

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA
CURSO ENGENHARIA DE AQUICULTURA

RODRIGO DE MARTINO UCEDO

**Estudo das florações de microalgas nocivas nos Parques Aquícolas de Santa
Catarina: subsídio para implementação de fazendas de macroalgas**

FLORIANÓPOLIS

2016

RODRIGO DE MARTINO UCEDO

Estudo das florações de microalgas nocivas nos Parques Aquícolas de Santa Catarina: subsídio para implementação de fazendas de macroalgas

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro de Aquicultura.

Orientadora: Prof.^a. Leila Hayashi, Dr.^a.
Coorientador: Alex Alves dos Santos, Dr.

FLORIANÓPOLIS

2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor

Ucedo, Rodrigo De Martino

ESTUDO DAS FLORAÇÕES DE MICROALGAS NOCIVAS NOS PARQUES AQUÍCOLAS DE SANTA CATARINA: SUBSÍDIO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE FAZENDAS DE MACROALGAS / Rodrigo De Martino

Ucedo; orientadora, Leila Hayashi; coorientador, Alex Alves dos Santos.
- Florianópolis, SC, 2016.

33p.

Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Graduação em Engenharia de Aquicultura.

Inclui referências

1. Engenharia de Aquicultura. 2. Maricultura 3. Florações de microalgas
4. Macroalgas. 5. Santa Catarina. I. Hayashi, Leila. II. Santos, Alex Alves dos.
III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Aquicultura. IV. Título.

Rodrigo De Martino Ucedo

**ESTUDO DAS FLORAÇÕES DE MICROALGAS NOCIVAS NOS PARQUES
AQUÍCOLAS DE SANTA CATARINA: SUBSÍDIO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE
FAZENDAS DE MACROALGAS**

Trabalho de Conclusão de Curso à Banca Examinadora como parte dos requisitos
para conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Aquicultura.

Florianópolis, 29 de novembro de 2016.

Prof^a., Anita Rademaker Valença, Dr^a.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof^a., Leila Hayashi, Dr^a.
Orientadora

Engenheiro Agrônomo André Luís Tortato Novaes, Dr.
CEDAP/EPAGRI

Prof., José Bonomi Barufi, Dr.
UFSC

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo incentivo, confiança, dedicação, apoio e por estarem sempre presentes quando precisei, sendo uma das maiores motivadoras para esta conquista.

A todos os amigos que tive o prazer de conhecer nesta trajetória, fazendo parte desta vitória.

À Universidade Federal de Santa Catarina, ao curso de Engenharia de Aquicultura, pela oportunidade que me foi dada e por toda sua equipe pela excelência de seus profissionais.

À Jussara, a mãe da aquicultura, que sempre está disposta a ajudar em todas as horas.

À professora Leila Hayashi pela orientação, pelos conselhos, ensinamentos e confiança nesta caminhada.

À toda equipe da seção de Macroalgas do Laboratório de Camarões Marinhos e do Laboratório de Cultivo de Algas.

Ao meu coorientador e pesquisador da EPAGRI/CEDAP Alex Alves do Santos, por sua orientação, paciência nos momentos de ansiedade e ensinamentos durante a elaboração do projeto.

À EPAGRI/CEDAP pela oportunidade de estágio, contribuindo para minha formação.

Aos colaboradores da EPAGRI/CEDAP Fabiano Muller, André Tortato Novaes, Felipe Matarazzo Suplicy, Natalia da Costa Marchiori, Gidianne e Zero pelo apoio, conselhos, conversas e confraternizações durante a realização do meu estágio.

A todos os professores com quem tive a oportunidade de conviver, pelos ensinamentos, ao longo da graduação e intercâmbio.

À CAPES, pela bolsa e oportunidade de intercâmbio.

E a todos que contribuíram de alguma forma para que este trabalho fosse possível.

“Só se pode alcançar um grande êxito quando nos mantemos fiéis a nós mesmos”

Friedrich Nietzsche.

RESUMO

A produção aquícola é uma atividade em crescimento no mundo e a produção de moluscos tem uma representação significativa. No Brasil, o Estado de Santa Catarina é responsável pela maior parte da produção de moluscos bivalves. Porém, com o registro progressivo da frequência das florações de microalgas, a maricultura se torna vulnerável, gerando impactos ambientais, econômicos e à saúde humana. O presente trabalho tem como objetivo identificar a frequência das florações de microalgas nocivas e de ficotoxinas acumuladas na carne de moluscos bivalves nos parques aquícolas de Santa Catarina. O levantamento de dados reunindo informações relativas ao monitoramento de algas nocivas e de ficotoxinas foram efetuados nos municípios de São Francisco do Sul, Penha, Balneário Camboriú, Porto Belo, Bombinhas, Governador Celso Ramos, Biguaçu, São José, Florianópolis e Palhoça. Foram selecionadas 29 localidades, dentre elas 27 localidades para fazendas de mexilhão *Perna Perna* e 14 para fazendas de ostras *Crassostrea gigas* e *Crassostrea rhizophorae*, entre novembro de 2012 a setembro de 2016. A frequência das florações de algas nocivas e de ficotoxinas no estado de Santa Catarina apresentou-se de maneira ampla, com maior ocorrência em Laranjeiras BC, Praia Alegre, Armação do Itacoporói, Porto Belo, Zimbros, Ganchos de Fora, Freguesia do Ribeirão, Costeira do Ribeirão, Praia do Cedro, Caieira da Barra do Sul e Ponta do Papagaio. Os períodos de maiores florações foram entre outono e primavera, com alguns casos no verão. Esses resultados podem servir de indicativo de locais em que a macroalga *Kappaphycus alvarezii* poderia integrar os cultivos de moluscos como alternativa para melhorar a qualidade de água, e mitigando os efeitos das florações de microalgas através da competição por nutrientes, além de complementar a renda dos produtores locais.

Palavras-chaves: Maricultura, florações de algas nocivas, macroalgas, Santa Catarina.

ABSTRACT

Aquaculture production is an increasing activity in the world and mollusks production has a significant representation. In Brazil, Santa Catarina State is responsible for most of the production of bivalve mollusks. However, with the progressive frequency of microalgae blooms, mariculture becomes vulnerable, generating environmental and economic impacts besides threatening the human health. The objective of this study was to identify the frequency of harmful algae blooms and phycotoxins accumulation in the flesh of bivalve mollusks, in aquaculture parks of Santa Catarina. Data regarding to the monitoring of harmful algae and phycotoxins of Santa Catarina State in municipalities of São Francisco do Sul, Penha, Balneário Camboriú, Porto Belo, Bombinhas, Governador Celso Ramos, Biguaçu, São José, Florianópolis and Palhoça were collected. Twenty-nine locations were selected, including 27 locations for mussel *Perna perna* farms and 14 for oyster *Crassostrea gigas* and *Crassostrea rhizophorae* farms, from November 2012 to September 2016. The frequency of harmful algal blooms and phycotoxins in Santa Catarina State presented in a wide way, with greater occurrence in Laranjeiras BC, Praia Alegre, Armação do Itacoporói, Porto Belo, Zimbros, Ganchos de Fora, Freguesia do Ribeirão, Costeira do Ribeirão, Praia do Cedro, Caieira da Barra do Sul and Ponta do Papagaio. The periods of higher blooms are between the autumn and spring seasons, with some occurrences in the summer. These results can be an indicative of locations where the seaweed *Kappaphycus alvarezii* could integrate mollusk farms as an alternative to improve water quality, and mitigating the effects of microalgae blooms through competition for nutrients, in addition to supplementing local farmers income.

