

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

Presence of harmful algae associated to the cultivation of Perna perna mussels at Rasa Beach, Armação dos Búzios, RJ

Alexandre Mioth Soares^{*}
Guilherme Burigo Zanette^{**}
Daniela Almeida de Souza^{***}
Victor Barbosa Saraiva^{****}
Maria Helena Campos Baeta Neves^{*****}
Manildo Marcião de Oliveira^{*****}

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 fitoplânctônica 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.

Palavras-chave: Fitoplâncton. Algas nocivas. Aquicultura. Armação dos Búzios.

Abstract

Algae are relatively simple photoautotrophic eukaryotic organisms that do not possess 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 at Rasa Beach, with an emphasis on potential toxin-producing species. The samples were collected between February 2014 and March 2015. Seventy-nine taxa were recorded. Diatoms were predominant in this study. Separations between summer and winter were recorded. This work could serve as a basis for future monitoring efforts of harmful algal blooms in the city.

Key words: Phytoplankton. Harmful algae. Aquaculture. Armação dos Búzios.

^{*} Mestre em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense. Pesquisador voluntário do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), Arraial do Cabo/RJ - Brasil. E-mail: alexandre.soares@ifrj.edu.br.

^{**} Mestre em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina. Pesquisador de cultivo de moluscos da Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ), Cabo Frio, RJ - Brasil. E-mail: guizanette@hotmail.com.

^{***} Mestre em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal Fluminense. Pesquisadora do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), Arraial do Cabo/RJ - Brasil. E-mail: danielabio@hotmail.com.

^{****} Doutor em Ciências Biológicas (Biofísica) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2008). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense *campus* Cabo Frio, Cabo Frio/RJ - Brasil. E-mail: vsaraiva@ifed.edu.br.

^{*****} Doutor em Oceanografia Biológica Algologia - Université Pierre et Marie Curie, LISE/CNRS, França. Pesquisadora titular III do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), Arraial do Cabo/RJ - Brasil. E-mail: baetaneves@uol.com.br.

^{*****} Doutor em Biologia (Biociências Nucleares) pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2009). Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense *campus* Cabo Frio, Cabo Frio/RJ - Brasil. E-mail: manildodpicf@gmail.com.

Introdução

Os ambientes costeiros têm apresentado recentemente profundas mudanças em suas paisagens. São atividades que interferem na paisagem de ecossistemas costeiros: especulação imobiliária com a ocupação desordenada de encostas litorâneas, exploração de recursos energéticos como o petróleo e suas atividades correlatas, atividades portuárias, de construção e reparo naval, 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; 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 (*Paralythic Shellfish Poisoning*) – intoxicação paralisante por mariscos; DSP (*Diarrheic Shellfish Poisoning*) – intoxicação diarreica por mariscos; ASP (*Amnesic Shellfish Poisoning*) – intoxicação amnésica por mariscos; e NSP (*Neurotoxic Shellfish Poisoning*) – intoxicação neurotóxica por marisco (PEREIRA; 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 e 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 e 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, possui 23 praias, recebendo de um lado correntes marítimas do Equador e do outro, correntes marítimas do polo 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 à sua localização em relação à 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° 44' 33.80" S e 41° 56' 58.08" O), (2.B) a entrada do canal sob a ponte da Estrada da Marina (22° 44' 45.62" S e 41° 57' 12.35" O) e (2.C) o interior do canal da marina (22° 45' 00.0" S e 41° 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).

