



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA

**ANÁLISE DA ESTRUTURA QUALI-QUANTITATIVA ZOOBENTÔNICA DO
MESOLITORAL DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS (BA) E RELAÇÕES COM A
CONTAMINAÇÃO QUÍMICA DOS SEDIMENTOS**

Juliana Lima Lázaro

Dissertação apresentada a Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente, Águas e Saneamento.

Orientadora: Dr^a. Marlene Campos Peso de Aguiar

SALVADOR
2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA

**ANÁLISE DA ESTRUTURA QUALI-QUANTITATIVA ZOOBENTÔNICA DO
MESOLITORAL DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS (BA) E RELAÇÕES COM A
CONTAMINAÇÃO QUÍMICA DOS SEDIAMENTOS**

Juliana Lima Lázaro

Dissertação apresentada a Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente, Águas e Saneamento.

Orientadora: Dr^a. Marlene Campos Peso de Aguiar

SALVADOR
2013

MAASA

Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITECNICA



Juliana Lima Lázaro

Análise da estrutura quali-quantitativa zoobentônica do mesolitoral da Baía de Todos os Santos (BA) e relações com a contaminação química dos sedimentos.

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Marlene Campos Peso de Aguiar
Universidade Federal da Bahia

Profa. Dra. Louisa Wessels Perelo
Universidade Federal da Bahia

Profa. Dra. Maria das Graças Andrade Korn
Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Paulo de Oliveira Mafalda Júnior
Universidade Federal da Bahia

Agosto/2013

Dedicatória

Dedico aos meus pais que sempre me mostraram o valor do estudo. E aos meus grandes incentivos, Tiago, Pedro e Maria Clara.

Agradecimentos

Agradeço à Marlene Campos Peso de Aguiar pela dedicação e orientação ao longo destes anos de trabalho e aprendizado.

À Fábio Suzart de Albuquerque pela generosidade de predispor dedicar seu tempo para ajudar ao próximo.

À Ana Clara Jesus, Leda Maria Santa-Isabel, Rita Assis, professor Dr. Francisco Kelmo, Júlio César Fernandez, Tereza Cristina Almeida e Luciana Martins pela atenção dedicada.

À Walter de Souza Andrade, você é realmente um amigo McGyver.

Aos companheiros do LAMEB, André, Cássio Lins, Daniel, Celiane, Kamila, pela amizade que fez o trabalho ser mais divertido.

À professora Maria da Graças Andrade Korn e aos seus parceiros do Grupo de Pesquisa em Química Analítica do Instituto de Química da UFBA pelas análises realizadas, fundamentais para a obtenção dos resultados encontrados.

Ao meu querido amigo Mateus Almeida pelo companheirismo e generosidade de compartilhar comigo conhecimentos que me fizeram poder ser mestranda. Isso foi crucial.

À minha amiga Marcelle Badaró.

À Tiago Ramalho Souza, meu companheiro, pelo apoio incondicional sempre, e à toda sua família.

Aos meus pais e irmãos, é no laço familiar que formamos nossos valores, nosso caráter, que nos levam a seguir nosso caminho como cidadãos de bem. Foi na família que aprendi a me dedicar ao que gosto, e descobrir que vale a pena!

Aos meus filhos lindos, pois não há objetivo maior na vida do que crescer e me melhorar, para poder proporcioná-los o melhor.

AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e/ou divulgação total ou parcial da presente obra, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

Nome do Autor: Juliana Lima Lázaro

Assinatura do autor: _____

Instituição: Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica da UFBA.

Local: Salvador, BA.

Endereço: Rua Aristides Novis, nº 02, 4º andar, sala 01, Federação.

Sumário

1. Introdução	17
2. Referencial Teórico	20
2.1. <i>Comunidade Bentônica</i>	20
2.2. <i>Histórico da Poluição na BTS</i>	22
2.3. <i>Comprometimento das Comunidades Biológicas e Compartimentos Ambientais da BTS</i>	24
3. Material e Metodos	28
3.1. <i>Área de Estudo</i>	28
3.2. <i>Amostragem</i>	34
3.2.1. Periodicidade.....	34
3.2.2. Coleta de Amostras.....	34
3.3. <i>Tratamento de Dados</i>	38
3.3.1. Estrutura das Comunidades Bentônicas.....	38
3.3.2. Análise das Concentrações de Elementos Traço nos Sedimentos das Estações de Amostragem.....	41
3.3.3. Correlações entre os Parâmetros Ecológicos das Comunidades e os Níveis de Concentração de Elementos Traço nos Sedimentos.....	42
4. Resultados e Discussão	43
4.1. <i>Distribuição das Concentrações dos Elementos Traço nos Sedimentos</i>	43
4.2. <i>Estrutura das Comunidades Zoobentônicas</i>	44
4.2.1. Abundância.....	44
4.2.2. Densidade.....	49
4.2.3. Dominância.....	54
4.2.4. Diversidade Biológica.....	58
4.2.5. Riqueza de Espécies.....	63
4.2.6. Frequência de Ocorrência.....	68
4.2.7. Índices de Similaridade.....	68
4.3. <i>Relação entre as Características das Comunidades e os Parâmetros Químicos dos Sedimentos e Físico-Química da Coluna D'água</i>	76
5. Conclusões	87
6. Anexos	89
7. Referências Bibliográficas	100

Lista de Figuras

Figura 1 – Correntes marinhas da BTS

Figura 2 – Localização das estações amostrais na BTS

Figura 3 - Tainheiros (Estação 1)

Figura 4 - Ilha de Maré (Botelho) (Estação 2)

Figura 5 - Madre de Deus (Suape) (Estação 3)

Figura 6 - Acupe (Itapema) (Estação 4)

Figura 7 - Bom Jesus dos Pobres (Estação 5)

Figura 8 - Salinas da Margarida (Conceição) (Estação 6)

Figura 9 - Mutá (Estação 7)

Figura 10 - Método dos Quadrados Aleatórios

Figura 11 - Triagem sobre peneiras

Figuras 12 - Triagem sob microscópio estereoscópico

Figura 13 - Amostragem de sedimento

Figura 14 - Coleta dos parâmetros físico-químicos da água

Figura 15 - Representação gráfica da abundância relativa dos filos amostrados em cada uma das estações amostrais na BTS

Figura 16 -. Médias das densidades das comunidades zoobentônicas nas estações amostradas na Baía de Todos os Santos (09/2010 a 10/2011)

Figura 17 – Média das Densidades dos grupos componentes das comunidades zoobentônicas nas estações amostradas na Baía de todos os Santos (09/2010 a 10/2011)

Figura 18 – Índices de Shannon-Wiener das estações em cada uma das campanhas amostrais na BTS

Figura 19 – Índices de Shannon-Wiener das estações durante todo o período amostral na BTS

Figura 20 – Distribuição da Riqueza de Espécies pertencentes aos diferentes filos na Baía de Todos os Santos

Figura 21 - Distribuição da Riqueza nas sete estações amostrais da Baía de Todos os Santos

Figura 22 - Médias das Riquezas de Espécies das comunidades zoobentônicas na Baía de Todos os Santos (09/2010 a 10/2011)

Figura 23 - Médias das Riquezas de Espécies do Filo Annelida na Baía de Todos os Santos (09/2010 a 10/2011)

Figura 24 - Médias das Riquezas de Espécies do Filo Mollusca na Baía de Todos os Santos (09/2010 a 10/2011)

Figura 25 – Dendrograma de Similaridade Quantitativa das estações amostrais da BTS

Figura 26 – Mapa tridimensional (nMDS) da similaridade quantitativa zoobentônica entre as estações da BTS

Figura 27 - Dendrograma de Similaridade Qualitativa das estações amostrais da BTS

Figura 28 - Mapa tridimensional (nMDS) da similaridade qualitativa entre as estações da BTS

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Número de indivíduos (N), Densidade (n/m²) e Abundância Relativa (A. Rel.) estimadas por grupo taxonômico

Tabela 2. Valores da significância estatística da ANOVA para a Densidade média (indivíduos/m²) das comunidades bentônicas (p<0,05)

Tabela 3 – Valores das Densidades médias (indivíduos/m²) dos diferentes grupos taxonômicos das comunidades zoobentônicas na BTS

Tabela 4 - Valores da significância estatística da ANOVA para as Densidades médias (indivíduos/m²) do Filo Annelida nas comunidades bentônicas (p<0,05)

