

Artigo Técnico

Qualidade microbiológica da água e dos mexilhões *Perna perna* (Linnaeus, 1758) cultivados em Piúma, Espírito Santo, Brasil

Microbiological quality of water and Perna perna (Linnaeus, 1758) mussels cultivated in Piúma, Espírito Santo, Brazil

Breno Ribeiro da Silva^{1*} , Suzana Bianchini Menegardo¹ , Paulo Henrique Rocha Aride² , Henrique David Lavander¹ , Flávia Regina Spago¹ , Thiago Bernardo de Souza¹ 

RESUMO

ABSTRACT

Este estudo objetivou verificar a qualidade microbiológica da água e dos mexilhões cultivados pela Associação dos Maricultores de Piúma (AMPI), Espírito Santo, Brasil. Foram realizadas sete coletas de água e mexilhões, mensalmente, entre outubro de 2016 e maio de 2017. Os mexilhões foram coletados nos *long lines* da AMPI, e em cada mês foram coletados 40 mexilhões *Perna perna* e 100 mL de água do local. O material coletado foi destinado ao laboratório para a realização das análises microbiológicas em duplicata, número mais provável de coliformes totais (CT) e termotolerantes (Ctt), presença ou ausência de *Salmonella* sp e número de unidades formadoras de colônias de *Staphylococcus aureus*. Os resultados mostraram que o número de Ctt nas amostras de água no mês de janeiro estavam acima do permitido pela Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Já os níveis de Ctt e *Staphylococcus aureus* na carne dos mexilhões mostraram-se dentro do limite aceitável pela RDC nº 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Entretanto, foram encontradas bactérias com características do gênero *Salmonella* sp nos meses de dezembro e março nos mexilhões, impossibilitando sua comercialização e seu consumo. Durante esses meses, a cidade tem alto fluxo de turistas. Por fim, recomenda-se a realização das análises microbiológicas continuamente, principalmente no período do verão, época que tem grande fluxo de turistas no município de Piúma e que registrou presença de *Salmonella* na carne dos mexilhões e níveis de Ctt na água acima do permitido pelas legislações vigentes.

This study aimed to verify the microbiological quality of water and mussels cultivated by the Piúma Farmers Association (*Associação dos Maricultores de Piúma* – AMPI), Espírito Santo, Brazil. Seven samples of water and mussels were collected monthly from October 2016 to May 2017. The mussels were collected from the long lines of the AMPI, and in each month 40 mussels *Perna perna* and 100 mL of water were sampled from the site. The collected material was sent to the laboratory for duplicate microbiological analysis, Most Probable Number of Total (CT) and Thermotolerant (Ctt) coliforms, presence or absence of *Salmonella* sp and number of *Staphylococcus aureus* colony forming units. The results showed that the number of Ctt in the water samples in January was higher than that allowed by Resolution 357 of the National Environment Council (*Conselho Nacional do Meio Ambiente* – CONAMA). The levels of Ctt and *Staphylococcus aureus* in mussel meat were within the acceptable range by the Brazilian National Environment Council (*Agência Nacional de Vigilância Sanitária* – ANVISA) Resolution RDC No. 12. However, colonies with characteristics of *Salmonella* sp were found in December and March in the mussels, making it impossible to sell and consume. This period coincides with a high flow of tourists in the municipality. Finally, it is recommended to perform microbiological analyzes continuously, especially in the summer, where there are a lot of tourists in the city of Piúma, period that showed the presence of *Salmonella* in the meat of mussels and Ctt levels in water above the allowed current legislation.

Palavras-chave: coliformes totais; coliformes termotolerantes; estafilococos; *Salmonella*; moluscos bivalves; mytilidae; cultivo de mexilhão.

Keywords: total coliforms; thermotolerant coliforms; staphylococci; *Salmonella*; bivalve molluscs; mytilidae; mussel cultivation.

INTRODUÇÃO

A exploração comercial excessiva sobre os recursos marinhos vem afetando a quantidade de pescado que é capturado, reduzindo o seu volume de maneira

significativa para as comunidades litorâneas (FAO, 2018). O declínio do setor pesqueiro, em conjunto com o contínuo processo de degradação ambiental, vem contribuindo para o desequilíbrio dos ecossistemas e das comunidades

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Piúma (ES), Brasil.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – Manaus (AM), Brasil.

*Autor correspondente: breno_ribeiro4@hotmail.com

Conflitos de interesse: os autores declaram não haver conflito de interesses.

Financiamento: nenhum.

Recebido: 19/10/2018 – Aceito: 30/10/2019 – Reg. ABES: 20180169

pesqueiras, levando vários profissionais do setor a buscarem novas fontes de renda (BRASIL, 2011). Nesse contexto, a maricultura surgiu como alternativa que contribui para a minimização das diferenças sociais, criação de novos postos de trabalhos e, conseqüentemente, geração de renda para essas comunidades (SILVESTRI; BERNADOCHI; TURRA, 2011). A aquicultura, por meio da maricultura sustentável, pode contribuir para a diminuição da fome e a pobreza nas regiões litorâneas, tornando-se importante fonte de renda. Como exemplo, tem-se o cultivo de mexilhão e ostras no estado de Santa Catarina, que, segundo Ostrensky (2008) e Pereira e Rocha (2015), pode contribuir para o aumento da renda de diversas famílias de pequenos produtores, fundamentada principalmente nos baixos custos de produção.