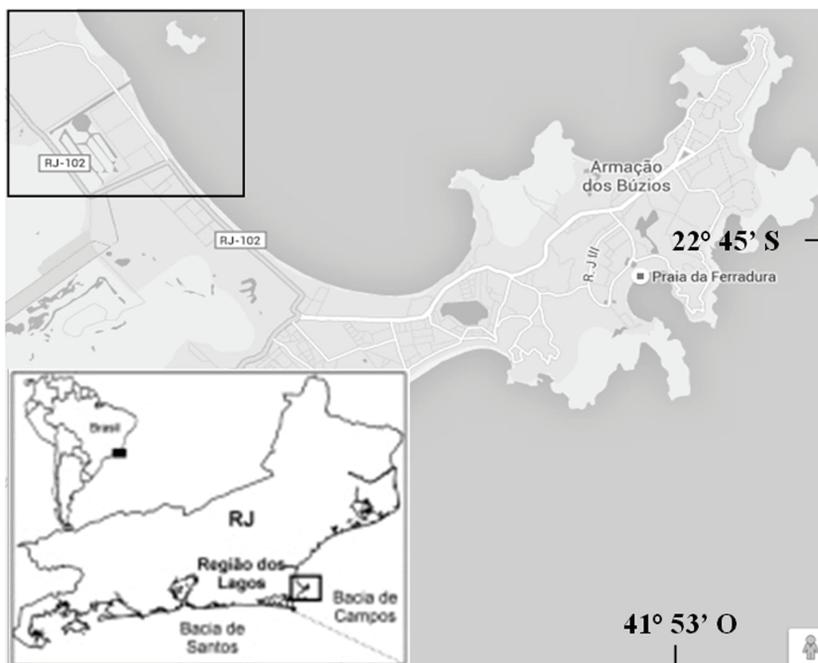


Figura 1. Localização geográfica do município de Armação dos Búzios, RJ
Fonte: autoria própria (modificado de autor desconhecido)

| 102 |



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

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 dois pontos de amostragem: um ponto no interior do cultivo (semiabrigado 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.

Análise de dados

| 103 |

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; 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 *Protoberidinium 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) (Tabela 1).

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

continua

Táxon	Fev/ 2014	Mar/ 2014	Jun/ 2014	Jul/ 2014	Ago/ 2014	Out/ 2014	Dez/ 2014	Fev/ 2015	Mar/ 2015
PROTOKARYOTA									
CYANOPHYTA									
CYANOPHYCEAE									
<i>Oscillatoria Vaucher</i>	x	x	x	x				x	x
<i>Pseudoanabaena spp</i>	x	x		x	x		x		
<i>Trichodesmium Ehrenberg</i>	x								
Fornídeos	x	x							
EUKARIOTA									
CHROMOPHYTA									
BACILLORIOPHYCEAE									
<i>Amphora Ehrenberg</i>	x		x	x	x			x	x
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	x	x	x		x	x			
<i>Asteromphalus Ehrenberg</i>	x								
<i>Bacteriastrum delicatum</i>	x								
<i>Cerataulina H. Peragallo</i>					x	x			
<i>Chaetoceros Ehrenberg</i>		x		x	x		x		
<i>Chaetoceros curvicetus</i>		x			x				
<i>Cylindrotheca closterium</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cocconeis Ehrenberg,</i>			x						
<i>Coretbron criophilum</i>		x							
<i>Coscinodiscus Ehrenberg</i>	x	x		x	x	x	x		x
<i>Cyclotella (Ktitzing)</i>	x	x		x					
<i>Dactyliosolen Castracane</i>		x			x				
<i>Diploneis interrupta</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	

