

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

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

Alexandre Mioth Soares^{*}
Guilherme Burigo Zanette^{**}
Sérgio Gonçalves Batista^{***}
Vicente de Paulo Santos de Oliveira^{****}
Victor Barbosa Saraiva^{*****}
Adriana Paula Slongo Marcussi^{*****}
Manildo Marcião de Oliveira^{*****}

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 monitorar a concentração de coliformes totais e termotolerantes na água em pontos próximos ao cultivo de mexilhões na Praia Rasa, Armação dos Búzios (RJ). As amostragens foram realizadas entre fevereiro de 2014 e março de 2015. Existem diferenças estatisticamente significativas nas concentrações de coliformes termotolerantes entre o interior do canal da marina e o ponto externo ao cultivo. Os dados obtidos sugerem que o canal de descarga de efluentes contribui de forma efetiva para a contaminação da área de cultivo com coliformes termotolerantes.

Palavras-chave: Colimetria. Aquicultura. Maricultura. *Perna perna*. Armação dos Búzios. Praia Rasa.

Abstract

Aquaculture is the farming of organisms with life cycles that occur fully or partially on aquatic systems. The aim of this study was to monitor the concentrations of total and thermo-tolerant coliforms in water near mussels cultivation in Rasa Beach, Armação dos Búzios (RJ). Sampling was performed between February 2014 and March 2015. There are statistically significant differences in thermo-tolerant coliform concentrations between the interior of the marina channel and the cultivation external point. Data suggest that the wastewater discharge channel contributes effectively to the contamination of the cultivation area with thermo-tolerant coliform.

*Keywords: Colimetrics. Aquaculture. Mariculture. *Perna perna*. Armação dos Búzios. Rasa Beach.*

^{*} Mestre em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense, Especialista em Planejamento e Gestão Ambiental, Instituto Federal do Rio de Janeiro – IFRJ, *campus* Arraial do Cabo. E-mail: alexandre.soares@ifrrj.edu.br.

^{**} Mestre em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Pesquisador Extensionista na FIPERJ – Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro. E-mail: guizanette@hotmail.com.

^{***} Mestre em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2002), Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense – IFFluminense, *campus* Rio Paraiba do Sul. E-mail: sergiogoncalvesbatista@gmail.com.

^{****} Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa, Brasil (2003). Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense – IFFluminense, *campus* Rio Paraiba do Sul. E-mail: vsantos@ifff.edu.br.

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

^{*****} Doutora em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professora do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense – IFFluminense, *campus* Cabo Frio. E-mail: adrianacabofrio@gmail.com.

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

1 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*, entre outras. Nesse sentido, atividades relacionadas ao ambiente que são realizadas em regiões costeiras podem ser afetadas por essas mudanças, como por exemplo, a aquicultura e a pesca.

Dentro da aquicultura, a maricultura, que é a área que envolve o cultivo de organismos marinhos como moluscos, peixes e crustáceos, apresenta um papel de destaque. 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).

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 pencas” de mexilhão de 1,0 a 1,5 metro 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 qualidade sanitária, na fisiologia 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).

Regiões com potencial para o desenvolvimento da miticultura (termo utilizado para o cultivo de mexilhões) devem ser monitoradas periodicamente com a finalidade de identificar e quantificar potenciais contaminantes que podem prejudicar o seu desenvolvimento. No cultivo da Praia Rasa em Armação dos Búzios, um dos principais riscos de contaminação do mexilhão pode se dar por via microbiológica. Desde 2004 uma estação de tratamento de águas residuárias está em operação próxima à fazenda marinha. O efluente final é despejado no canal da Marina Porto Búzios

com desemboque 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.

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 patógeno; e *Klebsiella pneumoniae*, um habitante intestinal patogênico menos comum.

Coliformes termotolerantes são definidos, de acordo com a Resolução n.º 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 tensoativos 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). Apesar de essa ser uma nomenclatura mais moderna para esse tipo de micro-organismo, há autores que ainda se referem a esse 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 de tais organismos suportarem grande variação de temperatura.

Com o desenvolvimento desse 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 desses requisitos (MPA, 2012b).

O objetivo do presente estudo foi monitorar, em um período de um ano (fevereiro de 2014 até março de 2015), a concentração de coliformes totais e termotolerantes da água de uma área de cultivo de mexilhão *Perna perna* e áreas adjacentes na Praia Rasa em Armação dos Búzios.

2 Materiais e métodos

2.1 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,

do qual se emancipou em 1995. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 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 oito quilômetros de extensão e 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).