Keywords: Mariculture, harmful algal blooms, seaweed, Santa Catarina.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção aquícola e pesca de captura mundial	11
Figura 2 - Localização das áreas de estudo.....	16
Figura 3 – Quantidade de amostras analisadas através do monitoramento de algas nocivas e ficotoxinas de mexilhão <i>Perna perna</i> , por município, em Santa Catarina .	20
Figura 4 – Relação entre a frequência de Alerta Total e Alerta Positivo de mexilhão <i>Perna perna</i> , por localidade, em Santa Catarina.....	21
Figura 5 - Regressão linear de Alerta Total e Alerta Positivo de mexilhão <i>Perna perna</i> em Santa Catarina ($n = 27$; $r = 0,84171$).....	21
Figura 6 - Relação entre a frequência de Positivo Total e Sem Alerta Positivo de mexilhão <i>Perna perna</i> , por localidade, em Santa Catarina	22
Figura 7 - Regressão linear de Positivo Total e Sem Alerta Positivo de mexilhão <i>Perna perna</i> , em Santa Catarina ($n = 27$; $r = 0,88086$).....	22
Figura 8 – Relação entre Alerta Total e Positivo Total de ostras <i>Crassostrea gigas</i> e <i>Crassostrea rhizophorae</i> , por localidade, em Santa Catarina	24
Figura 9 - Frequência das amostras de Positivo Total de mexilhão <i>Perna Perna</i> e ostras <i>Crassostrea gigas</i> e <i>Crassostrea rhizophorae</i> , por mês, em Santa Catarina	25
Figura 10 - Frequência das amostras de Alerta Negativo de mexilhão <i>Perna Perna</i> e ostras <i>Crassostrea gigas</i> e <i>Crassostrea rhizophorae</i> , por mês, em Santa Catarina	26
Figura 11 - Mapa com a indicação das localidades com maiores ocorrências de florações de algas nocivas e de ficotoxinas em moluscos bivalves nos parques aquícolas de Santa Catarina	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais síndromes associadas ao consumo de moluscos contaminados com toxinas que afetam a saúde humana quando ingeridas	13
Tabela 2 – Frequência das amostras associadas as localidades de monitoramento de algas nocivas e ficotoxinas, de mexilhão <i>Perna perna</i> , em Santa Catarina	19
Tabela 3 – Frequência de amostras associadas as localidades de monitoramento de algas nocivas e ficotoxinas, de ostras <i>Crassostrea gigas</i> e <i>Crassostrea rhizophorae</i> , em Santa Catarina	23

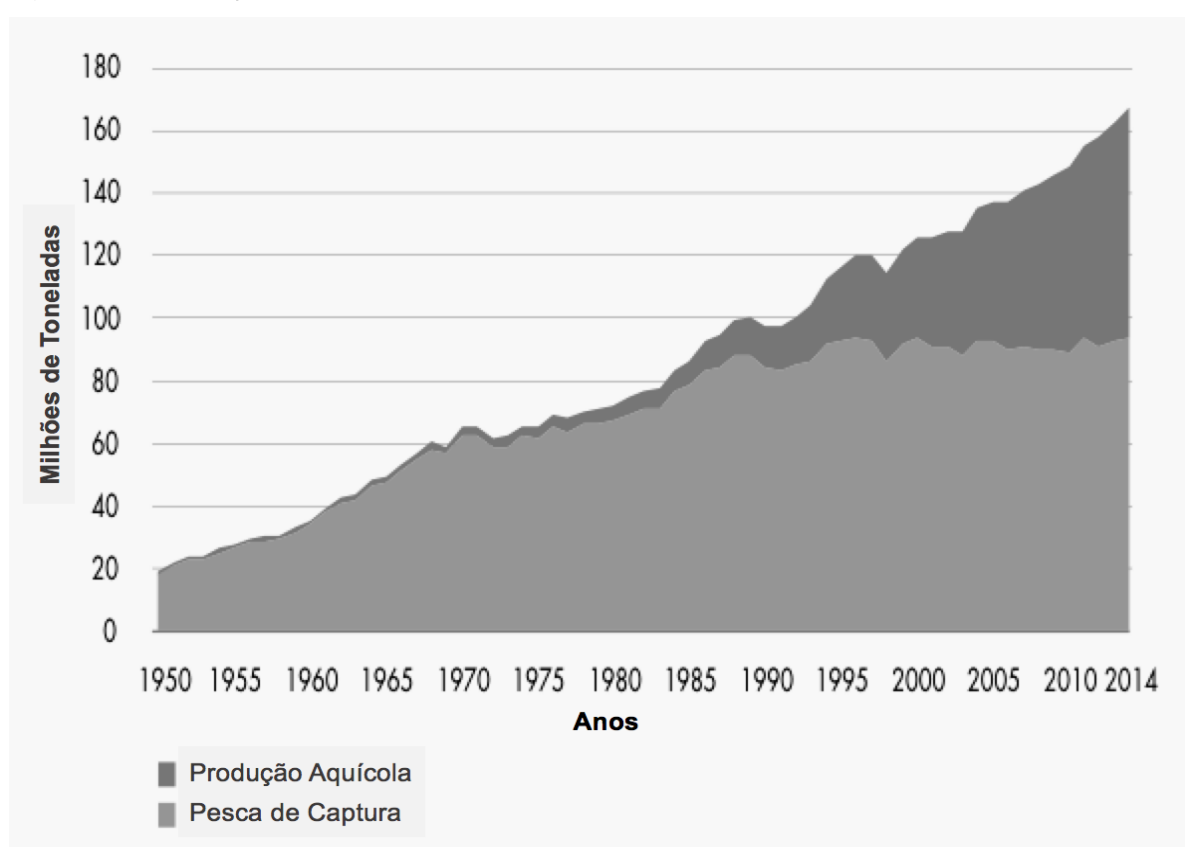
SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Localização	16
3.2 Levantamento de dados.....	17
3.3 Análise de dados	17
3.4 Análise estatística	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5 CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1 INTRODUÇÃO

A produção aquícola é a atividade agropecuária que mais cresce no mundo, a uma taxa anual média de 8%, sendo responsável por metade da produção de peixes e moluscos consumidos pela população mundial (SEBRAE, 2015). Em 2014, a produção da aquicultura mundial foi de 73,8 milhões de toneladas (t), correspondendo a US\$ 160,2 bilhões, enquanto a produção pesqueira mundial foi de 90 milhões de toneladas (Figura 1). A produção de molusco contribuiu com 16,1 milhões de toneladas (US\$ 19 bilhões), representando aproximadamente 22% da produção aquícola mundial (FAO, 2016). No mesmo ano, o Brasil foi responsável pela produção de 22 mil toneladas de moluscos (FAO, 2016), sendo o estado de Santa Catarina o líder da produção nacional com 21.553,60 toneladas de moluscos bivalves (mexilhão, ostra e vieira), respondendo por mais de 90% da produção nacional, com movimentação financeira bruta estimada de R\$ 70.084.887,20 (EPAGRI, 2014).

Figura 1 - Produção aquícola e pesca de captura mundial



Fonte: The State of World Fisheries and Aquaculture (FAO, 2016).

Os moluscos bivalves são organismos filtradores de partículas orgânicas e inorgânicas capturadas através da movimentação ciliar das células branquiais, sendo as microalgas a principal fonte de alimento (MAGALHÃES; FERREIRA, 2004). As microalgas, em geral, podem aumentar sua densidade celular, fenômeno conhecido como florações ou *blooms*, que podem alterar a coloração da água (vermelha, verde, marrom e outras). Apesar de ser um fenômeno natural, há registros de um aumento progressivo da ocorrência nas regiões costeiras, tanto na frequência quanto na virulência das florações (PROENÇA et al., 2004).

Essas florações podem ser classificadas em dois grupos distintos: no primeiro, estão associadas ao aumento de biomassa de microalgas que podem causar hipóxia e anoxia no ambiente, independente da produção de biotoxinas; no segundo, estão associadas as microalgas produtoras de biotoxinas que podem contaminar peixes, moluscos e a própria água, afetando o consumo de frutos do mar (CASTRO; MOSER, 2012). A essas florações dá-se o nome de florações de algas nocivas - FANs (*Harmful algal blooms - HABs* do inglês), que podem afetar o sistema imunológico dos bivalves (MELLO et al., 2010) e em algumas situações, causar perdas econômicas importantes, tendo grandes impactos ambientais e à saúde humana nos países em que ocorre a extração e o cultivo de bivalves e peixes (HALLEGRAEFF, 2003). As ficotoxinas são metabólitos secundários produzidos pelas microalgas que podem se acumular nos tecidos dos moluscos e serem transmitidas para outros níveis tróficos, causando danos aos organismos. Em seres humanos, podem causar diversas Síndromes de Envenenamento por Moluscos (Tabela 1) (ALVES et al., 2010; FERREIRA; PEREIRA, 2016).