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

continuação

Táxon	Fev/ 2014	Mar/ 2014	Jun/ 2014	Jul/ 2014	Ago/ 2014	Out/ 2014	Dez/ 2014	Fev/ 2015	Mar/ 2015
<i>Ditylum brightwellii</i>		x	x	x	x	x	x		
<i>Eucampia cornuta</i>		x							x
<i>Eucampia zodiacus</i>		x							x
<i>Fragilaria Lyngbye</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Gramatophora Ehrenberg</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Guinardia H. Peragallo</i>	x	x							x
<i>Guinardia delicatula</i>		x							
<i>Guinardia flaccida</i>		x	x	x	x				x
<i>Guinardia striata</i>				x	x	x	x		
<i>Haslea Simonsen</i>			x						
<i>Hemiaulus Heiberg</i>		x	x					x	x
<i>Hemiaulus sinensis</i>				x					
<i>Isthmia C. Agardh</i>	x								x
<i>Lauderia Cleve</i>	x	x	x						
<i>Leptocylindrus Cleve</i>	x			x				x	x
<i>Licmophora C. Agardh</i>	x	x	x	x	x			x	x
<i>Lioloma Hasle</i>					x				x
<i>Lyrella Karajeva</i>	x								
<i>Mastogloia Thwaites</i>	x		x	x	x	x	x	x	x
<i>Melosira nummuloides</i>			x	x	x	x	x	x	x
<i>Meuniera membranacea</i>					x				
<i>Navicula Bory de St. Vinc.</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Nitzschia Hassall</i>	x	x				x			
<i>N. longissima (Compl.)</i>	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Odontella C. A. Agardh</i>	x		x	x	x	x			
<i>Palmeria hardmaniana</i>					x				
<i>Paralia sulcata</i>	x	x	x	x					
<i>Pleurosigma W. Smith</i>		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Proboscia Sundstrom</i>	x	x			x	x			
<i>Proboscia alata</i>		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pseudo-nitzschia Peragallo</i>	x	x				x		x	x
<i>P. delicatissima (Comp.)</i>								x	x
<i>P. seriata (Comp.)</i>	x	x	x	x	x	x			x
<i>Rhizolenia Brightwell</i>	x	x			x				
<i>Rhizolenia 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 Cleve</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x
DINOPHYCEAE									
<i>Alexandrium Halim</i>				x	x	x			x
<i>Ceratium Schrank</i>		x	x	x	x			x	x
<i>Ceratium furca</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x

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

conclusão

Táxon	Fev/ 2014	Mar/ 2014	Jun/ 2014	Jul/ 2014	Ago/ 2014	Out/ 2014	Dez/ 2014	Fev/ 2015	Mar/ 2015
<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>Protoperdinium</i> Bergh	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Protoperdinium 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
DICTYOCOPHYCEAE									
<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

| 106 |

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 (Figura 3).

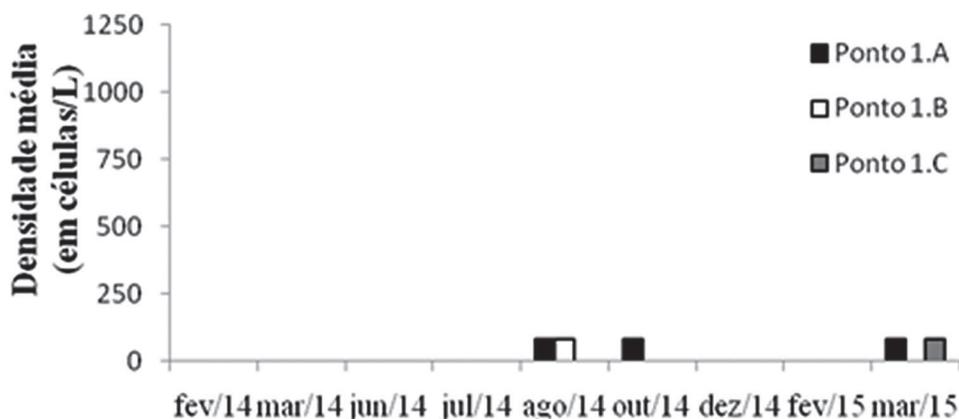


Figura 3. Densidade média de indivíduos do táxon *Alexandrium* Halim na área 1 (cultivo marinho) entre fevereiro de 2014 e março de 2015

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/períodos supramencionados o valor da densidade média foi igual a 160 células por litro (Figura 4).

