



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

VIRGINIA MARQUES SILVA

**ELEMENTOS QUÍMICOS EM OSTRAS E SEDIMENTO EM ESTUÁRIOS DE
ILHÉUS, BAHIA: uma abordagem ambiental e nutricional**

ILHÉUS – BAHIA

2019

VIRGINIA MARQUES SILVA

**ELEMENTOS QUÍMICOS EM OSTRAS E SEDIMENTO EM ESTUÁRIOS DE
ILHÉUS, BAHIA: uma abordagem ambiental e nutricional**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal

Orientadora: Prof^a. Dra. Guisla Boehs

ILHÉUS – BAHIA

2019

S586

Silva, Virginia Marques.

Elementos químicos em ostras e sedimento em estuários de Ilhéus, Bahia: uma abordagem ambiental e nutricional / Virginia Marques Silva. – Ilhéus, BA: UESC, 2019.

xii, 62f. : il.; anexo.

Orientadora: Guisla Boehs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Inclui referências e apêndice.

1. Ostra. 2. Crassostrea rhizophorae. 3. Macronutrientes. 4. Elementos traços no organismo. 5. Micronutrientes. 6. Nutrição. I. Título.

CDD 639.41

VIRGINIA MARQUES SILVA

**ELEMENTOS QUÍMICOS EM OSTRAS E SEDIMENTO EM ESTUÁRIOS DE
ILHÉUS, BAHIA: uma abordagem ambiental e nutricional**

Ilhéus – BA, 14/02/2019.

Dra. GUISLA BOEHS
UESC
(Orientadora)

Dra. GABRIELA CALVI ZEIDAN
(FF/SEDF/PRONATEC-DF)
(Membro Externo)

Dr. RENAN NUNES COSTA
UESC
(Membro Interno)

DEDICATÓRIA

A todos que contribuíram na conquista desse título.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me proporcionado saúde e resiliência.

Aos meus pais, Corbiniano e Jucivane, quero registrar minha eterna gratidão e amor, pois graças ao apoio, confiança, esforço e influência que me proporcionaram consegui chegar até aqui.

À minha irmã Valeska pela ajuda e parceria de sempre.

Meu eterno agradecimento a minha orientadora Guisla Boehs, pela atenção, oportunidade, confiança, conselhos, contribuição intelectual, coletas, ideias e sugestões que foram essenciais para a idealização e realização dessa pesquisa. Muito obrigada por ser essa excelente orientadora, sem a senhora esse sonho não seria possível.

À Leonice por toda ajuda durante o mestrado e a amizade que construímos. Ao seu esposo, Luciano, pela ajuda durante as coletas.

Aos professores Gustavo Braga, Daniela Mariano e Sílvia Ribeiro pela ajuda com material para as análises e uso de equipamentos.

Ao professor Fábio Amorim pela ajuda com material e contribuições na metodologia.

Ao professor Raildo de Jesus pela ajuda com material, equipamentos, cálculos e contribuições na metodologia.

À professora Gildeci, Raúl Valle e CEPLAC pelo uso do laboratório durante a digestão das amostras ostras.

À Deise pela ajuda durante os procedimentos, informações e amizade construída.

À Vinnícius pela ajuda durante a quantificação dos elementos e cálculos. E todos do Laboratório de Química Analítica.

À Glaucia pela ajuda nos procedimentos, informações e amizade construída.

Aos meus avós (*in memoriam*), tios e primos por estarem ao meu lado nos momentos bons e ruins.

Aos meus animais de estimação: Pitty, Thor e Théo por tornarem meus dias mais alegres.

À todos os meus amigos, em especial à Natália, Guilherme e Maxwell. Com vocês os obstáculos pareciam mais leves.

À Universidade Estadual de Santa Cruz pela acolhida e estrutura.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal pelo conhecimento científico.

À CAPES pela concessão da bolsa.

Aos professores que aceitaram fazer parte da banca examinadora.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização dessa pesquisa.

ELEMENTOS QUÍMICOS EM OSTRAS E SEDIMENTO EM ESTUÁRIOS DE ILHÉUS, BAHIA: uma abordagem ambiental e nutricional

RESUMO

Os manguezais e estuários são ambientes com alta biodiversidade, mas que estão ameaçados devido a impactos antrópicos. Esses locais têm também grande importância para as populações ribeirinhas, que utilizam moluscos, crustáceos e peixes como fonte de renda e subsistência. Moluscos bivalves, além de fonte alimentar, também são úteis como indicadores biológicos devido ao seu hábito alimentar filtrador. Por meio da filtração branquial, esses animais conseguem bioacumular diversas substâncias que podem ser contaminantes, dependendo do nível de concentração. No Brasil, as ostras de maior interesse econômico pertencem ao gênero *Crassostrea*, com duas espécies nativas (*C. rhizophorae* e *C. gasar*), ambas usadas como recurso extrativista e na ostreicultura. Neste estudo teve-se por objetivo determinar o potencial de bioacumulação de elementos químicos (metais-traço e macro e micronutrientes) em *Crassostrea* sp. e no sedimento em regiões estuarinas do município de Ilhéus, Bahia. As coletas das ostras foram realizadas em três pontos amostrais: Estação 1 (sobre rochas fixadas na ponte do Cururupe), Estação 2 (afloramento rochoso da Sapetinga) e Estação 3 (Teotônio Vilela, leito do rio Cachoeira) entre janeiro e abril de 2018. O sedimento foi coletado nas estações 1 e 2. A carne dos animais foi liofilizada e o sedimento foi seco em estufa. A digestão das amostras de ostras foi realizada em forno microondas e a do sedimento em forno do tipo bloco. A quantificação dos elementos foi realizada em espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado. Após tratamento estatístico descritivo, os dados foram comparados através de Análises de Variância, ao nível de confiança de 95%. Os elementos encontrados foram: Cálcio, Magnésio, Potássio, Enxofre e Fósforo (Macronutrientes) e Cobre, Zinco, Manganês e Ferro (Micronutrientes). Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre estações amostrais, épocas (meses) e ambientes (ostra e sedimento) para todos os elementos. Exceto para o Manganês e o Ferro, nas ostras observou-se valores maiores em relação ao sedimento, concluindo-se que estas bioacumulam substâncias presentes no ambiente. Estas excederam os valores médios recomendados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), logo, conclui-se que estas são uma adequada fonte de minerais, excluindo-se o Cobre.

Palavras-chave: *Crassostrea*, macronutrientes, metais-traço, micronutrientes, nutrição.

CHEMICAL ELEMENTS IN OYSTERS AND SEDIMENT IN ESTUARIES OF ILHÉUS, BAHIA, BRAZIL: an environmental and nutritional approach

ABSTRACT

Mangroves and estuaries are environments with high biodiversity but are threatened by human impacts. These environments are also of great importance to the riverside populations, who use mollusks, crustaceans and fish as a source of income and subsistence. Bivalve mollusks besides food source are also useful as biological indicators due to their alimentary filtering habit. Through gill filtration, these animals can bioaccumulate various substances that may be contaminants, depending on the level of concentration. In Brazil, oysters of major economic interest belong to genus *Crassostrea*, with two native species (*C. rhizophorae* and *C. gasar*), both used as extractive resources and in farming. The objective of this study was to determine the bioaccumulation potential of chemical elements (trace metals and macro and micronutrients) in *Crassostrea* sp. and sediment in estuarine regions of the municipality of Ilhéus, Bahia, Brazil. Oyster samples were collected at three sampling points: Station 1 (on rocks of Cururupe bridge), Station 2 (rock outcropping of Sapetingá) and Station 3 (Teotônio Vilela, Cachoeira river bed) among January and April 2018. The sediment was collected at stations 1 and 2. The meat of the animals was lyophilized and the sediment was dried in an oven. The oyster samples were digested in a microwave oven and the pellet in a block oven. The quantification of the elements was performed in an inductively coupled plasma optical emission spectrometer. After descriptive statistical treatment, the data were compared by analysis of variance, at 95% of confidence level. The elements found were: Calcium, Magnesium, Potassium, Sulfur and Phosphorus (Macronutrients), and Copper, Zinc, Manganese and Iron (Micronutrients). There was a significant difference ($p < 0.05$) among sample stations, seasons (months) and environments (oyster and sediment) for all elements. Except for Manganese and Iron, higher values were observed in oysters in relation to the sediment, concluding that these bioaccumulate substances present in the environment. These exceeded the average values recommended by the Brazilian National Health Surveillance Agency (ANVISA), so we concluded that these are an adequate source of minerals, excluding Copper.

Keywords: *Crassostrea*, macronutrients, trace metals, micronutrients, nutrition.

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1	Programa de digestão no micro-ondas para amostras de ostras.	25
Tabela 2	Parâmetros instrumentais do ICP-OES e linhas de emissão.	26
Tabela 3	Médias (mg kg ⁻¹) e Incerteza das triplicatas das amostras de ostras por estação e mês de coleta.	30
Tabela 4	Médias (mg kg ⁻¹) e Incerteza das triplicatas das amostras de sedimento por estação e mês de coleta.	30
Tabela 5	Ingestão diária de nutrientes minerais recomendada para adultos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, Adaptada de BRASIL (2005).	40
Tabela 6	Médias dos níveis de elementos nas ostras por estação de coleta e comparação com outros estudos.	45
Tabela 7	Médias dos níveis de elementos no sedimento por estação de coleta e comparação com outros estudos.	46

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1	Precipitação em Ilhéus-BA.	28
Figura 2	Salinidade nas estações 1 e 2 nos meses de janeiro a abril de 2018.	28
Figura 3	Temperatura da água nas estações 1 e 2 nos meses de janeiro a abril de 2018.	28
Figura 4	Temperatura do ar nas estações 1 e 2 durante os meses de janeiro a abril de 2018.	29
Figura 5a	Concentração de Cálcio (mg kg ⁻¹) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	31
Figura 5b	Concentração de Cálcio (mg kg ⁻¹) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	31
Figura 6a	Concentração de Magnésio (mg kg ⁻¹) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	32
Figura 6b	Concentração de Magnésio (mg kg ⁻¹) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	32
Figura 7a	Concentração de Potássio (mg kg ⁻¹) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	33
Figura 7b	Concentração de Potássio (mg kg ⁻¹) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	33
Figura 8a	Concentração de Enxofre (mg kg ⁻¹) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	34
Figura 8b	Concentração de Enxofre (mg kg ⁻¹) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	34
Figura 9a	Concentração de Fósforo (mg kg ⁻¹) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	35
Figura 9b	Concentração de Fosforo (mg kg ⁻¹) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	35
Figura 10a	Concentração de Cobre (mg kg ⁻¹) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	36
Figura 10b	Concentração de Cobre (mg kg ⁻¹) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	36

Figura 11a	Concentração de Zinco (mg kg^{-1}) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	37
Figura 11b	Concentração de Zinco (mg kg^{-1}) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	37
Figura 12a	Concentração de Manganês (mg kg^{-1}) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	38
Figura 12b	Concentração de Manganês (mg kg^{-1}) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	38
Figura 13a	Concentração de Ferro (mg kg^{-1}) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	39
Figura 13b	Concentração de Ferro (mg kg^{-1}) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.	39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	16
2.1. Objetivo geral:	16
2.2. Objetivos específicos:	16
3. REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1. Elementos nutrientes e metais-traço	16
3.2. Moluscos bivalves	19
3.3. Ostras	20
3.4. Bivalves e elementos nutrientes	22
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1. Características da região e coleta das amostras	22
4.2. Preparo inicial das amostras	23
4.3. Digestão das amostras de sedimento	24
4.4. Digestão das amostras de ostras	25
4.5. Determinação dos elementos	26
4.6. Análise estatística	27
5. RESULTADOS	27
5.1. Fatores abióticos	27
5.2. Elementos químicos	29
6. DISCUSSÃO	40
7. CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICE 1	57
ANEXO 1	60

1. INTRODUÇÃO

Os ambientes marinhos e estuarinos apresentam uma rica biodiversidade, que está ameaçada devido ao impacto de ações antropogênicas (KULKARNI et al., 2018). Na América Latina e Caribe estão localizados aproximadamente 29% dos manguezais do mundo, sendo que no Brasil a distribuição ocorre entre os estados do Amapá e Santa Catarina e aproximadamente 85% estão nas regiões Norte e Nordeste do país (REZENDE et al., 2009).

A preservação dos manguezais é de grande importância, pois esses ambientes exercem diversas funções ecológicas e socioambientais como: armazenamento de CO₂ e liberação de O₂ por meio da fotossíntese, fonte de alimentação e berçário de espécies, área de repouso e nidificação de aves, proteção de linha da costa de processos como erosão, filtro biológico (retenção de partículas) e fonte de renda para as populações ribeirinhas (SOUZA et al., 2018). Dentre as fontes de alimento oriundas desses ambientes, as principais são os peixes, os crustáceos e os bivalves.

Os moluscos bivalves são representados por aproximadamente 20 mil espécies viventes, que são encontradas em ambientes marinhos e dulcícolas em todas as profundidades (BRUSCA & BRUSCA, 2007). Esses organismos têm recebido atenção mundial, pois, além do gradual crescimento do seu consumo e produção (SUHNEL et al., 2016), também são úteis como indicadores biológicos (BENITO et al., 2017).

Além de sua importância para o consumo humano e de serem hospedeiros de alguns patógenos com potencial zoonótico, os bivalves também podem ser bioacumuladores, o que decorre do fato de a grande maioria desses organismos serem filtradores (RODRIGUEZ-IRURETAGOIANA et al., 2016). Por esse motivo, esses moluscos podem ser utilizados em estudos de detecção de contaminantes em ambientes aquáticos. (KRISHNAKUMAR et al., 2018). Por exemplo, alguns resíduos químicos, que estão em níveis indetectáveis na água, podem ser observados nos bivalves (ZUYKOV et al., 2013).

Os bivalves da família Ostreidae são conhecidos popularmente como ostras e se alimentam exclusivamente por filtração. Logo, apresentam as mesmas condições do ambiente em que vivem (LEAL & FRANCO, 2008), pois, como supramencionado, são animais filtradores, que ingerem matéria orgânica e inorgânica e fitoplâncton, além

de partículas em suspensão encontradas na água (PEREIRA et al., 2006). Conforme Brandão et al. (2017), uma ostra é capaz de filtrar, com baixa seletividade, de 19 a 50 litros de água por hora.

