



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

FACULDADE DE FARMÁCIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

ELEIDIANA ANDRÉIA SEIXAS DE OLIVEIRA

***Mytella falcata* COMO BIOINDICADOR DE
CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA E DE METAIS
PESADOS EM SÃO FRANCISCO DO CONDE-BAHIA**

Salvador – BA
2015

ELEIDIANA ANDRÉIA SEIXAS DE OLIVEIRA

***Mytella falcata* COMO BIOINDICADOR DE
CONTAMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA E DE METAIS
PESADOS EM SÃO FRANCISCO DO CONDE-BAHIA**

Orientadora: Prof^a Dra. Alaíse Gil Guimarães

Dissertação apresentada à Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

Salvador – BA
2015

Sistema de Bibliotecas - UFBA

Oliveira, Eleidiana Andréia Seixas de.

Mytella falcata como bioindicador de contaminação microbiológica e de metais pesados em São Francisco do Conde-Bahia / Eleidiana Andréia Seixas de Oliveira. - 2015.
96 f.: il.

Inclui apêndices.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Alaise Gil Guimarães.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Salvador, 2015.

1. Água - Qualidade. 2. Pesca artesanal. 3. Microbiologia marinha. 4. Bivalve (Molusco).
I. Guimarães, Alaise Gil. II. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Farmácia. III. Título.

CDD - 576
CDU - 579



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

TERMO DE APROVAÇÃO

ELEIDIANA ANDRÉIA SEIXAS DE OLIVEIRA

Mytella falcata COMO BIOINDICADOR DE CONTAMINAÇÃO
MICROBIOLÓGICA E DE METAIS PESADOS EM SÃO FRANCISCO
DO CONDE-BAHIA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (nível Mestrado Acadêmico) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

Aprovada em 27 de abril de 2015.

BANCA EXAMINADORA

Dr^a. Aláise Gil Guimarães
Universidade Federal da Bahia
Orientadora

Dr. Celso Duarte Carvalho Filho
Universidade Federal da Bahia

Dr^a. Norma Suely Evangelista Barreto
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

DEDICATÓRIA

*À Deus,
A meus pais,
Ao meu amado esposo Roberto.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela presença em minha vida e por me guiar para mais esta vitória.

Aos meus pais, pelo incentivo, torcida e pela compreensão dos períodos de ausência. Amor eterno!

À minha irmã, Noelma, que sempre torceu por mim, pelo incentivo e carinho sempre.

Ao meu esposo Roberto, a quem não tenho palavras que possam demonstrar todo seu apoio, companheirismo e amor.

À minha orientadora Dr^a. Aláise Gil pela sua amizade, confiança, disponibilidade, e pelos ensinamentos que servirão por toda a minha vida. Muito obrigada mesmo!

À professora Dr^a. Ryzia Cardoso, pela oportunidade de fazer parte desse grandioso projeto de pesquisa em São Francisco do Conde-Bahia.

À minha querida amiga Candice, pelo apoio constante em todos os momentos e pelas diversas emoções compartilhadas.

À Margareth e Luciane, amigas de velhos tempos.

Aos queridos colegas do mestrado pelo companheirismo e incentivo, em especial, Cecília, pessoa maravilhosa, Jaqueline, companheira de Laboratório e Mariana e Ísis, pela ajuda de sempre.

Às estudantes de Iniciação Científica, Edilaine, Marcelle e Paloma pelo apoio e preciosa ajuda, tanto na execução das análises quanto nas colheitas das amostras.

À professora Dr^a. Rosemary, coordenadora do Laboratório de Bromatologia, da Faculdade de Farmácia, da Universidade Federal da Bahia e toda sua equipe, pela disponibilidade de espaço para que eu pudesse realizar as análises físico-químicas das amostras de água do mar.

Ao professor Dr. Antônio Menezes, coordenador do Laboratório de Toxicologia, da Faculdade de Farmácia, da Universidade Federal da Bahia e toda sua equipe, em especial Cecília e Sérgio, pela realização das análises de metais pesados nas amostras de sururu.

À professora Mariese Conceição dos Santos, pela orientação na parte estatística deste trabalho.

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, pela contribuição em minha formação científica.

Aos funcionários da UFBA: Sr. Manuel, Sra. Célia, Sra. Nice, Cezinha, Galindo, Gerson, Priscila e Jeane pelos serviços prestados.

Às marisqueiras da comunidade da Ilha do Paty, sem elas este trabalho não seria possível.

À equipe do Projeto de São Francisco do Conde, pela colaboração no desenvolvimento desta pesquisa, em especial, Sueli, Ícaro e Sr. Jorge.

Aos membros da Banca Examinadora deste trabalho, os quais vão contribuir, para a elaboração final desta dissertação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pelo apoio financeiro deste trabalho e bolsa de estudo.

A UFBA, Faculdade de Farmácia, pela oportunidade de desenvolver uma vida acadêmica e profissional nesta instituição.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	16
OBJETIVOS.....	18
OBJETIVO GERAL.....	18
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	19
CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
1. AMBIENTE DE ESTUDO.....	20
1.1. Baía de Todos os Santos.....	20
1.2. São Francisco do Conde, Bahia.....	20
1.2.1 Breve histórico, características econômicas e geográficas.....	20
1.2.2 Ilha do Paty.....	22
2. ATIVIDADE PESQUEIRA.....	23
2.1 Pesca Artesanal.....	24
2.1.1 Mariscagem.....	25
3. PESCADO.....	26
3.1 Definição e importância nutricional.....	26
3.2 Produção.....	27
3.3 Moluscos bivalves.....	28
3.3.1 Microbiologia dos moluscos: Aspectos gerais.....	31
3.3.1.1 Coliformes a 45°C.....	33
3.3.1.2 Estafilococos coagulase positiva.....	33
3.3.1.3 <i>Salmonella</i> spp.....	34
3.3.1.4 Bactérias aeróbias mesófilas.....	34
4. QUALIDADE DA ÁGUA.....	34
4.1 Microrganismos indicadores.....	35
4.2 Parâmetros físico-químicos.....	37
5. METAIS PESADOS.....	38
5.1 Cádmiu.....	39
5.2 Chumbo.....	40
5.3 Vanádio.....	40
5.4 Níquel.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
CAPÍTULO 2: QUALIDADE DA ÁGUA DO MAR VERSUS CONTAMINAÇÃO POR METAIS PESADOS EM SURURU (<i>Mytella falcata</i>) COLETADOS EM SÃO FRANCISCO DO CONDE, BAHIA, BRASIL.....	51

1. Introdução	54
2. Material e métodos.....	56
2.1. Área de estudo.....	56
2.3. Parâmetros físico-químicos da água do mar	58
2.4. Índice pluviométrico.....	58
2.5. Análise microbiológica da água do mar	59
2.6. Análise microbiológica do Sururu	60
2.7. Análise de metais pesados no sururu.....	61
2.7.1 Preparo da amostra.....	61
2.7.2 Reagentes e soluções	62
2.7.3. Controle de qualidade	62
2.7.4. Determinação dos Metais Cd, Pb, Ni e V.....	63
2.8. Tratamento estatístico.....	64
3. Resultados e discussão	64
3.1. Análises físico-químicas da água do mar	64
3.1.1. Temperatura.....	64
3.1.2. Salinidade	66
3.1.3. pH	67
3.2. Índice pluviométrico mensal	69
3.3. Análises microbiológicas da água do mar	70
3.3.1. Coliformes totais.....	70
3.3.2 Coliformes termotolerantes	72
3.3.3 <i>Escherichia coli</i>	75
3.4. Análises microbiológicas do sururu	78
3.4.1. Coliformes a 45°C	78
3.4.1. Estafilococos coagulase positiva	79
3.4.2 <i>Salmonella</i> spp.....	80
3.4.3 Bactérias aeróbias mesófilas.....	80
3.5. Análises de metais pesados no sururu.....	82
4. Conclusão	86
Agradecimentos	88
Referências Bibliográficas.....	89
Apêndice A.....	94
Apêndice B.....	95
Apêndice C	96

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1: Parâmetros característicos do método instrumental para determinação de Cd, Pb, Ni e V no sururu (*Mytella falcata*).....82

Tabela 2: Concentrações médias mensais ($\mu\text{g.g}^{-1}$ de peso úmido), dos metais pesados Cd, Pb, Ni e V encontrados no sururu (*Mytella falcata*), Iha do Paty, SFC, Bahia.....83

LISTAS DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1- Mapa da Baía de Todos os Santos, em destaque, a Ilha do Paty, localizada em São Francisco do Conde, Bahia.....	22
Figura 2- Entrada da Ilha do Paty em São Francisco do Conde, Bahia.....	23
Figura 3- Marisqueira, recolhendo sururu, Ilha do Paty, São Francisco do Conde, Bahia.....	25
Figura 4- Aspecto externo do sururu (<i>Mytella falcata</i>) da Ilha do Paty, São Francisco do Conde, Bahia.....	28
Figura 5- Aspecto interno do sururu (<i>Mytella falcata</i>) da Ilha do Paty, São Francisco do Conde, Bahia.....	29

CAPÍTULO 2

Figura 1- Mapa da Baía de Todos os Santos, Bahia, com destaque para a Ilha do Paty.	56
Figura 2- Pontos de colheita das amostras de água do mar (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J) e do Sururu (1,2), Ilha Paty, SFC, Bahia.	57
Figura 3- Valores da temperatura (°C) e o período de colheita da água do mar (dez/13 a nov/14), da Ilha do Paty, SFC, Bahia.	65
Figura 4- Valores da salinidade (‰) e o período de colheita da água do mar (dez/13 a nov/14), da Ilha do Paty, SFC, Bahia.	66
Figura 5- Valores do pH e o período de colheita da água (dez/13 a nov/14), da Ilha do Paty, SFC, Bahia.....	68
Figura 6- Índice pluviométrico mensal da região de SFC (dez/13 a nov/14), com base no município de Candeias, Bahia.....	69
Figura 7- Valores de coliformes totais (CTo) e o período de colheita da água (dez/13 a nov/14), da Ilha do Paty, SFC, Bahia.	70
Figura 8- Valores de coliformes termotolerantes e coliformes totais das águas coletadas, (dez/13 a nov/14), Ilha do Paty, SFC, Bahia.....	71
Figura 9- Valores de coliformes termotolerantes e o período de colheita da água (dez/13 a nov/14), da Ilha do Paty, SFC, Bahia.....	73

Figura 10- Valores de coliformes termotolerantes e Escherichia coli das águas coletadas (dez/13 a nov/14), Ilha do Paty, SFC, Bahia.....	74
Figura 11- Valores de Escherichia coli e o período de colheita da água (dez/13 a nov/14), da Ilha do Paty, SFC, Bahia.	76
Figura 12- Valores de bactérias aeróbias mesófilas e o período de colheita do sururu (dez/13 a nov/14), da Ilha do Paty, SFC, Bahia.....	81

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APA - Área de Proteção Ambiental
APHA - American Public Health Association
ATCC - American Type Culture Collection
BA- Bahia
BTS - Baía de Todos os Santos
Cd - Cádmiio
CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente
DHA- Ácido Docosahexaenóico
DP - Desvio Padrão
DTA- Doenças Transmitidas por Alimentos
EAAS – Espectrometria de Absorção Atômica
E.coli- Escherichia coli
ECP – Estafilococos Coagulase Positiva
EMBASA- Empresa Baiana de Água e Saneamento S.A.
EPA - Ácido Eicosapentaenóico
FABESB - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia
GPS - Global Position System
LDL- Lipoproteína de Baixa Densidade
LD - Limite de Detecção
LQ - Limite de Quantificação
LIA – Agar Lisina Ferro
ICMSF - International Commission on Microbiological Specification for Foods
INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
MF - Membrana Filtrante
MPA - Ministério da Pesca e Aquicultura
NaCl - Cloreto de Sódio
Ni – Níquel
NMP/g - Número Mais Provável por grama
NMP/100mL - Número Mais Provável por 100mL
PCA - Plate Count Agar
Pb - Chumbo
pH - Potencial hidrogeniônico
p.s - Peso seco
p.u - Peso úmido
RDC – Resolução da Diretoria Colegiada
RLAM - Refinaria Landulpho Alves Mataripe
SFC - São Francisco do Conde
SPSS - Statistical Package for the Social Sciences
TSI- Agar Tríplice Açúcar e Ferro
UFC/ g - Unidades Formadoras de Colônia por grama
UFC/100mL - Unidades Formadoras de Colônia por 100 mililitros
V- Vanádio
VM - Vermelho de Metila
VP - Voges Proskauer
WHO – World Health Organization

RESUMO

O consumo de organismos aquáticos originários de águas contaminadas pode levar ao aparecimento de doenças transmitidas por alimentos. Assim, o objetivo deste estudo foi monitorar a qualidade microbiológica e físico-química da água do mar, destinada a atividade de pesca, bem como, avaliar a qualidade bacteriológica e a contaminação por metais pesados no sururu (*Mytella falcata*) coletados na Ilha do Paty em São Francisco do Conde, Bahia. Nas águas do mar foram realizados ensaios microbiológicos de coliformes totais, termotolerantes, *Escherichia coli* e ensaios físico-químicos, pH, salinidade e temperatura. No sururu, foram realizadas as contagens de coliformes a 45°C, estafilococos coagulase positiva, bactérias aeróbias mesófilas, detecção de *Salmonella* spp. e pesquisa de metais pesados, cádmio, chumbo, níquel e vanádio. Para os parâmetros físico-químicos da água do mar, a temperatura variou de 25,4°C a 30,5°C, a salinidade de 32,9‰ a 36,5‰ e o pH de 7,7 a 8,2. Na pesquisa de metais, os níveis encontrados para o cádmio variaram de 0,13 a 0,24 µg.g⁻¹ e chumbo de 0,05 a 0,24 µg.g⁻¹, abaixo dos limites preconizados pela legislação brasileira. Para o níquel, os níveis variaram de 0,18 a 0,51 µg.g⁻¹, abaixo do limite estabelecido pela Food and Drug Administration. No entanto, para o vanádio, os níveis variaram de 0,93 a 2,13 µg.g⁻¹, estando superiores ao limite recomendado pela World Health Organization. Os resultados bacteriológicos e físico-químicos da água do mar e do sururu, mostraram-se de acordo com a legislação brasileira. No entanto, para o metal vanádio, foram encontrados valores superiores aos limites estabelecidos pela World Health Organization. Estes resultados podem ser atribuídos à proximidade dos locais de colheita à região altamente industrializada. Assim, ressalta-se a importância de um programa de monitoramento contínuo, tanto nas águas, como nos moluscos, a fim de garantir o consumo seguro deste alimento.

Palavras-chave: pesca artesanal; qualidade da água; moluscos bivalves; indicadores bacterianos.

ABSTRACT

The consumption of aquatic organisms originating from contaminated water can lead to the emergence of foodborne illness. The objective of this study was to monitor the microbiological and physical-chemical quality seawater, designed to fishing activity, as well as to assess the bacteriological quality and contamination by heavy metals in mussels (*Mytella falcata*) collected in Paty Island in São Francisco do Conde, Bahia. Into the sea, microbiological tests were carried out of total coliforms, fecal coliforms and *Escherichia coli* and physical-chemical testing, pH, salinity and temperature. The coliform 45°C, coagulase-positive staphylococci, mesophilic aerobic bacteria counts and detection of *Salmonella* spp., were performed in the mussel samples and the research of heavy metals, cadmium, lead, nickel and vanadium. For the physical-chemical parameters of sea water, the temperature ranged from 25,4°C to 30,5°C, salinity from 32,9‰ to 36,5 ‰ and the pH 7,7 to 8,2. In search of metals, the levels found for cadmium ranging from 0,13 a 0,24 µg.g⁻¹ and lead of 0,05 a 0,24 µg.g⁻¹ below the limits allowed by the Brazilian legislation. For the nickel concentrations, ranging from 0,18 to 0,51 µg.g⁻¹ below the limit established by the Food and Drug Administration. However, for the vanadium levels ranging from 0,93 to 2,13 µg.g⁻¹, being superior to the limit recommended by the World Health Organization. These results can be attributed to the proximity of logging sites to the highly industrialized region. Thus, it emphasizes the importance of a continuous monitoring program, both in waters such as mollusks, to ensure the safe use of food.

Keywords: artisanal fishing; water quality; bivalve molluscs; bacterial indicators.

INTRODUÇÃO GERAL

Na Baía de Todos os Santos, no município de São Francisco do Conde, Bahia, a pesca e a mariscagem, voltada principalmente à captura de sururu, camarão, ostra, siri, mapé e caranguejo, compreendem uma das principais fontes de renda da população, com geração de trabalho e alimento, além de contribuir para a permanência do homem no seu local de origem (SÁ, 2011; BRASIL, 2011a).

A pesca artesanal é uma atividade caracterizada pela captura de diversas espécies aquáticas, sendo a mariscagem uma categoria de pesca artesanal muito peculiar no Brasil. Entre os indivíduos que utilizam esses recursos, estão as mulheres de pescadores, conhecidas localmente como marisqueiras ou mariscadeiras (BRASIL, 2009; FREITAS et al., 2012; NÓBREGA et al., 2014).

O pescado (peixes, moluscos e crustáceos) é, desde a antiguidade, uma importante fonte de alimentos. Além de ser rico em proteínas, possui também todos os aminoácidos essenciais ao crescimento e à manutenção do organismo humano, além da presença de elementos minerais necessários às inúmeras funções orgânicas (FARIAS; FREITAS, 2008).

O consumo de mariscos, especialmente os moluscos bivalves, vem crescendo em todas as regiões litorâneas do Brasil. O sururu (*Mytella falcata*) é um bivalve amplamente distribuído na América Latina, muito consumido no nordeste brasileiro, sendo, muitas vezes sendo a única fonte de proteína de alguns povoados mais pobres. No entanto, esse consumo, pode representar sérios riscos à saúde pública, pois a segurança destes moluscos depende principalmente das condições físicas, químicas e microbiológicas do ambiente de origem, bem como a existência de legislação adequada, a fim de garantir um alimento seguro para o consumo humano (DAVID et al., 2008; DIEGO et al., 2013; RODRIGUES; FILHO, 2011).

A contaminação de moluscos bivalves ocorre principalmente porque eles se alimentam por filtração, que de forma seletiva, filtram pequenas partículas, zooplâncton, fitoplâncton e matéria inorgânica da água circundante (MIEDICO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2011). Por isso, possuem a capacidade de acumular, em altas densidades, contaminantes das águas costeiras onde vivem, sendo

utilizados mundialmente como bioindicadores de poluição ambiental (BARROSO et al., 2001; DANTAS, 2010; OLIVEIRA, 2012).

Esses contaminantes podem ser de natureza biológica (bactérias, vírus e parasitas) e química (metais pesados e resíduos de pesticidas). Com isso, a concentração desses elementos presentes na água e nos tecidos desses organismos, reflete as condições ambientais em que vivem, podendo seu consumo trazer danos ao organismo humano (EVAGELISTA-BARRETO et al., 2008).

A adequação das áreas de litoral para a colheita do marisco é influenciada por vários fatores, mas nenhum é mais importante que a qualidade da água (BETTENCOURT et al., 2013). As práticas sanitárias permeiam todos os fatores relativos à contaminação dos alimentos marinhos, incluindo o meio em que esses organismos são capturados. O lançamento de esgotos nas águas do mar é a causa poluidora mais comum registrada (EVANGELISTA, 2010).

A contaminação bacteriológica da água, nas zonas costeiras marinhas, é um sério problema de saúde pública e ecológica. Assim, a regulamentação destas áreas, destinadas principalmente para a atividade de pesca, deve ser baseada em programas de monitoramento microbiológico por microrganismos indicadores (BARROSO et al., 2001; ANELIDZE et al., 2011).

Coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* são utilizados universalmente como microrganismos indicadores, comumente aplicados para a determinação da qualidade das águas costeiras. O uso dessas bactérias como indicadores de potencial presença de microrganismos patogênicos é o meio padrão de avaliação da qualidade microbiológica de águas (AYDINOL et al., 2012; HAMILTON et al., 2005).

Nesse contexto, e considerando a insuficiência de estudos na região, esta pesquisa visa fornecer dados sobre a qualidade bacteriológica e físico-química da água do mar da Ilha do Paty, no município de São Francisco do Conde, Bahia, de acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), bem como, os dados da qualidade microbiológica e de metais pesados no molusco bivalve, sururu.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

- Monitorar a qualidade microbiológica e físico-química da água do mar, destinada a atividade de pesca, bem como, avaliar a qualidade bacteriológica e a contaminação por metais pesados no sururu (*Mytella falcata*) coletados na Ilha do Paty em São Francisco do Conde, Bahia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a qualidade microbiológica e físico-química (temperatura, pH e salinidade) da água do mar;
- Avaliar a qualidade microbiológica do sururu;
- Determinar os níveis de metais pesados, cádmio (Cd), chumbo (Pb), níquel (Ni) e vanádio (V) no sururu;
- Verificar a existência de correlação entre níveis de contaminação microbiológica da água do mar do mar e do sururu;
- Avaliar a influência dos parâmetros físico-químicos da água do mar: salinidade, pH e temperatura, sobre a possível contaminação microbiológica tanto na água do mar como no sururu;
- Acompanhar o índice pluviométrico na região, verificando a existência de correlação entre este e os níveis de contaminação microbiológica da água do mar e do sururu;
- Indicar as águas do mar da Ilha do Paty, em aptas ou não, para a atividade de pesca segundo a legislação nº 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este estudo organiza-se em dois capítulos, sendo o primeiro de revisão de literatura, com abordagem de temas relacionados ao local de estudo, caracterização da pesca artesanal, com ênfase na mariscagem, estudo do pescado, moluscos bivalves, controle da qualidade bacteriológica da água, por meio de microrganismos indicadores, além da contaminação de moluscos bivalves por metais pesados.

O segundo capítulo, em forma de artigo, apresenta-se com as normas da revista escolhida para publicação, *Marine Pollution Bulletin*, e procura apresentar e caracterizar a qualidade bacteriológica e físico-química da água do mar e do sururu (*Mytella falcata*) e suas respectivas análises, de acordo com os padrões legais vigentes.

CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. AMBIENTE DE ESTUDO

1.1. Baía de Todos os Santos

A Baía de Todos os Santos (BTS) é a maior reentrância de águas profundas e abrigadas do Brasil e do Atlântico Sul, considerada a segunda maior baía navegável do mundo, ocupando uma área de 1.100 km². Possui um ecossistema complexo com águas salobras e marinhas, muitas ilhas, estuários, manguezais e floresta tropical (RODRIGUES; FILHO, 2011; SOARES et al., 2011).

A BTS se tornou Área de Proteção Ambiental (APA) por intermédio do Decreto Estadual 7.595 de 5 de junho de 1999, com a finalidade de ordenar as atividades socioeconômicas e preservar os locais de grande significado ecológico (DANTAS, 2010).

O clima da região da BTS é classificado como quente e úmido, a temperatura média anual é de 25°C, com amplitude térmica de 5,5°C, temperaturas máximas de 28°C e mínimas de 22,8°C, sem estação seca, com chuvas predominantes no inverno, precipitação média anual de 1900 mm e precipitações maiores em abril e agosto (RODRIGUES; FILHO, 2011; VEIGA, 2003).

A BTS está localizada nas proximidades de Salvador, a terceira maior área metropolitana no Brasil e abriga o maior complexo petroquímico no hemisfério sul. A parte norte da baía encontra-se dentro da área de quatro municípios, São Francisco do Conde, Madre de Deus, Salvador e Candeias, os quais, estão sob influência direta com o terminal petrolífero de Madre de Deus e da Refinaria de petróleo Landulpho Alves Mataripe (RLAM) em São Francisco do Conde, resultando em um afluxo de efluentes industriais e resíduos sólidos que influenciam a qualidade do sistema ambiental (SOARES et al., 2011; SOUZA et al., 2011).

1.2. São Francisco do Conde, Bahia

1.2.1 Breve histórico, características econômicas e geográficas

O município de São Francisco do Conde (SFC) foi o terceiro a ser criado no Recôncavo Baiano a partir das Cartas Régias de 1693 e instalado em 1698 com

o nome de Vila de São Francisco da Barra de Sergipe do Conde, uma homenagem aos padres Franciscanos, ao Rio Sergipe e ao Conde de Linhares (SÃO FRANCISCO DO CONDE, 2009).

No século XVI, no ano de 1563, iniciou-se no município a produção açucareira, com a construção de inúmeros engenhos, que hoje dão nomes às localidades que compõem a cidade (SANTOS, 2004; SÃO FRANCISCO DO CONDE, 2009). No entanto, a pesca, desde o início, fazia parte da sua economia por meio da comercialização de peixes secos em Salvador e outras cidades da BTS, realidade que pode ser constatada até hoje (SANTOS, M., 2013).