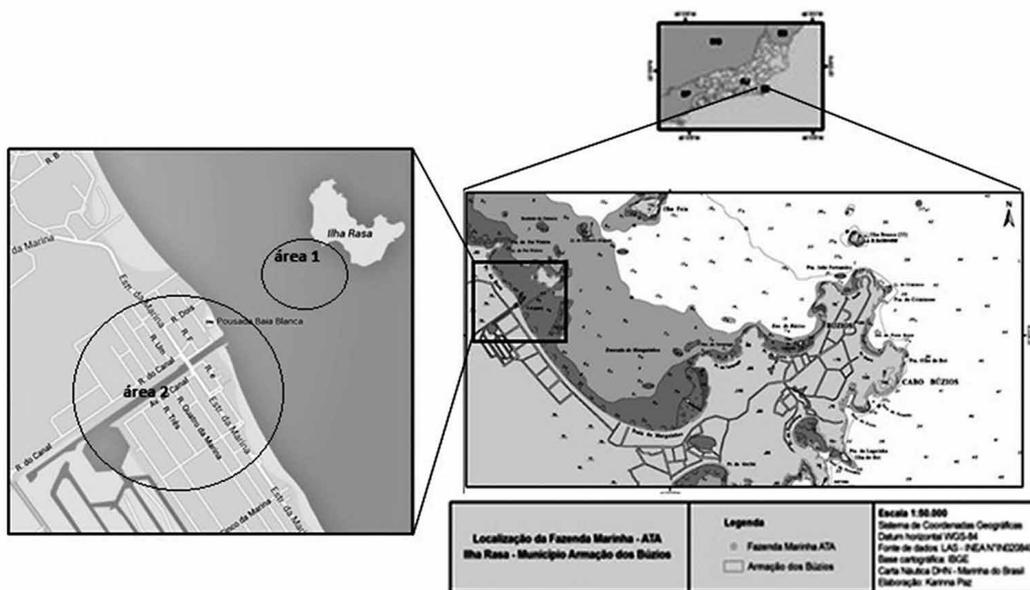


Figura 1. Localização geográfica do município de Armação dos Búzios (RJ) e as áreas de monitoramento desse estudo

Fonte: autoria desconhecida.

A coleta de água para análise bacteriológica 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 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 marina (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).

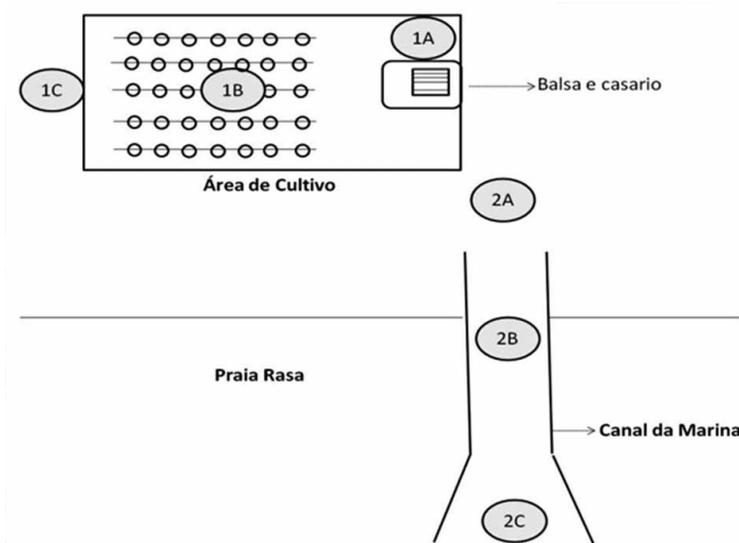


Figura 2. Esquema do delineamento dos pontos de coleta: área 1 ou área de cultivo (pontos 1A, 1B e 1C) e área 2 ou área de interferência da ETAR (pontos 2A, 2B e 2C).

Fonte: autoria própria

2.2 Coleta e Análise de laboratório

As amostragens de água para colimetria foram realizadas por meio da utilização de garrafas de 500 mL de água mineral lacradas e identificadas com o local e o período de coleta. O descarte da água mineral foi feito *in situ*. Após o descarte, as garrafas foram lavadas três vezes na água do mar e a coleta foi realizada a uma profundidade de cerca de 0,5 m em relação à superfície. As amostras de água foram acondicionadas em caixa isotérmica, 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 por meio do método de Colilert®. O período amostral foi de fevereiro de 2014 a março de 2015.

| 49 |

2.3 Tratamento de dados

Para mensurar o grau de correlação entre as densidades 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 $\alpha = 0,5$.

