

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MODALIDADE PROFISSIONAL**

**ESTUDO BACTERIOLÓGICO E DE MICROALGAS NOCIVAS
ASSOCIADAS AO CULTIVO DE MOLUSCOS BIVALVES EM
ARMAÇÃO DOS BÚZIOS, RJ, BRASIL**

ALEXANDRE MIOTH SOARES

**CABO FRIO/RJ
2015**

ALEXANDRE MIOTH SOARES

ESTUDO BACTERIOLÓGICO E DE MICROALGAS NOCIVAS
ASSOCIADAS AO CULTIVO DE MOLUSCOS BIVALVES EM ARMAÇÃO
DOS BÚZIOS, RJ, BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, *Campus* Cabo Frio, na área de concentração Desenvolvimento e Sustentabilidade, linha de pesquisa Ecotoxicologia de algas nocivas.

Orientador: Dr. Manildo Marcião de Oliveira

CABO FRIO/RJ
2015

Dissertação de Mestrado intitulada **ESTUDO BACTERIOLÓGICO E DE MICROALGAS NOCIVAS ASSOCIADO AO CULTIVO DE MOLUSCOS BIVALVES EM ARMAÇÃO DOS BÚZIOS, RJ, BRASIL**, elaborado por Alexandre Mioth Soares, e apresentada publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito para aprovação na disciplina Seminário II do Programa de Pós-graduação *Strictu Sensu* em Engenharia Ambiental, na área de concentração Desenvolvimento e Sustentabilidade Regional, linha de pesquisa Ecotoxicologia de Algas Nocivas, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – IFF.

Aprovado em 14/11/2015

Banca Examinadora:



Prof. DSc. Manildo Marcião de Oliveira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF)
Orientador



Prof. DSc.. Victor Barbosa Saraiva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF)



Profa. Dra. Adriana Paula Slongo Marcussi
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF)

Dedico este trabalho ao grande amor da minha vida, minha companheira Renata Gaudard Pacheco e ao pequeno anjo Fernanda Luísa que está chegando para colorir nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao Grande Arquiteto do Universo por todas as provações as quais Ele tem me submetido para meu desenvolvimento pessoal, profissional e espiritual.

Ao grande amor da minha vida, Renata Gaudard Pacheco, pelo companheirismo e paciência em todas as etapas deste estudo, principalmente nos momentos mais delicados.

Ao meu grande amigo e orientador Manildo Marcião de Oliveira pela orientação e pelas palavras de incentivo que fizeram-me acreditar em mim mesmo e na realização deste estudo.

Ao amigo Guilherme Burigo Zanette, pesquisador extensionista da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro, pelo apoio durante os trabalhos com o grupo de maricultores da Associação de Trabalhadores em Aquicultura da Praia Rasa em Armação dos Búzios.

À amiga Daniela Almeida de Souza e à Dra. Maria Helena Baeta Neves, do Instituto de Pesquisas do Mar Almirante Paulo Moreira, em Arraial do Cabo, pela identificação do fitoplâncton encontrados neste estudo.

Ao Prof. Sérgio Gonçalves Batista, pela gentileza de contribuir com as análises físico-químicas e microbiológicas da água do entorno do cultivo de moluscos marinhos em quatro pontos amostrais no decorrer no presente trabalho.

Ao Senhor Manoel, maricultor da Associação de Trabalhadores em Aquicultura da Praia Rasa, pelo apoio logístico e pelo fornecimento dos mariscos utilizados na presente pesquisa.

Ao amigo Paulo Roberto Rodrigues Brandão Nogueira, pelos momentos de extrema alegria durante as cansativas viagens entre Macaé e Campos dos Goytacazes e pelas parcerias bem sucedidas durante as atividades do programa.

Aos amigos Adriana da Silva Souza e Marcelo Japiassú Ramos, cujo carinho pôde ser resumido em uma única ligação telefônica e alguns minutos de sinceras palavras que mudaram completamente o meu modo de pensar sobre minha importância profissional.

À Diretora de Ensino do Campus Arraial do Cabo do Instituto Federal do Rio de Janeiro, DSc. Margarete Pereira Friedrich, por permitir a conciliação entre as horas de estudo e as minhas atividades laborativas e, sobretudo, pela forma carinhosa e acolhedora como ela me recebeu em seu gabinete.

Aos meus pais, Alexandre Herculano Soares e Liette Maria Mioth Soares, por terem me permitido o início desta jornada, pelos conselhos e por terem me amado cada um do seu jeito.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente pela realização deste estudo.

*“As melhores essências estão nos menores frascos;
assim como os piores venenos.”*

Provérbio brasileiro.

RESUMO

Aquicultura é o cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais ocorre total ou parcialmente em meio aquático. Dentro da aquicultura, a maricultura é a área que envolve o cultivo de organismos marinhos como moluscos, peixes e crustáceos. Com relação à maricultura no estado do Rio de Janeiro, e em especial no município de Armação dos Búzios, o cultivo do mexilhão *Perna perna* tem se destacado recentemente. Apesar do crescimento da atividade de cultivo de moluscos, é primordial conhecer e pesquisar os parâmetros e as características do local de cultivo tais como os fatores físico-químicos, microbiológicos, sanitários e a contaminação química, pois influenciam diretamente na fisiologia, na qualidade e no desenvolvimento do mexilhão. Coliformes são definidos como bactérias aeróbicas ou anaeróbicas facultativas, gram-negativas, não formadoras de endósporos, do tipo bastonete, que fermentam lactose para formar gás 48 horas após terem sido colocadas em caldo lactosado a 35° C. As algas são organismos eucariotos fotoautotróficos relativamente simples que não possuem tecidos. As proliferações de certas algas microscópicas podem causar diversos efeitos que são percebidos pelo homem como nocivos. As síndromes tóxicas mais conhecidas causadas por microalgas são: PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*), DSP (*Diarrheic Shellfish Poisoning*), ASP (*Amnesic Shellfish Poisoning*) e NSP (*Neurotoxic Shellfish Poisoning*). O objetivo deste estudo foi o monitoramento da densidade de coliformes totais e termotolerantes e do fitoplâncton marinho, com ênfase em espécies potencialmente produtoras de toxinas, em pontos próximos ao cultivo de mexilhões da Praia Rasa, Armação dos Búzios, RJ. As amostras foram realizadas entre fevereiro de 2014 e março de 2015. Os coliformes totais e termotolerantes foram coletados por meio de garrafas de 500 mL e quantificados pelo método de Colilert. O fitoplâncton foi coletado por meio de rede de fitoplâncton e identificado por meio do uso de microscopia invertida. Correlações moderadas entre coliformes totais e termotolerantes foram registradas. Existem diferenças estatisticamente significativas nas concentrações de coliformes termotolerantes em pelo menos dois pontos de amostragem: entre o ponto externo ao cultivo e o interior do canal da marina. Os dados obtidos indicam que o canal de descarga de efluentes contribui de forma efetiva para a contaminação da área de cultivo com coliformes termotolerantes. Setenta e nove táxons de fitoplâncton foram encontrados. As diatomáceas foram predominantes neste estudo. Separações entre períodos de verão e inverno foram registradas. Quatro gêneros de espécies potencialmente produtoras foram encontrados na pesquisa. Este trabalho poderá servir de base para futuras ações de monitoramento de florações de algas nocivas na cidade.

ABSTRACT

Aquaculture is the cultivation of organisms whose life cycle under natural conditions occur totally or partially in aquatic environment. In aquaculture, the mariculture is the area that involves the cultivation of marine organisms such as mollusks, fish and crustaceans. In relation to mariculture in the Rio de Janeiro State, and in special in the Armação dos Búzios city, the mussels *Perna perna* cultivation has been recently highlighted. Despite the growth of shellfish cultivation activity, it's paramount to know and search parameters and characteristics of the local farming such as the physic-chemical, microbiological and sanitary factors and chemical contamination, because directly influence the physiology, quality and development of the mussel. Coliforms are defined as aerobic or facultative anaerobic bacteria, Gram-negative, not forming endospores, rod type, fermenting lactose to form gas 48 hours after having been put into lactosed broth at 35 ° C. Algae are relatively simple photoautotrophic eukaryotic organisms that do not have tissues. The proliferation of certain microscopic algae can cause various effects that are perceived by human as harmful. The best-known syndromes caused by toxic microalgae are PSP (Paralytic Shellfish Poisoning), DSP (Diarrheic Shellfish Poisoning), ASP (Amnesic Shellfish Poisoning) and NSP (Neurotoxic Shellfish Poisoning). The objective of this study was to monitor the density of total and fecal coliforms and marine phytoplankton, with an emphasis on potentially toxin-producing species, in points near to Rasa Beach mussel cultivation, Armação dos Búzios, RJ. Samples were realized between February 2014 and March 2015. The total and fecal coliforms were collected through 500 mL bottles and quantified by Colilert method. Phytoplankton was collected by phytoplankton mesh and identified by using inverted microscopy. Moderate correlations between total and fecal coliforms were recorded. There are statistically significant differences in fecal coliforms concentrations at least two sampling points: between the external point to the cultivation and the interior of marina channel. The data indicate that the effluent discharge channel contributes effectively to the contamination of cultivation area with fecal coliforms. Seventy-nine taxa of phytoplankton were found. Diatoms were predominant in this study. Separations between summer and winter periods were recorded. Four genus of potentially producing species were found in the search. This work could serve as a basis for future monitoring actions of harmful algal blooms in the city.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO 1

Figura 1. Localização geográfica do município de Armação dos Búzios, RJ.

Figura 2. Localização geográfica do Canal da Marina Porto Búzios e da Ilha Rasa com pontos de amostragens próximos ao cultivo marinho.

Figura 3. Esquema do delineamento dos pontos de coleta: área 1 ou área de cultivo (pontos 1A, 1B e 1C) e área 2 ou área de interferência da ETAR (pontos 2A, 2B e 2C).

. Quantidade de coliformes termotolerantes (em NMP/100 mL) no Ponto 1.A.

Figura 4. Quantidade de coliformes termotolerantes (em NMP/100 mL) no Ponto 1.A e 2.A.

Figura 5. Quantidade de coliformes termotolerantes (em NMP/100 mL) no Ponto 1.B e 2.B.

Figura 6. Quantidade de coliformes termotolerantes (em NMP/100 mL) no Ponto 1.C e 2.C.

Figura 7. Valores da temperatura da água na balsa flutuante entre os meses de fevereiro de 2014 e março de 2015.

Figura 8. Valores da temperatura da água no ponto médio entre a balsa e a entrada do canal, na entrada e no interior do canal entre os meses de fevereiro de 2014 e março de 2015.

Figura 9. Valores do pH da água na balsa flutuante, no cultivo marinho e no ponto externo ao cultivo entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

Figura 10. Valores do pH da água no ponto médio entre a balsa e a entrada do canal, na entrada e no interior do canal de entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

Figura 11. Valores de turbidez da água na balsa flutuante, no cultivo marinho e no ponto externo ao cultivo de fevereiro a março de 2015.

Figura 12. Valores da turbidez da água no ponto médio entre a balsa e a entrada do canal, na entrada e no interior do canal de fevereiro de 2014 a março de 2015.

Figura 13. Valores de condutividade elétrica da água na balsa flutuante, no cultivo marinho e no ponto externo ao cultivo de fevereiro de 2014 a março de 2015.

Figura 14. Valores de condutividade elétrica da água no ponto médio entre a balsa e a entrada do canal, na entrada e no interior do canal de fevereiro de 2014 a março de 2015.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO 2

Figura 1. Localização geográfica do município de Armação dos Búzios, RJ.

Figura 2. Localização geográfica do Canal da Marina Porto Búzios e da Ilha Rasa com pontos de amostragens próximos ao cultivo marinho.

Figura 3. Densidade média de *Alexandrium* Halim na área 1 (cultivo marinho) entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

Figura 4. Densidade média *Alexandrium* Halim na área 2 (canal da Marina Porto Búzios) entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

Figura 5. Densidade média de *Dinophysis acuminata* na área 1 entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

Figura 6. Densidade média de *Dinophysis acuminata* na área 2 entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

Figura 7. Densidade média de *Dinophysis tripos* na área 1 entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

Figura 8. Densidade média de *Dinophysis tripos* na área 2 entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

Figura 9. Densidade média de *Pseudo-nitzschia* Peragallo na área 1 entre fevereiro de 2014 e março de 2015

Figura 10. Densidade média de *Pseudo-nitzschia* Peragallo na área 2 entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

Figura 11. Dendrograma relativo à análise de agrupamento realizada por meio do coeficiente de distância de Bray-Curtis.

Figura 12. Dendrograma relativo à análise de agrupamento realizada por meio do índice binário de Jaccard.

Figura 13. Gráfico da análise de componentes principais entre as áreas/estações/períodos de coleta realizada por meio da densidade média do fitoplâncton marinho transformada em \log_{10} .

Figura 14. Riqueza específica na área 1 entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

Figura 15. Riqueza específica na área 2 entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela I. Quantidade de coliformes totais apresentados em NMP/100 mL nos seis pontos de coleta no período compreendido entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

Tabela II. Pontos de coleta, descrição dos pontos, número de pontos e coeficientes r de Spearman relativos às correlações realizadas entre as concentrações de coliformes totais e termotolerantes.

Tabela III. Comparação entre os pontos, diferença das posições médias e valores de p para as densidades de coliformes totais (ns = não significativo; * estatisticamente significativo).

Tabela IV. Comparação entre os pontos, diferença das posições médias e valores de p para as concentrações de coliformes termotolerantes (ns = não significativo; * significativo).

ARTIGO 2

Tabela I. Frequência de táxons nas áreas 1 (cultivo marinho) e 2 (canal da marina) entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ACP** – Análise dos Componentes Principais
- ASP** – Amnesic Shellfish Poisoning (intoxicação amnésica por consumo de mariscos)
- ATA** – Associação de Trabalhadores em Aquicultura
- CONAMA** – Conselho Nacional de Meio Ambiente
- DSP** – Diarrheic Shellfish Poisoning (intoxicação diarréica por consumo de mariscos)
- EPAGRI** – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
- ETAR** – Estação de Tratamento de Águas Residuárias
- FAN** – Florações se Algas Nocivas
- FAO** – Food And Agriculture Organization
- HAB** – Harmful Algal Blooms
- IEAPM** – Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira
- IBAMA** – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IFF** – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense
- MPA** – Ministério da Pesca E Aquicultura
- NMP/100 mL** – Número Mais Provável por cem mililitros
- NSP** – Neurotoxic Shellfish Poisoning
- PMAB** – Prefeitura Municipal de Armação dos Búzios
- PNCMB** – Programa Nacional de Controle Higiênico Sanitário de Moluscos Bivalves
- PSP** – Paralytic Shellfish Poisoning (intoxicação paralisante por consumo de mariscos)
- RENAQUA** – Rede Nacional de Laboratórios do Ministério da Pesca e Aquicultura
- SEAP/PR** – Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República
- SEBRAE** – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
- UPEA** – Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-ambiental (Campus Rio Paraíba do Sul)

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	12
1. APRESENTAÇÃO	14
ARTIGO 1	17
1.1. Resumo.....	17
1.2. <i>Abstract</i>	17
1.3. Introdução.....	17
1.4. Material e métodos.....	20
1.4.1. Área de estudo.....	20
1.4.2. Coleta e análise de laboratório.....	21
1.4.3. Tratamento de dados.....	22
1.5. Resultados.....	22
1.6. Discussão.....	28
1.7. Conclusões.....	30
1.8. Referências bibliográficas.....	30
ARTIGO 2	34
2.1. Resumo.....	34
2.2. <i>Abstract</i>	34
2.3. Introdução.....	34
2.4. Material e métodos.....	35
2.4.1. Área de estudo.....	35
2.4.2. Trabalho de campo.....	37
2.4.3. Tratamento de dados.....	37
2.5. Resultados.....	37
2.6. Discussão.....	46
2.7. Conclusões.....	48
2.8. Referências bibliográficas.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

APRESENTAÇÃO

A atividade de maricultura vem sendo incentivada pelo governo federal junto ao Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. Os moluscos bivalves têm importância na região sul com a maior produção do país para ostras, mexilhões e vieiras e a segunda da América Latina, chegando a 15.635 toneladas em 2010 (EPAGRI, 2010). Com 77% de crescimento de 2011 a 2013, o cultivo de moluscos bivalves representa hoje um setor importante para a aquicultura brasileira (SEBRAE, 2014).

A produção de pescados oriundos de sistemas de cultivo, definido como aquicultura, tem sido considerada o motor do crescimento do setor pesqueiro no mundo, tendo em vista que a produção extrativista da pesca encontra-se estagnada (FAO, 2012). Nas últimas três décadas (1980-2010) a produção da aquicultura mundial cresceu quase 12 vezes a uma taxa média surpreendente de 8,8% ao ano. Na última estatística mundial da aquicultura divulgada pela FAO (Food and Agriculture Organization) contabilizou a produção de 63,6 milhões de toneladas, representando 41,3% a produção mundial de pescados (FAO, 2012).

No Brasil, a produção de moluscos bivalves passou de 12,9 mil toneladas para 18,5 mil toneladas entre os anos 2000 e 2011, representando um crescimento de 43,4% neste período (IBAMA, 2000; MPA, 2013). Os principais estados que se destacam neste cenário são Santa Catarina e Rio de Janeiro, sendo que as principais espécies cultivadas são: o mexilhão *Perna perna*, com 86,2% da produção nacional, seguida pela ostra do pacífico *Crassostrea gigas* com 13,6% da produção (MPA, 2013).

O cultivo de moluscos é considerado uma atividade de grande importância para o desenvolvimento regional e local, tendo em vista seu alcance social e econômico às comunidades e populações litorâneas (FERREIRA e MAGALHÃES, 2004). Além disso, esta atividade tem se mostrado uma opção para pescadores que tem sofrido com a diminuição dos estoques pesqueiros, se tornando uma importante geradora de emprego, renda e inclusão social (ROSA, 1997; MANZONI, 2005).