A riqueza de São Francisco do Conde, no passado, se baseava nas plantações de cana de açúcar. Apenas, a partir de 1947, sua ascensão econômica foi iniciada com a perfuração do primeiro poço de extração petrolífera do Brasil, e posterior instalação da Refinaria Landulpho Alves, que apesar da arrecadação de impostos ligados a produção e refino do petróleo, o município convive com sérios problemas urbanos e altos níveis de pobreza (BAHIA, 2008; NÓBREGA et al., 2014; SANTOS, M., 2013).

Entre as atividades econômicas atuais do município, destacam-se a agricultura e a pesca artesanal, voltada à captura de sururu, camarão, ostra, siri, mapé e caranguejo, que são comercializadas no município e cidades circunvizinhas (SÁ, 2011).

Em SFC, cidade de 33.183 habitantes, localizada a 66 km de Salvador, a pesca artesanal e familiar é uma tradição vivenciada por comunidades litorâneas, onde os homens realizam a captura no mar e as mulheres, que são maioria entre os pescadores, trabalham na coleta e beneficiamento de mariscos (AMARAL, 2006; IBGE, 2010; SÁ, 2011; SANTOS, M., 2013).

O município de São Francisco do Conde está situado na microrregião de Salvador e na Mesorregião Econômica da Região Metropolitana de Salvador, limita-se ao Sul com o município de Santo Amaro da Purificação, ao Norte com o município de Candeias, ao Oeste com São Sebastião do Passé e a Leste com a Baía de Todos os Santos. Possui 267,6 Km², com um relevo composto por diversas colinas, vales e manguezais, incluindo três ilhas na Baía de Todos os Santos (NÓBREGA et al., 2014; SÁ, 2011).

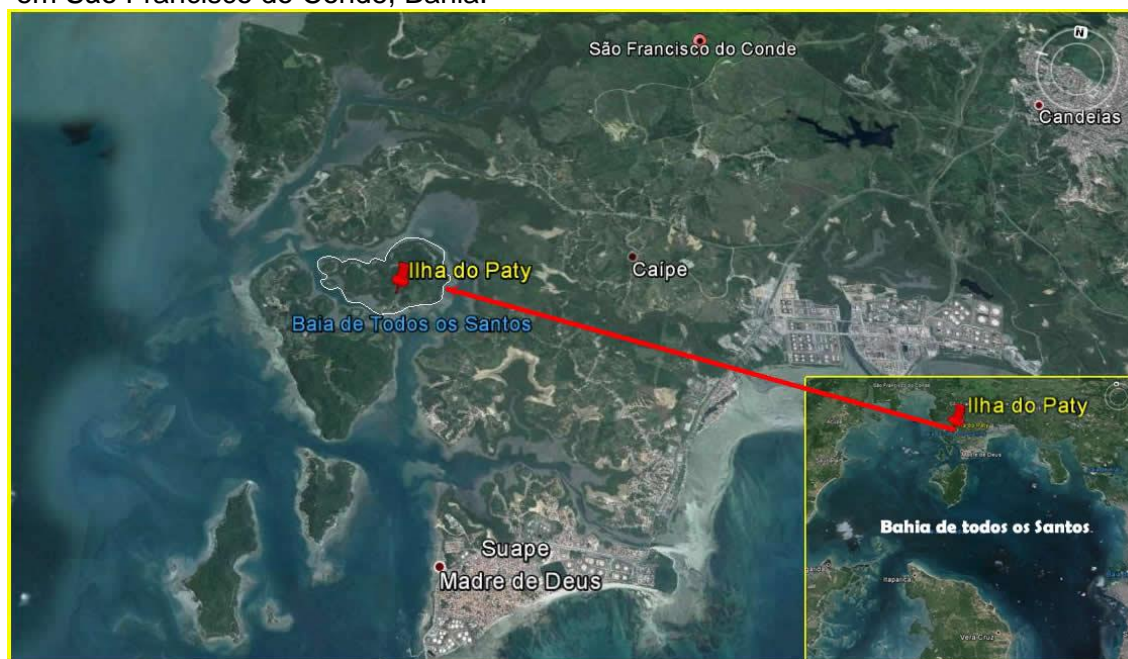
Administrativamente, São Francisco do Conde, é dividida em três distritos, Sede: Baixa Fria, Campinas, Pitangueiras, São Bento e Nova São Francisco;

Mataripe: Muribeca, Socorro, Santo Estevão, Engenho de Baixo, Jabequara e as Ilhas Cajaíba, das Fontes e do Paty; Monte Recôncavo: Caípe, Monte, Paramirim, Coroado, Madruga/Vencimento, Dom João, Santa Elisa e Macaco (SÃO FRANCISCO DO CONDE, 2009).

1.2.2 Ilha do Paty

Entre as comunidades pesqueiras de São Francisco do Conde, tem-se a Ilha do Paty (Figura 1). O nome “Paty” tem origem na língua indígena e significa “grande palmeira”. A Ilha está situada a aproximadamente 70 Km de Salvador, capital do Estado, limita-se ao Sul com a Ilha de Maria Guarda, município de Madre de Deus, ao Norte, com povoado de Muribeca, ao Leste, com Caípe e a Oeste, com a Ilha de Bimbarra (NÓBREGA et al., 2014).

Figura 1- Mapa da Baía de Todos os Santos, em destaque, a Ilha do Paty, localizada em São Francisco do Conde, Bahia.



Fonte: Google Earth

Essa pequena comunidade, tem aproximadamente uma população de 152 habitantes, seu ponto mais alto tem cerca de 150 metros de altura, onde está construída a Igreja de São Roque. Estima-se em 100m acima do nível do mar, tendo a ilha “aproximadamente 6 km²” de extensão (Figura 2). Ao seu redor uma flora composta, predominantemente, por extensos manguezais, além de resquícios de Mata Atlântica, apresenta áreas de vegetação pouco densa cobrindo

parcialmente a área do bosque, tendo a pesca e a mariscagem, como uma das principais atividades de subsistência para população (GUIMARÃES, 2013; NÓBREGA et al., 2014; SÁ, 2011; SANTOS, M., 2013).

Figura 2- Entrada da Ilha do Paty em São Francisco do Conde, Bahia.



Fonte: Arquivo próprio.

A expansão do agronegócio nas ilhas próximas a Paty, bem como a falta de abastecimento de água, esgoto e de coleta de lixo e o consequente acúmulo, prejudica gradualmente tanto a vegetação local como a fauna que compõe tal ambiente (GUIMARÃES, 2013).

2. ATIVIDADE PESQUEIRA

De acordo com o Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011 (BRASIL, 2011b), pode-se distinguir a atividade pesqueira de acordo com a finalidade econômica e social. Dessa forma, existem três tipos distintos de pesca no Brasil: amadora, artesanal e industrial, todas regulamentadas e assistidas pelo Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA).

2.1 Pesca Artesanal

A atividade pesqueira é uma das formas mais democráticas em todo o mundo para gerar emprego e renda (CAVALCANTE, 2011). Os recursos pesqueiros marítimos, costeiros e continentais constituem importante fonte de renda, geração de trabalho e alimento, e têm contribuído para a permanência do homem no seu local de origem (BRASIL, 2011a).

A lei nº 11.959, classifica a pesca artesanal como pesca comercial quando praticada diretamente por pescador profissional, de forma autônoma ou em regime de economia familiar, com meios de produção próprios ou mediante contrato de parceria, desembarcado, podendo utilizar embarcações de pequeno porte (BRASIL, 2009).

A pesca artesanal está subordinada ao meio natural e aos ciclos biológicos, por ser uma atividade puramente extrativista, sofrendo a influência de efeitos externos como oscilações climáticas naturais, que tornam difíceis as previsões de captura de matéria prima, além de ser dependente das reservas naturais e das espécies preferencialmente consumidas (MOLLERKE, 2002).

De acordo com Burda (2008), os pescadores da Bahia são essencialmente artesanais e a pesca para subsistência e para complementação de renda é uma alternativa essencial para o modo de vida dos moradores dessa região.

Na pesca artesanal as comunidades de pescadores constituem as formas predominantes de associativismo, na qual tiveram origem em 1920 com o intuito de povoar e ocupar o litoral do país, ordenado pela Marinha do Brasil. Assim, os pescadores passaram a ter a sua primeira organização de ordem social (CAVALCANTE, 2011).

Em São Francisco do Conde, no Recôncavo Baiano, este quadro se repete, sendo a atividade uma tradição e um destaque para a economia do município. Apesar da tradição da pesca e ainda que sejam identificadas oito comunidades pesqueiras, registra-se apenas uma Colônia de Pescadores. Nesse cenário, grande número de pescadores e marisqueiras se organizaram em pequenas associações, que contabilizam atualmente sete entidades com cadastro junto à Secretaria do Meio Ambiente, Agricultura e Pesca do município (SÁ, 2011; SÃO FRANCISCO DO CONDE, 2009).

2.1.1 Mariscagem

Á categoria da pesca artesanal voltada a captura manual de moluscos bivalves e alguns crustáceos como siri e caranguejo é denominada mariscagem (CAMPOS, 2009; SANTOS, M., 2013). A mariscagem compreende uma categoria de pesca artesanal muito peculiar no Brasil, entre os indivíduos que utilizam esses recursos, estão as mulheres de pescadores, conhecidas localmente como marisqueiras ou mariscadeiras, por coletarem mariscos para a complementação da renda familiar e também para subsistência (FREITAS et al., 2012; NÓBREGA et al., 2014).

A atividade de mariscagem apresenta características típicas dos processos artesanais, sendo a marisqueira a proprietária dos instrumentos de trabalho (Figura 3), dispõem de um saber próprio de ofício, que se expressa no universo simbólico de crenças, valores e mitos apreendidos por meio de uma herança cultural secular, inscrita em tradições, trabalham por conta própria, o quanto ganham depende da produção e da quantidade de mariscos que coletam (NÓBREGA et al., 2014).

Figura 3- Marisqueira, recolhendo sururu, Ilha do Paty, São Francisco do Conde, Bahia.



Fonte: Arquivo próprio.

3. PESCADO

3.1 Definição e importância nutricional

O pescado é definido como todo animal que vive normalmente em água doce ou salgada e é usado na alimentação. Portanto, o termo pescado é genérico e envolve peixes, mariscos, crustáceos, moluscos, rãs, anfíbios, quelônios, mamíferos de água doce ou salgada e cefalópodes; dentre estes os peixes, os moluscos e os crustáceos compreendem o grupo que apresenta grande valor alimentar e econômico (FARIAS; FREITAS, 2008).

O termo marisco engloba os moluscos bivalves (ostras, berbigões, amêijoas e mexilhões), os gastrópodes (búzios, burriés) e os crustáceos (caranguejo, lagosta, camarão), enquanto o termo quelônio engloba as tartarugas marinhas e de água doce e os cágados de água doce (BRASIL, 2009; FARIAS; FREITAS, 2008; SANTOS, M., 2013).

Na história da humanidade, os produtos da pesca têm sido considerados como tendo atributos especiais para a saúde, seu consumo está muito presente nas dietas de várias regiões do mundo, hábito de consumo desenvolvido pela alternativa saudável que o alimento representa quando comparado a outras carnes, uma vez que constitui uma fonte de proteínas de alto valor biológico, lipídios poliinsaturados, vitaminas, minerais e fácil digestibilidade (CURCHO, 2009; GERMANO; GERMANO, 2011; OLIVEIRA, 2012; SÁ, 2011; SANTOS, M., 2013).

As proteínas do pescado apresentam alto valor nutritivo, sendo tão importante quanto as da carne bovina, os lipídeos, além de fonte energética, são ricos em ácidos graxos poliinsaturados, que apresentam efeitos redutores sobre os teores de triglicerídeos e colesterol sanguíneo (FARIAS; FREITAS, 2008). Além disso, o pescado é também excelente fonte de minerais e uma boa fonte de vitaminas do complexo B e vitaminas lipossolúveis A e D (GERMANO; GERMANO, 2011).

Os bivalves também são ricos em ácidos graxos insaturados e poliinsaturados, em especial o ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA), além de possuírem pequenas concentrações de ácidos graxos saturados totais, que atuam reduzindo os níveis de triglicerídeos e de

colesterol (LDL) no homem, conseqüentemente, diminuindo os riscos de ocorrência de doenças cardiovasculares, como arteriosclerose e infarto (DANTAS, 2010; NÓBREGA et al., 2014).

3.2 Produção

A produção mundial de pescado (proveniente tanto da pesca extrativa quanto da aquicultura) atingiu aproximadamente 168 milhões de toneladas em 2010. Atualmente a China é o maior produtor mundial de pescados, respondendo por 63,5 milhões toneladas, sendo seguida pela Indonésia com 11,7 milhões, Índia com 9,3 milhões e o Japão com cerca de 5,2 milhões de toneladas (BRASIL, 2011b).

Com relação à produção de pescado no Brasil, para o ano de 2011, levantamentos do Ministério da Pesca e Aquicultura (BRASIL, 2011b), estimaram 1,4 milhões de toneladas, registrando-se um incremento de aproximadamente 13,2% em relação a 2010, sendo a pesca extrativista marinha a principal fonte de produção de pescado nacional, responsável por 38,7% do total de pescado.

A pesca extrativa é caracterizada pela retirada de organismos aquáticos da natureza, podendo ser em escala artesanal ou industrial. Quando ocorre no mar é denominada pesca extrativa marinha, quando em águas continentais é denominada pesca extrativa continental (BRASILIA, 2010).

A Região Nordeste, em 2011, foi novamente a que assinalou a maior produção de pescado do país, com 454.216,9 toneladas, respondendo por 31,7% da produção nacional. A Bahia apresentou uma redução ao produzido em 2010, passando da terceira para a quarta posição de maior produtor nacional com 102.052,7 toneladas (BRASIL, 2011b).

De acordo com o Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011 (BRASIL, 2011b), na análise da produção pesqueira marinha por espécie, observou-se que o grupo dos peixes representou 87% da produção total, seguido pelos crustáceos com 10% e moluscos com 3%. Em 2011, a produção pesqueira de moluscos foi de 13.989,4 toneladas, caracterizando um pequeno incremento de 0,3%, em relação a 2010.

Entre os moluscos, o mexilhão novamente aparece como a espécie mais capturada em 2011, com 3.772,5 toneladas, depois o sururu, com 2.133,3

toneladas, seguida do polvo com 2.089,6, lulas 1.623,6 e ostras com 1.233,7 toneladas (BRASIL, 2011b).

3.3 Moluscos bivalves

Os moluscos bivalves são a segunda classe de moluscos, em número de espécies (cerca de 30.000), esta categoria inclui os mexilhões, moluscos, ostras e outras espécies comestíveis, são muito apreciados pelos consumidores por suas propriedades nutricionais, e seu consumo tem aumentado em todo o mundo (MIEDICO et al., 2013).

A classe Bivalvia também chamada de Pelecypoda ou ainda Lamellibranchia é formada por moluscos conhecidos por bivalves tais como mexilhões, ostras, vieiras, abalones, berbigões e outros mariscos (RODRIGUES; FILHO, 2011).

Mexilhão é o termo oficial utilizado na língua portuguesa para denominar as diversas espécies de moluscos bivalves da família Mytilidae, sendo os gêneros mais comuns: *Mytilus*, *Perna* e *Mytella*. Todavia, dependendo da região do Brasil e da espécie, os mitílídeos recebem diversos nomes populares como: sururu, marisco, marisco-preto, marisco-das-pedras, bacucu e ostra-de-pobre (Figura 4) (FERREIRA; MAGALHÃES, 2003).

Figura 4- Aspecto externo do sururu (*Mytella falcata*) da Ilha do Paty, São Francisco do Conde, Bahia.



Fonte: Arquivo próprio.

O sururu *Mytella falcata*, é um bivalve amplamente distribuído na América Latina, muito consumido no nordeste brasileiro, muitas vezes sendo a única fonte de proteína de alguns povoados mais pobres. A espécie vive semi-enterrada em regiões estuarinas e, por isso, é de grande interesse em estudos de biomonitoramento, fornecendo dados sobre as condições do substrato (DAVID et al., 2008).

A espécie *Mytella falcata* é nativa da América Latina e possui uma grande distribuição. Considerado de grande importância alimentar, o sururu, é amplamente consumido em várias regiões do nordeste brasileiro (DAVID; FONTANETTI, 2009).

Os bivalves são moluscos de conchas achatadas lateralmente, dotados de duas conchas articuladas ou valvas que protegem os tecidos moles destes organismos, o corpo é constituído essencialmente por um pé e uma série de lâminas branquiais e por sífões inalantes e exalantes para a entrada e saída da água, que traz oxigênio e alimento (Figura 5). Podem ser encontrados tanto em água salobra, como em água doce, sendo as espécies marinhas as mais abundantes (OLIVEIRA, 2012).

Figura 5- Aspecto interno do sururu (*Mytella falcata*) da Ilha do Paty, São Francisco do Conde, Bahia.



Fonte: Arquivo próprio.

Os moluscos bivalves são animais majoritariamente marinhos, alimentam-se por filtração, que de forma seletiva, filtram pequenas partículas, zooplâncton, fitoplâncton e matéria inorgânica da água circundante. Por isso, possuem a capacidade de acumular, em altas densidades, contaminantes das águas costeiras onde vivem, principalmente se estas receberem grande afluxo de esgotos sem tratamento, por essa razão, os bivalves, são utilizados mundialmente como bioindicadores de poluição ambiental (BARROSO et al., 2001; DANTAS, 2010; MIEDICO et al., 2013; OLIVEIRA, 2012).

Bioindicadores são espécies ou comunidades biológicas cuja presença, quantidade e distribuição indicam a magnitude de impactos ambientais em um ecossistema aquático e sua bacia de drenagem. Sua utilização permite a avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por múltiplas fontes de poluição (CALLISTO et al., 2005).

Algumas características fazem dos moluscos bivalves ótimos indicadores de poluição ambiental: ocorrem em estuários e zonas costeiras; possuem tempo de vida relativamente longo, o que permite estudos em longo prazo; são sésseis, não permitindo escapar da poluição; possui ampla distribuição geográfica; aparecem constantemente em alta densidade e são de fácil coleta; acumulam concentrações de contaminantes em seus tecidos acima do encontrado na fonte de contaminação, sem que apresentem efeitos tóxicos (SANTOS, G., 2013).

Segundo Galvão et al. (2009), os bivalves filtradores podem acumular contaminantes nos seus tecidos em concentrações de 1.000 a 10.000 vezes superior às verificadas na fonte de exposição, ou seja, estes organismos acumulam a maioria dos contaminantes em níveis muito mais elevados do que os encontrados na coluna de água, ficando assim, mais expostos a agentes tóxicos presentes no meio que outras espécies.

Esses contaminantes podem ser de natureza biológica (bactérias, vírus, parasitas e toxinas de moluscos), e química (metais pesados, resíduos de pesticidas outros compostos químicos tóxicos). Desta forma, a concentração desses elementos presentes na água e nos tecidos desses organismos, reflete as condições ambientais em que vivem, podendo seu consumo representar sérios riscos à saúde pública (EVAGELISTA-BARRETO et al., 2008).

3.3.1 Microbiologia dos moluscos: Aspectos gerais

A microbiota dos moluscos recém-capturados também reflete a qualidade da água de onde eles foram mantidos conservados, a qualidade da água de lavagem, como também das condições sanitárias das embarcações e da manipulação. Os microrganismos predominantes na microbiota dos moluscos são *Pseudomonas*, *Proteus*, *Clostridium*, *Shewanella*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, entre outros (JAY, 2005; FRANCO; LANDGRAF, 2008; RAMOS, 2007; SANTOS, M., 2013).

Moluscos bivalves quando filtram águas contaminadas com patógenos, não apresentam sinal externo de contaminação, como mudança de cor, sabor ou odor, porém, ao serem ingeridos crus ou mal cozidos, funcionam como veículos de transmissão de doenças como a hepatite, febre tifóide, cólera, salmonelose e envenenamento por biotoxinas paralisantes, podendo provocar sintomas graves que podem levar o consumidor à morte (EVAGELISTA-BARRETO et al., 2008; RODRIGUES; FILHO, 2011).

Segundo Barroso et al. (2001) a acumulação de bactérias entéricas nos tecidos dos moluscos bivalves ocorre principalmente no hepatopâncreas e no divertículo digestivo. As taxas de acumulação variam conforme uma interação de fatores ecofisiológicos, como a concentração de alimento, velocidade da correnteza, fase do ciclo de vida dos bivalves, diferenças entre as espécies e temperatura.

Na literatura, existem, casos de moluscos bivalves incriminados de veiculadores de microrganismos patogênicos, porém mesmo reconhecendo a possibilidade de ocorrência de doença transmitida por alimentos (DTA), o consumo mundial de moluscos bivalves tem aumentado substancialmente, principalmente nas três últimas décadas, sendo assim responsável por inúmeros surtos epidêmicos e responde, diretamente, pelos problemas de saúde pública, ocasionados principalmente, quando os moluscos são ingeridos *in natura* (DANTAS, 2010, LEAL; FRANCO, 2008; GALVÃO et al., 2006).

De acordo com Vieira et al. (2008), o consumo de organismos aquáticos originários de águas contaminadas pode levar ao aparecimento de doenças transmitidas por alimentos (DTA). Nos Estados Unidos, o consumo de moluscos e de frutos do mar respondeu por 10 a 19% dos casos de doenças alimentares,

sendo que, 9% foram a óbito. Em quinze anos de estudos sobre surtos alimentares em Nova Iorque, os moluscos bivalves (ostras e mexilhões) foram responsáveis por 64% das intoxicações (RODRIGUES; FILHO, 2011).

Ainda nos Estados Unidos sete surtos de salmonelose provocados pelo consumo de frutos do mar durante o período de 1978 a 1987, três destes resultaram do consumo de moluscos bivalves contaminados, dos quais, dois ocorreram após o consumo de ostras cruas coletadas em águas poluídas por esgotos (RAMOS, 2007).

Em 1988, ocorreu em Shangai, China, o maior surto de Hepatite A, com mais de 300.000 casos associados ao consumo de mexilhões não-cozidos previamente ou insuficientemente cozidos, capturados em um porto que recebia despejos de esgotos domésticos sem tratamento (EVAGELISTA-BARRETO et al., 2008; DANTAS, 2010).

A importância dos mariscos como veículos de toxinfecções está condicionada a fatores como a dieta da população consumidora e o modo tradicional de preparo do alimento. Desta forma, a proporção de surtos alimentares envolvendo pescado é significativamente mais alta no Japão devido ao alto consumo de pescado *in natura* quando comparado a outros países como o Canadá e Estados Unidos (GALVÃO et al., 2006).

Em São Francisco do Conde, Bahia, vários aspectos se entrelaçam e contribuem negativamente para a segurança dos pescados capturados, dado que algumas comunidades pesqueiras não dispõem de sistema público de abastecimento de água, esgoto e de coleta de lixo, além da falta de recursos para beneficiamento e estocagem dos mariscos (NÓBREGA et al., 2014).

Existem dois grupos de bactérias patogênicas veiculadas pelo consumo de moluscos, as bactérias naturalmente encontradas no ecossistema aquático, como *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae* e *Listeria monocytogenes* e as bactérias da família Enterobacteriaceae como *Salmonella* spp., *Shigella* spp., e *Escherichia coli*, que são incluídas nesse ambiente como consequência da contaminação por dejetos e material fecal, neste grupo também se encontram os *Staphylococcus aureus*, que são incluídos devido as falhas no processamento dos pescados (DANTAS, 2010; FARIAS, 2013; RAMOS, 2007).

O Ministério da Saúde por meio da Resolução nº12, de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, estabelece para

moluscos bivalves *in natura*, resfriados ou congelados, não consumido cru, limites máximos permitidos de Estafilococos coagulase positiva de 10^3 UFC/g e ausência de *Salmonella* spp. em 25g (BRASIL, 2001).

No entanto, essa resolução não estabelece parâmetro para coliformes a 45°C e bactérias aeróbias mesófilas, com isso, dificulta a avaliação da qualidade microbiológica deste alimento, pois são utilizados, respectivamente, como indicadores de contaminação fecal e das condições sanitárias do marisco (EVAGELISTA-BARRETO et al., 2008; RAMOS, 2007; RODRIGUES; FILHO, 2011).

3.3.1.1 Coliformes a 45°C

Os coliformes a 45°C ou termotolerantes são um subgrupo dos coliformes totais, que são capazes de fermentar a lactose com produção de gás quando incubado à temperatura de 44-45°C. Eles são indicadores de má qualidade higiênica sanitária de processamento e chegam até os mariscos pela água estuarina poluída ou mãos e utensílios contaminados. O principal representante deste grupo é a *Escherichia coli*, microrganismo oriundo, exclusivamente, do trato gastrointestinal de homens e animais (DANTAS, 2010; WHO, 2011).

Assim, a pesquisa de coliformes a 45°C ou *Escherichia coli*, nos alimentos, fornece informações sobre as condições higiênicas do produto e a melhor indicação da eventual presença de patógenos intestinais nos alimentos (SANTOS, M., 2013).