A miticultura (cultivo de mexilhões) no Brasil teve início em meados de 1970, quando pesquisadores da Universidade São Paulo, do Instituto de Pesca de São Paulo e do Instituto de Pesquisas da Marinha do Rio de Janeiro implementaram cultivos experimentais com a intenção de obter informações técnicas, para posteriormente poderem incentivar o desenvolvimento da atividade por meio da disseminação do conhecimento para os interessados. No entanto, somente a partir do fim da década de 1990 que Santa Catarina foi o primeiro estado a realizar o cultivo de mexilhões em escala comercial, por meio de parcerias entre o Laboratório de Mexilhões da Universidade Federal de Santa Catarina, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) e as comunidades de pescadores artesanais da região (OLIVEIRA NETO, 2005).

No estado do Espírito Santo, no ano de 1987, iniciaram-se projetos experimentais voltados para a maricultura, sendo o município de Piúma o pioneiro. Nessa cidade foram implementados projetos pilotos de cultivo de vieiras *Nodipecten nodosus*, mexilhões *Perna perna* e ostras japonesas *Crassostrea gigas* (SODRÉ; FREITAS; REZENDE, 2008). O cultivo de moluscos bivalves nesse município ocorre até os dias de hoje, em local abrigado na Ilha dos Cabritos, a 600 m da costa, com profundidade média de 4 m, salinidade média de 35 ppm (± 2), temperatura média da água de 24°C (± 2) e localidade próxima ao estuário (SOUZA et al., 2019).

O fortalecimento da atividade de maricultura no município ocorreu em 2014, ano que foi fundada a Associação dos Maricultores de Piúma (AMPI), atualmente composta por 12 famílias. A maioria dos produtores realiza o cultivo dos mexilhões *P. perna* por meio da coleta de sementes dos costões rochosos da região e as deposita para engorda em sistema suspenso de *long lines*.

Os moluscos bivalves, tais como os mexilhões, as ostras e as vieiras, são organismos filtradores ativos de água para a obtenção de alimento e oxigênio (SALLES; MACEDO; FIGUEIREDO, 2017). Quaisquer agentes presentes na água, podendo ser de natureza biológica (como vírus, bactérias, toxinas e parasitas) e de natureza química (como antibióticos, resíduos de pesticidas e até metais pesados), são filtrados e permanecem concentrados em seus tecidos (ARAÚJO et al., 2016). O consumo desses organismos está diretamente relacionado à saúde pública, pois pode acarretar a ingestão desses elementos absorvidos em seus tecidos, desde nutrientes a diversos patógenos (VIEIRA, 2003). Assim, os moluscos bivalves são bioindicadores de qualidade ambiental, ou seja, seu sistema imunológico funciona como agente de alerta a modificações do ambiente, pois ao serem retirados para análises, é possível constatar quaisquer alterações (FERREIRA et al., 2013).

A qualidade sanitária, tanto da água do mar quanto dos organismos utilizados como fonte de alimento, é de extrema importância, pois a ingestão de

alimentos e/ou água contaminados por micro-organismos patogênicos causa ao consumidor diversas complicações, como as doenças diarreicas (GOMES et al., 2017). Entre os anos de 2000 e 2017, houve a notificação de 105 casos envolvendo surtos alimentares oriundos de pescados no país (BRASIL, 2019).

Dentre os parâmetros microbiológicos mais analisados para moluscos bivalves estão o grupo dos coliformes, principalmente os termotolerantes, no qual o mais avaliado é a bactéria *Escherichia coli*, seguido de outros grupos, como estafilococos e salmonelas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). Segundo Silva-Souza (2006), é imprescindível que seja realizado o maior número possível de análises microbiológicas tanto nos costões rochosos quanto no cultivo de mexilhões e que, posteriormente, práticas de controle e prevenção de contaminação sejam aplicadas, para que se tenha a garantia na qualidade desses organismos como alimento quando comercializados.

Para essas análises existem leis específicas, em cada país, que estabelecem critérios e normas de controle da qualidade desses organismos destinados à alimentação. No Brasil, o Ministério da Saúde e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelecem níveis microbiológicos permitidos para os moluscos bivalves cultivados e comercializados em território nacional, conforme a RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2001), e a legislação do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005).

Vale ressaltar que a economia do município de Piúma tem fortes traços relacionados à atividade pesqueira, tendo em vista a grande quantidade de desembarques realizados no município e a grande quantidade de pescadores e maricultores registrados (BASÍLIO et al., 2015). Entre as atividades aquícolas, a miticultura apresenta-se como altamente rentável e sustentável, uma vez que não produz efluente no corpo hídrico (FAO, 2018). Entretanto, apesar de o cultivo de moluscos bivalves ocorrer no município de Piúma desde 1987, nunca existiu monitoramento microbiológico na área do cultivo e dos mexilhões produzidos, e ressalta-se que este é o primeiro trabalho que tem essa finalidade. Assim, o presente estudo visa estabelecer um cenário da qualidade microbiológica dos bivalves produzidos no município de Piúma.

