4,80 \pm 0,37$
Inverno	$19,76 \pm 0,54$ ^d	$33,17 \pm 3,33$ ^a	$2,33 \pm 0,46$
Primavera	$23,07 \pm 0,31$ ^b	$34,89 \pm 0,34$ ^a	$7,37 \pm 0,99$

Fonte: Elaborado pelo autor

Nota: Médias com letras diferentes, na coluna, diferem pelo teste t ($p < 0,05$).

Os valores médios de PIM, TPM e OCS diferiram entre Baía Sul e Baía Norte (Tabela 3), sendo que na BN os valores encontrados foram superiores sendo $17,91 \pm 7,01 \text{ mg.L}^{-1}$, $20,65 \pm 7,63 \text{ mg.L}^{-1}$ e $0,15 \pm 0,05$ para PIM, TPM e OCS. Entretanto, não houve diferença para os valores médios de POM entre as baías. Verificou-se diferença significativa para PIM, TPM e OCS entre as estações do ano, no qual o TPM variou entre $32,15 \pm 9,26 \text{ mg.L}^{-1}$ e $11,44 \pm 2,85 \text{ mg.L}^{-1}$, na primavera e outono e o PIM variou entre $28,40 \pm 7,90 \text{ mg.L}^{-1}$ e $8,96 \pm 2,93 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente na primavera e outono, e POM variou entre $3,74 \pm 2,02 \text{ mg.L}^{-1}$ e $2,28 \pm 0,87 \text{ mg.L}^{-1}$, na primavera e inverno, e o OCS variou entre $0,24 \pm 0,10$ e $0,11 \pm 0,04$ no outono e primavera.

Tabela 4: Média e desvio padrão do Material Particulado Total (TPM), Material Particulado Orgânico (POM) e Material Particulado Inorgânico (PIM) na água e Conteúdo Orgânico do Sédimento (OCS) das Baías Norte e Sul de Santa Catarina nas diferentes estações do ano.

Locais	PIM (mg.L ⁻¹)	POM (mg.L ⁻¹)	TPM (mg.L ⁻¹)	OCS
Norte	$17,91 \pm 7,01^a$	$2,85 \pm 1,03$	$20,65 \pm 7,63^a$	$0,15 \pm 0,05^b$
Sul	$12,48 \pm 11,01^b$	$2,61 \pm 1,50$	$15,09 \pm 11,97^b$	$0,22 \pm 0,10^a$
Estações				
Verão	$12,92 \pm 6,61^c$	$2,56 \pm 1,12^{ab}$	$15,26 \pm 7,44^c$	$0,18 \pm 0,05^a$
Outono	$8,96 \pm 2,93^c$	$2,47 \pm 0,44^b$	$11,44 \pm 2,85^c$	$0,24 \pm 0,10^a$
Inverno	$14,14 \pm 8,39^b$	$2,28 \pm 0,87^b$	$16,42 \pm 8,57^b$	$0,17 \pm 0,08^b$
Primavera	$28,40 \pm 7,90^a$	$3,74 \pm 2,02^a$	$32,15 \pm 9,26^a$	$0,11 \pm 0,04^b$
Estações por locais				
Baía Norte				
Verão	$17,29 \pm 3,52^b$	$3,32 \pm 1,44$	$20,25 \pm 3,81^{ac}$	$0,17 \pm 0,04^a$
Outono	$11,34 \pm 2,29^c$	$2,35 \pm 0,55$	$13,70 \pm 2,09^b$	$0,17 \pm 0,06^a$
Inverno	$22,12 \pm 4,47^a$	$2,29 \pm 1,10$	$24,42 \pm 5,00^{ac}$	$0,09 \pm 0,04^b$
Primavera	$24,07 \pm 9,13^a$	$3,38 \pm 0,51$	$27,45 \pm 10,53^a$	$0,12 \pm 0,01^{ab}$
Baía Sul				
Verão	$5,53 \pm 2,97^b$	$1,28 \pm 0,55^b$	$6,81 \pm 3,10^b$	$0,20 \pm 0,07^a$
Outono	$7,26 \pm 2,02^b$	$2,57 \pm 0,31^b$	$9,83 \pm 2,14^b$	$0,28 \pm 0,10^a$
Inverno	$6,69 \pm 0,84^b$	$2,27 \pm 0,55^b$	$8,96 \pm 1,38^b$	$0,25 \pm 0,03^a$
Primavera	$32,08 \pm 4,04^a$	$4,05 \pm 2,39^a$	$36,13 \pm 5,62^a$	$0,11 \pm 0,05^b$

Fonte: Elaborado pelo autor

Nota: Médias com letras diferentes, na coluna, diferem pelo teste t ($p < 0,05$).

A taxa de filtração das ostras diferiu entre as Baías Norte e Sul, apresentando maior média na Baía Norte ($46,66 \pm 47,35 \text{ mg.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$) e entre as estações do ano, obtendo maior média na primavera ($72,87 \pm 68,66 \text{ mg.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$) e menor média no verão $26,80 \pm 29,61 \text{ mg.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$ (Tabela 5). Entre as espécies, *C. rhizophorae* apresentou a maior média da taxa de filtração

(66,03±61,97 mg.h⁻¹.g⁻¹) e sendo este valor significativamente superior a *C. gigas* e *C. gasar*, com médias de 29,85±26,25 e 29,14±22,95 mg.h⁻¹.g⁻¹, respectivamente.

Analisando a taxa de filtração das espécies em cada estação do ano verificou-se que a *C. rhizophorae* apresentou maior taxa de filtração (134,30±88,31 mg.h⁻¹.g⁻¹) quando comparada a *C. gigas* (47,04±35,28 mg.h⁻¹.g⁻¹) e *C. gasar* (42,94±25,22 mg.h⁻¹.g⁻¹) na primavera. Resultados similares foram observados para as taxas de biodepósitos e clareamento.

A taxa de clareamento não diferiu entre as baías (Tabela 5). Para as estações, houve diferença entre a primavera (2,34±2,11 L.h⁻¹.g⁻¹) e o verão (1,82±1,61 L.h⁻¹.g⁻¹). No verão, a taxa de clareamento de *C. rhizophorae* (3,04±1,99 L.h⁻¹.g⁻¹) foi estatisticamente superior a observada nas demais espécies, resultado similar foi observado na primavera, no qual a média para taxa de clareamento foi de 4,35±2,65 L.h⁻¹.g⁻¹. Na Baía Norte, *C. rhizophorae* (3,49±2,24 L.h⁻¹.g⁻¹) apresentou maior taxa de clareamento em relação a *C. gasar* (1,63±1,12 L.h⁻¹.g⁻¹). Resultado similar foi observado na Baía Sul onde *C. rhizophorae* (3,51±1,97 L.h⁻¹.g⁻¹) apresentou maior média de taxa de clareamento em relação as demais espécies estudadas.

Observou-se correlação significativa entre a taxa de filtração e PIM, POM e TPM nos dois locais (BN e BS) (Tabela 6 e Apêndice A), tendo a taxa de filtração, PIM e TPM apresentado as maiores correlações na BS (0,58). O OCS apresentou correlação negativa com a taxa de filtração na BS (-0,18) e a clorofila apresentou correlação positiva (0,61) com a taxa de filtração no mesmo local (BS).

As estações de verão e inverno foram as estações do ano que apresentaram o maior número de correlações significativas entre a taxa de filtração e os parâmetros de qualidade da água medidos (Apêndice B), exceto entre OCS e clorofila que não apresentaram correlações significativas.

Todas as espécies estudadas apresentaram correlação significativa entre a taxa de filtração e PIM, POM e TPM (Tabela 6; Apêndice C); sendo a correlação entre taxa de filtração e PIM e TPM, respectivamente, igual a 0,62 e 0,60, em *C. rhizophorae*. Para *C. gigas* a maior correlação foi observada entre a taxa de filtração e o POM (0,51).

No que diz respeito a taxa de biodepósitos e os parâmetros de qualidade da água, os maiores coeficientes de correlação foram observados na BS (Tabela 6), sendo eles: 0,64, 0,63 e 0,53, respectivamente entre a taxa de biodepósitos e PIM, clorofila e POM (Apêndice D). A salinidade e a temperatura não apresentaram correlações significativas com a taxa de biodepósitos nos locais estudados.

Tabela 5: Média e desvio padrão da taxa de filtração, biodepósitos e clareamento nas baías Norte e Sul de Santa Catarina nas diferentes estações do ano.

Locais	Taxa de filtração (mg.h⁻¹.g⁻¹)	Biodepósitos (mg.h⁻¹.g⁻¹)	Taxa de Clareamento (L.h⁻¹.g⁻¹)
Norte	46,66±47,35 ^a	44,77±45,67 ^a	2,26±1,82
Sul	33,88±36,59 ^b	31,40±35,89 ^b	2,59±2,80
Estações			
Verão	26,80±29,61 ^{ac}	25,87±28,61 ^{ac}	1,82±1,61 ^b
Outono	31,92±20,13 ^{bc}	27,79±16,40 ^{bc}	3,12±3,19 ^{ab}
Inverno	35,48±29,19 ^b	34,56±29,60 ^b	2,12±1,37 ^{ab}
Primavera	72,87±68,66 ^a	71,12±66,86 ^a	2,34±2,11 ^a
Espécies			
<i>C. gigas</i>	29,85±26,25 ^b	27,28±24,21 ^b	2,15±3,00 ^b
<i>C. gasar</i>	29,14±22,95 ^b	27,58±23,53 ^b	1,81±1,19 ^b
<i>C. rhizophorae</i>	66,03±61,97 ^a	63,65±60,15 ^a	3,50±2,10 ^a
Espécies por estações	Taxa de filtração (mg.h⁻¹.g⁻¹)	Biodepósitos (mg.h⁻¹.g⁻¹)	Taxa de Clareamento (L.h⁻¹.g⁻¹)
Verão			
<i>C. gigas</i>	16,82±18,68	15,61±17,27	1,10±0,81 ^b
<i>C. gasar</i>	16,51±12,01	15,44±10,98	1,30±0,94 ^{ab}
<i>C. rhizophorae</i>	46,19±39,18	45,66±37,53	3,04±1,99 ^a
Outono			
<i>C. gigas</i>	31,99±22,25	26,45±15,35	3,50±4,53
<i>C. gasar</i>	24,30±12,40	21,16±10,66	2,37±1,34
<i>C. rhizophorae</i>	42,72±20,96	39,62±19,07	3,53±1,93
Inverno			
<i>C. gigas</i>	23,60±20,16	23,13±19,55	1,45±0,67
<i>C. gasar</i>	35,65±32,06	35,64±35,16	1,92±1,17
<i>C. rhizophorae</i>	49,25±29,83	46,68±28,30	3,16±1,64
Primavera			
<i>C. gigas</i>	47,04±35,28 ^b	46,33±35,78 ^b	1,58±0,99 ^b
<i>C. gasar</i>	42,94±25,22 ^b	41,86±24,16 ^b	1,28±0,66 ^b
<i>C. rhizophorae</i>	134,30 ± 88,31 ^a	130,64 ± 85,72 ^a	4,35±2,65 ^a
Espécies por baías	Taxa de filtração (mg.h⁻¹.g⁻¹)	Biodepósitos (mg.h⁻¹.g⁻¹)	Taxa de Clareamento (L.h⁻¹.g⁻¹)
Baía Norte			
<i>C. gigas</i>	32,67±23,44	30,07±20,90	1,79±1,40 ^{ab}
<i>C. gasar</i>	34,66±27,41	33,64±28,68	1,63±1,12 ^b
<i>C. rhizophorae</i>	76,31±68,43	74,53±65,04	3,49±2,24 ^a
Baía Sul			
<i>C. gigas</i>	26,81±28,92	24,26±27,21	2,54±4,06 ^b
<i>C. gasar</i>	24,88±17,92	22,90±17,49	1,95±1,24 ^b
<i>C. rhizophorae</i>	54,97±52,80	51,95±52,73	3,51±1,97 ^a

Fonte: Elaborado pelo autor

Nota: Médias com letras diferentes, na coluna, diferem pelo teste t (p<0,05).