Tabela 5 - Resultados da ANOVA para a densidade média do Filo Mollusca nas estações da BTS

Tabela 6 – Dominância (%), classificação segundo Peixinho & Peso Aguiar (1989) e densidade estimada das populações dominantes na BTS

Tabela 7 - Resultados ANOVA para o parâmetro média da Riqueza de espécies (p<0,05 = significância) para as Comunidades Bentônicas

Tabela 8 - Resultados ANOVA para o parâmetro média da Riqueza de espécies (p<0,05 = significância) para as Comunidades do filo Annelida

Tabela 9 - Resultados ANOVA para o parâmetro média da Riqueza de espécies (p<0,05 = significância) para as Comunidades do filo Mollusca

Tabela 10 – Correlações estimadas entre as médias dos teores dos elementos nos sedimentos superficiais e parâmetros das comunidades zoobentônicas das estações amostradas na BTS

Tabela 11 – Correlações estimadas entre as médias dos parâmetros físico-químicos ambientais da d'água e os parâmetros das comunidades zoobentônicas nas estações amostradas na BTS

Tabela 12 - Correlações estimadas entre os parâmetros das comunidades zoobentônicas – (correlação feita para médias dos valores por estação)

Tabela 13 - Resultado das correlações entre as variáveis ambientais e parâmetros bióticos na definição dos fatores (PCA)

Tabela 14 – Resultados da Análise de Regressão para os efeitos dos fatores sobre a estrutura das comunidades

Lista de Quadros

Quadro 1 – Distribuição de contaminantes químicos e parâmetros ecológicos avaliados na BTS (vários autores)

Quadro 2 - Localidades críticas da BTS, contaminantes e compartimento ambiental atingido segundo Consórcio HYDROS - CH2MHILL (2004)

Quadro 3 - Índices de Diversidade para o Zoobentos do Mesolitoral da BTS nas 7 Estações Amostrais

Quadro 4 – Lista das populações do filo Mollusca que mais contribuíram para a dissimilaridade quantitativa entre os grupos **B** e **C**

Quadro 5 – Lista das populações do filo Annelida que mais contribuíram para a dissimilaridade quantitativa entre os grupos **A** e **B**

Quadro 6 – Lista das populações do filo Annelida que mais contribuíram para a dissimilaridade quantitativa entre os grupos **A** e **C**

Lista de Abreviaturas

As - arsênio

Ba – bário

BTS – Baía de Todos os Santos

Cd - cádmio

Co - cobalto

Cr - cromo

Cu - cobre

Fe – ferro

HPAs – Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos

Mn - manganês

Ni - níquel

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration

OD - oxigênio dissolvido

ORP - potencial de óxido redução

Pb – chumbo

pH - potencial hidrogeniônico

RLAM - Refinaria Landulpho Alves

RMS - Região Metropolitana de Salvador

Se - selênio

Sr – estrôncio

TDS - sólidos totais dissolvidos

V - vanádio

Zn - zinco

Resumo

O ecossistema aquático da Baía de Todos os Santos exhibe extensos manguezais e praias arenosas, com uma rica biodiversidade. A partir da década de 50, a intensificação do processo de industrialização e outras atividades antrópicas vêm gerando pressões ambientais significativas, a despeito do seu desenvolvimento econômico. Coletas bimestrais foram realizadas, ao longo de um ano, utilizando o método dos quadrados aleatórios, perfazendo 0,63m² de área total amostrada por estação. Os sedimentos foram triados sobre peneiras superpostas, com malhas de 5, 2 e 1mm, os organismos preservados em álcool 70% e transportados ao laboratório para triagem e identificação taxonômica. Amostras compostas de sedimentos foram coletadas pontualmente, para análise da biodisponibilidade de elementos traço (As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Se, Sr, V e Zn), assim como foram realizadas medidas dos parâmetros físico-químicos da água (temperatura, pH, pH_{mv}, ORP, condutividade, turbidez, OD, TDS, salinidade e gravidade específica). Parâmetros de comunidades relacionados à estrutura quali-quantitativa (Abundância, Densidade, Dominância, Diversidade Biológica, Riqueza de Espécies, Frequência de Ocorrência e Índices de Similaridade) foram avaliados e investigadas as suas correlações com os níveis de concentração de elementos traço nos sedimentos e parâmetros físico-químicos da água. Dentre os 8772 indivíduos amostrados, foram registradas 167 espécies distribuídas em onze filos, onde 152 foram representantes dos filos mais abundantes: Annelida (70 UT's), Mollusca (42 UT's) e Arthropoda (40 UT's). A distribuição espacial da riqueza de espécies avaliada por ANOVA, revelou que Tainheiros foi significativamente diferente das demais estações. Quanto à distribuição espacial das médias das densidades, a ANOVA mostrou que Tainheiros e Salinas da Margarida não diferem entre si, diferindo no entanto, das demais estações estatisticamente similares. O aporte de matéria orgânica é tido como o principal elemento responsável por estes resultados. *Laeonereis acuta* (poliqueta), *Anomalocardia brasiliiana* e *Neritina virginea* (moluscos) foram as espécies que mais contribuíram para a expressão da estrutura qualitativa e quantitativa das comunidades bentônicas do mesolitoral da BTS. Uma análise global da diversidade zoobentônica revelou que apenas em Salinas da Margarida há indícios de instabilidade no equilíbrio ecológico, consequência da grande dominância do pequeno molusco gastrópode *Neritina virginea*, favorecido pelas condições nutricionais e ambientais locais. Os bivalves comestíveis *Lucina*

pectinata (lambreta) e *Anomalocardia brasiliana* (papa-fumo ou chumbinho) foram os principais alvos de mariscagem, nas estações da BTS. A integração dos parâmetros ecológicos das comunidades, elementos traço nos sedimentos e os parâmetros físico-químicos da água sugere uma redução da riqueza de espécies dessas comunidades no mesolitoral, bem como a redução do número de indivíduos do filo Annelida, em decorrência do aumento da concentração de elementos traço. O filo Annelida se revelou, dentre a biodiversidade estudada, como o mais susceptível à contaminação química ambiental.

Palavras-chave: Bentos, elementos traço, contaminação ambiental, estrutura de comunidades.

Abstract

The aquatic ecosystem of the Todos os Santos Bay shows extensive mangroves and sandy beaches, with a rich biodiversity. From the 50s, the intensification of the industrialization's process and other human activities are producing significant environmental pressures, in spite of its economic development. This study aims to investigate the occurrence of chemical contamination effects on the structure of intertidal zoobenthic communities. Were assessed seven areas surrounding the bay: Tainheiros (1) Ilha de Maré (2), Suape (3), Acupe (4, Bom Jesus dos Pobres (5) Salinas da Margarida (6) and Mutá(7). Bimonthly samples were taken over a year, using the random squares method, totaling 0.63 m² of total area sampled per station. Sediments were screened on superposed sieves with 5, 2 and 1 mm meshes , the organisms preserved in 70% alcohol and transported to the laboratory for separation and taxonomic identification. Sediment 's composed samples were collected punctually for examination of the bioavailability of trace elements (As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Se, Sr, V and Zn) as were measured the water physico-chemical parameters (temperature, pH, pHmv, ORP, conductivity, turbidity, DO, TDS, salinity and specific gravity). Communities parameters related to the quali-quantitative structure (Abundance, Density, Dominance, Biological Diversity, Species Richness, Frequency of Occurrence and Similarity Indices) were evaluated and investigated their correlations with the concentrations of elements in sediments and physico-chemical parameters of the water. Among the 8772 individuals sampled were recorded 167 species distributed in eleven phyla, of whom 152 were the most abundant phyla's representatives: Annelida (70 TU's), Mollusca (42 TU's) and Arthropoda (40 TU's). The species richness's spatial distribution evaluated by ANOVA, revealed that Tainheiros was significantly different from the other stations. Regarding the average densities's spatial distribution, ANOVA showed that Tainheiros and Salinas da Margarida do not differ between themselves , differing however, to the other stations, statistically similar. The input of organic matter is taken as the main element responsible for these results. *Laeonereis acuta* (polychaete), *Anomalocardia brasiliiana* and *Neritina virginea* (molluscs) were the species that most contributed to the expression of qualitative and quantitative structure of the TSB intertidal benthic communities. A global analysis of zoobenthos diversity revealed that only in Salinas da Margarida there is evidences of the

ecological balance instability, as a consequence of the high dominance of the small gastropod *Veritina virginea*, favored by the local environmental and nutritional conditions. The edible bivalves *Lucina pectinata* (lambreta) and *Anomalocardia brasiliana* (papa-fumo or chumbinho) were the primary targets for shellfish collection, in the TSB stations. The integration of communities's ecological parameters, sediment 's trace elements and water's physico-chemical parameters suggests a species richness reduction in these intertidal communities as well as reducing the number of individuals of the phylum Annelida, due to the increased of trace elements concentration.