METODOLOGIA

Coleta e preparo das amostras

As coletas dos mexilhões foram realizadas em estruturas de cultivo suspensas, *long lines* da AMPI, localizadas próximo à Ilha dos Cabritos no município de Piúma, sul do Espírito Santo (20°51'18.37"S - 40°43'45.42"O). Foram realizadas coletas mensalmente entre os meses de outubro de 2016 e maio de 2017. Em cada coleta foi realizada a captura manual de cerca de 40 mexilhões *P. perna*. As amostras de água foram coletadas na coluna d'água (50 cm), próxima à superfície, manualmente com o auxílio de frascos de vidro graduados de 500 mL previamente esterilizados. Tanto os mexilhões quanto a água coletada foram armazenados em bolsa térmica com gelo para transporte até o laboratório de Ecologia Microbiana do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), *Campus Piúma*. Todas as análises foram realizadas em duplicata, sendo denominadas em repetição um (R1) e repetição dois (R2).

Os mexilhões foram lavados com água doce e posteriormente foi realizada a limpeza mecânica (externa) com o auxílio de uma espátula esterilizada, para a retirada de organismos incrustantes. As valvas dos mexilhões

foram abertas utilizando espátula esterilizada, e a carne (tecido/partes moles) foi retirada e depositada em um saco plástico. Para cada amostra foram pesados 25 g de tecido e a ele foram adicionados 225 mL de solução salina 0,85% contendo 0,1% de peptona. A amostra foi levada ao homogeneizador Boitton MK 1204 por 20 minutos. Toda a metodologia utilizada no presente estudo foi baseada no descrito pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012).

Micro-organismos analisados

Coliformes totais e termotolerantes

Para o teste presuntivo de coliformes, a amostra homogeneizada (dilução 10^{-1}) da carne do mexilhão e a amostra de água foram transferidas, separadamente, para tubos de ensaio com 9 mL de caldo lactosado, contendo um tubo de Durhan invertido, em 3 séries de 5 repetições cada, sendo uma série de 10 mL, outra de 1 mL e outra de 0,1 mL de amostra. Os tubos foram incubados a 35°C por 48 horas.

Para os testes confirmativos, as amostras que apresentaram crescimento bacteriano e formação de gás no tubo de Durhan foram transferidas com alça de platina para o caldo verde brilhante bile 2% (VB) e para o caldo *E. coli* (EC), respectivamente, contendo um tubo de Durhan invertido. O caldo VB foi incubado a 35°C por 48 horas, para a contagem da densidade de coliformes totais (CT), e o caldo EC foi incubado a 45°C por 24 horas, para a contagem de coliformes termotolerantes (Ctt).

Os tubos de ensaio com turvação do meio de cultura e presença de gás nos tubos de Durham foram considerados positivos para a presença de coliformes. Os resultados foram expressos por meio do número mais provável (NMP).

Staphylococcus aureus

Após o preparo da amostra homogeneizada de mexilhão, foi retirada uma alíquota de 100 µL e transferida para ágar Baird Parker acrescido de telurito de potássio e gema de ovo, e as placas foram incubadas a 35°C por 48 horas. Após esse período, as colônias negras ou cinzas, brilhantes e convexas com halo branco foram isoladas para os testes confirmativos de coloração de Gram, utilização anaeróbica de glicose e manitol, catalase e coagulase. Foram consideradas como *S. aureus* todas as colônias Gram-positivas em forma de cocos em cachos, catalase positiva e reação de coagulase de níveis três e quatro, de acordo com Silva *et al.* (2010).

Salmonella spp.

A amostra homogeneizada de mexilhão foi incubada em estufa por 18 horas a temperatura de 37°C (pré-enriquecimento). Após, foi realizado o enriquecimento transferindo 1 mL da amostra pré-enriquecida para um tubo contendo 10 mL de caldo Selenito Cistina (SC) e 0,1 mL para tubo contendo 10 mL de caldo Rappaport Vassiliadis (RP). O caldo SC foi incubado a temperatura de 37°C e o caldo RP, a 41,5°C, ambos por 24 horas. Após 24 horas, as amostras do RP e do SC foram transferidas com o auxílio de uma alça de platina para ágar de desoxicolato-lisina-xilose (XLD) e ágar verde brilhante e, posteriormente, incubadas a 37°C por 24 horas. As colônias com coloração típica de *Salmonella sp* (XLD — colônias rosa-escuro, com centro preto e zona avermelhada levemente transparente ao redor; VB — colônias rosas) foram isoladas em placas de petri contendo o meio de cultura ágar nutriente (AN). Foram realizados os testes bioquímicos descritos por Silva *et al.* (2010).

Índices pluviométricos

A obtenção dos índices contendo os valores das precipitações médias no município de Piúma foram baseadas nas coletas realizadas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), por meio das publicações em seus boletins trimestrais (MEDEIROS *et al.*, 2016; 2017).