Em especial o estado do Rio de Janeiro, destaca-se pelas características ambientais e geográficas propícias para o desenvolvimento desta atividade, principalmente pelas qualidades físico-químicas e biológicas da água, além da existência de ambientes protegidos e abrigados para a instalação das estruturas de cultivo, como as linhas “long-lines” e as balsas de manejo.

Os principais locais de cultivo no estado são: a Baía da Ilha Grande no município de Angra dos Reis, os municípios de Paraty e Mangaratiba, e na Região dos Lagos com os municípios de Arraial do Cabo e Armação dos Búzios.

Apesar da importância social, econômica e ambiental da atividade de cultivo de moluscos no estado do Rio de Janeiro, ainda não é realizado nenhum monitoramento de coliformes e de algas tóxicas conforme determina a legislação federal e o Programa Nacional de Controle Higiênico Sanitário de Moluscos Bivalves – PNCMB. Nesse sentido, é fundamental o desenvolvimento de um programa de monitoramento para garantir a sustentabilidade da maricultura, a segurança do consumidor de moluscos bivalves, assim como o crescimento da atividade como um todo.

Os coliformes são definidos como bactérias bacilares, Gram-negativas, aeróbias facultativas e não formadoras de esporos, que fermentam lactose produzindo gás, no decorrer de um período de 48 horas, a 36° C (MADIGAN *et al.*, 2010). Dentro das bactérias do grupo dos coliformes, os coliformes termotolerantes apresentam um papel de destaque. Coliformes termotolerantes são bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes totais caracterizadas pela presença da enzima β -galactosidase e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em 24 horas à temperatura de 44-45°C em meios contendo sais biliares ou outros agentes tenso-ativos com propriedades inibidoras semelhantes (CONAMA, 2005). A presença de coliformes termotolerantes em águas de cultivo pode indicar descarga de esgotos domésticos *in natura* ou até mesmo tratados parcialmente.

Por outro lado, as proliferações de certas algas microscópicas, marinhas ou de água doce, podem causar diversos efeitos que são percebidos pelo homem como nocivos, sendo por esta razão designadas como Harmful Algal Blooms ou HABs (proliferações de algas nocivas) (VALE, 2004). No Brasil, estes fenômenos são conhecidos como florações de algas nocivas (FANs). De acordo com Castro e Moser (2012), é preciso deixar claro que o termo FANs deve ser usado para descrever aumentos em um curto intervalo de tempo da população de microalgas que tenha encontrado condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Por outro lado, para Hoz e Fortes (2012), nem todas as florações de algas são prejudiciais e nem todos os casos de algas nocivas representam uma acumulação de biomassa significativa, uma vez que muitas espécies têm efeitos tóxicos em densidades celulares muito baixas.

O acúmulo de ficotoxinas nos tecidos de organismos é um dos problemas críticos na aquicultura de moluscos e de acordo com suas propriedades químicas, as ficotoxinas são acumuladas em diferentes órgãos dos animais (SCHRAMM *et al.*, 2006). No homem, a ingestão de alimentos contendo ficotoxinas pode provocar diversos sintomas, desde

gastrointestinais a neurológicos (MARINÉ *et al.*, 2009). As síndromes tóxicas mais conhecidas causadas por microalgas são: PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*) – intoxicação paralisante por mariscos; DSP (*Diarrheic Shellfish Poisoning*) – intoxicação diarréica por mariscos; ASP (*Amnesic Shellfish Poisoning*) – intoxicação amnésica por mariscos; e NSP (*Neurotoxic Shellfish Poisoning*) – intoxicação neurotóxica por mariscos (PEREIRA e SOARES-GOMES, 2009).

Este trabalho teve como objetivo o monitoramento das concentrações de coliformes totais e termotolerantes e do fitoplâncton marinho, com ênfase nas espécies potencialmente produtoras de ficotoxinas, em áreas próximas ao cultivo de moluscos da fazenda marinha da Praia Rasa, Armação dos Búzios, RJ, visando à segurança do processo produtivo e a qualidade do marisco cultivado.

Correlações moderadas entre coliformes totais e termotolerantes foram registradas. Existem diferenças estatisticamente significativas nas concentrações de coliformes termotolerantes entre o ponto externo ao cultivo e o interior do canal da marina. Os dados obtidos indicam que o canal de descarga de efluentes contribui de forma efetiva para a contaminação da área de cultivo com coliformes termotolerantes. Setenta e nove táxons de fitoplâncton foram encontrados. As diatomáceas foram predominantes neste estudo. Separações entre períodos de verão e inverno foram registradas. Quatro gêneros de espécies potencialmente produtoras foram encontrados na pesquisa. Este trabalho poderá servir de base para futuras ações de monitoramento de florações de algas nocivas na cidade.

Avaliação bacteriológica da água associada ao cultivo de mexilhões *Perna perna* da Praia Rasa, Armação dos Búzios, RJ.

Bacteriological evaluation of water associated to *Perna perna* mussels cultivation of the Rasa Beach, Armação dos Búzios, RJ.

Resumo

Aquicultura é o cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais ocorre total ou parcialmente em meio aquático. O objetivo deste estudo foi o monitoramento da concentração de coliformes totais e termotolerantes na água em pontos próximos ao cultivo de mexilhões da Praia Rasa, Armação dos Búzios, RJ. As análises foram coletadas entre fevereiro de 2014 e março de 2015. Existem diferenças estatisticamente significativas nas concentrações de coliformes termotolerantes entre o cultivo de moluscos bivalves e o ponto externo ao cultivo. Os dados obtidos indicam que o canal de descarga de efluentes contribui de forma efetiva para a contaminação da área de cultivo com coliformes termotolerantes.

Abstract

Aquiculture is the organisms cultivation which life cycle in natural conditions occurs totally or partially on aquatic systems. The aim of this study was to monitoring the concentrations of total and thermo-tolerant coliforms in the water on points nearly at the mussels cultivation of the Rasa Beach, Armação dos Búzios, RJ. The samples were realized between February 2014 and March 2015. There are statistically significant differences in fecal coliforms among the cultivation of bivalve mollusks and the external point to cultivation. The data indicate that the discharge channel wastewater contributes effectively to the contamination of the cultivation area with fecal coliforms.

Introdução

Ambientes costeiros têm apresentado recentemente profundas mudanças em suas paisagens. São atividades que interferem na paisagem de ecossistemas costeiros: especulação imobiliária e ocupação desordenada de encostas litorâneas, exploração de recursos energéticos como o petróleo e suas atividades correlatas, atividades portuárias, de construção e reparo naval e *off-shore*, dentre outras. Nesse sentido, atividades que são realizadas em regiões costeiras podem ser afetadas por essas mudanças, como por exemplo, a aquicultura e a pesca.

Em conformidade com a Lei 11.959 de 29 de junho de 2009, a aquicultura é a atividade de cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais se dá total ou parcialmente em meio aquático (BRASIL, 2009a). A aquicultura é uma prática tradicional de longa data, encontrada em várias culturas pelo mundo, e há registros históricos evidenciando a técnica em documentos e manuscritos chineses datados de séculos remotos, e chega a ser mencionada até em hieróglifos egípcios (OLIVEIRA, 2009). Há dois fatores que determinam o sucesso da aquicultura perante os demais cultivos: a produção de organismos com valor econômico elevado e, principalmente, a possibilidade de produzir em grande escala pela exploração da tridimensionalidade do ambiente (MARENZI e BRANCO, 2006). Todavia, em muitos casos a aquicultura pode ser realizada com espécies de valor comercial reduzido e com baixo investimento para implantação, sendo um exemplo, o próprio mexilhão *Perna perna* (OSTRENSKY *et al.* 2008).

De acordo com o Boletim 2013 de Pesca e Aquicultura, é na aquicultura que o país tem capacidade para desenvolver em escala a sua produção de pescados, podendo tornar-se um dos mais importantes produtores mundiais (MPA, 2014), uma vez que a produção originária da pesca encontra-se estagnada há vários anos.

Dentro da aquicultura, a maricultura é a área que envolve o cultivo de organismos marinhos como moluscos, peixes e crustáceos. No Brasil, a maricultura surgiu como uma fonte de renda alternativa para as comunidades de pescadores artesanais que sofriam com a competição desigual com a pesca industrial e diminuição dos estoques naturais devido às alterações ambientais (ALVES, 2009). As necessidades futuras de alimentos de alta qualidade alimentar apontam a maricultura como um recurso vantajoso, que possui uma baixa relação espaço/produção, o que garante também maior sustentabilidade quando comparada com a criação de outros animais (CORTES *et al.*, 2009).

A produção brasileira da maricultura, segundo o Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura do Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA, foi de 84,2 mil toneladas, sendo que desse total, 65,6 mil toneladas são referentes ao cultivo de camarão e 18,5 mil toneladas ao cultivo de moluscos (MPA, 2014). Sobre a produção de moluscos, predomina a cultura do mexilhão com 86,2% do total.

Com relação à maricultura no estado do Rio de Janeiro e em especial no município de Armação dos Búzios, o cultivo do mexilhão *Perna perna* tem se destacado recentemente. O cultivo ainda é totalmente artesanal com baixa aplicação tecnológica. O sistema de cultivo é do tipo *long-line*, que consiste num cabo mestre de aproximadamente 50 metros de comprimento onde as estruturas de cultivo são amarradas e suspensas por flutuantes. O cultivo propriamente dito é realizado em “cordas ou penca” de mexilhão de 1,0 a 1,5 metros de comprimento. Inicia-se com sementes e juvenis de 2 a 4 cm de comprimento, coletados geralmente nas próprias estruturas de cultivo e, em menor quantidade, nos estoques naturais (costões rochosos da região). As cordas de mexilhão são preenchidas com auxílio de um cano de PVC, sendo as sementes ensacadas por duas redes: uma interna de algodão e uma externa de nylon, semelhante ao descrito por Ferreira e Magalhães (2004) e Marenzi e Branco (2005).

Apesar do crescimento da atividade de cultivo de moluscos, é primordial conhecer e pesquisar os parâmetros e as características do local de cultivo, tais como os fatores físico-químicos, microbiológicos, sanitários e a contaminação química, pois influenciam diretamente na fisiologia, na qualidade e no desenvolvimento do mexilhão (FERREIRA *et al.*, 2006). Moluscos bivalves são organismos filtradores que possuem a capacidade de acumular, principalmente em suas brânquias e intestinos, substâncias e micro-organismos presentes na água (VIEIRA *et al.*, 2007), podendo afetar e gerar doenças ao consumidor (MARQUES, 1998).

Os membros do filo Mollusca incluem formas tais como os mariscos, as ostras, as lulas, os polvos e os caramujos e, em abundância de espécies, os moluscos constituem o maior filo de invertebrados além dos artrópodes (RUPPERT e BARNES, 1996). Quando comparados a outros tipos de pescado, os moluscos apresentam em sua carne um alto teor de carboidratos e menores concentrações de nitrogênio e diferentes estudos sobre a composição química de moluscos afirmam que as gorduras de ostras e mexilhões têm altas concentrações de ácidos graxos poliinsaturados do tipo ômega-3 e conteúdos mais baixos de ácidos graxos poliinsaturados do tipo ômega-6 (SCHRAMM e PROENÇA, 2008).

Regiões com potencial para o desenvolvimento da mitilicultura, cultivo de mexilhões como o *Perna perna*, devem ser monitoradas periodicamente com a finalidade de identificar e quantificar potenciais contaminantes que podem prejudicar o seu desenvolvimento.

No cultivo de moluscos bivalves da Praia Rasa, Armação dos Búzios, um dos principais riscos de contaminação do mexilhão pode se dar por via microbiológica, uma vez que desde 2004 uma estação de tratamento de águas residuárias está em operação no local e

cujos efluentes finais são despejados no canal da Marina Porto Búzios. As águas interiores do canal da marina desembocam na Praia Rasa, em área próxima ao cultivo de mexilhões. Uma vez que certo grupo de bactérias é absorvido pelos mexilhões, estas podem causar danos à saúde dos consumidores de mariscos.

Um indicador amplamente utilizado para avaliar a contaminação microbiana da água é o grupo de micro-organismos denominados coliformes (MADIGAN *et al.*, 2010). Estes são definidos como bactérias aeróbicas ou anaeróbicas facultativas, gram-negativas, não formadoras de endósporos, do tipo bastonete, que fermentam lactose para formar gás 48 horas após terem sido colocadas em caldo lactosado a 35° C (TORTORA *et al.*, 2012). Em conformidade com Madigan *et al.* (2010), o grupo dos coliformes inclui geralmente as inofensivas *Enterobacter*; *Escherichia coli*, um organismo intestinal comum e ocasionalmente patogênico; e *Klebsiella pneumoniae*, um habitante intestinal patogênico menos comum.

Coliformes termotolerantes são definidos, de acordo com a Resolução nº 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente, como bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase e que podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar lactose nas temperaturas de 44 a 45° C com produção de ácido, gás e aldeído (CONAMA, 2005).

Coliformes termotolerantes não encontram condições ideais para se multiplicar em águas marinhas e morrem em um curto período de tempo (DOI *et al.* 2014). Para Ingraham e Ingraham (2010), a água que não possui bactérias coliformes provavelmente é mais segura e a água que as contém não deve ser utilizada. Apesar de esta ser nomenclatura mais moderna para este tipo de micro-organismos, há autores que ainda referem-se a este grupo como bactérias fecais ou coliformes fecais em alusão a sua presença em fezes de animais de sangue quente. Porém, entende-se como mais adequada a expressão coliformes termotolerantes em virtude destes organismos suportarem grande variação de temperatura.

Apesar da importância da pesca e da aquicultura, até 2003 não existia no Brasil um órgão específico para tratar desse setor produtivo, quando foi criado em 2003 a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República – SEAP/PR, sendo transformada em 2009 no Ministério da Pesca e da Aquicultura – MPA (BRASIL, 2009b). Com o desenvolvimento deste setor, os atores envolvidos começaram a se preocupar com a qualidade sanitária do produto. No Brasil, os dispositivos legais que regulamentam o controle, monitoramento e sanidade do pescado oriundo da aquicultura são bastante recentes. Em abril de 2012 foi instituída a Rede Nacional de Laboratórios do Ministério da Pesca e Aquicultura (RENAQUA), responsável pela realização de diagnósticos e análises oficiais, bem como o desenvolvimento contínuo de novas metodologias analíticas (MPA, 2012a).

O Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (PNCMB) foi criado em maio de 2012 com a finalidade de estabelecer os requisitos mínimos necessários para a garantia da inocuidade e qualidade dos moluscos bivalves destinados ao consumo humano, bem como monitorar e fiscalizar o atendimento destes requisitos (MPA, 2012b).

O objetivo do presente estudo foi monitorar a concentração de coliformes totais e termotolerantes e quatro parâmetros físico-químicos da água de uma área de cultivo do mexilhão *Perna perna* e áreas adjacentes na Praia Rasa em Armação dos Búzios.

Materiais e métodos

Área de estudo

O município de Armação dos Búzios, localizado na região das baixadas litorâneas, RJ, limita-se a norte, a leste e a sul com o Oceano Atlântico, e a oeste com o município de Cabo Frio. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a população estimada em 2013 foi de 29.790 habitantes (IBGE, 2014). Búzios é uma península com 8 quilômetros de extensão e 23 praias, recebendo de um lado correntes marítimas do Equador e do outro, correntes marítimas do pólo sul, o que faz com que tenha praias tanto de águas mornas quanto de águas geladas (PMAB, 2010). A figura 1 apresenta a localização geográfica do município de Armação dos Búzios, enquanto a figura 2 apresenta, em destaque, a localização do Canal da Marina Porto Búzios, da Ilha Rasa e das estações de coleta deste estudo.



Figura 1. Localização geográfica do município de Armação dos Búzios, RJ.



Figura 2. Localização geográfica do Canal da Marina Porto Búzios e da Ilha Rasa com pontos de amostragem próximos ao cultivo marinho.

A coleta de água para análise bacteriológica foi realizada em duas áreas: a primeira está localizada nas proximidades do cultivo de moluscos marinhos da Praia Rasa (Área 1) e a segunda está localizada no canal da Marina Porto Búzios, cujas águas recebem o efluente final da Estação de Águas Residuárias (ETAR) do município (Área 2).

Na área 1 foram monitorados 3 pontos amostrais: (1.A) a balsa flutuante da fazenda ($22^{\circ} 44' 23.3''$ S e $41^{\circ} 56' 50.6''$ O), (1.B) o ponto médio da área do cultivo ($22^{\circ} 44' 20.1''$ S e $41^{\circ} 56' 52.3''$ O) e (1.C) o ponto mais externo ao cultivo ($22^{\circ} 44' 17.8''$ S e $41^{\circ} 56' 55.5''$ O).

Na área 2 também foram monitorados 3 pontos amostrais: (2.A) ponto médio entre o cultivo marinho e a entrada do canal da marina ($22^{\circ} 44' 33.80''$ S e $41^{\circ} 56' 58.08''$ O), (2.B) a entrada do canal sob a ponte da Estrada da Marina ($22^{\circ} 44' 45.62''$ S e $41^{\circ} 57' 12.35''$ O) e (2.C) o interior do canal da marina ($22^{\circ} 45' 00.0''$ S e $41^{\circ} 57' 27.4''$ O). A figura 3 apresenta o delineamento dos pontos de coleta das áreas 1 e 2.