3.3.1.2 Estafilococos coagulase positiva

Os estafilococos são bactérias mesófilas, com temperatura de crescimento na faixa de 7 a 47,8°C, pH de 4 a 9,8, com ótimo entre 6 e 7. Esses microrganismos toleram concentrações de cloreto de sódio (NaCl) na faixa de 10 a 20%, produzem enterotoxinas entre 10 e 46°C, com ótimo entre 40 e 45°C, as quais são resistentes a enzimas proteolíticas e ao calor (FRANCO; LANDGRAF, 2008; SANTOS, M., 2013).

A manipulação inadequada dos mariscos durante seu processamento é uma importante via de transmissão de bactérias do gênero *Staphylococcus*, com destaque para os estafilococos coagulase positiva (ECP), que encontram neste tipo de alimento, ambiente propício para sua multiplicação (DANTAS, 2010).

3.3.1.3 *Salmonella* spp.

A *Salmonella* spp. pertence à família Enterobacteriaceae. São bactérias anaeróbias facultativas capazes de produzir gás a partir da glicose. O pH ótimo para o seu crescimento é próximo a 7,0, sendo que valores superiores a 9,0 e inferiores a 4,0 são bactericidas. Esses microrganismos não toleram altas concentrações de NaCl, e não são boas competidoras (FARIAS, 2013).

A *Salmonella* spp. é considerada como uma das mais problemáticas doenças transmitidas por alimentos (DTA), sendo responsável por elevados gastos com atenção médica e hospitalizações, sua presença em moluscos é um fator potencial de risco à saúde, pois geralmente, esses alimentos são consumidos sem cocção ou insuficientemente cozidos (PASSOS et al., 2011).

A infecção por *Salmonella* pode ocorrer pelo contato direto com as fezes de animais infectados ou com água e alimentos contaminados. Alguns indivíduos infectados por este microrganismo podem se tornar portadores assintomáticos por meses ou anos, constituindo então uma fonte contínua de transmissão (FARIAS, 2013).

3.3.1.4 Bactérias aeróbias mesófilas

A contagem em placas de bactérias aeróbias mesófilas é comumente empregada para indicar a qualidade sanitária dos alimentos, sendo que altas contagens de mesófilas, maiores que 10^5 UFC/g, indicam condições impróprias, favorecendo o desenvolvimento de patógenos (NG et al., 2013).

O Ministério da Saúde, por meio da Resolução nº12, de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, não determina limites de tolerância para contagem de bactérias aeróbias mesófilas para moluscos bivalves *in natura*, entretanto, de acordo com *International Commission on Microbiological Specifications for Foods*, são considerados satisfatórios valores abaixo de 10^5 (ICMSF, 1986).

4. QUALIDADE DA ÁGUA

A água constitui um dos elementos essenciais à vida de todo ser humano, suas funções no abastecimento público, industrial e agropecuário, na preservação

da vida aquática, na recreação e no transporte, demonstram vital importância. Ela cobre aproximadamente 75% da superfície do planeta, sendo que a maior parte, 97,4% é salgada e se encontra nos oceanos; 1,8% está congelada nas regiões polares e apenas o restante, 0,8% é de água doce (GALVÃO et al., 2006).

A adequação das áreas de litoral para a colheita de marisco é influenciada por vários fatores, mas nenhuma é mais importante do que a qualidade da água (BETTENCOURT et al., 2013). No entanto, a contaminação deste tipo de áreas é uma grande preocupação. Podem existir diferentes fontes de contaminação, porém o afluxo de efluentes domésticos e resíduos sólidos, bem como várias atividades antropogênicas, incluindo agricultura, indústria (química, petroquímica, fundições, etc.), são as mais significativas (ALMEIDA; SOARES, 2012; MORESCO et al, 2012; OLIVEIRA et al., 2011; SOUZA et al., 2011).

A poluição microbiológica é um sério problema de saúde pública e ecológica em zonas costeiras marinhas utilizadas para atividade de pesca, especialmente aquelas localizadas perto de áreas densamente povoadas (JANELIDZE et al., 2011). Assim, a regulamentação de áreas costeiras destinadas a esta atividade, especialmente a captura de moluscos, deve ser baseada em programas de monitoramento microbiológico por microrganismos indicadores (BARROSO et al., 2001).

4.1 Microrganismos indicadores

Vários microrganismos, principalmente da família Enterobacteriaceae, como os coliformes de origem fecal, coliformes totais e *Escherichia coli*, são utilizados universalmente como indicadores microbiológicos da qualidade sanitária da água (AYDINOL et al., 2012; KELLER et al., 2013; MORESCO et al., 2012; SANTIAGO-RODRIGUEZ, 2012; STABILI; CAVALLO, 2011).

Esses microrganismos fazem parte da microflora intestinal do homem e dos animais de sangue quente, incluindo cães e gatos domésticos, aves selvagens e mamíferos, e são excretados em suas fezes, por isso, a presença desses no ambiente pode indicar contaminação de origem fecal e risco de aparecimento de microrganismos patogênicos (GRIFFITH et al., 2010; PAPASTERGIOU et al., 2009; RAMOS et al., 2010).

O grupo dos coliformes totais incluem as bactérias na forma de bastonetes Gram negativos, não esporogênicos, aeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35°C. Os coliformes fecais ou termotolerantes recebem a mesma definição que os totais, porém restringindo-se aos membros capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 horas a 45,5°C (DANTAS, 2010; GALVÃO et al., 2006; HAMILTON et al., 2005).

Os coliformes termotolerantes incluem pelo menos três gêneros *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, dos quais dois (*Enterobacter* e *Klebsiella*) incluem cepas de origem não fecal. Por esse motivo a presença de coliformes termotolerantes é menos representativa, como indicação de contaminação fecal, do que a enumeração de *Escherichia coli*, porém muito mais significativa que a presença de coliformes totais, dada a alta incidência de *Escherichia coli* dentro do grupo fecal (HAMILTON et al., 2005; RAMOS et al., 2010).

Os coliformes termotolerantes, como indicador de poluição fecal recente, apresentam-se em grandes densidades nas fezes, sendo assim, facilmente isolados e identificados na água por meio de técnicas simples e rápidas, além de apresentarem sobrevivência praticamente semelhante à das bactérias enteropatogênicas (GALVÃO et al., 2006).

A *Escherichia coli* pertence à família Enterobacteriaceae, caracterizada pela presença das enzimas β -galactosidase e β -glicuronidase, fermenta lactose e manitol com produção de ácido e gás e produz indol a partir do aminoácido triptofano. Embora a maioria das cepas não seja patogênica, podem ocorrer doenças devidas à disseminação dessa bactéria intestinal em outros órgãos (PINTO e OLIVEIRA, 2011).

Dos coliformes existentes nas fezes humanas e de outros animais, cerca de 95% são *Escherichia coli* e, dentre as bactérias de habitat reconhecidamente fecal, é o melhor indicador de contaminação fecal conhecido até o momento, pois satisfaz todas as exigências de um indicador ideal de poluição (GALVÃO et al., 2006). Porém, os coliformes quando expostos à água do mar apresentam pouca tolerância à salinidade, portanto, sua detecção neste ambiente denota uma descarga constante de matéria fecal (STABILI E CAVALLO, 2011).

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão que estabelece a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de

efluentes, determina por meio da Resolução nº 357, de março de 2005, que em águas salinas (Seção III, Classe 1), destinada a atividade da pesca, não deve exceder um limite de 1.000 coliformes termotolerantes e/ou *Escherichia coli* por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos seis amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral (BRASIL, 2005).

4.2 Parâmetros físico-químicos

A temperatura e a salinidade são os fatores abióticos que tem maior influência na distribuição, abundância e sobrevivência de invertebrados marinhos. Esses fatores afetam os processos fisiológicos de moluscos bivalves e determinam a habilidade e oportunidade para alimentação, a duração de vida planctônica e a habilidade para selecionar locais para fixação (ALBUQUERQUE et al., 2012).

A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas, atua na velocidade dos processos metabólicos em espécies aquáticas ectotérmicas, influenciando a sobrevivência, desenvolvimento e comportamento dos organismos. Variações de temperatura são parte do regime climático normal e, corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas. A temperatura superficial é influenciada por diversos fatores, como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (CETESB, 2014).

Em média, a água do mar de todo o mundo tem uma salinidade de 35 (3,5%). A água do mar não tem salinidade uniforme ao redor do globo, os ambientes costeiros possuem características diferentes dos oceanos, em relação à salinidade. Além de ter um papel importante nos movimentos e na mistura das massas de água, devido ao seu efeito na densidade, a salinidade condiciona a fisiologia de invertebrados e vertebrados. A variação da salinidade afeta o balanço osmótico dos moluscos, acarretando em gasto energético para reajustar sua concentração osmótica (ALBUQUERQUE et al., 2012; PEREIRA et al., 2011).

O pH também é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental, a sua influência sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. O efeito indireto também é muito importante podendo, em determinadas condições

de pH, contribuírem para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados (RAMOS, 2007).

Portanto, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais através da Resolução CONAMA, nº 357, de março de 2005, a qual estabelece que para águas salinas da classe 1, o pH esteja entre 6,5 e 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades (BRASIL, 2005).

5. METAIS PESADOS

A classe dos metais compreende o maior grupo dos elementos químicos, sendo o termo “metal” referente à característica de boa condutividade elétrica e térmica (GALVÃO et al., 2009). Os seres vivos necessitam de pequenas quantidades de alguns metais, como cobalto, manganês, zinco, dentre outros, para a realização de funções vitais no organismo, no entanto, podem tornar-se bastante tóxicos quando ultrapassam determinadas concentrações. Outros metais pesados como o mercúrio, chumbo e cádmio tem toxicidade comprovada, não possuem nenhuma função no organismo e a sua acumulação pode provocar graves doenças (FERREIRA et al., 2010, SANTOS, G., 2013, SOUZA et al., 2011).

Devido à natureza não biodegradável e persistente, os metais pesados são acumulados em órgãos vitais do corpo humano, tais como os rins, ossos e fígado e estão associados a numerosos problemas de saúde. A natureza dos efeitos tóxicos pode ser aguda, crônica ou sub-crônica, neurotóxicos, cancerígenos, mutagênicos ou tóxicos (SINGH et al., 2010).

Devido às emissões antrópicas e naturais, metais pesados têm sido reconhecidos como um dos poluentes mais importantes nos ecossistemas, porque eles podem ser facilmente assimilados e bioacumulados em organismos, determinando um risco potencial para a saúde humana pelo consumo de alimentos contaminados, principalmente em pescados (COPAT et al., 2013, MACHADO et al., 2002).

Organismos marinhos, especialmente moluscos, têm a capacidade de acumular substâncias tóxicas metálicas do ambiente em que vivem, são altamente tolerantes a muitos poluentes e exibem altas acumulações deles, particularmente os metais pesados. Como tal, estes animais têm sido usados amplamente para

monitoração de contaminação dos ecossistemas marinhos (FRANCO et al., 2002; LAU et al., 1998).

A literatura indica metais encontrados nos manguezais e sua distribuição desde a fonte de matéria orgânica sedimentar até as cadeias alimentares, destacam que metais pesados provenientes das descargas de efluentes domésticos e industriais liberados nos estuários são incorporados à biota e podem ser transferidos para populações humanas que usam organismos estuarinos como fonte alimentar (COSTA e SILVA et al., 2010).

As descargas de efluentes industriais ou domésticos, a lixiviação de pesticidas em áreas agrícolas, combustão de carvão e óleo, mineração e fundição, dentre outras, são as principais fontes de contaminação de sistemas aquáticos, ficando assim, contaminados por metais pesados e compostos químicos orgânicos, expondo, por conseguinte toda a vida marinha (FERREIRA et al., 2010; TAVARES, 2010).

A contaminação do meio ambiente por petróleo é também uma importante fonte de poluentes orgânicos e metálicos. Dentre os metais predominantes na constituição do petróleo, destacam-se o vanádio e o níquel (SANTOS, G., 2013). A maioria das refinarias de petróleo têm, na etapa final de seu processo produtivo, unidades de craqueamento catalítico que são importantes fontes geradoras de poluentes atmosféricos, entre eles, o catalisador descartado para o ambiente (SILVA JÚNIOR, 2010).

Esses resíduos gerados pelo petróleo no ambiente podem ocasionar aumento na incidência de câncer nos ossos, cérebro e pulmões, além de leucemias. Assim, o descarte de catalisador das unidades de craqueamento das refinarias de petróleo é uma preocupação mundial para a saúde ambiental, considerando se tratar de um resíduo perigoso que contém metais pesados e compostos cancerígenos (SANTOS, G., 2013; SILVA JÚNIOR, 2010).

5.1 Cádmio

O cádmio (Cd) tornou-se um dos metais mais pesquisados devido à sua lenta excreção e meia-vida longa no corpo humano (TAVARES, 2010). É liberado ao ambiente por efluentes industriais, principalmente, de galvanoplastias, produção de pigmentos, soldas, equipamentos eletrônicos, lubrificantes e

acessórios fotográficos, bem como por poluição difusa causada por fertilizantes e poluição do ar local (CETESB, 2014)

Encontra-se em níveis baixos, e geralmente a alimentação é a principal fonte de contaminação. Assim, os moluscos bivalves são a maior fonte alimentar de cádmio, uma vez que este se liga a uma proteína, a metalotionina e conseqüentemente acumula-se nestes organismos. Desta forma, o teor deste contaminante aumenta ao longo do tempo, levando a bioacumulação (OLIVEIRA, 2012).

A ingestão de cádmio pode causar fibrose, edema e enfisema pulmonar, doenças renais como proteinúria e glicosúria, hipertensão arterial sistêmica, diminuição da produção de anticorpos, anemia e diminuição da testosterona (TAVARES, 2010).

5.2 Chumbo

O chumbo (Pb), mesmo em baixas concentrações pode comprometer o sistema nervoso, o sangue e os rins. É encontrado como poluente ambiental pela emissão industrial, principalmente por fábricas de baterias, incineradores e, também, por ingestão de alimentos contaminados (TAVARES, 2010).

A presença do metal na água ocorre por deposição atmosférica ou lixiviação do solo, os bivalves em particular, absorvem chumbo a partir da água contaminada, especialmente em estuários contaminados com águas residuais urbanas e industriais (OLIVEIRA, 2012).

Segundo CETESB (2014), o chumbo pode afetar quase todos os órgãos e sistemas do corpo, mas o mais sensível é o sistema nervoso, tanto em adultos como em crianças. A exposição aguda causa sede intensa, sabor metálico, inflamação gastrintestinal, vômitos e diarreias. Na exposição prolongada são observados efeitos renais, cardiovasculares, neurológicos, nos músculos e ossos, entre outros.

5.3 Vanádio

O vanádio (V) é um elemento metálico que se encontra amplamente distribuído pela crosta terrestre em baixas concentrações. As principais fontes emissoras de vanádio para o ambiente têm origem na maioria nos processos de

combustão de óleo, seguida da de carvão. A queima destes combustíveis libera vanádio para a atmosfera, o qual se deposita posteriormente nos solos e pode ser lixiviado para as águas superficiais e subterrâneas (SILVA, 2008).

A principal via de exposição da população geral ao vanádio é a alimentação. A maioria dos alimentos apresenta baixas concentrações do metal, com valores mais elevados em mariscos (CETESB, 2014).

A toxicidade do vanádio depende de uma série de fatores, como a forma química, estado de oxidação, o percurso da exposição e dose administrada. A contaminação de humanos e animais se dá principalmente no trato respiratório após a exposição excessiva por inalação, causando lesões e descoloração da pele, irritação nos olhos e trato respiratório superior (SANTOS, G., 2013).

A localização de sistemas de água em áreas próximas de locais industriais, ou em locais onde as fontes naturais de vanádio são elevadas, contribuem para sua presença nessas mesmas águas em maior ou menor quantidade. Os compostos de vanádio são amplamente utilizados numa vasta gama de processos industriais, podendo ser usados como catalisadores na indústria química e petroquímica ((SILVA, 2008).

5.4 Níquel

O níquel (Ni) está presente em todos os solos, onde se deriva a partir de qualquer material de origem (litosfera), deposição antropogênica, ou ambos. É um micronutriente essencial em teores muito baixos, mas pode ser tóxico em altas concentrações (YEGANEH et al., 2013). O principal uso do níquel é na produção de ligas, na indústria de galvanoplastia, fabricação de baterias, produtos de petróleo, pigmentos e como catalizadores (DUARTE; PASQUAL, 2000).

Doses elevadas de níquel podem causar dermatites nos indivíduos mais sensíveis, sendo a principal via de exposição para não fumante e para a população não exposta ocupacionalmente, o consumo de alimentos. A ingestão de elevadas doses de sais causa irritação gástrica, sendo o efeito adverso mais comum da exposição ao níquel, uma reação alérgica, cerca de 10 a 20% da população é sensível ao metal (CETESB, 2014).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M. C. P.; FERREIRA, J. F.; SALVADOR, G. C.; TURINI, C. Influência da temperatura e da salinidade na sobrevivência e crescimento de larvas da ostra perliífera *Pteria hirundo*. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 189-197, 2012.

ALMEIDA, C.; SOARES, F. Microbiological monitoring of bivalves from the Ria Formosa Lagoon (south coast of Portugal): A 20 years of sanitary survey. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, p. 252-262, 2012.

AYDINOL, F. I. T.; KANAT, G.; BAYHAN, H. Sea water quality assessment of Prince Islands' Beaches in Istanbul. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 184, p. 149-160, 2012.

AMARAL, B.M.; BARROS, H.O.; SOUZA, P.R. Protocolos de relacionamentos sociais para recuperação de áreas impactadas por atividades petrolíferas. In: XLIV CONGRESSO DA SOBER, Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento, 2006, Fortaleza, **Trabalhos...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2006.

BAHIA. **Histórico de São Francisco do Conde**. Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Diagnóstico Municipal do município, 2008.

EVAGELISTA-BARRETO, N. S. E.; SOUSA, O. V.; VIEIRA, R. H. S. F. Moluscos bivalves: Organismos Bioindicadores da Qualidade Microbiológica das Águas: Uma revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 2, n. 2, p. 17-29, 2008.

BETTENCOURT, F.; ALMEIDA, C.; SANTOS, M. I.; PEDROSO, L.; SOARES, F. Microbiological monitoring of *Ruditapes decussatus* from Ria Formosa Lagoon (South of Portugal). **Journal of Coastal Conservation**, v. 17, p. 653-661, 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico princípios gerais para estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos e seus anexos I, II e III. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 10 jan. 2001.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**. Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009- Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei no 7.679,

de 23 de novembro de 1988, e dispositivos do Decreto-Lei no 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, seção 1, 30 de junho de 2009.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **O diagnóstico da pesca extrativa no Brasil**. Brasília: Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca, 2011a. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/html/diagnostico.htm>>. Acesso em: 05 set. 2013.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2011**. Brasília - Distrito Federal: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2011b. 60 p. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/index.php/informacoes-e-estatisticas/estatistica-da-pesca-e-aquicultura>>. Acesso em: 16 dez. 2013.

BRASILIA. **Aquicultura e Pesca - Parte 2**. Desenvolvimento Regional e Sustentável, 2010. V.6, 51p, Disponível em: <<http://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol6AquiculturaPesca.pdf>> Acesso em: 09 nov. 2014.

BARROSO, G. F.; PINHEIRO, E. B.; KLUG, H.; DALTOÉ, R. A.; PERIN, K.; LIMA, M. R. P. Contaminação bacteriana em áreas costeiras e o cultivo de moluscos bivalves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa. **Anais eletrônicos** do 21 Congresso da ABES. Rio de Janeiro: ABES, v. 1, p. 1-9, 2001.

BURDA, C. L.; SCHIAVETTI, A. Análise ecológica da pesca artesanal em quatro comunidades pesqueiras da Costa de Itacaré, Bahia, Brasil: Subsídios para Gestão Territorial. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 8, p. 149-168, 2008.

CAVALCANTE, R. E. S. **Caracterização da pesca artesanal exercida pelos pescadores cadastrados na colônia Z-3 do município de Oiapoque-Amapá, Brasil**. 2011. Monografia (Curso de Engenharia de Pesca) - Universidade do Estado do Amapá, Macapá, 2011.

CALLISTO, M.; GONÇALVES Jr., J.F.; MORENO, P. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. In: GOULART, E.M.A. (Org.) Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais: Proj. Manuelzão. Belo Horizonte: Coopmed, p. 555-567, 2005.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Variáveis de qualidade das águas**. Disponível em:<<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/34-variaveis-de-qualidade-das-aguas>> Acesso em 04/11/2014.

COPAT, C.; ARENA, G.; FIORE, M.; LEDDA, C.; FALLICO, R.; SCIACCA, S.; FERRANTE, M. Heavy metals concentrations in fish and shellfish from eastern Mediterranean Sea: Consumption advisories. **Food and Chemical Toxicology**, v. 53, p. 33-37, 2013.

COSTA e SILVA, S. A. S.; SILVA, H. K. P.; NORONHA, T. J. M.; DUARTE, M. M. B. Avaliação Preliminar da Concentração de Metais Pesados em *Mytella falcata* (ORBIGNY, 1846) em Banco Natural do Estuário do Rio Timbó Município de Paulista, Pernambuco, Brasil. **CIENTEC - Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE**. Ano II, n. 1, p. 23-36, 2010.

CURCHO, M. R. S. M. **Avaliação de Micro e Macroelementos, elementos tóxicos (Cd, Hg e Pb) e Ácidos graxos, em peixes disponíveis comercialmente para consumo em Cananéia e Cubatão, Estado de São Paulo**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

DANTAS, R. A. **Avaliação microbiológica e físico-química de Vôngole (*Anomalocardia brasiliiana*) e siri (Família Portunidae) embalados em diferentes atmosferas e armazenados sob refrigeração e congelamento** 2010. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

DAVID, J. A. O.; SALAROLI, R. B.; FONTANETTI, C. S. Fine structure of *Mytella falcata* (Bivalvia) gill filaments. **Micron**, v. 39, n. 3, p. 329-336, 2008.

DAVID, J. A. O.; FONTANETTI, C. S. The Role of Mucus in *Mytella falcata* (Orbigny 1842) Gills from Polluted Environments. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 203, p. 261-266, 2009.

DIEGO, A. G. L.; RAMOS, A. P. D. R.; SOUZA, D. S. M.; DURIGAN, M.; GOULART, J. A. G.; MORESCO, V.; AMSTUTZ, R. C.; MICOLI, A. H.; NETO, R. C.; BARARDI, C. R. M.; FRANCO, R. M. B. Sanitary quality of edible bivalve mollusks in Southeastern Brazil using an UV based depuration system. **Ocean & Coastal Management**, v. 72, p. 93-100, 2013.

DUARTE, R. P. S.; PASQUAL, A. Avaliação do cádmio (Cd), chumbo (Pb), Níquel (Ni) e zinco (Zn) em solos, plantas e cabelos humanos. **Energia na Agricultura**, São Paulo, v.15, p. 46-58, 2000.

EVANGELISTA, W. P. **Prevalência de histamina em peixes escombrídeos e intoxicação histamínica no Brasil de 2007 a 2009**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

FARIAS, M. C. A; FREITAS, J. A. Qualidade microbiológica de pescado beneficiado em indústrias paraenses. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 67, 2008.

FARIAS, A. P. F. **Suscetibilidade Antimicrobiana de *Salmonella* spp. isoladas de moluscos bivalves no município de São Francisco do Conde, Bahia**. 2013. Monografia (Curso de Biologia), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, 2013.

FERREIRA, J. F; MAGALHÃES, A. R. M. **Cultivo de Mexilhões**. Laboratório de Cultivo de Moluscos Marinhos. Universidade federal de Santa Catarina. 2003.

Disponível em: <

<http://www.cca.ufsc.br/~jff/disciplinas/cultivodemoluscos/pdf/Cultivo%20de%20Mexilhoes%202003-1.pdf>> Acesso em: 23 jan.2014.

FERREIRA, A. P.; HORTA, M. A. P.; CUNHA, C. L. N. Avaliação das concentrações de metais pesados no sedimento, na água e nos órgãos de *Nycticorax nycticorax* (Garça-da-noite) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 10, n. 2, p. 229-241, 2010.

FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008.

FREITAS, S. T.; PAMPLIN, P. A. Z.; LEGAT, J.; FOGAÇA, F. H. S.; MELO, R. F. Conhecimento tradicional das marisqueiras de Barra Grande, Área de proteção Ambiental do Delta do Rio Parnaíba, Piauí, Brasil. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XV, n. 2, p. 91-112, 2012.

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.

GALVÃO, P. M. A.; REBELO, M. F.; GUIMARÃES, J. R. D., TORRES, J. P. M.; MALM, O. Bioacumulação de metais em moluscos bivalves: Aspectos evolutivos e ecológicos a serem considerados para a biomonitoração de ambientes marinhos. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 13, p. 59-66, 2009.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos**, 4.ed. São Paulo: Manole, 2011.