No inverno houve correlação significativa entre a taxa de biodepósitos e todas as variáveis, sendo os maiores valores observados entre a taxa de biodepósitos e temperatura (0,79), PIM (0,77) e TPM (0,77). No verão, a maior correlação foi entre a temperatura e taxa de biodepósitos (0,56) e não houve correlação significativa entre a taxa de biodepósitos e OCS (Apêndice E). No outono as correlações obtidas entre os parâmetros estudados foram baixas (< 0,24) e na primavera apenas a correlação entre a taxa de biodepósitos e PIM (0,26) foi significativa.

As espécies apresentaram valores próximos de correlações entre a taxa de biodepósitos e PIM (0,49; 0,59 e 0,65, respectivamente, para *C. gigas*, *C. gasar* e *C. rhizophorae*) e entre a taxa de biodepositos e TPM (0,51; 0,57 e 0,63, respectivamente, para *C. gigas*, *C. gasar* e *C. rhizophorae*). O coeficiente de correlação entre a taxa de biodepositos e o POM, para *C. gasar* e *C. rhizophorae*, foram menores (0,32 e 0,36 respectivamente) quando comparados a correlação entre a taxa de biodeposito e PIM e TPM. Enquanto que, a *C. gigas* obteve o valor de POM (0,51) semelhante aos parâmetros citados anteriormente.

As correlações significativas entre a taxa de clareamento e os demais parâmetros avaliados foram menos frequentes (Tabela 6). Nos locais, ocorreu correlação apenas na BS entre a taxa de clareamento e salinidade, TPM e OCS; entretanto, os coeficientes de correlação obtidos foram baixos (-0,16, -0,05 e 0,26 respectivamente entre taxa de clareamento e salinidade, TPM e OCS) (Apêndice G). Nas estações, as maiores correlações observadas foram no inverno (0,42 e 0,41, respectivamente, entre a taxa de clareamento e salinidade a taxa de clareamento e POM). No outono observou-se correlação entre a taxa de clareamento e OCS (0,30), POM (0,19) e temperatura (-0,32) (Apêndice H). Na primavera e no verão as correlações foram não significativas entre a taxa de clareamento e os parâmetros de água.

As correlações entre a taxa de clareamento, salinidade e OCS para *C. gigas*, foram, respectivamente, -0,38 e 0,38. Para *C. gasar* as correlações foram de -0,29 e 0,27, respectivamente, entre a salinidade, a temperatura e OCS. Para *C. rhizophorae*, não houve correlação significativa entre a taxa de clareamento e os parâmetros físico-químicos (Tabela 6; Apêndice I).

Tabela 6: Valores de correlação entre as taxas de filtração, biodepósitos e clareamento e os parâmetros físico-químicos da água, nas baías de Florianópolis, para as diferentes espécies estudadas, nas diferentes estações do ano. PIM = material particulado inorgânico; POM = material particulado orgânico; TPM = material particulado total; OCS = conteúdo orgânico do séston.

		Temperatura	Salinidade	PIM	POM	TPM	OCS	Clorofila
Locais								
Norte	Filtração	0,02	-0,14	0,32	0,20	0,30	-0,14	-0,10
Sul		0,02	0,07	0,58	0,52	0,58	-0,18	0,61
Estações								
Verão	Filtração	0,54	-0,42	0,52	0,46	0,45	-0,12	0,32
Outono		-0,16	0,02	0,12	0,16	0,15	0,05	-0,06
Inverno		0,77	0,46	0,76	0,43	0,76	-0,41	-0,24
Primavera		0,03	0,02	0,27	0,12	0,20	-0,18	0,15
Espécies								
<i>C. gigas</i>	Filtração	-0,05	-0,18	0,43	0,51	0,46	-0,11	0,35
<i>C. gasar</i>		-0,04	0,01	0,52	0,32	0,51	-0,32	0,25
<i>C. rhizophorae</i>		0,24	0,14	0,62	0,37	0,60	-0,51	0,14
Locais								
Norte	Biodepósitos	0,02	-0,12	0,35	0,17	0,32	-0,17	-0,14
Sul		0,02	0,08	0,64	0,53	0,63	-0,24	0,63
Estações								
Verão	Biodepósitos	0,56	-0,44	0,54	0,46	0,47	-0,14	0,33
Outono		-0,12	0,04	0,22	0,15	0,24	-0,04	-0,07
Inverno		0,79	0,44	0,77	0,39	0,77	-0,46	-0,25
Primavera		0,03	0,03	0,26	0,09	0,18	-0,21	0,15
Espécies								
<i>C. gigas</i>	Biodepósitos	-0,05	-0,15	0,49	0,51	0,51	-0,18	0,34
<i>C. gasar</i>		-0,02	0,06	0,59	0,32	0,57	-0,41	0,22
<i>C. rhizophorae</i>		0,27	0,14	0,65	0,36	0,63	-0,56	0,11
Locais								
Norte	Clareamento	-0,10	-0,09	-0,08	-0,02	-0,10	0,04	-0,02
Sul		-0,14	-0,16	-0,04	0,12	-0,05	0,26	0,07
Estações								
Verão	Clareamento	0,22	0,10	-0,07	-0,08	-0,17	0,23	-0,28
Outono		-0,32	-0,14	-0,17	0,19	-0,15	0,30	0,04
Inverno		0,31	0,42	0,19	0,41	0,18	0,10	-0,09
Primavera		0,11	-0,04	-0,05	-0,17	-0,12	-0,24	-0,10
Espécies								
<i>C. gigas</i>	Clareamento	-0,33	-0,38	-0,20	0,16	-0,18	0,38	0,28
<i>C. gasar</i>		-0,29	-0,27	-0,27	-0,11	-0,27	0,27	0,07
<i>C. rhizophorae</i>		0,13	0,09	-0,03	-0,01	-0,07	-0,02	-0,09

Fonte: Elaborado pelo autor

Nota: Valores de correlação de Spearman apresentados em negrito são significativos ($p < 0,05$).

2.4 DISCUSSÃO

Não há na literatura estudos que comparam as taxas de filtração, clareamento e biodepósitos entre as espécies do presente trabalho o que torna os resultados ainda mais importantes. Além disso, informações sobre comportamento alimentar do cultivo de bivalves geram dados a partir dos quais é possível prever crescimento e capacidade de carga, bem como a determinação de possíveis serviços e impactos ecológicos (GIBBS, 2007).

As taxas de alimentação estão relacionadas com a quantidade do séston, e inclusive as ostras possuem um controle homeostático que resulta no fechamento parcial da concha para controlar a filtração, como resposta para não sobrecarregar a bomba ciliar (WILDISH *et al.*, 1992). Algumas espécies de *Crassostrea* suportam até 200 mg.L⁻¹ de material particulado total (TPM) antes que haja evidências de entupimento das brânquias (BAYNE, 2017).

As médias de TPM encontradas no presente estudo foram de 20,65±7,63 mg.L⁻¹ e 15,09±11,97 mg.L⁻¹, respectivamente na Baía Norte e Sul. Pelos locais de coleta nas baías serem distantes e apresentarem características distintas quanto a profundidade, tipo de sedimento, correnteza e proximidade ao mar aberto a diferença observada entre as médias de TPM se justifica.

Estudos prévios obtiveram médias de TPM variando de 8,70±2,64 a 11,72±5,71 mg.L⁻¹ (LIMA, 2019) na Baía Sul. Na Baía Norte, Lima (2019) encontrou a variação de 17,80±10,81 a 24,42±6,23 mg.L⁻¹, valores esses que corroboram com os observados no presente estudo. Além disso, Alves Júnior (2011), observou maior média da concentração de material particulado em suspensão na Baía Norte quando comparado à Baía Sul.

Além da distinção em relação ao material particulado, o sedimento também é diferente (BONETTI; BONETTI; BARCELLOS, 2007), na Baía Norte é caracterizado entre argila siltosa e silte levemente argiloso e na Baía Sul é caracterizado pela dominância de areias e com a dinâmica de águas mais intensa. No entanto, Guzinski (2014), coletou amostras de fundo nas áreas de cultivo e caracterizou os dois pontos estudados neste trabalho (SBQ e CBS) como ambientes de fundos lamosos com partículas finas de argila e silte.

As taxas mais altas de material particulado ocorreram na primavera (Tabela 4), na qual houve ressuspensão de material do fundo e maior turbidez da água, sendo esta situação observada em campo durante as coletas. Em relação aos ventos, (CARVALHO; SCHETTINI; RIBAS, 2010) concluíram, que na situação sazonal de primavera-verão, os de quadrante norte provocam ressurgência costeira de uma massa de água (Água Central do Atlântico Sul) e os de nordeste promovem o transporte de águas costeiras para o oceano aberto (ALVES JÚNIOR,

2011). Do mesmo modo, segundo Alves Júnior (2011), a variação de material suspenso na água está associada a turbulência das correntes nos sedimentos de fundo.

Ainda na primavera, a Baía Sul apresentou maior valor de material particulado total e inorgânico. Isso ocorreu pela ação dos ventos como citado acima, somado ao fato que o ponto de coleta foi próximo ao estreitamento do canal que conecta ao oceano, apresentando maiores velocidades de correntes. A ressuspensão de material de fundo, partículas de lodo ou silte, aumentam a matéria inorgânica particulada na coluna d'água, como ocorreu na Baía Norte nas demais estações, apesar da dinâmica de águas ser mais tranquila, as médias de profundidade são inferiores a 5 metros. Adido a isso, em regiões rasas a ação do vento em condições persistentes pode promover forte ressuspensão do sedimento (BONETTI; BONETTI; BARCELLOS, 2007).