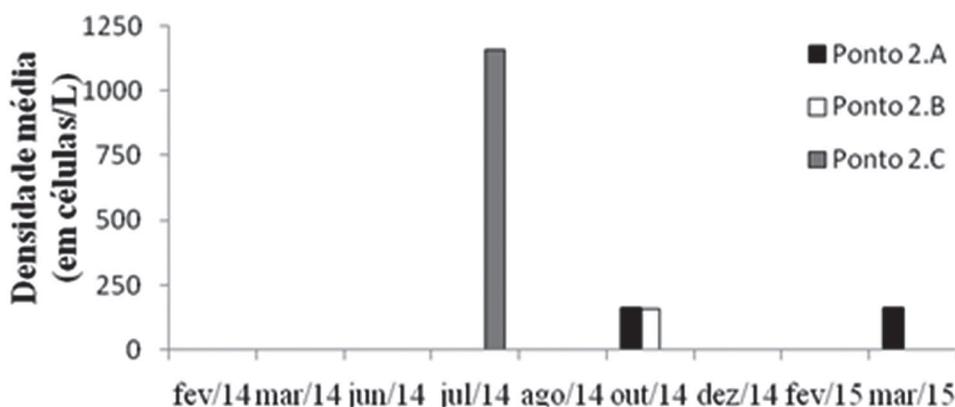


Figura 4. Densidade média de indivíduos do táxon *Alexandrium Halim* na área 2 (canal da Marina Porto Búzios) entre fevereiro de 2014 e março de 2015

| 107 |

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) (Figura 5).

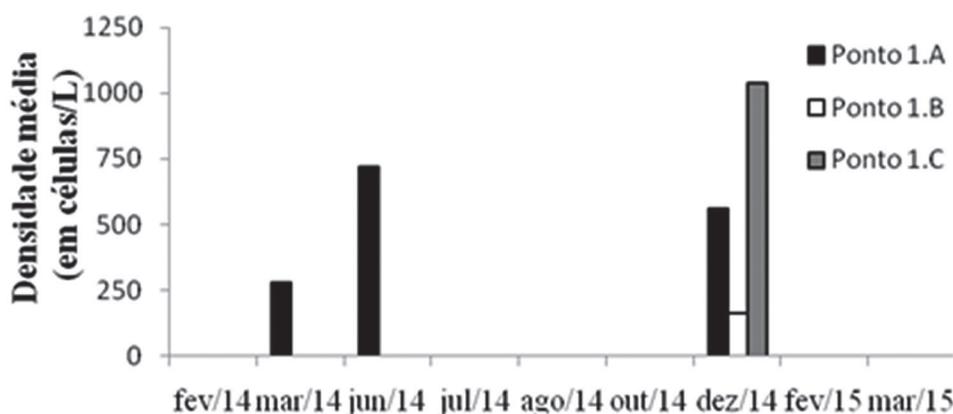


Figura 5. Densidade média de indivíduos do táxon *Dinophysis acuminata* na área 1 (cultivo marinho) entre fevereiro de 2014 e março de 2015

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 (1.040 células/L). Nos três outros pontos/periódos nos quais *D. acuminata* foi encontrado, as densidades variaram de 40 a 160 células por litro (Figura 6).