RESULTADOS

Observou-se que a quantidade de CT na água do cultivo oscilou de < 2 até > 1.600 NMP/100 mL, já o Ctt variou de < 2 até 375 NMP/100 mL, ambos os grupos com os maiores níveis no mês de janeiro, conforme apresentado na (Tabela 1).

Os resultados de CT analisados nos mexilhões *P. perna* variaram de 28 até > 1.600 NMP/g, já o número de Ctt variou de < 2 até 21,5 NMP/g. A densidade de *S. aureus* variou de $1,28 \times 10^2$ a $4,35 \times 10^3$ UFC/g, sendo a maior detectada em outubro e a menor em abril. Por fim, bactérias do gênero *Salmonella* foram detectadas nos meses de dezembro e março. Todos os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Os índices de precipitações durante os meses das coletas estão dispostos na Figura 1. Os meses de novembro, dezembro e março obtiveram os maiores níveis de precipitação.

DISCUSSÃO

Consoante a Resolução nº 357 do CONAMA (BRASIL, 2005), ao longo dos sete meses de coletas, somente o mês de janeiro apresentou níveis de Ctt na água de cultivo (375 NMP/100 mL) acima do limite estabelecido pela legislação. Segundo a Resolução nº 357 do CONAMA, para os níveis de Ctt estarem de acordo com o exigido é necessário que não excedam 88 Ctt por 100 mL e, dentre todas as coletas, 90% estejam dentro do permitido (BRASIL, 2005). Doi, Oliveira e Barbieri (2015) afirmam que, dentre os diversos micro-organismos detectados por meio da análise microbiológica, os Ctt merecem extrema atenção, pois a sua presença indica contaminação microbiana de origem fecal advinda, exclusivamente, de animais de sangue quente (homeotérmicos), como, por exemplo, seres humanos. Em determinadas concentrações, esses coliformes indicam condições sanitárias insatisfatórias.

As áreas marinhas que realizam o cultivo de moluscos bivalves no mundo estão cada vez mais atentas aos níveis microbiológicos da sua área de cultivo, bem como dos organismos ali cultivados, principalmente pelas altas densidades

Tabela 1 – Densidades de coliformes totais e coliformes termotolerantes encontradas na água do cultivo de mexilhão *Perna perna* no litoral sul do Espírito Santo.

Densidade de coliformes totais NMP/100 mL							
	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Mar.	Abr.	Mai.
Média	12	40	925	> 1.600	13,15	< 2	600
DP	7,07	14,14	813,17	0	5,44	0	424,26
Densidades de coliformes termotolerantes NMP/100 mL							
	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Mar.	Abr.	Mai.
Média	< 2	< 2	7	375*	< 2	< 2	< 2
DP	0	0	0	35,35	0	0	0

NMP: número mais provável; DP: desvio padrão; *níveis acima do permitido pela legislação. Fonte: primária.

de Ctt encontradas nos monitoramentos, comumente associadas à poluição de águas costeiras e ao aporte de água doce com presença de componentes fecais (SHAPIRO *et al.*, 2018). No Brasil, ao realizar os monitoramentos nas águas marinhas, os resultados não são muito diferentes, principalmente pelas altas densidades de Ctt encontradas nos moluscos, tais como as descritas por Garcia e Barroso (2007), ao avaliarem a qualidade microbiológica da água do cultivo e da carne de mexilhões *P. perna* no município de Anchieta, litoral sul do Espírito Santo, no qual encontraram nível máximo de 1.600 NMP/100 mL para a carne dos mexilhões. Ballesteros *et al.* (2016), em sua pesquisa com ostras *Crassostrea sp* em Cananéia, São Paulo, encontraram densidade de Ctt de até 981 NMP/100 mL para a carne das ostras. Freitas *et al.* (2017), em pesquisa com ostras nativas realizada na Reserva Extrativista Marinha Baía do Iguape, no município de Cachoeira, estado da Bahia, obtiveram densidade máxima de Ctt de 350 NMP/100 mL em suas amostras da carne de ostras. Ao avaliarmos a qualidade da água de produção de mexilhões e outros moluscos bivalves nas demais localidades do Brasil, observamos que a densidade de Ctt encontrada neste trabalho foi menor ou apresentou níveis próximos, ao compararmos com os resultados das pesquisas descritas anteriormente.

As densidades de Ctt da carne dos mexilhões em NMP/g e *S. aureus* em UFC/g mostram-se dentro do limite aceitável pela RDC nº 12/2001 (ANVISA), sendo que a maior densidade de Ctt no mexilhão foi detectada no mês de janeiro e as menores, em março e abril (BRASIL, 2001). A maior densidade de *S. aureus* foi detectada no mês de outubro e a menor, em abril. Segundo a mesma resolução, a *Salmonella sp* deve estar ausente em 25 g de amostra de moluscos bivalves consumidos in natura, cozidos, industrializados e processados. No entanto, no presente trabalho foi detectada a presença de *Salmonella sp* nos meses de dezembro e março, o que inviabilizaria o consumo dos mexilhões durante esses meses, uma vez que a presença de *Salmonella* em moluscos bivalves tem sido frequentemente relacionada à veiculação de gastroenterites e toxinfecções em populações que os consomem crus ou cozidos precariamente, tal como afirmam Silva *et al.* (2016). Passos (2011) relatou fato semelhante ao avaliar a presença de *Salmonella* em mexilhões *P. perna* na Baía de Santos. A técnica de depuração é descrita por diversos autores como uma alternativa para eliminar a presença de contaminantes e patógenos maléficos ao consumo humano. Trombetta e Normande (2017) afirmam em sua pesquisa com ostras, realizada em Coruripe, Alagoas, que, após elas passarem pelo processo de depuração, a presença de *Salmonella sp.* no tecido dos organismos foi eliminada em 24 horas. O estudo de Ballesteros *et al.* (2016) com ostras *Crassostrea sp* em