Maiores valores de conteúdo orgânico de séston (OCS) foram encontrados quando havia menores índices de TPM (Tabela 4), o que corrobora com os resultados de Suplicy (2004) que relatou que o conteúdo orgânico diminui com o aumento da TPM. As maiores médias de OCS foram observados na Baía Sul (Tabela 4), revelando que nesta há melhor qualidade de alimento, podendo ser justificado pelas maiores médias de clorofila (Tabela 3), exceto no verão, estação a qual ocorreu problemas com calibração deste parâmetro na sonda, e pela baixa ressuspensão de sedimentos apontados pelo PIM na respectiva baía.

A taxa de filtração apresentou correlação positiva com o material particulado total e negativa com o conteúdo orgânico do séston (Tabela 6), indicando que quanto maior a quantidade de TPM, maior será a taxa de filtração, e que essa mesma diminui com o aumento do OCS (Apêndice C), o mesmo resultado foi encontrado por Iglesias *et al.* (1996) para *Cerastoderma edule*. De modo geral, a correlação entre temperatura e salinidade e a taxa de filtração indicam que, dentro da faixa avaliada, a temperatura e a salinidade não influenciam a taxa de filtração das ostras. Além disso, foi observado no presente estudo que quanto maior o peso, menor a taxa de filtração.

Dentre as espécies estudadas, a *Crassostrea rhizophorae*, apresentou a maior taxa de filtração ($66,03 \pm 61,97 \text{ mg.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$). Sendo assim, o cultivo desta espécie nativa pode ser explorado a fim de fornecer serviços ecossistêmicos, tais como uso com biomarcador de exposição ao óleo diesel (SILVA *et al.*, 2005) e acumulador e bioindicador de metais pesados (AGUIRRE-RUBÍ *et al.*, 2017; AZEVEDO *et al.*, 2019). Nos EUA, há um programa de monitoramento ambiental contínuo desde 1986, o qual utiliza moluscos bivalves (KIMBROUGH *et al.*, 2008).

A taxa de biodepósitos teve comportamento semelhante à taxa de filtração, pois também foi influenciada pelo material particulado, sendo assim, quanto maior a taxa de filtração maior será a produção de biodepósitos. As médias de produção de biodepósitos encontradas neste trabalho para as baías, corroboram com os resultados reportados por Hoellein *et al.* (2014), no estuário Ninnie Island (New Hampshire, USA) para *Crassostrea virginica*. No entanto, é necessário cuidado ao comparar esses resultados com trabalhos onde a taxa é em relação a produção diária, pois geralmente essas são medidas *in situ* em um período de 24 horas, sendo uma metodologia distinta da utilizada no presente estudo.

A taxa de clareamento apresentou poucas correlações significativas com os parâmetros analisados, inclusive em relação a faixa de temperatura estudada. Neste parâmetro apenas *C. gigas* e *C. gasar* apresentaram correlação (-0,33 e -0,29, respectivamente), o que corrobora com os resultados encontrados por Specht e Fuchs (2018) em *Mercenaria mercenaria* que consideraram a mudança na taxa de clareamento apenas como uma resposta fisiológica das espécies. Além disso, Strohmeier *et al.* (2009) também não encontraram correlação entre temperatura (4,6 a 19,6 °C) e a taxa de clareamento de mexilhões (*Mytilus edulis*), e ainda sugeriram que os animais possam ter se adaptado as mudanças de temperatura do ambiente.

No mesmo ponto estudado na Baía Norte, Lagreze-Squella (2008) também não encontrou correlação entre taxa de clareamento de vieiras (*Nodipecten nodosus*) e temperatura. A temperatura não foi identificada como controle importante no comportamento alimentar em condições naturais para espécies de mitídeos e pectínídeos (CRANFORD *et al.*, 2011).

A taxa de clareamento tampouco apresentou correlação com o material particulado total e inorgânico nas estações do ano, o que a torna variável independente neste trabalho. No entanto, observa-se que na Baía Sul, no outono, o OCS apresentou valores elevados e as espécies apresentaram maiores taxas de CR, o que justifica a correlação positiva com essa variável (Tabela 6) e indica que as maiores taxas de CR ocorreram onde se possuía maior qualidade de alimento (OCS), discordando dos resultados de Iglesias *et al.* (1996) quando estudou a relação entre CR e OCS em *Cerastoderma edule*.

Além disso, a taxa de clareamento possui relação inversa com o peso. *Crassostrea rhizophorae*, a qual tem o menor peso, apresentou a maior taxa de clareamento (Tabela 5). Resultados similares foram descritos por Cranford *et al.* (2011), os quais relataram que a verdadeira relação entre a taxa de clareamento e o processamento de água está no peso do animal.

Os maiores valores para taxas de clareamento ($4,35 \pm 2,65 \text{ L.h}^{-1}.\text{g}^{-1}$) foram observadas na primavera, quando o TPM foi de $32,15 \pm 9,26 \text{ mg.L}^{-1}$ e a temperatura média da água foi

24,60°C para *Crassostrea rhizophorae*. Foi descrita para a mesma espécie na região tropical do Brasil valor médio superior (17,99 L.h⁻¹.g⁻¹) ao observado no presente estudo, com concentração de séston de 5,79 mg.L⁻¹ e em temperatura de 25 °C (SROCZYŃSKA; BARROSO; CHÍCHARO, 2012). Resultados similares foram descritos na literatura para *Cerastoderma edule* (IGLESIAS *et al.* 1996), no qual maiores taxas de clareamento foram obtidas em ambiente com menores quantidades de TPM.

A taxa de clareamento das espécies *C. gigas* e *C. gasar* não diferiram estatisticamente. Para *C. gigas*, a taxa de clareamento foi de 2,15±3,00 L.h⁻¹.g⁻¹, valor próximo ao encontrado na Yaquina Bay, no estado de Oregon, EUA, com variação de 0,00 a 4,62 L.h⁻¹.g⁻¹ (GRAY; LANGDON, 2017). E no estuário de Great Bay e na Ilha de Nannie, em New Hampshire, foram observadas as respectivas médias de 3,51±0,25 L.h⁻¹.g⁻¹ e 7,31±1,02 L.h⁻¹.g⁻¹, para *Crassostrea virginica* (HOELLEIN *et al.*, 2014).

2.5 CONCLUSÃO

Em geral, neste estudo, as taxas de filtração e biodepósitos foram dependentes do séston, enquanto que a taxa de clareamento é prioritariamente regulada pelo peso do animal, mas concomitantemente influenciada pelo TPM e OCS.

Crassostrea rhizophorae apresentaram médias superiores para taxa de filtração, clareamento e biodepósitos, indicando que esta espécie possui melhor processamento de partículas quando comparada a *Crassostrea gigas* e *Crassostrea gasar*.

A taxa de clareamento foi similar nos dois locais estudados (Baía Norte e Sul), bem como nas estações do ano.

A primavera foi a estação onde se observou resultados mais distintos.

As Baías também apresentaram diferença significativa entre si no que se refere ao material particulado que por consequência altera as taxas alimentares.

2.6 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Agradecemos a CAPES pela concessão da bolsa, a Universidade Federal de Santa Catarina, a Pós-Graduação em Aquicultura e ao Laboratório de Moluscos Marinhos por todo apoio para que essa pesquisa

fosse realizada e a Epagri pelo empréstimo da sonda e a Fazenda Marinha Paraíso das Ostras pela disponibilidade do local para coleta.

2.7 REFERÊNCIAS

- ABSHER, T. M. **Populações naturais de ostras do gênero *Crassostrea* do litoral do Paraná: desenvolvimento larval, recrutamento e crescimento**. São Paulo: Universidade de São Paulo. 185 p. 1989. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado.
- AGUIRRE-RUBÍ, J. R. *et al.* Chemical contamination assessment in mangrove-lined Caribbean coastal systems using the oyster *Crassostrea rhizophorae* as biomonitor species. **Environmental Science and Pollution Research**, [s.l.], v. 25, n. 14, p.13396-13415, 24 maio 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-017-9159-2>.
- ALVES JÚNIOR, L. A. Caracterização hidrográfica da Baía de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. 2011. Dissertação (Mestrado). – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS – BR, 2011.
- AZEVEDO, J. A. M. *et al.* Biomonitoring of Heavy Metals (Fe, Zn, Cu, Mn, Cd and Cr) in Oysters: *Crassostrea rhizophorae* of Mangrove Areas of Alagoas (Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [s.l.], v. 62, 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4324-2019180211>
- BARILLÉ, L. *et al.* Effects of high natural seston concentrations on the feeding, selection, and absorption of the oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, [s.l.], v. 212, n. 2, p.149-172, maio 1997. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0022-0981\(96\)02756-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0022-0981(96)02756-6)
- BARILLE´, L., *et al.* Variations in pallial organs and eulatero-frontal cirri in response to high particulate matter concentrations in the oyster *Crassostrea gigas*. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, [s.l.], v.57, p. 837–843, abril 2000.
- BAYNE, B. L. **Biology of oysters**. Academic Press, 2017.
- BONETTI, C.; BONETTI, J. & BARCELOS, R. L. Caracterização sedimentar e geoquímica de sistemas costeiros com ênfase na avaliação da influência de sítios de cultivo de moluscos. In: Barroso, G. F.; Poersch, L. H. S. & Cavalli, R. O. (Orgs.). **Sistemas de cultivos aquícolas costeiros no Brasil: recursos, tecnologias e aspectos ambientais e sócio-econômicos**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, p. 139-149. 2007.
- BRUNETTO, L. J. **Cultivo da ostra *Crassostrea gasar* em diferentes densidades**. 2018. 71 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.
- CARVALHO, J. L.; SCHETTINI, C. A.; RIBAS, T. M. Estrutura termohalina do litoral centro-norte catarinense. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 181, 22 out. 2010. Editora UNIVALI. <http://dx.doi.org/10.14210/bjast.v2n1.p181-197>.

CRANFORD, P. J. Magnitude and extent of water clarification services provided by bivalve suspension feeding. In: **Goods and Services of Marine Bivalves**. Springer, Cham, 2019. p. 119-141.

CRANFORD, P. J.; WARD, J. E.; SHUMWAY, S. E. Bivalve Filter Feeding: variability and limits of the aquaculture biofilter: Variability and Limits of the Aquaculture Biofilter. **Shellfish Aquaculture and The Environment**, [s.l.], p. 81-124, 30 ago. 2011. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470960967.ch4>.

DAME, R. F. **Ecology of marine bivalves: an ecosystem approach**. CRC press, 2011.

EHRICH, M. K.; HARRIS, L. A. A review of existing eastern oyster filtration rate models. **Ecological Modelling**, [s.l.], v. 297, p.201-212, fev. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.11.023>.

EPAGRI. **Síntese Informativa da Maricultura** 2017. Relatório. 2018. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/comunidade-cientifica/producao-tecnico-cientifica/> Acesso em: 02 nov 2018.