3 Resultados

3.1 Densidade de coliformes totais

3.1.1 Área 1

A quantidade de coliformes totais, em NMP/100 mL (Números Mais Prováveis por 100 mililitros de água), no entorno da balsa flutuante (Ponto 1.A), 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. Já no ponto 1.B as concentrações de coliformes totais foram superiores a 2419,6 NMP/100 mL em março de 2015. Assim como no ponto 1.A, as menores concentrações de coliformes totais no cultivo foram registradas nos meses de junho, julho e agosto de 2014. No ponto mais desprotegido do cultivo (Ponto 1.C), as concentrações de coliformes totais também foram superiores à concentração de 2419,6 NMP/mL em março de 2015. A segunda maior concentração foi registrada em outubro de 2014. As menores concentrações também foram registradas em junho, julho e agosto de 2014 (Tabela 1).

3.1.2 Área 2

As maiores concentrações de coliformes totais no ponto médio entre a fazenda marinha e a entrada do canal da marinha (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 do canal sob a ponte da Estrada da Marina (Ponto 2.B), as concentrações de coliformes totais foram elevadas em diversos períodos amostrais, sendo que os maiores valores foram encontrados nos meses de julho e outubro de 2014, e fevereiro e março de 2015. No interior do canal (Ponto 2.C), as concentrações de coliformes totais foram bastante elevadas em quase todos os períodos: fevereiro, junho, julho, outubro e dezembro de 2014, e fevereiro e março de 2015 (Tabela 1).

Tabela 1. 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

	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	2420	>2419,6	>2419,6

Fonte: autoria própria

3.2 Densidade de coliformes termotolerantes

3.2.1 Área 1

Quanto aos coliformes termotolerantes, de maior relevância para o monitoramento do cultivo, cuja concentração máxima permitida na água é de 43 NMP/100 mL (CONAMA, 2005) para água salina classe I, a maior concentração no Ponto 1.A foi registrada em fevereiro (>2419,6 NMP/100 mL) e março (1413,6 NMP/100 mL) de 2014. Por outro lado, as menores concentrações foram registradas em junho, julho e agosto de 2014 (tabela 2).

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. Em todos os demais períodos amostrados nesse ponto, as concentrações de coliformes termotolerantes estiveram abaixo de 43 NMP/100 mL (Tabela 2). No ponto mais externo ao cultivo (Ponto 1.C), as maiores concentrações foram obtidas em outubro e dezembro de 2014. Em todos os outros períodos, as concentrações de coliformes termotolerantes foram ou bastante reduzidas ou ausentes, como em julho de 2014 e fevereiro e março de 2015 (Tabela 2).

3.2.2 Área 2

No ponto médio entre a área de cultivo e a entrada do canal da marina (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). 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). Em outros dois meses amostrados, junho e outubro de 2014, as concentrações também foram bastante altas. Em março de 2014, coliformes termotolerantes estiveram ausentes na amostra. No interior do canal da Marina Porto Búzios (Ponto 2.C), a concentração de coliformes termotolerantes foi bastante elevada em fevereiro de 2014 e fevereiro e março de 2015 (2419,6 NMP/100 mL). Em julho de 2014, a densidade de coliformes termotolerantes foi inferior a 43 NMP/100 mL. Em março de 2014, coliformes termotolerantes estiveram ausentes na amostra (Tabela 2).

Tabela 2. Quantidade de coliformes termotolerantes apresentados em NMP/100 mL nos seis pontos de coleta no período compreendido entre fevereiro de 2014 e março de 2015

	Fev/ 2014	Mar/ 2014	Jun/ 2014	Jul/ 2014	Ago/ 2014	Out/ 2014	Dez/ 2014	Fev/ 2015	Mar/ 2015
Ponto 1.A	>2419,6	1414	10.1	0	5.2	102	461	37,9	15,6
Ponto 1.B	-	-	23.1	2	20.1	128	93.4	30,5	2,0
Ponto 1.C	-	-	1	0	7.3	121	173	27,5	0
Ponto 2.A	185	205	57.6	18.1	47.1	376	56.7	152,2	21,8
Ponto 2.B	60.8	-	710	44.6	13.5	1162	55.1	>2419,6	83,0
Ponto 2.C	>2419,6	-	710	38.1	50.4	1378	129	>2419,6	>2419,6

Fonte: autoria própria

Dessa forma, foi possível observar que **39%** das amostras apresentaram teores de coliformes termotolerantes acima do limite máximo permitido pela resolução CONAMA 357 na área 1, enquanto na área 2 o percentual foi de **88%**.