Cananéia, São Paulo, corrobora que as ostras analisadas obtiveram reduções significativas nas concentrações de Ctt por meio de utilização do processo de depuração. Tal técnica tem como princípio a manutenção dos moluscos por um tempo médio de 24 horas, em água limpa e esterilizada, com objetivo de que elas façam a filtração dessa água e, conseqüentemente os patógenos e coliformes contidos nos tecidos sejam excretados pelas fezes.

Parvery *et al.* (1974) observaram que a precipitação pluviométrica tende a aumentar o isolamento de salmonelas na água, pois acaba revirando a matéria orgânica no leito dos cursos d'água, onde há maior concentração de micro-organismos. Nesta pesquisa, a análise de *Salmonella* foi feita em amostras de mexilhão, e nos meses de dezembro (2016) e março (2017) foram identificadas cepas com características de *Salmonella sp.* A área marinha do cultivo de mexilhões *P. perna* no município de Piúma, litoral sul do Espírito Santo, encontra-se a aproximadamente 2 km de distância do estuário, que por sua vez encontra-se próximo ao rio do município, o Rio Piúma, no entorno do qual existem várias habitações que não têm coleta de esgoto e que despejam diretamente seus rejeitos no recurso hídrico. Dentre os meses analisados, dezembro e março apresentaram os maiores índices de precipitação — 233,6 e 123 mL, respectivamente (MEDEIROS *et al.* 2016; 2017), bem como apresentaram níveis acima da média histórica para o município, o que pode ter influenciado a ressuspensão das bactérias contidas no esgoto não tratado trazidas dos estuários que acumularam no fundo do mar na região litorânea. Por sua vez, essas células presentes no sedimento são ingeridas e concentradas

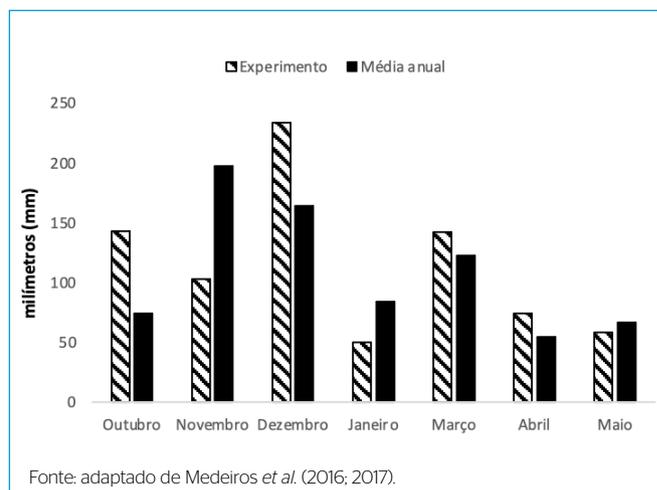


Figura 1 - Comparação entre dados pluviométricos pontuais com dados históricos.

Tabela 2 - Análises microbiológicas dos mexilhões *Perna perna* coletados em cultivo no litoral sul do Espírito Santo.

Mês	Coliformes totais (NMP/g)		Coliformes termotolerantes (NMP/g)		Staphylococcus aureus (UFC/g)		Salmonella sp.
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média
Out.	36,5	19,09	< 2	0	4,35×10 ³	0,07	-
Nov.	220	82,72	< 2	0	3,4×10 ³	1,27	-
Dez.	461,5	620,13	5,5	2,12	1,4×10 ³	0,14	+ *
Jan.	1600	0	21,5	6,36	1,98×10 ³	0,7	-
Mar.	51	39,59	0	0	1,1×10 ³	5,65	+ *
Abr.	28	7,07	0	0	1,28×10 ²	1,29	-
Mai.	186,5	231,22	2	1,41	8,5×10 ²	0,28	-

NMP: número mais provável; DP: desvio padrão; UFC: unidades formadoras de colônia; -: ausência; +: presença; *níveis acima do permitido pela legislação. Fonte: primária.

pelos mexilhões por meio da filtração, fato considerado, nesta pesquisa, a principal hipótese para a presença da *Salmonella* na carne desses moluscos.