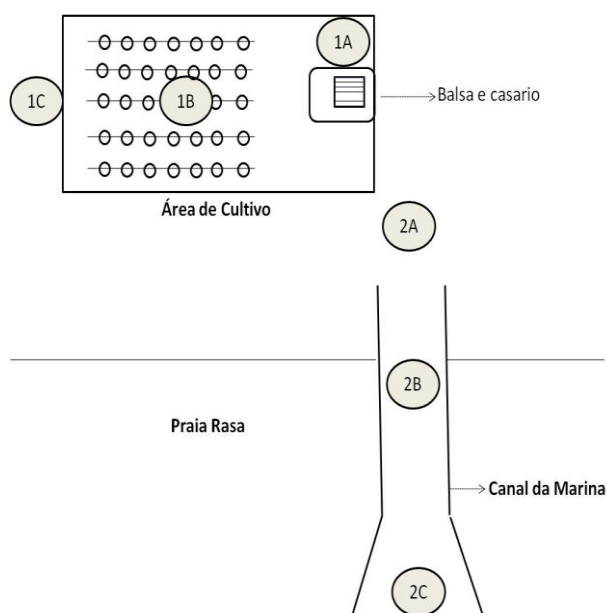


Figura 3. Esquema do delineamento dos pontos de coleta: área 1 ou área de cultivo (pontos 1A, 1B e 1C) e área 2 ou área de interferência da ETAR (pontos 2A, 2B e 2C).

2. Coleta e Análise de laboratório

O período amostral foi de fevereiro de 2014 a março de 2015. As amostragens de água foram realizadas utilizando garrafas plásticas de 500 mL fechadas, nas quais o descarte fora feito no local com o auxílio de luvas de látex para evitar contaminação. As amostras de água foram acondicionadas em caixas de isopor, conservadas em gelo e enviadas para o Campus Paraíba do Sul (UPEA) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF) para quantificação dos coliformes totais e termotolerantes através do método de Colilert®. Além dos coliformes, foram monitorados os seguintes parâmetros físico-químicos da água do mar: temperatura, potencial hidrogeniônico, turbidez, condutividade elétrica. A temperatura foi obtida *in situ* através de termômetro de coluna de mercúrio. As análises de pH, turbidez e condutividade elétrica foram realizados em conformidade com o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (EATON *et al.*, 2005).

3. Tratamento de dados

Para mensurar o grau de correlação entre as concentrações de coliformes totais e de coliformes termotolerantes foram realizadas correlação não-paramétrica e cálculo do r de Spearman. Com a finalidade de comparar as densidades médias de coliformes totais e termotolerantes entre os pontos de coleta, foi realizada análise de variância não-paramétrica (Teste de Kruskal-Wallis com teste Dunn *a posteriori*). O nível de significância adotado para o teste de Kruskal-Wallis foi de $\alpha = 0,5$.

Resultados

Densidade de coliformes totais

A concentração de coliformes totais, em Números Mais Prováveis por 100 mililitros de água, no entorno da balsa flutuante foi superior à concentração de 2419,6 em fevereiro e março de 2014, e março de 2015. Nesse mesmo ponto, as concentrações de coliformes totais foram reduzidas nos meses de junho, julho e agosto de 2014. No ponto 1.B, as concentrações de coliformes totais foram superiores a 2419,6 NMP/100 mL em março de 2015. As menores concentrações de coliformes totais no cultivo foram registradas nos meses de junho, julho e agosto de 2014. No ponto 1.C, as concentrações de coliformes totais também foram superiores à concentração de 2419,6 NMP/mL em março de 2015 e a menor em junho de 2014. Em fevereiro e março de 2014 não houve coleta nos pontos 1.B e 1.C. As maiores concentrações de coliformes totais no ponto 2.A foram registradas nos meses de março de 2014 e março de 2015. As menores concentrações foram registradas em agosto de 2014. Na entrada (2.B) e no interior do canal (Ponto 2.C), as concentrações de coliformes totais foram elevadas em diversos períodos, porém não houve coleta em março de 2014 nestes pontos.

Tabela I. Quantidade de coliformes totais apresentados em NMP/100 mL nos seis pontos de coleta no período compreendido entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

C. totais	Fev/ 2014	Mar/ 2014	Jun/ 2014	Jul/ 2014	Ago/ 2014	Out/ 2014	Dez/ 2014	Fev/ 2015	Mar/ 2015
Ponto 1.A	2419,6	2419,6	11	4,1	29,2	355	613	686,7	2419,6
Ponto 1.B	-	-	27,2	13,5	50,4	1210	548	83,9	2419,6
Ponto 1.C	-	-	8,6	21,8	22,1	421	727	55,2	2419,6
Ponto 2.A	1300	2419,6	435	116	48	945	727	1203,3	2419,6
Ponto 2.B	866	-	1414	2419,6	326	2419,6	1300	2419,6	2419,6
Ponto 2.C	2419,6	-	2419,6	2419,6	866	2419,6	2419,6	2419,6	2419,6

Densidade de coliformes termotolerantes

A maior concentração de coliformes termotolerantes no ponto 1.A foi registrada em fevereiro (2419,6 NMP/100 mL). As menores concentrações foram registradas em junho, julho e agosto de 2014. No ponto médio entre a área de cultivo e a entrada do canal, ponto 2.A, a maior concentração foi registrada em outubro de 2014 (376 NMP/100 mL) e a menor em julho de 2014 (18,1 NMP/100 mL). No interior do cultivo, no ponto 1.B, as maiores concentrações de coliformes termotolerantes foram registradas em outubro (128,3 NMP/100 mL) e dezembro (93,4 NMP/100 mL) de 2014. Na entrada do canal, sob a ponte da Estrada da Marina, ponto 2.B, a maior concentração foi registrada em fevereiro de 2015 (2419,6 NMP/100 mL). No ponto mais externo ao cultivo, desprotegido em relação à Ilha Rasa, ponto 1.C, as maiores concentrações foram obtidas em outubro e dezembro de 2014. No interior do canal da Marina Porto Búzios, ponto 2.C, as concentrações de coliformes termotolerantes foi bastante elevadas em fevereiro de 2014 e fevereiro e março de 2015 (2419,6 NMP/100 mL). As figuras 4 (a e b), 5 (a e b) e 6 (a e b) apresentam as concentrações de coliformes termotolerantes nos pontos 1.A e 2.A, 1.B e 2.B, e 1.C e 2.C, respectivamente.

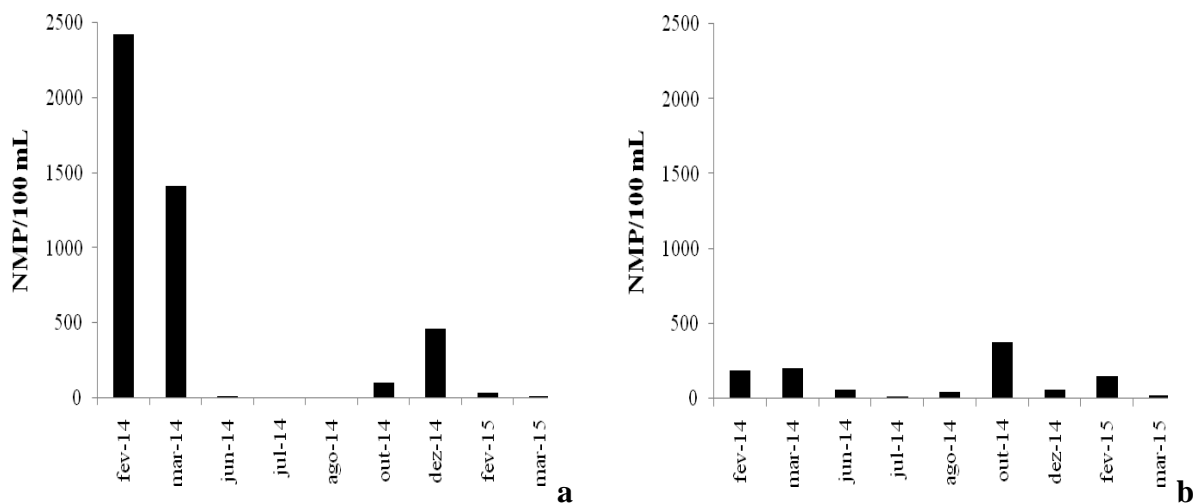


Figura 4. Concentração de coliformes termotolerantes nos pontos 1.A (a) e 2.A (b).

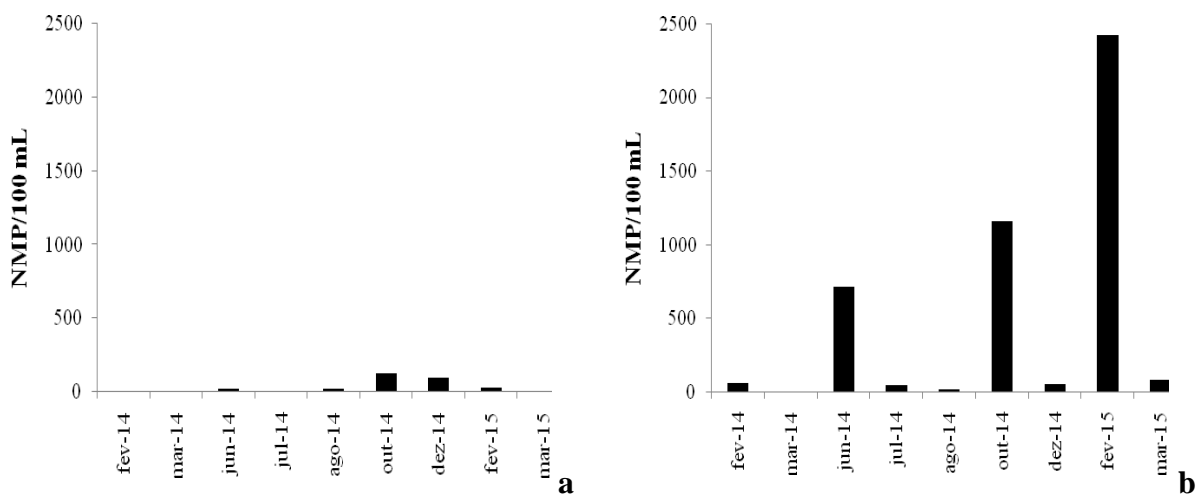


Figura 5. Concentração de coliformes termotolerantes nos pontos 1.B (a) e 2.B (b).

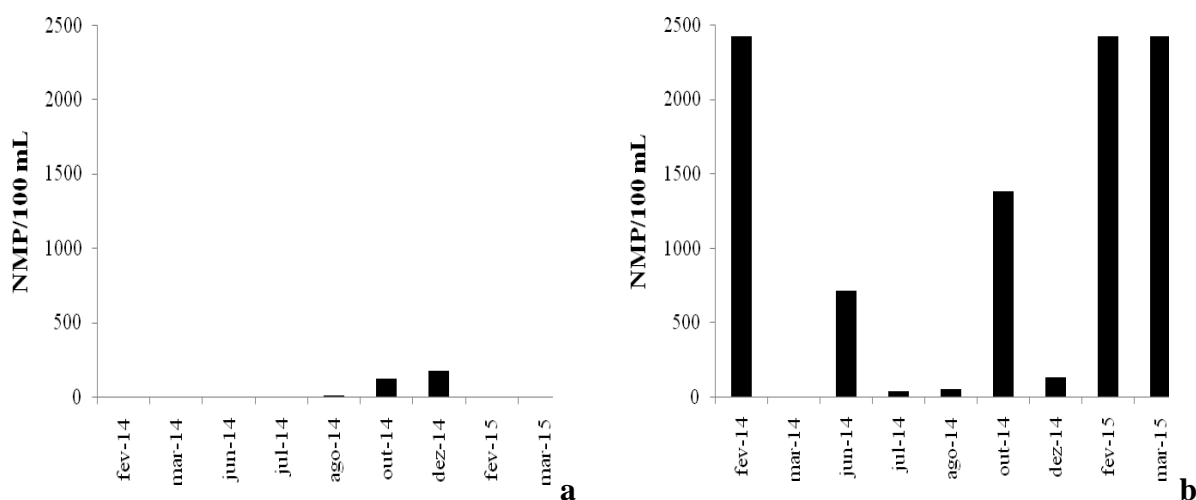


Figura 6. Concentração de coliformes termotolerantes nos pontos 1.C (a) e 2.C (b).

Parâmetros físico-químicos

A temperatura variou entre 20,5° C em dezembro de 2014 (pontos 1.A, 1.C e 2.A) e 29,5° C no interior do canal em fevereiro de 2014. Os valores de pH variaram de 6,38 no ponto médio entre a balsa e a entrada do canal (em junho de 2014), a 8,80 em fevereiro (ponto 1.A) e março de 2015 (ponto 2.A). A turbidez variou de 0,11 UNT (unidades nefelométricas de turbidez) no ponto médio entra a balsa e a entrada em março de 2014 a 17,57 UNT (unidades nefelométricas de turbidez) na entrada do canal em junho de 2014. A condutividade elétrica variou de 10,87 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no interior do canal em julho de 2014 a 51,04 $\mu\text{S}/\text{cm}$ na entrada do canal em março de 2014 (figuras 7 a 14).

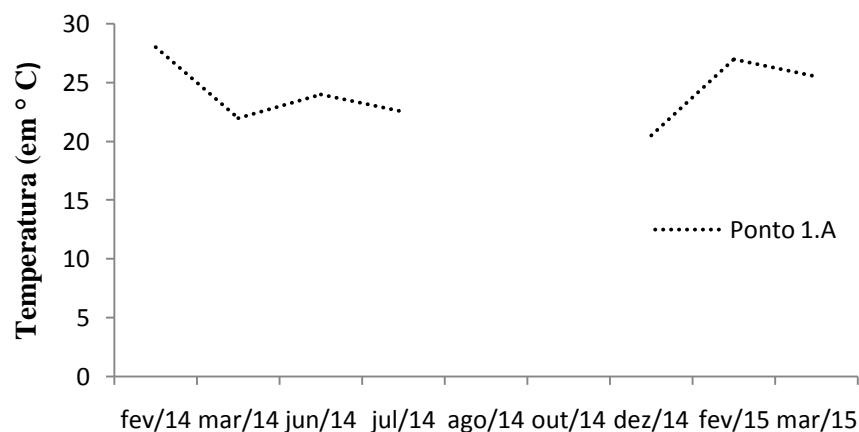


Figura 7. Valores da temperatura da água na balsa flutuante entre os meses de fevereiro de 2014 e março de 2015.

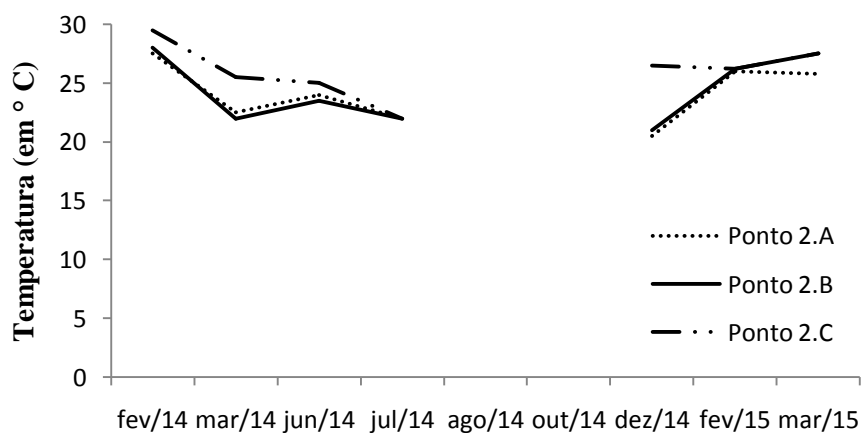


Figura 8. Valores da temperatura da água no ponto médio entre a balsa e a entrada do canal, na entrada e no interior do canal entre os meses de fevereiro de 2014 e março de 2015.

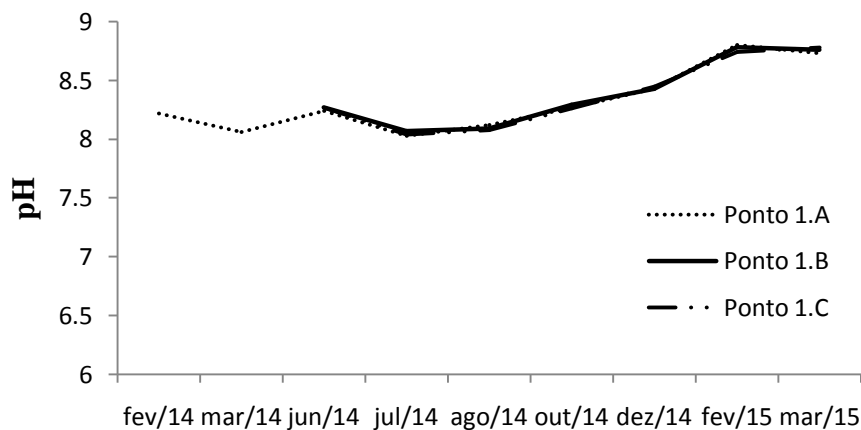


Figura 9. Valores do pH da água na balsa flutuante, no cultivo marinho e no ponto externo ao cultivo entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

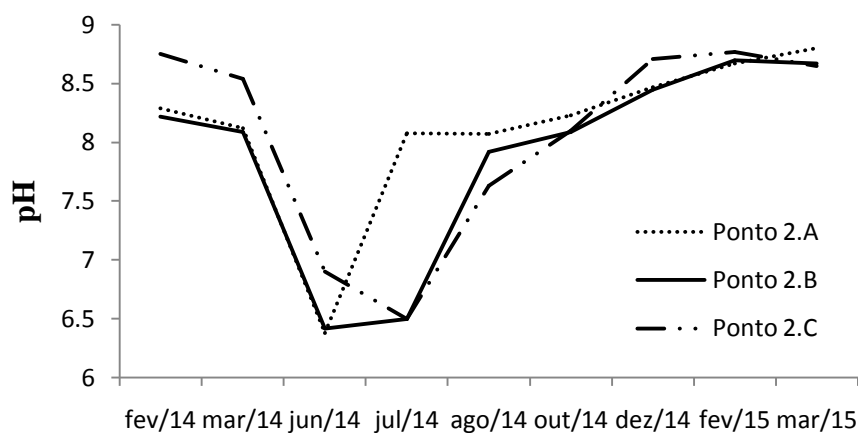


Figura 10. Valores do pH da água no ponto médio entre a balsa e a entrada do canal, na entrada e no interior do canal de entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

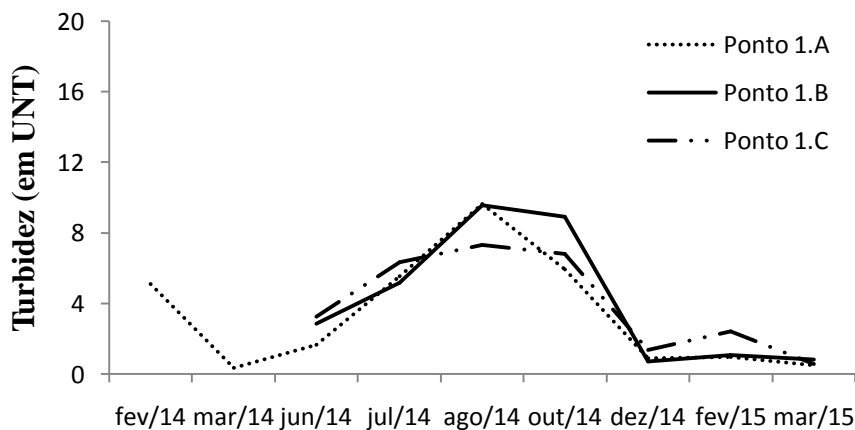


Figura 11. Valores de turbidez da água na balsa flutuante, no cultivo marinho e no ponto externo ao cultivo de fevereiro a março de 2015.