Key-words: Community structure, environmental contamination, environmental pollution, trace elements.

1. INTRODUÇÃO

A Baía de Todos os Santos (BTS) é a segunda maior baía navegável do Brasil, com uma área de 1.229 km², envolvendo um perímetro litorâneo de 1.175 km ao longo da margem continental, contemplada por quinze municípios (SANTOS *et al.*, 2003). Esta área engloba grande parte da Região Metropolitana de Salvador (RMS), onde está a maior concentração demográfica e industrial do Estado da Bahia, com aproximadamente três milhões de habitantes (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004). Seu litoral é circundado por extensos manguezais e praias arenosas, com uma rica biodiversidade (PESO-AGUIAR *et al.*, 2000; CELINO & QUEIROZ, 2006).

Este cenário natural assistiu a implantação das primeiras unidades de exploração, produção e refino de petróleo em território brasileiro, no início da década de 50 com a implantação da Refinaria Landulfo Alves (RLAM) (CELINO & QUEIROZ, 2006). Este pioneirismo foi um marco para o desenvolvimento industrial na Região Metropolitana de Salvador que, posteriormente à refinaria, diversas indústrias se instalaram no entorno da mesma (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004).

Atualmente, às margens norte e nordeste da BTS, foram implantados complexos industriais compostos por metalúrgicas, fábricas de fibras sintéticas, indústrias químicas, de cerâmica, atividades de produção e refino de petróleo (TAVARES *et al.*, 1999; SANTOS *et al.*, 2000; CELINO & QUEIROZ, 2006; CRUZ *et al.*, 2009), associados à movimentação portuária de três grandes portos (Portos Organizados de Aratu e de Salvador, Terminal Marítimo Almirante Álvares Câmara – Madre de Deus), além de inúmeras marinas (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004), conferindo à todas estas atividades um alto potencial de impacto ambiental no ambiente aquático da BTS (CRUZ *et al.*, 2009).

Vale ressaltar, que no período em que a RLAM foi instalada, as questões ambientais e as avaliações de risco não eram relevantes para o planejamento costeiro, como nos dias atuais (MARTINS *et al.*, 2005), e uma das grandes consequências deste fato é que há mais de 50 anos, na Baía de Todos os Santos, o mar tem sido o corpo receptor dos contaminantes gerados pelas atividades industriais instaladas no seu entorno (PEIXOTO, 2008).

Neste contexto, o passivo ambiental gerado pela contaminação química na BTS é hoje notável, através de indicações ecológicas fornecidas pelo biota local e de registros nos sedimentos superficiais dos manguezais da baía (CELINO & QUEIROZ, 2006), tal como o registro de elementos traço que se acumulam nos organismos bentônicos (ONOFRE *et al.*, 2007) comprometendo a qualidade de vida da população devido à contaminação do biota comestível (SANTOS, 2011).

A atividade da mariscagem na BTS é uma atividade extrativista que faz parte da cultura e tradição das populações que vivem no entorno da baía a qual inclui, principalmente, a captura de espécies bentônicas, tais como moluscos bivalves, caranguejos, siris e aratus, representando uma das poucas fontes de subsistência e renda para as populações locais, a despeito de expostas ao impacto da contaminação química (PEIXOTO, 2008; SOUTO, 2007; SANTOS, 2011).

Segundo Jesus & Prost (2011), os manguezais da BTS são ecossistemas mantenedores de diversidade biológica, por oferecerem condições propícias para a alimentação, reprodução e proteção de muitas espécies que em consequência da contaminação química, revelam significativa redução em termos de coleta de mariscos, destacando-se a extração dos moluscos bivalves (SOUTO & MARTINS, 2009).

Por muitas décadas, o monitoramento químico, foi o procedimento realizado solitariamente para a avaliação de riscos de substâncias perigosas nos ecossistemas costeiros (FREIRE *et al.*, 2008, HAGGER *et al.*, 2009). Porém a mensuração isolada da presença de contaminantes apresenta limitações na indicação e predição dos efeitos deletérios causados ao biota aquático como por exemplo, os processos de bioacumulação nos indivíduos e de biomagnificação através de trocas de transferência na cadeia trófica (JESUS *et al.*, 2004; MEIRE *et al.*, 2007, VIRGA *et al.*, 2007; YI *et al.*, 2011). Atualmente, estudos da biodiversidade fornecem informações bioindicadoras utilizadas para avaliar a qualidade ecológica de um ambiente, através de índices que refletem o impacto de estressores naturais ou de outros fatores gerados por atividades antrópicas como mudanças na composição quali-quantitativa das comunidades (HAGGER *et al.*, 2009).

Neste contexto, o acervo de informações obtidas através do monitoramento dos ecossistemas marinhos, promove o reconhecimento de respostas biológicas da

contaminação química, contribuindo para a gestão da qualidade ambiental dos recursos costeiros, dentre os quais, se destacam as comunidades de moluscos de interesse extrativista para o consumo humano na Baía de Todos os Santos.

Considerando o exposto, este trabalho propõe a investigação da seguinte hipótese:

(Ha) - Comunidades bentônicas apresentam alterações de seus parâmetros ecológicos em decorrência da contaminação química da BTS e dos parâmetros físico-químicos da água.

Objetivos:

Objetivo Geral:

Investigar a estrutura das comunidades zoobentônicas, e a ocorrência de indicadores de efeitos da contaminação química ambiental por elementos traço potencialmente tóxicos e dos parâmetros físico-químicos da água sobre a estrutura destas comunidades, em diferentes áreas costeiras do mesolitoral da BTS.

Objetivos Específicos:

1. Descrever, avaliar e comparar as estruturas de comunidades zoobentônicas pontuais no mesolitoral da BTS.
2. Investigar a relação das populações de bivalves com a estrutura das comunidades zoobentônicas analisadas, levando em consideração a sua importância extrativista.
3. Avaliar a significância das correlações entre os parâmetros ecológicos das comunidades e os níveis espaciais da concentração química de elementos traço potencialmente tóxicos nos sedimentos, assim como com os parâmetros físico-químicos da água, na BTS.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Comunidade Bentônica

A abordagem ecológica da natureza revela a complexidade crescente da organização biológica dos sistemas vivos, através da ocorrência dos indivíduos frente ao ambiente abiótico, as populações formadas por indivíduos da mesma espécie que se organizam em comunidades e estas, nos ecossistemas, que incluem todos os fatores abióticos existentes em certa área (CAMPBELL, 1996; RICKLEFS, 2003). Assim, a manutenção das interações entre os organismos e o meio físico, é o que permite a sobrevivência e estabilidade das comunidades biológicas (RICKLEFS, 2003).

Nos ambientes aquáticos, as comunidades bentônicas compostas por uma grande variedade de grupos taxonômicos, vivem associadas ao substrato, seja sobre sua superfície (epibentônicos) ou no interior (endobentônicos) (BRANDIMARTE *et al.*, 2004). Estas comunidades têm um papel fundamental na dinâmica dos nutrientes, na transformação de matéria e no fluxo da energia nos ecossistemas aquáticos (CALLISTO & ESTEVES, 1995).

Os organismos bentônicos são extensivamente utilizados em programas de avaliação da salubridade dos ambientes aquáticos, devido às características que lhes são peculiares, tais como a relativa baixa mobilidade, que lhes permite integrar os efeitos de contaminantes ao longo do tempo quer temporária ou permanentemente, sua abundância e importância ecológica como elos significativos das cadeias alimentares aquáticas (PESO AGUIAR *et al.*, 2000, OLSEN *et al.*, 2007, VENTURINI *et al.*, 2008).