O estudo de Galvão *et al.* (2006) descreve relação direta entre níveis de Ctt e *Salmonella* na carne de mexilhões *P. perna*, o que não foi observado nesta pesquisa. Entretanto, o estudo de Ballesteros *et al.* (2016) observou que os picos de CT e Ctt e a presença de *Salmonella* ocorreram na época de temporada turística da cidade de Cananéia, São Paulo, onde aconteceram as coletas, assim como ocorreu parcialmente no presente estudo, no qual nos meses de dezembro e março, que coincidem com a época de maior fluxo de turistas na cidade de Piúma, foi encontrada a presença de *Salmonella* na carne dos mexilhões. A cidade tem população de 22 mil habitantes, mas no período de verão esse número pode chegar a mais de 100 mil pessoas. Com esse expressivo aumento da população no município, ocorre maior aporte de águas residuais nos rios e, conseqüentemente, no estuário, o que influenciará diretamente a área do cultivo de moluscos bivalves, devido ao cultivo estar próximo ao estuário. Dessa forma, as concentrações de Ctt e de *Salmonella* na água e nos mexilhões durante esse período podem sofrer alterações bruscas e, conseqüentemente, interferir na análise dos resultados microbiológicos da área de estudo (SILVEIRA *et al.*, 2016).

A qualidade de água analisada pode ser influenciada por diversos fatores ambientais, tais como: salinidade, turbidez, pH, pluviosidade, marés, entre outros. Dessa forma, esses fatores podem alterar a fisiologia, a adaptação do organismo e até a sobrevivência desses no ambiente (RAMOS *et al.*, 2010; MIGNANI *et al.*, 2013). Em países da Europa, algumas agências reguladoras e fazendas marinhas se utilizam da modelagem matemática com inúmeras variáveis ambientais, desde pluviosidade até turbidez da água, e assim conseguem indicar com maior precisão os níveis de contaminação microbiológica ao considerar essas variáveis (GOURMELON *et al.*, 2010).

Ao término da pesquisa, enfatiza-se que mesmo havendo legislações específicas que tratam a respeito da questão microbiológica no Brasil, existem poucos sistemas de monitoramento de qualidade de água dos recursos hídricos no país (VASCO *et al.*, 2010). Reafirma-se a importância do monitoramento constante de áreas onde há cultivo ou bancos de moluscos bivalves voltados ao consumo, para que seja avaliada a qualidade do produto e do local onde estão sendo cultivados, a fim de detectar possíveis causas de contaminação.

Levando-se em consideração a detecção de concentrações elevadas nos meses com grande presença de turistas na cidade de Piúma e que nos meses

seguintes os índices se regularizaram e apresentaram concentrações inferiores, é recomendada a realização de amostragem temporal mais ampla, para que se conclua que realmente durante esses períodos os mexilhões *P. perna* não podem ser consumidos e comercializados. Caso esse quadro continue, recomenda-se a utilização da técnica de depuração dos moluscos bivalves antes da comercialização, tal como é recomendado pelo Programa Nacional de Controle Higiénico Sanitário de Moluscos Bivalves (SOUZA; PETCOV; NOVAES, 2015).

Tendo em vista o potencial aquícola que a região apresenta, bem como uma faixa de litoral significativa, a maricultura no município de Piúma tem capacidade de ampliar suas atividades de forma sustentável, gerando renda, inclusão social e melhoria de qualidade de vida para os moradores e a econômica local.

CONCLUSÕES

O número de Ctt analisados na água do cultivo apenas no mês de janeiro permaneceu acima do estabelecido pela legislação. Os níveis de Ctt e *Staphylococcus aureus* na carne dos mexilhões *P. perna* no mês de janeiro, mostraram-se dentro do limite aceitável sendo estes aptos ao consumo. Nos períodos de aumento populacional (cidade turística), os níveis de contaminação são alterados, devendo ser observados as avaliações de qualidade do produto para a possibilidade de comercialização e consumo. A presença de *Salmonella* em períodos pontuais (dez e março) inviabiliza o consumo e ou comercialização antes da realização do processo de depuração.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Silva, B. R.: Conceituação, Curadoria de Dados, Análise Formal, Investigação, Escrita — Primeira Redação, Escrita — Revisão e Edição. Menegardo, S. B.: Análise Formal, Metodologia. Aride, P. H. R.: Conceituação, Supervisão, Validação, Escrita — Revisão e Edição. Lavander, H. D.: Conceituação, Curadoria de Dados, Análise Formal, Investigação, Supervisão, Escrita — Revisão e Edição. Spago, F. R.: Conceituação, Curadoria de Dados, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Administração do Projeto, Supervisão, Validação, Visualização, Escrita — Revisão e Edição. Souza, T.B.: Conceituação, Supervisão, Escrita — Revisão e Edição.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22. ed. Washington, DC.: APHA, AWWA, WEF, 2012. 1120 p.