Por serem filtradoras, bioacumuladoras e sésseis, as ostras podem ser utilizadas em estudos sobre química ambiental (KRISHNAKUMAR et al., 2018). Uma das formas mais graves de contaminação ambiental é a que decorre da presença de metais-traço, que por sua vez podem ser oriundos tanto de fontes naturais (como por ação do intemperismo sobre rochas e solos) quanto por ações antrópicas, como as decorrentes da mineração e da industrialização, sendo que essa última forma de contaminação geralmente impacta negativamente o equilíbrio dos ciclos biogeoquímicos (SOUZA et al., 2015). Marques-Júnior et al. (2009) mencionam que no Brasil, 40% das indústrias localizadas na zona costeira, sendo que várias potenciais poluidoras de metais-traço, estão concentradas nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia.

Conforme Souza et al. (2011), a ingestão de bivalves contaminados por metais tóxicos constitui risco toxicológico à saúde humana na medida em que promove alterações nas estruturas celulares e gera competição pelos mesmos sítios de absorção de micronutrientes, ocasionando carências nutricionais, distúrbios neurológicos, problemas no desenvolvimento e alterações cardiovasculares, representando assim risco à sanidade dos consumidores, que na sua maioria são populações que residem em regiões costeiras e exploram os bivalves para fins de subsistência e renda.

Ao serem absorvidos pelo organismo, os metais, mesmo os essenciais, uma vez presentes em altas concentrações, podem trazer prejuízos para diversos processos importantes como o bloqueio de ações enzimáticas e a alteração na seletividade das membranas e, em excesso, essas substâncias ainda causam a redução do crescimento e da fecundidade, destruição das células e inibição da fotossíntese; além disso, alguns possuem alto potencial cancerígeno (MARQUES-JÚNIOR et al., 2009). Logo, as respostas nos organismos podem ser agudas ou crônicas e envolvem os níveis moleculares, individuais e ecológicos (SANTANA et al., 2015).

As pesquisas que envolvem o desenvolvimento e a implementação de biomonitoramentos ainda são escassas em áreas tropicais (HÉDOUIN et al., 2010). A recomendação de Pereira et al. (2006) é que se faça monitoramentos da qualidade de moluscos constantemente e, além disso, promova-se o desenvolvimento e a implantação de programas de boa manipulação e práticas do manejo de moluscos, buscando assim diminuir e controlar a contaminação por meio desses animais.

Um dos desafios ambientais atuais é a utilização dos bivalves para o monitoramento químico, identificando e quantificando poluentes por meio da sua bioacumulação (ZUYKOV et al., 2013). Ressalte-se também que o estresse ambiental e a poluição da água através da ação humana podem contribuir e provocar doenças nos próprios bivalves (LAUCKNER, 1983) já que há um custo ecológico no consumo de energia que é utilizada pela biota para se adaptar aos contaminantes presentes no ambiente, podendo assim, alterar a homeostase desses organismos (FENT, 2004).

As regiões costeiras são afetadas pela poluição química, que vem sendo intensificada com ações antrópicas, sendo que essas áreas são habitadas por populações ribeirinhas que utilizam os manguezais como meio de subsistência (KULKARNI et al., 2018). No sul da Bahia, as ostras consumidas pertencem a duas espécies do gênero *Crassostrea*: *C. rhizophorae* e *C. gasar* (BOEHS et al., no prelo). Sabe-se que as ostras contêm elementos nutricionais importantes, mas é preciso que estes sejam monitorados, pois as mesmas podem bioacumular concentrações em níveis tóxicos para o consumo (WRIGHT et al., 2018). A bioacumulação pode variar de acordo com o nível de elementos químicos presentes no ambiente, que normalmente estão em concentrações diferentes na água, sedimento e biota (COIMBRA et al., 2013). Fatores abióticos como salinidade, temperatura, precipitação e fatores ambientais como o tipo de ambiente e nível de antropização podem alterar a concentração dos elementos químicos (BJERREGAARD & ANDERSEN, 2007; HOFFMANN et al., 2012; JICKELLS et al., 2016; KULKARNI et al., 2018).

Há poucos estudos sobre elementos químicos em bivalves e sedimentos de manguezais na região de Ilhéus, restringindo-se aos trabalhos de Nascimento (2015) e Santos (2018). Espera-se que os resultados deste trabalho contribuam com dados importantes para outras pesquisas relacionadas à química ambiental, oceanografia, ecotoxicologia, segurança alimentar e futuros programas de biomonitoramento utilizando ostras como tecnologia ecológica.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral:

Determinar a bioacumulação de elementos químicos (macro e micronutrientes e metais-traço) em ostras do gênero *Crassostrea* e a presença destes no sedimento em regiões estuarinas do município de Ilhéus, Bahia.

2.2. Objetivos específicos:

- a) Avaliar a presença e o teor de elementos químicos em *Crassostrea* sp. em três estações amostrais estuarinas durante o verão e início do outono;
- b) Avaliar a presença e o teor de elementos químicos no sedimento;
- c) Comparar os teores entre locais (estações amostrais), épocas (meses) e ambientes (ostra e sedimento).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Elementos nutrientes e metais-traço

Os nutrientes minerais são elementos químicos indispensáveis para o desenvolvimento e metabolismo de um organismo e estão envolvidos em diversas funções, como a manutenção dos ossos e a transmissão de impulsos nervosos (GHARIBZAHEDI & JAFARI, 2017). Estes podem ser classificados em macro ou micronutrientes, de acordo com a quantidade que o organismo precisa para manter o equilíbrio nutricional, sendo que os macronutrientes estão geralmente presentes em maiores e os micronutrientes em menores concentrações (CHEN et al.,2018).

Dentre os macronutrientes estão o Cálcio (Ca), o Magnésio (Mg), o Potássio (K), o Sódio (Na), o Fósforo (P) e o Enxofre (S) e dentre os micronutrientes estão o Zinco (Zn), o Selênio (Se), o Ferro (Fe), o Manganês (Mn), o Cobre (Cu), o Cobalto (Co), o Molibdênio (Mo) e o Cromo (Cr) (GHARIBZAHEDI & JAFARI, 2017). A Organização Mundial da Saúde – OMS propôs uma classificação dos elementos, relacionada ao seu significado nutricional em humanos, que envolve três categorias: (1) elementos essenciais; (2) elementos que são provavelmente essenciais; (3) elementos potencialmente tóxicos (WHO, 1996).

Conforme Borrell et al. (2016), quando essas substâncias estão acima da concentração limite, mesmo tratando-se de elementos essenciais, podem se tornar tóxicas ao indivíduo. De acordo com Chen et al. (2018), cada nutriente possui uma concentração ideal, logo sua deficiência ou excesso provocam alterações na homeostase e, conseqüentemente, estresse celular, sendo que o organismo inicialmente irá responder com estratégias adaptativas, mas a longo prazo as alterações no equilíbrio tornam-se patogênicas devido a modificação das funções celulares. Os elementos/metais-traço são importantes em concentrações mínimas, desempenhando várias funções como, por exemplo, componentes de enzimas e envolvimento em processos que contribuem para o crescimento, desenvolvimento, manutenção e recuperação da sanidade de um organismo (MEHRI & MARJAN, 2013).

Alguns metais-traço são poluentes inorgânicos tóxicos para a biota e possuem relações complexas com os fatores bióticos e abióticos, que podem alterar a sua biodisponibilidade, concentração e especiação (RICHIR & GOBERT, 2016). Os que são considerados mais tóxicos, mesmo em baixas concentrações, são o Arsênio (As), o Cádmio (Cd), o Chumbo (Pb) e o Mercúrio (Hg) (KEIL et al., 2011; MARQUES-JÚNIOR et al., 2009). Esses compostos são carcinogênicos e mutagênicos e seus efeitos podem causar danos além dos individuais, isto é, serem ativos nas gerações seguintes de um organismo (BOLOGNESI & HAYASHI, 2011).

Uma forma eficiente de investigar a biodisponibilidade de um elemento no ambiente é determinar sua acumulação nos organismos (DAMIENS et al., 2006) e possíveis efeitos que sua concentração causa na cadeia alimentar (HELMHOLZ et al., 2015). Além de serem acumulados nos animais, os elementos também podem ser absorvidos pelas plantas e se acumular no sedimento dos manguezais, já que o ambiente aquático é composto por três matrizes, que estão interligadas por processos químicos e ecológicos: água, sedimento e biota (COIMBRA et al., 2013).

Na análise da qualidade de um estuário, os dados sobre a concentração dos constituintes químicos no sedimento são elementos chave essenciais (TORRES et al., 2015), pois, além de representarem o último sumidouro dos metais (BJERREGAARD & ANDERSEN, 2007), entre as três matrizes aquáticas, geralmente é no sedimento que essas substâncias estão mais concentradas (COIMBRA et al., 2013). A dispersão de metais no sedimento é afetada por diversos fatores abióticos como o pH, a salinidade, o potencial redox, a temperatura, a velocidade da água e a presença de

compostos químicos complexos (BJERREGAARD & ANDERSEN, 2007; KULKARNI et al., 2018).

Para a OMS, a biodisponibilidade dos elementos e suas funções nos organismos são controladas por diversas variáveis que incluem: (1) as características físico-químicas de fontes de elementos-traço na dieta, (2) as interações bioquímicas destes elementos com sinergistas ou antagonistas, tanto no lúmen do intestino como nos tecidos e (3) as variáveis fisiológicas que, em resposta às mudanças nas relações entre oferta e demanda de elementos, influenciam a eficiência de absorção, armazenamento ou incorporação de elementos em locais funcionais (WHO, 1996).

Estuários e manguezais, apesar de serem locais com elevada produtividade biológica, geralmente são afetados por atividades como aquicultura, portos, estaleiros, indústrias, agricultura, mineração e efluentes domésticos, os quais liberam contaminantes na água (RODRIGUEZ-IRURETAGOIANA et al., 2016). A poluição da zona costeira oriunda de atividades antrópicas vem de fato aumentando em todo o mundo e estima-se que aproximadamente 20 bilhões dos resíduos do mundo acabam nos oceanos, sendo que a maioria destes não passa por nenhum sistema de tratamento preliminar (KRISHNAKUMAR et al., 2018).

Segundo Marques-Júnior et al. (2009), nas regiões costeiras estão os casos mais graves de contaminação por metais/elementos traços (“metais pesados”), pois a concentração dessas substâncias diminui com a distância da desembocadura de um rio, devido aos fenômenos de diluição e floculação, muitas vezes causando prejuízos para a pesca e a maricultura.

As mudanças climáticas que vêm acontecendo recentemente também têm contribuído para as alterações nos ciclos biogeoquímicos, pois provocam variações em fatores como a sazonalidade, temperatura, acidificação, correntes, aumento do nível do mar e da salinidade, modificando assim a disponibilidade dos elementos químicos (HOFFMANN et al., 2012; JICKELLS et al., 2016).

Portanto, devido às alterações que as ações antropogênicas e mudanças climáticas estão causando no ambiente, a determinação de metais em animais e sedimento auxilia na compreensão da concentração e distribuição dessas substâncias nos manguezais, identificando possíveis fontes de contaminação local e fundamentando possíveis estratégias de preservação, conservação e recuperação de

bacias hidrográficas (ISLAM et al., 2017). Além disso, é imprescindível que sejam investigados os efeitos da bioacumulação de substâncias tóxicas (como os metais nos bivalves), pois além destes, a contaminação também pode atingir outros níveis tróficos da cadeia alimentar, chegando ao ser humano (ABDALLAH, 2013).

Alguns estudos sobre metais-traço feitos em diferentes locais indicaram altas concentrações em ostras, sedimento e em outros organismos. Alfonso et al. (2013) detectaram uma alta concentração de Cádmio na ostra *C. rhizophorae* na Venezuela. Strady et al. (2011), através de estudo experimental, demonstraram que a biocumulação de Cádmio nas brânquias da ostra *C. gigas* foi de 2 a 6 vezes maior nos tratamentos de exposição à substância do que no controle. Análises de sedimento no estado de Sergipe, nordeste do Brasil, demonstraram concentrações de Cádmio, Cobre e Níquel acima do limite estabelecido por órgãos ambientais (SANTOS et al., 2015). Barros e Barbieri (2012) detectaram uma alta concentração de Chumbo na ostra *C. gasar*, equivalente a quase o dobro do valor apresentado no sedimento, no estado de São Paulo. Nilin (2012) detectou uma maior concentração de Mercúrio na ostra *C. rhizophorae* em relação ao sedimento em estudo realizado no estado do Ceará. Em um estudo realizado na Bahia, Santos et al. (2013) encontraram níveis de Chumbo e Cádmio acima do limite determinado pela legislação brasileira em camarão e bivalves (mexilhão). Também na Bahia, Santil (2010) detectou concentrações de Arsênio, Alumínio, Cobre e Zinco acima do limite estabelecido por algumas agências de saúde, em *C. rhizophorae*. No sul da Bahia, Santos (2018) quantificou uma concentração de Chumbo e Zinco acima do limite em alguns bivalves. Ainda no sul da Bahia, Nascimento (2015), quantificou vários elementos em sedimento, mas apenas Zinco, Cobre, Cromo e Níquel apresentaram maiores concentrações.

3.2. Moluscos bivalves

Os moluscos bivalves destacam-se como o grupo de maior interesse econômico dentre os invertebrados marinhos e incluem várias espécies de ostras e mexilhões, que são coletados e cultivados em vários locais no mundo (LAUCKNER, 1983). Além disso, esses animais também estão envolvidos em diversos processos ecológicos importantes (DAME, 2016). Conforme Hickman et al., (2004) p. 333 são características da classe Bivalvia:

Corpo envolvido por um manto bilobado; concha de duas valvas laterais, de tamanho e forma variáveis, com charneira dorsal; cabeça muito reduzida, mas boca dotada de palpos labiais; sem rádula; sem olhos cefálicos, umas poucas formas com olhos nas margens do manto; pé geralmente em forma de machadinha; brânquias laminares; sexos geralmente separados, com larvas trocófora e véliger típicas.