Em atendimento ao ordenamento dos Parques Aquícolas de Santa Catarina e de todo o Brasil, em 2012 foi instituído a Instrução Normativa Interministerial MPA/MAPA N° 7 (IN7) com as diretrizes para o monitoramento de ficotoxinas em moluscos bivalves, no intuito de manter a qualidade dos moluscos bivalves e prevenir os efeitos nocivos à saúde humana, em cumprimento ao Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (PNCMB) (MPA, 2012). As últimas grandes ocorrências de biotoxinas no litoral catarinense foram registrados em 2007, 2008, 2014 e 2016 (SEAP, 2016). A IN7 contemplou a interdição e a retirada de moluscos das áreas afetadas, suspendendo a sua comercialização e consumo.

Tabela 1 - Principais síndromes associadas ao consumo de moluscos contaminados com toxinas que afetam a saúde humana quando ingeridas

Envenenamento por Moluscos	Causa (Biotoxinas)	Sintomas
Intoxicação Paralisante	(PSP) <i>Paralytic Shellfish Poisoning</i>	Saxitoxina (STX)
		Leve formigamento Dormência nas extremidades Parada respiratória Óbito Vômitos Dor abdominal
Intoxicação Diarreica	(DSP) <i>Diarrhoeic Shellfish Poisoning</i>	Ácido Ocadáico (OA) e lessotoxinas (YTX)
		Diarreia Náuseas (30 minutos a algumas horas após a ingestão) Vômitos Síndrome de neuropatia axonal sensório-motora
Intoxicação Amnésica	(ASP) <i>Amnesic Shellfish Poisoning</i>	Ácido Domóico (DA)
		Amnésia Convulsões Coma Óbito Diminuição Da Temperatura Corporal
Intoxicação Neurológica	(NSP) <i>Neurologic Shellfish Poisoning</i>	Brevetoxinas (BTX)
		Distúrbios Respiratórios (semelhantes à asma, incluindo broncoespasmos) Redução da frequência respiratória Distúrbios cardíacos
Intoxicação por Consumo de Azaspirácidos	(AZP) <i>Azaspiracid Shellfish Poisoning</i>	Consumo de Azaspirácidos
		Náuseas Vômitos Diarreia severa Cólica

Fonte: Instrução Normativa Interministerial MPA/MAPA N° 7 (MPA, 2012).

O aumento na concentração de nutrientes nos ecossistemas aquáticos, principalmente fósforo (P) e nitrogênio (N), elevam a produtividade primária, podendo eutrofizar o ambiente marinho. A origem desses nutrientes pode ser das chuvas, de águas superficiais que causam erosão e lavam a superfície terrestre, do despejo de efluentes domésticos, do despejo de efluentes industriais e/ou atividades agrícolas, de mudanças climáticas, de condições hidrodinâmicas e do aumento das atividades de aquicultura e pesca (ESTEVES, 1998; CASTRO; MOSER, 2012). Além dos nutrientes, outros fatores podem estar relacionados com o aumento da produção

primária, tais como fatores físicos (temperatura, luz), biológicos e outros fatores químicos (HEISLER et al., 2008; BOTANA; AFONSO, 2015).

Uma alternativa para redução da eutrofização em ecossistemas aquáticos é a utilização de macroalgas como biofiltro, devido a sua capacidade de assimilar nutrientes dissolvidos na água (CHOPIN, 2001; HAYASHI, 2007). Alguns estudos demonstraram a eficiência das macroalgas como biofiltro em cultivos integrados, reduzindo impactos ambientais e podendo gerar benefícios econômicos e sociais (QIAN; WU; XIE, 1996; HAYASHI et al., 2008; TROELL, 2009; ABREU et al., 2011; RAPOSO, 2013; SANTOS, 2014). Segundo Myers (2015), poucos estudos existem sobre a competição entre macroalgas e microalgas, porém as macroalgas têm grande potencial de mitigação em comparação as microalgas, podendo superá-las na competição de nutrientes desde de que não sombreadas, absorvendo nutrientes na proporção de 3,5% para nitrogênio, 0,1% para fósforo e 30% para carbono.

Dentro desse contexto, trabalhos com a macroalga *Kappaphycus alvarezii* foram realizados em Santa Catarina buscando avaliar sua viabilidade técnica, ambiental e econômica do cultivo (HAYASHI et al, 2011; SANTOS, 2014). A próxima etapa dos estudos de viabilidade das fazendas de macroalgas em Santa Catarina deverá envolver avaliações da competitividade da macroalga *Kappaphycus alvarezii* por nutrientes com as microalgas tóxicas, melhorando a qualidade da água e reduzindo os efeitos de florações.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Identificar a frequência das florações de algas nocivas e de acúmulo de ficotoxinas na carne de moluscos bivalves nos parques aquícolas de Santa Catarina como subsídio para implementação de fazendas marinhas de macroalgas

2.2 Objetivos Específicos

- Sistematizar e avaliar os dados publicados das florações de algas nocivas e de ficotoxinas em moluscos bivalves de Santa Catarina;
- Definir a frequência de florações de algas nocivas e de ficotoxinas em moluscos bivalves nos parques aquícolas de Santa Catarina por localidade;
- Definir a frequência de florações de algas nocivas e de ficotoxinas em moluscos bivalves nos parques aquícolas de Santa Catarina por período;
- Identificar as localidades com maiores ocorrências de florações de algas nocivas e de ficotoxinas em moluscos bivalves nos parques aquícolas de Santa Catarina;

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca (CEDAP), da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Florianópolis, SC, em parceria com a Seção de Macroalgas do Laboratório de Camarões Marinhos (LCM) do Departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

3.1 Localização

O presente trabalho trata de estudos no litoral catarinense com extensão total de 561,4 km, localizado na região sul do Brasil (Figura 2). Realizados nos municípios de São Francisco do Sul, Penha, Balneário Camboriú, Bombinhas, Porto Belo, Governador Celso Ramos, Biguaçu, São José, Florianópolis e Palhoça.

Figura 2 - Localização das áreas de estudo



3.2 Levantamento de dados

Os dados foram obtidos no site da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC), procedentes do monitoramento de algas nocivas e de ficotoxinas dos parques Aquícolas de Santa Catarina. Para o estudo foram selecionadas 29 localidades onde há predominância de fazendas marinhas dedicadas à produção de moluscos, incluindo 27 localidades de fazendas de mexilhões *Perna perna* e 14 de fazendas de ostras *Crassostrea gigas* e *Crassostrea rhizophorae*, e o período analisado foi entre novembro de 2012 a setembro de 2016.

3.3 Análise de dados

Segundo os relatórios da CIDASC, as amostras analisadas foram classificadas com base na densidade de microalgas e presença de ficotoxinas. Dentre as espécies de microalgas identificadas há ocorrência de dois dinoflagelados (*Dinophysis* spp. e *Gymnodinium catenatum*) e uma diatomácea (*Pseudo-nitzschia* spp.). As amostras com ficotoxinas foram determinadas a partir de análises da carne dos moluscos.

As localidades classificadas como “Alerta”, são aquelas onde a densidade das microalgas *Dinophysis* spp. atingiu contagem maior que 500 cel/L, *Pseudo-nitzschia* spp. contagem superior a 100 mil cel/L ou abundância maior que 50% da contagem total, e *Gymnodinium catenatum* quando há presença nas amostras (Uthermol, 1958). Quando não havia informações sobre a densidade de microalgas, atribuía-se a essas localidades a classificação de “sem alerta”.

As localidades classificadas como “Positivo” são aquelas onde houve presença de ficotoxina na carne dos moluscos. A condição “Positivo” implicava na interdição e retirada de moluscos das áreas afetadas, suspendendo a sua comercialização e consumo.