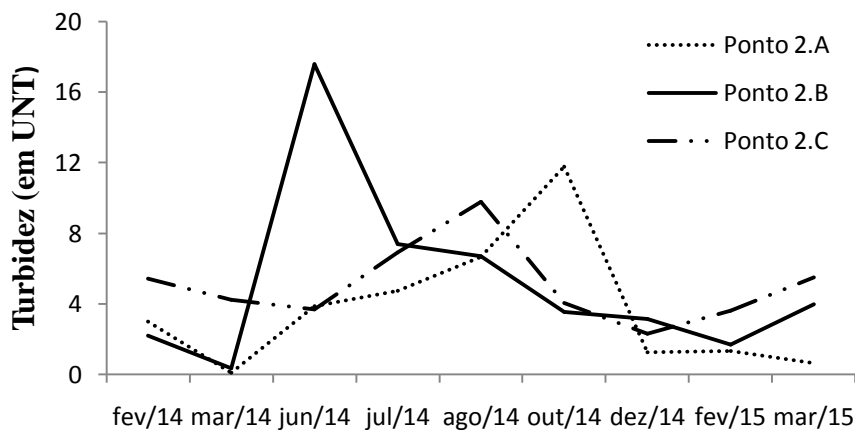


Figura 12. Valores da turbidez da água no ponto médio entre a balsa e a entrada do canal, na entrada e no interior do canal de fevereiro de 2014 a março de 2015.

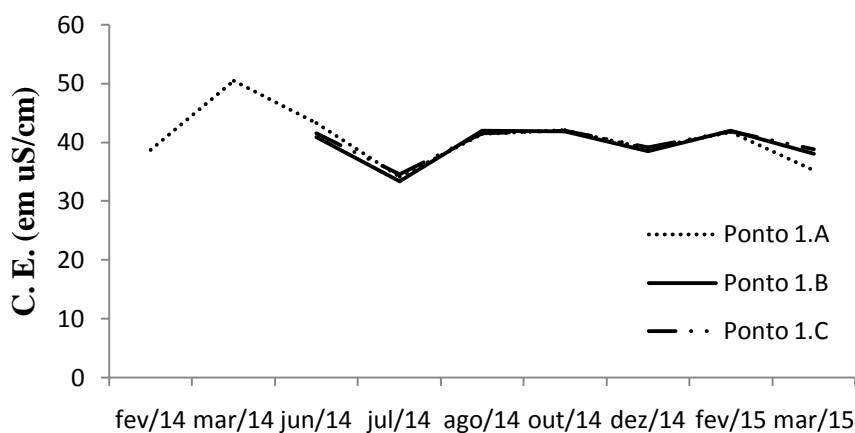


Figura 13. Valores de condutividade elétrica da água na balsa flutuante, no cultivo marinho e no ponto externo ao cultivo de fevereiro de 2014 a março de 2015.

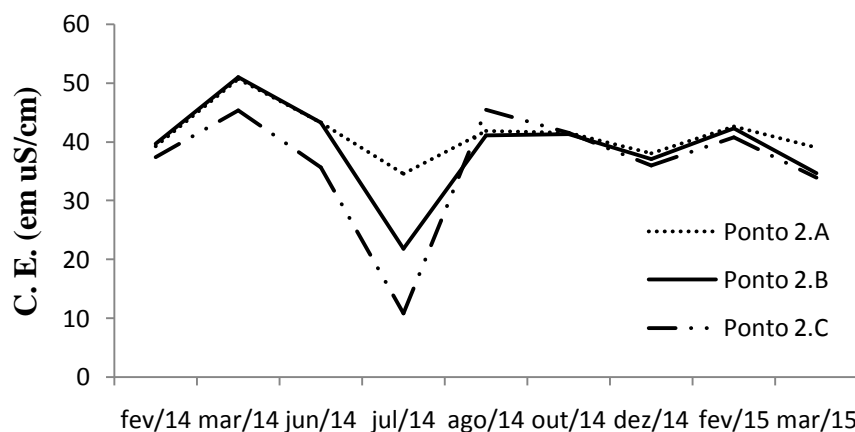


Figura 14. Valores de condutividade elétrica da água no ponto médio entre a balsa e a entrada do canal, na entrada e no interior do canal de fevereiro de 2014 a março de 2015.

Correlações entre coliformes totais e coliformes termotolerantes

Por meio das correlações e através do cálculo do coeficiente de correlação de Spearman foi possível verificar que as correlações entre as concentrações de coliformes totais e termotolerantes neste estudo foi apenas moderada, variando de 0,3063 (no ponto externo ao cultivo) a 0,7628 (na balsa flutuante da cultivo de moluscos marinhos da Praia Rasa).

Tabela II. Pontos de coleta, descrição e número de pontos, coeficientes r de Spearman relativos às correlações realizadas entre as concentrações de coliformes totais e termotolerantes.

Pontos de coleta	Descrição dos pontos	Número de pontos	Coefficiente r de Spearman
Ponto 1.A	Balsa flutuante	9	0,7628
Ponto 1.B	Cultivo marinho	7	0,3243
Ponto 1.C	Ponto externo	7	0,3063
Ponto 2.A	Ponto médio	9	0,4352
Ponto 2.B	Entrada do canal	8	0,5834
Ponto 2.C	Interior do canal	8	0,4226

Análise de Variância entre os pontos para coliformes totais e termotolerantes

Quando as concentrações de coliformes totais foram comparadas entre os pontos de amostragem, através do teste de Kruskal-Wallis, constatou-se que o valor de KW foi igual a 16,392 e o valor de p associado foi igual a 0,0058. Este valor foi considerado muito significativo e diferenças estatisticamente significativas foram constatadas entre as concentrações de coliformes totais nos pontos de amostragem. Através do teste de comparações múltiplas de Dunn, foi possível observar que o interior do canal da marina diferiu de outros dois pontos amostrados: o cultivo marinho e o ponto externo ao cultivo, desprotegido em relação à Ilha Rasa.

Tabela III. Comparação entre os pontos, diferença das posições médias e valores de p para as densidades de coliformes totais (ns = não significativo; * estatisticamente significativo).

Comparação	Diferença das posições médias	Valor de p
Balsa flutuante vs. Cultivo marinho	3,714	$p > 0,05$ (ns)
Balsa flutuante vs. Ponto externo	6,071	$p > 0,05$ (ns)
Balsa flutuante vs. Ponto médio	- 3,833	$p > 0,05$ (ns)
Balsa flutuante vs. Entrada do canal	-11,250	$p > 0,05$ (ns)
Balsa flutuante vs. Interior do canal	-17,000	$p > 0,05$ (ns)
Cultivo marinho vs. Ponto externo	2,357	$p > 0,05$ (ns)
Cultivo marinho vs. Ponto médio	-7,548	$p > 0,05$ (ns)
Cultivo marinho vs. Entrada do canal	-14,964	$p > 0,05$ (ns)
Cultivo marinho vs. Interior do canal	-20,714	$p < 0,05$ *
Ponto externo vs. Ponto médio	-9,905	$p > 0,05$ (ns)
Ponto externo vs. Entrada do canal	-17,321	$p > 0,05$ (ns)
Ponto externo vs. Interior do canal	-23,071	$p < 0,05$ *
Ponto médio vs. Entrada do canal	-7,417	$p > 0,05$ (ns)
Ponto médio vs. Interior do canal	-13,167	$p > 0,05$ (ns)
Entrada do canal vs. Interior do canal	-5,750	$p > 0,05$ (ns)

Quando as concentrações de coliformes termotolerantes são comparadas entre os pontos estudados, através do método não-paramétrico de Kruskal-Wallis, constatou-se que o valor de KW foi igual a 13,617 e o valor de p associado é igual a 0,0182. Foi possível constatar que existem diferenças entre o interior do canal (Ponto 2.C) e o ponto externo ao cultivo (Ponto 1.C), desprotegido em relação à Ilha Rasa.

Tabela IV. Comparação entre os pontos, diferença das posições médias e valores de p para as concentrações de coliformes termotolerantes (ns = não significativo; * significativo).

Comparação	Diferença das posições médias	Valor de p
Balsa flutuante vs. Cultivo marinho	6,127	$p > 0,05$ (ns)
Balsa flutuante vs. Ponto externo	8,841	$p > 0,05$ (ns)
Balsa flutuante vs. Ponto médio	-3,778	$p > 0,05$ (ns)
Balsa flutuante vs. Entrada do canal	-6,507	$p > 0,05$ (ns)
Balsa flutuante vs. Interior do canal	-14,007	$p > 0,05$ (ns)
Cultivo marinho vs. Ponto externo	2,714	$p > 0,05$ (ns)
Cultivo marinho vs. Ponto médio	-9,905	$p > 0,05$ (ns)
Cultivo marinho vs. Entrada do canal	-12,634	$p > 0,05$ (ns)
Cultivo marinho vs. Interior do canal	-20,134	$p > 0,05$ (ns)
Ponto externo vs. Ponto médio	-12,619	$p > 0,05$ (ns)
Ponto externo vs. Entrada do canal	-15,348	$p > 0,05$ (ns)
Ponto externo vs. Interior do canal	-22,848	$p < 0,05$ *
Ponto médio vs. Entrada do canal	-2,729	$p > 0,05$ (ns)
Ponto médio vs. Interior do canal	-10,229	$p > 0,05$ (ns)
Entrada do canal vs. Interior do canal	-7,500	$p > 0,05$ (ns)

Discussão

As regiões de estuário estão sempre sujeitas à contaminação por dejetos trazidos pelos rios, principalmente quando suas águas não possuem o devido tratamento e recebem despejo de esgotos ao longo de seu trajeto (MOREIRA *et al.*, 2011). O litoral da Praia Rasa, em Armação dos Búzios, não recebe contribuições de um rio, mas sim de um canal construído de forma antrópica, para melhorar o acesso a região continental do balneário e abrigar domicílios de uso ocasional que podem despejar eventualmente o efluente sem tratamento diretamente neste corpo hídrico. Além disso, desde 2004 existe uma estação de tratamento de esgotos em operação no município que despeja seu efluente final na porção interior do canal.

Em estudo realizado na Baía de Guanabara sobre colimetria em água marinha em áreas de cultivo, no início dos anos 2000, constatou-se que dentre as cinco estações analisadas, dois grupos foram formados (PINHEIRO-JÚNIOR *et al.*, 2002). De acordo com estes autores, o primeiro grupo apresenta alto índice de contaminação por ser formado pelas áreas onde há despejo de grande quantidade de esgoto doméstico e com circulação de água mais restrita, o que impede a dispersão dos micro-organismos, o que não ocorre no segundo grupo, onde há maior circulação de águas pela ação de correntes, ondas e marés. No presente estudo, realizado em duas áreas próximas à Praia Rasa, Armação de Búzios, a circulação pode também afetar a distribuição dos microorganismos. Por meio do teste de Kruskal-Wallis, foi possível verificar que a área mais protegida, o interior do canal, difere estatisticamente da área de maior hidrodinamismo, o ponto externo ao cultivo, quanto às concentrações de coliformes tolerantes.

A análise da qualidade da água realizada em área de cultivo de ostras na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil, conduzida por Christo *et al.* (2008), indicou altos valores registrados para *E. coli*, no local de cultivo, principalmente no verão. Para fins de comparação, admitiu-se no presente estudo que cepas de *E. coli* podem ser equivalentes a coliformes termotolerantes devido a sua capacidade de estar presente no trato gastrointestinal de animais homeotérmico e com grande tolerância a variações de temperatura. Em conformidade com estes autores, este resultado, associado a outros, sugerem uma condição de impropriedade para consumir organismos crus, sem prévia depuração. No ponto 1.B, ou seja, no cultivo marinho da Praia Rasa, dos 9 períodos amostrados, em 7 deles as concentrações de coliformes termotolerantes estiveram abaixo de 43 NMP/100 mL, limite estabelecido pela Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005). Em outubro e dezembro de 2014, os mexilhões não estavam próprios para consumo sem prévia depuração.

No estuário do rio Vaza-Barris, em sistema de cultivo, os valores variaram na água de 2 a 23 NMP/100 mL para coliformes totais e de 0 a 23 NMP/100 mL para termotolerantes, o que qualifica o estuário do rio Vaza-Barris como local de cultivo livre de poluição (SIQUEIRA *et al.*, 2010). Este trabalho foi realizado em dois períodos distintos: um período chuvoso (julho/2007) e um de estiagem (dezembro/2007). Quando comparado ao estudo realizado no estuário do Rio Vaza-Barris, o levantamento feito em Armação dos Búzios, RJ, difere do primeiro por apresentar densidades de coliformes termotolerantes superiores ao limite legal de 43 NMP/100 mL. Ao contrário do estudo anterior, não é possível qualificar o sistema de cultivo da Praia Rasa como livre de poluição.

Os resultados encontrados por Moreira *et al.* (2011), na Praia do Jabaquara, Paraty, RJ, demonstram maior contaminação na água no período de verão em relação ao período de inverno: as médias de NMP/100 mL no ambiente aquático no período de verão para coliformes termotolerantes foram de 148,6 e no inverno foram 5,45. No cultivo marinho da Praia Rasa, a média das densidades de coliformes termotolerantes nos meses de junho, julho e agosto de 2014 (inverno) foi igual a 15,1 NMP/100 mL e nos meses de dezembro de 2014 e fevereiro e março de 2015 (verão) foi igual a 42,0 NMP/100 mL. O estudo da Praia Rasa além de corroborar com o registrado por Moreira *et al.* (2011), também justifica este aumento na densidade de coliformes termotolerantes por ocasião de um aumento populacional de alta temporada que proporciona maior descarga de efluentes nos corpos hídricos nestas cidades. Tanto Paraty, localizada na região sul fluminense, como Armação dos Búzios, localizado na região das baixadas litorâneas tem como uma das principais atividades econômicas o turismo.

Apesar de não terem sido feitas análises de *E. coli* na Gamboa do Maciel, Paraná, Brasil, seguindo a legislação, os resultados obtidos na presente pesquisa sugerem que os pontos analisados não são apropriados para o cultivo de ostras a serem consumidas cruas sem prévia depuração (KOLM e NOWICKI, 2011). Verifica-se, oportunamente, que os resultados encontrados na Praia Rasa assemelham-se do registrado na Gamboa do Maciel, pois o consumo de bivalves sem a prévia depuração não é recomendado. O mesmo fenômeno já foi registrado por Christo *et al.* (2008), como relatado anteriormente.

Apesar da densidade de coliformes termotolerantes ter sido inferior a 43 NMP/100 mL em alguns períodos na água de cultivo, recomenda-se uma análise da concentração de coliformes totais e termotolerantes no tecido dos mexilhões cultivados, visto que, é o método estabelecido pela Instrução Normativa Interministerial N° 07 de 8 de maio de 2012 que institui o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (PNCMB) (MPA, 2012b). De acordo com este programa, os resultados do monitoramento de micro-organismos contaminantes serão utilizados para a definição da retirada de moluscos bivalves, definida como: liberada (concentração inferior a 230 NMP/100 g de parte comestível), liberada sob condição (entre 230 e 46.000 NMP/100 g) e suspensa (acima de 46.000 NMP/100 g). No monitoramento do cultivo da Praia Rasa ainda não é possível definir a retirada dos moluscos bivalves com base nestes critérios.

Os testes de correlação linear múltipla (r) e regressão linear simples, realizados em estudo de colimetria de água marinha em áreas de cultivo e extrativismo de mexilhões no município de Niterói, mostraram correlação positiva entre coliformes totais e *E. coli* em todas as estações exceto em Rio Branco (PINHEIRO-JÚNIOR *et al.*, 2002). O trabalho realizado na Praia Rasa, no entanto, apresentou correlações apenas moderadas com o coeficiente de correlação (r) de Spearman variando de 0,3063 (no ponto externo ao cultivo, mais desprotegido) a 0,7628 (na balsa flutuante do cultivo marinho). Este resultado pode indicar que no entorno da Praia Rasa, as concentrações de coliformes totais, que não dependem da contribuição das fezes humanas ou de outros animais homeotérmicos, podem estar relacionadas a outras fontes que não são provenientes da descarga de efluentes sanitários.

Tanto as concentrações de coliformes totais quanto as de termotolerantes foram estatisticamente diferentes em pelo menos um ponto de amostragem. Quanto aos coliformes totais, o interior do canal apresentou diferenças estatisticamente significativas em relação ao cultivo marinho e ao ponto externo do cultivo. Já quanto aos termotolerantes, foram constatadas diferenças entre o interior do canal e o ponto externo ao cultivo. Estes resultados corroboram a hipótese de que há maior contaminação no interior do canal devido ao despejo de efluentes tratados pela Estação de Tratamento de Água Residuárias do balneário e *in natura* pelos imóveis localizados no entorno do canal.