Esses animais são globalmente distribuídos do Pólo Norte ao Pólo Sul (KRISHNAKUMAR et al., 2018), logo representam um grupo cosmopolita. Apesar de viverem em todas as profundidades, os bivalves apresentam maior abundância em águas costeiras rasas e em estuários, desenvolveram adaptações para as variações das mudanças de temperatura e salinidade, e alguns à exposição e ação das ondas na zona entremarés (DAME, 2016).

Na costa brasileira, os moluscos bivalves com maior interesse econômico são: *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828) (a ostra-do-mangue), *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) (a ostra do Pacífico, exótica), *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (mexilhão), *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) (sururu), *Mytella falcata* (Orbigny, 1846) (bacucu), *Lucina pectinata* (Gmelin, 1791) (= *Phacoides pectinata*; lambreta), *Tagelus plebeius* (Lightfoot, 1786) (moapem), *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin, 1791) e *Nodipecten nodosus* (Linnaeus, 1758) (vieira) (BOEHS et al., 2012), além de *Crassostrea gasar* (Deshayes, 1830) (= *C. brasiliiana*) (ostra do fundo) (LEGAT et al., 2017; BOEHS et al., no prelo).

O cultivo de moluscos é conhecido por maricultura ou malacocultura. Segundo dados da FAO (2018), em 2016 foram produzidos mundialmente 17,1 milhões de toneladas de moluscos. No Brasil, em 2016 foram produzidas 20,83 mil toneladas de ostras, vieiras e mexilhões, sendo o estado de Santa Catarina responsável por 97,9% desse montante (IBGE, 2016).

3.3. Ostras

De acordo com o ITIS - *Integrated Taxonomic Information System* (2018), os animais conhecidos popularmente como ostras pertencem ao filo Mollusca, classe Bivalvia, subclasse Pteriomorpha, ordem Ostreoida e família Ostreidae. A classificação taxonômica das espécies do grupo é complexa, pois a morfologia destes animais é altamente influenciada pelas condições ambientais em que vivem, logo a identificação de espécies baseada em características como forma da concha, cor e

impressão muscular normalmente é insuficiente, ocasionando assim erros e diversas sinonímias (IGNÁCIO et al., 2000).

Devido à importância econômica do grupo, o desenvolvimento de técnicas de diferenciação de espécies é essencial para promover melhores estratégias de manejo, produção, conservação e preservação (AMARAL & SIMONE, 2014). O uso de ferramentas genéticas como análise do DNA mitocondrial tem auxiliado na classificação taxonômica e estudos de estrutura populacional (AMARAL, 2014).

Os gêneros de ostras mais produzidos e consumidos no mundo são *Ostrea* Linnaeus, 1758 e *Crassostrea* Sacco, 1987 (IGNÁCIO et al., 2000). Em relação à tolerância nas variações de salinidade do ambiente, as ostras do gênero *Ostrea* são estenohalinas, pois vivem em uma faixa restrita de salinidade, já as espécies do gênero *Crassostrea* são eurihalinas suportando assim uma ampla variação de salinidade (GALTSOFF, 1964).

No Brasil, as ostras de maior interesse econômico são as do gênero *Crassostrea* e seu cultivo é realizado em vários locais, sendo que na Bahia a ostreicultura é realizada em pequena escala principalmente por comunidades extrativistas (PINTO et al., 2017). As características morfológicas das ostras que pertencem ao gênero *Crassostrea* são um resílio longitudinalmente estriado, ligamento externo, cicatriz do músculo adutor próxima ao centro, valva direita menor e plana e valva esquerda maior e côncava geralmente aderida a algum substrato (AMARAL, 2014). A impressão muscular tem um padrão semi-lunar com a extremidade côncava em direção ao umbo e as características externas da concha são influenciadas pelo substrato, apresentando grande variedade de formatos e tamanhos devido à alta plasticidade morfológica (ALVES, 2004).

No litoral brasileiro ostras nativas do gênero *Crassostrea* são representadas pelas espécies *Crassostrea gasar* (= *C. brasiliiana*) e *Crassostrea rhizophorae*, sendo que a diferenciação entre as espécies é complexa, com necessidade de uso de ferramentas genéticas para uma melhor identificação (LEGAT et al., 2017). Essa complexidade ocorre devido à alta plasticidade morfológica e à semelhança nos fenótipos de ostras desse gênero (BOEHS et al., no prelo). *Crassostrea gasar* é conhecida popularmente como “ostra de fundo” e seu habitat é no infralitoral, logo essa ostra está sempre submersa e possui um tamanho que pode ser considerado de

grande porte, pois pode atingir aproximadamente 20 cm de altura (CHRISTO, 2006). Já *C. rhizophorae*, geralmente conhecida como “ostra do mangue”, pode ser considerada uma ostra de médio porte, atingindo cerca de 10 cm de altura (HOSHINO, 2009). Foram identificadas por meio de ferramentas moleculares e análise filogenética essas duas espécies no litoral da Bahia e confirmado que não é possível diferenciar esses animais apenas com análises de características morfológicas, sendo que os locais de amostragem abrangeram os municípios de Cachoeira, Camamu, Maraú, Ilhéus e Canavieiras (BOEHS et al., no prelo).

3.4. Bivalves e elementos nutrientes

Nutricionalmente, os moluscos comestíveis são pobres em carboidratos, gordura total e saturada, entretanto apesar desses benefícios é preciso cuidado em relação à segurança alimentar desses animais, principalmente quando consumidos crus (WRIGHT et al., 2018). Durante o consumo das ostras cruas, costuma-se temperá-las com limão, sendo que para Kuranchie-Mensah et al. (2016), esse hábito pode trazer, por exemplo, benefícios para elementos essenciais como Manganês e Zinco, mas há um risco para metais não essenciais como Cádmiio.

O estudo de Metian et al. (2009) mostrou que o processo de cozimento para o consumo do bivalve *Mytilus galloprovincialis* normalmente concentrou os elementos nos tecidos moles e liberou parte significativa para o suco do cozimento, diminuindo assim a sua bioacessibilidade durante o consumo, logo com o descarte do suco do cozimento é possível reduzir a ingestão de oligoelementos. Conforme Wright et al. (2018), o consumo de mariscos, principalmente de ostras e de mexilhões, fornece uma dieta com os ácidos eicosapentaenóico (EPA) e docosahexaenóico (DHA), que excedem os limites da carne bovina, frango e porco em cerca de 200%, contribuindo assim para a ingestão de ácidos graxos essenciais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Características da região e coleta das amostras

Os espécimes de *Crassostrea* sp. foram coletados no município de Ilhéus, no sul da Bahia. Essa região, além da floresta ombrófila, apresenta manguezais e restingas, caracterizados pela influência marítima, com solos muito arenosos e,

consequentemente, com baixa fertilidade (BRASIL, 2010).

Para a realização da coleta de espécimes, foi obtida autorização para realização de atividades com finalidade científica pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, com o número 20912-5 (**Anexo 1**). As coletas foram feitas mensalmente entre janeiro e abril de 2018, com o tamanho amostral de 30 indivíduos por coleta/localidade, em três pontos amostrais: manguezal do Cururupe (Estação 1), afloramento rochoso na margem do rio Cachoeira (Sapetinga) (Estação 2) e no fundo do Rio Cachoeira, na altura do bairro Teotônio Vilela (Estação 3). Foram realizadas quatro coletas no Cururupe (janeiro a abril), três coletas na Sapetinga (fevereiro, março e abril) e duas coletas do Teotônio Vilela (março e abril). As ostras foram coletadas por busca ativa, manualmente, com o auxílio de um facão e luva, sempre em maré baixa, na região entremarés da Sapetinga (ostras fixadas nas rochas) e próximo ao manguezal do Cururupe (ostras fixadas na ponte), locais em que os exemplares foram coletados em maré baixa de sizígia. No Teotônio Vilela, os espécimes foram coletados através de mergulho, já que nesse local a ocorrência destas é sobre as pedras no leito do rio.

Foram coletadas também amostras de sedimento no Cururupe e na Sapetinga, assim como realizadas medições dos parâmetros abióticos salinidade e temperatura nesses dois pontos amostrais. A medição da salinidade foi realizada por meio de um refratômetro óptico manual marca Atago S/Mill e a temperatura da água e do ar foi medida com um termômetro de mercúrio padrão. Após a coleta, os animais e sedimento foram transportados dentro de baldes plásticos para o Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM) da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), onde foram feitos os primeiros processamentos.

4.2. Preparo inicial das amostras

Em laboratório, as ostras foram medidas quanto à altura (eixo dorso-ventral: GALTSOFF, 1964) com um paquímetro de precisão e pesadas em balança analítica (Marte) com 0,01 g de precisão, seguido do congelamento das ostras e do sedimento em freezer a -20°C. Posteriormente, as ostras foram descongeladas e abertas com o auxílio de uma faca de aço inoxidável com a parte metálica envolvida com politetrafluoretileno (para evitar a contaminação), tendo sido as partes moles (carne)

removidas (lavadas em água destilada quando havia alguma impureza visível) e pesadas individualmente e depois congeladas, formando um *pool* de amostras de cada localidade e período. A seguir, esse *pool* foi descongelado e retirada a umidade no liofilizador (Labconco, modelo Freezone 4.5) por um período de três dias para a remoção da umidade, após o que foi obtido o peso seco das amostras e em seguida as amostras foram novamente congeladas. As amostras de sedimento foram descongeladas e foi retirada a umidade por meio de secagem em estufa a 56°C por um período de quatro dias. Posteriormente, as amostras foram armazenadas em temperatura ambiente em local seco e arejado.

As amostras de sedimento e ostras foram maceradas com um almofariz e pistilo, peneiradas com malha nylon de 350 µm e armazenadas (sedimento em temperatura ambiente e ostras no *freezer*). Todo o material utilizado desde o processamento inicial até a leitura das soluções foi lavado com água de osmose e descontaminado em banho de Ácido Nítrico - HNO₃ 10% (v/v) por 24 horas. Após esse período, o material foi retirado do banho, enxaguado com água de osmose e colocado para secar em bandejas plásticas coberta com papel toalha. Após secagem, o material foi envolvido com papel filme para evitar a contaminação.

4.3. Digestão das amostras de sedimento

Para a realização do processo de digestão, foram pesadas na balança analítica (Shimadzu) com 0,00001 g de precisão em triplicata 0,200g das amostras do sedimento (6 amostras, sendo 3 do Cururupe e 3 da Sapetinga, totalizando 18 triplicatas) em tubos do tipo *Eppendorf* na balança analítica. O digestor utilizado foi do tipo bloco (Tecnal – TE – 007MP) no Laboratório de Pesquisa em Química Analítica – LPQA da UESC, sendo que inicialmente as amostras foram transferidas dos *Eppendorf* para tubos digestores e adicionado 4 ml de água régia (3ml de Ácido Clorídrico – HCl e 1ml de Ácido Nítrico - HNO₃). Além dos tubos com as amostras também foi realizado um tubo branco/controle (contendo apenas os reagentes, sem amostra). Os tubos digestores eram fechados com dedos frios contendo água de osmose.

Inicialmente o bloco foi ligado já com as amostras e após atingir 60°C permaneceu nessa temperatura por mais 30 minutos. Em seguida, a temperatura foi aumentada para 120°C por 1 hora, depois para 150°C por mais 3 horas. Após 2 horas na temperatura de 150°C, os tubos foram retirados do bloco e adicionado 1ml de

Peróxido de hidrogênio - H_2O_2 e reinseridos no bloco digestor. Faltando 30 minutos para completar o processo novamente foram adicionados 1ml de Peróxido de hidrogênio em cada amostra. No final do processo de digestão as amostras foram retiradas dos tubos digestores, filtradas e transferidas para tubos *falcon* de 50ml, onde foram avolumadas para 25ml com água Mili-q. As amostras digeridas foram armazenadas na geladeira até o período de leitura dos elementos.

4.4. Digestão das amostras de ostras

Para digestão das amostras das ostras foram realizadas adaptações na metodologia proposta por Costa et al. (2009). Inicialmente foram pesadas na balança analítica (Shimadzu) com 0,00001 g de precisão em triplicatas 0,250 g das amostras de ostras (9 amostras, considerando os três locais, totalizando 27 triplicatas) em tubos do tipo *Eppendorf* em balança analítica. A digestão foi realizada em forno do tipo micro-ondas (modelo Mars Xpress CEM) no Laboratório de Solos da Comissão Executiva de Planejamento da Lavoura Cacaueira – CEPLAC. Esse tipo de forno é recomendado por Costa et al. (2009) para amostras orgânicas.

Primeiramente, foram transferidas as amostras pesadas para tubos do tipo TFM e adicionados 7 ml de Ácido Nítrico a 65%, sendo que os tubos foram fechados com apenas a tampa interna e o material permaneceu na capela por 30 minutos. Posteriormente, foi adicionado 1 ml de Peróxido de hidrogênio a 30% nos tubos, em seguida esses foram fechados, travados e inseridos no micro-ondas com o programa da tabela 1:

Tabela 1: Programa de digestão no micro-ondas para amostras de ostras.

Etapa	Potência (W)	t_{trampa} (min)	T(°C)	$t_{\text{platô}}$ (min)
1	1600	5	120	2
2	1600	5	180	20
Resfriamento				15

Após o período de resfriamento, os tubos foram retirados do micro-ondas e inseridos na capela por 5 minutos. Posteriormente, os tubos foram abertos, as soluções de cada amostra foram avolumadas para 20 ml com água Milli-q em balões volumétricos e transferidos para tubos *falcon* de 50 ml. As amostras digeridas foram

armazenadas na geladeira até o período de identificação e quantificação dos elementos.