ERNANDE, B. et al. Plasticity in resource allocation based life history traits in the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*. I. Spatial variation in food abundance. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 17, n. 2, p. 342-356, 2004.

FAO. 2020. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in action**. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>

FILGUEIRA, R *et al.* Clearance rate of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. II. Response to uncorrelated seston variables (quantity, quality, and chlorophyll content). **Ciencias Marinas**, [s.l.], v. 36, n. 1, p. 15-28, 15 mar. 2010. Instituto de Investigaciones Oceanológicas. <http://dx.doi.org/10.7773/cm.v36i1.1646>.

FOSTER-SMITH, R. L. Some mechanisms for the control of pumping activity in bivalves. **Marine & Freshwater Behaviour & Phy**, v. 4, n. 1, p. 41-59, 1976.

FUCHS, H. L.; SPECHT, Jaclyn A. Evidence for diverse responses to viscosity in suspension-feeding bivalves: Reply to Riisgård & Larsen (2018). **Marine Ecology Progress Series**, v. 596, p. 267-270, 2018.

GALTSOFF, P. S. **The American oyster, *Crassostrea virginica* Gmelin**. US Government Printing Office, 1964. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=2zZwbKprmhoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Galtsoff+1964&ots=fOC82TYPyx&sig=Xv4WHNAmbZ8ew4jBokvVuPc_0HA#v=onepage&q=Galtsoff%201964&f=false.

GIBBS, M. T. Sustainability performance indicators for suspended bivalve aquaculture activities. **Ecological indicators**, v. 7, n. 1, p. 94-107, 2007.

GOSLING, E. Ecology of bivalves. **Marine Bivalve Molluscs**, [s.l.], p.44-98, 26 jun. 2015. John Wiley & Sons, Ltd. <http://dx.doi.org/10.1002/9781119045212.ch3>.

GRAY, M. W.; LANGDON, C. J. Ecophysiology of the Olympia Oyster, *Ostrea lurida*, and Pacific Oyster, *Crassostrea gigas*. **Estuaries and Coasts**, [s.l.], v. 41, n. 2, p.521-535, 26 jun. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s12237-017-0273-7>.

GUIMARÃES, I. M. *et al.* Influência da salinidade sobre a sobrevivência da ostra-do-mangue, *Crassostrea rhizophorae*. **Arquivos de Ciências do Mar**, [S.l.], v. 41, n. 1, p. 118-122, July 2008. ISSN 2526-7639. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufc.br/arquivosdecienciadomar/article/view/6084/4296>>. Acesso em: 21 oct. 2018. doi:<http://dx.doi.org/10.32360/acmar.v41i1.6084>.]

GUZENSKI, J. **Avaliação integrada das condições ambientais e do desempenho produtivo do cultivo de mexilhões e ostras no estado de Santa Catarina**. 2014. 189 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/123403>>. Acesso em: 10 out. 2018.

HAWKINS, A. J. S. *et al.* Novel observations underlying the fast growth of suspension-feeding shellfish in turbid environments: *Mytilus edulis*. **Marine Ecology Progress Series**, [s.l.], v. 131, p.179-190, 1996. Inter-Research Science Center. <http://dx.doi.org/10.3354/meps131179>.

HOELLEIN, T. J.; ZARNOCH, C. B.; GRIZZLE, R. E. Eastern oyster (*Crassostrea virginica*) filtration, biodeposition, and sediment nitrogen cycling at two oyster reefs with contrasting water quality in Great Bay Estuary (New Hampshire, USA). **Biogeochemistry**, [s.l.], v. 122, n. 1, p. 113-129, 17 set. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10533-014-0034-7>.

ICES. Chemical measurements in the Baltic Sea: Guidelines on quality assurance. Ed. E. Lysiak-Pastuszak and M. Krysell. ICES Techniques in Marine Environmental Sciences, No. 35. 149 pp. 2004.

IGLESIAS, J. I. P. *et al.* Variability of feeding processes in the cockle *Cerastoderma edule* (L.) in response to changes in seston concentration and composition. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, [S.L.], v. 197, n. 1, p. 121-143, abr. 1996. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981\(95\)00149-2](http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981(95)00149-2).

JONES, H. D.; RICHARDS, O. G.; SOUTHERN, T. A. Gill dimensions, water pumping rate and body size in the mussel *Mytilus edulis* L. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 155, n. 2, p. 213-237, 1992.

KIMBROUGH, K. L. *et al.* An assessment of two decades of contaminant monitoring in the Nation's Coastal Zone. 2008.

LAGREZE-SQUELLA, F. J. **Taxas fisiológicas alimentares e potencial de crescimento da vieira *Nodipecten nodosus* (L.1758) cultivada em ambiente com alta concentração de seston**. 2008. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

LAZOSKI, C *et al.* Phylogeny and phylogeography of Atlantic oyster species: evolutionary history, limited genetic connectivity and isolation by distance. **Marine Ecology Progress Series**, [s.l.], v. 426, p.197-212, 28 mar. 2011. Inter-Research Science Center. <http://dx.doi.org/10.3354/meps09035>.

LIMA, R. C. D. **Crescimento e sobrevivência de sementes de ostra *Crassostrea gigas* nas Baías Norte e Sul da Ilha de Santa Catarina**. 2019. 55 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

LOPES, G. R. *et al.* Growth of *Crassostrea gasar* cultured in marine and estuary environments in Brazilian waters. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 48, n. 8, p.975-982, ago. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2013000800024>.

MCKINDSEY, C. W. *et al.* Review of recent carrying capacity models for bivalve culture and recommendations for research and management. **Aquaculture**, [s.l.], v. 261, n. 2, p.451-462, nov. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.06.044>.

MELLO, L. G. M. *et al.* Taxas de biodeposição e clareamento do mexilhão *Perna perna* em ambiente de cultivo. 1999. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

NEWELL, R. I. E.; LANGDON, C. J. Mechanisms and physiology of larval and adult feeding, p 185–229. **The eastern oyster: *Crassostrea virginica***. Maryland Sea Grant College, College Park, MD, 1996.

NEWELL, R. I. e *et al.* Influence of Eastern Oysters on Nitrogen and Phosphorus Regeneration in Chesapeake Bay, USA. **Nato Science Series Iv: Earth and Environmental Series**, [s.l.], p.93-120, 2005. Springer-Verlag. http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-3030-4_6.

PETERSEN, J. K. Methods for measurement of bivalve clearance rate—hope for common understanding. **Marine Ecology Progress Series**, v. 276, p. 309-310, 2004.
POLI, C. R. Cultivo de ostras do Pacífico (*Crassostrea gigas*, 1852). In: POLI, C. R.; POLI, A. T. B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. **Aquicultura: Experiências Brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2004. p. 251-266.

RICE, M. A. *et al.* Environmental effects of shellfish aquaculture in the northeast. **NRAC Publication**, v. 105, p. 1-6, 2008.

SILVA, A. Z. *et al.* Effects of salinity on biomarker responses in *Crassostrea rhizophorae* (Mollusca, Bivalvia) exposed to diesel oil. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, [s.l.], v. 62, n. 3, p.376-382, nov. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2004.12.008>.

SILVA, E. *et al.* Hydrodynamic modelling of the dispersion and deposition of biodeposits from marine bivalve mollusc farming under neap and spring tides in Santa Catarina Island Bays. **Aquaculture**, [S.L.], v. 501, p. 507-514, fev. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.11.001>.

SILVEIRA, R. B.; ALVES, M. P. A.; MURARA, P. Estudo de caracterização da direção predominante dos ventos no litoral de Santa Catarina. **Simpósio brasileiro de climatologia geográfica. Anais do 10º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Curitiba: CoC-UGI, 2014.**

SPECHT, J. A; FUCHS, H. L. Thermal and viscous effects of temperature on *Mercenaria mercenaria* suspension feeding. **Marine Ecology Progress Series**, [s.l.], v. 589, p. 129-140, 23 fev. 2018. Inter-Research Science Center. <http://dx.doi.org/10.3354/meps12431>

SROCZYŃSKA, K; BARROSO, G; CHÍCHARO, L. In situ effective clearance rate measurement of mangrove oysters (*Crassostrea rhizophorae*) in a tropical estuary in Brazil. **Ecohydrology & Hydrobiology**, [s.l.], v. 12, n. 4, p.301-310, jan. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.2478/v10104-012-0024-0>.

STROHMEIER, T; STRAND, Ø; CRANFORD, P. Clearance rates of the great scallop (*Pecten maximus*) and blue mussel (*Mytilus edulis*) at low natural seston concentrations. **Marine Biology**, [s.l.], v. 156, n. 9, p. 1781-1795, 13 maio 2009. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00227-009-1212-3>.

SUPLICY, F. M. **Population and ecophysiological modelling of the cultured mussel *Perna perna*: Towards the development of a carrying capacity model.** 2004. Tese de Doutorado. University of Tasmania.

WESTFALL, P.H.; TOBIAS, R.D.; WOLFINGER, R.D. 1999. Multiple comparisons and multiple tests using the SAS System. Cary, NC: SAS Institute Inc. 397 p.

WILDISH, D.; KRISTMANSON, D. (1997). **Benthic Suspension Feeders and Flow.** Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511529894 Pagina129.

WILDISH, D. J.; KRISTMANSON, D.; SAULNIER, A. M. Interactive effect of velocity and seston concentration on giant scallop feeding inhibition. **Journal of Experimental Marine Biology And Ecology**, [s.l.], v. 155, n. 2, p. 161-168, mar. 1992. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981\(92\)90060-n](http://dx.doi.org/10.1016/0022-0981(92)90060-n).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO GERAL

- ABSHER, T. M. **Populações naturais de ostras do gênero *Crassostrea* do litoral do Paraná: desenvolvimento larval, recrutamento e crescimento**. São Paulo: Universidade de São Paulo. 185 p. 1989. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado.
- BARG, U. C. **Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development**. Food & Agriculture Org., 1992.
- CHENG, T. C.; COMBES, C. Influence of environmental factors on the invasion of molluscs by parasites: with special reference to Europe. **Biological Invasions In Europe And The Mediterranean Basin**, [s.l.], p.307-332, 1990. Springer Netherlands.
http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-1876-4_19.
- COUGHLAN, J; ANSELL, A. D. A direct method for determining the pumping rate of siphonate bivalves. **J. Cons. perm. int. Explor. Mer**, v. 29, p. 205-213, 1964.
- CRANFORD, P *et al.* Ecosystem level effects of marine bivalve aquaculture. **A scientific review of the potential environmental effects of aquaculture in aquatic ecosystems**, v. 1, p. 51-95, 2003.
- DAME, R. F. **Ecology of marine bivalves: an ecosystem approach**. CRC press, 2016.
- EPAGRI. **Síntese Informativa da Maricultura 2017**. Relatório. 2018. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/comunidade-cientifica/producao-tecnico-cientifica/>
 Acesso em: 02 nov 2018
- EHRICH, M. K.; HARRIS, Lora A. A review of existing eastern oyster filtration rate models. **Ecological Modelling**, [s.l.], v. 297, p.201-212, fev. 2015. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.11.023>.
- FERREIRA, J. G. *et al.* Ecological Carrying Capacity for Shellfish Aquaculture—Sustainability of Naturally Occurring Filter-Feeders and Cultivated Bivalves. **Journal of Shellfish Research**, [S.L.], v. 37, n. 4, p. 709-726, out. 2018. National Shellfisheries Association. <http://dx.doi.org/10.2983/035.037.0404>.
- FAO. 2020. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in action**. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9229en>
- FOX, D. L.; SVERDRUP, H. U.; CUNNINGHAM, J. P. The rate of water propulsion by the California mussel. **The Biological Bulletin**, v. 72, n. 3, p. 417-438, 1937.
- GIBBS, M. T. Sustainability performance indicators for suspended bivalve aquaculture activities. **Ecological indicators**, v. 7, n. 1, p. 94-107, 2007.
- GOSLING, E. Ecology of bivalves. **Marine Bivalve Molluscs**, [s.l.], p.44-98, 26 jun. 2015. John Wiley & Sons, Ltd. <http://dx.doi.org/10.1002/9781119045212.ch3>.