As comunidades bentônicas são susceptíveis às mudanças que ocorrem no ambiente aquático, especialmente aquelas de origem antrópica, tornando-se bioindicadores da qualidade ambiental (BUSS *et al.*, 2003; LUCERO *et al.*, 2006). Estudos relativos a essas comunidades são de notada relevância ecológica para a compreensão e conhecimento dos processos ecológicos nos ambientes aquáticos (CALLISTO & ESTEVES, 1995; XIAOCHEN *et al.*, 2009). Carballeira (2003) e Yi *et al.* (2011) afirmam que sua susceptibilidade aos contaminantes, decorre por viverem associadas aos sedimentos do fundo (seu habitat e fonte de alimento), onde se

concentram os principais contaminantes introduzidos na coluna d'água, gerando efeitos da presença dessas substâncias através dos diferentes níveis de organização biológica.

Os sedimentos possuem alta capacidade de adsorção e acumulação associadas, sendo um bom indicador da contaminação ambiental tanto atual como remota (JESUS *et al.*, 2004). Assim, a exposição a um ou mais contaminantes pode causar mudanças qualitativas e quantitativas na estrutura das comunidades as quais podem ser descritas e quantificadas através de parâmetros ecológicos utilizados em cenários em grandes extensões costeiras (CARBALLEIRA, 2003, PESO-AGUIAR *et al.*, 2000). Entre eles estão a Riqueza de Espécies, a Densidade (indivíduos/m²), a Abundância Relativa (%), a Dominância de grupos taxonômicos (%) e Índices de Diversidade Biológica (PESO-AGUIAR *et al.*, 2000; CARBALLEIRA, 2003; YSEBAERT *et al.*, 2005; LU & WU, 2006; CHAINHO *et al.*, 2007; HACK *et al.*, 2007; OLSEN *et al.*, 2007; VENTURINI *et al.*, 2008; XIAOCHEN *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2010; CHAINHO *et al.*, 2010; OUISSE *et al.*, 2011; WETHEY *et al.*, 2011).

A contaminação dos sedimentos marinhos tem sua origem ligada a atividades humanas, principalmente, relacionadas à geração e liberação de efluentes originários de atividades industriais, bem como da proximidade de áreas urbanas, associado ao adensamento populacional da região costeira, levando a alterações ambientais cada vez mais comuns, ameaçando a biodiversidade (FREITAS *et al.*, 2002; JESUS *et al.*, 2004; MARTINS *et al.*, 2005; MEIRE *et al.*, 2007, KIM *et al.*, 2011).

Perturbações em áreas de mesolitoral, podem ocasionar a redução da riqueza de espécies e alterações na dominância de outras mais adaptadas, à nova situação instalada (OUISSE *et al.*, 2011), como consequência do desaparecimento de espécies sensíveis de moluscos e de outros invertebrados, bem como o crescimento da abundância de anelídeos tolerantes à poluição (LU & WU, 2006; OLSEN *et al.*, 2007; HACK *et al.*, 2007; LANGSTON *et al.*, 2010).

O mesolitoral é local de intensa atividade biológica e alta produtividade (XIAOCHEN *et al.*, 2009), onde é possível se obter respostas relacionadas a intervenções de recuperação das condições ambientais, no que diz respeito ao aumento no número de espécies e melhorias nos indicadores de saúde da comunidade bentônica (CHAINHO *et al.*, 2010). Estas respostas traduzem mudanças ocorridas na estrutura

qualitativa e quantitativa das comunidades bentônicas, através de alterações na distribuição e abundância do compartimento bentônico (PESO-AGUIAR *et al.*, 2000; CARBALLEIRA, 2003), requerendo uma interpretação da sua significância ecológica (CHAINHO *et al.*, 2010).

2.2. Histórico da Poluição na BTS

O crescimento industrial no entorno da BTS teve um incremento na década de 50, na área norte, em função do potencial petrolífero da região do Recôncavo Baiano. Em Mataripe foram implantadas as primeiras unidades de exploração, produção e refino de petróleo em território brasileiro, com a instalação da Refinaria Landulpho Alves (RLAM). Este acontecimento foi decisivo para a construção do novo perfil industrial e demográfico da BTS, motivador para a construção de estradas, importação de mão-de-obra e crescimento urbano acelerado da região, consolidado posteriormente com a implantação do Centro Industrial de Aratu (CIA), do Centro Industrial do Subaé e do Complexo Petroquímico de Camaçari (COPEC) (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004; CELINO & QUEIROZ, 2006).

Na segunda metade do século XX, a BTS sofreu inúmeros acidentes ambientais envolvendo derrames de óleo (CELINO & QUEIROZ, 2006). A instalação do CIA nos anos 70 aumentou a presença da poluição da BTS, uma vez que as principais atividades ali desenvolvidas estão relacionadas à indústria de metalurgia, petroquímica, têxtil, produção de materiais elétricos, cimento, cerâmicas, fertilizantes, metais não ferrosos, processamento de madeiras e alimentos (AMADO FILHO *et al.*, 2008). Foi acrescentada ainda, a noroeste de Madre de Deus, na região norte da BTS, a inserção de uma fábrica de asfalto, a qual tornou-se uma fonte de contaminantes na região (Cu, Cr e Zn) (ASSUMPÇÃO *et al.*, 2011).

No entorno da Baía de Itapagipe, dentro do município de Salvador, foram implantadas empresas tais como a CQR – Companhia Química do Recôncavo (desativada no final da década de 70), várias indústrias do ramo têxtil, fábricas de cigarros e bebidas, além da FAGIP (Fábrica de Gases Industriais Agro Protetoras S/A) e da BOLEY – Óleo Mamona S/A (atual Bom Brasil), com lançamentos por longos períodos de seus efluentes industriais nas águas da BTS (GERMEN, 1997).

Entre 1967 e 1979 foram liberadas cerca de 10 toneladas de mercúrio na Enseada dos Tainheiros, por uma indústria de cloro-soda, situada na península de Itapagipe, cidade de Salvador. Tavares *et al.* (1977) verificaram nesta área, elevados níveis de Hg em sedimentos e em moluscos comestíveis da região.

Mais recentemente, foram instaladas na Baía de Aratu, a SIBRA (siderúrgica), a Companhia de Cimento Aratu (hoje desativada) e o complexo industrial da Dow Química, que utilizam o canal de Cotegipe para o escoamento de seus produtos e insumos, assim como o descarte dos efluentes líquidos, entre outros (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004).

A cidade de Santo Amaro, devido à construção novas rodovias que facilitaram o acesso e mão de obra abundante e barata, atraiu em 1960 a instalação de indústrias de grande potencial poluidor, como a Plumbum do Brasil (ex-COBRAC – HOJE DESATIVADA), empresa beneficiadora do chumbo (CARVALHO *et al.*, 1985), além da Bracraft (em funcionamento) e a INPASA (desativada em 1998), ambas indústrias de papel. Nas antigas instalações da INPASA, outra indústria foi reativada no ano de 1999, a Indústria de Papéis da Bahia – IPB, bem como usinas de açúcar, álcool e cachaça (CARVALHO *et al.*, 1985; GERMEN, 1997).

De acordo com Diagnóstico do Grau da Contaminação da Baía de Todos os Santos por Metais Pesados e Hidrocarbonetos de Petróleo a partir da Análise de suas Concentrações nos Sedimentos de Fundo e no Biota Associado (CONSÓRCIO HYDROS – CH2MHILL, 2004), a Plumbum do Brasil operou durante 33 anos, produzindo 900 mil toneladas de liga de chumbo e gerando um passivo ambiental de cerca de 500 mil toneladas de escória com 3% de concentração de chumbo, que se fazem sentir até os dias atuais. Foram registrados severos casos de contaminação aérea e aquática crônicas, por chumbo na BTS. Devido localizar-se a apenas 290m do rio Subaé, este foi utilizado como corpo receptor dos seus efluentes líquidos.

Como consequência do desenvolvimento das atividades industriais, na baía, foram construídos três grandes portos, o Porto de Salvador (com importações e exportações), o Terminal Marítimo Almirante Alves Câmara, mais conhecido como Terminal de Madre de Deus (Temadre), principal meio de escoamento dos produtos da RLAM, e o Porto de Aratu, criado para movimentar as matérias-primas e produtos do Centro Industrial de Aratu (CIA) (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004).

As atividades portuárias geram contaminação aquática por combustíveis fósseis e produtos industriais, na BTS, acrescidas da emissão de efluentes domésticos de uma grande parcela da cidade do Salvador (SANTOS *et al.*, 2000; CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004).