Segundo CETESB (1988) *apud* Galvão *et al.* (2006), o pH abaixo de 8,0 sinaliza a presença de esgoto doméstico despejado no local, consequentemente, trazendo grande quantidade de matéria orgânica biodegradável, sendo que, a liberação de CO₂ durante a decomposição de matéria orgânica em águas intermediárias e de fundo, resultam no abaixamento do pH. Os valores de pH encontrados neste estudo, realizado no entorno da ATA da Praia Rasa e no interior do canal da marina, variaram entre 6,38 e 8,80. Os valores compreendidos entre 6,38 e 6,90 foram registrados nos meses de junho e julho de 2014.

Conclusões

Em estudo realizado na Praia Rasa, Armação dos Búzios entre fevereiro de 2014 e março de 2015, constatou-se:

- As áreas de cultivo apresentaram teores de coliformes termotolerantes acima do que recomenda a resolução CONAMA 357 em pelo menos quatro coletas;
- Os pontos de coleta relacionados com canal de descarga de efluente de tratamento de esgoto apresentaram teores de coliformes termotolerantes em níveis acima do recomendado pela legislação em pelo menos sete coletas;
- Os valores de coliformes termotolerantes em uma coleta da área de cultivo (balsa flutuante/fevereiro de 2014) e três do canal de descarga (interior do canal da marina/fevereiro de 2014 e 2015 e março de 2015) foram superiores ao limite máximo da metodologia utilizada (Colilert®);
- Períodos de alta temporada (verão) são relacionados a alto teor de coliformes principalmente no canal de descarga e pode ser o principal vetor para os altos teores observados na água analisada no cultivo.

Foi verificada a necessidade de realização de monitoramento contínuo da água e/ou carne do mexilhão produzido na fazenda marinha. Destaca-se o período de alto fluxo populacional (verão) decorrente da atividade do turismo. Neste período, pode aumentara eliminação de efluentes no canal da marina colocando em risco os consumidores do bivalve cultivado.

Referências bibliográficas

ALVES, T. P. Variação espaço-temporal de ocorrência de ficotoxinas em áreas de cultivo de moluscos em Santa Catarina. Itajaí, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade do Vale do Itajaí, 2009.

BRASIL, República Federativa do. Lei nº 11.958, de 26 de junho de 2009. Altera as Leis nºs 7.853, de 24 de outubro de 1989, e 10.683, de 28 de maio de 2003; dispõe sobre a transformação da Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República em Ministério da Pesca e Aquicultura; cria cargos em comissão do Grupo-Direção e Assessoramento Superiores – DAS e Gratificações de Representação da Presidência da República; e dá outras providências, 2009b.

BRASIL, República Federativa do. Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei nº 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências, 2009a.

CHRISTO, S. W.; ABSHER, T. M.; KOLM, H. E.; CRUZ-KALED, A. C. Qualidade da água em área de cultivo de ostras na Baía de Guaratuba (Paraná – Brasil). Publ. UEPG Ci. Biol. Saúde, Ponta Grossa, v. 14, n. 1, p. 67-71, mar. 2008.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CORTES, M. B. V.; WASSERMAN, J. C.; AVELAR, J. C. L. Gestão da qualidade sanitária de moluscos bivalves de cultivos da Baía da Ilha Grande (Paraty, Angra dos Reis e Mangaratiba). In: V CONGRESSO NACIONAL EM EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2009, Niterói. Anais do V Congresso Nacional em Excelência em Gestão. Niterói: UFF, 2009.

DOI, S. A.; BARBIERI, E.; MARQUES, H. L. A. Densidade colimétrica das áreas de extrativismo de ostras em relação aos fatores ambientais em Cananeia (SP). Eng. Sanit. Ambient., v. 19, n. 2, p. 165-171, 2014.

EATON, A. D.; CLESCERI, L. S.; RICE, E.; GREENBERG, A. E. Standard Methods for the Examination of water and wastewater. 21 ed. APHA, 2005.

FERREIRA, J. F.; BESEN, K.; WORMSBECHER, A. G.; SANTOS, R. F. Physical-chemical parameters of seawater mollusc culture sites in Santa Catarina – Brazil. Journal of Coastal Research, v. 39, p. 1122-1126, 2006.

FERREIRA, J. F.; MAGALHÃES, A. R. M. Cultivo de mexilhões. In: POLI, C. R.; POLI, A. T. B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. Aquicultura – experiências brasileiras. Florianópolis, Multitarefa. p. 221-250, 2004.

GALVÃO, J. A.; FURLAN, E. F.; SALÁN, E. O.; PORTO, E.; OETTERER, M. Características físico-químicas e microbiológicas (*Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus*) da água e dos mexilhões na região de Ubatuba, SP. Ciênc. Agrotec., Lavras, v. 30, n. 6, p. 1124-1129, 2006.

IBGE. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=330023&search=rio-de-janeiro|armacao-dos-buzios>. Acessado em: 17 de junho de 2014.

INGRAHAM, J. L.; INGRAHAM, C. A. Introdução à Microbiologia: uma abordagem baseada em estudos de casos. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

KOLM, H. E.; NOWICKI, I. L. Bactérias na Gamboa do Maciel (Paraná, Brasil): um subsídio para o cultivo de ostras. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 53-61, 2011.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; DUNLAP, P. V.; CLARK, D. P. Microbiologia de Brock. 12ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

MARENZI, A. W. C.; BRANCO, J. O. Mexilhão *Perna perna* (Linnaeus) (Bivalvia, Mytilidae) em cultivo na Armação do Itapocoroy, Santa Catarina, Brasil. Rev. Bras. Zool., v. 22, n. 2, p. 394-399, 2005.

MARENZI, A. W. C.; BRANCO, J. O. O cultivo do mexilhão *Perna perna* no município de Penha, SC. In: MARENZI, A. W. C.; BRANCO, J. O. (Org.). Bases ecológicas para um desenvolvimento sustentável: estudo de caso em Penha, SC. 291. Editora da UNIVALI, Itajaí, SC. p. 227-244, 2006.

MARQUES, H. L. A. Criação comercial de mexilhões. São Paulo: Nobel, 1998.

MPA. MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. Instrução normativa nº 3, de 13 de abril de 2012. Institui a Rede Nacional de Laboratórios do Ministério da Pesca e Aquicultura – Renaqua, responsável pela realização de diagnósticos e análises oficiais, bem como o desenvolvimento contínuo de novas metodologias analíticas, 2012a.

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, 2012b.

MPA. MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. Balço 2013 da Pesca e Aquicultura. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Publicidade/Cartilha-Balço-2013-Ministerio-Pesca-Aquicultura.pdf>. Acessado em: 28 de outubro de 2014.

MOREIRA, A. S.; LEÃO, M. V. P.; SANTOS, S. S. F.; JORGE, A. O. C.; SILVA, C. R. G. Qualidade sanitária da água e de bivalves *Iphigenia brasiliensis* (Lamarck, 1818) na praia do Jabaquara, Paraty, RJ. Revista Biociências, UNITAU, v. 17, n. 1, 2011.

OLIVEIRA, R. C. O panorama da aqüicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade, v. 2, n. 1, 2009.

OSTRENSKY, A.; BORGHETTI, J. R.; SOTO, D. Aquicultura no Brasil. O desafio é crescer. Brasília, DF, 2008. 276 p.

PINHEIRO-JÚNIOR, A. A.; OLIVEIRA, L. A. T.; FRANCO, R. M.; CARVALHO, J. C. A. P. Colimetria de água marinha em áreas de cultivo e extrativismo de mexilhões no município de Niterói, RJ. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 54, n. 4, Belo Horizonte, jul/Ago, 2002.

PMAB. PREFEITURA MUNICIPAL DE ARMAÇÃO DOS BÚZIOS. Disponível em: www.buzios.rj.gov.br/documentos/dados-gerais-buzios. Acessado em: 6 de novembro de 2010.

RUPPERT, E. E.; BARNES, R. D. Zoologia dos Invertebrados. 6 ed. São Paulo: Ed. Roca. 1996.

SCHRAMM, M. A.; PROENÇA, L. A. O. Cultivo de moluscos: monitoramento de algas nocivas e ficotoxinas. Panorama de Aquicultura, Rio de Janeiro, p. 48-54, março/abril, 2008.

SIQUEIRA, K. L. F.; ARAÚJO, E. D.; PADILHA, F. F.; ARAÚJO, J. M. E. Aspectos sanitários da água e das ostras nativas do gênero *Crassostrea* cultivadas no Rio Vaza Barris (SE). Revista Eletrônica de Biologia, v. 3, n. 2, p. 76-88, 2010.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. Microbiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

VIEIRA, R. H. S. F.; VASCONCELOS, R. F.; CARVALHO, E. M. R. Quantificação de vÍbrios, de coliformes totais e termotolerantes em ostra nativa *Crassostrearizophorae*, e na água do estuário do Rio Jaguaribe, Fortim, CE. Rev. Bras. Hig. San. Anim., v. 01, n. 01, p. 01-13, 2007.

Presença de microalgas nocivas associado ao cultivo de mexilhões *Perna perna* da Praia Rasa, Armação dos Búzios, RJ.

Presence of harmful algae associated with the cultivation of mussels *Perna perna* in Rasa Beach, Armação dos Búzios, RJ.

Resumo

As algas são organismos eucariotos fotoautotróficos relativamente simples que não possuem tecidos. As proliferações de certas algas microscópicas podem causar diversos efeitos que são percebidos pelo homem como nocivos. O objetivo deste estudo foi monitorar a comunidade fitoplanctônica em pontos próximos ao cultivo de mexilhões da Praia Rasa, com ênfase em espécies potencialmente produtoras de toxinas. As coletas foram realizadas entre fevereiro de 2014 e março de 2015. 79 táxons foram encontrados. As diatomáceas foram predominantes neste estudo. Separações entre verão e inverno foram registradas. Este trabalho poderá servir de base para futuras ações de monitoramento de florações de algas nocivas na cidade.

Abstract

Algae are relatively simple photoautotrophic eukaryotic organisms that not possessing tissues. The proliferation of certain microscopic algae can cause various effects which are perceived by humans as harmful. The objective of this study was to monitor the phytoplankton community in points near the mussel cultivation of Rasa Beach, with an emphasis on potentially producing species of toxins. The samples were collected between February 2014 and March 2015. Seventy-nine *taxa* were recorded. Diatoms were predominant in this study. Separations among summer and winter were recorded. This work could serve as a basis for future monitoring efforts blooms of harmful algae in the city.

Introdução

Os ambientes costeiros têm apresentado recentemente profundas mudanças em suas paisagens. São atividades que interferem na paisagem de ecossistemas costeiros: e especulação imobiliária com a ocupação desordenada de encostas litorâneas, exploração de recursos energéticos como o petróleo e suas atividades correlatas, atividades portuárias e de construção e reparo naval e *off-shore*, dentre outras. Nesse sentido, atividades que são realizadas em regiões costeiras podem ser afetadas por essas mudanças, como por exemplo, a aquicultura e a pesca

As algas são organismos eucariotos fotoautotróficos relativamente simples que não possuem os tecidos (raízes, caules e folhas) típicos de plantas e a maioria é encontrada nos oceanos (TORTORA *et al.*, 2012). Todas elas geram adenosina trifosfato (ATP) por fotossíntese oxigênica usando o mesmo tipo de clorofila (clorofila a) que as plantas usam, e todas elas produzem seus metabólitos precursores a partir do dióxido de carbono (CO₂) pelo ciclo de Calvin-Benson (INGRAHAM e INGRAHAM, 2010).

As proliferações de certas algas microscópicas, marinhas ou de água doce, podem causar diversos efeitos que são percebidos pelo homem como nocivos, sendo por esta razão designadas como “Harmful Algal Blooms” ou HABs (‘proliferações de algas nocivas’) (VALE, 2004). No Brasil, estes fenômenos são conhecidos como florações de algas nocivas (FANs). De acordo com Castro e Moser (2012), é preciso deixar claro que o termo FANs deve ser usado para descrever aumentos em um curto intervalo de tempo da população de microalgas que tenha encontrado condições favoráveis ao seu desenvolvimento. Para Hoz e

Fortes (2012), nem todas as florações de algas são prejudiciais e nem todos os casos de algas nocivas representam uma acumulação de biomassa significativa, uma vez que muitas espécies têm efeitos tóxicos em densidades celulares muito baixas.

No homem, a ingestão de alimentos contendo ficotoxinas pode provocar diversos sintomas, desde gastrointestinais a neurológicos (MARINÉ *et al.*, 2009). As síndromes tóxicas mais conhecidas causadas por microalgas são: PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*) – intoxicação paralisante por mariscos; DSP (*Diarrheic Shellfish Poisoning*) – intoxicação diarreica por mariscos; ASP (*Amnesic Shellfish Poisoning*) – intoxicação amnésica por mariscos; e (PEREIRA e SOARES-GOMES, 2009).

A síndrome do envenenamento paralisante pelo consumo de moluscos é causada por um grupo de aproximadamente duas dúzias de potentes neurotoxinas, entre elas a saxitoxina que causam efeitos neurológicos severos (SCHRAMM *et al.*, 2006). As espécies de dinoflagelados do gênero *Alexandrium*, como *Alexandrium tamarense* e *Alexandrium catenella*, têm sido conhecidos como importantes produtores de toxinas do envenenamento paralisante por mariscos (PSP) (WANG *et al.*, 2011).

A síndrome identificada como envenenamento diarreico por consumo de mariscos, conhecida como DSP (*diarrheic shellfish poisoning*), é causada pelo ácido ocadaico e dinofisistoxinas que são poliéteres (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Os sintomas são náuseas, dores abdominais, vômitos e diarreia e surgem no intervalo entre 30 minutos até poucas horas após o consumo de moluscos contaminados (LOURENÇO *et al.*, 2007). A diarreia pode surgir entre 1 a 2 horas até as 24 horas seguintes à ingestão (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Além de causar distúrbios gastrointestinais, ao ácido ocadaico tem sido atribuída uma potente ação produtora de tumores no sistema digestivo após exposição prolongada (SAGANUMA *et al.*, 1988 *apud* PROENÇA *et al.*, 1999).

O objetivo do presente estudo foi monitorar a comunidade fitoplanctônica em seis pontos de coleta do entorno do cultivo marinho de mexilhões da Associação de Trabalhadores em Aquicultura (ATA) da Praia Rasa, no município de Armação dos Búzios, RJ, entre os meses de fevereiro de 2014 a março de 2015, com ênfase nas espécies potencialmente produtoras de toxinas.

Material e Métodos

Área de estudo

O município de Armação dos Búzios limita-se a norte, a leste e a sul com o Oceano Atlântico, e a oeste com o município de Cabo Frio, do qual se emancipou em 1995. A população estimada em 2013 foi de 29.790 habitantes para uma área de unidade territorial de 70,278 Km² (IBGE, 2014). Búzios é uma península com 8 quilômetros de extensão e 23 praias, recebendo de um lado correntes marítimas do Equador e do outro, correntes marítimas do pólo sul, o que faz com que tenha praias tanto de águas mornas quanto de águas geladas (PMAB, 2010).

A coleta de água para análise fitoplanctônica foi realizada em duas áreas. A primeira está localizada nas adjacências do cultivo de moluscos marinhos da Praia Rasa (Área 1) e a segunda está localizada no canal da Marina Porto Búzios, cujas águas recebem o efluente final da Estação de Águas Residuárias (ETAR) do município de Armação dos Búzios (Área 2).

Na área 1 foram monitorados 3 pontos amostrais: (1.A) a balsa flutuante da fazenda marinha (22° 44' 23.3" S e 41° 56' 50.6" O), (1.B) o ponto médio dentro da área do cultivo (22° 44' 20.1" S e 41° 56' 52.3" O) e (1.C) o ponto mais externo do cultivo (22° 44' 17.8" S e 41° 56' 55.5" O), hidrodinamicamente mais desprotegido devido a sua localização em relação a Ilha Rasa.

Na área 2 também foram monitorados 3 pontos amostrais: (2.A) ponto médio entre o cultivo marinho e a entrada do canal da marinha ($22^{\circ} 44' 33.80''$ S e $41^{\circ} 56' 58.08''$ O), (2.B) a entrada do canal sob a ponte da Estrada da Marina ($22^{\circ} 44' 45.62''$ S e $41^{\circ} 57' 12.35''$ O) e (2.C) o interior do canal da marina ($22^{\circ} 45' 00.0''$ S e $41^{\circ} 57' 27.4''$ O), ponto o qual está mais sujeito ao despejo de efluente final proveniente da Estação de Tratamento de Águas Residuárias de Armação dos Búzios (ETAR).

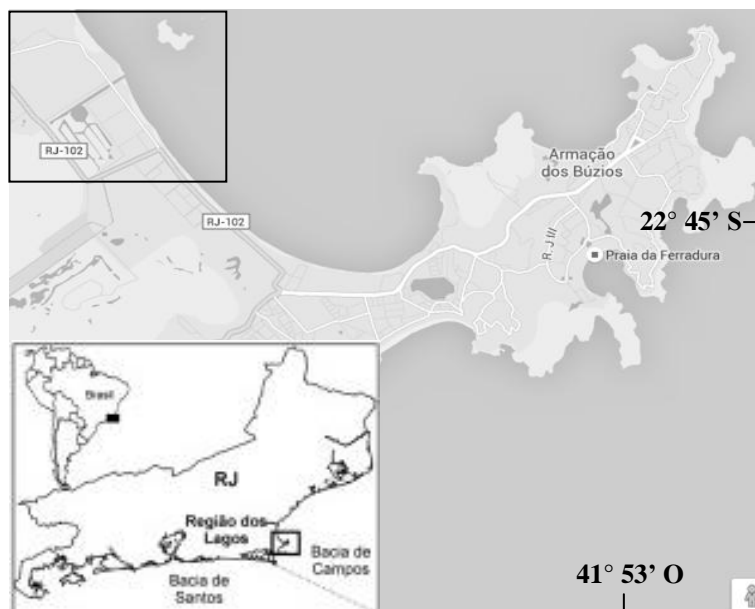


Figura 1. Localização geográfica do município de Armação dos Búzios, RJ.