4.5. Determinação dos elementos

A identificação e quantificação dos elementos nas soluções digeridas foi realizada no Espectrômetro de Emissão Óptica em Plasma Indutivamente Acoplado - ICP-OES (modelo Varian 710-ES) no Centro de Microscopia Eletrônica da UESC. Para isso, foi feita uma curva de calibração com uma solução multielementar com os seguintes analitos: Zinco, Potássio, Manganês, Magnésio, Cálcio, Enxofre, Fósforo, Ferro e Cobre. A partir dessa solução de 2000 mg L⁻¹ foi feita uma solução intermediária que foi diluída para os pontos da curva em uma faixa de concentração de 0,2 a 2 mg L⁻¹ para Ferro, Cobre, Zinco e Manganês, de 0 a 20 mg L⁻¹ para Fósforo e Enxofre, de 0 a 40 mg L⁻¹ para Cálcio e Magnésio e de 0 a 50 mg L⁻¹ para Potássio.

Os parâmetros instrumentais do ICP-OES e linhas de emissão utilizados durante a identificação e quantificação dos elementos soluções digeridas são descritas na tabela 2

Tabela 2: Parâmetros instrumentais do ICP-OES e linhas de emissão.

Potência da radiofrequência (kW)	1,4
Vazão do gás de nebulização (L min ⁻¹)	0,70
Vazão do gás auxiliar (L min ⁻¹)	1,5
Vazão do gás do plasma (L min ⁻¹)	15,0
Tempo de integração (s)	5,0
Tempo de estabilização (s)	10
Tempo de leitura (min)	2
Replicatas	3
Sistema de introdução da amostra	
Nebulizador	Sea Spray
Câmara de nebulização	Ciclônica
Linhas espectrais selecionadas (nm)	Ca 183.944; Ca 373.690; Mg 279,800; Mg 202.582; K 766.491; S 181,972; P 213.618; Cu 327,395; Zn 213,857; Mn 257.610; Fe 238.204

4.6. Análise estatística

Foi feita a análise estatística descritiva preliminar dos resultados (médias, desvio padrão, intervalo de confiança e RSD) para cada elemento químico. Posteriormente, no programa Tinn-R foram realizadas Análises de Variância (ANOVAs) unifatoriais, para comparar os teores de cada elemento entre locais (estações amostrais), ambientes (ostras e sedimento) e entre épocas (meses). O nível de confiança adotado em todas as análises foi o de 95%.

5. RESULTADOS

5.1. Fatores abióticos

Considerando-se a precipitação acumulada em cada mês, as chuvas somaram aproximadamente 150 mm em janeiro, 180 mm em fevereiro, 220 mm em março e 207 mm em abril (**Figura 1**). A salinidade (**Figura 2**) variou de zero a 10 na Estação 1 (Cururupe) e de 17 a 34 na Estação 2 (Sapetinga), sendo que na Estação 3 não houve medição. As temperaturas da água (**Figura 3**) e do ar variaram entre 25 e 30°C, considerando as estações 1 e 2, tendo sido similares nesses locais (**Figura 4**).

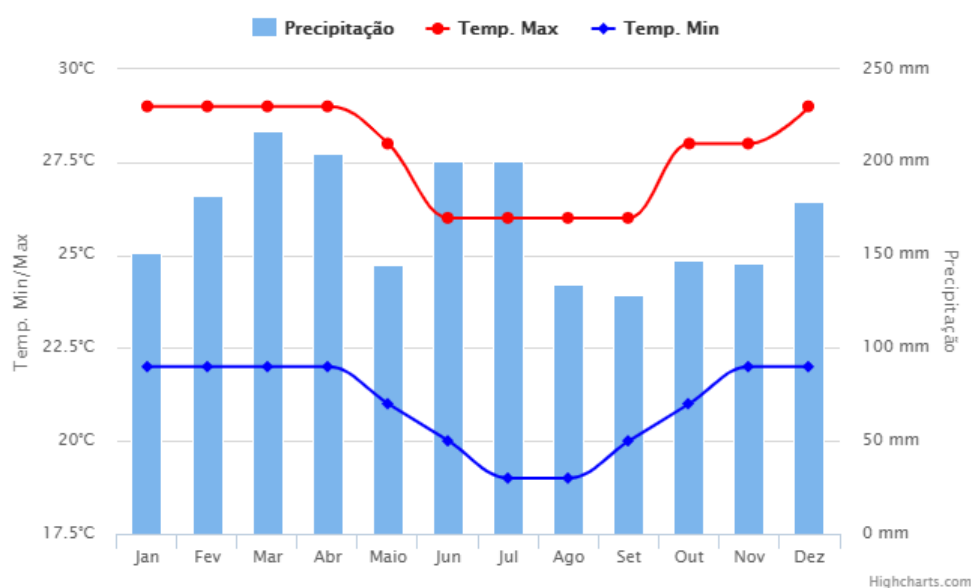


Figura 1: Precipitação em Ilhéus-BA.

Fonte: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/49/ilheus-ba>

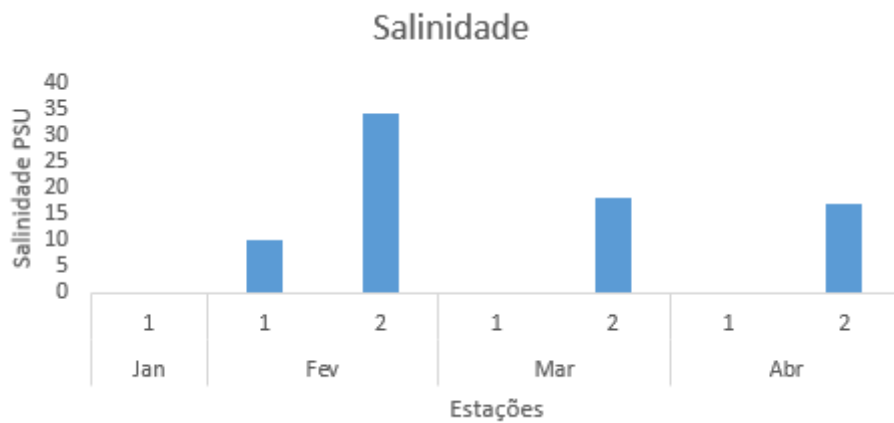


Figura 2: Salinidade nas estações 1 e 2 nos meses de janeiro a abril de 2018.

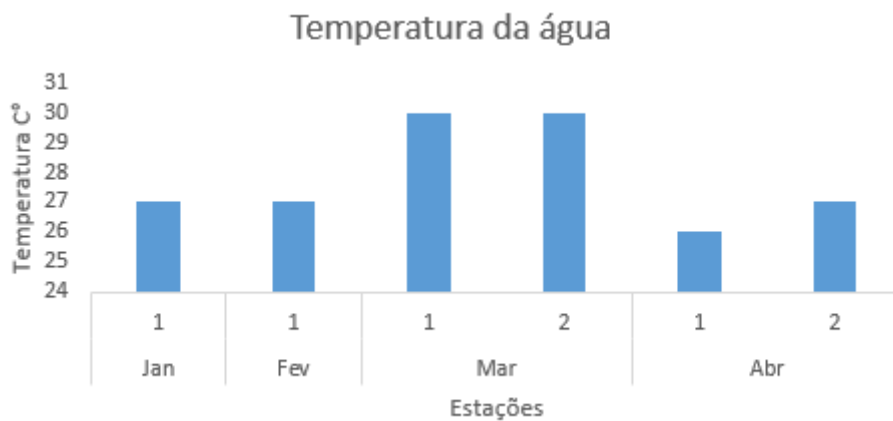


Figura 3: Temperatura da água nas estações 1 e 2 nos meses de janeiro a abril de 2018.

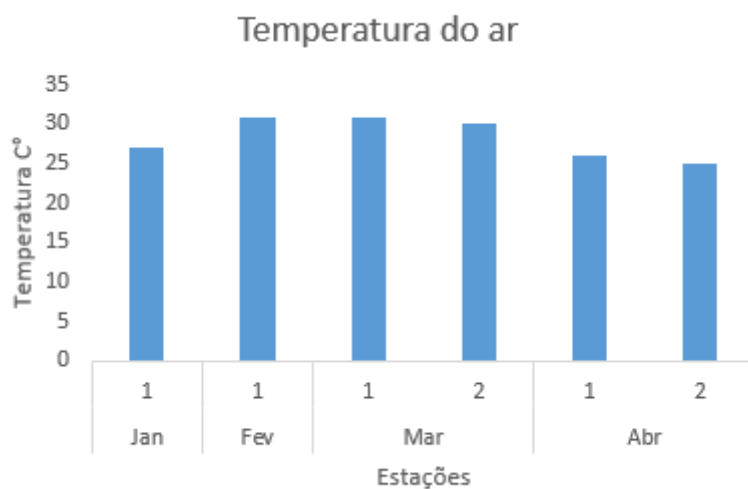


Figura 4: Temperatura do ar nas estações 1 e 2 durante os meses de janeiro a abril de 2018.

5.2. Elementos químicos

Foram identificados e quantificados, nas ostras e no sedimento, os macronutrientes: Cálcio, Magnésio, Potássio, Enxofre e Fósforo, assim como os micronutrientes: Cobre, Zinco, Manganês e Ferro (**Tabelas 3 e 4; figuras 5-13**). Seguem as descrições e comparações abaixo. Os resultados das ANOVAs (**Apêndice 1**) mostraram que houve grande variação nos valores, com diferenças significativas ($p < 0,05$) entre locais (estações amostrais), ambientes (ostra e sedimento) e meses (janeiro a abril) para todos os elementos, exceto para o elemento Enxofre (em que não foi possível realizar ANOVA), logo ao menos uma variável destas diferiu das demais com 95% de confiabilidade. Não foram detectados metais-traço (Arsênio, Cádmio, Chumbo e Mercúrio).

Tabela 3: Médias (mg kg^{-1}) e Incerteza das triplicatas das amostras de ostras por estação e mês de coleta.

Estação/Mês	Ca	Mg	K	S	P	Cu	Zn	Mn	Fe
1/Jan	6816 ±449	6918±543	14095±613	20414±1046	7877±149	62±3	1530±30	25±1	458±67
1/Fev	10477±1297	6708±858	13238±1297	19196±1698	7659±672	49±1	1492±123	19±1	649±73
1/Mar	8736±650	6523±815	14790±2824	19211±2212	7892±859	51±2	1518±174	25±2	474±107
1/Abr	6540±320	6221±454	14405±1514	19468±1619	6801±2311	62±1	1430±375	10±1	339±6
2/Fev	7851±1194	7066±550	11520±1883	17653±960	21161±1284	79±11	1609±24	9±2	469±110
2/Mar	5364±458	3528±136	13132±301	16289±572	23688±551	76±9	1516±25	25±2	588±57
2/Abr	8688±151	4725±243	13738±315	15938±747	24335±1156	40±1	1202±61	18±1	259±15
3/Mar	2317±62	2883±62	9700±331	11044±10	24769±249	5±0	2015±24	5±0	532±28
3/Abr	3159±568	4485±685	9271±1561	12902±1778	24619±3196	12±0	3594±530	16±1	871±214

Tabela 4: Médias (mg kg^{-1}) e Incerteza das triplicatas das amostras de sedimento por estação e mês de coleta.

Estação/Mês	Ca	Mg	K	S	P	Cu	Zn	Mn	Fe
1/Fev	1496±325	2393±385	2090±456	2705±456	527±85	4±1	45±12	122±13	11846±1831
1/Mar	1648±103	615±42	465±54	266±24	279±40	3±0	27±3	135±15	5914±447
1/Abr	3390±585	1135±162	970±211	713±33	255±9	2±1	23±3	107±7	6258±619
2/Fev	2751±218	1555±93	665±44	583±60	521±38	9±0	62±6	150±28	10170±743
2/Mar	1441±212	2076±121	1532±51	1763±79	659±139	7±1	45±7	143±20	15144±990
2/Abr	1484±127	409±75	269±34	265±20	191±11	2±0	22±5	109±18	8778±446

Cálcio

Conforme apresentado na **figura 5a**, as ostras apresentaram teor de Cálcio entre 2.317 e 10.477 mg kg⁻¹. O local com os maiores valores foi a Estação 1 (Cururupe) e com os menores valores foi a Estação 3 (Teotônio Vilela). Já no sedimento, os teores desse elemento variaram entre 1.441 e 3.390 mg kg⁻¹, tendo os valores sido significativamente menores aos encontrados na ostra (**Figura 5b**).

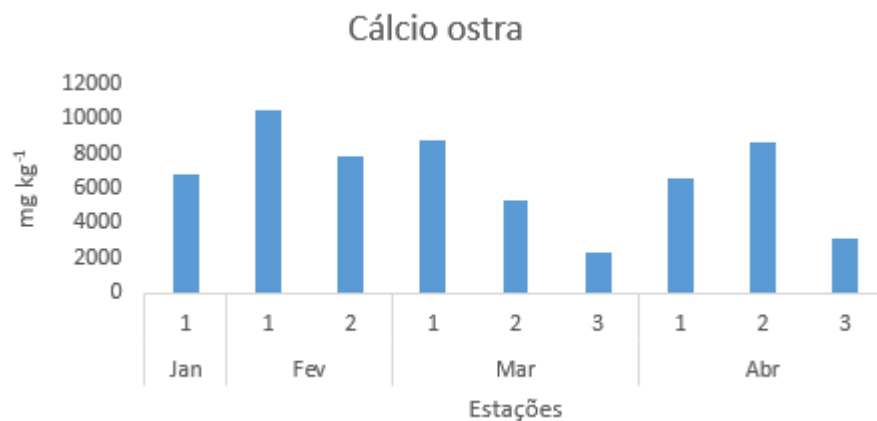


Figura 5a: Concentração de Cálcio (mg kg⁻¹) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

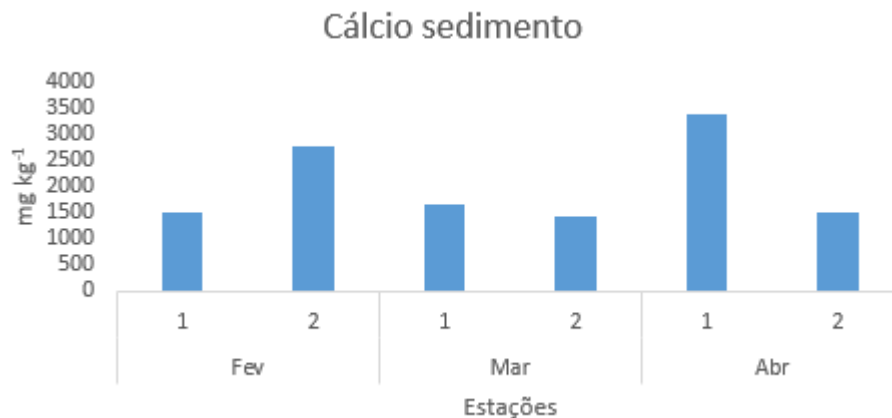


Figura 5b: Concentração de Cálcio (mg kg⁻¹) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

Magnésio

A concentração de Magnésio nas ostras variou entre 2.883 e 7.066 mg kg⁻¹, sendo que os maiores valores foram observados na Estação 1 e os menores na Estação 3 (**Figura 6a**). No sedimento, os valores ficaram entre 409 e 2.393 mg kg⁻¹ (**Figura 6b**).