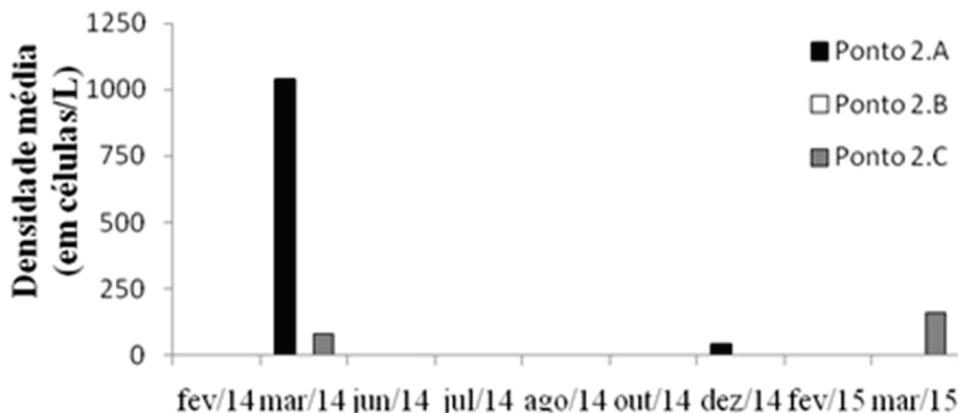


Figura 6. Densidade média de indivíduos do táxon *Dinophysis acuminata* na área 2 (canal da Marina Porto Búzios) entre fevereiro de 2014 e março de 2015

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 (Figura 7).

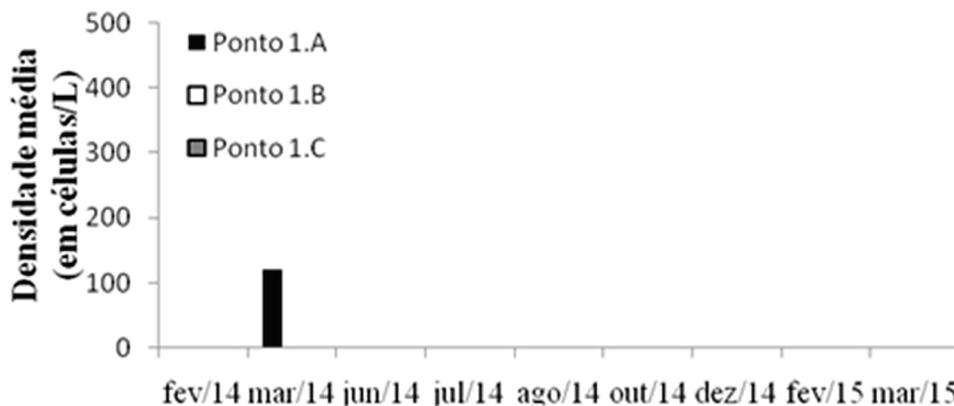


Figura 7. Densidade média de *Dinophysis tripos* na área 1 entre fevereiro de 2014 e março de 2015

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 (Figura 8).

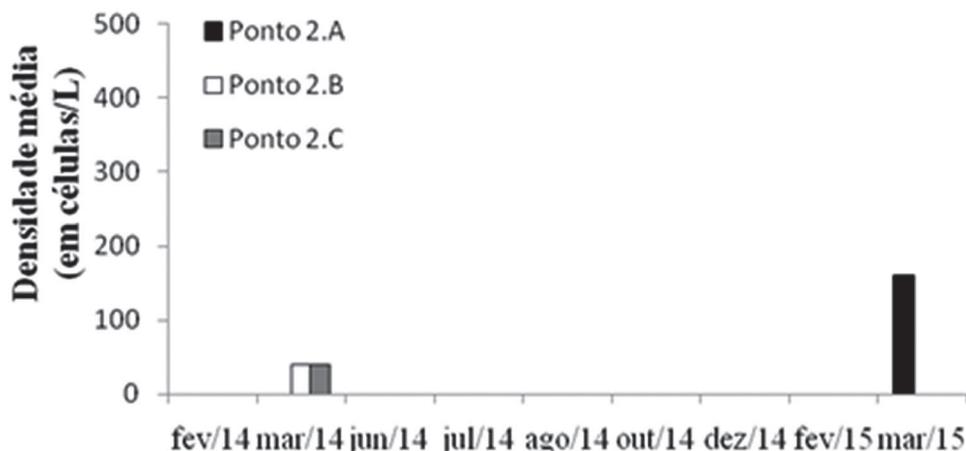


Figura 8. Densidade média de *Dinophysis tripos* na área 2 entre fevereiro de 2014 e março de 2015

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).