Figura 2. Localização geográfica do Canal da Marina Porto Búzios e da Ilha Rasa com pontos de amostragens próximos ao cultivo marinho.

Trabalho de Campo

O fitoplâncton foi coletado nos meses de fevereiro, março, junho, julho, agosto, outubro e dezembro de 2014, e fevereiro e março de 2015. Nos dois primeiros meses da pesquisa, o fitoplâncton foi coletado apenas em quatro pontos de coleta e em amostragem única (figura 1). Foram eles: a balsa flutuante da Praia Rasa, o ponto médio entre a balsa e a entrada do canal da Marina Porto Búzios, a entrada do canal da marina sob a ponte da Estrada da Marina e o interior do canal da marina, ponto no qual há maior mistura entre as águas salgadas provenientes da Praia Rasa e águas doces provenientes do despejo do efluente final da Estação de Águas Residuárias do balneário. Nos meses subsequentes, foram incluídos mais dois pontos de coleta: um ponto no interior do cultivo, semi-abrigado em relação à Ilha Rasa; e outro no exterior do cultivo, desprotegido e de maior hidrodinamismo. Nestes meses, foram adotadas amostragens em triplicatas.

O fitoplâncton foi coletado por meio de rede de fitoplâncton de malha de 20 μm , entre 0,50 m a 1,0 m de profundidade e fixado em solução de formaldeído a 4% em garrafas plásticas de 250 mL ao abrigo da luz. Os organismos foram identificados por meio de Tomas (1997) e quantificados por meio de microscopia invertida de acordo com o método de Utermöhl (1958) no Instituto de Estudos e Pesquisas do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), em Arraial do Cabo, RJ.

Tratamento de dados

Para avaliar o nível de distribuição espacial e de variação temporal das comunidades fitoplanctônicas estudadas, foram utilizados 3 (três) indicadores ou descritores ecológicos: riqueza específica, densidade média e abundância relativa de indivíduos. A abundância relativa de espécies foi calculada levando-se em consideração o número total de organismos em cada táxon sobre o número total de organismos em cada amostra. Foram adotadas as seguintes categorias: dominante (maior que 50%), abundante (entre 50% e 30%), pouco abundante (entre 30% e 10%) e rara (menor que 10%) (LOBO e LEIGHTON, 1986 *apud* TIBURCIO *et al.*, 2011).

Com a finalidade de verificar os graus de similaridade/dissimilaridade entre as estações de coleta e os meses amostrados, foi realizada uma técnica estatística multivariada denominada Análise de Agrupamento. As etapas de uma análise de agrupamento (cluster analysis) são as seguintes: coleta de dados, escolha do método de análise, escolha do coeficiente de associação, escolha do método de agrupamento e a elaboração e interpretação do dendrograma (VALENTIN, 2012). No presente trabalho foram escolhidos os coeficientes de similaridade de Jaccard (JACCARD, 1901) e o coeficiente de distância de Bray-Curtis (BRAY e CURTIS, 1957). Foi realizada análise dos componentes principais por meio da matriz densidade média do fitoplâncton marinho pelas estações e períodos de coleta.

Resultados

Frequência dos táxons

Os táxons mais frequentes, que apareceram em todos os períodos de amostragens, foram as diatomáceas *Cylindrotheca closterium*, *Fragilaria Lyngbye*, *Grammatophora* Ehrenberg, *Navicula* Bory de St. Vincent, *Thalassionema nitzschioides* e *Tbalassiosira* Cleve; e os dinoflagelados *Ceratium furca*, *Prorocentrum micans* e *Protoperdinium* Bergh. As maiores quantidades de táxons foram registradas em março de 2014 (51 táxons) e em agosto de 2014 (44 táxons) e a menor quantidade foi registrada em dezembro de 2014 (29 táxons) (Tab. I).

Táxon (continuação)	Fev/ 2014	Mar/ 2014	Jun/ 2014	Jul/ 2014	Ago/ 2014	Out/ 2014	Dez/ 2014	Fev/ 2015	Mar/ 2015
<i>Nitzschia</i> Hassall	x	x				x			
<i>N. longissima</i> (Compl.)	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Odontella</i> C. A. Agardh	x		x	x	x	x			
<i>Palmeria hardmaniana</i>					x				
<i>Paralia sulcata</i>	x	x	x	x					
<i>Pleurosigma</i> W. Smith		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Proboscia</i> Sundstrom	x	x			x	x			
<i>Proboscia alata</i>		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pseudo-nitzschia</i> Peragallo	x	x				x		x	x
<i>P. delicatissima</i> (Comp.)								x	x
<i>P. seriata</i> (Comp.)	x	x	x	x	x	x			x
<i>Rhizosolenia</i> Brightwell	x	x			x				
<i>Rhizosolenia cf pungens</i>				x	x				
<i>Stephanopyxis palmeriana</i>				x	x				
<i>Stephanopyxis turris</i>		x					x	x	
<i>Thalassionema frauenfeldi</i>	x		x	x	x	x	x	x	
<i>T. nitzschoides</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tbalassiosira</i> Cleve	x	x	x	x	x	x	x	x	x
DINOPHYCEAE									
<i>Alexandrium</i> Halim				x	x	x			x
<i>Ceratium</i> Schrank		x	x	x	x			x	x
<i>Ceratium furca</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Dinophysis acuminata</i>		x	x				x		x
<i>Dinophysis tripos</i>		x							x
<i>Gymnodinium</i> Stein	x	x			x		x	x	x
<i>Noctiluca</i> Suriray	x	x	x						
<i>Oxytoxum</i> Stein		x					x		
<i>Podolampas palmides</i>								x	x
<i>Prorocentrum</i> Ehrenberg		x		x	x	x			x
<i>Prorocentrum balticum</i>		x					x	x	x
<i>Prorocentrum compressum</i>		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Prorocentrum glacile</i>			x	x					
<i>Prorocentrum micans</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Prorocentrum mite</i>		x							
<i>Protoperidinium</i> Bergh	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Protoperidinium steinii</i>	x								
<i>Pyrophacus</i> Stein				x					x
<i>Pyrosystis obtusa</i>			x		x				
<i>Scrippsiella</i> Balech	x	x	x	x		x	x	x	x
DICTYOPHYCEAE									
<i>Dictyocha</i> Ehrenberg	x	x	x	x	x	x	x	x	
Número total de táxons	41	51	37	41	44	31	29	30	40

Densidade de microalgas potencialmente nocivas

Na área 1, *Alexandrium* Halim foi registrado na balsa flutuante (em agosto e outubro de 2014 e março de 2015), no interior do cultivo (em agosto de 2014) e no exterior do cultivo, desprotegido em relação à Ilha Rasa (em março de 2015). Em todas as estações/periódos em que *Alexandrium* foi registrado, a densidade foi sempre a mesma: 80 células por litro (fig. 3).

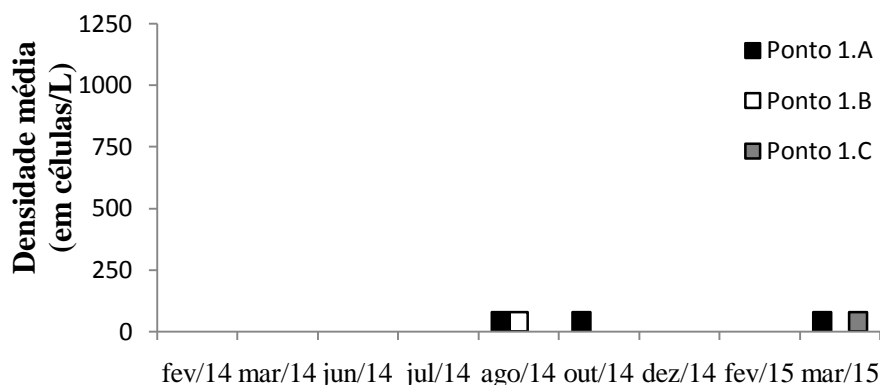


Figura 3. Densidade média de indivíduos do táxon *Alexandrium* Halim na área 1 (cultivo marinho) entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

A maior densidade do gênero *Alexandrium* Halim na área 2 foi registrada no interior do canal da Marina Porto Búzios em julho de 2014 (1.160 células/L). Além do ponto e período de maior densidade, *Alexandrium* esteve presente no ponto médio entre a balsa e a entrada do canal (em outubro de 2014 e março de 2015) e na entrada do canal sob a ponte da Estrada da Marina (em outubro de 2014). Nos três últimos pontos/periódos supramencionados o valor da densidade média foi igual a 160 células por litro (fig. 4).

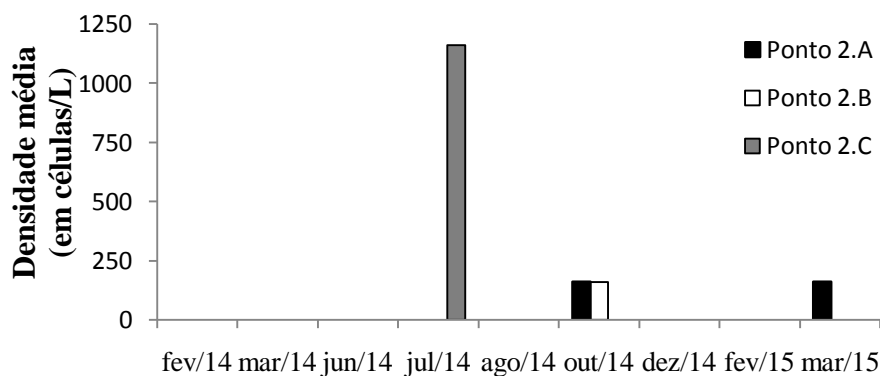


Figura 4. Densidade média de indivíduos do táxon *Alexandrium* Halim na área 2 (canal da Marina Porto Búzios) entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

As maiores densidades médias do dinoflagelado *Dinophysis acuminata* na área 1 foram registradas em dezembro de 2014 no ponto externo ao cultivo, ou seja, no ponto 1.C (1.040 células/L) e em junho de 2014 no entorno da balsa flutuante, ou seja, no ponto 1.A (720 células/L) (fig.5).

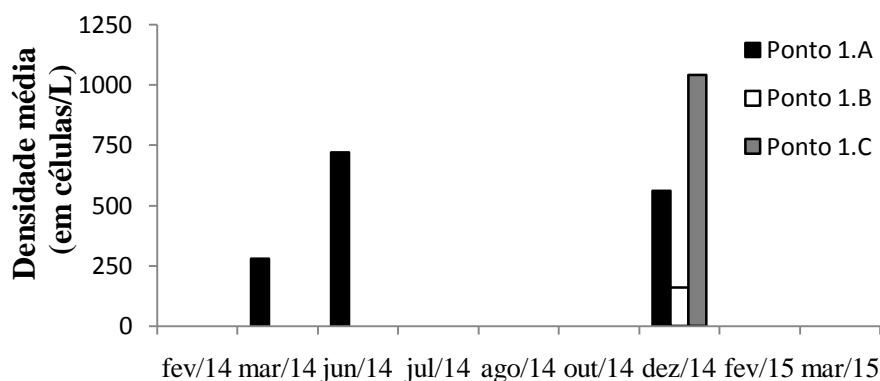


Figura 5. Densidade média de indivíduos do táxon *Dinophysis acuminata* na área 1 (cultivo marinho) entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

As densidades mais elevadas do dinoflagelado *Dinophysis acuminata* na área 2 foram registradas em março de 2014 no ponto médio entre a balsa flutuante e a entrada do canal, em outras palavras, no ponto 2.A (1.040 células/L). Nos três outros pontos/períodos nos quais *D. acuminata* foi encontrado, as densidades variaram de 40 a 160 células por litro (fig. 6).

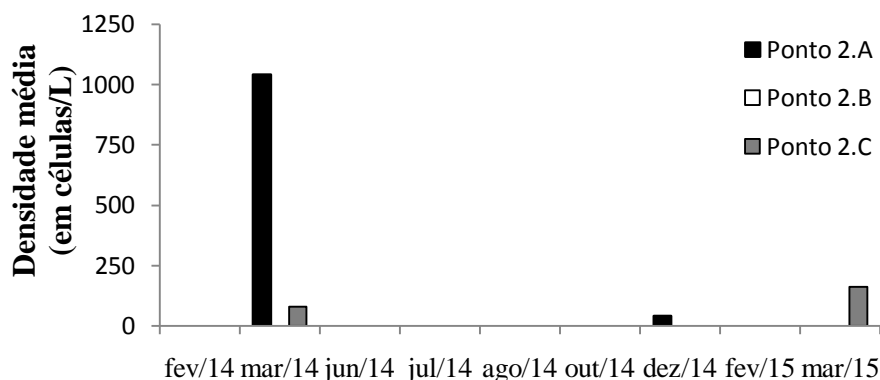


Figura 6. Densidade média de indivíduos do táxon *Dinophysis acuminata* na área 2 (canal da Marina Porto Búzios) entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

A maior densidade média de *Dinophysis tripos* na área 1 (cultivo marinho) foi igual a 120 células por litro em março de 2014 no ponto 1.A, ou seja, na balsa do cultivo de moluscos bivalves da Praia Rasa, Armação dos Búzios, RJ (fig. 7).

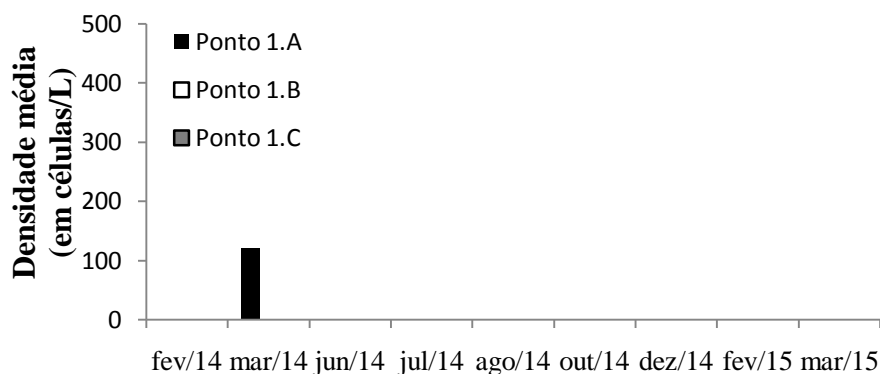


Figura 7. Densidade média de *Dinophysis tripos* na área 1 entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

Por outro lado, a maior densidade de *Dinophysis tripos* na área 2 foi igual a 160 células por litro em março de 2015 no ponto 2.A, ou seja, no ponto médio entre a balsa e a entrada do canal da marina. A densidade média em março de 2014 na entrada do canal sob a ponte da estrada e no interior do canal foi igual a 40 células por litro (fig. 8).

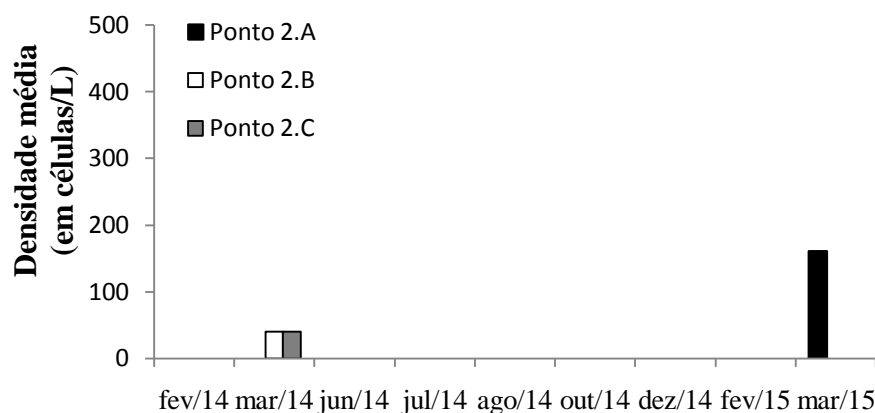


Figura 8. Densidade média de *Dinophysis tripos* na área 2 entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

As densidades mais elevadas do táxon *Pseudo-nitzschia* Peragallo registradas na área 1 (área de cultivo) foram encontradas no ponto 1.A, ou seja, no entorno da balsa flutuante em março de 2014 (2.360 cél.L) e em outubro de 2014 (80 células por litro) (figura 9).

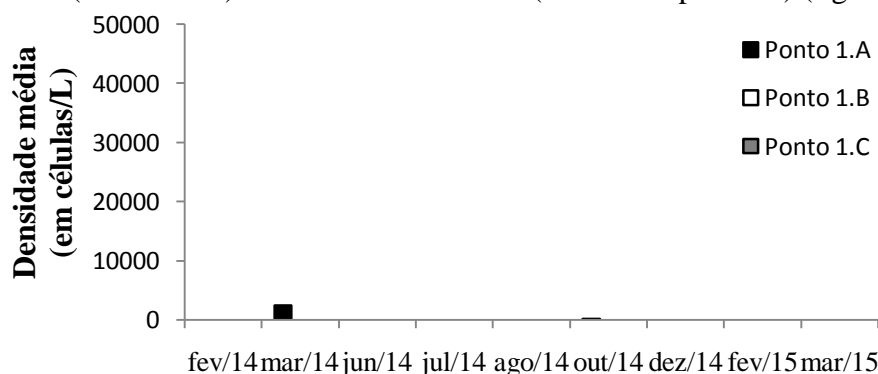


Figura 9. Densidade média de indivíduos do táxon *Pseudo-nitzschia* Peragallo na área 1 (cultivo marinho) entre fevereiro de 2014 e março de 2015

Na área 2, ou seja, na área de influência do canal da marina, as maiores concentrações de *Pseudo-nitzschia* Peragallo foram registradas em fevereiro de 2015 no ponto 2.B, entrada do canal sob a ponte da estrada (42.000 células por litro) e no ponto 2.C, interior do canal (12.720 células por litro). Na mesma área, em março de 2015, também é possível constatar altas concentrações de *Pseudo-nitzschia* Peragallo: no ponto 2.B foram registradas 12.120 células por litro e no ponto 2.C, 11.360 células por litro (fig 10).