Figura 6a: Concentração de Magnésio (mg kg⁻¹) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

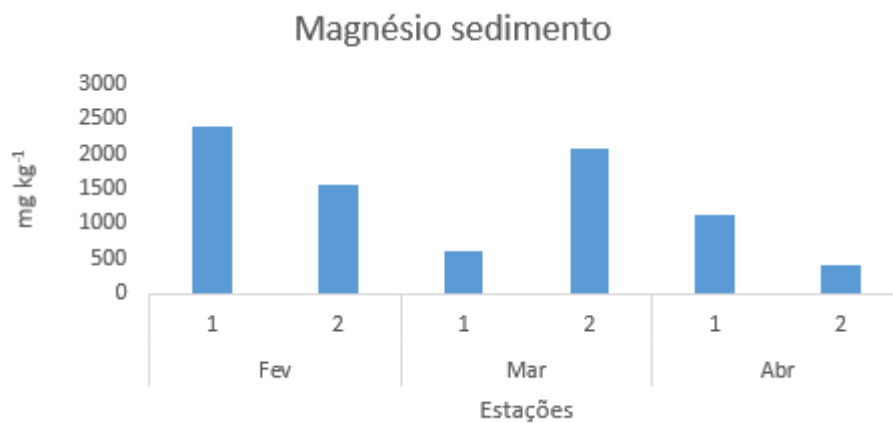


Figura 6b: Concentração de Magnésio (mg kg⁻¹) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

Potássio

Os valores de Potássio para a ostra variaram entre 9.271 e 14.790 mg kg⁻¹, sendo que a Estação 3 apresentou os menores valores (**Figura 7a**). Já no sedimento, os valores desse elemento ficaram entre 269 e 2.090 mg kg⁻¹ (**Figura 7b**).

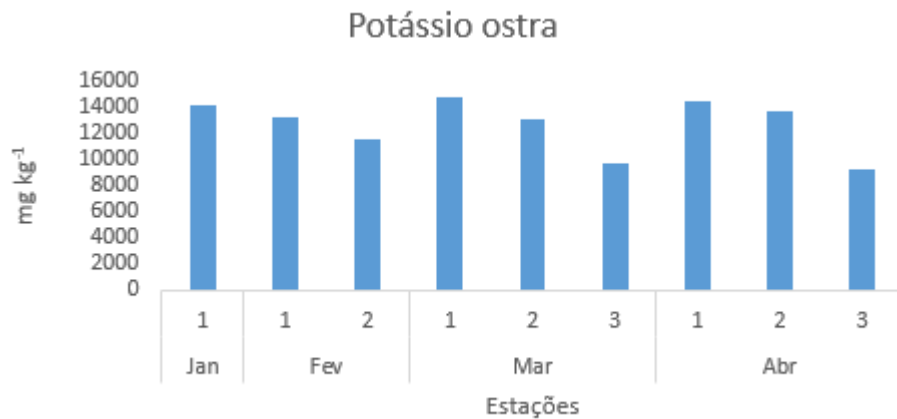


Figura 7a: Concentração de Potássio (mg kg⁻¹) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

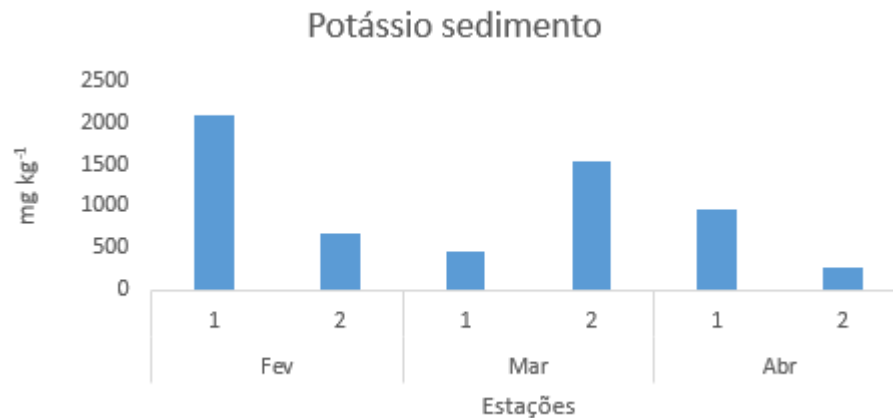


Figura 7b: Concentração de Magnésio (mg kg⁻¹) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

Enxofre

O elemento Enxofre variou entre 11.044 e 20.414 mg kg⁻¹ nas amostras de ostras, sendo que a Estação 3 apresentou os menores valores (**Figura 8a**). No sedimento, esse elemento variou entre 265 e 2.705 mg kg⁻¹ (**Figura 8b**).

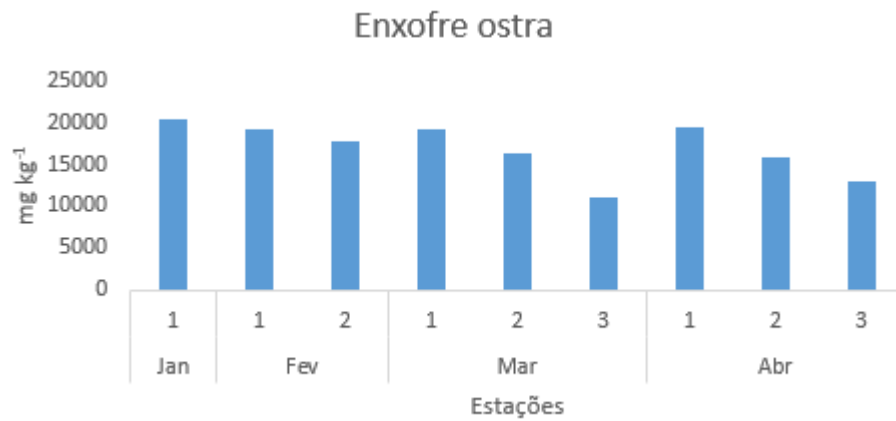


Figura 8a: Concentração de Enxofre (mg kg⁻¹) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

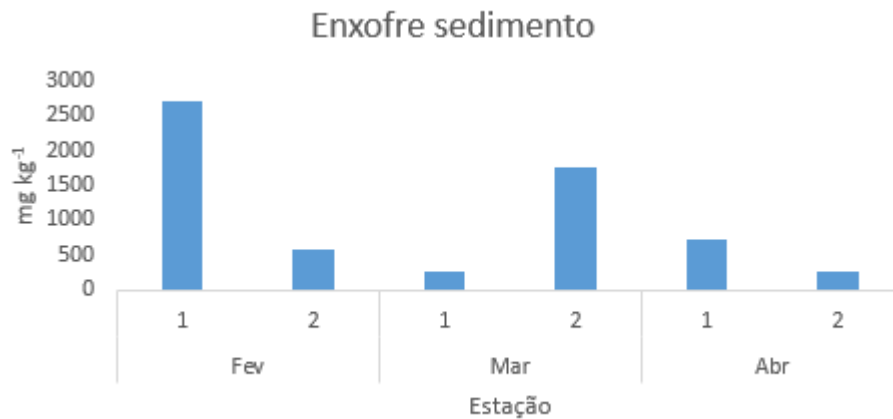


Figura 8b: Concentração de Enxofre (mg kg⁻¹) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

Fósforo

Os valores de Fósforo nas ostras estiveram entre 6.801 e 24.769 mg kg⁻¹, sendo que a Estação 3 apresentou os maiores valores (**Figura 9a**). No sedimento os teores estiveram entre 191 e 659 mg kg⁻¹ (**Figura 9b**).

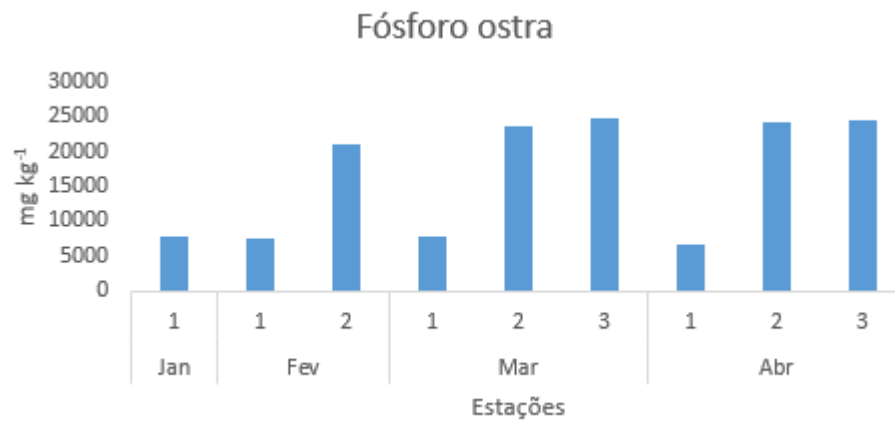


Figura 9a: Concentração de Fósforo (mg kg⁻¹) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.



Figura 9b: Concentração de Fósforo (mg kg⁻¹) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

Cobre

A concentração do Cobre variou entre 5 e 79 mg kg⁻¹, sendo que a Estação 3 apresentou as menores concentrações (**Figura 10a**). No sedimento, as concentrações variaram entre 2 e 9 mg kg⁻¹ (**Figura 10b**).



Figura 10a: Concentração de Cobre (mg kg⁻¹) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

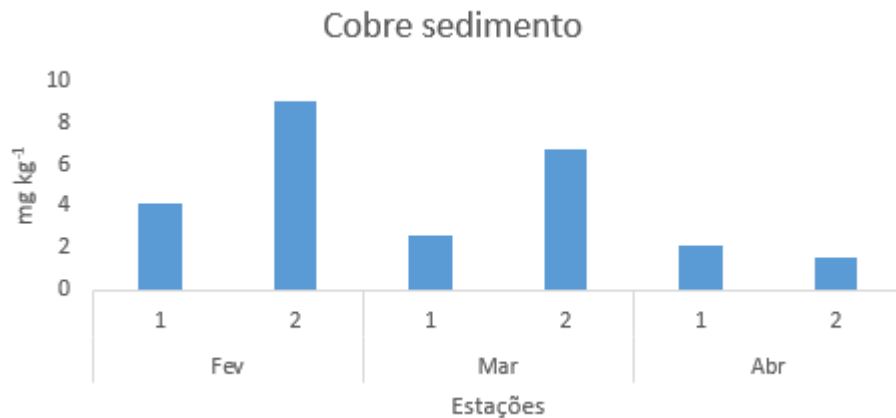


Figura 10b: Concentração de Cobre (mg kg⁻¹) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

Zinco

O Zinco apresentou valores entre 1.202 e 3.594 mg kg⁻¹ nas ostras, sendo que os maiores valores desse elemento foram observados na Estação 3 (**Figura 11a**). No sedimento (**Figura 11b**), os valores ficaram entre 22 e 62 mg kg⁻¹.



Figura 11a: Concentração de Zinco (mg kg⁻¹) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

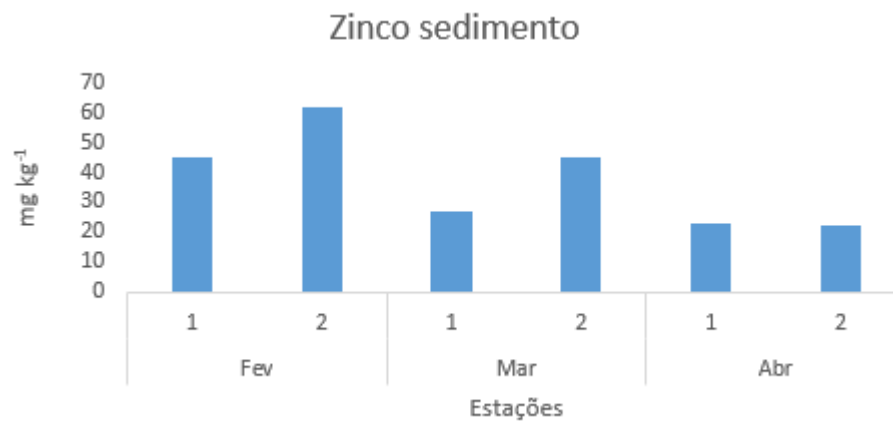


Figura 11b: Concentração de Zinco (mg kg⁻¹) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

Manganês

As concentrações de Manganês estiveram entre 5 e 25 mg kg⁻¹ na ostra (**Figura 12a**). No sedimento, os valores ficaram entre 107 e 150 mg kg⁻¹ (**Figura 12b**).