A topografia costeira tem um papel decisivo na ampliação do impacto residual de contaminantes na BTS, uma vez que a baixa energia deste ecossistema permite a precipitação de hidrocarbonetos e metais pesados, que podem persistir no ambiente por décadas, favorecendo o impacto sobre o biota nativo (SERRA-GASSO, 1991).

2.3. Comprometimento das Comunidades Biológicas e Compartimentos Ambientais da BTS

Devido à natureza das atividades antrópicas existentes na região, foi detectada em diversas localidades da BTS a presença de contaminantes tais como hidrocarbonetos e elementos traço, tanto no sedimento quanto no biota aquático (**Quadro 1**) (TAVARES *et al.*, 1988; TAVARES *et al.*, 1999; PESO-AGUIAR *et al.*, 2000; OLIVEIRA, 2003; MARTINS *et al.*, 2005; CELINO & QUEIROZ, 2006; JAMBEIRO, 2006; ONOFRE *et al.*, 2007; SILVA, 2007; VENTURINI *et al.*, 2008; SANT'ANNA Jr. *et al.*, 2010; ASSUMPÇÃO *et al.*, 2011; SANTOS, 2011).

Em 2003 Oliveira recomendou prudência no consumo continuado de *Anomalocardia brasilliana* (papa fumo), *Brachidontes exustus* (sururu) e *Ucides cordatus* (caranguejo), espécies componentes das comunidades bentônicas alvo da mariscagem, presentes no mesolitoral da BTS.

Atualmente, Barbosa (2013) verificou a concentração de elementos essenciais e não essenciais nos tecidos moles dos moluscos bivalves da BTS, onde, *Lucina pectinata* apresentou as maiores concentrações de Cu (acima de $100 \mu\text{g g}^{-1}$), Pb ($9,20 \mu\text{g g}^{-1}$), Cd e Co, *Iphigenia brasilliana* a maior concentração de As e a menor concentração de Cd, *Trachycardium muricatum* as maiores concentrações de Fe e Cr e *Anomalocardia brasilliana* apresentou as menores concentrações de Cr, Fe e V. Sendo relevante salientar que para a BTS a maioria destes elementos concentram-se nos tecidos de *L. pectinata*, *T. muricatum* e *I. brasilliana* independentemente do

tamanho dos indivíduos, com exceção do cobalto que apresentou menores concentrações nos indivíduos de menor tamanho.

Celino e Queiroz (2006) reportam a ocorrência de um agravamento do grau de contaminação ambiental das áreas portuárias.

Os estudos realizados pelo Consórcio BTS Hydros CH2MHILL (2004), citam áreas críticas, considerando a presença de contaminantes e aos seus efeitos ecológicos na estrutura das comunidades bentônicas

Quadro 1 – Distribuição de contaminantes químicos e parâmetros ecológico avaliados na BTS (vários autores)

Localidade da BTS	Contaminantes	Parâmetros Ecológicos de Comunidades Bentônicas	Compartimento Ambiental	Referência
Estações amostrais distribuídas no perímetro da BTS	Hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos, DDT, PCBs	-	Moluscos bivalves comestíveis: <i>Anomalocsrdia brasiliana</i> , <i>Protothaca pectorina</i> , <i>Lucina pectinata</i> , <i>Macoma constricta</i> , <i>Mytella falcata</i> , <i>Cassostrea rhizophorae</i> , <i>Pitar fulminata</i> , <i>Maetra fragilis</i> , <i>Semele proficua</i> , <i>Trachycardium muricatum</i>	Tavares <i>et al.</i> (1988)
Cabrito, Tubarão, Mapele, Passé, Coqueiro Grande, Madre de Deus, Ilha do Pati, São Brás, Acupe, Salinas da Margarida, Mutá, Cações	Inseticidas organoclorados (DDT, aldrin, dieldrin, endrin, HCB, HCH)	-	Sedimentos	Tavares <i>et al.</i> (1999)
		-	Moluscos bivalves <i>M. constricta</i> , <i>Brachidontes exustus</i> , <i>A. brasiliana</i> e crustáceo <i>Ucidetes cordatus</i>	
Mataripe/Ilha de Madre de Deus	Cd, Pb, Cu, Mn, Cr, As Hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos	-	Sedimentos	Peso Aguiar <i>et al.</i> (2000)
		Densidade, riqueza de espécies, diversidade (Índices de diversidade de Shannon-Weiner e Equitatividade)	Comunidades bentônicas Cd: diversidade e equitatividade Hidrocarbonetos: densidade, riqueza de espécies, diversidade e equitatividade	
Cabrito, São Tomé de Paripe, Mapele, Ilha de Maré, Coqueiro Grande, Dom João, São Francisco Do Conde, Acupe, Salinas da Margarida, Mutá, Cações, Jiribatuba, Baiacu, Saubara	HPAs	-	Moluscos bivalves <i>B. exustus</i> , <i>A. brasiliana</i> , e crustáceo <i>U. cordatus</i>	Oliveira (2003)
Mataripe, Madre de Deus, Ilha das Fontes, Barra dos Cravinhos	Hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos	-	Sedimentos	Martins <i>et al.</i> (2005)
		Tempo de retenção do Corante vermelho neutro nos lisossomos da hemolinfa	<i>A. brasiliana</i> Quanto maior o tempo de retenção, mais impactado	
Cabrito, Ilha de Maré, Salinas da Margarida, Mutá, Jiribatuba, Baiacu, Maragojipe, Subaé, São Francisco do Conde, São Brás, Acupe, Cabuçu,	HPAs de baixa massa molecular (origem petrogênica)	-	Sedimentos	Celino & Queiroz (2006)

Saúbara, Dom João, Ilha de Cajaíba, Ilha das Fontes, Cações, Coqueiro Grande, Rio Mataripe, Madre de Deus, Caipe, Suape, São Tomé de Paripe, Baía de Aratu				
Caipe, Ponta do Suape, Bom Jesus dos Pobres e Jiribatuba	HPAs e Cr, Mn, Fe, Cu, As, Zn, Cd, Hg, Al	Contagem de micronúcleos presentes nos hemócitos: resposta à contaminação química	<i>Macoma constricta</i>	Jambeiro (2006)
São Francisco do Conde e Madre de Deus	Cd, Cu, Pb, Ni, Zn	-	Sedimentos	Onofre <i>et al.</i> (2007)

Quadro 1 – Continuação

Áreas de influência da RLAM e do Rio São Paulo, Terminal Marítimo de Madre de Deus, Ilha dos Frades	Al, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sr, V, Zn	-	Sedimentos	Silva (2007)
Porção nordeste da BTS	Hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos	-	Sedimentos	Venturini <i>et al.</i> (2008)
		Densidade, riqueza de espécies, Diversidade (Índices de diversidade de Shannon-Weiner)	Comunidades bentônicas Redução da densidade, riqueza de espécies e diversidade	
18 estações distribuídas no entorno da BTS	HPAs	-	Sedimentos	Sant'anna Jr. <i>et al.</i> (2010)
Município de Madre de Deus	Cu, Cr, Zn	-	Sedimentos	Assumpção <i>et al.</i> (2011)
São Francisco do Conde	Cd, Pb	-	Molusco <i>Mytella guyanensis</i> , crustáceo <i>Penaeus brasiliensis</i> , peixes <i>Mugil brasiliensis</i> e <i>Centropomus undecimalis</i>	Santos 2011

Quadro 2 - Localidades críticas da BTS, contaminantes e compartimento ambiental atingido segundo CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL (2004)

Localidade	Contaminantes	Compartimento Ambiental
Baía de Itapagipe / Tainheiros	Cu, As, Pb e Hg	Sedimento
	Esgoto	Alteração da qualidade da água
Baía e Porto de Aratu	Cu, As, Pb, HPAs	Sedimentos
	Mn, Fe, Zn, As e Cu	Material particulado em suspensão
	Cu e Hg	Água
		Alterações na estrutura do zoobentos
Madre de Deus	As, Cu, Cd e HPAs	Sedimentos
	Pb	Material particulado em suspensão
		Alterações na estrutura do zoobentos
São Francisco do Conde e Foz do Subaé	Cu, As, Pb e HPAs	Sedimentos
		Alterações na estrutura do zoobentos
Salinas da Margarida/ canal de São Roque do Paraguaçu	As	Sedimentos
		Alterações na estrutura do zoobentos

As áreas sob a influência da RLAM, são as que registram o maior comprometimento da qualidade ambiental por elementos traço biodisponíveis nos sedimentos (Cd, Cu, Zn, Ni, Pb, Cr) quando comparadas às demais regiões da BTS (SILVA, 2007).