HAVEN, D. S.; MORALES-ALAMO, R. Filtration of particles from suspension by the American oyster *Crassostrea virginica*. **The Biological Bulletin**, v. 139, n. 2, p. 248-264, 1970.

HAWKINS, A. J. S. *et al.* Novel observations underlying the fast growth of suspension-feeding shellfish in turbid environments: *Mytilus edulis*. **Marine Ecology Progress Series**, [s.l.], v. 131, p.179-190, 1996. Inter-Research Science Center. <http://dx.doi.org/10.3354/meps131179>.

HILDRETH, D. I.; CRISP, D. J. A corrected formula for calculation of filtration rate of bivalve molluscs in an experimental flowing system. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 56, n. 1, p. 111-120, 1976.

IGLESIAS, J. I. P *et al.* Measuring feeding and absorption in suspension-feeding bivalves: an appraisal of the biodeposition method. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, [s.l.], v. 219, n. 1-2, p.71-86, jan. 1998.

IGLESIAS, J. Spatial and temporal changes in the demersal fish community of the Ria de Arosa (NW Spain). **Marine Biology**, [s.l.], v. 65, n. 2, p.199-208, 1981. Springer Nature America, Inc. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00397086>.

LAZOSKI, C. *et al.* Phylogeny and phylogeography of Atlantic oyster species: evolutionary history, limited genetic connectivity and isolation by distance. **Marine Ecology Progress Series**, [s.l.], v. 426, p.197-212, 28 mar. 2011. Inter-Research Science Center. <http://dx.doi.org/10.3354/meps09035>.

LOPES, G. R. *et al.* Growth of *Crassostrea gasar* cultured in marine and estuary environments in Brazilian waters. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 48, n. 8, p.975-982, ago. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2013000800024>.

MOORE, H. F. **Volumetric studies of the food and feeding of oysters**. US Government Printing Office, 1910.

MØHLENBERG, F.; RIISGÅRD, H. U. Efficiency of particle retention in 13 species of suspension feeding bivalves. **Ophelia**, v. 17, n. 2, p. 239-246, 1978.

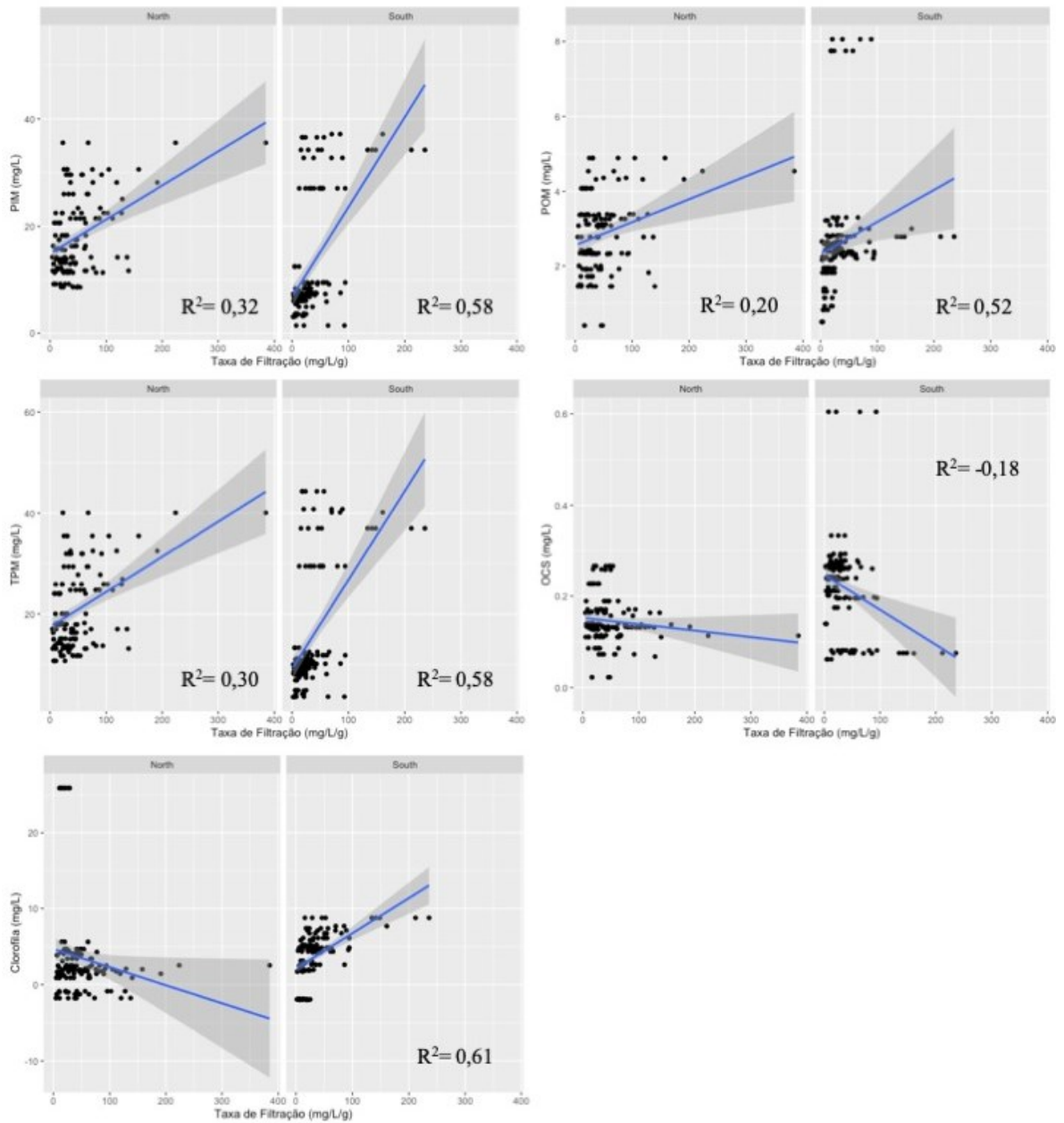
MCKINDSEY, C. W. *et al.* Review of recent carrying capacity models for bivalve culture and recommendations for research and management. **Aquaculture**, [s.l.], v. 261, n. 2, p.451-462, nov. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.06.044>.

NAVARRO, J. M.; THOMPSON, R. J. Comparison and evaluation of different techniques for measuring absorption efficiency in suspension feeders. **Limnology and Oceanography**, [s.l.], v. 39, n. 1, p.159-164, jan. 1994. Wiley. <http://dx.doi.org/10.4319/lo.1994.39.1.0159>.

NEWELL, R I e *et al.* Influence of Eastern Oysters on Nitrogen and Phosphorus Regeneration in Chesapeake Bay, USA. **Nato Science Series Iv: Earth and Environmental Series**, [s.l.], p.93-120, 2005. Springer-Verlag. http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-3030-4_6.