3.3 Correlações entre coliformes totais e coliformes termotolerantes

A correlação 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 do cultivo marinho) (Tabela 3).

Tabela 3. Pontos de coleta, descrição dos pontos, número de pontos e coeficientes *r* de Spearman relativos às Correlações não paramétricas realizadas entre as concentrações de coliformes totais e termotolerantes

Pontos de coleta	Descrição dos pontos	Número de pontos	Coefficiente <i>r</i> de Spearman
Ponto 1.A	Balsa flutuante da fazenda marinha	9	0,7628
Ponto 1.B	Ponto médio dentro da área de cultivo	7	0,3243
Ponto 1.C	Ponto mais externo do cultivo	7	0,3063
Ponto 2.A	Ponto médio entre o cultivo marinho e a entrada do canal da marinha	9	0,4352
Ponto 2.B	Entrada do canal sob a ponte da Estrada da Marina	8	0,5834
Ponto 2.C	Interior do canal da marina	8	0,4226

Fonte: autoria própria

3.4 Análise de Variância entre os pontos para coliformes totais e termotolerantes

Quando as concentrações de coliformes totais foram comparadas entre os pontos de amostragem, 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 4).

Tabela 4. Comparação entre os pontos, diferença das posições médias e valores de *p* para as densidades de coliformes totais (ns = não significativo; * estatisticamente significativo) (continua)

Comparação	Valor de <i>p</i>
Ponto 1A vs. Ponto 1B	<i>p</i> >0,05 (ns)
Ponto 1A vs. Ponto 1C	<i>p</i> >0,05 (ns)
Ponto 1A vs. Ponto 2A	<i>p</i> >0,05 (ns)
Ponto 1A vs. Ponto 2B	<i>p</i> >0,05 (ns)
Ponto 1A vs. Ponto 2C	<i>p</i> >0,05 (ns)
Ponto 1B vs. Ponto 1C	<i>p</i> >0,05 (ns)

Tabela 4. Comparação entre os pontos, diferença das posições médias e valores de p para as densidades de coliformes totais (ns = não significativo; *estatisticamente significativo) (conclusão)

Comparação	Valor de p
Ponto 1B vs. Ponto 2A	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 1B vs. Ponto 2B	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 1B vs. Ponto 2C	$p < 0,05$ *
Ponto 1C vs. Ponto 2A	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 1C vs. Ponto 2B	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 1C vs. Ponto 2C	$p < 0,05$ *
Ponto 2A vs. Ponto 2B	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 2A vs. Ponto 2C	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 2B vs. Ponto 2C	$p > 0,05$ (ns)

Fonte: autoria própria

Quando as concentrações de coliformes termotolerantes foram comparadas entre os pontos estudados, constatou-se 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 5. Comparação entre os pontos, diferença das posições médias e valores de p para as concentrações de coliformes termotolerantes (ns = não significativo; * significativo)

Comparação	Valor de p
Ponto 1A vs. Ponto 1B	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 1A vs. Ponto 1C	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 1A vs. Ponto 2A	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 1A vs. Ponto 2B	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 1A vs. Ponto 2C	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 1B vs. Ponto 1C	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 1B vs. Ponto 2A	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 1B vs. Ponto 2B	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 1B vs. Ponto 2C	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 1C vs. Ponto 2A	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 1C vs. Ponto 2B	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 1C vs. Ponto 2C	$p < 0,05$ *
Ponto 2A vs. Ponto 2B	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 2A vs. Ponto 2C	$p > 0,05$ (ns)
Ponto 2B vs. Ponto 2C	$p > 0,05$ (ns)

Fonte: Autoria própria

4 Discussão

As regiões de estuário estão sujeitas à contaminação por dejetos trazidos pelos rios, principalmente quando recebem despejo de esgotos ao longo de seu trajeto sem o devido tratamento (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 para melhorar o acesso à região continental do balneário e abrigar domicílios de uso ocasional que podem despejar eventualmente o efluente sem tratamento diretamente nesse 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.