Efeitos da contaminação química na região nordeste da BTS foram reportadas por Peso-Aguiar *et al.*, (2000) e Venturini *et al.*, (2008) mostrando correlações negativas e significativas entre os parâmetros ecológicos das comunidades bentônicas, riqueza de espécies, densidade, equitatividade e Índices de Diversidade (Shannon-Wiener, Riqueza de Espécies de Margalef e Simpson), além das concentrações de elementos traço e hidrocarbonetos nos sedimentos, registrando para a região uma situação de poluição crônica do ecossistema costeiro, devido à exposição continuada durante décadas.

Bradley *et al.* (2000), Pimentel (2006), Jesus & Prost (2011), reportam a atividade da mariscagem, cada vez mais comprometida dentro da BTS, devido aos impactos provenientes das atividades industriais e aumento da população nas regiões do seu entorno, com uma significativa redução em termos de coleta de mariscos, assim como de captura de peixes em diversas localidades.

3. MATERIAL E METODOS

3.1. Área de Estudo

Na BTS, a precipitação média anual encontra-se próxima de 2.142 mm/ano, variando de um mínimo de 95,5mm a 350mm mensal, com os meses entre abril e junho concentrando as maiores pluviosidades anuais, cerca de 44% da precipitação média anual. A pluviosidade é um dos principais fenômenos climatológicos que influenciam no comportamento geoquímico e dinâmica de distribuição de elementos traço na BTS, interferindo diretamente no maior ou menor aporte de água doce e transporte de materiais em suspensão (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004).

Portanto, a BTS é considerada uma região úmida e quente, pois, não há estação seca, e elevadas temperaturas ocorrem em todas as estações do ano, com baixas amplitudes térmicas (KÖEPPEN, 1948; VEIGA, 2003).

A textura dos sedimentos superficiais de fundo da BTS varia desde silte/argila a areia muito grossa. Os sedimentos argilosos predominam na porção norte da baía enquanto que ao sul verifica-se que as areias médias e grossas são mais expressivas (LESSA *et al.*, 2000). A predominância de sedimentos finos, compostos por silte e argila, especialmente na parte central e norte da BTS, estão associados às áreas mais rasas desta baía, da baía de Iguape e Aratu, e do canal do Paraguaçu, favorecendo o desenvolvimento de grandes áreas de manguezais nestas regiões (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004).

Na BTS, a descarga de águas fluviais é pequena, visto as características essencialmente marinhas encontradas na maior parte da baía, onde a circulação é forçada pela maré, a coluna d'água é bem misturada e condições estuarinas são observadas apenas próximo às saídas dos rios (HATJE & ANDRADE, 2009).

A BTS possui duas entradas, separadas pela Ilha de Itaparica. A mais importante é o Canal de Salvador, que é o local onde ocorrem as maiores trocas de água entre a baía e o oceano. Porém, a circulação de águas dentro da baía parece ser primordialmente influenciada pelas marés (variam de menos de 2m no período de quadratura, até cerca de 3m no período de sizígia), sendo a coluna d'água bem misturada e as correntes na sua maior parte bidirecionais, exceto na parte central, a mais exposta da baía, onde as correntes de rotação ocorrem. (**Figura 1**) (LESSA *et*

a/, 2001). E sabe-se que as correntes dentro da BTS, são um dos fatores que influenciam a movimentação dos sedimentos na BTS (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004).

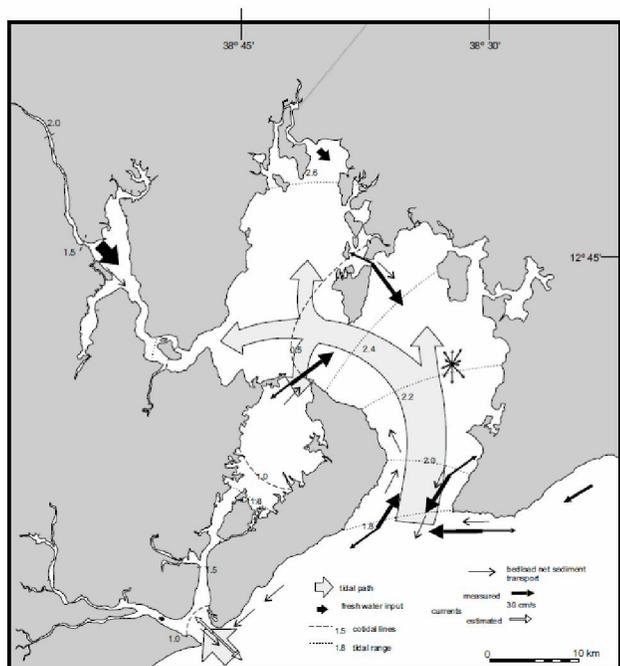


Figura 1 – Correntes marinhas da BTS. Fonte: LESSA *et al.*, 2001.

Assim sendo, foram investigadas sete áreas distribuídas no entorno do Recôncavo Baiano, na Baía de Todos os Santos, referenciadas como estações de coleta. Todos os pontos amostrais foram referenciados com GPS (Global Positioning System), e apresentam as seguintes coordenadas GPS DATUM Sth Amrcn '69 (**Figura 1**):

- Estação 1 Tainheiros 12° 54' 17,4"S / 38° 29' 23,3"O
- Estação 2 Ilha de Maré (Botelho) 12° 47' 08.7"S / 38° 30' 51.9"O
- Estação 3 Madre de Deus = Suape 12° 44' 12.9"S / 38° 35' 53.6"O
- Estação 4 Acupe = Itapema 12° 42' 17.5"S / 38° 45' 09.7"O
- Estação 5 Bom Jesus dos Pobres 12° 48' 59.9"S / 38° 46' 46.7"O
- Estação 6 Salinas da Margarida (Conceição) 12° 51' 27.9"S / 38° 47' 10.8"O
- Estação 7 Mutá 12° 59' 29.4"S / 38° 46' 34.3"O

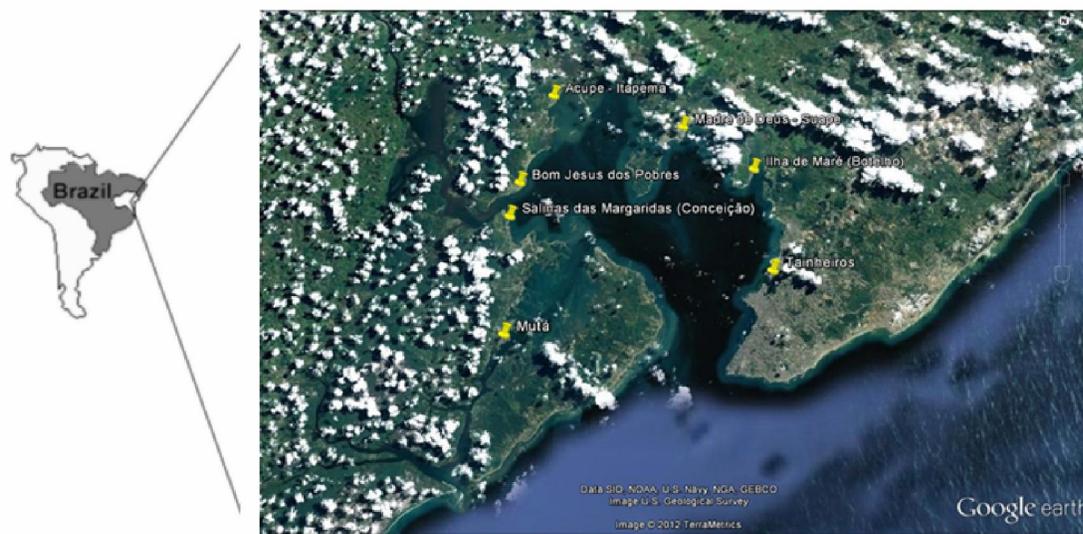


Figura 2 – Localização das estações amostrais na BTS Fonte: Google Earth

A Estação 1 (**Figura 3**) está localizada na Enseada de Tainheiros, no Município de Salvador. A região apresenta uma série de problemas ambientais decorrentes principalmente da ocupação urbana desordenada como fontes de esgoto doméstico não tratado e resíduos sólidos de diversas origens. Caracteriza-se também pela presença industrial, como a BOM BRASIL (produz óleo e ração a partir do processamento de mamona) e a FAGIP (Fábrica de Gases Industriais). Durante oito anos, a CQR (Companhia Química do Recôncavo), hoje instalada no Pólo Petroquímico de Camaçari, eliminando entre 2 e 4 Kg de cloreto de mercúrio inorgânico por dia na Enseada (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004).