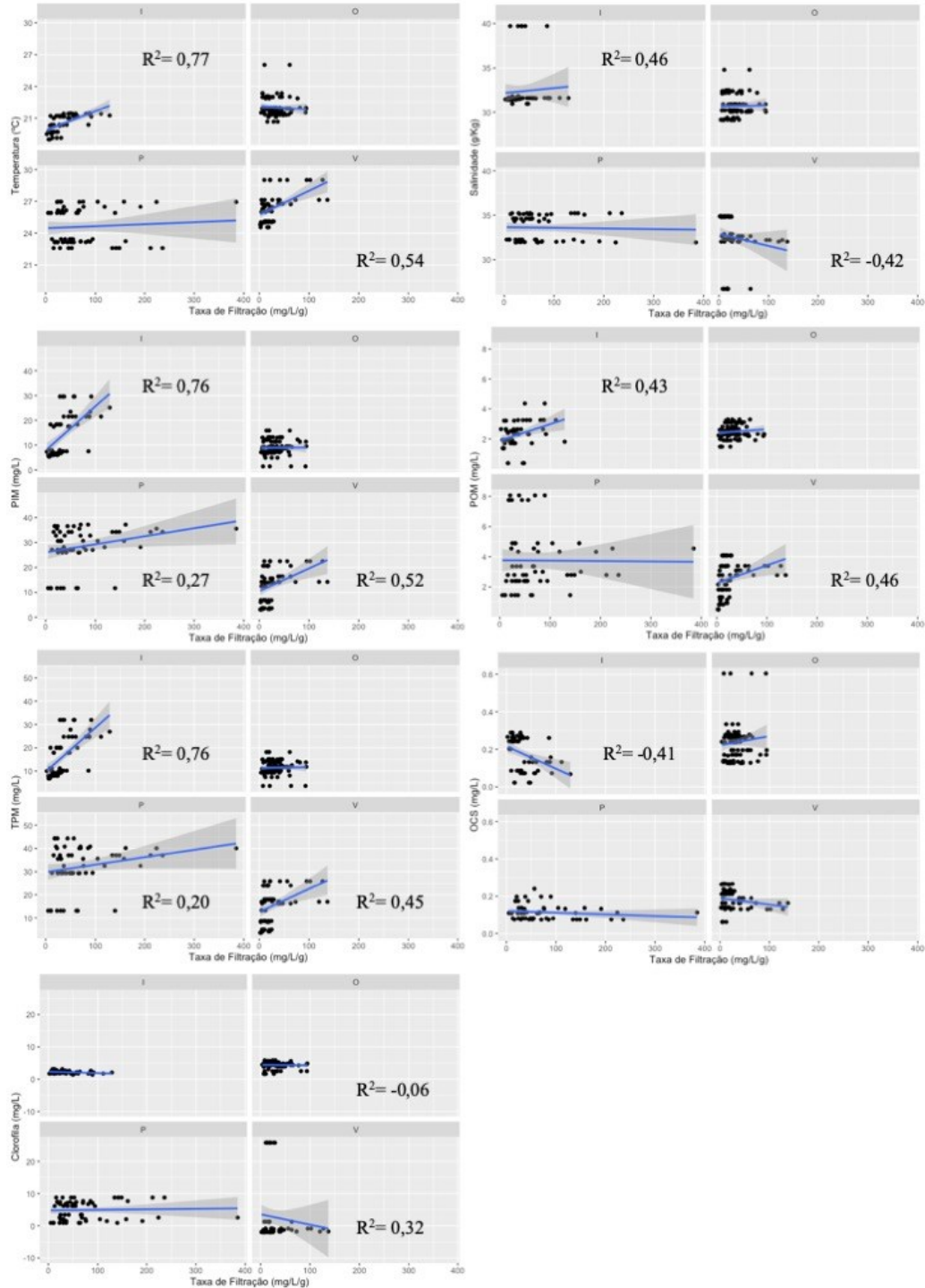
- NIELSEN, N. F. *et al.* Fluid motion and particle retention in the gill of *Mytilus edulis*: video recordings and numerical modelling. **Marine Biology**, [S.L.], v. 116, n. 1, p. 61-71, maio 1993. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00350732>.
- POLI, C. R.; Cultivo de ostras do Pacífico (*Crassostrea gigas*, 1852). In: POLI, C. R.; POLI, A. T. B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. **Aquicultura: Experiências Brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, 2004. p. 251-266
- RICE, M. A. *et al.* Environmental effects of shellfish aquaculture in the northeast. **NRAC Publication**, v. 105, p. 1-6, 2008.
- RIISGÅRD, H. *et al.* On measurement of filtration rate in bivalves-the stony road to reliable data: review and interpretation. **Marine Ecology Progress Series**, [S.L.], v. 211, p. 275-291, 2001. Inter-Research Science Center. <http://dx.doi.org/10.3354/meps211275>.
- SILVA, E. *et al.* Hydrodynamic modelling of the dispersion and deposition of biodeposits from marine bivalve mollusc farming under neap and spring tides in Santa Catarina Island Bays. **Aquaculture**, [S.L.], v. 501, p. 507-514, fev. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.11.001>.
- SCHMITT, J. F. **Efeito de diferentes condições ambientais em áreas de cultivo sobre alimentação e biodeposição de mexilhão *Perna perna***. 2002. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Aquicultura, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/83718>>. Acesso em: 20 out. 2018.
- SROCZYŃSKA, K.; BARROSO, G.; CHÍCHARO, L. In situ effective clearance rate measurement of mangrove oysters (*Crassostrea rhizophorae*) in a tropical estuary in Brazil. **Ecohydrology & Hydrobiology**, [s.l.], v. 12, n. 4, p.301-310, jan. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.2478/v10104-012-0024-0>.
- SUPLICY, F. M. **Population and ecophysiological modelling of the cultured mussel *Perna perna*: Towards the development of a carrying capacity model**. 2004. Tese de Doutorado. University of Tasmania.
- SUPLICY, F. Capacidade de suporte nos cultivos de moluscos. **Panorama da Aquicultura**, v. 10, n. 57, p. 21-24, 2000.
- WILDISH, D., & KRISTMANSON, D. (1997). **Benthic Suspension Feeders and Flow**. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511529894 Pagina129.
- WINTER, J. E. The filtration rate of *Mytilus edulis* and its dependence on algal concentration, measured by a continuous automatic recording apparatus. **Marine Biology**, v. 22, n. 4, p. 317-328, 1973.

APÊNDICE A – Gráfico de correlações da taxa de filtração e os parâmetros físico-químicos da água nas baías de Florianópolis.



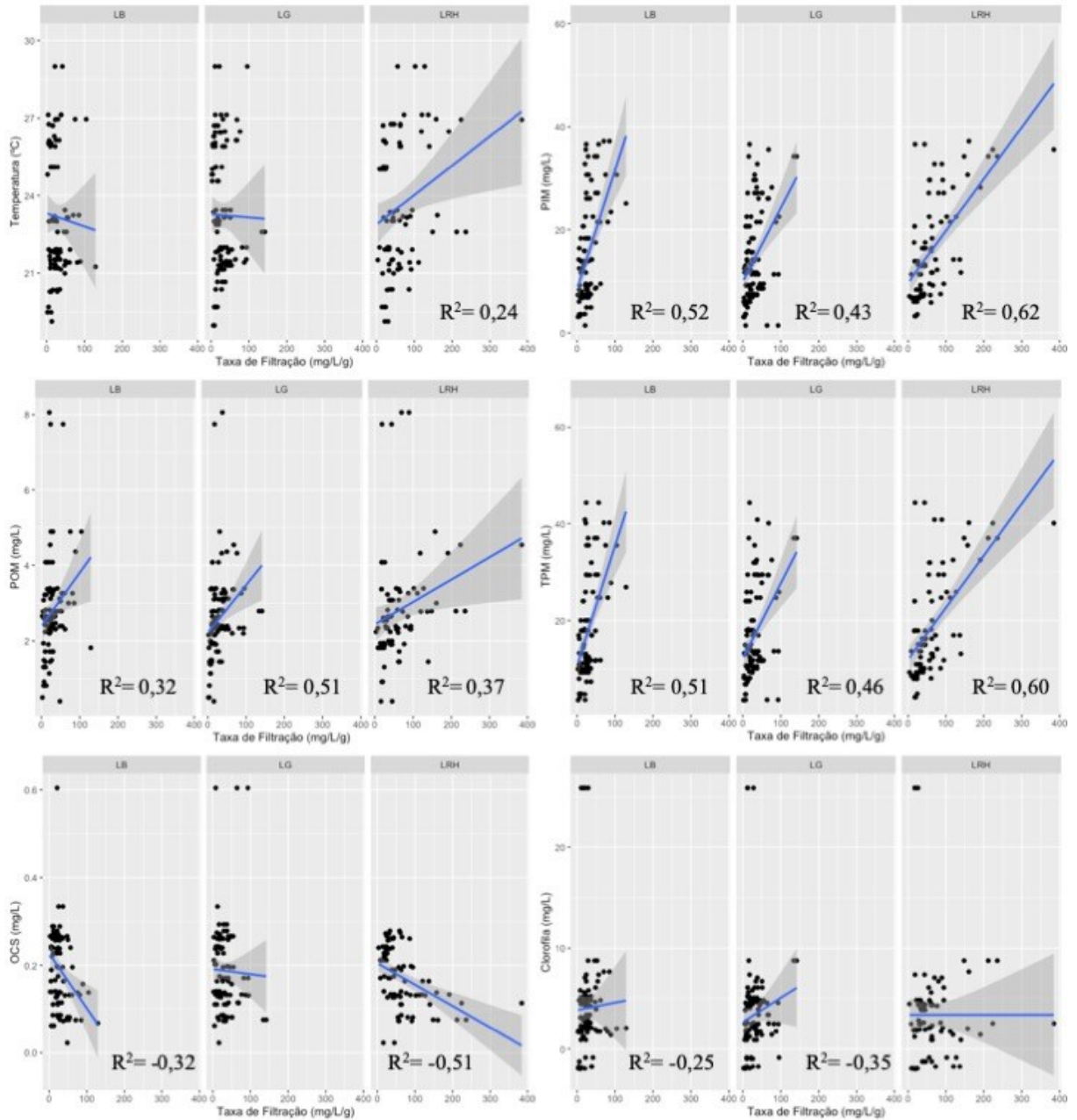
* Quando significativos ($P < 0,05$) os valores de correlações foram inseridos em seus respectivos gráficos.

APÊNDICE B - Gráfico de correlações da taxa de filtração e os parâmetros físico-químicos da água nas estações do ano, sendo elas inverno (I), outono (O), Primavera (P) e verão (V).



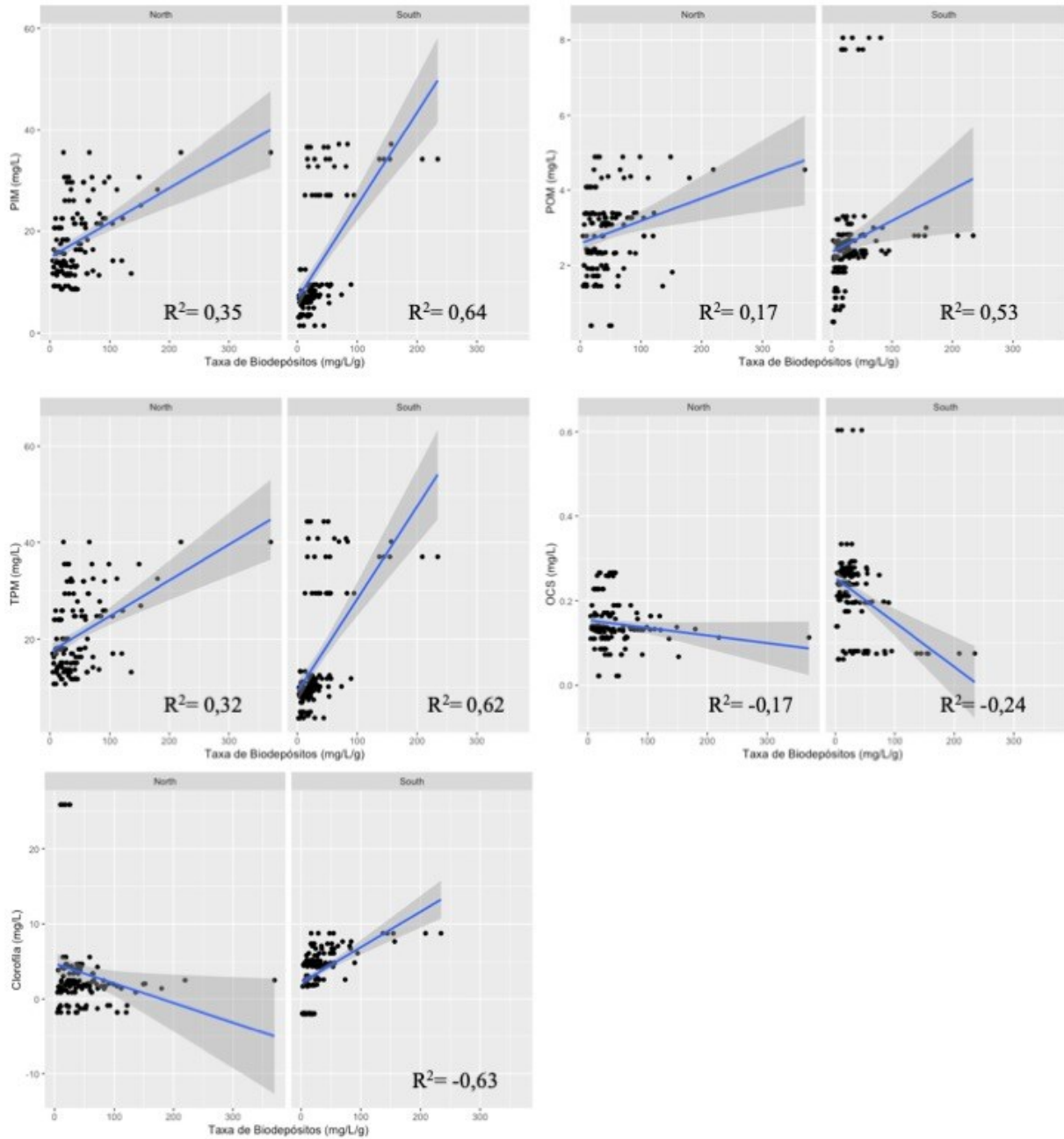
* Quando significativos ($P < 0,05$) os valores de correlações foram inseridos em seus respectivos gráficos.