GRIFFITH, J. F., SCHIFF, K. C., LYON, G. S., FUHRMAN, J. A., 2010. Microbiological water quality at non-human influenced reference beaches in southern California during wet weather. **Marine Pollution Bulletin**, v. 60, p. 500-508, 2010.

GUIMARÃES, T. R. O. **Ilha do Paty: Microconflito Ambiental Globalizado**. ACCS- Historicidade do Estado e do Meio Ambiente, Universidade federal da Bahia. 2013. Disponível em: <
http://www.academia.edu/6923052/Universidade_Federal_da_Bahia_Faculdade_de_Direito_ACCS_Historicidade_do_Estado_e_do_Meio_Ambiente> Acesso em: 02 nov.2014.

HAMILTON, W. P.; KIM, M.; THACKSTON, E. L. Comparison of commercially available *Escherichia coli* enumeration tests: Implications for attaining water quality standards. **Water Research**, v. 39, p. 4869-4878, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produto interno bruto dos municípios 2004-2008. Rio de Janeiro: IBGE, Contas Nacionais, n. 33, 2010, p. 212.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS (ICMSF). **Microorganisms in foods 2 Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications**. 2. ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1986, p. 278.

JAY, J.M. **Microbiologia de Alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005

JANELIDZE, N.; JAIANI, E.; LASHKHI, N.; TSKHVEDIANI, A.; KOKASHVILI, T.; GVARISHVILI, T.; JGENT, D.; MIKASHAVIDZE, E.; DIASAMIDZE, R.; WHITEHOUSE, C. A.; TEDIASHVILI, M. Microbial water quality of the Georgian coastal zone of the Black Sea. **Marine Pollution Bulletin**, UK, v. 62, p. 573-580, 2011.

KELLER, R.; JUSTINO, J. F.; CASSINI, S. T. Assessment of water and seafood microbiology quality in a mangrove region in Vitoria, Brazil. **Journal of Water and Health**, v. 11, p. 573-580, 2013.

LAU, S., MOHAMED, M., YEN, A., T. C., SU'UT, S. Accumulation of heavy metals in freshwater molluscs. **The Science of the Total Environment**, Barcelona, v. 214, p. 113-121, 1998.

LEAL, D. A. G., FRANCO, R. M. B. Moluscos bivalves destinados ao consumo humano como vetores de protozoários patogênicos: Metodologias de detecção e normas de controle. **Revista Panamericana de Infectologia**, São Paulo, v. 10, p. 48-57, 2008.

FERREIRA, A. P; HORTA, M. A. P; CUNHA, C. L. N. Avaliação das concentrações de metais pesados no sedimento, na água e nos órgãos de *Nycticorax nycticorax* (Garça-da-noite) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 10, n. 2, p. 229-241, 2010.

MACHADO, I. C; MAIO, F.D; KIRA, C. S; CARVALHO, M. F. Estudo da ocorrência dos metais pesados Pb, Cd, Hg, Cu e Zn na ostra de mangue *Crassostrea brasiliana* do estuário de Cananéia-SP, Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 61, n. 1, p. 13-18, 2002.

MIEDICO, O., POMPA, C., TARALLO, M., CHIARAVALLE, A. E. Assessment of Heavy Metals in Bivalves Molluscs of Apulian Region: a 3-years control activity of a EU Laboratory. **E3S Web of Conferences**, v. 1, n. 11006, 2013.

MÖLLERKE, R. O. **Mercúrio, Arsênio e Colimetria como indicadores biológicos, na avaliação da qualidade do pescado artesanal do Lago Guaíba Porto Alegre, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil**. 2002. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MORESCO, V., VIANCELLI, A., NASCIMENTO, M. A., SOUZA, D. S. M., RAMOS, A. P. D., GARCIA, L. A. T., SIMÕES, C. M. O., BARARDI, C. R. M., Microbiological and physicochemical analysis of the coastal waters of southern Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, p. 20-48, 2012.

NG, Y.F., WONG, S.L., CHENG, H.L., Yu, P.H.F. The microbiological quality of ready-to-eat food in Siu Mei and Lo Mei shops in Hong Kong. **Food Control**, v. 34, p. 547-553, 2013.

NÓBREGA, G.S, CARDOSO, R. C. V, FURTUNATO, D. M. N, GÓES, J. A. W, FERREIRA, T. C. B, SANTOS, M. D. F, SANTOS, S. M. G. Formação para marisqueiras em segurança de alimentos e saúde do trabalhador: uma experiência na comunidade de Ilha do Paty, Bahia, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 5, p. 1561-1571, 2014.

OLIVEIRA, J., CUNHA, A., CASTILHO, F., ROMALDE, J. L., PEREIRA, M., Microbial contamination and purification of bivalve shellfish: Crucial aspects in monitoring and future perspectives: A mini-review. **Food Control**, v. 22, p. 805-816, 2011.

OLIVEIRA, M. C. R. M. **Moluscos Bivalves em Portugal: Composição Química e Metais Contaminantes**. 2012. Dissertação (Mestrado) em Tecnologia e Segurança Alimentar. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012.

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

PAPASTERGIOU, P., MOUCHTOURI, V., KARANIKA, M., KOSTARA, E., KOLOKYTHOPOULOU, F., MPITSOLAS, N., PAPAIOANNOU, A., HADJICHRISTODOULOU, C. Analysis of seawater microbiological quality data in Greece from 1997 to 2006: association of risk factors with bacterial indicators. **Journal of Water and Health**, v. 7, p. 514-526, 2009.

PEREIRA, N.; CAMPOS, B. R.; D'INCAO, F. Estudo da salinidade e sua relação com as frentes frias e a pluviosidade no Estuário da Lagoa dos Patos. **Atlântica, Rio Grande**, v. 33, p. 173-182, 2011.

PINTO, A. B., OLIVEIRA, A. J. F. C. Diversidade de microrganismos indicadores utilizados na avaliação da contaminação fecal de areias de praias recreacionais marinhas: estado atual do conhecimento e perspectivas. **O Mundo da Saúde**, v. 35, p. 105-114, 2011.

RAMOS, R.J., **Monitoramento bacteriológico de águas do mar e de ostras (*Crassostrea gigas*) em áreas de cultivo na Baía Sul da ilha de Santa**

Catarina. 2007. 116 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

RAMOS, R.J., PEREIRA, M.A., MIOTTO, L.A., FARIA, L. F. B., SILVEIRA JUNIOR, N., VIEIRA, C.R.W. Microrganismos 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 do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, p. 29-37, 2010.

RAMOS, R.J., PEREIRA, M.A., MIOTTO, L.A., FARIA, R.D., SILVEIRA JUNIOR, N., VIEIRA, C.R.W., 2012. Occurrence of *Vibrio* spp., positive coagulase staphylococci and enteric bacteria in oysters (*Crassostrea gigas*) harvested in the south bay of Santa Catarina Island, Brazil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, p. 478-484, 2012.

RODRIGUES, L. A. P; FILHO, C. D. C. Ocorrência de *Vibrio parahaemolyticus* nas etapas de beneficiamento de Ostras (*Crassostrea rhizophorae*) cultivadas na Baía de Todos os Santos, e Determinação dos Pontos Críticos de Controle. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, Paraná, v. 13. p. 77-83. 2011.

SÁ, E. P. **Estudo exploratório sobre a pesca artesanal e a cadeia de distribuição do pescado em comunidades de São Francisco do Conde BA**. 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Nutrição, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

SANTIAGO-RODRIGUEZ, T. M., TREMBLAY, R. L., TOLEDO-HERNANDEZ, C., GONZALEZ-NIEVES, J. E., RYU, H., DOMINGO, J. W. S., TORANZOS, G. A. Microbial Quality of Tropical Inland Waters and Effects of Rainfall Events. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 78, p. 5160-5169, 2012.

SANTOS, E.H. **Desenvolvimentismo, atividade petrolífera e degradação ambiental em áreas pesqueiras em São Francisco do Conde, Bahia**. 2004. 207 f. Dissertação (Mestrado) em Desenvolvimento Sustentável – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

SANTOS, M. D. F. **A pesca artesanal e a qualidade de pescados recém-capturados em comunidades de São Francisco do Conde – BA**. 2013. 141 f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

SANTOS, G. L. **Determinação multielementar e análise de especiação de vanádio em amostras ambientais da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil, por técnicas Espectrométricas**. 2013. Tese (Doutorado) – Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

SÃO FRANCISCO DO CONDE. Prefeitura Municipal. Secretaria de Educação. **Caracterização geral do município de São Francisco do Conde**. 2009.19p.

SILVA JÚNIOR, W. F. **Avaliação da gestão ambiental de uma Refinaria de Petróleo para as perdas de catalisador de craqueamento.** 2010. 73f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Medicina da Bahia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

SILVA, E. S.; **Desenvolvimento de um sistema de análise por injeção sequencial (SIA) para a determinação de vanádio (V) em águas.** 2008. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, Porto, 2008.

SINGH, A.; SHARMA, R. K.; AGRAWAL, M.; MARSHALL, F. M. Health risk assessment of heavy metals via dietary intake of foodstuffs from the wastewater irrigated site of a dry tropical area of India. **Food and Chemical Toxicology**, V. 48, p. 611-619, 2010.

SOARES, L. S. H., LOPES, J. P., MUTO, E. Y., GIANNINI, R., Capture fishery in Northern Todos os Santos Bay, Tropical southwestern Atlantic, Brazil. **Brazilian Journal Oceanography**, v. 59, p. 61-74, 2011.

SOUZA, M. M., WINDMOLLER, C. C., HATJE, V., Shellfish from Todos os Santos Bay, Brazil: Treat or threat. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, p. 2254-2263, 2011.

STABILI, L., CAVALLO, R. A. Microbial pollution indicators and culturable heterotrophic bacteria in a Mediterranean area (Southern Adriatic Sea Italian coasts). **Journal of Sea Research**, v. 65, p. 461-469, 2011.

TAVARES, A. D. **Determinação de Cádmio e Chumbo em Alimentos e Bebidas Industrializados por Espectrometria de Absorção Atômica com Atomização Eletrotérmica.** Tese (doutorado) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB. 2010.

VEIGA, I. G. **Avaliação da origem dos hidrocarbonetos em sedimentos superficiais de manguezais da região norte da Baía de Todos os Santos / Bahia.** 2003. 249 f. Tese (Mestre em Engenharia de Reservatório e de Exploração) – Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2003.

VIEIRA, H. S. F.; ATAYDE, M. A.; CARVALHO, E. M. R.; CARVALHO, F. C. T.; FONTELES FILHO, A. A. Contaminação fecal da ostra *Crassostrea rhizophorae* e da água de cultivo do estuário do Rio Pacoti (Eusébio, Estado do Ceará): Isolamento e identificação de *Escherichia coli* e sua susceptibilidade a diferentes antimicrobianos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 45, 2008.

YEGANEH, M.; AFYUNI, M.; KHOSHGOFTARMANESHA, A. H.; KHODAKARAMI, L.; AMINI, M.; SOFFYANIAN, A. R.; SCHULIND, R. Mapping of human health risks arising from soil nickel and mercury contamination. **Journal of Hazardous Material**, v. 244-245, p. 225-239, 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for drinking-water quality**. 4.ed. Geneva: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. 2011. 541p.

CAPÍTULO 2: QUALIDADE DA ÁGUA DO MAR VERSUS CONTAMINAÇÃO POR METAIS PESADOS EM SURURU (*Mytella falcata*) COLETADOS EM SÃO FRANCISCO DO CONDE, BAHIA, BRASIL.

*QUALITY OF SEA WATER VERSUS CONTAMINATION BY HEAVY METAL IN SURURU (*Mytella falcata*) COLLECTED IN SÃO FRANCISCO DO CONDE, BAHIA, BRAZIL.*

Eleidiana A. S. Oliveira^a, Cecília F. S. Araújo^b, José A. Menezes-Filho^b, Ryzia C. V. Cardoso^a, Aláise G. Guimarães^a

^a *Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Departamento de Análises Bromatológicas, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Campos de Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.*

^b *Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Laboratório de Toxicologia. Av. Barão de Jeremoabo, s/n, Ondina, 40170-115. Salvador, Bahia, Brasil.*

Resumo

O objetivo deste estudo foi monitorar a qualidade microbiológica e físico-química da água do mar, destinada a atividade de pesca, bem como, avaliar a qualidade bacteriológica e a contaminação por metais pesados no sururu (*Mytella falcata*) coletados na Ilha do Paty em São Francisco do Conde, Bahia. Para os parâmetros físico-químicos da água do mar, a temperatura variou de 25,4°C a 30,5°C, a salinidade de 32,9‰ a 36,5‰ e o pH de 7,7 a 8,2. Na pesquisa de metais, os níveis encontrados para o cádmio variaram de 0,13 a 0,24 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e chumbo de 0,05 a 0,24 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, abaixo dos limites preconizados pela legislação brasileira. Para o níquel, os níveis variaram de 0,18 a 0,51 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, abaixo do limite estabelecido pela Food and Drug Administration. No entanto, para o vanádio, os níveis variaram de 0,93 a 2,13 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, superiores ao limite recomendado pela World Health Organization. Os resultados bacteriológicos e físico-químicos da água do mar e do sururu, mostraram-se de acordo com a legislação brasileira. No entanto, para o metal vanádio, foram encontrados valores superiores aos limites estabelecidos pela World Health Organization. Estes resultados podem ser atribuídos à proximidade dos locais de colheita à região altamente industrializada. Assim, ressalta-se a importância de um programa de monitoramento contínuo, tanto nas águas, como nos moluscos, a fim de garantir o consumo seguro deste alimento.

Palavras-chave: indicadores bacterianos; qualidade da água; moluscos bivalves; parâmetros físico-químicos.

Abstract

The objective of this study was to monitor the microbiological and physical-chemical quality seawater, designed to fishing activity, as well as to assess the bacteriological quality and contamination by heavy metals in mussels (*Mytella falcata*) collected in Paty Island in São Francisco do Conde, Bahia. For the physical-chemical parameters of sea water, the temperature ranged from 25,4°C to 30,5°C, salinity from 32,9‰ to 36,5 ‰ and the pH 7,7 to 8,2. In search of metals, the levels found for cadmium ranging from 0,13 a 0,24 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ and lead of 0,05 a 0,24 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ below the limits allowed by the Brazilian legislation. For the nickel concentrations, ranging from 0,18 to 0,51 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, below the limit established by the Food and Drug Administration. However, for the vanadium levels ranging from 0,93 to 2,13 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, superior to the limit recommended by the World Health Organization. These results can be attributed to the proximity of logging sites to the highly industrialized region. Thus, it emphasizes the importance of a continuous monitoring program, both in waters such as mollusks, to ensure the safe use of food.

Keywords: bacterial indicators; water quality; bivalve molluscs; physical-chemical parameters.

1. Introdução

A Baía de Todos os Santos (BTS) é uma das hidrovias mais importantes do Brasil, ocupando uma área de 1.100 km². Está localizada nas proximidades de Salvador, a terceira maior área metropolitana do Brasil, e abriga o maior complexo petroquímico no hemisfério Sul. É um ecossistema complexo, com águas salobras e marinhas, muitas ilhas, estuários, manguezais e floresta tropical. A parte norte da baía encontra-se dentro da área de quatro municípios, São Francisco do Conde, Madre de Deus, Salvador e Candeias (Soares et al., 2011).

Na Baía de Todos os Santos, na área do Recôncavo, a captura de mariscos está fortemente ligada à tradição da pesca artesanal, explorando os ambientes aquáticos próximos da costa. São Francisco do Conde (SFC) está entre os municípios com maior tradição da pesca artesanal, com uma colônia de pescadores e sete associações de pesca, contribuindo assim, para o fornecimento do pescado para a localidade e para vários outros municípios da região metropolitana de Salvador (Santos, 2013_a).

A conformidade das áreas de litoral para a colheita de marisco é influenciada por muitos fatores, mas nenhuma é mais importante do que a qualidade da água (Bettencourt et al., 2013). Podem existir diferentes fontes de contaminação, porém o afluxo de efluentes domésticos e resíduos sólidos, bem como atividades antropogênicas, incluindo agricultura, indústria química e petroquímica, são as mais significativas (Almeida e Soares, 2012; Benedict e Neumann, 2004; Moresco et al., 2012; Souza et al., 2011).

A qualidade microbiológica das águas costeiras no Brasil e em muitos outros países é avaliada baseada em microrganismos indicadores, como coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli* (Moresco et al., 2012; Stabili e Cavallo, 2011). Estes microrganismos são componentes da microbiota intestinal de todos os animais de sangue quente, incluindo cães e gatos domésticos, aves selvagens e mamíferos (Griffith et al., 2010). Por isso, a sua presença em águas pode indicar poluição de origem fecal (Santiago-Rodriguez, 2012).

Os coliformes totais são geralmente encontrados no meio ambiente e são considerados habitantes naturais das águas. Os coliformes termotolerantes (fecais) são um subgrupo dos coliformes totais, aparecem em grande quantidade no intestino e fezes de humanos e animais. A detecção de coliformes

termotolerantes é de maior interesse do que a presença de coliformes totais, uma vez que indica a possível presença de bactérias patogênicas. *Escherichia coli* é um subgrupo dos coliformes termotolerantes e sua presença quase sempre indica contaminação fecal recente (Papastergiou et al., 2009).

Uma preocupação fundamental em relação à contaminação fecal nas zonas de colheita é o consumo de mariscos contaminados, sendo um risco para a saúde pública (Bettencourt et al., 2013). A distribuição mundial de diferentes espécies de bivalves, seu estilo de vida sedentário (sésseis) e a eficiência de seu comportamento alimentar, fazem essas espécies suscetíveis à bioacumulação de poluentes e patógenos e útil para o monitoramento de ambientes aquáticos (Diego et al., 2013).

A poluição marinha é um problema ambiental global. Devido às emissões antrópicas e naturais, os metais pesados tóxicos têm sido reconhecidos como um dos poluentes mais importantes em ecossistemas, pois eles podem ser facilmente assimilados e bioacumulados nos organismos (Copat et al., 2013).

A contaminação de moluscos bivalves ocorre principalmente porque eles se alimentam por filtração, que de forma seletiva, filtram pequenas partículas, zooplâncton, fitoplâncton e matéria inorgânica da água circundante (Miedico et al., 2013; Oliveira et al., 2011). Por isso, possuem a capacidade de acumular, em altas densidades, contaminantes das águas costeiras onde vivem, sendo utilizados mundialmente como bioindicadores de poluição ambiental (Barroso et al., 2001).

Por razões de disponibilidade dietéticas, tradicionais ou alimentares, o consumo de bivalves tem aumentado em todo o mundo. No entanto, a contaminação microbiana é crônica e generalizada em zonas de colheitas. Por filtro-alimentação da água circundante, os bivalves podem acumular contaminantes biológicos ou químicos, podendo seu consumo representar sérios riscos à saúde pública (Evangelista-Barreto et al., 2008; Oliveira et al., 2011)

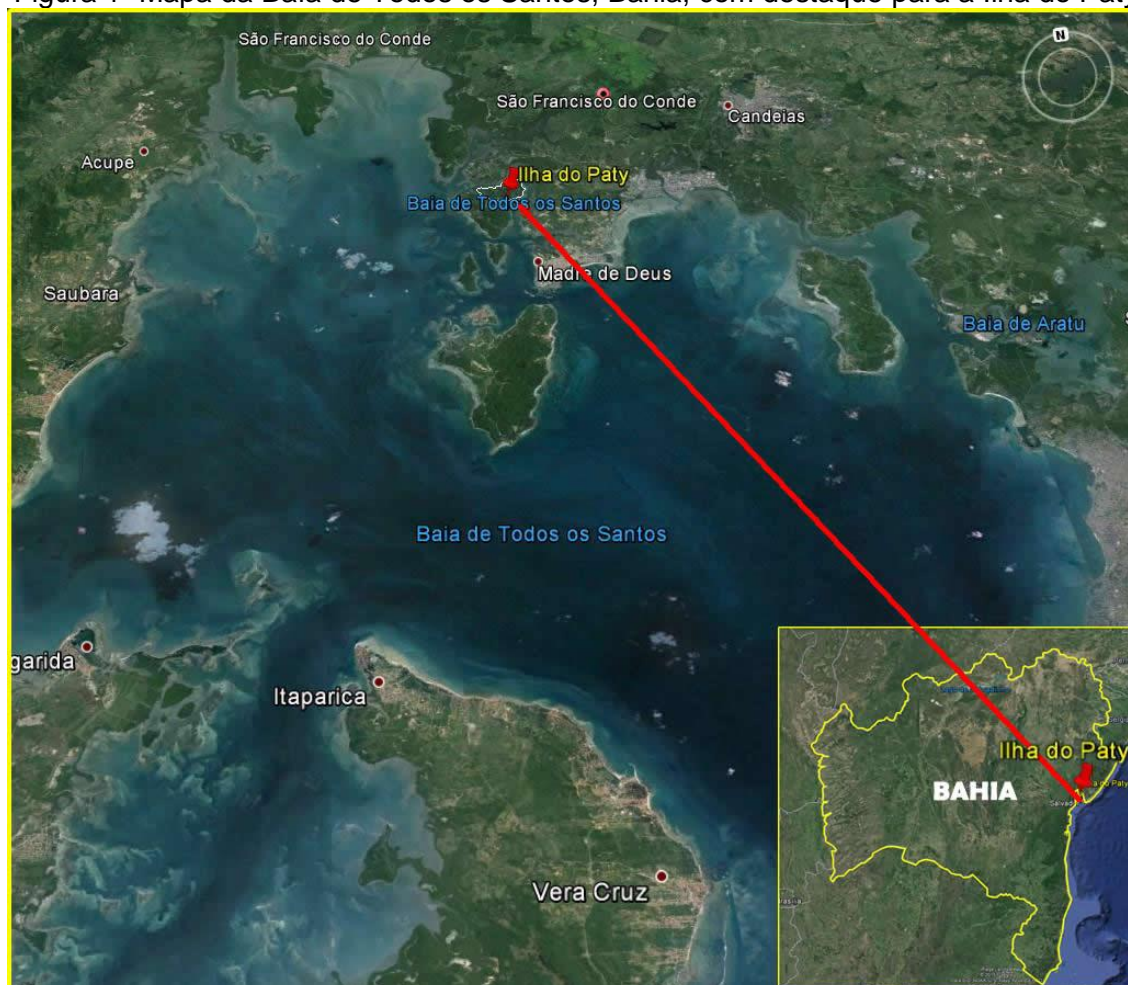
Nessa perspectiva, e considerando a insuficiência de estudos na região, o objetivo desta pesquisa foi monitorar a qualidade microbiológica e físico-química da água do mar, destinada a atividade de pesca, bem como, avaliar a qualidade bacteriológica e a contaminação por metais pesados no molusco bivalve sururu (*Mytella falcata*), capturados na Ilha do Paty, em São Francisco do Conde, Bahia, Brasil.

2. Material e métodos

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na Ilha do Paty, localizada no norte da Baía de Todos os Santos. A ilha pertence à cidade de São Francisco do Conde, no Estado da Bahia (Figura 1).

Figura 1- Mapa da Baía de Todos os Santos, Bahia, com destaque para a Ilha do Paty.