ARAÚJO, C.F.S.; LOPES, M.V.; VASQUEZ, M.R.; PORCINO, T.S.; RIBEIRO, A.S.V.; RODRIGUES, J.L.G.; OLIVEIRA, S.S.P.; MENEZES-FILHO, J.A. Cadmium and lead in seafood from the Aratu Bay, Brazil and the human health risk assessment. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 188, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5262-y>

BALLESTEROS, E.R.; ANDRADE, V.C.; BARBIERI, E.; PINTO, A.B.; OLIVEIRA, R.S.; OLIVEIRA, A.J.F.C. Qualidade microbiológica de ostras

(*Crassostrea sp*) e de águas coletadas em cultivos e em bancos naturais de Cananéia (SP). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 42, n. 1, p. 134-144, 2016. <https://doi.org/10.5007/1678-2305.2016v42n1p134>

BASILIO, T.H.; SILVA, E.V.; FIORESI, D.B.; GOMES, M.P.; GARCEZ, D.S. Sustentabilidade das atividades pesqueiras do município de Piúma, litoral sul do Espírito Santo, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 48, n. 1, p. 69-86, 2015. <https://doi.org/10.32360/acmar.v48i1.5865>

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões

microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, Seção 1, 10 jan. 2001.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a qualidade dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Coordenação Geral de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). *Surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil*. Brasília: SINAN, 2019. Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/>. Acesso em: 22 maio 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). *Quarto relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica*. Brasília: MMA, 2011. 248 p.

DOI, S.A.; OLIVEIRA, A.J.F.C.; BARBIERI, E. Determinação de coliformes na água e no tecido mole das ostras extraídas em Cananéia, São Paulo, Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Cananéia, v. 20, n. 1, p. 111-118, 2015. <http://doi.org/10.1590/S1413-41522015020000125658>

FERREIRA, M.S.; MÁRSICO, E.T.; CONTE JUNIOR, C.A.; MARQUES JÚNIOR, A.N.; MANO, S.B.; SÃO CLEMENTE, S.C. Contaminação por metais traço em mexilhões *Perna perna* da costa brasileira. *Ciência Rural*, Niterói, v. 43, n. 6, p. 1012-1020, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013005000062>

FREITAS, F.; NEIVA, G.S.; CRUZ, E.S.; SANTANA, J.M.; SILVA, I.M.M.; MENDONÇA, F.S. Qualidade microbiológica e fatores ambientais de áreas estuarinas da Reserva Extrativista Marinha Baía do Iguape (Bahia) destinadas ao cultivo de ostras nativas. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 22, n. 4, p. 723-729, 2017. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522016153707>

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 cultivados na região de Ubatuba, SP. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1124-1129, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000600013>

GARCIA, A.N.; BARROSO, G.F. Qualidade sanitária da água e do mexilhão *Perna perna* na área de cultivo de Anchieta (ES). In: BARROSO, G.F.; POERSCH, L.H.S.; CAVALLI, R.O. (org.). *Sistemas de cultivos aquícolas na zona costeira do Brasil: recursos, tecnologias, aspectos ambientais e sócio-econômicos*. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 2007. p. 243-250.

GOMES, L.O.; MATOS, H.J.; SILVA, M.C.M.; LOUREIRO, E.C.B.; MACARENHAS, J.D.P.; GABBAY, Y.B.; ROCHA, D.C.C. Aspectos epidemiológicos das enteroinfecções bacterianas em menores de 5 anos de idade em Rio Branco, Estado do Acre, Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, Ananindeua, v. 8, n. 4, p. 35-43, 2017. <https://doi.org/10.5123/s2176-62232017000400008>

GOURMELON, M.; LAZURE, P.; HERVIO-HEATH, J.C.; CAPRAIS, M.P.; GUYADER, F.S.; CATHERINE, M.; POMMEPUY, M. Microbial modelling in coastal environments and early warning systems: useful tools to limit shellfish microbial contamination. In: REES, G.; POND, K.; KAY, D.; BARTRAM, J.; SANTO DOMINGO, J. (org.). *Safe Management of Shellfish and Harvest Waters*. Londres: World Health Organization, 2010. p. 22.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos para Análise de Alimentos*. 2. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005. 533 p.

MEDEIROS, T.T.B.; SILVA, B.F.P.; RAMOS, H.E.A.; PANTOJA, P.H.B.; MAIA, I.F. *Boletim climatológico trimestral do Espírito Santo Jan.-Mar. 2017*, Vitória, v. 2, n. 9, p. 4-28, 2017.

MEDEIROS, T.T.B.; SILVA, B.F.P.; RAMOS, H.E.A.; PANTOJA, P.H.B.; MAIA, I.F. *Boletim climatológico trimestral do Espírito Santo Out.-Dez. 2016*, v. 2, n. 8, p. 4-30, Vitória, 2016.

MIGNANI, L.; BARBIERI, E.; MARQUES, H.L.A.; OLIVEIRA, A.J.F.C. Coliform density in oyster culture waters and its relationship with environmental factors. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Cananéia, v. 48, n. 8, p. 833-840, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000800004>

OLIVEIRA NETO, F.M. *Diagnóstico do cultivo de moluscos em Santa Catarina*. Florianópolis: Epagri, 2005. 67 p.

ORGANIZAÇÃO PARA A ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO). *The state of world fisheries and aquaculture 2018: meeting the sustainable development goals*. Roma: FAO, 2018.

OSTRENSKY, A. *Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer*. Brasília: Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, 2008. 276 p.

PARVERY, F.; CHAMBREUIL, G.; BECAUD, J.P.; CAYEUX, P. Etude ecologique des *Salmonella* dans une riviere en zone urbaine: La Maine a Angers. *Revue d'Epidemiologie et Sante Publique*, v. 22, 125-136, 1974.