Com intuito de facilitar as análises foi atribuído (Figura 3):

- Alerta Total: amostras em que a densidade de microalgas apresentou sinal de alerta;
- Alerta Positivo: amostras em que a densidade de microalgas apresentou sinal de alerta e foi detectada presença de ficotoxina na carne do molusco;
- Alerta Negativo: amostras em que a densidade de microalgas apresentou sinal de alerta sem a presença de ficotoxina na carne do molusco;

- Sem Alerta Positivo: amostras em que a densidade de microalgas não apresentou sinal de alerta, mas foi detectado presença de ficotoxina na carne do molusco;

- Positivo Total: amostras com presença de ficotoxinas na carne do molusco;

3.4 Análise estatística

Para as análises estatísticas foram aplicados os métodos de frequência de ocorrência e de regressão linear utilizando o programa Microsoft Office Excel®.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

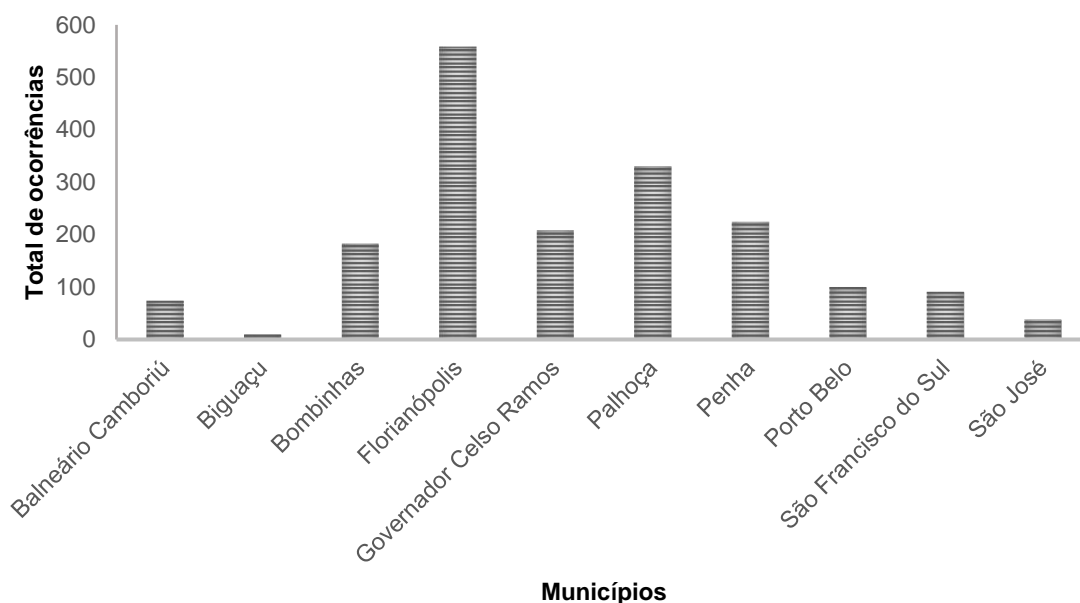
Serão apresentados primeiro os dados referentes aos mexilhões e em seguida, os dados referentes às ostras. A tabela 2 apresenta a frequência de microalgas nocivas e ficotoxinas de mexilhão *Perna perna* em Santa Catarina. Das 1.816 amostras, 9,91% foram de Alerta Total, 3,96% para Alerta Positivo, 4,62% de Positivo sem Alerta, e por fim, 8,59% de amostras Positivo Total.

Tabela 2 – Frequência das amostras associadas as localidades de monitoramento de algas nocivas e ficotoxinas, de mexilhão *Perna perna*, em Santa Catarina

Localidades	Amostras	Alerta Total	Alerta Positivo	Sem Alerta Positivo	Positivo Total
Laranjeiras BC (Bal. Camboriú)	74	12	5	7	12
São Miguel	10	0	0	0	0
Canto Grande	78	3	0	2	2
Zimbros	105	10	7	13	20
Barro Vermelho	61	2	2	3	5
Caieira da Barra do Sul	122	16	8	4	12
Costeira do Ribeirão	113	17	6	2	8
Freguesia do Ribeirão	107	7	0	6	6
Praia do Forte	46	0	0	0	0
Sambaqui	87	0	0	3	3
Santo Antônio de Lisboa	22	0	0	2	2
Calheiros	7	0	0	1	1
Fazenda da Armação	74	3	0	1	1
Ganchos de Fora	101	18	10	6	16
Ganchos do Meio	26	0	0	3	3
Aririú	21	0	0	1	1
Barra do Aririú	34	0	0	0	0
Enseada do Brito	50	1	0	3	3
Ponta do Papagaio	113	18	7	4	11
Praia do Cedro	112	11	4	1	5
Armação do Itacoporói	101	15	5	3	5
Armação do Itacoporói de Fora	54	9	1	2	6
Praia Alegre	69	8	6	8	14
Ilha de Porto Belo	46	6	5	3	8
Porto Belo	54	15	3	5	8
Paulas	91	9	3	0	3
Serraria	38	0	0	1	1
Total	1.816	180	72	84	156

Os municípios que tiveram maior quantidade de amostras analisadas foram Florianópolis, Palhoça, Penha, Governador Celso Ramos e Bombinhas (Figura 3) que corresponde aos municípios que mais contribuíram para produção comercializada no Estado: Palhoça (13.250 t), Penha (1.519 t), Bombinhas (890 t), Florianópolis (720 t) e Governador Celso Ramos (500 t) (EPAGRI, 2015).

Figura 3 – Quantidade de amostras analisadas através do monitoramento de algas nocivas e ficotoxinas de mexilhão *Perna perna*, por município, em Santa Catarina



As localidades que apresentaram maior ocorrência de Alerta Total foram: Gancho de Fora, Ponta do Papagaio, Costeira do Ribeirão, Caieira da Barra do Sul, Praia do Cedro e Porto Belo. As localidades com maior ocorrência de Alerta Positivo foram: Ganchos de Fora, Caieira da Barra do Sul, Ponta do Papagaio, Zimbros, Costeira do Ribeirão e Praia Alegre (Figura 4). Apesar de nem todas as ocorrências de alerta gerarem ficotoxina, a análise de regressão linear indicou que a presença de ficotoxina está associada aos locais em que a densidade de microalgas apresentou sinal de alerta (Figura 5).

Figura 4 – Relação entre a frequência de Alerta Total e Alerta Positivo de mexilhão *Perna perna*, por localidade, em Santa Catarina

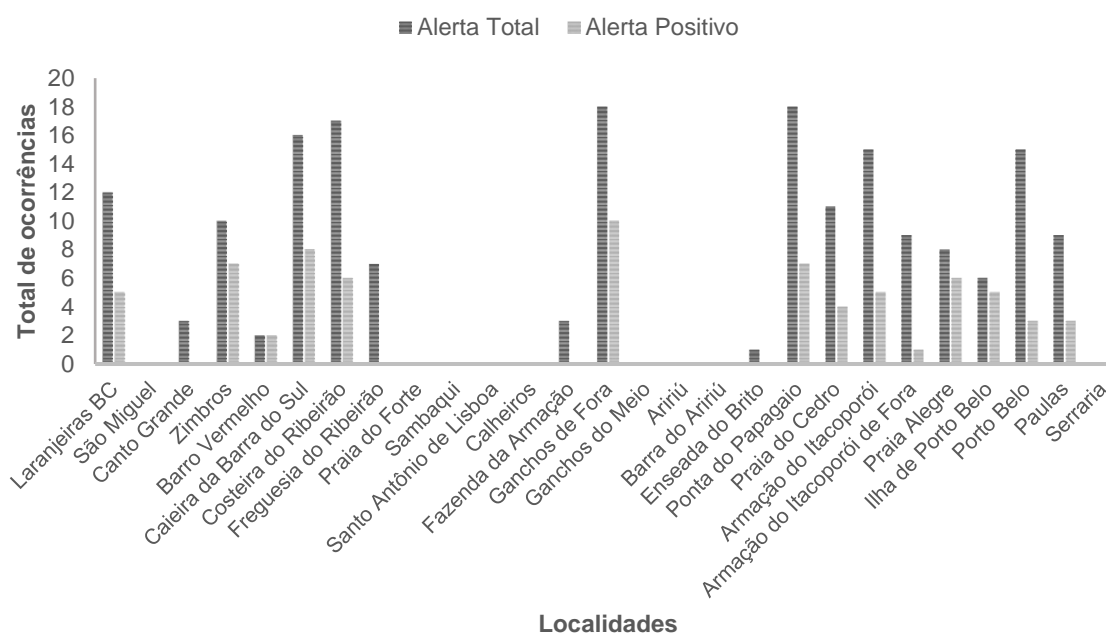
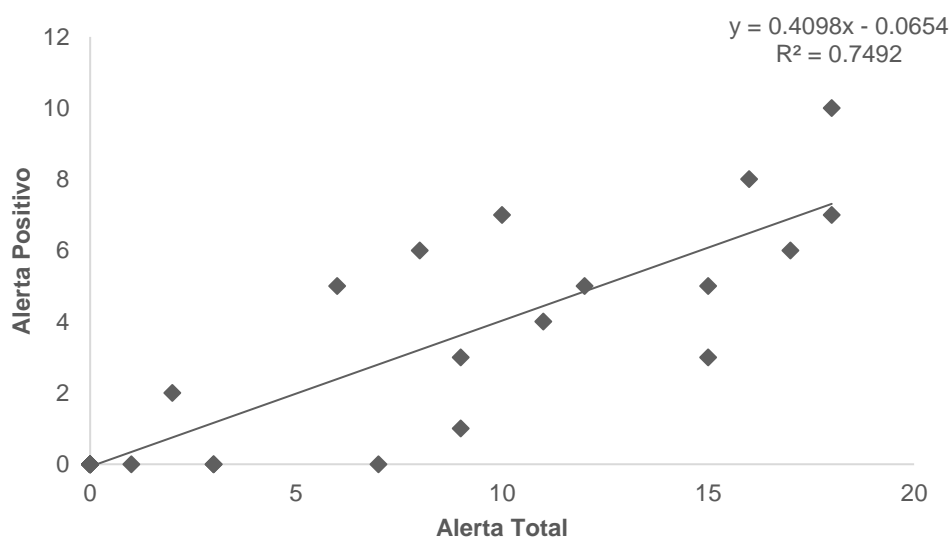