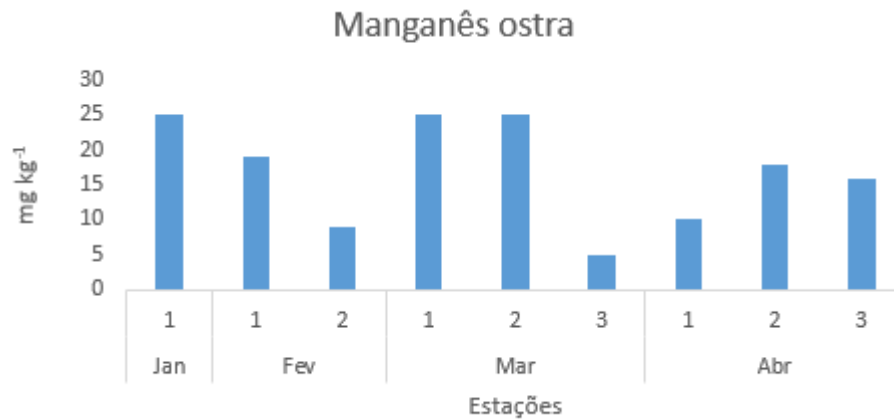


Figura 12a: Concentração de Manganês (mg kg⁻¹) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

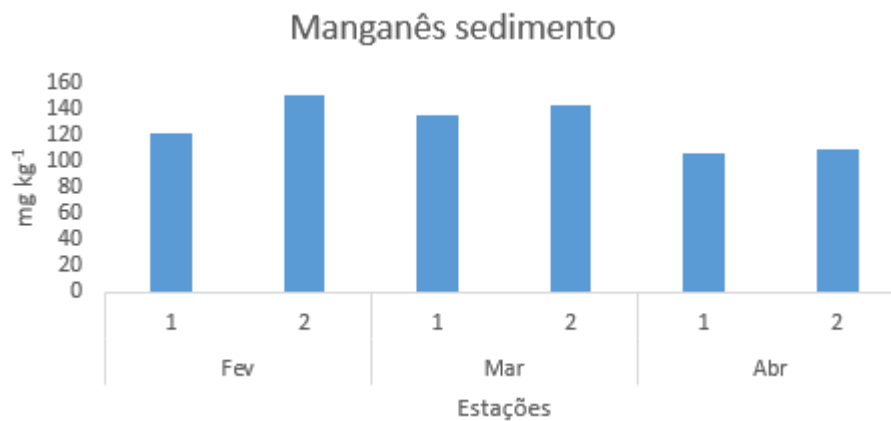


Figura 12b: Concentração de Manganês (mg kg⁻¹) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

Ferro

O Ferro apresentou valores entre 259 e 871 mg kg⁻¹ nas ostras, sendo que os maiores valores foram observados na Estação 3 (**Figura 13a**). No sedimento, os valores ficaram entre 5.914 e 15.144 mg kg⁻¹ (**Figura 13b**).



Figura 13a: Concentração de Ferro (mg kg⁻¹) nas ostras em três locais de Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

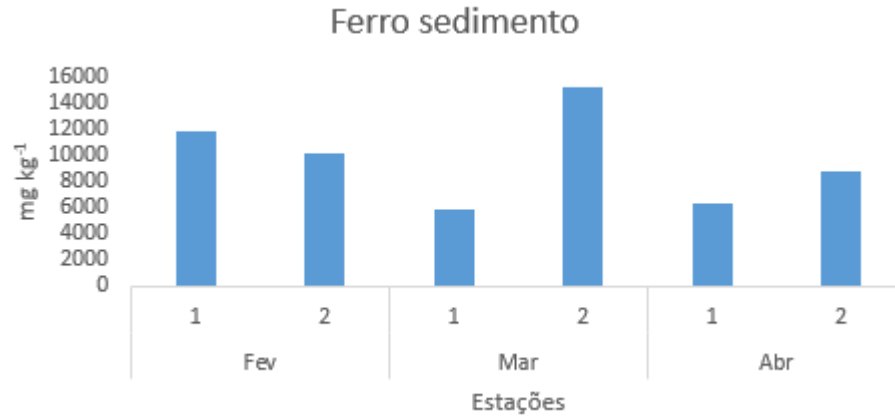


Figura 13b: Concentração de Manganês (mg kg⁻¹) no sedimento de duas estações amostrais em Ilhéus, Bahia. Médias entre três triplicatas.

6. DISCUSSÃO

Os resultados do estudo mostraram a presença dos macronutrientes Cálcio, Potássio, Magnésio, Fósforo e Enxofre e dos micronutrientes Zinco, Ferro, Manganês e Cobre nas ostras *Crassostrea* sp. de regiões estuarinas da região de Ilhéus (Bahia). Dentre os nutrientes mencionados por Gharibzahedi e Jafari (2017), o estudo não detectou o macronutriente Sódio e nem tampouco os micronutrientes Selênio, Cobalto, Molibdênio e Cromo. No que se refere aos nutrientes detectados, o estudo mostrou que as ostras são ricas fontes desses minerais. Em termos de dieta humana, com base na **tabela 5**, é possível perceber que as ostras da região apresentam níveis acima dos recomendados pela ANVISA para a ingestão diária de um adulto. Todos esses elementos são indispensáveis em diversos processos importantes para o corpo, como crescimento, reprodução, processos fisiológicos, além de manutenção e reparação (SHILPA et al., 2018).

Os minerais normalmente são mais resistentes aos processamentos industriais do que as vitaminas, mas, ainda assim, pode ocorrer a perda total durante o aquecimento (GHARIBZAHEDI & JAFARI 2017). Logo, o valor nutricional da ostra pode sofrer alteração, a depender de como é processada, preparada e consumida. Além disso, o próprio estado de saúde do indivíduo pode alterar os processos de absorção, armazenamento e excreção de um elemento químico no organismo (MEHRI & MARJAN, 2013).

Tabela 5: Ingestão diária de nutrientes minerais recomendada para adultos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, Adaptada de BRASIL (2005).

Nutriente	Unidade	Valor
Cálcio	mg	1000
Ferro	mg	14
Magnésio	mg	260
Zinco	mg	7
Fósforo	mg	700
Cobre	µg	900
Manganês	mg	2,3

O corpo humano apresenta geralmente grandes quantidades de Cálcio, principalmente nos ossos (SHILPA et al., 2018). Assim, a maior parte do conteúdo mineral ósseo é constituída por Cálcio e também por Fósforo, sendo que estes são elementos associados, logo, a deficiência ou o excesso de um afeta a quantidade presente do outro no organismo (MCDOWELL, 2003). Neste estudo, o teor de Cálcio nas ostras variou entre 2.317 e 10.477 mg kg⁻¹, excedendo o recomendado pela ANVISA. Para os próprios moluscos, o cálcio também é essencial, já que a sua concha é formada essencialmente por Carbonato de Cálcio, que propicia a rigidez para essa estrutura (WHO & FAO, 2004).

O Magnésio é um elemento que pode ser encontrado na água do mar e em todas as plantas e animais, sendo que o seu significado funcional no humano está relacionado à constituição dos ossos e dos dentes e no interior das células é o mineral com a maior concentração, perdendo apenas para o Potássio (MCDOWELL, 2003). As ostras da região excedem o limite de ingestão mencionado pela ANVISA.

O Potássio é também um elemento abundante na constituição mineral do corpo humano, perdendo apenas para o Cálcio e o Fósforo (MCDOWELL, 2003). Além de seu papel estrutural, este está fisiologicamente relacionado com os níveis de Magnésio na musculatura, isto é, quando há deficiência de Magnésio ocorre o esgotamento do Potássio no tecido muscular (WHO & FAO, 2004). Em termos de saúde humana, esse elemento apresenta também uma estreita relação com o Sódio, sendo recomendada uma dieta rica em Potássio e pobre em Sódio para influenciar na redução na pressão arterial (MCDOWELL, 2003).

Quanto ao elemento Enxofre, este está entre os mais abundantes na natureza, e, em termos nutricionais, a baixa quantidade de aminoácidos com esse constituinte é considerado um problema para a saúde humana (MCDOWELL, 2003). Os dados do presente estudo indicam altos níveis desse elemento nas ostras da região.

Quanto ao Fósforo, no humano, a maior parte desse macronutriente está concentrada nos ossos e nos dentes, sendo que sua deficiência, juntamente com a de Cálcio e da vitamina D, ocasiona a patologia denominada raquitismo (MCDOWELL, 2003). Neste estudo, este foi o elemento mais abundante nas ostras.

O Cobre é um micronutriente essencial, sendo o componente de mais de 30 enzimas conhecidas no humano, entretanto, para organismos aquáticos, este tem

uma toxicidade alta (BJERREGAARD & ANDERSEN, 2007). Possui funções estruturais relacionadas à formação de enzimas, do tecido conjuntivo, nervoso e ósseo (FRAGA, 2005). Em termos de fisiologia, conforme Mehri e Marjan (2013), o Cobre é útil no funcionamento da vitamina C e na absorção do Ferro. Esses últimos autores alertam que altos níveis de Zinco dificultam a absorção desse elemento, já que ambos têm os mesmos sítios de absorção no intestino. Além do Ferro, o Cobre também é necessário para a síntese da hemoglobina, logo o desenvolvimento do estado de anemia pode ocorrer com níveis baixos desse elemento no organismo e, além disso, este está envolvido na absorção e mobilização do Ferro (MCDOWELL, 2003). Nesse estudo, o conteúdo de Cobre nas ostras esteve entre 5 e 79 mg kg⁻¹, muito acima da quantidade recomendada pela ANVISA para ingerir diariamente.

O Zinco, como os demais elementos, apresentou maior valor nas ostras (1.202 e 3.594 mg kg⁻¹) do que no sedimento (22 e 62 mg kg⁻¹). Esse mineral faz parte de diversos alimentos, mas a maior quantidade por porção está contida nas ostras (SHILPA et al., 2018). Este possui uma ampla aplicação na saúde mas em excesso pode causar interferência na absorção e metabolismo de outros nutrientes (MEHRI & MARJAN, 2013). Em países subdesenvolvidos, a deficiência de Zinco é frequente e normalmente está associada com a desnutrição (FRAGA, 2005).

O Manganês desempenha funções estruturais no tecido ósseo, na formação das enzimas e no metabolismo de carboidratos, lipídios e aminoácidos (FRAGA, 2005). A deficiência de Manganês pode estar relacionada com a deficiência de vitamina K (MCDOWELL, 2003). O presente estudo mostrou expressivos valores desse elemento nas ostras.

O Ferro é um metal essencial e dentre suas principais funções está atuar como cofator de diversas enzimas e fazer parte da constituição da hemoglobina (WHO & FAO, 2004; BJERREGAARD & ANDERSEN, 2007). A sua diminuição no organismo leva a patologias como a anemia (FRAGA, 2005). É característico que quantidades significativas deste elemento não são absorvidas durante o processo de digestão (GHARIBZAHEDI & JAFARI 2017), o que eleva ainda mais a importância da ingestão de quantidades razoáveis desse elemento. A deficiência desse mineral é a que mais afeta as populações humanas no mundo em termos nutricionais (MCDOWELL, 2003).

Foi possível perceber que para a maioria dos elementos, as ostras da Estação 3, provenientes do leito do rio Cachoeira, na altura do Bairro Teotônio Vilela (Ilhéus), tiveram menores teores tanto de macro quanto de micronutrientes, exceto para os elementos Fósforo, Zinco e Ferro, que estiveram em teores mais altos nesse local. Em comparação com outros estudos de elementos químicos em ostras (**Tabela 6**), no presente estudo foram evidenciados valores mais altos para a maioria dos elementos, exceto para o Cobre e o Ferro. Ainda assim, ficou evidenciado que as ostras da região bioacumulam grande quantidade de Cobre, maior do que é recomendado ingerir diariamente de acordo com a ANVISA (**Tabela 5**).

Fontes et al. (2013) quantificaram poluentes inorgânicos no corpo receptor lançado pela Estação de Tratamento de Esgoto – ETE de Ilhéus e encontraram valores não permitidos para os elementos Cobre, Ferro e Zinco. A via de entrada de Cobre no ambiente aquático é por meio de seu uso como herbicida ou na aquicultura (BJERREGAARD & ANDERSEN, 2007) e esse fato chama a atenção para o uso de agrotóxicos nas lavouras a montante na Bacia do Rio Cachoeira. Estima-se que são adicionados anualmente nas áreas marinhas aproximadamente 2,5 milhões de toneladas de Cobre, sendo que dois terços deste valor ficam retidos no sedimento de estuários e áreas costeiras (BJERREGAARD & ANDERSEN, 2007). Quanto ao Ferro, a maior parte desse elemento é transportada pelos rios e precipitada nos estuários (BJERREGAARD & ANDERSEN, 2007). Nesse estudo, o Ferro apresentou um maior valor no sedimento (5.914 e 15.144 mg kg⁻¹) do que nas ostras (259 e 871 mg kg⁻¹).

A comparação dos teores dos elementos químicos no sedimento entre estações amostrais mostrou uma maior concentração na Estação 1 para o Cálcio, o Magnésio, o Potássio e o Enxofre, ao passo que na Estação 2 para o Fósforo, o Cobre, o Zinco, o Manganês e o Ferro, talvez porque esse local está localizado em um estuário maior, isto é, com maior volume de água e conseqüentemente deve haver nesse local uma maior entrada de elementos químicos em relação à Estação 1.

A maioria dos elementos apresentou maior concentração nas ostras em relação ao sedimento, indicando o potencial bioacumulador que esses organismos têm. Invertebrados filtradores têm uma exposição direta a metais via sedimento, água e partículas em suspensão, relacionada ao seu modo de alimentação (BJERREGAARD & ANDERSEN, 2007). Conforme Hatje et al. (2009), os metais depositados nos sedimentos podem tornar-se mais biodisponíveis devido a alterações nas condições

físico-químicas, principalmente as que causam ressuspensão nos sedimentos e bioturbação.

No sedimento os únicos elementos que apresentaram concentração superior ao das ostras foram o Ferro e o Manganês. O Ferro apresentou maior concentração que um estudo realizado na região (NASCIMENTO, 2015) e dentro do intervalo encontrado em Pernambuco (SILVA, 2009). Já o Manganês foi menor ao encontrado por Silva (2009) e dentro do intervalo quantificado por Nascimento (2015). Para Bjerregaard e Andersen (2007), 99% do ferro transportado nos rios do mundo é precipitado nos estuários. No presente estudo, os altos níveis desse elemento observados no sedimento, assim como do Zinco e do Cobre bioacumulados nas ostras, evidenciam a impactação antrópica das bacias hidrográficas e estuários da região, provavelmente decorrente do uso de fertilizantes e de pesticidas agrícolas e ainda como o reflexo do baixo índice de saneamento básico local.

Tabela 6: Médias dos níveis de elementos nas ostras por estação de coleta e comparação com outros estudos.

Dados apresentados em mínimo – máximo.