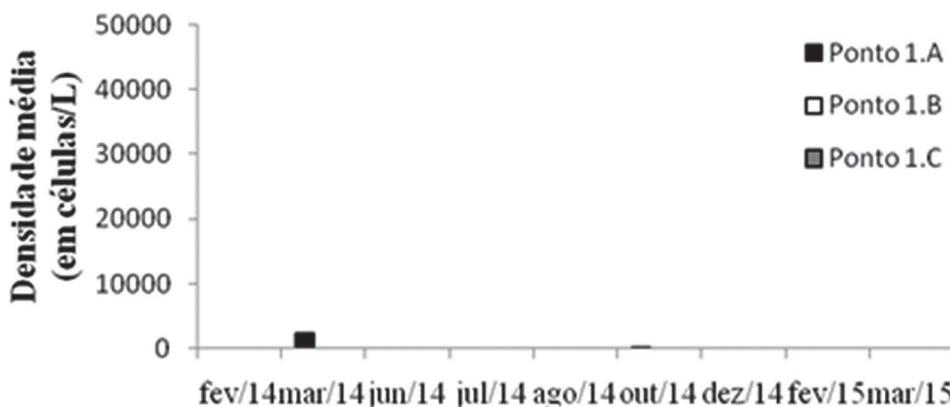


Figura 9. Densidade média de indivíduos do táxon *Pseudo-nitzschia* Peragallo na área 1 (cultivo marinho) entre fevereiro de 2014 e março de 2015

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 (Figura 10).

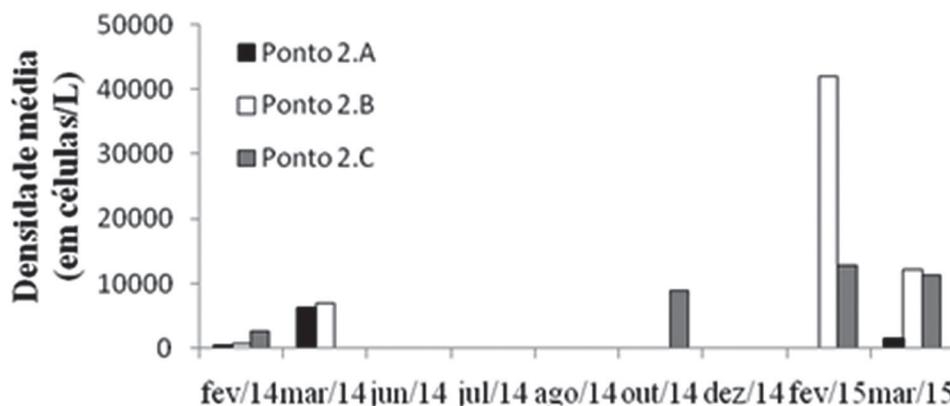


Figura 10. Densidade média de indivíduos do táxon *Pseudo-nitzschia Peragallo* na área 2 (canal da Marina Porto Búzios) entre fevereiro de 2014 e março de 2015

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) (Figura 11).

Quanto à análise de agrupamento realizada pelo índice binário de Jaccard, foi possível observar também a formação de seis grupos, sendo o principal deles formado por 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) (Figura 12).