Figura 5 - Regressão linear de Alerta Total e Alerta Positivo de mexilhão *Perna perna* em Santa Catarina (n = 27; r = 0,84171)



As localidades que apresentaram maior ocorrência de Positivo Total foram: Zimbros, Ganchos de Fora, Praia Alegre, Laranjeiras BC, Caieira da Barra do Sul e Ponta do Papagaio, enquanto que as localidades com maior ocorrência de Positivo sem Alerta foram: Zimbros, Praia Alegre, Laranjeiras BC, Ganchos de Fora e

Freguesia do Ribeirão (Figura 6). Na análise dos dados foi observado a ocorrência de produção de ficotoxinas sem que a densidade de microalgas apresentasse sinal de alerta, no entanto, a análise de regressão linear mostra que esta ocorrência tem alta relação com as amostras com presença de ficotoxinas na carne de moluscos (Figura 7).

Figura 6 - Relação entre a frequência de Positivo Total e Sem Alerta Positivo de mexilhão *Perna perna*, por localidade, em Santa Catarina

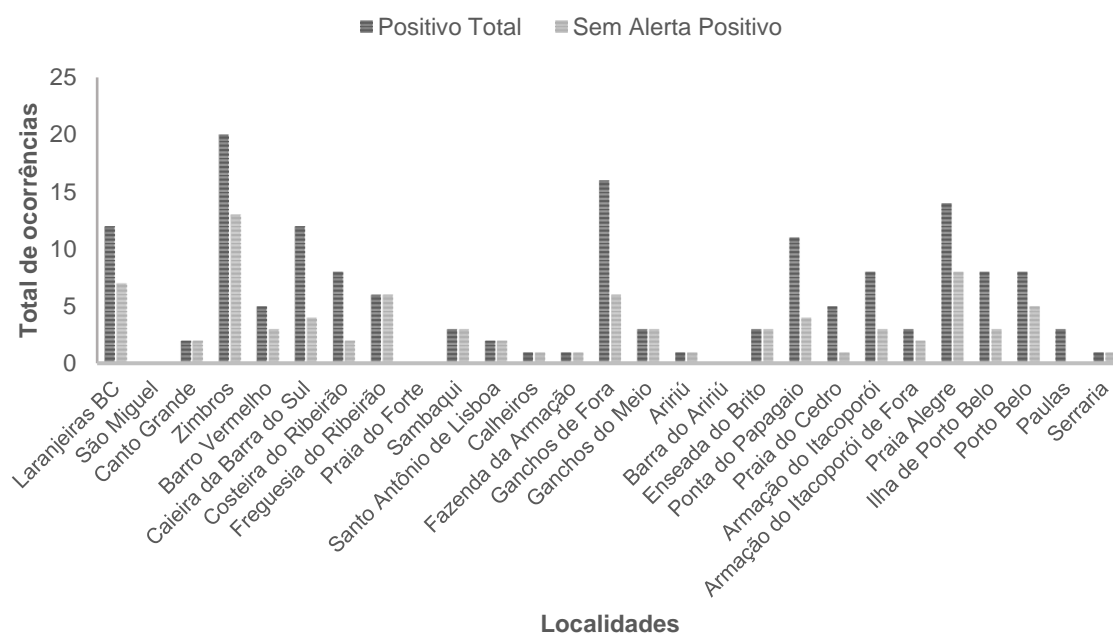
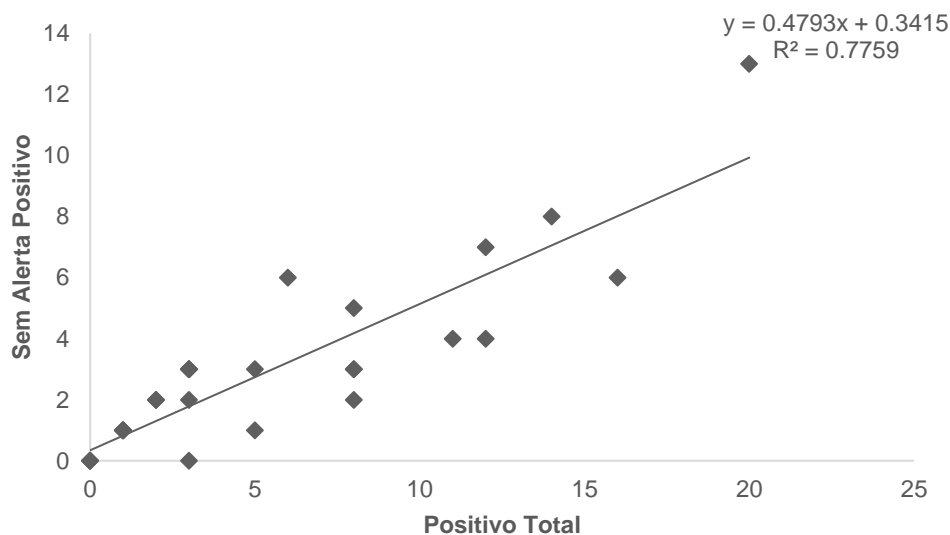


Figura 7 - Regressão linear de Positivo Total e Sem Alerta Positivo de mexilhão *Perna perna*, em Santa Catarina (n = 27; r = 0,88086)



Castro e Moser (2012), apontam que ainda existe grande discussão sobre a produção de ficotoxinas, podendo ser respostas naturais dos organismos em função das condições ambientais ou o resultado de desvios metabólicos. E reforçam que mesmo em baixas concentrações celulares, sem a ocorrência de florações, pode haver a produção de toxinas, sendo uma atividade alelopática.

A tabela 3 apresenta a frequência de microalgas nocivas e ficotoxinas de ostras *Crassostrea gigas* e *Crassostrea rhizophorae*, em Santa Catarina. Das 237 amostras analisadas, 12,65% foram Alerta Total e 2,95% para amostras Positivo Total.