	Campolim et al. (2018) <i>Perna perna</i> Baía de Santos – SP $\mu\text{g g}^{-1}$	Alfonso et al. (2013) <i>C. rhizophorae</i> Carenero, Miranda – Venezuela $\mu\text{g g}^{-1}$	Santos (2018) <i>C. rhizophorae</i> Camamu-BA mg kg^{-1}	Santil (2010) <i>C. rhizophorae</i> Baía de todos os Santos – BA $\mu\text{g g}^{-1}$	Presente estudo <i>Crassostrea</i> sp. Ilhéus – BA mg kg^{-1}		
					Estação 1	Estação 2	Estação 3
Ca	-	-	1060,86 - 2618,52	2929 - 5187	6540 - 10477	5364 - 8688	2317 - 3159
Mg	-	-	192,05 - 218,53	-	6221 - 6918	3528 - 7066	2883 - 4485
K	-	-	1031,74 - 2267,72	8781 - 11364	13238 - 14790	11520 - 13738	9271 - 9700
S	-	-	-	-	19196 - 20414	15938 - 17653	11044 - 12902
P	-	-	800,13 - 879,92	-	6801 - 7892	21161 - 24335	24619 - 24769
Cu	1,20 – 2,43	27,5–83,0	3,77 - 3,93	28,1 - 205,78	49 - 62	40 - 79	5 - 12
Zn	19,20 – 48	330,5–876,5	1426,36 - 2018,48	990 - 2976	1430 - 1530	1202 - 1609	2015 - 3594
Mn	1,50 - 2, 89	13,6–62,2	-	8,45 - 28,17	10 - 25	9 - 25	5 - 16
Fe	129,60 – 231	41,6–124,2	962,14 - 1334,84	231 – 638	339 - 649	259 - 588	532 - 871

Tabela 7: Médias dos níveis de elementos no sedimento por estação de coleta e comparação com outros estudos.

Dados apresentados em mínimo – máximo.

	Nascimento (2015) Sedimento Rio Cachoeira, Ilhéus – BA mg kg ⁻¹	Silva (2009) Sedimento Rio Formoso - PE mg kg ⁻¹	Presente estudo Sedimento. Ilhéus – BA mg kg ⁻¹	
			Estação 1	Estação 2
Ca			1496 - 3390	1441 - 2751
Mg	40 - 3658	3568 - 12420	615 - 2393	409 - 2076
K		269-1470	465 - 2090	269 - 1532
S			266 - 2705	265 - 1763
P			255 - 527	191 - 659
Cu	<0,04 - 27,85	1,15 - 3,71	2 - 4	2 - 9
Zn	<0,61 - 75,36	7,6 - 32,4	23 - 45	22 - 62
Mn	3,03 - 427,98	13 - 61	107 - 135	109 - 150
Fe	186 - 2966	3675 - 21807	5914 - 11846	8778 - 15144

7. CONCLUSÕES

O estudo permitiu concluir que:

- (a) Ostras *Crassostrea* sp. e sedimento apresentaram os elementos químicos Cálcio, Magnésio, Potássio, Enxofre, Fósforo, Cobre, Zinco, Manganês e Ferro.
- (b) Os teores dos elementos químicos foram maiores nas ostras do que no sedimento, exceto o Manganês e o Ferro.
- (c) As ostras são ricas fontes de elementos nutrientes.
- (d) Ostras são bioacumuladoras.
- (e) O nível de Cobre nas ostras na região está muito acima do recomendado pela ANVISA.
- (f) Os teores dos elementos químicos diferiram significativamente entre ambiente (ostra e sedimento), locais (estações amostrais) e épocas (meses).

REFERÊNCIAS

ABDALLAH, M. A. M. Bioaccumulation of heavy metals in mollusca species and assessment of potential risks to human health. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 90, n. 5, p. 552-557, 2013.

ALFONSO, J. A.; HANDT, H.; MORA, A.; VÁSQUEZ, Y.; AZOCAR, J.; MARCANO, E. Temporal distribution of heavy metal concentrations in oysters *Crassostrea rhizophorae* from the central Venezuelan coast. *Marine Pollution Bulletin*, v. 73, n. 1, p. 394-398, 2013.

ALVES, R. *Estudo taxonômico de ostras do gênero Crassostrea Sacco, 1897, da região da Grande Florianópolis – Brasil*. 2004. Dissertação (Mestrado em Aquicultura), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

AMARAL, V. S. *Revisão taxonômica da subfamília Crassostreinae (Bivalvia: Ostreidae)*. 2014. Tese (Doutorado em Zoologia), Instituto de Biociências – Universidade de São Paulo, São Paulo.

AMARAL, V. S.; SIMONE, L. R. L. Revision of genus *Crassostrea* (Bivalvia: Ostreidae) of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 94, n. 4, p. 811-836, 2014.

BARROS, D., BARBIERI, E. Análise da ocorrência de metais: Ni, Zn, Cu, Pb e Cd em ostras (*Crassostrea brasiliiana*) e sedimentos coletados no Estuário de Cananeia-SP (Brasil). *O Mundo da Saúde*, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 635-642, 2012.

BENITO, M.; MOSTEO, R.; RUBIO, E.; LAPLANTE, D.; ORMAD, M. P.; GOÑI, P. Bioaccumulation of Inorganic Elements in *Dreissena polymorpha* from the Ebro River, Spain: Could Zebra Mussels Be Used as a Bioindicator of the Impact of Human Activities? *River Research and Applications*, v. 33, n. 5, p. 718-728, 2017.

BJERREGAARD, P.; ANDERSEN, O. Ecotoxicology of Metals—Sources, Transport, and Effects in the Ecosystem. In: *Handbook on the Toxicology of Metals*. Academic press: 4ed, v. 1, p. 251–280, 2007.

BOEHS, G.; LUZ, M. S. A.; ANDRADE, V. R. D. Molecular identification of cryptic species of oysters (genus *Crassostrea* Sacco, 1897) in the northeast atlantic coast of Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 45, n. 2, 2019 (No prelo).

BOEHS, G.; MAGALHÃES, A. R. M.; SABRY, R. C.; CEUTA, L. O. Parasitos e patologias de bivalves marinhos de importância econômica da costa brasileira. In: SILVA-SOUZA, A.T.; LIZAMA, M.A. P.; TAKEMOTO, R.M. (eds.). *Patologia e Sanidade de Organismos Aquáticos*. Massoni: Maringá. 2012.

BOLOGNESI, C.; HAYASHI. Micronucleus assay in aquatic animals. *Mutagenesis*, v. 26, n. 1, p. 205-213, 2011.

BORRELL, A.; TORNERO, V.; BHATTACHARJEE, D.; AGUILAR, A. Trace element accumulation and trophic relationships in aquatic organisms of the Sundarbans mangrove ecosystem (Bangladesh). *Science of the Total Environment*, v. 545, p. 414-423, 2016.

BRANDÃO, M. A. D. R.; LOPES, A. T. S.; NETA, M. T. D. S.; OLIVEIRA, R. B. F.; REZENDE, R. P.; ALBUQUERQUE, G. R.; GONÇALVES, V. D.; RODRIGUES, D. P.; BOEHS, G.; MACIEL, B. M. Microbiological Quality and Prevalence of β -Lactam Antibiotic Resistance Genes in Oysters (*Crassostrea rhizophorae*). *Journal of Food Protection*, v. 80, n. 3, p. 488-496. 2017.

BRASIL. ANVISA- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005*. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_269_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3-bdd1-f96162d607b3>. Acesso em: 12/01/2019 às 14h.

BRASIL. *Plano territorial de desenvolvimento sustentável litoral sul*. Ministério de desenvolvimento agrário: Secretaria de desenvolvimento territorial. 2010, 134p.
BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G. J. *Invertebrados*. 2ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2007. 968 p.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G. J. *Invertebrados*. 2ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2007. 968 p.

CAMPOLIM, M. B.; HENRIQUES, M. B.; BARBIERI, E. Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, and Zn in mussels collected in Santos bay, São Paulo, Brazil: limits required by local legislation. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 44, n. 4, 2018.

CHEN, Y.; MICHALAK, M.; AGELLON, L. B. Importância dos Nutrientes e do Metabolismo Nutricional na Saúde Humana. *Yale Journal of Biology and Medicine*, v. 91, n. 2, p.95-103, 2018.

CHRISTO, S. W. *Biologia reprodutiva e ecologia de ostras do gênero Crassostrea Sacco, 1897 na baía de Guaratuba (Paraná–Brasil): um subsídio ao cultivo*. 2006. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas - Zoologia) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

COIMBRA, R. D. S. C.; SANTOS, C. R.; SARAIVA, V. B.; OLIVEIRA, M. M. Biomarkers as tools in quality assessment of fish contaminated with trace metals. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ* v. 7, n. 1, p. 153-172, 2013.

COSTA, L. M.; SANTOS, D. C.; HATJE, V.; NOBREGA, J. A.; KORN, M. G. A. Focused-microwave-assisted acid digestion: Evaluation of losses of volatile elements in marine invertebrate samples. *Journal of food composition and analysis*, v. 22, n. 3, p. 238-241, 2009.

DAME, R. F. *Ecology of marine bivalves: an ecosystem approach*. 2 ed. CRC press, 2016. 113 p.

DAMIENS, G.; MOUNEYRAC, C.; QUINIOU, F.; HIS, E.; GNASSIA-BARELLI, M.; ROMÉO, M. Metal bioaccumulation and metallothionein concentrations in larvae of *Crassostrea gigas*. *Environmental Pollution*, v. 140, n. 3, p. 492-499, 2006.

FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture - Meeting the sustainable development goals*. Roma. 2018. 227p.

FENT, K. Ecotoxicological effects at contaminated sites. *Toxicology*, v. 205, n. 3, p. 223-240, 2004.

FONTES, I. B. M.; ARAUJO, Q. R.; SEVERO, M. I. G.; OLIVEIRA, A. H. Avaliação dos micropoluentes inorgânicos da Estação de Tratamento de Esgoto de Ilhéus (Bahia). *Geografia (Londrina)*, v. 18, n. 1, p. 33-44, 2009.

FRAGA, C. G. Relevance, essentiality and toxicity of trace elements in human health. *Molecular Aspects of Medicine*, v. 26, n. 4-5, p. 235-244, 2005.

GALTSOFF, P.S. The American oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin). Washington, D. C.: United States Fish and Wildlife Service. *Fishery Bulletin*, v. 64, p. 1-480, 1964.

GHARIBZAHEDI, S. M.; JAFARI, S. M. The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. *Trends in Food Science & Technology*, v. 62, p. 119-132, 2017.

HATJE, V.; BÍCEGO, M. C.; CARVALHO, G. C.; ANDRADE, J. B. Contaminação química. In: HATJE, V.; ANDRADE, J. B.(eds). *Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos*. EDUFBA: Salvador. 2009.

HÉDOUIN, L.; BATISTA, M. G.; METIAN, M.; BUSCHIAZZO, E.; WARNAU, M. Metal and metalloid bioconcentration capacity of two tropical bivalves for monitoring the impact of land-based mining activities in the New Caledonia lagoon. *Marine Pollution Bulletin*, v. 61, n. 7-12, p. 554–567, 2010.

HELMHOLZ, H.; LASSEN, S.; RUHNAU, C.; PRÖFROCK, D.; ERBSLÖH, H. B.; PRANGE, A. Investigation on the proteome response of transplanted blue mussel (*Mytilus* sp.) during a long term exposure experiment at differently impacted field stations in the German Bight (North Sea). *Marine Environmental Research*, v. 110, p. 69-80, 2015.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. *Princípios integrados de zoologia*. 11ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 846 p.

HOFFMANN, L. J.; BREITBARTH, E.; BOYD, P. W.; HUNTER, K. A. Influence of ocean warming and acidification on trace metal biogeochemistry. *Marine Ecology Progress Series*, v. 470, p. 191-205, 2012.

HOSHINO, P. *Avaliação e comparação de projetos comunitários de ostreicultura localizados no nordeste paraense*. 2009. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca) – Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém.

IBGE. *Produção da Pecuária Municipal*. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Rio de Janeiro: v. 44, p.1-51, 2016.

IGNACIO, B. L.; ABSHER, T. M.; LAZOSKI, C.; SOLÉ-CAVA, A. M. Genetic evidence of the presence of two species of *Crassostrea* (Bivalvia: Ostreidae) on the coast of Brazil. *Marine Biology*, v. 136, n. 6, p. 987-991, 2000.

ISLAM, M. A.; AL-MAMUN, A.; HOSSAIN, F.; QURAIISHI, S. B.; NAHER, K.; KHAN, R.; DAS, S.; TAMIM, U.; HOSSAIN, S. M.; NAHID, F. Contamination and ecological risk assessment of trace elements in sediments of the rivers of Sundarban mangrove forest, Bangladesh. *Marine Pollution Bulletin*, v. 124, n. 1, p. 356-366, 2017.

ITIS. 2018. Disponível em: < <https://www.itis.gov/>>. Acesso em: 29/12/2018, às 15h.

JICKELLS, T. D.; ANDREWS, J. E.; PARKES, D. J. Direct and indirect effects of estuarine reclamation on nutrient and metal fluxes in the global coastal zone. *Aquatic Geochemistry*, v. 22, n. 4, p. 337-348, 2016.

KEIL, D.E.; BERGER-RITCHIE, J.; MCMILLIN, G.A. Testing for toxic elements: a focus on arsenic, cadmium, lead, and mercury. *Laboratory Medicine*, v. 42, n. 12, p. 735-742, 2011.

KRISHNAKUMAR, P. K.; QURBAN, M. A.; SASIKUMAR, G. Biomonitoring of Trace Metals in the Coastal Waters Using Bivalve Molluscs. In: *Trace Elements-Human Health and Environment*. IntechOpen, 2018.

KULKARNI, R.; DEOBAGKAR, D.; ZINJARDE, S. Metals in mangrove ecosystems and associated biota: a global perspective. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 153, p. 215-228, 2018.

KURANCHIE-MENSAH, H.; TEYSSIE, J.; OBERHÄNSLI, F.; TUMNOI, Y.; POUIL, S.; WARNAU, M.; METIAN, M. Bioconcentration of Ag, Cd, Co, Mn and Zn in the Mangrove Oyster (*Crassostrea gasar*) and Preliminary Human Health Risk Assessment: A Radiotracer Study. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 97, n. 3, p. 413-417, 2016.