PASSOS, E.C.; MELLO, A.R.P.; SOUSA, C.V.; OLIVEIRA, M.A.; CASARINI, L.M.; MOTTA, N.S.; HENRIQUES, M.B.; MACHADO, I.C.; DE ROSSO, V.V.; RIVERA, I.M.G. Detecção de *Salmonella* spp. em mexilhões *Perna perna* dos bancos naturais de baía densamente urbanizada. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, v. 70, n. 4, p. 631-637, 2011.

PEREIRA, L.A.; ROCHA, R.M. A maricultura e as bases econômicas, social e ambiental que determinam seu desenvolvimento e sustentabilidade. *Ambiente & Sociedade*, Paranaguá, v. 18, n. 3, p. 41-54, 2015. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC622V1832015>

RAMOS, R.J.; PEREIRA, R.A.; MIOTTO, A.; FARIA, L.F.B.; SILVEIRA-JÚNIOR, N.; VIEIRA, C.R.W. Microorganismos indicadores de qualidade higiênico-sanitária em ostras (*Crassostrea gigas*) e águas salinas de fazendas marinhas localizadas na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, Brasil. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, Florianópolis, v. 69, n. 1, p. 29-37, 2010.

SALLES, P.B.D.; MACEDO, Y.B.; FIGUEIREDO, E.L. Caracterização físico-química e microbiológica da carne do molusco Bivalve Sarnambi (*Phacoides pectinitus*) coletado nas praias em Algodão e Salinópolis, no Pará. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, Ponta Grossa, v. 11, n. 1, p. 2245-2261, 2017. <https://doi.org/10.3895/rbtav11n1.2907>

SHAPIRO, K.; SILVER, M.; BYRNE, B.A.; BERARDI, T.; AGUILAR, B.; MELLI, A.; SMITH, W.A. Fecal indicator bacteria and zoonotic pathogens in marine snow and California mussels (*Mytilus californianus*). *FEMS Microbiology Ecology*, v. 94, n. 11, 2018. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiy172>

SILVA, H.S.; MEDEIROS, K.; MIOTTO, M.; BARRETA, C.; VIEIRA, C.R.W. Occurrence of *Vibrio parahaemolyticus* in oysters (*Crassostrea gigas*) and mussels (*Perna perna*) of the seacoast of Santa Catarina, Brazil. *African Journal of Microbiology Research*, v. 10, n. 33, p. 1322-1327, 2016. <https://doi.org/10.5897/AJMR2015.7873>

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. *Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água*. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010. 624 p.

SILVA-SOUZA, A.T. (org.). *Sanidade de Organismos Aquáticos no Brasil*. Maringá: Abrapoa, 2006.

SILVEIRA, C.S.; SOUSA, O.V.; EVANGELISTA-BARRETO, N.S. Propagation of antimicrobial resistant *Salmonella* spp. in bivalve mollusks from estuary areas of Bahia, Brazil. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 29, n. 2, p. 450-457, 2016. <http://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n222rc>

SILVESTRI, F.; BERNADOCHI, L.C.; TURRA, A. Os maricultores e o poder público: um estudo de caso no litoral norte de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 103-114, 2011.

SODRÉ, F.N.G.A.S.; FREITAS, V.L.F.M.; REZENDE, R.R. Histórico e desenvolvimento da maricultura no Estado do Espírito Santo, Brasil. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 3, n. 3, p. 36-46, 2008.

SOUZA, R.V.; PETCOV, H.F.D.; NOVAES, A.L.T. O Programa Nacional Higiênico Sanitário de Moluscos Bivalves e os caminhos para a regularização. *Agropecuária Catarinense*, v. 28, n. 1, p. 44-47, 2015.

SOUZA, T.B.; SILVA, B.R.; PEREIRA, R.M.; ARIDE, P.H.R.; OLIVEIRA, A.T.; SOUZA, A.B.; LAVANDER, H.D.; POLESE, M.F.; KROHLING, W. Artificial Selection and Size at First Sexual Maturity of *Perna perna* Mussels (Linnaeus, 1758) in Southeastern Brazil. *Journal of Shellfish Research*, v. 38, n. 1, p. 63-69, 2019. <https://doi.org/10.2983/035.038.0106>

TROMBETA, T.D.; NORMANDE, A.C.L. Avaliação microbiológica de ostras cultivadas no litoral de Alagoas submetidas a depuração em sistema fechado de recirculação. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, v. 5, n. 3, p. 48-53, 2017. <https://doi.org/10.2312/Actafish.2017.5.3.48-53>

VASCO, A.N.; RIBEIRO, D.O.; SANTOS, A.C.A.S.; MELLO JÚNIOR, A.V.; TAVARES, E.D.; NOGUEIRA, L.C. Qualidade da água que entra no estuário do rio Vaza Barris pelo principal fluxo de contribuição de água doce. *Scientia Plena*, São Cristóvão, v. 6, n. 10, p. 1-10, 2010.

VIEIRA, R.H.S.F. *Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e prática*. São Paulo: Varela, 2003.