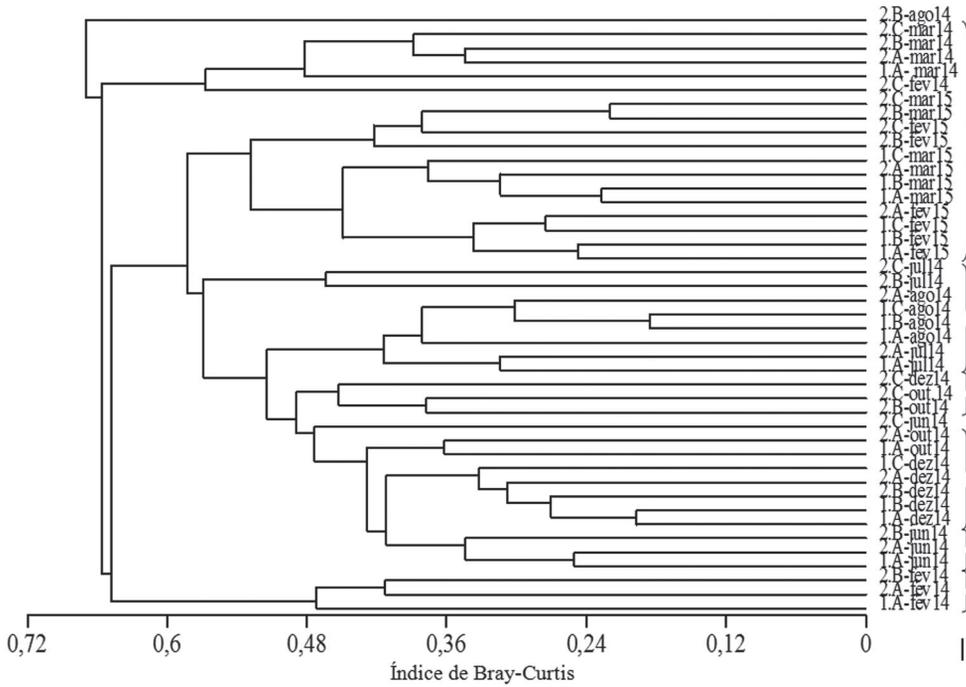


Figura 11. Dendrograma relativo ao coeficiente de distância de Bray-Curtis

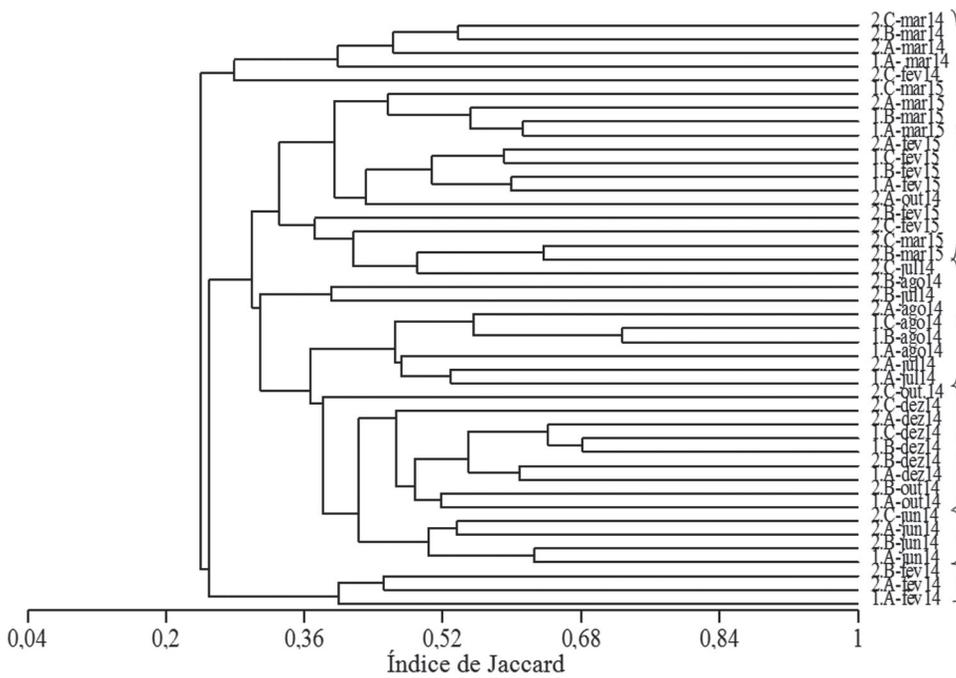


Figura 12. Dendrograma relativo ao índice binário de Jaccard

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).