Estação 2 (**Figura 4**) está localizada em frente ao Canal de Cotegipe, que conecta a Baía de Aratu à BTS. Na parte norte da Baía de Aratu estão instaladas indústrias que levam uma contribuição antropogênica direta ao Canal de Cotegipe, originada pela movimentação de navios e cargas do Porto de Aratu (AMADO FILHO *et al.*, 2008).



Figura 3 - Tainheiros (Estação 1)



Figura 4 - Ilha de Maré (Botelho) (Estação 2)

Estação 3 Suape (**Figura 5**), bairro do município de Madre de Deus está inserido em uma região sob forte influência das atividades da RLAM e do Porto TEMADRE, que envolvem o transporte e refino de petróleo (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004).



Figura 5 - Madre de Deus (Suape) (Estação 3)

Estação 4 Acupe (**Figura 6**), está localizada no município de Santo Amaro. Nesta região a pesca de camarão é intensa, existindo uma fazenda de cultivo de camarão, de propriedade da Bahia Pesca (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004).

Estação 5 Bom Jesus dos Pobres (**Figura 7**), distrito de Saubara, localiza-se ao norte da desembocadura da Baía de Iguape (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004).

Estação 6 Salinas da Margarida (**Figura 8**), localizada no município de Salinas da Margarida, encontra-se ao sul da foz do Rio Paraguaçu (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004).

Estação 7 Mutá (**Figura 9**), localizada no canal externo da Ilha de Itaparica, em frente à ilha Matarandiba, está sob a influência da exploração de Salgema pela indústria Dow Química (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004).



Figura 6 - Acupe (Itapema) (Estação 4)



Figura 7 - Bom Jesus dos Pobres (Estação 5)



Figura 8 - Salinas da Margarida (Conceição) (Estação 6)



Figura 9 - Mutá (Estação 7)

3.2. Amostragem

3.2.1. *Periodicidade*

As coletas foram realizadas bimestralmente, ao longo de um ano, na região do mesolitoral das sete áreas definidas como locais de amostragem, durante as marés de sizígia, o que totalizou seis campanhas amostrais.

Data das Campanhas Amostrais:

1ª Campanha, setembro de 2010.

2ª Campanha, novembro de 2010.

3ª Campanha, janeiro de 2011.

4ª Campanha, março de 2011.

5ª Campanha, maio de 2011.

6ª Campanha, agosto de 2011.

3.2.2. *Coleta de Amostras*

Através da coleta de amostras do sedimento do mesolitoral da BTS, foram obtidas as amostras das comunidades de macro invertebrados bentônicos, além das amostras de sedimento para análise química de elementos traço.

3.2.2.1. *Coleta de amostras das comunidades macrobentônicas:*

Utilizando o método dos quadrados aleatórios (área unitária de 0,0625 m²) foram coletadas 10 amostras de sedimento, até uma profundidade de aproximadamente 15 centímetros, na faixa do mesolitoral, paralelamente à linha d'água (**Figura 10**), perfazendo 0,63m² de área total amostrada, por estação, em cada campanha.



Figura 10 - Método dos Quadrados Aleatórios

As amostras de sedimentos do substrato das comunidades zoobentônicas foram triadas sobre peneiras superpostas com malhas de 5, 2 e 1mm, respectivamente, visando a separação dos organismos do sedimento (**Figura 11**). Os indivíduos triados no campo foram acondicionados em potes plásticos etiquetados, preservados em álcool 70% e transportados ao LAMEB (Laboratório de Malacologia e Ecologia de Bentos do Instituto de Biologia).



Figura 11 - Triagem sobre peneiras

A triagem fina foi realizada sob um microscópio estereoscópico para a separação dos morfotipos encontrados (**Figura 12**), e posteriormente foi realizada a identificação taxonômica dos organismos, segundo a literatura.



Figuras 12 - Triagem sob microscópio estereoscópico

3.2.2.2. *Coleta de sedimento para análise química:*

Amostras compostas dos sedimentos das estações de amostragem foram coletadas durante as campanhas 1 (setembro/outubro de 2010) e 4 (março de 2011). Para análise da biodisponibilidade de elementos traço, a coleta de sedimento foi realizada com o auxílio de utensílios e recipientes de armazenamento de plástico (**Figura 13**). As amostras foram levadas ao laboratório e acondicionadas em freezer.



Figura 13 - Amostragem de sedimento

As amostras dos sedimentos foram encaminhadas para as análises químicas de arsênio (As), bário (Ba), cádmio (Cd), cobalto (Co), cromo (Cr), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni), chumbo (Pb), selênio (Se), estrôncio (Sr), vanádio (V) e zinco (Zn), visando a mensuração dos níveis de contaminação dos sedimentos nos ecossistemas investigados.

O termo biodisponível é utilizado para se referir à proporção de um químico no ambiente que pode ser absorvido por organismos vivos, e não à sua concentração total (BROWN & DEPLEDGE, 2010). A especiação dos elementos na forma de íons livres ativos, reconhecidos como estimadores para biodisponibilidade, os tornam potencialmente biodisponíveis para o biota (NOLAN *et al.*, 2003).

As análises foram realizadas através de parceria institucional estabelecida para o Projeto Estudo Multidisciplinar da Baía de Todos os Santos, com a participação do

GPQA (Grupo de Pesquisa em Química Analítica do Instituto de Química) e o LAMEB.

3.2.2.3. Coleta dos parâmetros físico-químicos da água:

Para os parâmetros físico-químicos da coluna d'água, foi utilizado um analisador multiparâmetros U-50 – HORIBA (LAMEB), para os parâmetros temperatura ($^{\circ}\text{C}$), potencial hidrogeniônico (pH), pHmv (mV), potencial de óxido redução (ORP - mV), condutividade (mS/cm), turbidez (NTU), oxigênio dissolvido (OD - mg/L), sólidos totais dissolvidos (TDS - g/L), salinidade (ppt), specific gravity (Sigma t) e profundidade (m) (**Figura 14**).



Figura 14 - Coleta dos parâmetros físico-químicos da água

3.3. Tratamento de Dados

3.3.1. Estrutura das Comunidades Bentônicas

As estimativas da estrutura quali-quantitativa das comunidades zoobentônicas foram realizadas através de abordagens de parâmetros citados abaixo, segundo modelos matemáticos disponíveis no PRIMER 6 for Windows (CLARKE & GORKLEY, 2005).

Foram abordados os seguintes parâmetros ecológicos de comunidades:

- **Densidade** (número de indivíduos / m^2)

- **AR = $n_i/N \cdot 100$**

Onde: n_i = nº de indivíduos amostrados da espécie i

N = nº total de indivíduos amostrados

- **Dominância**

Verificada através de medidas de Abundância Relativa.

Neste estudo foi utilizada a escala progressiva de Abundância Relativa (PEIXINHO & PESO-AGUIAR, 1989), onde:

1,00 - 0,61 Muito abundante

0,60 - 0,41 Abundante

0,40 - 0,21 Muito numerosa

0,20 - 0,11 Numerosa

0,10 - 0,05 Pouco numerosa

0,04 - 0,01 Escassa

< 0,01 Rara

- **Diversidade Biológica:** Foi utiliza o software PRIMER 6 for Windows (CLARKE & GORKLEY, 2005), para a estimativa dos seguintes índices:

- **Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H')**: $H' = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$

Onde: p_i = participação relativa de cada espécie: $p_i = \frac{n_i}{\sum n_i}$

- **Índice de Riqueza de Espécies de Margalef (RE_{Margalef}):** $D_{Mg} = \frac{(s-1)}{\ln N}$

Onde: s = número de espécies

$\ln N$ = log natural do número de indivíduos

- **Equitatividade (Eveness- J):** $J = \frac{H'}{H_{\max}} \cdot 100$

Onde: J = índice de Pielou

H' = índice de diversidade da amostra

H_{\max} = log n da amostra

- **Frequência de Ocorrência**

$$FR = (FA_i / \Sigma FA) \cdot 100$$

Onde: FA_i = frequência de cada grupo de espécies

FA = total das frequências relativas de todos os grupos

- **Análise de agrupamentos** ou *cluster analyses*

Método aglomerativo hierárquico utilizado na análise de agrupamento de amostras com base em uma matriz de similaridade para definir conjuntos de espécies, ou seja, comunidades que ocorrem em paralelo em *sites*.