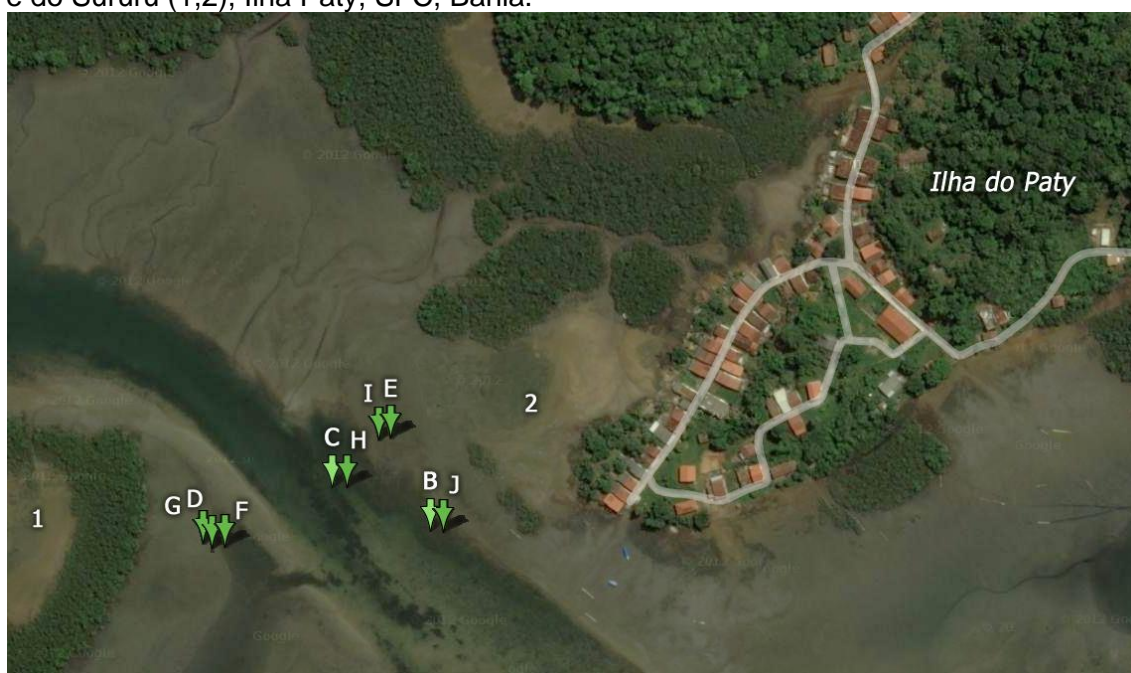


Fonte: Google Earth

As amostras de água do mar foram colhidas em dez pontos diferentes da Ilha do Paty. Estes locais foram geo-referenciados por meio de posicionamento por satélites (Global Position System-GPS), utilizando um aparelho GPS portátil Garmin. As coordenadas geográficas dos pontos identificados foram: A) Poça esquerda 01 (S12°42.549'W038°37.854'); B) Laje direita 01 (S12°42.544'W038°37.783'); C) Entre Laje e Poça 01 (S12°42.530'W038°37.815'); D) Poça direita 01 (S12°42.547'W038°37.857'); E) Laje esquerda

01(S12°42.515'W038°37.796'); F) Poça esquerda 2 (S12°42.549'W038°37.850'); G) Poça direita 02 (S12°42.547'W038°37.861'); H) Entre Laje e Poça 02 (S12°42.530'W038°37.810') I) Laje esquerda 02 (S12°42.515'W038°37.800') e J) Laje direita 02 (S12°42.544'W038°37.779'). A eleição dos pontos de colheita, foi determinada devido sua proximidade com os locais de mariscagem dos sururus, identificados pela população local, como Poça (1) e Laje (2), conforme Figura 2.

Figura 2- Pontos de colheita das amostras de água do mar (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J) e do Sururu (1,2), Ilha Paty, SFC, Bahia.



Fonte: Google Earth

2.2. Colheita das amostras

As colheitas das amostras de água do mar e de sururu foram realizadas em maré baixa, entre dezembro de 2013 a novembro de 2014, com frequência bimestral. Foi colhida uma amostra da água do mar em cada um dos dez pontos mapeados, totalizando 60 amostras ao longo de doze meses. As amostras foram colhidas em frascos de vidro estéreis com a capacidade de 250 mL, a 30cm de profundidade.

Com relação ao sururu (*Mytella falcata*), foram colhidas quatro amostras, duas de cada lado dos pontos de captura do marisco, totalizando 24 amostras em 12 meses. As amostras de água do mar e do sururu (*Mytella falcata*) foram acondicionadas em caixas isotérmicas contendo gelo reciclável e transportadas

para o Laboratório de Estudos em Microbiologia de Alimentos (LEMA) do Departamento de Análises Bromatológicas da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, sendo analisadas imediatamente após a chegada ao laboratório.

As amostras de sururu foram lavadas imediatamente após a chegada ao Laboratório, com escova sob água potável corrente, posteriormente aberta com faca estéril, sendo a carne e o líquido intervalvar transferidos assepticamente para saco estéril. Aproximadamente 30 unidades de sururu constituía o *pool* de amostragem, de onde eram posteriormente pesadas duas amostras de 25g para os ensaios microbiológicos e uma de 20g para a pesquisa de metais pesados.

2.3. Parâmetros físico-químicos da água do mar

No momento da colheita das amostras de água do mar, foram registradas a temperatura da água, utilizando termômetro portátil digital (Incoterm®). A determinação do pH e da salinidade das águas foram realizadas após a chegada das amostras ao Laboratório, em medidor digital de pH (Digimed®) e salinômetro digital (Thermo Scientific®). Todas as análises foram realizadas em triplicatas e segundo metodologia descrita pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Eaton et al., 2005).

2.4. Índice pluviométrico

O índice pluviométrico mensal foi avaliado a partir dos dados enviados pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), da estação Candeias - EMBASA, que fica localizada a 12° 39' 44" de latitude e 38° 31' 55" de longitude, Bacia VII - Recôncavo Norte. Foram utilizados os dados do município de Candeias-BA, devido à ausência de posto de coleta de dados de precipitação no município de São Francisco do Conde e pela sua proximidade ao local de monitoramento.

2.5. Análise microbiológica da água do mar

A análise microbiológica da água do mar foi realizada de acordo com a técnica de filtração por membrana (MF), mediante a filtração de 100mL de água em membrana de celulose (Sartorius®) de 0,45 µm de porosidade e 47 mm de diâmetro, para a detecção de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, segundo metodologia descrita pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Eaton et al., 2005).

Para a análise de coliformes totais foi necessária a diluição das amostras, transferido um volume de 10 mL da água do mar para 90 mL de diluente (tampão fosfato). Após a filtração, as membranas filtrantes foram colocadas em placas contendo meio seletivo, Agar M-Endo (Difco®). Posteriormente, as placas foram incubadas aerobicamente durante 24 horas a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e realizada a contagem do número de colônias típicas sobre a membrana. As colônias típicas de coliformes totais se caracterizam pela coloração rósea a vermelha escura, com brilho verde metálico ou brilho dourado.

Para a enumeração de coliformes termotolerantes, um volume de 100 mL de amostra de água do mar foi filtrado. Após a filtração, as membranas filtrantes foram colocadas em placas contendo meio seletivo Agar m-FC (Difco®). Posteriormente, as placas foram incubadas aerobicamente durante 24 horas a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$, e realizada a contagem do número de colônias típicas sobre a membrana. As colônias típicas de coliformes termotolerantes se caracterizam pela coloração azul.

Para a identificação de *Escherichia coli*, as colônias características de coliformes termotolerantes, no Agar m-FC, foram transferidos para tubos contendo ágar Triptona de Soja (TSA) (Acumedia®) inclinado, e incubados aerobicamente durante 24 horas a $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Posteriormente, foram submetidos aos testes bioquímicos: citrato, indol, VM (vermelho de metila) e VP (Voges Proskauer), para a confirmação de *Escherichia coli*.

O número de colônias bacterianas foi reportado como Unidades Formadoras de Colônias por 100 mililitros (UFC/100mL). A água de diluição esterilizada foi utilizada como controle negativo e a cultura padrão de *Escherichia coli* (ATCC 25922) como controle positivo na detecção de coliformes.

Os resultados das análises de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* foram comparados com os padrões exigidos pela Resolução nº 357, de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão que estabelece a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento (Brasil, 2005).

2.6. Análise microbiológica do Sururu

Para as análises microbiológicas de coliformes a 45°C, estafilococos coagulase positiva e bactérias aeróbias mesófilas dos sururus, foram pesadas 25 g da amostra, adicionadas de 225 mL de água peptonada 0,1% e, posteriormente homogeneizadas em *Stomacher* marca ITR® modelo MC1204. A partir dessa diluição (10^{-1}), foram efetuadas as demais diluições decimais para proceder às análises.

Para a análise de coliformes a 45°C, foi realizado o plaqueamento direto em superfície, no qual 0,1 mL de cada diluição foi inoculada em placas contendo o meio Agar Chromocult Coliform (Merck®). Posteriormente, as placas foram incubadas durante 24 horas a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ e realizada a contagem das colônias típicas. As colônias típicas de coliformes a 45°C se caracterizam pela coloração vermelha a salmão, enquanto que para *Escherichia coli* se apresentam azul escuro a violeta.

Para a contagem de estafilococos coagulase positiva, também foi realizado o plaqueamento direto em superfície, sendo o volume de 0,1 mL de cada diluição inoculado em placas contendo o meio Agar Baird Parker (Difco®). Posteriormente, as placas foram incubadas durante 48 horas a $36 \pm 1^\circ\text{C}$ e realizada a contagem de colônias típicas. Estas colônias apresentaram-se circulares, pretas, pequenas, lisas com bordas perfeitas rodeadas por uma zona opaca e um halo transparente. Em caso de crescimento, foram selecionadas três colônias típicas, as quais foram repicadas para caldo Infusão cérebro coração BHI (Difco®) e incubadas $36 \pm 1^\circ\text{C}$ por 24 horas para posteriormente realizar os testes bioquímicos de catalase e coagulase. Para interpretação e cálculo de resultados foram consideradas como Estafilococos coagulase positiva, as culturas com reação de coagulase positiva.

Com relação as contagens totais de bactérias aeróbias mesófilas, foi realizado o plaqueamento em profundidade, sendo o volume de 1,0 mL de cada

diluição inoculado em placas contendo o meio Ágar Padrão para Contagem- PCA (Difco®). Posteriormente incubadas a $35 \pm 1^\circ\text{C}$ por 48 horas e o número de colônias contadas com o auxílio de um contador de colônias (Phoenix®).

Para a pesquisa de *Salmonella* spp. foi realizado pré-enriquecimento de 25g da amostra em 225 mL de caldo de lactose simples (Merck®) e em seguida incubado a $35 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 24 horas. Após esse período, alíquotas de 1,0 mL e 0,1 mL foram transferidas respectivamente para caldo de tetracionato (Merck®) e Rappaport-Vassiliadis (Merck®) e incubadas a $35 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 24 horas. A partir desses tubos de enriquecimento seletivo foi realizada semeadura por esgotamento em placas contendo o meio Ágar Hektoen entérico (HE) (Merck®) e Lisina Xilose Desoxicolato (XLD) (Merck®) e incubadas a $35 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 24 horas. Colônias típicas foram transferidas para tubos contendo Ágar Tríplice Açúcar e Ferro (TSI) (Difco®) e Ágar Lisina Ferro (LIA) (Difco®) e novamente incubadas a $35 \pm 1^\circ\text{C}$ em 24 horas. Os tubos de TSI e LIA que apresentaram reações típicas para *Salmonella* foram submetidos a testes bioquímicos complementares, como Citrato, Urease, Vermelho de metila, Voges Proskauer, Fenilalanina e teste de motilidade em Meio SIM (sulfeto indol motilidade).

Todas as análises foram realizadas e adaptadas de acordo com o *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (Downes e Ito, 2001) e os resultados das análises de estafilococos coagulase positiva e pesquisa de *Salmonella* spp., comparados com os padrões exigidos pela Resolução RDC nº 12 de janeiro de 2001 (Brasil, 2001).

2.7. Análise de metais pesados no sururu

2.7.1 Preparo da amostra

O preparo das amostras é uma das operações preliminares da análise química, que consiste em submeter uma alíquota representativa da amostra a um tratamento adequado, com o objetivo de preparar para os passos subsequentes (Santos, 2013b). O preparo das amostras compreende três etapas, liofilização, homogeneização e digestão.

Para desidratação completa e determinação do teor de umidade, o sururu foi submetido ao processo de liofilização, obtendo-se, uma amostra seca. Após a

liofilização, as amostras secas foram moídas num almofariz e obtido um pó homogêneo, no qual foi acondicionado em frascos de polietileno. Em seguida, as amostras foram colocadas em dessecadores contendo sílica gel até o momento da mineralização das mesmas.

A digestão foi realizada após pesagem, em balança analítica, de 200 mg de cada amostra seca, com registro da massa com quatro casas decimais, em béqueres de 50 mL. Na capela de exaustão, foram acrescentados 5 mL de HNO₃ (ácido nítrico) concentrado e em seguida cobertos com vidro de relógio e levados à chapa de aquecimento a 100°C, refluxando por cerca de 4 horas. Posteriormente, 2 mL de H₂O₂ (peróxido de hidrogênio) foram adicionados, finalizando a abertura quando apresentavam aspecto claro e sem evolução do gás castanho de dióxido de nitrogênio. A abertura das amostras foi semelhante aos descritos por Guntinãs et al. (2009) e Noel et al. (2009).

Após a mineralização, as amostras foram transferidas para tubos de centrífuga de polipropileno (Corning CentriStar™) graduados de 15 mL e avolumadas para 10 mL com água Tipo I. O mesmo procedimento foi realizado com os materiais de referência certificados e brancos de reagente.

2.7.2 Reagentes e soluções

Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico e espectrométrico. A água utilizada no preparo das amostras e das soluções foi obtida por um sistema de purificação de água Milli-Q (Milliopore®), com resistividade de 18,2 MΩ cm, para o preparo das amostras, na etapa da mineralização, foi utilizado Ácido nítrico concentrado Suprapur (J.T. Baker®) e Peróxido de Hidrogênio (Merck®). Soluções padrão para Absorção Atômica (AccuStandard®) 1000 mg/L em 0,2% de ácido nítrico foi utilizada para análises de Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Níquel (Ni) e Vanádio (V).

2.7.3. Controle de qualidade

Para garantir a qualidade da análise de metais foram usados materiais de referência certificados, como o Tecido de Ostra (NIST 1566b) – NIST, USA para análise de Cd, Pb, Ni e V.

A precisão do método foi avaliada pelo coeficiente de variação de 6 repetições analíticas e realizada num espaço de duas semanas pelo mesmo analista. A leitura do branco do reagente foi realizada ao longo de seis baterias de análises, em duplicata, para calcular o limite de quantificação (LQ) e o limite de detecção (LD) do método, que foram calculados considerando a concentração média do branco mais 10 vezes o desvio padrão (DP) para o LQ e concentração média do branco mais três vezes o DP para o LD, conforme IUPAC (1997).

2.7.4. Determinação dos Metais Cd, Pb, Ni e V

As análises de metais foram realizadas utilizando um espectrômetro de absorção atômica com forno de grafite (AAS-Varian Spectra AA 240FGZ, Mulgrave Victoria, AU). Os resultados foram obtidos em microgramas de metal por grama de peso seco e em seguida calculado a concentração em peso úmido após a correção pelo valor da umidade de cada sururu.

A metodologia utilizada para os metais Cd, Pb, Ni e V foi por espectrometria de absorção atômica em forno de grafite, de acordo com a determinação descrita por Guntinãs et al. (2009) e Noel et al. (2009). Após digestão das amostras, uma alíquota foi transferida para cubetas e analisadas no espectrômetro.

A curva de calibração do Cd foi preparada por meio de diluição automática, feita pelo equipamento espectrômetro da solução padrão intermediária de cádmio $4 \mu\text{g.L}^{-1}$, em HNO_3 0,2%, nas concentrações 0; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$. A solução de dihidrogenofosfato de amônio a 0,5% foi utilizado como modificador de matriz.

A curva de calibração do Pb foi preparada após diluição automática, feita pelo equipamento espectrômetro da solução padrão intermediária de chumbo $20 \mu\text{g.L}^{-1}$, em HNO_3 0,2%, nas concentrações 0; 2,0; 4,0; 10; 16; 20 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

A curva de calibração do Ni foi preparada por meio de diluição automática, feita pelo equipamento espectrômetro da solução padrão intermediária de níquel $25 \mu\text{g.L}^{-1}$, em HNO_3 0,2%, nas concentrações 0; 2,5; 5,0; 10,0 e 20,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$. A solução mista de paládio com nitrato de magnésio ($1000/500 \mu\text{g.L}^{-1}$) foi utilizada como modificador de matriz

A curva de calibração do V foi preparada por meio de diluição automática, feita pelo equipamento espectrômetro da solução padrão intermediária de vanádio

100 $\mu\text{g.L}^{-1}$, em HNO_3 0,2%, nas concentrações 0; 5,0; 10,0; 20,0; 50,0 e 100,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

2.8. Tratamento estatístico

Foi utilizado o software SPSS Statistics, versão 19, em todas as análises. Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov, como foi verificado a não normalidade de algumas das variáveis foi utilizado o teste de Kruskal Wallis para verificar a diferença dos parâmetros estudados entre os grupos de ponto de coleta e período da coleta. Quando a diferença era observada foi realizado o teste de Mann-Whitney para verificar quais pares das categorias dos grupos diferenciavam. Já para verificar a relação entre os parâmetros foi utilizado o teste de correlação de Spearman's. Todos os testes em nível de 5% de significância.

3. Resultados e discussão

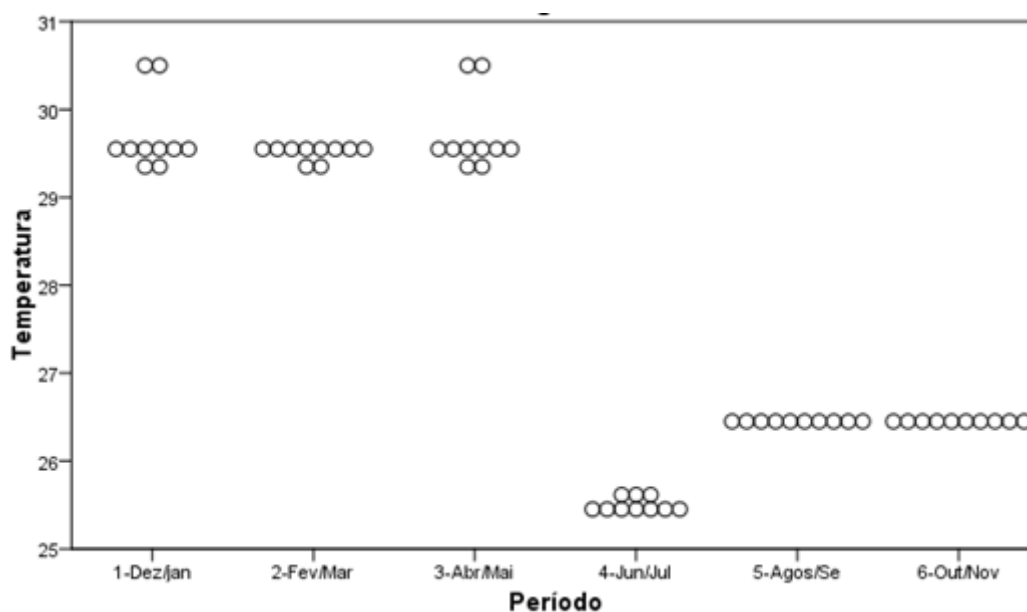
3.1. Análises físico-químicas da água do mar

3.1.1. Temperatura

A temperatura mínima registrada durante o período do estudo foi de 25,4°C e máxima de 30,5°C, com mediana de 27,9°C (Apêndice A). Não houve diferença estatística, em nível de significância de 5%, entre a temperatura da água do mar e os locais de colheita ($p>0,05$). Entretanto, houve diferença estatística entre a temperatura e os períodos de colheita (Figura 3).

De acordo com a Figura 3, o período correspondente a jun./jul., se destacou, por apresentar diferença estatística, em nível de significância de 5%, entre todos os períodos de colheita ($p=0,00$). Observou-se que a média da temperatura foi relativamente maior nos períodos correspondentes a dez/jan (29,7°C), fev/mar (29,5°C) e abr/mai (29,7°C), ou seja, no verão, enquanto que temperaturas menores foram encontradas no período chuvoso, jun/jul (25,5°C), na primavera, ago/set (26,5°C) e out/nov (26,5°C). Isto se deve, a menor exposição da água aos raios solares.

Figura 3- Valores da temperatura (°C) e o período de colheita da água do mar (dez/13 a nov/14), da Ilha do Paty, SFC, Bahia.



Estudo realizado por Guimarães (2002), na região norte da Baía de Todos os Santos relataram temperaturas variando de 25°C a 32°C, com média de 28,6°C, mostrando valores próximos aos do registrado neste estudo.

Uma amplitude de variação maior foi encontrada por Ramos et al. (2010), que monitoraram a qualidade sanitária de águas salinas, na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, Brasil, no qual encontraram temperaturas variando entre 18°C a 29°C e Mignani et al. (2013), que estudaram a densidade de coliformes, em águas do Estuário de Cananéia, São Paulo, encontraram uma faixa de temperatura, que variou entre 17°C a 28,4°C, esta variação de temperatura se deve ao fato do Brasil possuir uma grande variedade de climas, devido à grande extensão de seu território, à diversidade de formas de relevo, à altitude e dinâmica das correntes e massas de ar.

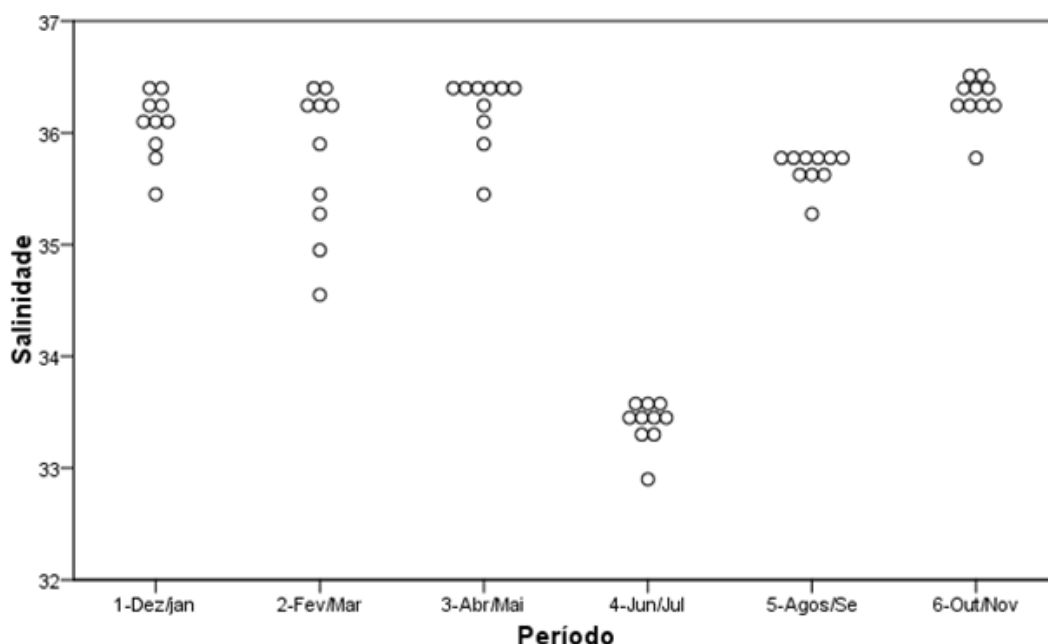
A temperatura é o fator ambiental mais importante que afeta a multiplicação de microrganismos, podendo os mesmos multiplicar-se em uma faixa bastante ampla de temperatura (Franco e Landgraf, 2008). Assim, as temperaturas encontradas nesta pesquisa, apresentava-se em um intervalo favorável ao desenvolvimento dos microrganismos estudados.

3.1.2. Salinidade

A salinidade mínima ficou em 32,9‰ e a máxima 36,5‰, sendo a mediana encontrada de 35,9‰ (Apêndice A). Não houve diferença estatística, em nível de significância de 5%, entre a salinidade da água do mar e os locais de colheita ($p>0,05$). No entanto, houve diferença estatística entre a salinidade e os períodos de colheita (Figura 4).

Conforme Figura 4, o período correspondente a jun./jul., se destacou, por apresentar diferença estatística, em nível de significância de 5%, entre todos os períodos de colheita ($p=0,00$). Observou-se que a média da salinidade foi relativamente maior nos períodos correspondentes a dez/jan (36,2‰), fev/mar (36,4‰) e abr/mai (36,5‰), ou seja, no verão, e na primavera ago/set (35,8‰) e out/nov (36,4‰), enquanto que no período chuvoso, jun/jul (33,5‰), a salinidade foi menor, devido a diminuição da concentração de sais na água ocasionado pela chuva.

Figura 4- Valores da salinidade (‰) e o período de colheita da água do mar (dez/13 a nov/14), da Ilha do Paty, SFC, Bahia.



Stabili e Cavallo (2011), na Costa Sul do Mar Adriático italiano, encontraram valores superiores de salinidade que variaram de 36,2‰ à 38,3‰. Valores inferiores, foram encontrados por Abdelzaher et al. (2010), no sul da Flórida, entre 31,5‰ a 32,8‰, Anacleto et al. (2013), no Estuário Tagus, Portugal, 25‰ a 39‰ e De Donno et al. (2008), na Península Salento da Itália, 17,5‰ a 37,6‰.

No Brasil, Ramos et al. (2010), na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, encontraram valores para a salinidade, que variaram de 24‰ a 37‰ e Guimarães (2002), na região norte da Baía de Todos os Santos, Bahia, valores entre 29‰ a 36‰.

A salinidade igual ou superior a 30‰ classifica as águas de onde os moluscos foram colhidos como salina, de acordo com a Resolução CONAMA (Brasil, 2005), isto ocorreu durante todo o monitoramento (Fig. 4). Os coliformes têm pouca tolerância à salinidade das águas do mar, portanto, sua detecção neste ambiente denota uma descarga constante de matéria de origem fecal. Assim, existe um efeito da salinidade sobre a sobrevivência das bactérias entéricas (Brasil, 2005; Mignani et al., 2013; Ramos et al., 2010).