LAUCKNER, G. Diseases of Mollusca: Bivalvia. In: KINNE, O. (ed.). *Diseases of Marine Animals*. Hamburg: Biologische Anstalt Helgoland, v. 2, 1983. p. 467-1028.

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*, v.10, n. 4, p. 48-57, 2008.

LEGAT, J.F.A.; PUCHNICK-LEGAT, A.; FOGAÇA, F.H.S.; TURECK, C.R.; SUHNEL, S.; MELO, C.M.R. Growth and survival of bottom oyster *Crassostrea gasar* cultured in the northeast and south of Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 43, n. 2, p. 172-184, 2017.

MARQUES-JÚNIOR, A.N.; MORAES, R.B.C.; MAURAT, M.C. Poluição Marinha. In: PEREIRA, R.C.; SOARES-GOMES, A. (Org). *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro: Interciência, 2ª ed, 2009. p. 505-528.

MCDOWELL, L. R. *Minerals in Animal and Human Nutrition*. Amsterdam: Elsevier, 2003. 632 p.

MEHRI, A.; MARJAN, R. F. Trace elements in human nutrition: a review. *International Journal of Medical Investigation*, v. 2, n. 3, p. 115-28, 2013.

METIAN, M.; CHARBONNIER, L.; OBERHÄENSLI, F.; BUSTAMANTE, P.; JEFFREE, R.; AMIARD, J.; WARNAU, M. Assessment of metal, metalloid, and radionuclide bioaccessibility from mussels to human consumers, using centrifugation and simulated digestion methods coupled with radiotracer techniques. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 72, n. 5, p. 1499-1502, 2009.

NASCIMENTO, L. D. *Avaliação espacial e temporal das concentrações de metais potencialmente disponíveis nos sedimentos de fundo do sistema estuarino do rio cachoeira, Ilhéus-Ba*. 2015. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

NILIN, J. *Biomarcadores em estudos ambientais: a vigília dos bivalves na ria de Aveiro (Portugal) e no rio Ceará (Brasil)*. 2012. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PEREIRA, M. A.; NUNES, M. M.; NUERNBERG, L.; SCHULZ, D.; BATISTA, C. R. V. Microbiological quality of oysters (*Crassostrea gigas*) produced and commercialized in the coastal region of Florianópolis - Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 37, n. 2, p. 159-163, 2006.

PINTO, T. R.; BOEHS, G.; PESSOA, W. F. B.; LUZ, M. D. S. A.; COSTA, H. Detection of *Perkinsus marinus* in the oyster *Crassostrea rhizophorae* in southern Bahia by proteomic analysis. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 53, n. 4, p. 1-4, 2017.

REZENDE, C. E.; LACERDA, L. D.; BERNINI, E.; SILVA, C. A. R.; OVALLE, A. R. C.; & ARAGON, G. T. Ecologia e Biogeoquímica de Manguezal. In: PEREIRA, R.C.; SOARES-GOMES, A. (Org). *Biologia Marinha*. Rio de Janeiro: Interciência, 2ª ed, 2009. p. 361-382.

RICHIR, J.; GOBERT, S. Trace elements in marine environments: occurrence, threats and monitoring with special focus on the costal mediterranean. *Journal of Environmental and Analytical Toxicology*, v. 6, n. 1, 2016.

RODRIGUEZ-IRURETAGOIANA, A.; REMENTERIA, A.; ZALDIBAR, B.; VALLEJUELO, S. F.; GREDILLA, A.; ARANA, G.; DIEGO, A. Is there a direct relationship between stress biomarkers in oysters and the amount of metals in the sediments where they inhabit?. *Marine Pollution Bulletin*, v. 111, n. 1-2, p. 95-105, 2016.

SANTANA, L. M. B. M.; LOTUFO, L.V.C.; ABESSA, D. M. S. A contaminação antrópica e seus efeitos em três estuários do litoral do Ceará, Nordeste do Brasil - Revisão. *Arquivos de Ciências do Mar*, v. 48, n. 2, p. 93-115, 2015.

SANTIL, D.S. *Determinação de Elementos Maiores e Traço em Tecidos de Moluscos Bivalves por Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado*. 2010. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

SANTOS, G. B. M. *Elementos nutrientes e chumbo em bivalves comercializados no sul da Bahia*. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

SANTOS, J. M.; SANTOS, L. O.; COSTA, J. A. S.; MENEZES, L. C. S.; HOLANDA, F. S. R.; BELLIN, I. C. Caracterização Geoquímica Orgânica e Inorgânica de Sedimentos de Manguezais do Estuário São Francisco, Sergipe. *Revista Virtual de Química*, v. 7, n. 6, p. 2139-2153, 2015.

SANTOS, L. F. P.; TRIGUEIRO, I. N. S.; LEMOS, V. A.; FURTUNATO, D. M. N.; CARDOSO, R. C. V. Assessment of cadmium and lead in commercially important seafood from São Francisco do Conde, Bahia, Brazil. *Food Control*, v. 33, n. 1, p. 193-199, 2013.

SHILPA, C.; KUMAR, V. P.; MADHUKAR, A. Uma breve revisão sobre micronutrientes. *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 5, n. 6, p. 5482-5486, 2018.

SILVA, N. M. T. M. *Avaliação das concentrações de elementos químicos nos sedimentos de fundo do estuário do rio Formoso (PE)*. 2009. Dissertação (Mestrado em Geociências), Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SOUZA, C. A.; DUARTE, L. F. A.; JOÃO, M. C. A.; PINHEIRO, M. A. A. et al. Biodiversidade e conservação dos manguezais: importância bioecológica e econômica. In: PINHEIRO, M.A.A.; TALAMONI, A.C.B. (Org.). *Educação Ambiental sobre Manguezais*. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Campus do Litoral Paulista, 2018. p. 16-56.

SOUZA, M. V. M.; WINDMÖLLE, C. C.; HATJE, V. Shellfish from Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil: Treat or threat? *Marine Pollution Bulletin*. v. 62, n. 10, p. 2254–2263, 2011.

SOUZA, V. L.; LIMA, V. L.; HAZIN, C. A.; FONSECA, C. K.; SANTOS, S. O. Biodisponibilidade de metais-traço em sedimentos: uma revisão. *Brazilian Journal of Radiation Sciences*, v. 3, n. 1A, 2015.

STRADY, E.; SCHÄFER, J.; BAUDRIMONT, M.; BLANC, G. Tracing cadmium contamination kinetics and pathways in oysters (*Crassostrea gigas*) by multiple stable Cd isotope spike experiments. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 74, n. 4, p. 600-606, 2011.

SUHNEL, S.; JOHNSON, S. C.; GURNEY-SMITH, H. J.; IVACHUK, C. D. S.; SCHAEFER, A. L.; THOMSON, C. A.; MACIEL, M. L. T.; MARTINS, M. L.; ARANGUREN, R.; FIGUEIRAS, A.; MAGALHÃES, A. R. M. A status assessment of perkinsiosis, bonamiosis, and mateiliosis in commercial marine bivalves from Southern Brazil. *Journal of Shellfish Research*, v. 35, n. 1, p. 143-156, 2016.

TORRES, R. J.; CESAR, A.; PASTOR, V. A.; PEREIRA, C. D.; CHOUERI, R. B.; CORTEZ, F. S.; ABESSA, D. M. S.; NASCIMENTO, M. R. L.; MORAIS, C. R.; FADINI, P. S.; CASILLAS, T. A. D. V. MOZETO, A. A. A. critical comparison of different approaches to sediment-quality assessments in the Santos estuarine system in Brazil. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 68, n. 1, p. 132-147, 2015.

WHO. *Trace elements in human nutrition and health*. World Health Organization, 1996.

WHO/FAO. *Vitamin and mineral requirements in human nutrition*. 2 ed. 2004.

WRIGHT, A. C.; FAN, Y.; BAKER IV, G. L. Nutritional Value and Food Safety of Bivalve Molluscan Shellfish. *Journal of Shellfish Research*, v. 37, n. 4, p. 695-708, 2018.

ZUYKOV, M.; PELLETIER, E.; HARPER, D. A. T. Bivalve mollusks in metal pollution studies: From bioaccumulation to biomonitoring. *Chemosphere*, v. 93, n. 2, p. 201-208, 2013.

APÊNDICE 1

Tabelas das ANOVAs por elemento:

Cálcio:

```
> summary(modelovarilog)
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Local   2  1.258   0.629  10.543 0.000228 ***
Meses   3  1.317   0.439   7.358 0.000526 ***
Ambiente 1 17.661  17.661 296.065 < 2e-16 ***
Residuals 38  2.267   0.060
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Magnésio:

```
> summary(modelovarilog)
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Local   2  1.310   0.655   4.105  0.0243 *
Meses   3  4.547   1.516   9.498 8.19e-05 ***
Ambiente 1 22.976  22.976 143.963 1.71e-14 ***
Residuals 38  6.065   0.160
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Potássio:

```
> summary(modelo)
      Df      Sum Sq    Mean Sq F value    Pr(>F)
Local   2 4.579e+07 2.290e+07   35.49 2.02e-09 ***
Meses   3 1.090e+08 3.635e+07   56.34 4.68e-14 ***
Ambiente 1 1.400e+09 1.400e+09 2169.96 < 2e-16 ***
Residuals 38 2.452e+07 6.452e+05
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Enxofre:

```
> summary(modelovarilog)
              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Local          2   29.86    14.93  123.79 < 2e-16 ***
Meses          3    7.79     2.60   21.52 2.59e-08 ***
Ambiente       1 114.86   114.86  952.26 < 2e-16 ***
Residuals     38    4.58     0.12
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Cobre:

```
> summary (modelo)
              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Local          2   3542    1771   21.45 5.82e-07 ***
Meses          3   3238    1079   13.07 5.16e-06 ***
Ambiente       1 27390   27390  331.71 < 2e-16 ***
Residuals     38   3138     83
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Zinco:

```
> summary(modelovarilog)
              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Local          2   28.61    14.30  251.23 < 2e-16 ***
Meses          3   11.19     3.73   65.53 4.41e-15 ***
Ambiente       1 125.50   125.50 2204.19 < 2e-16 ***
Residuals     38    2.16     0.06
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Manganês:

```
> summary (modelo)
              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Local          2  19294    9647   85.83 8.08e-15 ***
Meses          3   7010    2337   20.79 3.88e-08 ***
Ambiente       1 109010   109010  969.85 < 2e-16 ***
Residuals     38   4271    112
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Ferro:

```
> summary(modelovarilog)
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Local   2   5.94    2.97   38.09 8.35e-10 ***
Meses   3   6.30    2.10   26.93 1.64e-09 ***
Ambiente 1  82.76   82.76 1061.46 < 2e-16 ***
Residuals 38   2.96    0.08
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

ANEXO 1



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 20912-5	Data da Emissão: 13/03/2018 11:13	Data para Revalidação*: 12/04/2019
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Guisla Boehs	CPF: 401.773.009-49
Título do Projeto: Avaliação de moluscos de interesse econômico do sul da Bahia para o consumo e comercialização	
Nome da Instituição : UESC - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ	CNPJ: 40.738.999/0001-95

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta de exemplares de moluscos (bivalves)	02/2018	12/2019
2	Coleta de sedimento e medições de salinidade e temperatura	03/2018	12/2019
3	Análises laboratoriais e tratamento dos dados	03/2018	01/2020
4	Divulgação de resultados por veículos diversos (periódicos, eventos, relatórios)	08/2018	12/2020

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NAO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospeção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen .
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.
9	As atividades contempladas nesta autorização NAO abrangem espécies brasileiras constante de listas oficiais (de abrangência nacional, estadual ou municipal) de espécies ameaçadas de extinção, sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração.

Outras ressalvas

1	Apresentação pela equipe do projeto ao COnselho previamente às coletas; Apresentar resultado da pesquisa em linguagem acessível aos comunitários
---	---

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Doc. Identidade	Nacionalidade
1	Gláucia Batista Maciel dos Santos	Pesquisadora	002.063.075-19	0938271563 SSP-BA	Brasileira
2	Leonice Alves de Freitas	Pesquisadora	006.541.415-25	0794423906 ssp-BA	Brasileira
3	Virginia Marques Silva	Pesquisadora	053.087.275-70	1466090340 SSP-BA	Brasileira

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 17143413



Página 1/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 20912-5	Data da Emissão: 13/03/2018 11:13	Data para Revalidação*: 12/04/2019
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Guisla Boehs	CPF: 401.773.009-49
Título do Projeto: Avaliação de moluscos de interesse econômico do sul da Bahia para o consumo e comercialização	
Nome da Instituição : UESC - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ	CNPJ: 40.738.999/0001-95

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1		BA	RESERVA EXTRATIVISTA DE CANAVIEIRAS	UC Federal
2		BA	Camamu	UC Estadual
3		BA	Valença	UC Estadual
4		BA	Itacaré	Fora de UC Federal
5	ILHEUS	BA	Ilheus	Fora de UC Federal
6	BELMONTE	BA	Belmonte	Fora de UC Federal
7		BA	Santa Cruz Cabralia	Fora de UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Captura de animais silvestres in situ	Tagelus plebeius, Lucina pectinata, Crassostrea rhizophorae, Mytilidae, Anomalocardia brasiliana, Crassostrea brasiliana
2	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Mytilidae (*Qtde: 300), Anomalocardia brasiliana (*Qtde: 300), Crassostrea brasiliana (*Qtde: 300), Lucina pectinata (*Qtde: 300), Crassostrea rhizophorae (*Qtde: 450), Tagelus plebeius (*Qtde: 150)

* Quantidade de indivíduos por espécie, por localidade ou unidade de conservação, a serem coletados durante um ano.

Material e métodos

1	Amostras biológicas (Invertebrados Aquáticos)	Outras amostras biológicas(Exemplares adultos de moluscos)
2	Método de captura/coleta (Invertebrados Aquáticos)	Coleta manual, Captura manual

Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo Destino
1	UESC - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ	Coleção de referência "Parasitas de Moluscos Marinhos", resp. Guisla Boehs. Lab. Histol. Animal UESC

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 17143413



Página 2/3