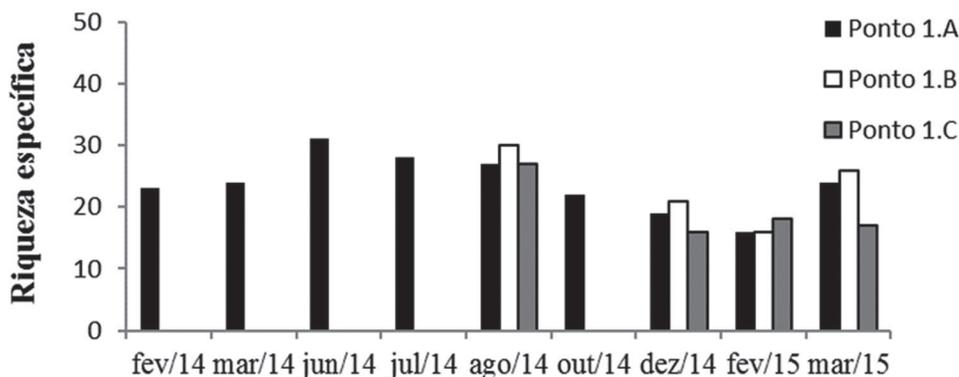


Figura 14. Riqueza específica na área 1 entre fevereiro de 2014 e março de 2015

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 (Figura 15).

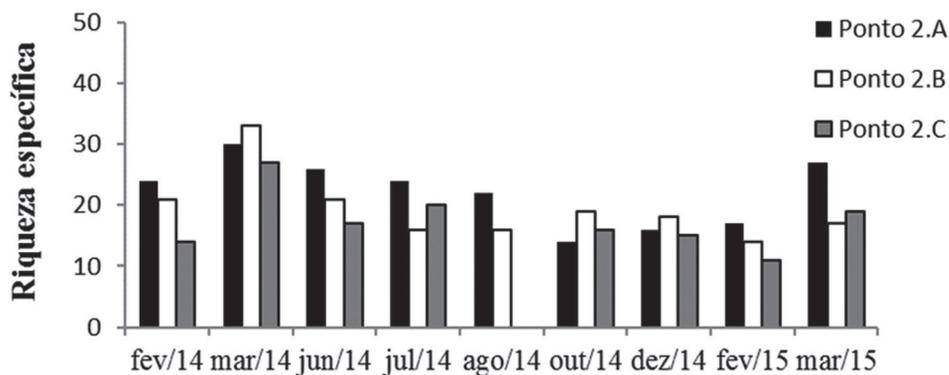


Figura 15. Riqueza específica na área 2 entre fevereiro de 2014 e março de 2015

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; 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 ultraestrutura 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 *Pseudoanabaena*, 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 microfítotoplâncton 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). Microfítotoplâncton 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 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 Cabeçudas, 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, 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. glaucum*, *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.

| 116 |

Referências

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, 2010. v. 1, p. 49-60.

BRAY J. R.; CURTIS J. T. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, v. 27, n. 4, 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* (Ehremberg 1839) na baía de Sepetiba, RJ e sua implicação para a saúde pública. *Rev. 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.

HERRERA SEPÚLVEDA, A.; SIERRA-BETRÁN, A.; HERNANDÉZ-SAAVEDRA, N. Floraciones Algales Nocivas: Perspectivas y Estrategias Biotecnológicas para su Detección. *BioTecnología*, v. 12, n. 1, p. 23-40, 2008.

HOZ, J. G.; FORTES, A. P. Intervención en salud pública relacionada con 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>>. Acesso em: 17 jun. 2014.

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

| 117 |

JACCARD, P. Étude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du 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. *Rev. Bras. Ci. Vet.*, v. 14, n. 2, p. 79-82, maio/ago, 2007.

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

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.

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>. Acesso em: 6 nov. 2010.

PROENÇA, L. A. O.; SCHMITT, 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.

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.

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.

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 microfítoplanctônica do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Atlântico Norte-Equatorial): variação diurna e espacial. *Biota Neotrop.*, v. 11, n. 2, p. 203-215, 2011.

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

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. 10. ed. 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, n. 1, p. 53-59, 2011.