3.1.3. pH

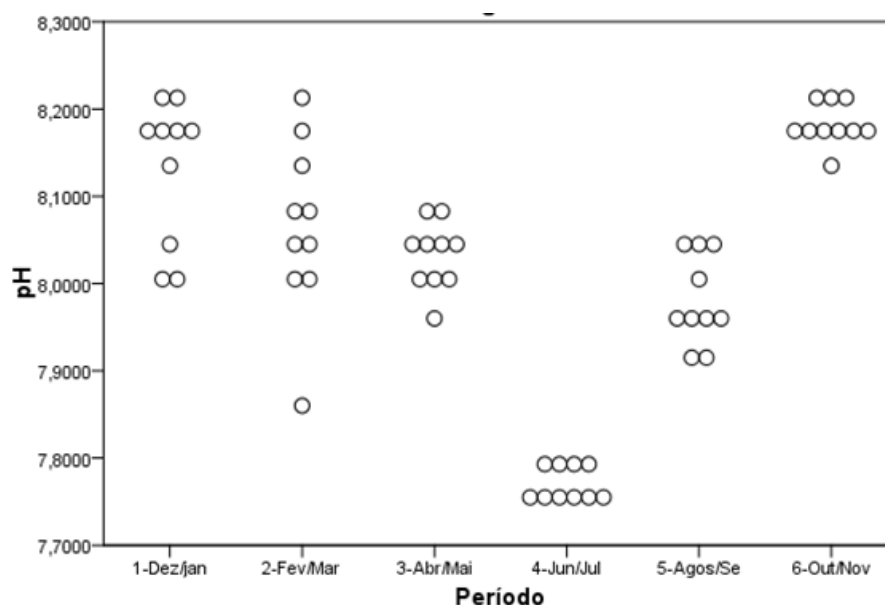
A amplitude de pH observada nas águas da Ilha do Paty foi de 7,7 a 8,2 (Apêndice A), estando estes valores em acordo com os estabelecidos na legislação vigente, para águas salinas de classe I, que são águas destinadas à aquicultura e à atividade de pesca, as quais devem ter um pH entre 6,5 a 8,5, não devendo ultrapassar 0,2 unidades (Brasil, 2005).

Não houve diferença estatística, em nível de significância de 5%, entre o pH da água do mar e os locais de colheita ($p > 0,05$). Porém, houve diferença estatística entre o pH e os períodos de colheita (Figura 5).

De acordo com a Figura 5, o período correspondente a jun./jul., se destacou, por apresentar diferença estatística, em nível de significância de 5%, entre todos os períodos de colheita ($p = 0,00$). Observou-se que a média do pH foi relativamente maior nos períodos correspondentes a dez/jan (8,1), fev/mar (8,0) e abr/mai (8,0), ou seja, no verão, e na primavera ago/set (8,0) e out/nov (8,2), enquanto que no período chuvoso, jun/jul (7,7), o pH foi menor.

A diminuição no pH pode estar associada ao aumento no teor de matéria orgânica que leva a conseqüente queda na quantidade de oxigênio dissolvido disponível na água (Silva et al., 2008). Com o aumento das chuvas, o pH tende a aproximar-se da neutralidade, pois ocorre maior diluição dos compostos dissolvidos e escoamento mais rápido, causado pelo aumento no volume de água.

Figura 5- Valores do pH e o período de colheita da água (dez/13 a nov/14), da Ilha do Paty, SFC, Bahia.



O pH médio nas águas da Ilha do Paty durante o período de monitoramento foi de 8,0. Resultados semelhantes aos encontrados no estudo de Ramos et al. (2010), cujo pH médio foi em torno de 8,1, nas seis regiões geográficas estudadas na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, Brasil.

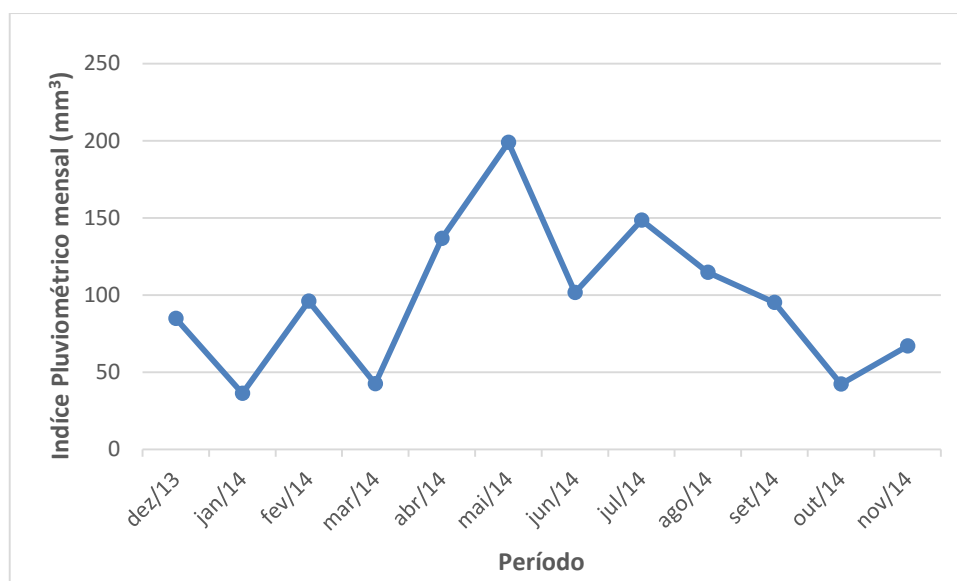
Resultados próximos foram obtidos por Anacleto et al. (2013), em monitoramento anual no Estuário Tagus em Lisboa, Portugal, onde os valores variaram de 7,7 a 8,4, De Donno et al. (2008), em estudo realizado na Península Salento (Itália), 7,5 a 8,2, Abdelzaher et al. (2010), monitorando águas do mar no sul da Flórida, 7,4 a 8,2 e Stabili e Cavallo (2011), estudando por um ano a poluição bacteriana em uma área do Mediterrâneo (Mar Adriático italiano), de 7,9 a 8,41. Valores superiores de pH, foram encontrados por Galvão et al. (2006), monitorando água e mexilhões cultivados na região de Ubatuba, SP, com valor médio variando de 8,23 a 8,65.

Verifica-se que o pH em torno da neutralidade, entre 6,5 e 7,5 é o mais favorável para a multiplicação da maioria dos microrganismos (Franco e Landgraf, 2008). Neste estudo os valores de pH mostraram-se superiores a estes (Apêndice A), possivelmente, devido a presença de efluentes industriais na água, uma vez que a região estudada, fica localizada próxima a uma extensa zona industrial.

3.2. Índice pluviométrico mensal

De acordo com a Figura 6, os maiores valores pluviométricos acumulados foram registrados entre maio e agosto, com pico no mês de maio (198,9 mm³), seguido de julho (148,5 mm³). O menor valor, para o acumulado mensal, foi registrado em janeiro (36,2 mm³) de 2014.

Figura 6- Índice pluviométrico mensal da região de SFC (dez/13 a nov/14), com base no município de Candeias, Bahia.



Com relação ao acumulado pluviométrico mensal da região estudada (Fig. 6), observou-se ausência de correlação estatística com a contagem de coliformes totais e *Escherichia coli* ($p > 0,05$), porém, foi observada uma correlação positiva, entre o índice pluviométrico e a contagem de coliformes termotolerantes ($R = 0,30$; $p = 0,02$). Galvão et al. (2006), Ramos et al. (2010) e Mignani et al. (2013), também encontraram essa correlação.

No período chuvoso, correspondente a jun/jul (148,5 mm³), houve uma maior contagem de coliformes termotolerantes na água (Apêndice B). De acordo com Moresco et al. (2012), as chuvas, podem contribuir para a lixiviação do solo pelo escoamento urbano, o qual pode ter sido a causa do aumento das contagens de coliformes termotolerantes, salientando que, no momento da amostragem do período relativo a (jun/jul), chovia na Ilha do Paty.

3.3. Análises microbiológicas da água do mar

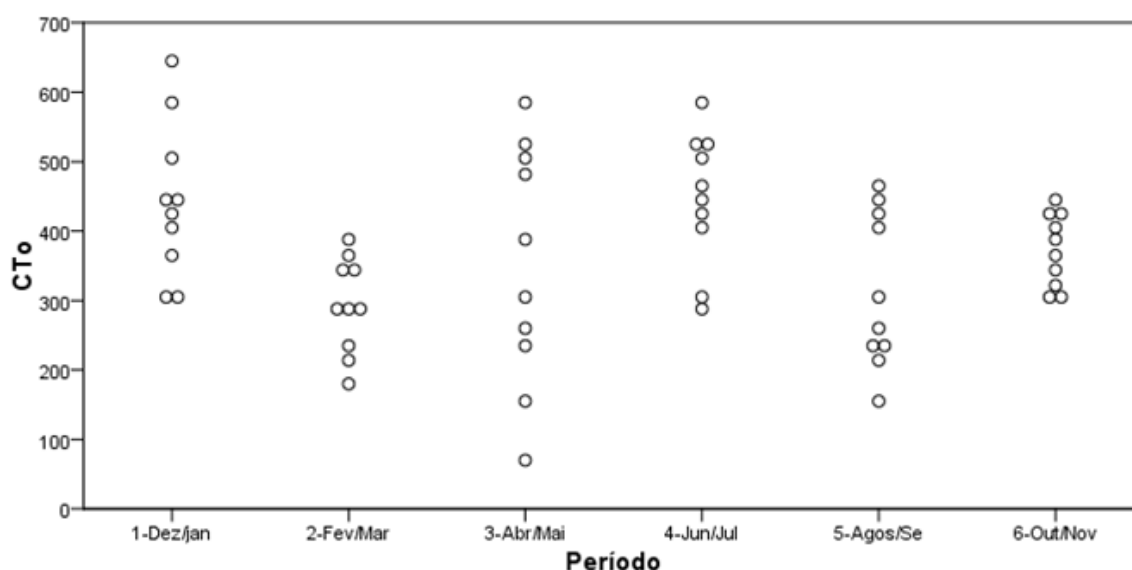
3.3.1. Coliformes totais

Embora a legislação brasileira vigente, Resolução CONAMA, 2005 (Brasil,2005) não contemple a contagem de coliformes totais como parâmetro microbiológico, a sua determinação é importante, pois estes microrganismos são tradicionalmente utilizados como indicadores microbiológicos universais da qualidade da água (Aydinol et al., 2012; Brasil, 2005; Moresco et al., 2012).

Neste estudo, as contagens de coliformes totais variaram de 70 a 645 UFC/100mL durante todo o monitoramento (Apêndice B). Valores inferiores de coliformes totais foram encontrados por Stabili e Cavallo (2011), que monitoraram por um ano a poluição bacteriana no Litoral sul do mar Adriático italiano e obtiveram do total de 384 amostras, valores médios variando de 0 a 278 NMP/100mL. No entanto, valores superiores foram encontrados por Ramos et al. (2010), que também monitoraram por um ano a qualidade sanitária de águas salinas, na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, Brasil e encontraram valores que variaram de $<1,8$ a $>1,6 \times 10^3$ NMP/100mL.

Não houve diferença estatística, em nível de 5% de significância, entre as contagens deste microrganismo e os locais de colheita ($p>0,05$). Porém, houve diferença estatística entre a contagem de coliformes totais e os períodos de colheita (Figura 7).

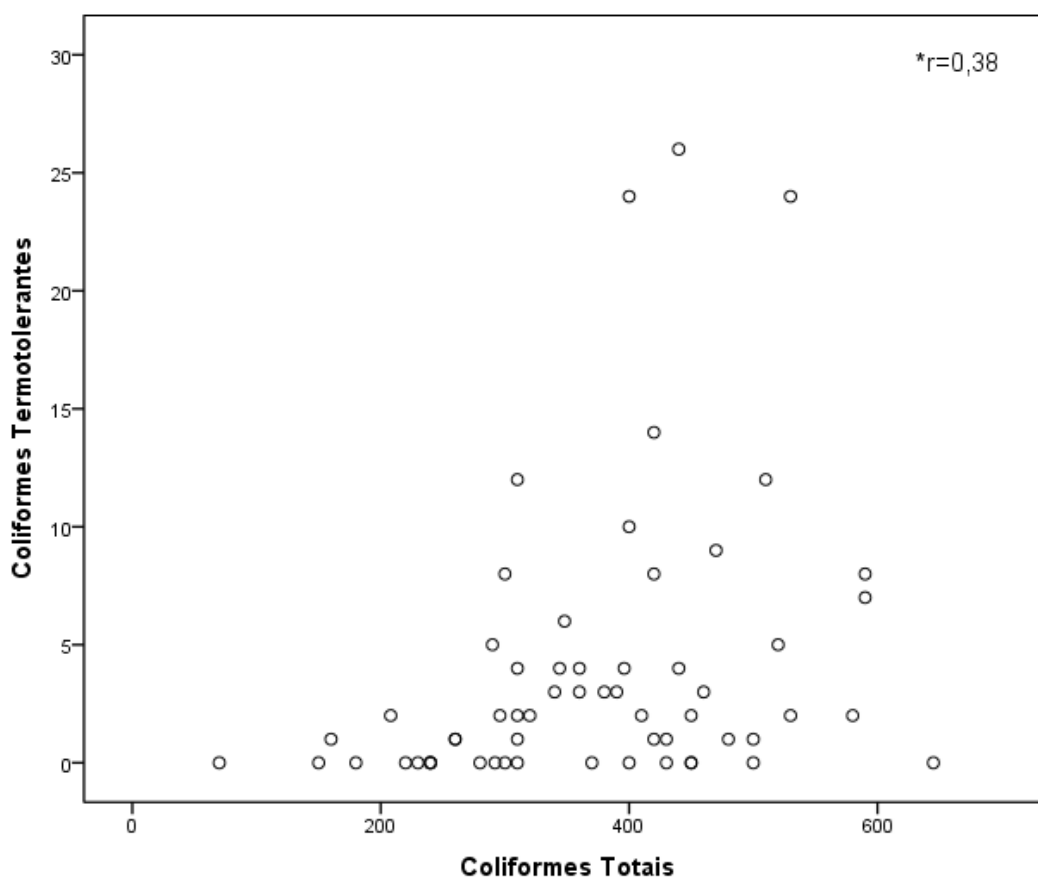
Figura 7- Valores de coliformes totais (CTo) e o período de colheita da água (dez/13 a nov/14), da Ilha do Paty, SFC, Bahia.



De acordo com a Figura 7, pode-se observar o comportamento da contagem de coliformes totais durante todo o monitoramento e os períodos que se diferenciaram, como, dez/jan com fev/mar ($p=0,00$), agos/set ($p=0,03$); Fev/mar com jun/jul ($p=0,00$), out/nov ($p=0,01$) e Jun/jul com agos/set ($p=0,01$).

Correlacionando por meio do teste Spearman's a contagem de coliformes totais com a de termotolerantes, observou-se a existência de uma correlação positiva fraca, porém significativa. Sendo que, em 38% das amostras, quando a contagem de coliformes totais aumentava, a contagem de coliformes termotolerantes também aumentava (Figura 8).

Figura 8- Valores de coliformes termotolerantes e coliformes totais das águas coletadas, (dez/13 a nov/14), Ilha do Paty, SFC, Bahia.



Sabe-se que o grupo dos coliformes totais incluem bactérias pertencentes aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*. Destes, apenas a *Escherichia coli* tem como hábitat primário o trato intestinal do homem e animais, os demais, além de serem encontrados nas fezes, também estão presentes no

meio ambiente (Franco e Landgraf, 2008). Assim, mesmo em situações em que a contaminação de origem fecal está presente, os coliformes totais são mais numerosos do que os termotolerantes.

Ao correlacionar as contagens de coliformes totais com os parâmetros físico-químico da água, temperatura, salinidade e pH, por meio do teste Spearman's, observou-se ausência de correlação estatística entre eles. Sabe-se que, os coliformes totais constituem um grupo de bactérias usualmente encontradas no ambiente aquático, no solo e na vegetação, assim como nos intestinos de mamíferos, incluindo o homem, onde persistem por tempo superior ao de bactérias patogênicas de origem intestinal.

Ramos et al. (2010), correlacionaram as contagens de coliformes totais com temperatura, salinidade e pH e também observaram que a temperatura e o pH não apresentaram correlação estatística com a contagem de coliformes totais, porém, encontraram uma fraca correlação negativa para a salinidade.

3.3.2 Coliformes termotolerantes

Para os coliformes termotolerantes, as contagens variaram de <1,0 a 26 UFC/100mL, sendo que as maiores contagens foram registradas no período de jun./jul. (Apêndice B). Todos os resultados encontrados para coliformes termotolerantes estavam abaixo dos limites estabelecidos pela legislação brasileira vigente, Resolução CONAMA nº 357/2005, indicando boa qualidade bacteriológica da água do mar da Ilha do Paty (Brasil, 2005).

A baixa quantidade de coliformes termotolerantes encontradas neste monitoramento, podem estar relacionadas a fatores como as correntes marítimas que favorecem a diluição da concentração de coliformes, aos efeitos da radiação ultravioletas e região pouco povoada.

Resultados semelhantes, foram encontrados por Aydinol et al. (2012), que estudaram a qualidade bacteriológica das águas salinas nas Ilhas Príncipe, em Istambul e obtiveram valores médios de coliformes termotolerantes variando de 4 a 24 UFC/100mL.

Stabili e Cavallo (2011) monitoraram por um ano a poluição bacteriana no litoral sul do mar Adriático italiano e encontraram valores médios de coliformes

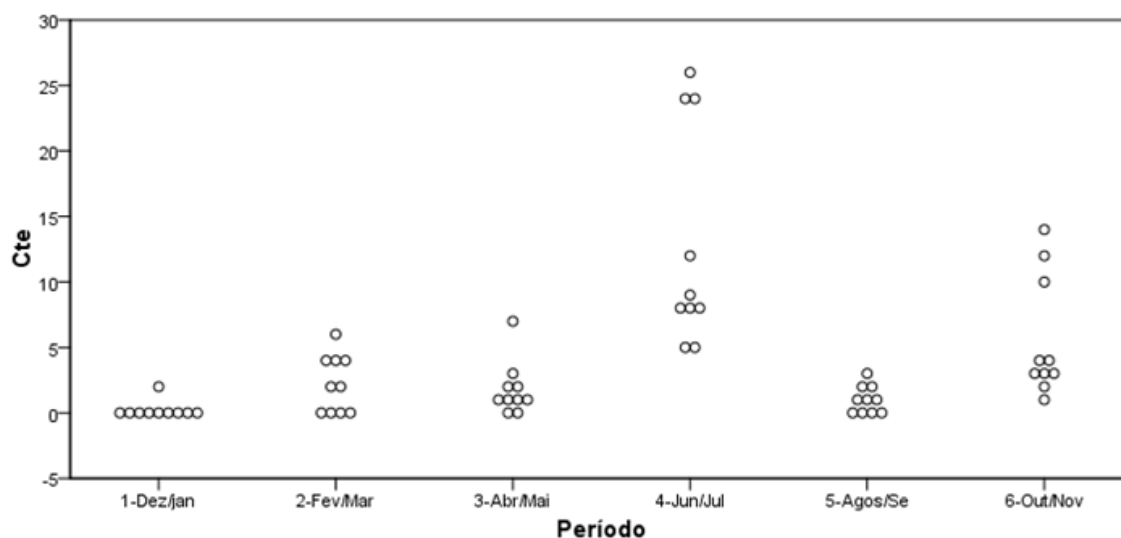
termotolerantes variando de 0 a 172 NMP/100mL, estando todos os valores abaixo dos limites de tolerância, sugerindo uma boa qualidade sanitária da água.

No entanto, valores superiores foram encontrados no estudo de Mignani et al. (2013), que monitoraram águas de três regiões do Estuário de Cananéia, São Paulo, com valores que variaram de 0 a $1,6 \times 10^3$ NMP/100mL.

Não houve diferença estatística em nível de 5% de significância nas contagens deste grupo de microrganismo e os locais de colheita ($p > 0,05$). Porém, houve diferença estatística entre a contagem de coliformes termotolerantes e os períodos de colheita (Figura 9).

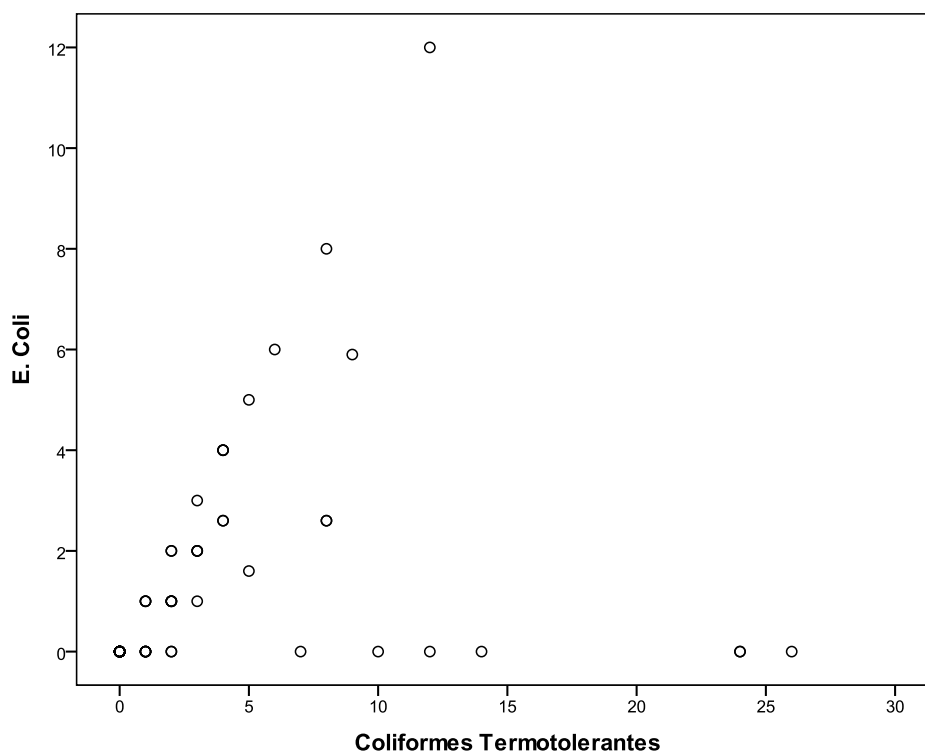
De acordo com a Figura 9, pode-se observar o comportamento da contagem dos coliformes termotolerantes durante todo o monitoramento. O período correspondente a dez/jan e jun/jul, se destacam, por apresentar diferença estatística, em nível de significância de 5%, entre todos os períodos de colheita, com ($p = 0,00$). Devido, nesses períodos se encontrarem as menores e as maiores contagens destes microrganismos.

Figura 9- Valores de coliformes termotolerantes e o período de colheita da água (dez/13 a nov/14), da Ilha do Paty, SFC, Bahia.



Observou-se também a existência de uma correlação positiva e significativa ($R: 0,55$) entre a contagem de coliformes termotolerantes e a contagem de *Escherichia coli* pelo teste Spearman's, o que já era esperado, visto que a *E. coli* é a principal bactéria do grupo dos coliformes termotolerantes (Figura 10).

Figura 10- Valores de coliformes termotolerantes e Escherichia coli das águas coletadas (dez/13 a nov/14), Ilha do Paty, SFC, Bahia.



Ao correlacionar as contagens de coliformes termotolerantes com os parâmetros físico-químicos da água: temperatura, salinidade e pH (Figuras 3, 5 e 7), observou-se que a salinidade não apresentou correlação estatística com a contagem de coliformes termotolerantes, enquanto o pH e a temperatura apresentaram uma correlação negativa ($R = -0,28$; $p = 0,02$) e ($R = -0,52$; $p = 0,00$) respectivamente.

Apesar dos coliformes termotolerantes apresentarem pouca tolerância à salinidade das águas do mar, neste estudo, este parâmetro não apresentou influência na determinação dos mesmos. Ramos et al. (2010), também não encontraram correlação estatística entre a contagem de coliformes termotolerantes e a salinidade. No entanto, Mignani et al. (2013), encontraram uma correlação negativa ($R = -0,40$; $p < 0,05$).

Em relação ao pH, houve uma fraca correlação negativa com a contagem de coliformes termotolerantes. De acordo com Franco e Landgraf (2008), o pH em torno da neutralidade, entre 6,5 e 7,5, é o mais favorável para a multiplicação dos microrganismos, incluindo os coliformes termotolerantes.

Neste estudo, os valores de pH apresentaram-se superiores, entre 7,7 a 8,2, sendo que, no menor valor encontrado, houveram as maiores contagens de coliformes termotolerantes, mais especificamente no período correspondente a jun/jul (Figuras 7 e 8). No entanto, Ramos et al. (2010) e Mignani et al. (2013), não encontraram nenhuma correlação entre o pH e os coliformes termotolerantes.