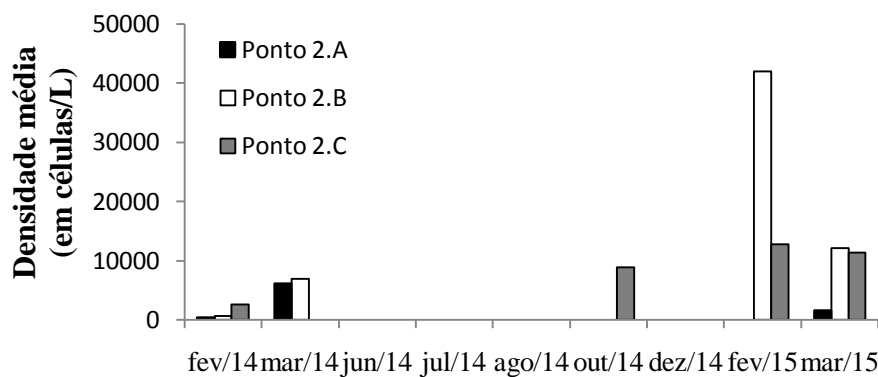


Figura 10. Densidade média de indivíduos do táxon *Pseudo-nitzschia* Peragallo na área 2 (canal da Marina Porto Búzios) entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

Análise de agrupamento

A análise de agrupamento realizada por meio do coeficiente de distância de Bray-Curtis revelou a formação de seis agrupamentos, sendo o principal formado por 17 estações de coleta/períodos, todos relativos aos meses de fevereiro ou março (verão). O segundo maior foi formado 8 estações/períodos, todos relativos aos meses de julho ou agosto (inverno). Os menores agrupamentos pelo coeficiente de Bray Curtis apresentaram 3 estações/períodos cada. O primeiro deles foi formado pelo mês de junho de 2014 (pontos 1.A, 2.A e 2.B) e o segundo foi formado pelo mês de fevereiro de 2014 (pontos 1.A, 2.A e 2.B) (fig. 11).

Quanto à análise de agrupamento realizada pelo índice binário de Jaccard, foi possível observar a formação também a formação de seis grupos, sendo o principal deles formado 18 estações/períodos, todos relativos aos meses de fevereiro e março (verão), exceto outubro de 2014 (ponto 2.A). Os dois segundos grupos mais numerosos foram formados por 9 estações/períodos. O primeiro deles foi formado pelos meses de julho e agosto (inverno) e o segundo foi formado pelos meses de outubro e dezembro (primavera e verão). O menor grupo formado por meio do índice de Jaccard foi fevereiro de 2014 (pontos 1.A, 2.A e 2.B) (fig. 12).

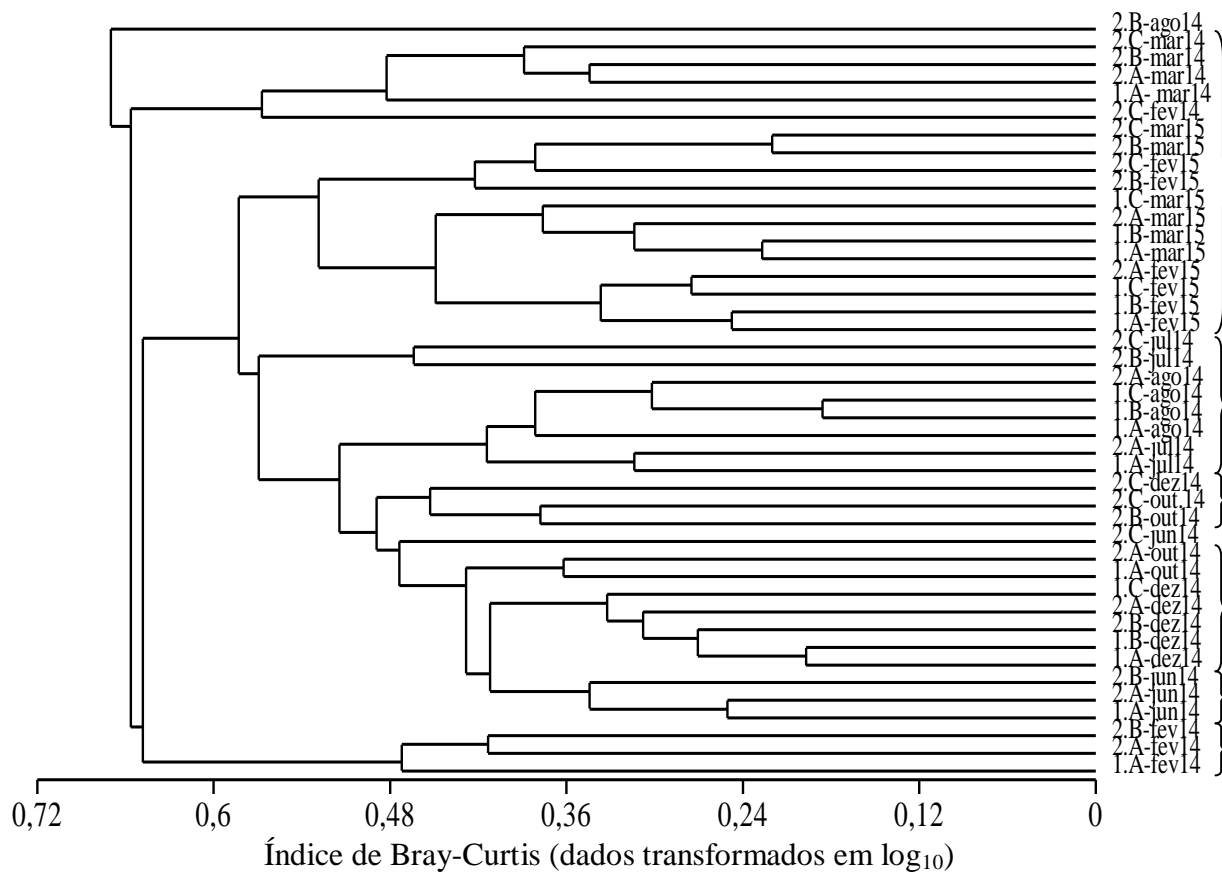


Figura 11. Dendrograma relativo ao coeficiente de distância de Bray-Curtis.

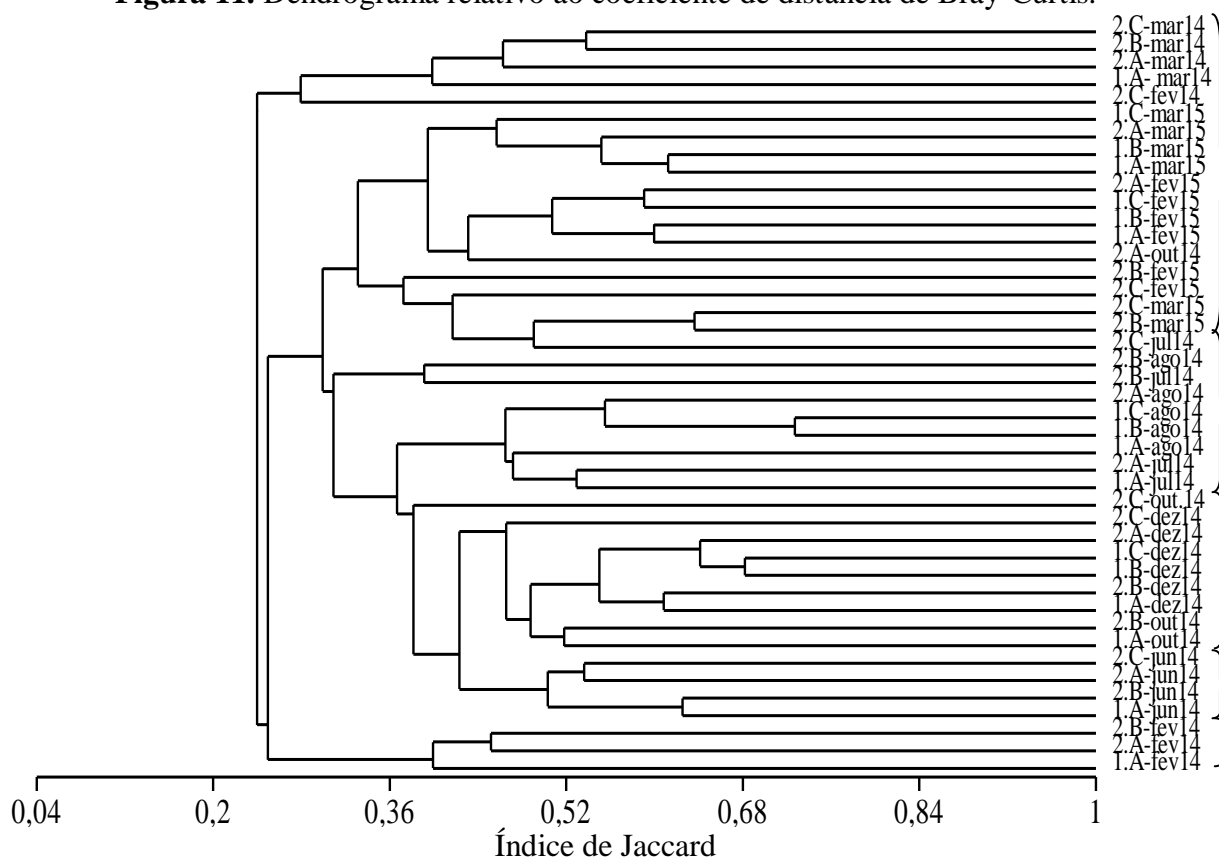


Figura 12. Dendrograma relativo ao índice binário de Jaccard.

Análise de Componentes Principais

Quanto à análise de componentes principais realizada neste estudo, é possível verificar uma separação entre os meses de fevereiro e março (verão) e os demais períodos amostrados. Na parte superior do Eixo 2 (vertical), foi possível constatar a presença dos seguintes componentes: fevereiro de 2014 (ponto 2.C), março de 2014 (ponto 1.A), fevereiro de 2015 (pontos 2.B e 2.C), março de 2015 (pontos 1.A, 1.B, 1.C, 2.A, 2.C), dentre outros. Já na parte inferior, foi constatada a predominância dos seguintes componentes: junho de 2014 (ponto 2.B) e agosto de 2014 (pontos 1.A, 1.B, 1.C, 2.A e 2.B). A única exceção aos meses de inverno encontrados neste grupo foi o ponto 1.C em dezembro de 2014 (verão). Outro grupo menor foi formado com reduzido número de componentes: junho de 2014 (ponto 1.A e 2.A), julho de 2014 (ponto 1.A) e dezembro de 2014 (pontos 1.A e 1.B). No grupo intermediário, cujos componentes permaneceram próximos ao Eixo 1 (horizontal), não foi possível separar os componentes relativos ao período de verão do período de inverno (fig. 13).

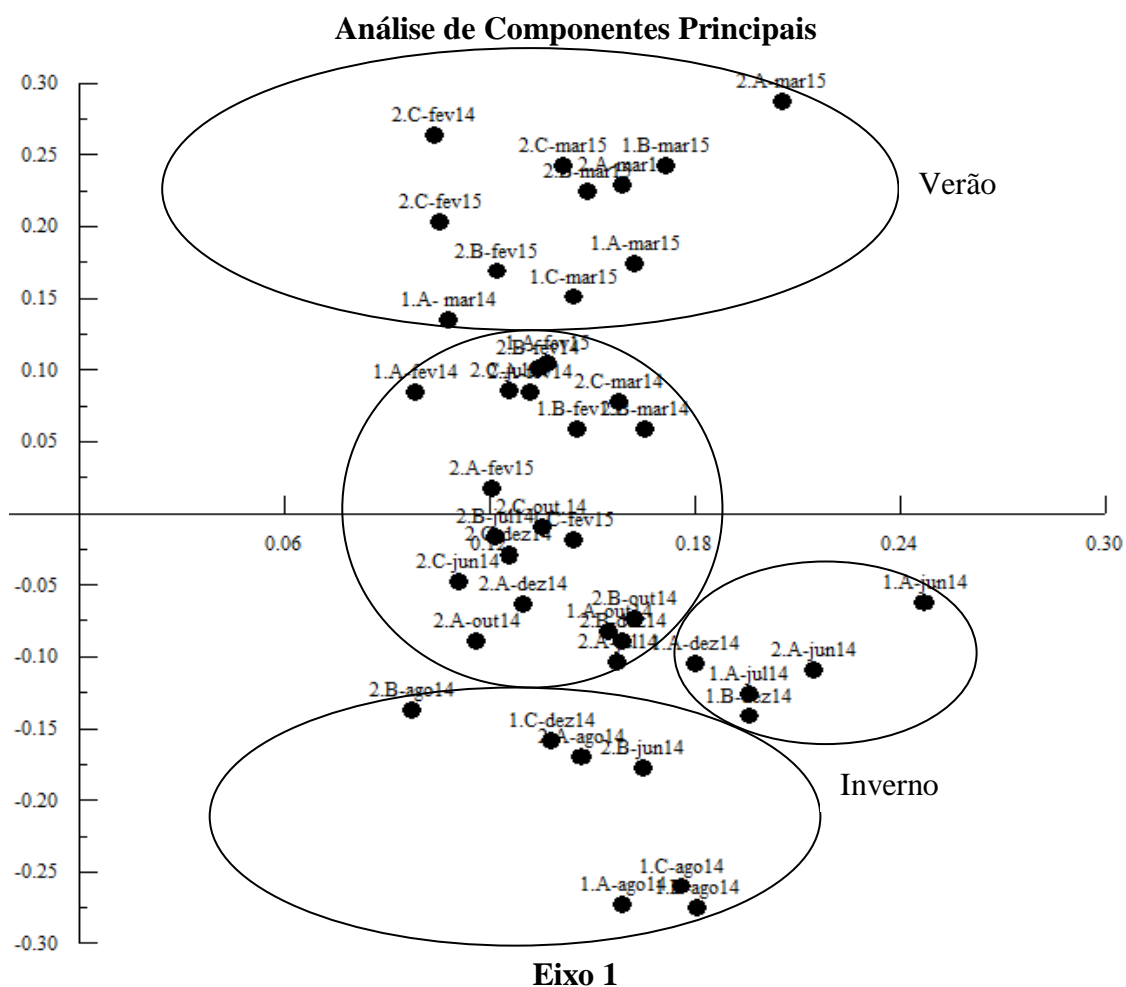


Figura 13. Gráfico da análise de componentes principais entre as áreas/estações/períodos de coleta realizada por meio da densidade média do fitoplâncton marinho transformada em \log_{10} .

Riqueza específica

Quanto à riqueza específica encontrada na área 1 do presente estudo, foi possível constatar que as maiores riquezas foram registradas em junho de 2014 no entorno da balsa flutuante, ou seja, no ponto 1.A (31 táxons); e em agosto de 2014 no interior do cultivo marinho (30 táxons). As menores riquezas foram encontradas em dezembro de 2014, no ponto mais externo em relação ao cultivo e mais desprotegido, e em fevereiro de 2015, no entorno da balsa e no interior do cultivo marinho (16 táxons) (figura 14).

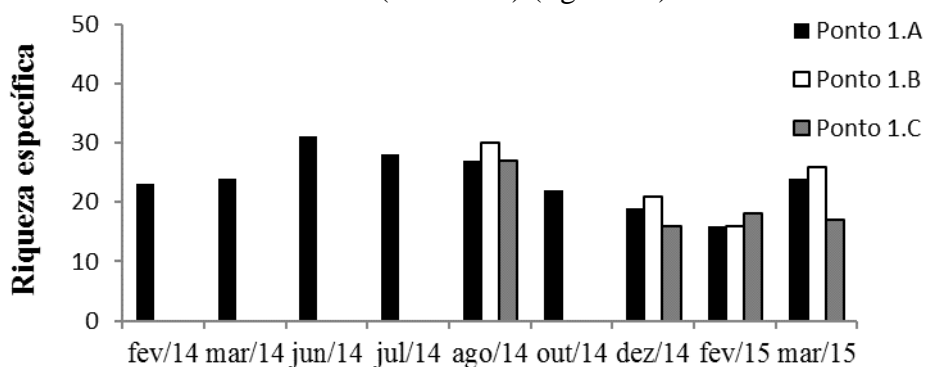


Figura 14. Riqueza específica na área 1 entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

Em relação à riqueza específica reportada na área 2, foi possível verificar que a maior riqueza foi registrada em março de 2014 na entrada do canal sob a ponte da Estrada da Marina (33 táxons). A menor riqueza específica foi registrada em fevereiro de 2015 no interior do canal da marina com apenas 11 táxons (fig. 15).

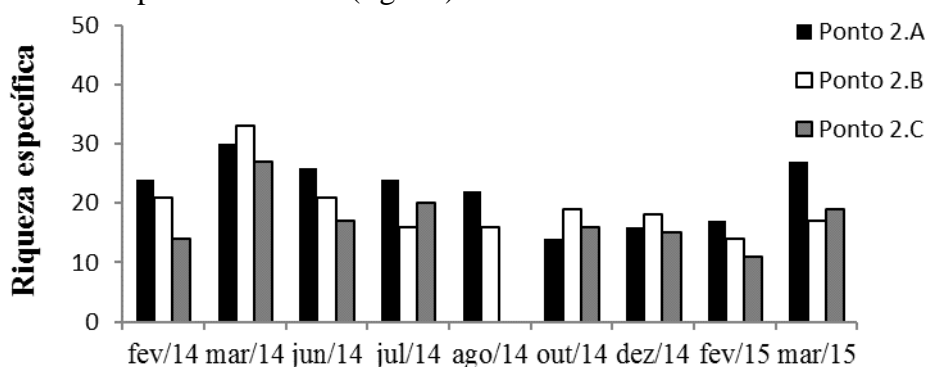


Figura 15. Riqueza específica na área 2 entre fevereiro de 2014 e março de 2015.