APÊNDICE C – Gráfico de correlações da taxa de filtração e os parâmetros físico-químicos da água por espécie, sendo elas *Crassostrea gasar* (LB), *Crassostrea gigas* (LG) e *Crassostrea rhizophorae* (LRH).



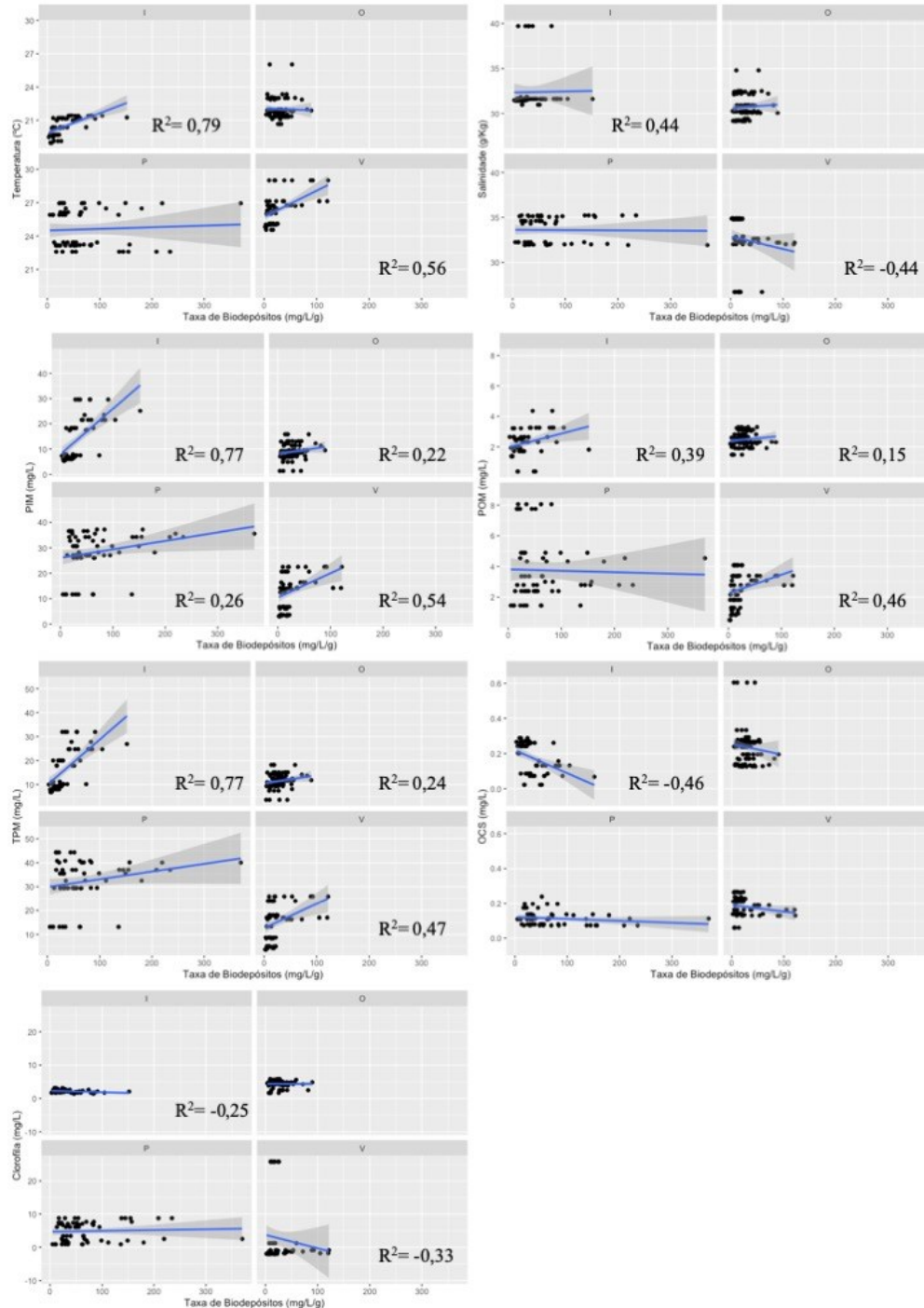
* Quando significativos ($P < 0,05$) os valores de correlações foram inseridos em seus respectivos gráficos.

APÊNDICE D – Gráfico de correlações da taxa de biodepósitos e os parâmetros físicos químicos da água nas baías de Florianópolis. Quando significativos ($P < 0.05$) os valores de correlações foram inseridos em seus respectivos gráficos.



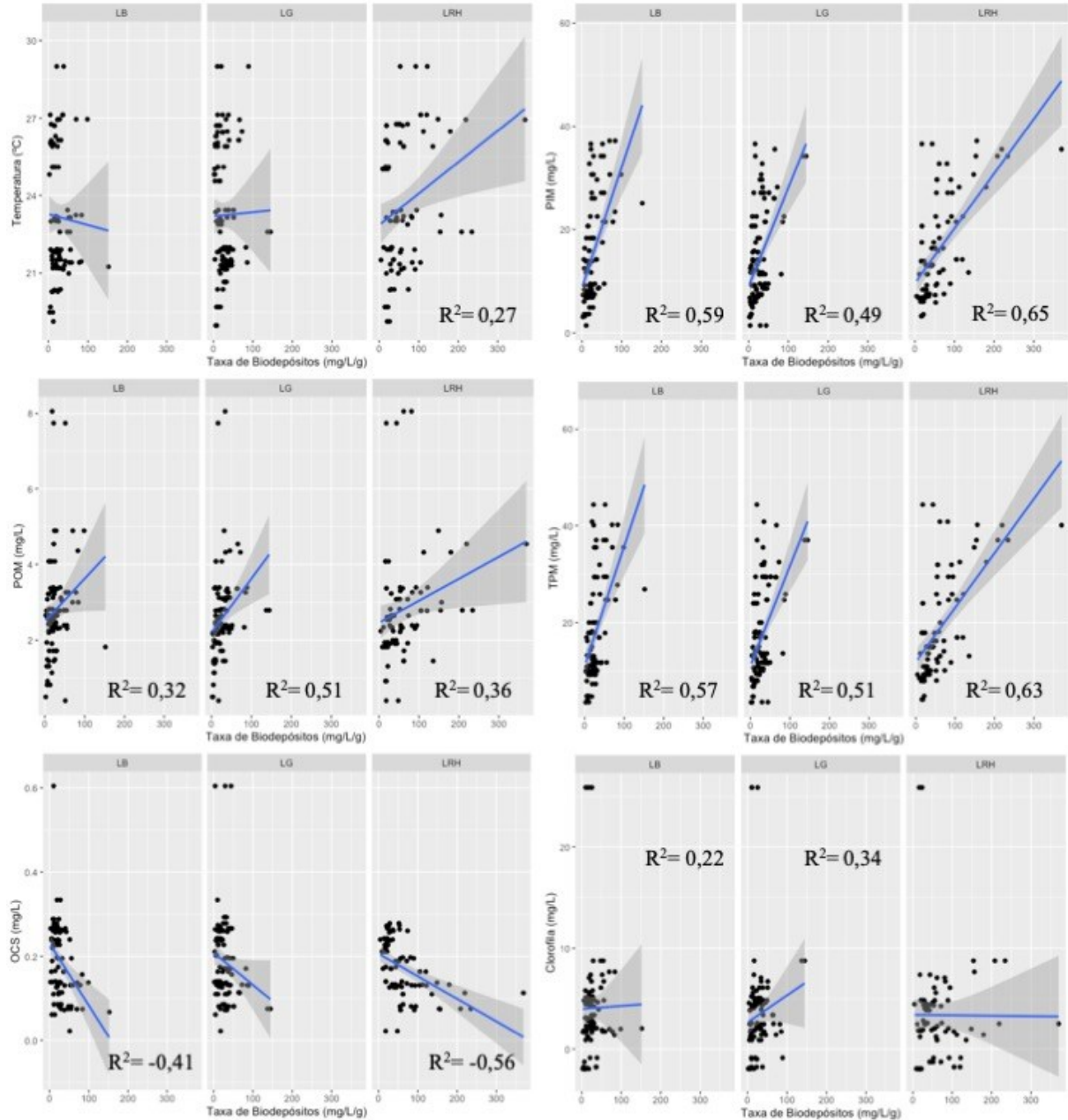
* Quando significativos ($P < 0,05$) os valores de correlações foram inseridos em seus respectivos gráficos.

APÊNDICE E – Gráfico de correlações da taxa de biodepósitos e os parâmetros físico-químicos da água nas estações, sendo elas inverno (I), outono (O), Primavera (P) e verão (V).