A temperatura é o fator ambiental mais importante que afeta a multiplicação de microrganismos (Franco e Landgraf, 2008). Neste estudo, houve uma correlação negativa significativa ($R = -0,52$; $p = 0,00$), entre este parâmetro e os coliformes termotolerantes. Ao se observa a Fig. 3 e 4, tem-se que as menores temperaturas foram encontradas no período chuvoso, jun/jul, e na primavera ago/set e out/nov, sendo que as maiores contagens de coliformes termotolerantes foram encontradas dentro destes períodos.

O monitoramento realizado demonstrou que a contaminação por coliformes termotolerantes nas águas, de ambos os pontos de colheita, foi menor durante o verão. Fato esse, que se deve, ao longo período de exposição das águas à radiação solar durante esta estação, aumentando assim sua temperatura. Estudos indicam que a luz solar e os raios UV-B podem causar danos ao DNA de indicadores fecais, sendo um fator fundamental na inativação dos coliformes (Abdelzaher et al. 2010; Aydinol et al., 2012; Bettencourt et al., 2013).

3.3.3 *Escherichia coli*

Com relação a identificação de *Escherichia coli*, as contagens variaram de <1,0 a 12 UFC/100mL, sendo que as maiores contagens foram registradas no período de jun./jul (Apêndice B). Todos os resultados encontrados para *Escherichia coli*, estavam abaixo dos limites estabelecidos pela legislação brasileira vigente, Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005), indicando boa qualidade bacteriológica da água do mar da Ilha do Paty.

Ramos et al. (2010) encontraram contagens superiores de *Escherichia coli* nas amostras de água salina, na Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, Brasil, que variaram de < 1,8 a $7,9 \times 10$ NMP/100 mL, no entanto, essas contagens também estavam dentro dos limites exigidos pela legislação brasileira.

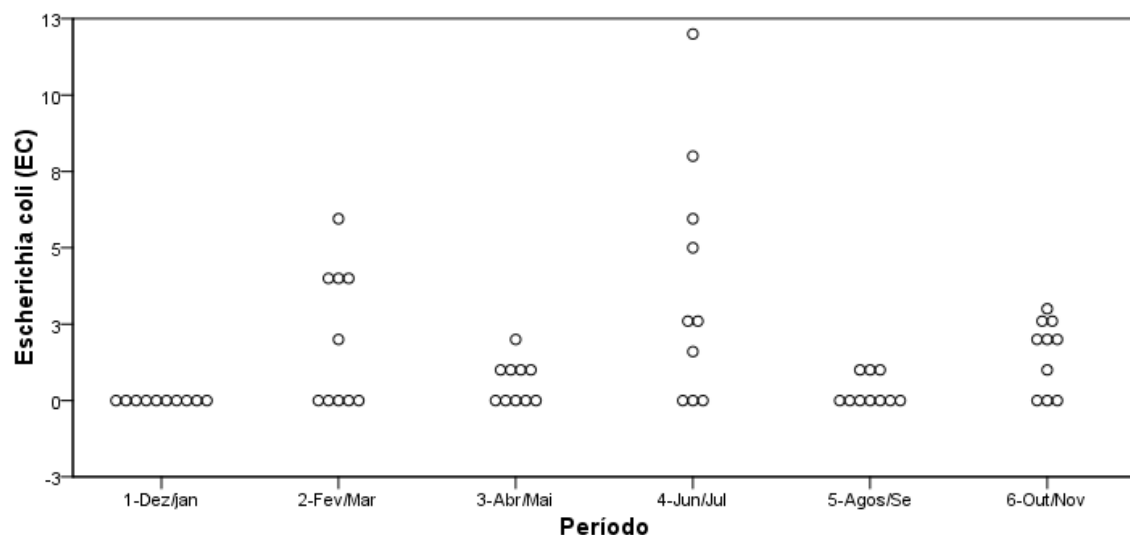
Níveis superiores de *Escherichia coli* também foram encontrados por Diego et al. (2013), que avaliaram amostras de águas do mar de Cananéia, Sudeste do

Brasil, onde encontraram valores correspondentes a $<2,0$ a $1,3 \times 10^3$ NMP/100mL e Keller et al. (2013), avaliaram a qualidade microbiológica da água e de frutos do mar em uma região de mangue, em Vitória, Brasil, encontraram valores variando entre <10 a $4,94 \times 10^4$ NMP/100mL.

Não houve diferença estatística em nível de 5% de significância nas contagens deste microrganismo e os locais de coleta ($p>0,05$). Porém houve diferença estatística entre a contagem de *Escherichia coli* e os períodos de colheita (Figura 11).

De acordo com a Figura 11, pode-se observar o comportamento da contagem da *Escherichia coli* durante todo o monitoramento. O período correspondente a dez/jan se destacou, por apresentar diferença estatística, entre todos os períodos de colheita ($p=0,01$), com exceção do período de agos/set ($p=0,06$). Observou também que o período de jun/jul, se destacou, por apresentar diferença estatística, entre quase todos períodos ($p=0,00$), com exceção do período de fev/mar ($p=0,32$), e out/nov ($p=0,26$). Devido, nesses períodos se encontrarem as menores e as maiores contagens deste microrganismo.

Figura 11- Valores de *Escherichia coli* e o período de colheita da água (dez/13 a nov/14), da Ilha do Paty, SFC, Bahia.



Ao correlacionar as contagens de *Escherichia coli* com os parâmetros físico-químicos da água: temperatura, salinidade e pH (Apêndice A), observou-se que a salinidade e o pH não apresentaram correlação estatística com a contagem

de *Escherichia coli*, enquanto que a temperatura apresentou uma correlação negativa ($R = -0,27$; $p = 0,03$).

Apesar de *Escherichia coli* apresentar pouca tolerância à salinidade das águas do mar, neste monitoramento, este parâmetro não apresentou influência na determinação dos mesmos. Por isso, sua contagem em águas salinas, poderá representar uma contaminação de origem fecal recente nas águas.

O parâmetro pH também não apresentou influência na determinação da *Escherichia coli*. De acordo com Franco e Landgraf (2008), o pH ótimo para a multiplicação deste microrganismo, encontra-se na faixa entre 6,0 a 8,0. Neste estudo, os valores de pH apresentaram-se, entre 7,7 a 8,2, estando dentro da faixa favorável de multiplicação da *E. coli*.

Com relação a temperatura, houve uma correlação negativa com a *Escherichia coli*. De acordo com Bettencourt et al. (2013), o longo período de radiação solar e as temperaturas mais elevadas durante o verão, pode provocar a inativação da *Escherichia coli*. Esta bactéria desenvolve melhor estabilidade a baixas temperaturas, devido a autólise de microrganismos ser acelerada a temperaturas elevadas. Sendo a *Escherichia coli*, uma bactéria entérica, ela rapidamente é afetada e inativada pelos raios UV e luz visível no ambiente marinho. Fato esse, que possivelmente, pode explicar a ausência ou a baixa contagem deste microrganismo durante o verão neste monitoramento (Apêndice B).

O ambiente marinho tem a capacidade de autopurificação, permitindo restaurar o seu próprio equilíbrio, por meio da circulação hidrodinâmica do mar, que está relacionada à troca rápida de água (Aydinol et al., 2012; Bettencourt et al., 2013). A mistura contínua das águas explica presumivelmente os baixos níveis dos indicadores de poluição microbiana registrada ao longo do ano em todos os pontos de amostragem desse estudo, além da baixa população da Ilha do Paty.

Observou-se também a influência dos parâmetros físico-químicos, tais como temperatura, salinidade e pH, além do acumulado pluviométrico mensal que foram correlacionados e mostraram haver interações sinérgicas ou antagonistas que afetaram também as concentrações dos coliformes neste estudo.

3.4. Análises microbiológicas do sururu

3.4.1. Coliformes a 45°C

Embora a legislação brasileira vigente, Resolução RDC nº12/2001, não contemple a determinação de coliformes a 45°C como parâmetro microbiológico em moluscos bivalves *in natura*, resfriados ou congelados, não consumidos crus, a sua análise é importante para avaliação de sua qualidade sanitária, pois a contagem deste grupo de microrganismo é utilizada como indicador de contaminação fecal e risco de aparecimento de microrganismos patógenos (Evangelista-Barreto et al., 2008; Ramos, 2007; Rodrigues; Filho, 2011).

No entanto, para moluscos bivalves, carne de siri e similares cozidos, temperados e não, industrializados, resfriados ou congelados, a legislação brasileira estabelece limite para coliformes a 45°C de 5×10 UFC/g (Brasil, 2001).

Todas as amostras do sururu (*Mytella falcata*) analisadas, apresentaram contagens menores que $1,0 \times 10^2$ UFC/g para coliformes a 45°C, em todos os pontos de colheita (Apêndice C).

Henriques et al. (2006), estudando a qualidade bacteriológica do mexilhão *Perna perna*, dentro da Baía de Santos, SP, encontraram valores de coliformes a 45°C, que variaram de 0 a 7,50 NMP/g. No entanto, Ramos et al. (2012), monitorando por um ano a contaminação de ostras (*Crassostrea gigas*) cultivadas em diferentes regiões da Baía Sul da Ilha de Santa Catarina, encontraram contagens maiores de coliformes a 45°C, variando de $< 3,0$ a $1,5 \times 10^2$ MPN/g.

Estes microrganismos fazem parte da microbiota do trato digestivo do homem e dos animais de sangue quente e são excretados em suas fezes, por este fato, a presença desses no ambiente pode indicar contaminação de origem fecal e risco de aparecimento de microrganismos patógenos (Ramos et al., 2010).

Neste monitoramento, as densidades de coliformes termotolerantes na água, foram muito baixas (Apêndice B), o que pode explicar a ausência deste microrganismo no sururu. Sabe-se que os moluscos bivalves possuem a capacidade de acumular, em altas densidades, contaminantes das águas costeiras onde vivem (Miedico et al., 2013). Desta forma, a baixa concentração deste microrganismo na água e ausência deste nos tecidos dos sururus, reflete as

boas condições sanitárias ambientais da Ilha do Paty, região onde vivem esses organismos.

3.4.1. Estafilococos coagulase positiva

Todas as amostras do sururu (*Mytella falcata*) analisadas, apresentaram contagens menores que $1,0 \times 10^2$ UFC/g para estafilococos coagulase positiva, em todos os pontos de colheita (Apêndice C).

Todos os resultados encontrados para este microrganismo, estavam de acordo com os limites estabelecidos pela legislação brasileira vigente, Resolução RDC nº 12/2001, a qual estabelece para moluscos bivalves *in natura*, resfriados ou congelados, não consumido cru, limites máximos permitidos de 10^3 UFC/g (Brasil, 2001).

Galvão et al. (2006), estudaram as características físico-químicas e microbiológicas da água e dos mexilhões cultivados na região de Ubatuba, SP, e também encontraram resultados semelhantes para estafilococos coagulase positiva, ou seja, valores menores que $1,0 \times 10^2$ UFC/g para todos os pontos de colheita, com exceção apenas de uma amostra que apresentou valor de $2,3 \times 10^2$ UFC/g.

Em outro estudo, Ramos et al. (2012), em monitoramento anual, encontraram contagens de estafilococos coagulase positiva, que variaram de <10 a $1,9 \times 10^2$ UFC/g em 180 amostras de ostras cultivadas em diferentes regiões da Baía Sul da Ilha de Santa Catarina.

A ausência de contaminação por estafilococos coagulase positiva nas amostras de sururu da Ilha do Paty, SFC, se deve a manipulação mínima do molusco no momento da amostragem. Sabe-se que a contaminação dos moluscos por este microrganismo é geralmente associada com manipuladores infectados ou contato com superfícies contaminadas, como equipamento, lastro de navios e utensílios, pois o habitat natural dos estafilococos são a cavidade nasal, pele e cabelo, não fazendo parte da microbiota natural do molusco (Franco e Landgraf, 2008).

3.4.2 *Salmonella* spp.

Nenhuma das 24 amostras do sururu (*Mytella falcata*) analisadas, apresentaram presença de *Salmonella* spp. (Apêndice C), atendendo a legislação vigente, Resolução RDC nº 12/2001, a qual estabelece que moluscos bivalves *in natura*, resfriados ou congelados, não consumidos crus, apresentem ausência de *Salmonella* spp. em 25g de amostra.

Estudos realizados por Henriques et al. (2006), Farias e Freitas (2008), Topic Popovic et al. (2010), Ramos et al. (2012) e Santos (2013) também observaram ausência de *Salmonella* spp. em moluscos bivalves. No entanto, Brands et al. (2005), estudaram a prevalência de *Salmonella* spp. em ostras nos Estados Unidos e encontraram o microrganismo em noventa e três (7,4%) de 1.296 ostras examinadas. Anacleto et al. (2013), avaliaram a microbiota de duas espécies de moluscos no Estuário Tagus, em Portugal, e também detectaram a presença deste microrganismo, em ambos os moluscos.

A ausência de contaminação por *Salmonella* spp. neste monitoramento, é explicada, ao se observar também à ausência de coliformes a 45°C nas amostras analisadas dos sururus, este microrganismo é indicador de contaminação de origem fecal e risco de aparecimento de microrganismos patogênicos (Rodrigues; Filho, 2011).

Embora não se tenha encontrado *Salmonella* spp. em nenhuma amostra deste estudo, esta bactéria está entre as mais importantes causadoras de doenças de origem alimentar, sendo recomendado o cozimento adequado deste alimento antes de sua ingestão.

3.4.3 Bactérias aeróbias mesófilas

Apesar da ausência de padrão definido pela legislação brasileira, Resolução RDC nº12/2001 (Brasil, 2001), a contagem de bactérias aeróbias mesófilas foi realizada com a finalidade de avaliar as condições sanitárias do sururu. No entanto, de acordo com ICMSF (1986), são considerados valores satisfatórios, contagens de até 10^5 UFC/g.

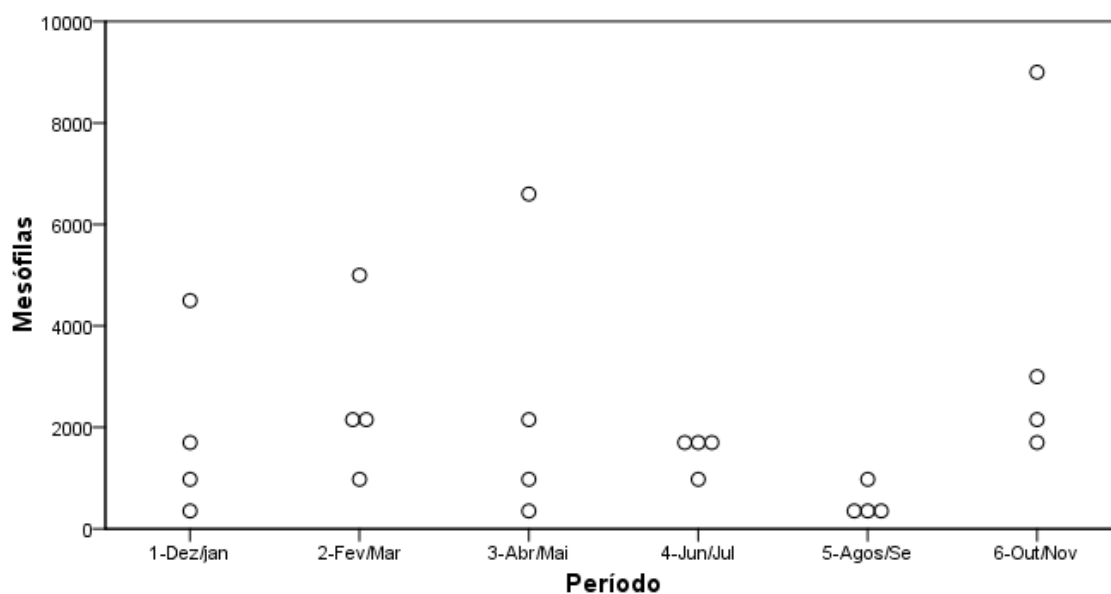
Os resultados das contagens de bactérias aeróbias mesófilas, nas amostras do sururu (*Mytella falcata*) analisadas, variaram de $2,0 \times 10^2$ a $9,0 \times 10^3$

UFC/g (Apêndice C). Estes resultados, quando comparados aos padrões da ICMSF (1986), apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos, ou seja, contagens inferiores a 10^5 UFC/g, indicativa de condições satisfatórias de higiene.

A maioria dos animais aquáticos no ponto de colheita têm contagens de bactérias aeróbias mesófilas de 10^2 a 10^5 UFC/g. Nível superior, geralmente é indicativo de longo período de armazenamento em temperaturas de refrigeração com abuso em relação ao binômio tempo/temperatura (ICMSF,1986), este fato, possivelmente explica a baixa contagem deste grupo de microrganismo nas amostras dos sururus, uma vez que, essas amostras foram colhidas e refrigeradas, apenas até o momento da sua análise.

Não houve diferença estatística, em nível de 5% de significância, entre as contagens deste grupo de microrganismo e os locais de colheita ($p>0,05$). Porém, houve diferença estatística entre as contagens de bactérias aeróbias mesófilas e os períodos de colheita (Figura12).

Figura 12- Valores de bactérias aeróbias mesófilas e o período de colheita do sururu (dez/13 a nov/14), da Ilha do Paty, SFC, Bahia.



De acordo com a Figura 12, pode-se observar o comportamento da contagem de bactérias aeróbias mesófilas durante todo o monitoramento e os períodos que se diferenciaram. O período correspondente a ago/set se destacou, por apresentar diferença estatística, entre todos os períodos de colheita ($p=0,02$),

com exceção do período de dez/jan e abr/mai. Devido, nesse período se encontrarem as menores contagens deste grupo de microrganismo.

Correlacionando a contagem de bactérias aeróbias mesófilas do sururu com a contagem de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* da água por meio do teste Spearman's, foi observada a existência de uma correlação positiva fraca, com (R= 0,30; p= 0,01) e (R= 0,32; p= 0,01), respectivamente, o que já era esperado, visto que os coliformes termotolerantes e *E. coli* são microrganismos mesófilos.

3.5. Análises de metais pesados no sururu

3.5.1. Controle de qualidade

Na Tabela 1, estão apresentados os resultados obtidos para os parâmetros de qualidade analítica. Para todos os metais analisados, o valor do coeficiente de variação ficou abaixo de 8%, estando de acordo com a Instrução Normativa nº 24/2009 do MAPA (Brasil, 2009).

Tabela 1

Parâmetros característicos do método instrumental para a determinação de Cd, Pb, Ni e V no sururu (*Mytella falcata*).

Metal	VC ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	VM ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	LD ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	LQ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	Precisão %	Exatidão %
Cd	2,48±0,08 ^a	2,48	0,001	0,001	0,93	100
Pb	0,31±0,009 ^a	0,30	0,042	0,102	7,07	96
Ni	1,04±0,18 ^a	1,08	0,096	0,146	8,00	104
V	0,58±0,046 ^a	0,60	0,036	0,086	3,00	103

^a Material de Referência Certificado utilizado foi Tecido de ostra (SRM) 1566b, NIST, USA.

VC: Valor Certificado. VM: Valor Medido.

LD: Limite de Detecção. LQ: Limite de Quantificação.

Teste de comparação com os materiais de referência certificados e Tecido de Ostra (NIST 1566b), foram utilizados para avaliação da exatidão do método, no qual mostrou resultados concordantes para todos os elementos analisados

3.5.2 Resultados das análises de metais pesados

As concentrações médias mensais e desvio padrões dos metais pesados, cádmio (Cd), chumbo (Pb), níquel (Ni) e vanádio (V) nos sururus analisados, são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2

Concentrações médias mensais ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de peso úmido), dos metais pesados Cd, Pb, Ni e V encontrados no sururu (*Mytella falcata*), na Ilha do Paty, SFC, Bahia.

Período	Sururu							
	Cd		Pb		Ni		V	
	Média	Desv Pad	Média	Desv Pad	Média	Desv Pad	Média	Desv Pad
Dez/jan	0,24	0,02	0,12	0,05	0,21	0,03	1,14	0,42
Fev/Mar	0,13	0,02	0,05	0,01	0,18	0,02	1,22	0,16
Abr/Mai	0,13	0,02	0,14	0,02	0,44	0,08	1,40	0,19
Jun/Jul	0,13	0,01	0,07	0,02	0,23	0,09	0,78	0,21
Ago/Set	0,13	0,01	0,14	0,06	0,36	0,06	0,93	0,11
Out/Nov	0,14	0,04	0,24	0,02	0,51	0,07	2,13	0,31

Para fins de comparação com os valores estabelecidos pela legislação brasileira, Resolução RDC nº42/2013 (Brasil, 2013), as concentrações dos metais ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) foram convertidas de peso seco (p.s) para peso úmido (p.u), visto que os bivalves são consumidos na forma úmida, sendo que para isso as médias das concentrações dos metais encontrados no sururu foram calculadas depois de reduzidas do valor da umidade de cada molusco (Brasil, 2013).

De acordo com a Tabela 2, as concentrações médias mensais de Cd e Pb nos sururus analisados, variaram de 0,13 a 0,24 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e 0,05 a 0,24 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ respectivamente, estando estes valores, abaixo dos limites máximos preconizados pela legislação brasileira, 2,0 e 1,5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (Brasil, 2013) e 1,0 e 2,0 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ pela FAO/WHO (1997; 2000).

Resultados semelhantes, foram encontrados no estudo realizado por Machado et al. (2002), em 69 amostras de ostras, no estuário de Cananéia, São Paulo, onde encontraram concentração mediana de Cd de 0,11 mg/kg (p.u). Em outro estudo na Itália, Miedico et al. (2013), analisaram 334 amostras de moluscos

bivalves, durante 2009 a 2011 e encontraram concentrações médias de Cd que variaram de 0,11 a 0,47 mg/kg (p.u).

No entanto, Torres et al. (2002), encontraram valores superiores para Cd, que variaram de 0,41 a 0,91 $\mu\text{g.g}^{-1}$ (p.u) no mexilhão *Mytella guyanensis*, obtidos em mangues poluídos da Ilha de Santa Catarina, Brasil. Em todos os estudos citados, os valores encontrados estavam dentro dos limites máximos permitidos pela legislação brasileira (Brasil, 2013).

Apesar de ser um constituinte da crosta terrestre, a principal fonte de poluição por cádmio é industrial, daí a importância da sua análise para este monitoramento, visto a proximidade do local de colheita a uma região altamente industrializada.

Com relação ao metal Pb, Machado et al. (2002), encontraram concentração média de 0,08 mg/kg (p.u) e Miedico et al. (2013), concentrações médias, que variaram de 0,10 a 0,20 mg/kg (p.u). Enquanto, Torres et al. (2002), encontraram valores superiores que variaram de 0,41 a 0,90 $\mu\text{g.g}^{-1}$ (p.u). No entanto, estes valores, também estavam dentro dos limites máximos permitidos pela legislação brasileira (Brasil, 2013).

Sabe-se que o chumbo é um contaminante ambiental tóxico para a maioria dos seres vivos expostos a elevadas concentrações. Porém, de acordo com a Fig.16, pode-se observar, que a contaminação por Pb foi baixa em todo este monitoramento. Tal estudo, também se fez necessário, uma vez que as principais vias de emissão e exposição, deste metal, incluem as indústrias de extração petrolífera.

Embora a legislação brasileira vigente, Resolução RDC nº42/2013, não contemple a determinação dos metais Ni e V, como parâmetro de contaminantes inorgânicos em alimentos, a sua avaliação neste estudo é importante, pois a BTS é uma região com numerosas atividades industriais que contribuem com diferentes poluentes, sendo a contaminação por petróleo uma das mais importantes fontes de poluentes orgânicos e metálicos. Dentre os metais predominantes na constituição do petróleo, destacam-se o vanádio e o níquel (Brasil, 2013; Santos, 2013b).

Conforme a Tabela 2, as concentrações médias mensais de Ni variaram de 0,18 a 0,51 $\mu\text{g.g}^{-1}$ (p.u), que corresponde a 0,82 a 3,15 $\mu\text{g.g}^{-1}$ (p.s), estando todos

os valores abaixo do limite de tolerância, $80 \mu\text{g.g}^{-1}$ (p.s), para moluscos bivalves indicados pela Food and Drug Administration (FDA, 2007).

Morillo e Gracia (2005), estudando as concentrações de metais pesados em moluscos da Costa Atlântica do sul da Espanha, encontram valores inferiores, que variaram de 0,22 a $2,23 \mu\text{g.g}^{-1}$ (p.s). No entanto, valores superiores, foram encontrados por Araújo et al. (2010), em amostras de molusco *Anadara notabilis*, que apresentou valor médio de $4,23 \text{mg.kg}^{-1}$ (p.s).

Apesar de ser considerado como micronutriente, o níquel pode se apresentar como agente contaminante dependendo dos níveis de concentração. Este metal é normalmente encontrado em efluentes líquidos industriais, principalmente em refinarias de petróleo (Araújo et al., 2010).