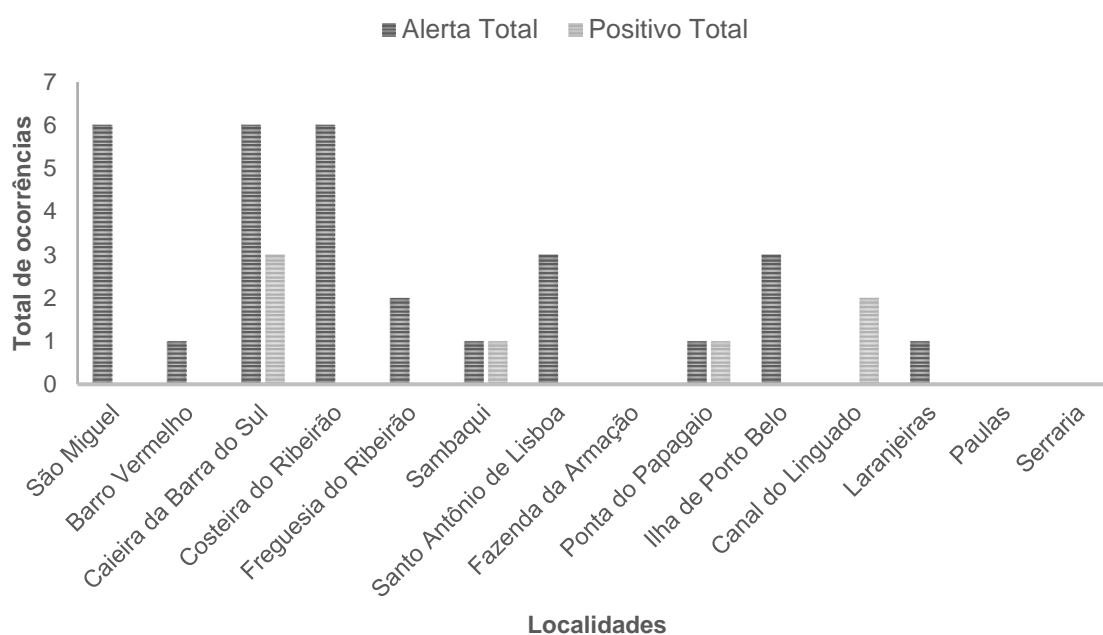
Tabela 3 – Frequência de amostras associadas as localidades de monitoramento de algas nocivas e ficotoxinas, de ostras *Crassostrea gigas* e *Crassostrea rhizophorae*, em Santa Catarina

Localidades	Amostras	Alerta Total	Positivo Total
São Miguel	90	6	0
Barro Vermelho	6	1	0
Caieira da Barra do Sul	12	6	3
Costeira do Ribeirão	10	6	0
Freguesia do Ribeirão	6	2	0
Sambaqui	3	1	1
Santo Antônio de Lisboa	28	3	0
Fazenda da Armação	2	0	0
Ponta do Papagaio	9	1	1
Ilha de Porto Belo	3	3	0
Canal do Linguado	8	0	2
Laranjeiras	57	1	0
Paulas	1	0	0
Serraria	2	0	0
Total	237	30	7

As localidades que apresentaram Alerta Total foram: São Miguel, Caieira da Barra do Sul e Costeira do Ribeirão, Santo Antônio de Lisboa, Ilha de Porto Belo, Freguesia do Ribeirão, Barro Vermelho, Sambaqui, Ponta do Papagaio e Laranjeiras. As localidades que apresentaram Positivo Total foram: Caieira da Barra do Sul, Sambaqui, Ponta do Papagaio e Canal do Linguado (Figura 8). Segundo Mello et al. (2010), cada espécie de molusco bivalve apresenta diferença nas taxas de bioacumulação de ficotoxinas nos tecidos, onde as ostras demonstram serem menos afetadas pelas FANs, quando comparadas com o mexilhão, pois acumulam menores

concentrações de toxinas nos tecidos e apresentam menor alteração imunológica. Isso, possivelmente contribuiu para a baixa frequência de ocorrência positiva para presença de ficotoxinas (Positivo Total) nas amostras de ostras *Crassostrea gigas* e *Crassostrea rhizophorae* durante o período analisado.

Figura 8 – Relação entre Alerta Total e Positivo Total de ostras *Crassostrea gigas* e *Crassostrea rhizophorae*, por localidade, em Santa Catarina



É possível verificar que no período analisado, as ocorrências das amostras Positivo Total (Figura 9) concentraram-se entre maio e dezembro (outono/primavera), com a presença da toxina DSP. A ocorrência das amostras com Alerta Negativo (Figura 10) concentraram-se entre maio e setembro (outono/primavera), ambas com casos de ocorrências menores no verão. Estudos citados por Tavares et al. (2009), relacionam a frequência de ocorrência da microalga *Pseudo-nitzschia* spp. da primavera ao outono, e da microalga *Dinophysis* spp. do inverno a primavera. Também é citado que as *Dinophysis* spp. foram inicialmente descritas como distribuídas em águas de temperaturas frias, mas com casos de ocorrência no verão, sendo abundantes em costas eutrofizadas. No entanto, a ocorrência de florações são fenômenos ecológicos complexos, tornando necessário um monitoramento mais amplo dos fatores que os influenciam, para que sejam melhor compreendidos.

Figura 9 - Frequência das amostras de Positivo Total de mexilhão *Perna Perna* e ostras *Crassostrea gigas* e *Crassostrea rhizophorae*, por mês, em Santa Catarina