Discussão

Em relação à composição do fitoplâncton encontrado nas duas áreas amostradas (cultivo de moluscos marinhos e canal da Marina Porto Búzios), é possível afirmar que foram encontrados 79 táxons divididos em duas divisões e quatro classes: Cyanophyta (Cyanophyceae) e Chromophyta (Bacillariophyceae, Dinophyceae e Dictyophyceae).

As cianobactérias representam, em conjunto com as bactérias, as primeiras evidências estruturais de vida (formas procariontes) e datam do período pré-cambriano (aproximadamente 2,7 bilhões de anos) (BICUDO e MENEZES, 2010). De acordo com estes autores, a taxonomia das cianobactérias foi modificada substancialmente nas quatro últimas décadas, em especial após a aplicação de métodos de análise de ultra-estrutura e moleculares. As cianofíceas foram representadas neste estudo por uma ordem, dois gêneros e um grupo morfofuncional: Oscillatoriales, *Pseudoanabaena*, *Trichodesmium* e formídios, representando 5% dos táxons registrados no estudo.

A abundância relativa dos organismos da ordem Oscillatoriales foi igual a 53,205% na entrada do canal sob a ponte da Estrada da Marina, em fevereiro de 2014, sendo o táxon considerado dominante na estação/período de coleta. Quanto ao gênero *Pseudoababaena*, sua abundância relativa variou de 0 a 0,244%. Quanto ao gênero *Trichodesmium*, a abundância variou de 0 a 4,808%. *Pseudoanabaena* e *Trichodesmium* foram considerados raros no decorrer da presente pesquisa. A abundância dos formídios no interior do canal em fevereiro de 2014 foi aproximadamente igual 43%, significando que este grupo foi abundante neste período/estação amostrada.

A composição específica do microfítoplâncton da baía do Guajará no período de dezembro de 1989 a outubro de 1990 revelou as diatomáceas como o grupo de maior representação, as quais apresentaram uma participação de 56,2% na composição florística (PAIVA *et al.*, 2006). Microfítoplâncton mostrou uma predominância de diatomáceas e alguns dinoflagelados no Canal de São Sebastião, SP, em outubro de 1991 (GIANESELLA *et al.*, 1999). Levantamento florístico na Baía de Tamandaré realizado no período de fevereiro/98 a janeiro/99 evidenciou claramente a predominância das diatomáceas no complexo costeiro (SILVA, *et al.*, 2005). No presente estudo, realizado na Praia Rasa em Armação dos Búzios, foram encontrados 54 táxons de diatomáceas, representando 68% do total do fitoplâncton, corroborando com os registros feitos pelas três pesquisas supracitadas.

Foram registrados três táxons de *Pseudo-nitzschia* no presente estudo: *Pseudo-nitzschia* sp, *P. delicatissima* (Comp.) e *P. seriata* (Comp.). O gênero *Pseudo-nitzschia* foi dominante na entrada e no interior do canal em fevereiro de 2015 e abundante no interior do canal em outubro de 2014 e na entrada e interior do canal em março de 2015.

Entre os dinoflagelados no Canal de São Sebastião, SP, em outubro de 1991, 8 táxons foram observados e *Ceratium furca*, *C. fusus* e *Gonyaulax* sp foram os mais frequentes (GIANESELLA *et al.*, 1999). No estudo realizado em Armação dos Búzios, 20 táxons de dinoflagelados foram registrados, representando 25% dos táxons encontrados. Quanto à classe Dictyochophyceae, somente um táxon foi encontrado: *Dictyocha* sp.

As análises de microscopia realizadas em estudo sobre o cultivo de moluscos em Florianópolis, SC, identificaram 13 espécies de algas nocivas distribuídas em 5 gêneros (*Alexandrium*, *Dinophysis*, *Prorocentrum*, *Pseudonitzschia* e *Chatonella*) (ALVES *et al.*, 2010). No presente trabalho, realizado na Praia Rasa, Armação dos Búzios, RJ, todos os gêneros supracitados foram encontrados, exceto *Chatonella*.

Entre as espécies de maior importância em termos de saúde pública, são encontradas as espécies do gênero *Alexandrium*, na sua maioria são tóxicas e apresentam certas dificuldades para sua determinação taxonômica (MACIEL-BALTAZAR, 2015). No estudo realizado em Armação dos Búzios, *Alexandrium* Halim esteve presente na área 1 (agosto e outubro de 2014 e março de 2015) e na área 2 (julho e outubro de 2014 e março de 2015). A abundância relativa do gênero *Alexandrium* variou de 0 a 3,846%, da qual foi possível constatar que este gênero foi considerado raro em todos os períodos/estações estudadas.

Em 1989 foram identificados os dinoflagelados do gênero *Dinophysis* (predominantes na Europa Ocidental) e posteriormente do gênero *Prorocentrum* (mas frequentemente no Japão) com os organismos responsáveis pela produção da toxina produtora do envenenamento diarreico por consumo de moluscos (OTERO, 2003). Os dois gêneros foram encontrados no presente estudo, realizado em Armação dos Búzios, RJ.

No presente estudo, realizado em Armação dos Búzios, foram registradas duas espécies do gênero *Dinophysis*: *D. acuminata* e *D. tripos*. Este resultado difere do encontrado por Schmitt e Proença (2000) na enseada de Cabeçadas, localizada no município de Itajaí/SC, cujos táxons encontrados foram *D. acuminata*, *D. caudata*, *D. rotundata* e *Dinophysis* spp.

Geralmente *Dinophysis* spp. ocorrem em baixas abundâncias, cerca de 1-10% da comunidade fitoplanctônica mas, raramente, podem formar florações típicas conforme o ocorrido em Santa Catarina em janeiro de 2007 (FERREIRA *et al.*, 2010). No presente estudo, realizado em duas áreas distintas na Praia Rasa, Armação dos Búzios, a abundância relativa dos dois táxons do gênero *Dinophysis* variaram entre 0 e 5%, corroborando, portanto, com o afirmado por Ferreira *et al.* (2010).

Quanto ao gênero *Prorocentrum*, foram registrados seis táxons pertencentes a ele: *Prorocentrum* spp., *P. balticum*, *P. compressum*, *P. glacile*, *P. micans* e *P. mite*. Porém, nenhuma destas espécies encontradas é considerada tóxica (ou seja, produtoras de toxinas). O gênero *Prorocentrum* foi considerado dominante na balsa flutuante (56,775%) e na entrada do canal sob a ponte (61,905%) em julho de 2014, e na balsa flutuante (53,086%), no cultivo marinho (58,378%) e no ponto médio entre o cultivo e a entrada (51,429%) em fevereiro de 2015.

Quanto às análises de agrupamento, realizadas por meio do coeficiente de Bray-Curtis e pelo índice de Jaccard, foi possível registrar a existência de grupos nos quais ficaram evidentes separações entre os períodos de verão e de inverno. Esta hipótese foi corroborada pela análise dos componentes principais, cujos períodos de verão e inverno ficaram separados. Parte dos componentes relativos ao verão permaneceu na parte superior do Eixo 2 (vertical).

Quanto à riqueza específica encontradas no presente estudo, foi possível constatar que a maior riqueza foi registrada em março de 2014 na entrada do canal sob a ponte da Estrada da Marina (33 táxons) e a menor foi registrada em fevereiro de 2015 no interior do canal da marina (11 táxons).

O impacto econômico das Florações de Algas Nocivas (FANs) é um aspecto de vital importância em nível governamental e industrial, e apresenta dificuldade para seu cálculo adequado (SEPÚLVEDA *et al.*, 2008). Em conformidade com estes autores, com o propósito de reduzir o dano ocasionado pelas FANs, são requeridos estudos básicos para estabelecer as causas prováveis que as originam, assim como seus efeitos nos ecossistemas. Ao mesmo tempo, o desenvolvimento de um programa de vigilância e/ou monitoramento é um elemento operacional necessário para o manejo e diminuição dos efeitos das FANs (SEPÚLVEDA *et al.*, 2008). Até o presente momento não há um programa de monitoramento dos efeitos das florações de algas nocivas sobre o cultivo de moluscos da Praia Rasa. Partindo deste princípio, entende-se que este artigo é de fundamental importância, pois além de ser pioneiro na região, poderá servir de base para futuras ações de manejo da maricultura no balneário.

Conclusões

Foram encontrados 79 táxons divididos em duas divisões e quatro classes: Cyanophyta (Cyanophyceae) e Chromophyta (Bacillariophyceae, Dinophyceae e Dictyophyceae). Quatro táxons de cianofíceas, 54 táxons de diatomáceas e 20 táxons de dinoflagelados representaram 5%, 68% e 25% do total do fitoplâncton do presente estudo, respectivamente. A abundância relativa dos dois táxons do gênero *Dinophysis* variaram entre 0 e 5%, considerados, portanto, raros neste estudo. Mas, sua presença já demonstra a necessidade de monitoramento contínuo na área de estudo. Foi possível registrar a existência de agrupamentos distintos nos quais ficam evidentes separações entre os períodos de verão e inverno tanto pela análise de agrupamento, como pela análise dos componentes principais (ACP). Este trabalho além de ser pioneiro na região, poderá servir de base para futuras ações de monitoramento de florações de algas nocivas no balneário.

Referências bibliográficas

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

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. Introdução: As algas do Brasil. In: FORZZA, R. C., org. INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. Catálogo de plantas e fungos do Brasil [online]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 1, p. 49-60, 2010.

BRAY J. R.; CURTIS J. T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecol. Monogr., v. 27, p. 325 – 49, 1957.

CASTRO, N. O.; MOSER, G. A. O. Florações de algas nocivas e seus efeitos ambientais. Oecologia Australis. v. 16, n. 2, p.235-264, 2012.

FERREIRA, V. M.; OLIVEIRA, G. M.; PEREIRA, M. M. D.; SILVA, P. P. O.; BORBA, H. R.; LOURENÇO, A. J.; SILVA, P. F. Produção da ficotoxina diarreica ácido ocadaico associada à microalga *Dinophysis acuminata* (Ehrenberg 1839) na baía de Sepetiba, RJ e sua implicação para a saúde pública. R. bras. Ci. Vet., v. 17, n. 2, p. 87-90, maio/ago. 2010.

GIANESELLA, S. M. F.; KUTNER, M. B. B.; SALDANHA-CORRÊA, P.; POMPEU, M. Assessment of plankton community and environmental conditions in São Sebastião Channel prior to the construction of a produced water outfall. Rev. bras. Oceanogr., v. 47, n. 1, p. 29-46, 1999.

HOZ, J. G.; FORTES, A. P. Intervención en salud pública relacionada com la proliferación de microalgas tóxicas en una playa de Mijas (Málaga; España). Observatorio Medioambiental, v. 15, p. 163-173, 2012.

IBGE. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=330023&search=rio-de-janeiro|armacao-dos-buzios>. Acessado em: 17 de junho de 2014.

INGRAHAM, J. L.; INGRAHAM, C. A. Introdução à Microbiologia: uma abordagem baseada em estudos de casos. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

JACCARD, P. Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et des Jura. Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles , v. 37, p. 547–579, 1901.

LOURENÇO, A. J.; FERREIRA, V. M.; SILVA, P. P. O.; ROSA, C. A. R.; DIREITO, G. M.; OLIVEIRA, G. M.; MIRANDA, A. S. Detecção de ácido ocadaico em mexilhões *Perna perna* (LINNE, 1758) cultivados em fazenda de maricultura na baía de Ilha Grande, Angra dos Reis, RJ. R. bras. Ci. Vet., v. 14, n. 2, p. 79-82, maio/ago, 2007.

MARINÉ, G. F.; SILVA, P. P. O.; OLIVEIRA, G. M.; FERREIRA, V. M. Detecção de ácido ocadaico em cultivo de mexilhões *Perna perna*, Angra dos Reis, RJ. Ciência Rural, Santa Maria, p.1-4, 2009.

MACIEL-BALTAZAR, E. Dinoflagelados (Dinoflagellata) tóxicos de la costa de Chiapas, México, Pacífico centro oriental. Cuadernos de Investigación, v. 7, n. 1, p. 39-48, 2015.

OLIVEIRA, M. M.; SILVA-FILHO, M. V.; BASTOS, J. C.; NEVES, M. H. B. Toxinas de cianobactérias e microalgas marinhas: um desafio para a ecotoxicologia aquática. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, v. 4, n. 1, p. 57-80, 2010.

OTERO, J. J. G. Aspectos epidemiológicos de la intoxicación por toxina diarreica de los moluscos (DSP). Anal. Real Acad. Nal. Farm. v. 69, n. 4, p. 169-201, 2003.

PAIVA, R. S.; ESKINAZI-LEÇA, E.; PASSAVANTE, J. Z. O.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; MELO, N. F. A. C. Considerações ecológicas sobre o fitoplâncton da baía do Guajará e foz do rio Guamá (Pará, Brasil). Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais, Belém, v. 1, n. 2, p. 133-146, maio-ago. 2006.

PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (orgs.) Biologia Marinha. 2. ed. Niterói: Editora Interciência, 2009.

PMAB – PREFEITURA MUNICIPAL DE ARMAÇÃO DOS BÚZIOS. Disponível em: www.buzios.rj.gov.br/documentos/dados-gerais-buzios. Acessado em: 6 de novembro de 2010.

PROENÇA, L. A. O.; SCHIMITT, F.; GUIMARÃES, S. P.; RORIG, L. R. Análise de toxinas diarréicas em duas espécies de *Prorocentrum* (DINOPHYCEAE) isoladas em área de cultivo de moluscos. Notas Téc. FACIMAR, v. 3, p. 41-45, 1999.

SCHRAMM, M. A.; TAMANAHA, M. S.; BEIRÃO, L. H.; PROENÇA, L. A. O. Toxinas paralisantes em mexilhão *Perna perna* em áreas de cultivo da costa sul do Brasil: estudo de caso. Alim. Nutr., Araraquara, v. 17, n. 4, p. 443-450, out./dez., 2006.

SCHMITT, F.; PROENÇA, L. A. Ocorrência de dinoflagelados do gênero *Dinophysis* (Enrenberg, 1839) na Enseada de Cabeçadas (verão e outono de 1999). Notas Téc. Facimar, v. 4, p.49-59, 2000.

SEPÚLVEDA, A. H.; SIERRA-BETRÁN, A.; HERNANDÉZ-SAAVEDRA, N. Floraciones Algas Nocivas: Perspectivas y Estrategias Biotecnológicas Para Su Detección. BioTecnología, v. 12, n. 1, p. 23-40, 2008.

SILVA, M. R.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; FEITOSA, F. A. N.; MUNIZ, K. Estrutura da comunidade fitoplânctônica na Baía de Tamandaré (Pernambuco, Nordeste do Brasil). Tropical Oceanography, Recife, v. 33, n. 2, p. 163–181, 2005.

TIBURCIO, A. S. X. S.; KOENING, M. L.; MACEDO, S. J.; MELO, P. A. M. C. A comunidade microfitoplanctônica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Atlântico Norte-Equatorial): variação diurna e espacial.

TOMAS, C. R. Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press, USA, 1997.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. Microbiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol., v. 9, p. 1-38, 1958.

VALE, P. Biotoxinas marinhas. Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias. v. 99, n. 549, p. 03-18, 2004.

VALENTIN, J. L. Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2012.

WANG, Z. H.; NIE, X. P.; JIANG, S. J.; ZHAO, J. G.; CAO, Y.; ZHANG, Y. J.; WANG, D. Z. Source and profile of paralytic shellfish poisoning toxins in shellfish in Daya Bay, South China Sea. Marine Environmental Research, v. 72, p. 53-59, 2011.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução 357 de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, 2005.

EPAGRI. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. Disponível em: <http://www.epagri.sc.gov.br/>. Acessado em: 2010.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **El Estado Mundial de La Pesca y La Acuicultura.** Departamento de Pesca e Aquicultura, 2012.

FERREIRA, J. F.; MAGALHÃES, A. R. M. **Cultivo de mexilhões.** In: POLI, C. R.; POLI, A. T. B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. *Aquicultura – experiências brasileiras.* Florianópolis, Multitarefa. p. 221-250, 2004.

HOZ, J. G.; FORTES, A. P. **Intervención en salud pública relacionada com la proliferación de microalgas tóxicas en una playa de Mijas (Málaga; España).** *Observatorio Medioambiental*, v. 15, p. 163-173, 2012.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Estatística da Pesca 2000, Brasil Grandes Regiões e Unidades da Federação.** Brasília, 2000.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; DUNLAP, P. V.; CLARK, D. P. **Microbiologia de Brock.** Porto Alegre: Artmed, 2010.

MANZONI, G. C., 2005. **Cultivo de Mexilhões *Perna perna*: evolução da atividade no Brasil e avaliação econômica da realidade de Santa Catarina.** 255 pag. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, UNESP, Jaboticabal, SP, 2005.

MARINÉ, G. F.; SILVA, P. P. O.; OLIVEIRA, G. M.; FERREIRA, V. M. **Deteção de ácido ocadaico em cultivo de mexilhões *Perna perna*, Angra dos Reis, RJ.** *Ciência Rural*, Santa Maria, p.1-4, 2009.

MPA. MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA 2013. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura.** Brasília, 2013. 128 p.

PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (orgs.) **Biologia Marinha.** Niterói: Editora Interciência, 2009.

ROSA, R. C. C., 1997. **Impacto do cultivo de mexilhões nas comunidades pesqueiras de Santa Catarina.** 183 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, SC, 1997.

SCHRAMM, M. A.; TAMANAHA, M. S.; BEIRÃO, L. H.; PROENÇA, L. A. O. **Toxinas paralisantes em mexilhão *Perna perna* em áreas de cultivo da costa sul do Brasil: estudo de caso.** Alim. Nutr., Araraquara, v. 17, n. 4, p. 443-450, 2006.

SEBRAE. SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. Disponível em: <http://segmentos.sebrae2014.com.br/ideiasdenegocios/cultivo-de-ostras-e-moluscos-bivalves>. Acessado em: 2014.

VALE, P. **Biotoxinas Marinhas.** Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias. v. 99, n. 549, p. 03-18, 2004.