Com relação ao Vanádio, de acordo com a Tabela 2 as concentrações médias mensais variaram de 0,78 a $2,13 \mu\text{g.g}^{-1}$ (p.u), que corresponde a 5,10 a $11,51 \mu\text{g.g}^{-1}$ (p.s), estando todos os valores acima do limite de tolerância, $0,70 \mu\text{g.g}^{-1}$ (p.s), para moluscos bivalves indicados pelo World Health Organization (WHO, 1988).

Estes resultados podem ser atribuídos à proximidade dos locais de colheita à região altamente industrializada e com históricos de contaminação por petróleo. Sendo os compostos de vanádio amplamente utilizados em processos industriais, podendo ser usados como catalisadores na indústria química e petroquímica.

Segundo Santos, (2013_b), o processo de craqueamento catalítico tem um papel importante na indústria do refino de petróleo, principalmente em países, como o Brasil que têm que craquear petróleos pesados de cadeia longa. O metal vanádio está presente nas cargas das unidades de craqueamento, e é a fonte mais comum de descarga para o meio ambiente.

Lavilla et al. (2008), em estudo da determinação de metais em peixes e mariscos na região de Galiza, Espanha, encontraram resultados inferiores, que variaram de 0.82 a $5.14 \mu\text{g.g}^{-1}$ (p.s) e Tarique et al. (2013), que avaliaram a contaminação por metais pesados em moluscos, em local contaminado e de referência na costa norte do Kuwait, encontram concentrações de 0,7 e $0,3 \mu\text{g.g}^{-1}$ (p.s) respectivamente.

A principal via de exposição da população geral ao vanádio é a alimentação. A maioria dos alimentos apresenta baixas concentrações do metal, com valores mais elevados em moluscos bivalves, que podem acumular contaminantes nos

seus tecidos em concentrações de 1.000 a 10.000 vezes superior às verificadas na fonte de exposição (Galvão et al., 2009).

O vanádio quando presente em concentrações elevadas é considerado um elemento relativamente tóxico para o ser humano e animais. A toxicidade do vanádio depende do seu estado físico-químico, do estado oxidação e da solubilidade (Santos, 2013_b).

4. Conclusão

Ao longo de todo monitoramento, os indicadores de poluição microbiológica da água, tais como coliformes totais, termotolerantes e *Escherichia coli*, mostraram-se abaixo dos limites de tolerância para águas salinas destinadas a atividade de pesca, de acordo com a legislação brasileira vigente, Resolução CONAMA nº 357/2005, estando, portanto, a região da Ilha do Paty, durante este período de monitoramento, apta para atividade de pesca, no que tange a qualidade bacteriológica.

Para os parâmetros físico-químicos, temperatura, salinidade e pH da água do mar, mostraram que, a salinidade e o pH, apresentaram pouca ou nenhuma correlação com os coliformes totais, termotolerantes e *E. coli*, com exceção do parâmetro temperatura, que apresentou uma correlação negativa significativa com a contagem de coliformes termotolerantes e *E. coli* na água do mar. Para o pH, todas as análises estavam de acordo com a legislação brasileira vigente, Resolução CONAMA nº 357/2005.

Em relação ao acumulado pluviométrico mensal da região monitorada, foi encontrada uma correlação positiva entre este parâmetro e a contagem de termotolerantes na água do mar.

Todas as amostras analisadas do molusco sururu (*Mytella falcata*), apresentaram qualidade higiênico-sanitária satisfatória, atendendo a Resolução RDC nº 12/2001. Por se tratar de um organismo bioindicador, a qualidade bacteriológica dos sururus capturados na Ilha do Paty, refletiu a qualidade da água do mar, onde estes organismos vivem.

De uma forma geral, os valores obtidos para os metais pesados (Cd, Pb, Ni e V) estavam abaixo dos limites recomendados pelas agências de saúde. Entretanto, para o vanádio, todas as concentrações médias mensais encontradas,

estavam acima do limite de tolerância para moluscos bivalves, indicados pelo World Health Organization (WHO). Estes resultados podem ser creditados à proximidade dos locais de coleta à região altamente industrializada e com históricos de contaminação por petróleo.

5. Considerações finais

Os resultados do Vanádio nas águas da Ilha do Paty, sinaliza a necessidade de ações da gestão pública quanto ao manejo adequado dos resíduos gerados pelas indústrias no município, a fim de reduzir a poluição por esse metal no ambiente marinho, bem como, a importância de um programa de monitoramento contínuo, com base em indicadores de qualidade, tanto nas águas, como nos moluscos, visando garantir o consumo seguro deste alimento.

Mais estudos serão necessários, no entanto, certamente estes dados obtidos serão úteis em futuras avaliações de poluição, servindo como importante base de dados para o biomonitoramentos da região.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pelo apoio financeiro deste trabalho e bolsa de estudo.

Referências Bibliográficas

- Abdelzaher, A. M., Wright, M. E., Ortega, C. Solo-Gabriele, H. M., Miller, G., Elmir, S., Newman, X., Shih, P., Bonilla, J. A., D. Bonilla, T., Palmer, Carol J., Scott, T., Lukasik, J., Harwood, V. J., McQuaig, S., Sinigalliano, C., Gidley, M., Plano, L. R. W., Zhu, X., Wang, J. D., Fleming, L. E., 2010. Presence of Pathogens and Indicator Microbes at a Non-Point Source Subtropical Recreational Marine Beach. *Applied and Environmental Microbiology*. 76, 724–732.
- Aydinol, F. I. T., Kanat, G., Bayhan, H., 2012. Sea water quality assessment of Prince Islands' Beaches in Istanbul. *Eviron Monit Assess*.184, 149-160.
- Almeida, C., Soares, F., 2012. Microbiological monitoring of bivalves from the Ria Formosa Lagoon (south coast of Portugal): A 20 years of sanitary survey. *Mar. Pollut. Bull.* 64, 252-262.
- Anacleto, P., Pedro, S., Nunes, M. L., Rosa, R., Marques, A., 2013. Microbiological composition of native and exotic clams from Tagus estuary: Effect of season and environmental parameters. *Mar. Pollut. Bull.* 74, 116-124.
- Barroso, G. F., Pinheiro, E. B., Klug, H., Daltoé, R. A., Perin, K., Lima, M. R. P., 2001. Contaminação bacteriana em áreas costeiras e o cultivo de moluscos bivalves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001, João Pessoa. Anais eletrônicos do 21 Congresso da ABES. Rio de Janeiro: ABES.1,1-9.
- Benedict, R. T., Neumann, C. M., 2004. Assessing Oregon's twenty-six coastal beach areas for recreational water quality standards. *Mar. Pollut. Bull.* 49, 624-629.
- Bettencourt, F., Almeida, C., Santos, M. I., Pedroso, L., Soares, F., 2013. Microbiological monitoring of *Ruditapes decussatus* from Ria Formosa Lagoon (South of Portugal). *Journ. Coast. Conserv.* 17, 653-661.
- Brands, D. A., Inman, A. E.; Gerba, C.P.; John Maré, C.; Billington, S.J.; Saif, L.A.; Levine, J.F.; Joens, L.A., 2005. Prevalence of *Salmonella* spp. in Oysters in the United States. *Applied and Environmental Microbiology*. 71, 893-897.
- Brasil. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico princípios gerais para estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos e seus anexos I, II e III. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 10 jan. 2001.
- Brasil. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 42, de 29 de agosto de 2013. Aprova o regulamento técnico sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos. Diário Oficial [da] União. Brasília, DF, 30 ago. 2013.

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial [da] União. Brasília, DF, 18 mar. 2005.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA. Instrução Normativa DAS nº 24, de 14 de julho de 2009. Dispõe sobre os requisitos e critérios específicos para funcionamento dos Laboratórios de Análises de Resíduos e Contaminantes em Alimentos integrantes da Rede Nacional de Laboratórios Agropecuários. Diário Oficial [da] União. Brasília, DF, 22 jul.2009.

Copat, C., Arena, G., Fiore, M., Ledda, C., Fallico, R., Sciacca, S., Ferrante, M., 2013. Heavy metals concentrations in fish and shellfish from eastern Mediterranean Sea: Consumption advisories. Food and Chemical Toxicology. 53, 33-37.

Araujo, M. A. U., Moura, M. F. V., Carvalho, G. B., 2010. Determinação de metais classificados como de importância toxicológica no molusco bivalve *Anadara notabilis* (Roding, 1798) encontrado em Galinhos, Rio Grande do Norte, Brasil. Acta Toxicol. Argent.18, 54-58.

De Donno, A., Liaci, D., Bagordo, F., Lugoli, F., Gabutti, G., 2008. *Mytilus galloprovincialis* as a Bioindicator of Microbiological Pollution of Coastal Waters: A Study Conducted in the Salento Peninsula (Italy). Journal of Coastal Research. 24, 216-221.

Diego, A. G. L., Ramos, A. P. D. R., Souza, D. S. M., Durigan, M., Goulart, J. A. G., Moresco, V., Amstutz, R. C., Micoli, A. H., Neto, R. C., Barardi, C. R. M., Franco, R. M. B., 2013. Sanitary quality of edible bivalve mollusks in Southeastern Brazil using an UV based depuration system. Ocean & Coastal Manag. 72, 93-100.

Downes, F.P., Ito, K. 2001. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Association, 4th ed., Washington, 2001, 676p.

Eaton, A.D; Clesceri, I.S; Rice, E.W.; Greeberg, A. B. 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th ed., Washington, 2005.

Evangelista-Barreto, N. S., Sousa, O. V., Vieira, R. H. S. F., 2008. Moluscos bivalves: Organismos Bioindicadores da Qualidade Microbiológica das Águas: Uma revisão. Rev. Bras. Higie. Sanid. Anim. 2,17-29.

Farias, M.C.A., Freitas, J.A., 2008. Qualidade microbiológica de pescado beneficiado em indústrias paraenses. Revista Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 67,113-117.

Food and Agriculture Organization/World Health Organization- FAO/WHO. Food consumption and exposure assessment of chemicals. Report of a FAO/WHO consultation, 10-14 February. Geneva, Switzerland, 1997.

Food and Agriculture Organization/World Health Organization - (FAO/WHO). Evaluation of certain food additives and contaminants for cadmium and methylmercury. In: Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 55th. Technical Report Series 901. Geneva, Switzerland. 2000.

Food and Drug Administration (FDA), 2007. Guide for the control molluscan shellfish. U. S., Department of Health and Human Services, Public Health Service, NISSP, 547 f.

Franco, B.D.G. de M; Landgraf, M. Microbiologia dos alimentos. São Paulo: Atheneu, 2008. 182p.

Galvão, J. A., Furlan, E. F., Salán, E. O., Porto, E., Oetterer, M., 2006. Características físico-químicas e microbiológicas (*Staphylococcus aureus* e *Bacillus cereus*) da água e dos mexilhões cultivados na região de Ubatuba, SP. Ciência e Agrotecnologia. 30,1124-1129.

Galvão, P. M. A.; Rebelo, M. F.; Guimarães, J. R. D., Torres, J. P. M.; Malm, O., 2009. Bioacumulação de metais em moluscos bivalves: Aspectos evolutivos e ecológicos a serem considerados para a biomonitoração de ambientes marinhos. Braz. J. Aquat. Sci. Technol.13, 59-66.

Griffith, J. F., Schiff, K. C., Lyon, G. S., Fuhrman, J. A., 2010. Microbiological water quality at non-human influenced reference beaches in southern California during wet weather. Mar. Poll. Bull. 60, 500-508.

Guimarães, A. G., 2002. Contaminação do molusco *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791), por *Vibrio parahaemolyticus* e *Vibrio vulnificus*, na Região Norte da Baía de Todos os Santos – Bahia. Trabalho efetuado para obtenção do grau de Doutor em Tecnologia de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, p. 120.

Guntiñas, M.B de la Calle, Wysocka, I., Quérel, C., Vassileva, E., Robouch, P., Emteborg, H., Taylor, P., 2009. Proficiency test for heavy metals in feed and food in Europe. Trends in Analytical Chemistry, 28, 454-465.

Henriques, M. B., Marques, H. L. A., Pereira, O. M., Lombardi, J. V., 2006. Resistência do mexilhão *Perna perna* a baixas salinidades e sua relação com a contaminação bacteriológica. B. Inst. Pesca. 32,107-114.

ICMSF - *International Commission on Microbiological Specifications for Foods*. 1986. Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications, 2. ed. London: Blackwell Scientific Publications.

IUPAC - *União Internacional de Química Pura e Aplicada*. 1997. Compendium of Chemical Terminology, 2 Sub edition. Blackwell Scientific Publications. 464p.

Lavilla, I., Vilas, P., Bendicho, C., 2008. Fast determination of arsenic, selenium, nickel and vanadium in fish and shellfish by electrothermal atomic absorption spectrometry following ultrasound-assisted extraction. *Food Chemistry*. 106, 403-409.

Keller, R., Justino, J. F., Cassini, S. T., 2013. Assessment of water and seafood microbiology quality in a mangrove region in Vitória, Brazil. *Journal of Water and Health*. 11, 573-580.

Machado, I. C, Maio, F. D., Kira, C.S., Carvalho, M. F. H., 2002. Estudo da ocorrência dos metais pesados Pb, Cd, Hg, Cu e Zn na ostra de mangue *Crassostrea brasiliiana* do estuário de Cananéia-SP, Brasil. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 61,13-18.

Miedico, O., Pompa, C., Tarallo, M., Chiaravalle, A. E., 2013. Assessment of Heavy Metals in Bivalves Molluscs of Apulian Region: a 3-years control activity of a EU Laboratory. *E3S Web of Conferences*. 1,11006,1-4.

Mignani, L., Barbieri, E., Marques, H. L. A., Oliveira, A. J. F. C., 2013. Coliform density in oyster culture waters and its relationship with environmental factors. *Pesq. agropec. bras.*, 833-840.

Moresco, V., Viancelli, A., Nascimento, M. A., Souza, D. S. M., Ramos, A. P. D., Garcia, L. A. T., Simões, C. M. O., Barardi, C. R. M., 2012. Microbiological and physicochemical analysis of the coastal waters of southern Brazil. *Mar. Poll. Bull.* 64, 20-48.

Noël, L., Vastel, C., Chekri, R., Chafey, C., Testu, C., Guérin, T., 2009. Evaluation of 10-years French NRL proficiency tests for lead, cadmium and Mercury analysis in foodstuff of animal origin. *Microchemical Journal*, 92, 73-79.

Oliveira, J., Cunha, A., Castilho, F., Romalde, J. L., Pereira, M., 2011. Microbial contamination and purification of bivalve shellfish: Crucial aspects in monitoring and future perspectives e A mini-review. *Food Control*. 22, 805-816.

Papastergiou, P., Mouchtouri, V., Karanika, M., Kostara, E., Kolokythopoulou, F., Mpitsolas, N., Papaioannou, A., Hadjichristodoulou, C., 2009. Analysis of seawater microbiological quality data in Greece from 1997 to 2006: association of risk factors with bacterial indicators. *Journ. Water and Health*, 514-526.

Ramos, R.J., Pereira, M.A., Miotto, L.A., Faria, L. F. B., Silveira Junior, N., Vieira, C.R.W., 2010. Microrganismos 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. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*. 69, 29-37.

Ramos, R.J., Pereira, M.A., Miotto, L.A., Faria, R.D., Silveira Junior, N., Vieira, C.R.W., 2012. Ocorrência de *Vibrio* spp., positive coagulase staphylococci and

enteric bacteria in oysters (*Crassostrea gigas*) harvested in the south bay of Santa Catarina island, Brazil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 32, 478-484.

Santiago-Rodriguez, T. M., Tremblay, R. L., Toledo-Hernandez, C., Gonzalez-Nieves, J. E., Ryu, H., Domingo, J. W. S., Toranzos, G. A., 2012. Microbial Quality of Tropical Inland Waters and Effects of Rainfall Events. *Appl. and Environ. Microbiol.* 78, 5160-5169.

Santos, M. D. F., 2013a. A pesca artesanal e a qualidade de pescados recém-capturados em comunidades de São Francisco do Conde - BA. Trabalho efetuado para a obtenção do grau de Mestre em Ciência de Alimentos. Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, p.141.

Santos, G. L., 2013b. Determinação multielementar e análise de especiação de vanádio em amostras ambientais da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil, por técnicas Espectrométricas. Trabalho efetuado para a obtenção do grau de Doutor em Química. Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, p.133.

Silva, A. E. P., Angelis, C. F., Machado, L. A. T., Waichaman, A. V. 2008. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Acta Amazonica*, 38, 733-742.

Soares, L. S. H., Lopes, J. P., Muto, E. Y., Giannini, R., 2011. Capture fishery in Northern Todos os Santos Bay, Tropical southwestern Atlantic, Brazil. *Brazilian Journ. Oceanography*, 59, 61-74.

Stabili, L., Cavallo, R. A., 2011. Microbial pollution indicators and culturable heterotrophic bacteria in a Mediterranean area (Southern Adriatic Sea Italian coasts). *Journal of Sea Research*, 65, 461-469.

Souza, M. M., Windmoller, C. C., Hatje, V., 2011. Shellfish from Todos os Santos Bay, Brazil: Treat or threat. *Mar. Poll. Bull.*, 62, 2254-2263.

Tarique, Q., Burger, J., Reinfelder, J.R. 2013. Relative Importance of Burrow Sediment and Porewater to the Accumulation of Trace Metals in the Clam *Amiantis umbonella*. *Arch Environ Contam Toxicol.* 65, 89-97.

Topic Popovic, N., Benussi Skukan, A., Dzidara, P., Coz-Rakovac, R., Strunjak-Perovic, I.; Kozacinski, L.; Jadan, M., Brlek-Gorski, D., 2010. Microbiological quality of marketed fresh and frozen seafood caught off the Adriatic coast of Croatia, *Veterinarni Medicina*, 55, 233-241.

Torres, M. A., Testa, C. P., Gáspari, C., Masutti, M. B., Panitz, C. M. N., Curi-Pedrosa, R., Almeida, E. A, Di Mascio, P., Wilhelm Filho, D. 2002. Oxidative stress in the mussel *Mytella guyanensis* from polluted mangroves on Santa Catarina Island, Brazil. *Mar. Poll. Bull.*, 44, 923-932.

World Health Organization (WHO), 1998. Guidelines for safe recreational Waters-Waters Environ., Coastal and Fresh-Waters, Geneva, 1, p.208.

Apêndice A

Tabela de resultados físico-químicos (temperatura, salinidade e pH) em amostras de água do mar coletadas na Ilha do Paty, SFC, Bahia, Brasil.

Local	Dez./Jan.			Fev./Mar.			Abr./Mai.			Jun./Jul.			Ago./Set.			Out./Nov.		
	T (C°)	S (‰)	pH	T (C°)	S (‰)	pH	T (C°)	S (‰)	pH	T (C°)	S (‰)	pH	T (C°)	S (‰)	pH	T (C°)	S (‰)	pH
A	29,5	35,8	8,19	29,5	34,55	8,16	29,4	35,5	7,97	25,5	32,9	7,76	26,5	35,25	7,96	26,5	35,8	8,19
B	29,5	36,05	8,19	29,6	36,2	7,86	29,5	36,35	8,07	25,5	33,5	7,76	26,5	35,8	8,05	26,5	36,45	8,21
C	29,3	36,15	8,20	29,4	35,9	8,07	30,5	36,3	8,04	25,6	33,6	7,77	26,4	35,6	8,04	26,4	36,5	8,19
D	30,5	36,35	8,18	29,6	34,95	8,12	29,5	36,15	8,06	25,4	33,4	7,8	26,5	35,75	8,04	26,4	36,4	8,19
E	29,5	36,2	8,02	29,5	36,2	8,08	29,5	36,4	8,03	25,5	33,55	7,74	26,5	35,6	7,99	26,5	36,5	8,21
F	29,5	35,5	8,12	29,5	35,3	8,04	29,4	35,9	8,01	25,6	33,25	7,8	26,5	35,75	7,97	26,5	36,3	8,19
G	30,5	35,9	8,19	29,4	35,4	8,20	29,5	36,4	8,02	25,5	33,35	7,78	26,5	35,75	7,96	26,5	36,2	8,16
H	29,3	36,19	8,21	29,5	36,35	7,99	30,5	36,4	8,05	25,6	33,6	7,76	26,4	35,65	7,95	26,4	36,3	8,17
I	29,5	36,4	7,99	29,6	36,2	8,05	29,5	36,4	8,07	25,5	33,5	7,75	26,5	35,75	7,93	26,5	36,4	8,15
J	29,5	36,1	8,05	29,5	36,4	8,00	29,5	36,4	8,02	25,5	33,4	7,78	26,5	35,75	7,9	26,5	36,3	8,22

T (C°): Temperatura, S (‰): Salinidade, pH: Potencial hidrogeniônico

Apêndice B

Tabela de resultados de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* em amostras de água do mar coletadas na Ilha do Paty, SFC, Bahia, Brasil.

Local	Dez./Jan.			Fev./Mar.			Abr./Mai.			Jun./Jul.			Ago./Set.			Out./Nov.		
	CTo	CTe	EC	CTo	CTe	EC	CTo	CTe	EC	CTo	CTe	EC	CTo	CTe	EC	CTo	CTe	EC
A	450	<1,0	<1,0	208	2,0	<1,0	240	<1,0	<1,0	420	8,0	2,6	220	<1,0	<1,0	420	14	<1,0
B	300	<1,0	<1,0	344	4,0	4,0	530	2,0	1,0	520	5,0	1,6	460	3,0	1,0	400	10	<1,0
C	430	<1,0	<1,0	348	6,0	6,0	160	1,0	1,0	530	24,0	<1,0	150	<1,0	<1,0	390	3,0	2,0
D	400	<1,0	<1,0	280	<1,0	<1,0	380	3,0	2,0	590	8,0	8,0	260	1,0	<1,0	440	4,0	2,6
E	580	2,0	<1,0	360	4,0	4,0	590	7,0	<1,0	400	24,0	<1,0	450	2,0	1,0	320	2,0	2,0
F	370	<1,0	<1,0	180	<1,0	<1,0	70	<1,0	<1,0	300	8,0	2,6	240	<1,0	<1,0	360	3,0	2,0
G	450	<1,0	<1,0	292	<1,0	<1,0	310	2,0	1,0	290	5,0	5,0	230	<1,0	<1,0	430	1,0	1,0
H	500	<1,0	<1,0	296	2,0	2,0	260	1,0	1,0	440	26,0	<1,0	310	1,0	<1,0	340	3,0	3,0
I	645	<1,0	<1,0	396	4,0	4,0	480	1,0	<1,0	510	12,0	12,0	420	1,0	<1,0	310	12	<1,0
J	310	<1,0	<1,0	240	<1,0	<1,0	500	1,0	<1,0	470	9,0	5,9	410	2,0	1,0	310	4,0	2,6

CTo: coliformes totais, CTe: coliformes termotolerantes, EC: *Escherichia coli*
 (UFC/100mL): Unidades Formadoras de Colônias por 100mL
 < 1,0: ausência de bactérias

Apêndice C

Tabela do Perfil microbiológico do sururu (*Mytella falcata*), capturados na Ilha do Paty, SFC, Bahia, Brasil.

Amostra	Período	Coliformes a 45°C	Estafilococos coagulase positiva	Bactérias aeróbias mesófilas	<i>Salmonella</i> spp.
1	Dez./Jan.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	1,8 x 10 ³	Ausência
2	Dez./Jan.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	4,5 x 10 ³	Ausência
3	Dez./Jan.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	2,0 x 10 ²	Ausência
4	Dez./Jan.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	1,1 x 10 ³	Ausência
5	Fev./Mar.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	2,0 x 10 ³	Ausência
6	Fev./Mar.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	1,0 x 10 ³	Ausência
7	Fev./Mar.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	5,0 x 10 ³	Ausência
8	Fev./Mar.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	2,0 x 10 ³	Ausência
9	Abr./Mai.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	6,6 x 10 ³	Ausência
10	Abr./Mai.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	2,2 x 10 ³	Ausência
11	Abr./Mai.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	4,0 x 10 ²	Ausência
12	Abr./Mai.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	1,0 x 10 ³	Ausência
13	Jun./Jul.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	1,8 x 10 ³	Ausência
14	Jun./Jul.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	1,0 x 10 ³	Ausência
15	Jun./Jul.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	1,6 x 10 ³	Ausência
16	Jun./Jul.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	1,7 x 10 ³	Ausência
17	Ago./Set.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	2,6 x 10 ²	Ausência
18	Ago./Set.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	3,0 x 10 ²	Ausência
19	Ago./Set.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	5,0 x 10 ²	Ausência
20	Ago./Set.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	8,5 x 10 ²	Ausência
21	Out./Nov.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	9,0 x 10 ³	Ausência
22	Out./Nov.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	1,6 x 10 ³	Ausência
23	Out./Nov.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	3,0 x 10 ³	Ausência
24	Out./Nov.	<1,0x10 ²	<1,0x10 ²	2,3 x 10 ³	Ausência

(UFC/g): Unidades Formadoras de Colônias por grama
 <1,0x10²: ausência de bactérias