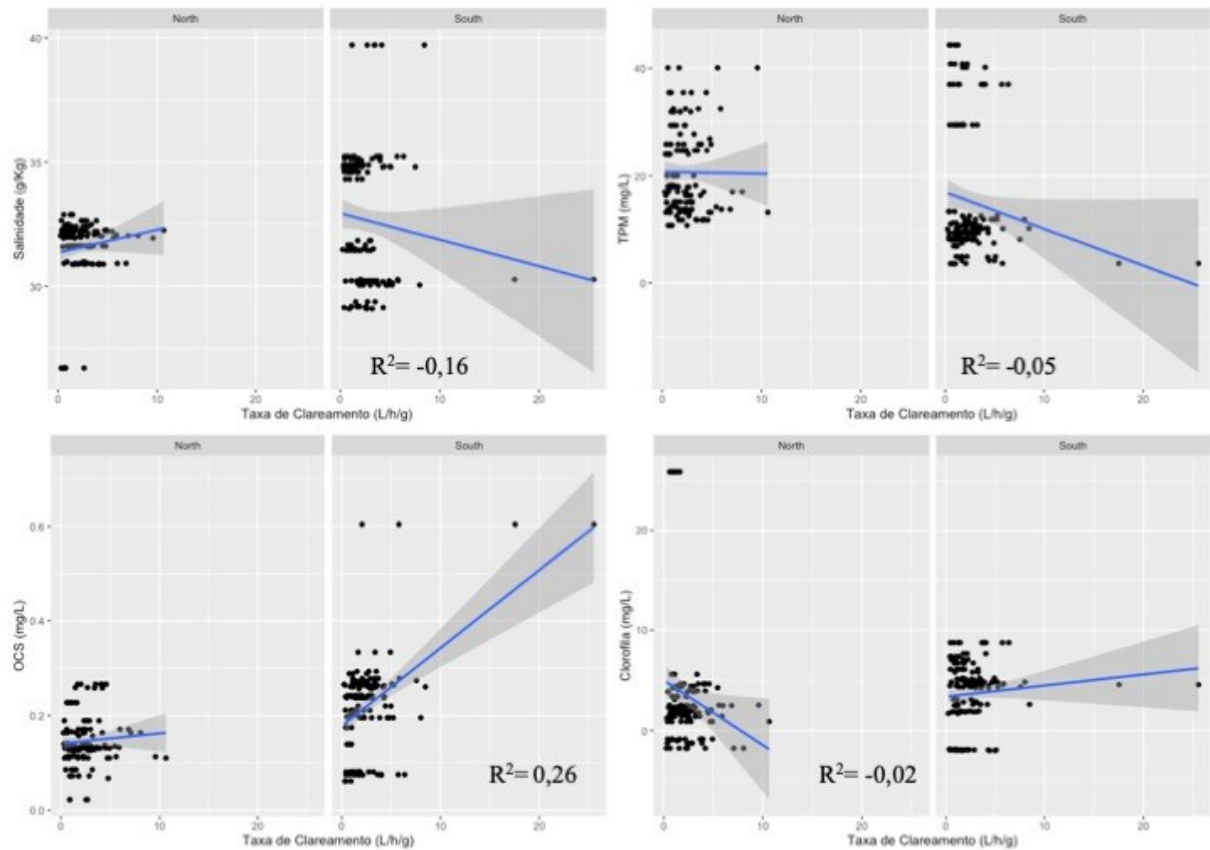
* Quando significativos ($P < 0,05$) os valores de correlações foram inseridos em seus respectivos gráficos.

APÊNDICE F – Gráfico de correlações da taxa de biodepósitos e os parâmetros físicos químicos da água nas espécies, sendo elas *Crassostrea gasar* (LB), *Crassostrea gigas* (LG) e *Crassostrea rhizophorae* (LRH).



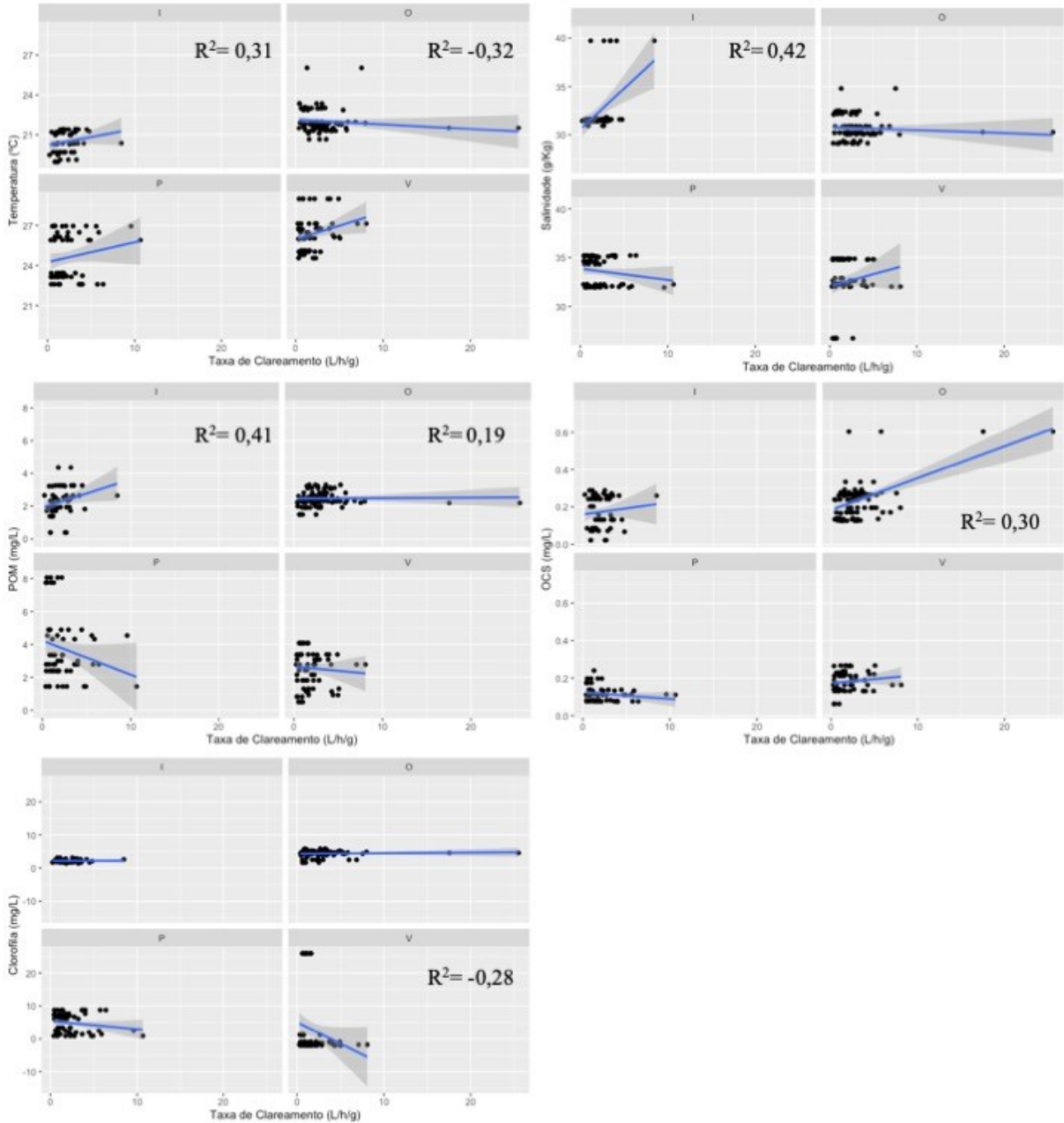
* Quando significativos ($P < 0,05$) os valores de correlações foram inseridos em seus respectivos gráficos.

APÊNDICE G – Gráfico de correlações da taxa de clareamento e os parâmetros físicos químicos da água nas baías de Florianópolis.



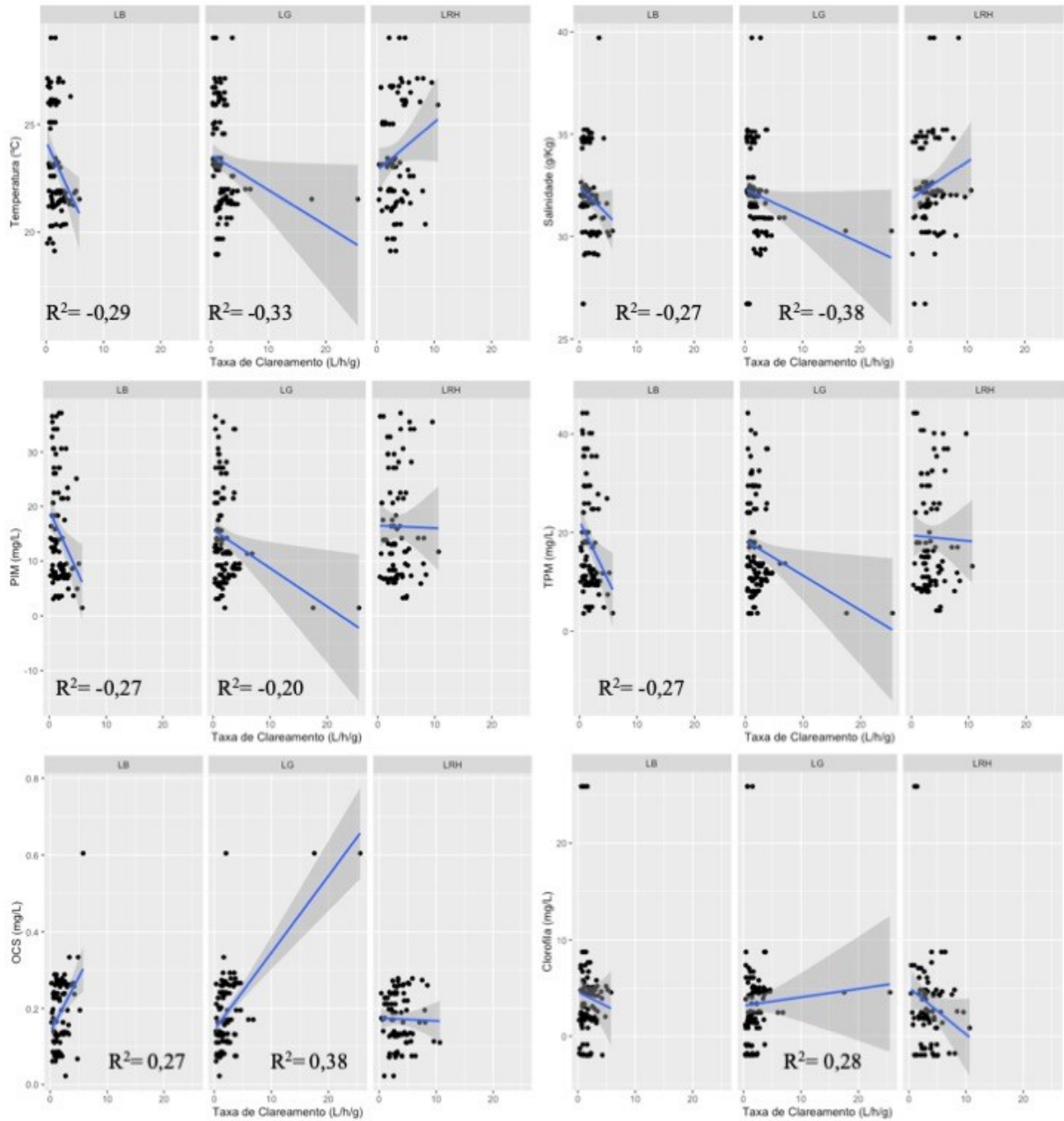
* Quando significativos ($P < 0,05$) os valores de correlações foram inseridos em seus respectivos gráficos.

APÊNDICE H – Gráfico de correlações da taxa de clareamento e os parâmetros físicos químicos da água nas estações, sendo elas inverno (I), outono (O), Primavera (P) e verão (V).



* Quando significativos ($P < 0,05$) os valores de correlações foram inseridos em seus respectivos gráficos.

APÊNDICE I – Gráfico de correlações da taxa de clareamento e os parâmetros físico-químicos da água por espécies, sendo elas *Crassostrea gasar* (LB), *Crassostrea gigas* (LG) e *Crassostrea rhizophorae* (LRH).



* Quando significativos ($P < 0,05$) os valores de correlações foram inseridos em seus respectivos gráficos.