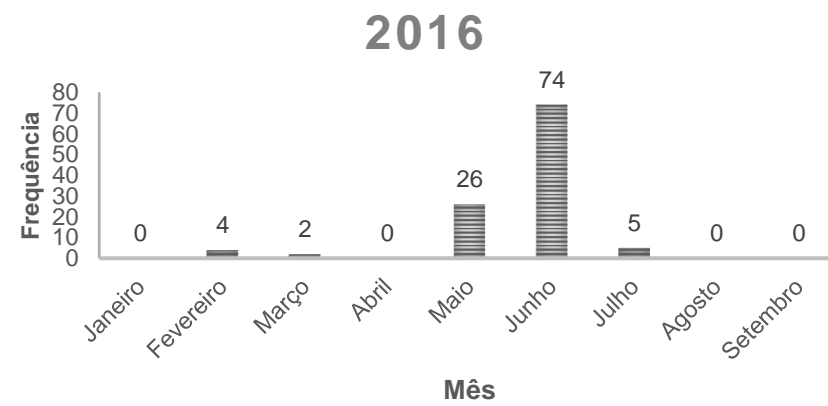
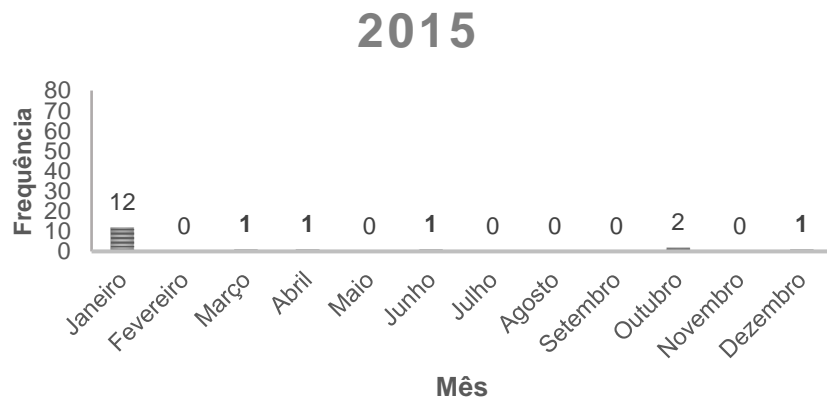
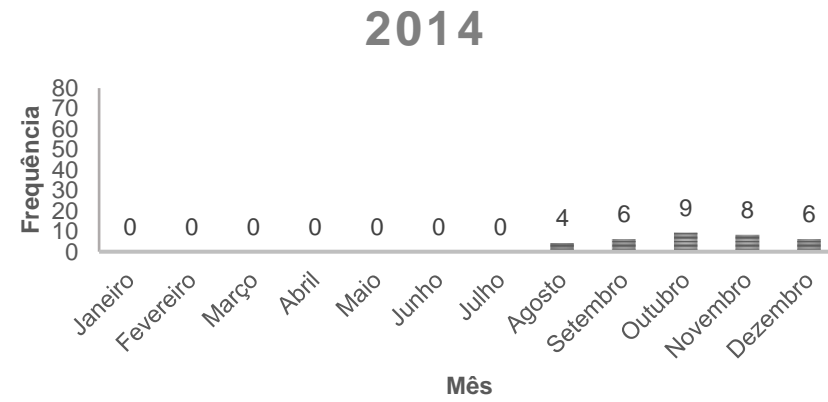
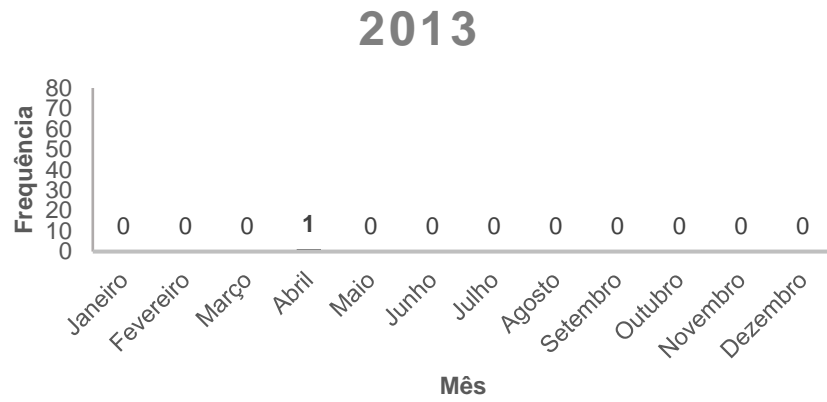
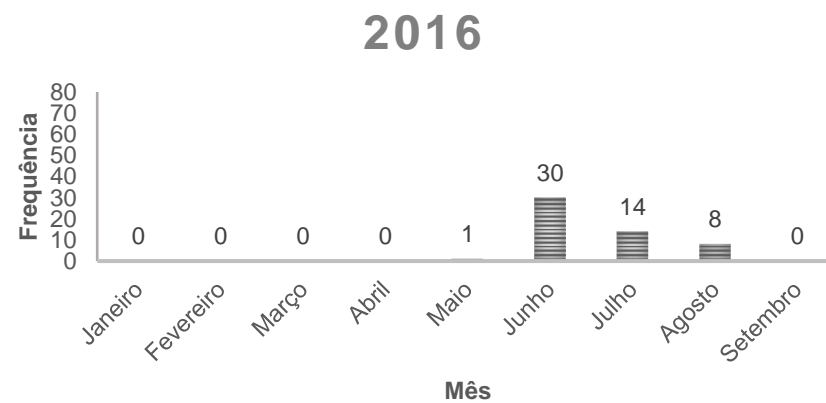
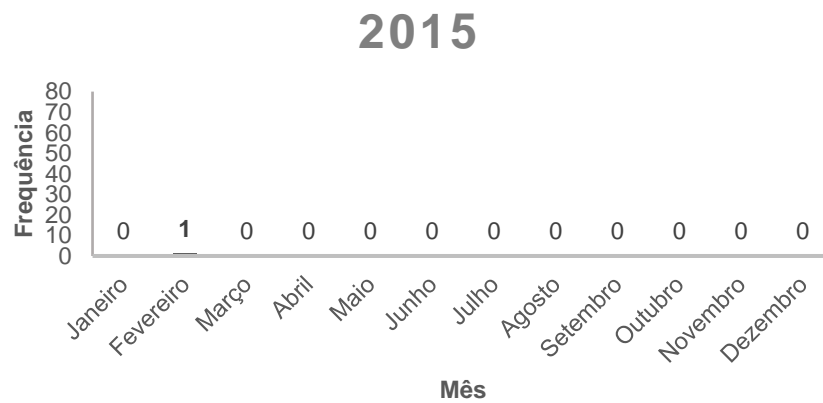
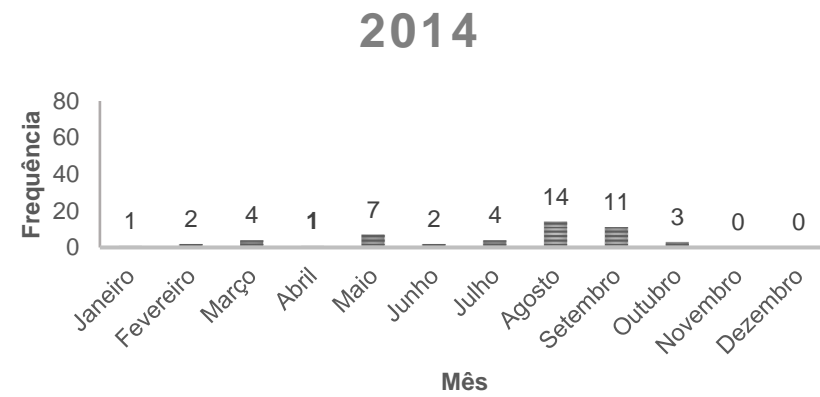
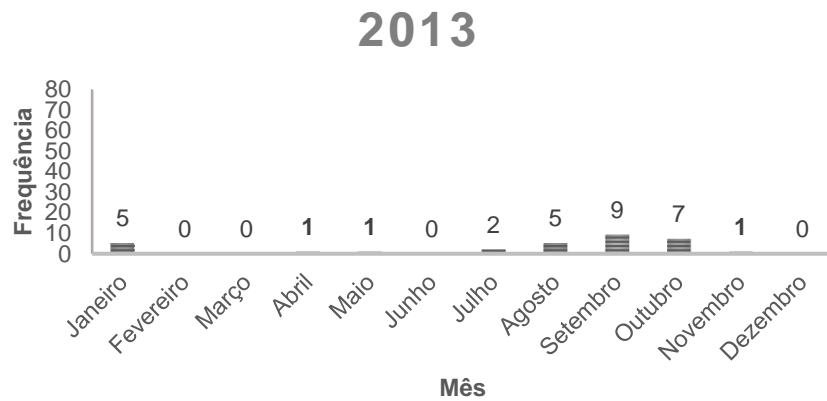


Figura 30 - Frequência das amostras de Alerta Negativo de mexilhão *Perna Perna* e ostras *Crassostrea gigas* e *Crassostrea rhizophorae*, por mês, em Santa Catarina

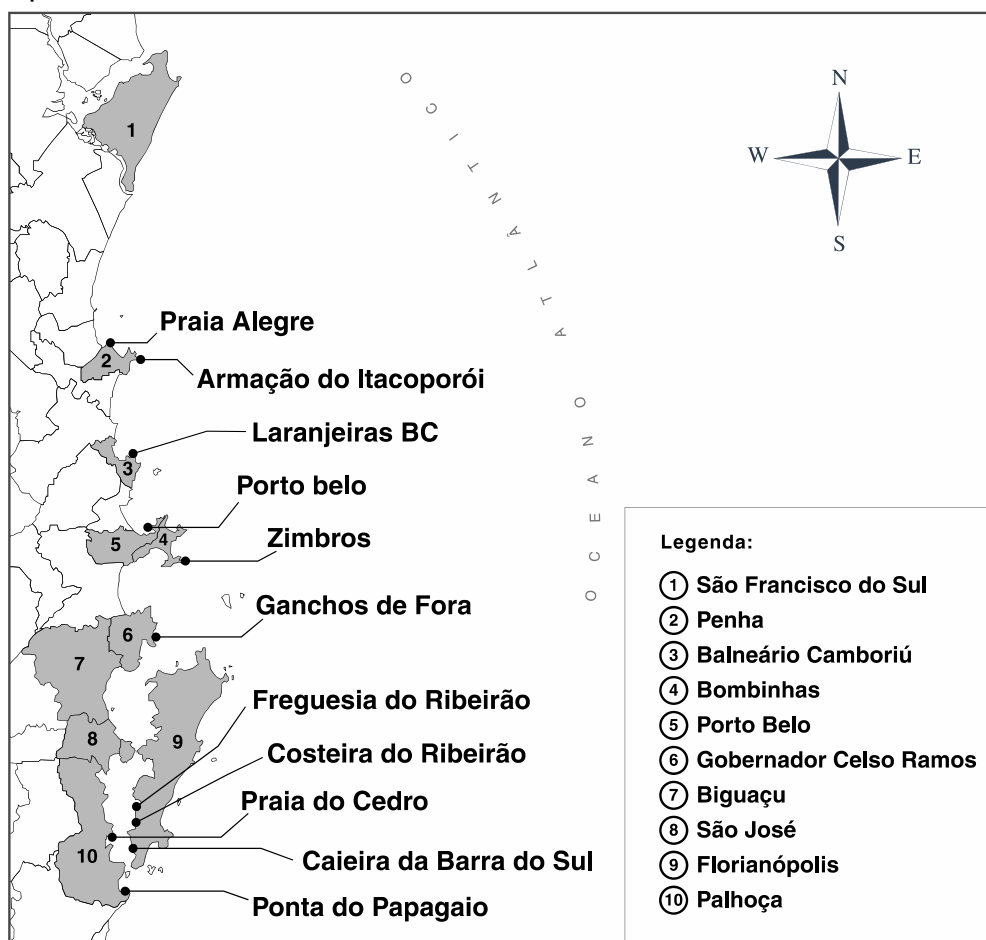


Durante a compilação de dados, foram observados “Janelas” (falta de informações) na divulgação de alguns dados de densidade de microalgas, no site da CIDASC, o que prejudicou uma melhor compreensão nas análises dos locais com ocorrência de florações. Além disso, seria necessário existir uma plataforma com a reunião de outras informações que contribuísse para o melhor entendimento dessas ocorrências de florações (ex.: nutrientes, temperatura, clorofila - a, correntes marítimas e etc).