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*, na água do local de cultivo de *Crassostrea brasiliiana* e *Crassostrea rhizophorae* principalmente no verão. As ostras são consumidas cruas pela população local, tornando-se um risco de contaminação mais evidente do que outras espécies que passam por cozimento. Os autores sugerem a inclusão no cultivo de um sistema de depuração de ostras na região. No ponto 1.B, no cultivo marinho da Praia Rasa, em 7 dos 9 períodos amostrados, as concentrações de coliformes termotolerantes estiveram abaixo de 43 NMP/100 mL, limite estabelecido pela Resolução n.º 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), enquanto em outubro e dezembro de 2014, a água de cultivo dos mexilhões não apresentava condições adequadas para consumo dos bivalves 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 citado, não é possível qualificar o sistema de cultivo da Praia Rasa como livre de poluição por efluentes urbanos.

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 no ambiente aquático no período de verão para coliformes termotolerantes foram de 148,6 NMP/100 mL e no inverno de 5,45NMP/100 mL. 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 esse 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, localizada na região das baixadas litorâneas, têm como uma das principais atividades econômicas o turismo no período de verão.

Em outro trabalho, realizado na Gamboa do Maciel, Paraná, Brasil, os resultados obtidos em pontos analisados situados à margem da gamboa não foram apropriados para o cultivo de ostras a serem consumidas cruas sem prévia depuração, devido à alta densidade de *E. coli* (valor máximo no ponto 1 – 1065,5 NMP/100 mL) e ao alto tempo de residência da água no local (KOLM; NOWICKI, 2011). Nesse mesmo estudo, constatou-se que os maiores valores ocorreram no período de seca (inverno). Os resultados encontrados na Praia Rasa foram contrários ao registrado na Gamboa do Maciel, pois as maiores densidades de coliformes totais e termotolerantes foram detectadas do período chuvoso (verão).

Apesar de a densidade de coliformes termotolerantes ter sido inferior a 43 NMP/100 mL na maioria dos pontos coletados (61% das amostras), na área 1 (água próximo do cultivo), recomenda-se uma análise da concentração de coliformes totais e termotolerantes no tecido dos mexilhões cultivados, visto ser esse o método estabelecido pela Instrução Normativa Interministerial n.º 07, de 8 de maio de 2007, que institui o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (PNCMB). De acordo com esse 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 nesses critérios.

A área 2 é o principal ambiente fornecedor de coliformes totais e termotolerantes para a área de cultivo. Sendo que a maioria dos pontos analisados ultrapassou o limite máximo de coliformes termotolerantes, demonstrando a urgente necessidade de otimizar os sistemas de tratamento de efluentes residenciais, principalmente no período da alta temporada.

Os testes de correlação 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, sendo apenas relevantes a da balsa flutuante do cultivo marinho (ponto 1.A) e a da entrada do canal sob a ponte da estrada da marina (ponto 2B). Esse resultado pode indicar que, nos demais pontos, as concentrações de coliformes totais, que não dependem da contribuição das fezes humanas ou de outros animais homeotérmicos, podem estar relacionadas a outras fontes autóctones.

No estudo realizado na Baía de Guanabara no início dos anos 2000, constatou-se que, entre as cinco estações analisadas, dois grupos foram formados (PINHEIRO-JÚNIOR et al., 2002). De acordo com esses 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 dos Búzios, a circulação pode também afetar a distribuição dos micro-organismos. Foi possível verificar que a área mais protegida, o interior do canal, difere da área de maior hidrodinamismo, o ponto externo ao cultivo, quanto às concentrações de coliformes termotolerantes.

5 Conclusões

Em estudo realizado na Praia Rasa, Armação dos Búzios, entre fevereiro de 2014 e março de 2015, constatou-se que as áreas de cultivo apresentaram teores de coliformes termotolerantes acima do que recomenda a resolução CONAMA 357 em pelo menos quatro coletas. Além disso, 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. Esses dados indicam possível influência da área 2 (canal da marina) na área 1 (cultivo de moluscos marinhos) no que concerne aos teores de coliformes termotolerantes. 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. Verificou-se a necessidade de realização de monitoramento contínuo da água e/ou carne do mexilhão produzido na fazenda marinha da Praia Rasa. Destaca-se o período de alto fluxo populacional (verão) decorrente da atividade do turismo. Nesse período, aumenta a eliminação de efluentes não tratados no canal da marina, colocando em risco os consumidores do bivalve cultivado. Sendo assim, o cultivo deve ser acompanhado com gestão adequada fazendo uso de processos de depuração que tornem o consumo do bivalve seguro.

Referências

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.

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). *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: CONGRESSO NACIONAL EM EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 5., 2009, Niterói. *Anais...* 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.

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: Multiref, 2004. p. 221-250.

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.

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

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.

MPA. MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. *Instrução normativa n.º 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 n.º 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.

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>. Acesso em: 6 nov. 2010.

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.