5 CONCLUSÃO

A frequência de ocorrência das florações de algas nocivas e de ficotoxinas no Estado de Santa Catarina apresentou-se dispersa ao longo da costa, com maior ocorrência nas localidades situadas em Laranjeiras BC, Praia Alegre, Armação do Itacoporói, Porto Belo, Zimbros, Ganchos de Fora, Freguesia do Ribeirão, Costeira do Ribeirão, Praia do Cedro, Caieira da Barra do Sul e Ponta do Papagaio (Figura 11). Os períodos de maiores florações são entre as estações de outono a primavera, com alguns casos de ocorrências no verão. Os resultados do presente trabalho podem ser utilizados como um indicativo de locais em que a macroalga *Kappaphycus alvarezii* poderia integrar os cultivos de moluscos como alternativa para melhorar a qualidade de água, através da competição por nutrientes, mitigando, dessa forma, os efeitos das FANs e complementando a renda dos produtores locais.

Figura 11 - Mapa com a indicação das localidades com maiores ocorrências de florações de algas nocivas e de ficotoxinas em moluscos bivalves nos parques aquícolas de Santa Catarina



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.H.; PEREIRA, R.; YARISH, C.; BUSCHMAN, A.H.; SOUZA-PINTO, I. (2011) IMTA with *Gracilaria vermiculophylla*: Productivity and nutrient removal performance of the seaweed in a land-based pilot scale system. **Aquaculture**. 312, 77-87

ALVES, T.P.; SCHRAMM, M.A.; TAMANAHA, M.S.; PROENÇA, L.A.O. (2010). Implementação e avaliação do monitoramento de algas nocivas e de ficotoxinas em um cultivo de moluscos em Florianópolis – SC. **Atlântica**. Rio Grande, 32(1) 71-77

BOTANA, L. M.; ALFONSO, A. (Eds.). (2015). **Phycotoxins: chemistry and biochemistry**. John Wiley & Sons.

CASTRO, N.O.; MOSER, G.A.O. (2012). Florações de algas nocivas e seus efeitos ambientais. **Oecologia Australis**. 16(2): 235-264,

CIDASC - Companhia integrada de desenvolvimento agrícola de Santa Catarina. (2016). **Resultado do monitoramento de algas nocivas e ficotoxinas em moluscos bivalves**. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/defesasanitariaanimal/monitoramento-de-algas-nocivas/>. Acesso em: Set 2016

CHOPIN, T., BUSCHMANN, A.H., HALLING, C., TROELL, M., KAUTSKY, N., NEORI, A., KRAEMER, G.P., ZERTUCHE-GONZALEZ, J.A., YARISH, C., NEEFUS, C. (2001). Integrating seaweeds into marine aquaculture systems: a key towards sustainability. **Journal of Phycology**. 37, 975–986.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina. (2014). **Síntese Informativa da Maricultura 2014**. Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca. Florianópolis – SC. p. 8

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina. (2015). **Síntese Informativa da Maricultura 2015**. Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca. Florianópolis – SC. p. 7

ESTEVEES, F. de A. **Fundamentos da limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 1998.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). **The State of World Fisheries and Aquaculture**. Rome. p.190

FERREIRA, V. M.; PEREIRA, M. B. (2016). O papel das ficotoxinas diarreicas na biota aquática e na aquicultura. **Oecologia Australis**. 20(1): 37-50

HALLEGRAEFF, G.M. (2003). **Harmful algal blooms**: A global overview. In Manual on Harmful Marine Algae; Hallegraeff, G.M., Anderson, D.M., Cembella, A.D., Eds.; United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization: Paris, France; p. 25–49

HAYASHI, L. (2007). **Contribuição à Maricultura da Alga Vermelha *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) para Produção de Carragenana**. Tese apresentada como requisito a obtenção do título de doutor, Universidade de São Paulo).

HAYASHI, L., YOKOYA, N. S., OSTINI, S., PEREIRA, R. T., BRAGA, E. S., & OLIVEIRA, E. C. (2008). Nutrients removed by *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Solieriaceae) in integrated cultivation with fishes in re-circulating water. **Aquaculture**. 277(3), 185-191.

HAYASHI, L.; SANTOS, A.A.; NUNES, B.G.; SOUZA, M.S.; FONSECA, A.L.D.; BARRETO, P.L.M.; OLIVEIRA, E.C.; BOUZON, Z.L. (2011) *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Areschougaceae) cultivated in subtropical water in Southern Brasil. **Journal of Applied Phycology**. 23, 337-343

HEISLER, J., GLIBERT, P. M., BURKHOLDER, J. M., ANDERSON, D. M., COCHLAN, W., DENNISON, W. C., ... & LEWITUS, A. (2008). Eutrophication and harmful algal blooms: a scientific consensus. **Harmful algae**, 8(1), 3-13.

MAGALHÃES, A.R.M.; FERREIRA, J.F. (2004). Cultivo de mexilhões. In: Poli, C.R. et al (org.). **Aquicultura: Experiências Brasileiras**. Florianópolis – SC: Multitarefa Editora. p. 221-250

MELLO, D.F.; PROENÇA, L.A.O. & BARRACCO, M.A. (2010). Comparative Study of Various Immune Parameters in Three Bivalve Species during a Natural Bloom of *Dinophysis acuminata* in Santa Catarina Island, Brazil. **Toxins**, 2: 1166-1178

MYERS, A. (2015). **Macroalgae Farming: A Strategy for Economic Growth and Nutrient Mitigation**.

MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura. **Instrução Normativa Interministerial Nº 7, de 8 de maio de 2012**: Institui o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (PNCMB), estabelece os procedimentos para a sua execução e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, p. 55-59

PROENÇA, L. A., FERNANDES, L. F., SILVA, J. S. V., & SOUZA, R. C. C. L. (2004). **Introdução de microalgas no ambiente marinho**: impactos negativos e fatores controladores. Água de lastro e bioinvasão (JSV Silva & RCCL Souza, eds). Editora Interciência, Rio de Janeiro, 1-224

QIAN, P. Y., WU, C. Y., WU, M., & XIE, Y. K. (1996). Integrated cultivation of the red alga *Kappaphycus alvarezii* and the pearl oyster *Pinctada martensi*. **Aquaculture**. 147(1), 21-35.

RAPOSO, D. M. T. (2013). **Avaliação do desempenho do camarão *Litopenaeus vannamei* e das macroalgas *Gracilaria birdiae* e *Ulva fasciata* num sistema de cultivo multitrófico integrado**. Dissertação apresentada como requisito a obtenção do título de mestre, Universidade Técnica de Lisboa

SANTOS, A.A. (2014). **Potencial de cultivo da macroalga *Kappaphycus alvarezii* no litoral de Santa Catarina**. Tese apresentada como requisito a obtenção do título de doutor, Universidade Federal de Santa Catarina

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. (2015). **Aquicultura no Brasil**: série estudos mercadológicos. Brasília. p. 76

SEAP – Secretaria de Estado da Agricultura e Pesca. (2016). **Secretaria da Agricultura informa interdição preventiva das áreas de cultivo de ostras**,

mexilhões, vieiras e berbigões em Santa Catarina. Publicado em 26 maio 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.sc.gov.br/index.php/noticias/113-secretaria-da-agricultura-informa-interdicao-preventiva-das-areas-de-cultivo-de-ostras-mexilhoes-vieiras-e-berbigoes-em-santa-catarina>. Acesso em: Out 2016

TAVARES, J.F.; PROENÇA, L.O. & ODEBRECHT, C. (2009). Assessing the harmful microalgae occurrence and temporal variation in a coastal aquaculture area, southern Brazil. **Atlântica**. 31: 129-144

TROELL, M., JOYCE, A., CHOPIN, T., NEORI, A., BUSCHMANN, A. H., & FANG, J. G. (2009). Ecological engineering in aquaculture potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems. **Aquaculture**. 297(1), 1-9.