- **nMDS** (Ordination of Samples by non Multi-dimensional Scaling”) ou Mapas multidimensionais, utilizando o algoritmo não paramétrico para as estações de amostragem através das relações de dissimilaridade entre as amostras (CLARKE & WARWICK, 2001).

O mapa gerado pelo nMDS, (Stress <0,05) são tidos como uma excelente representação gráfica, sem perspectivas para interpretações errôneas, onde uma representação perfeita, provavelmente, apresentaria stress <0,01 (CLARKE & WARWICK, 2001).

- **SIMPER** (*Similarity percentages*) - Análise da contribuição de espécies que separam grupos de amostras/estações, com base na composição quantitativa e qualitativa das comunidades estudadas.

Esta análise descreve a decomposição dos índices de dissimilaridade (ou similaridade) de Bray-Curtis, observando a contribuição percentual de cada espécie para a média da dissimilaridade estimada entre dois grupos (amostras), testando as espécies em ordem decrescente de sua importância, na discriminação das amostras pareadas (CLARKE & WARWICK, 2001).

3.3.2. Análise das Concentrações de Elementos Traço nos Sedimentos das Estações de Amostragem

A análise das concentrações de elementos traço nos sedimentos foi precedida de liofilização por 48 a 72 horas. Em seguida, o material liofilizado foi desagregado durante dois minutos em moinho de bolas e disponibilizado para a extração e determinação dos elementos químicos.

O procedimento analítico seguiu o Protocolo usual para a identificação da biodisponibilidade nos sedimentos visando à determinação dos elementos:

1. Descontaminação do material:

- Todo material plástico e de vidro foi descontaminado seguindo os passos:

- Banho de detergente Extran 5%(v/v) por no mínimo 24h

- Lavagem com água corrente

- Rinsagem com água ultrapura (18 cm^{-1})

- Banho de ácido nítrico (HNO_3) 10% (v/v) por no mínimo 24h

- Lavagem com água ultrapura (18 cm^{-1})

- Secagem do material

2. Procedimento de extração:

- Pesar 0,250 g da amostra de sedimento

- Adicionar 15 mL de solução de HCl 1 mol L^{-1}

- Agitação mecânica (mesa agitadora) com aproximadamente 200 rpm por 12h, a temperatura ambiente

- Centrifugar por 10 minutos a 300 rpm

- Retirar o sobrenadante e transferir para um recipiente previamente descontaminado.

Para a determinação dos elementos foi empregado um espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado simultâneo com visão axial (Vista Pro, Varian, Melbourne, Austrália), com tocha de quartzo de corpo único, equipado com arranjo óptico, rede Echelle e detector de estado sólido com arranjo CCD (Charge

Coupled Device). O sistema de introdução de amostras é constituído por uma câmara de nebulização do tipo Sturman-Masters de PTFE e um nebulizador com ranhura em V, V-Groove.

A curva analítica foi preparada a partir de solução multielementar, com concentração de 20 mg L⁻¹ dos elementos, com faixa linear de 0,05 e 10,00 mg L⁻¹. As curvas foram preparadas em meio ácido utilizando solução de HCl 1 mol L⁻¹.

3.3.3. Correlações entre os Parâmetros Ecológicos das Comunidades e os Níveis de Concentração de Elementos Traço nos Sedimentos

A significância das correlações entre os parâmetros ecológicos das comunidades e os níveis de concentração de elementos nos sedimentos foi estimada através de análises estatísticas bivariadas da Correlação de Pearson, sendo consideradas correlações fortes aquelas maiores ou iguais a 0,6.

Para a investigação das correlações múltiplas entre os parâmetros biológicos e os químicos mensurados foi realizada uma Análise de Regressão com Modelos de Regressão Múltipla OLS (Ordinary Least Square) visando diagnosticar a ocorrência de efeitos ecológicos dos elementos traço e dos parâmetros físico-químicos sobre a estrutura das comunidades bentônicas.

A Análise de Regressão é uma ferramenta analítica que se destina a explorar relações de dependência entre uma única variável dependente e várias variáveis independentes (HAIR *et al.*, 2006). As variáveis dependentes consideradas foram a riqueza de espécies e a densidade das comunidades biológicas. Foram consideradas como variáveis independentes os elementos traço em sedimentos e os parâmetros físico-químicos da coluna d'água.

A Análise de Componentes Principais (PCA) foi realizada antes da Análise de Regressão, para condensar as informações contidas no grande número de variáveis disponíveis, em um conjunto menor de variáveis, chamados fatores, com uma perda mínima de informação (HAIR *et al.*, 2006). Na PCA, variáveis altamente correlacionadas foram agrupadas de acordo com o critério de *Broken Stick*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Distribuição das Concentrações dos Elementos Traço nos Sedimentos

Quanto à distribuição das concentrações médias dos elementos traço nos sedimentos durante o ano de amostragem, o As apresentou as menores concentrações nas estações mais próximas ao aglomerado urbano de Salvador, de Tainheiros (1) até Suape (3), estando as suas concentrações abaixo do limite de quantificação da metodologia utilizada nas estações 1 e 3, e a maior concentração média de $12,075 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ em Bom Jesus dos Pobres (5) (**Anexo A – Tabela 1**).

Ba, Cr, Fe, Sr, V e Zn apresentaram suas maiores concentrações em Tainheiros (1), com redução gradual das suas concentrações de Ilha de Maré (2) à Mutá (7). Já os elementos Cu e Mn tiveram as maiores concentrações em Ilha de Maré, enquanto para o Pb a maior concentração média foi em Suape (3), com redução gradual das suas concentrações de Acupe (4) à Mutá (7). Percebe-se que todos estes elementos estão presentes em maior quantidade próximos à cidade de Salvador e às áreas de atividades portuárias e industriais mais intensas da BTS (PESO-AGUIAR *et al.*, 2000; CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004; AMADO FILHO *et al.*, 2008; VENTURINI *et al.*, 2008; SANT'ANNA Jr. *et al.*, 2010). Porém há elementos que estiveram em concentrações abaixo do limite de quantificação nas estações 1, 2 e 3, como o As em Tainheiros (1) e Suape (3), e o Ni em Tainheiros (1) e Ilha de Maré (2) (**Anexo A – Tabela 1**).

Co e Se apresentaram as maiores concentrações médias em Mutá (7) e o Ni em Salinas da Margarida (6). Porém de Acupe (4) à Mutá (7) houve uma maior ocorrência de elementos em concentrações abaixo do limite de detecção, como o Cu, Ni, Pb, Se, Sr e Zn, revelando que as áreas mais distantes do aglomerado urbano e industrial da BTS estão menos contaminadas, sendo as áreas de Bom Jesus dos Pobres e Mutá utilizadas como referências de áreas não poluídas em estudos relacionados à contaminação de sedimento na BTS (PESO-AGUIAR, 1995; QUEIROZ *et al.*, 2005; CELINO & QUEIROZ, 2006; JAMBEIRO, 2006) (**Anexo A – Tabela 1**).

Os valores das concentrações encontradas nos sedimentos da BTS foram comparados com os adotados em normas internacionais: Legislação americana,

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration e Legislação canadense, agência ambiental do Canadá (Environment Canada), já que no Brasil não há norma ambiental que estabeleça critérios para qualidade de sedimentos.

Todas as amostras de sedimentos analisadas apresentaram os valores das concentrações dos elementos abaixo dos valores mínimos de efeito biológico estabelecidos pela legislação americana e canadense.

4.2. Estrutura das Comunidades Zoobentônicas

A importância dos estudos sobre comunidades biológicas, visando a preservação ambiental e manejo de unidades de conservação, reside no conhecimento de dados sobre a dinâmica dessas comunidades, facilitando a identificação de espécies raras e a sua preservação (PEREIRA *et al.*, 2001).

4.2.1. Abundância

Medidas das abundâncias da biodiversidade registrada nos ecossistemas revelam a proporção do número de indivíduos que pertencem aos diferentes grupos taxonômicos que ocorrem em uma comunidade. Esta medida é sensível aos distúrbios ambientais (RICKLEFS, 2003).

O quantitativo de indivíduos coletados nas sete estações de amostragem está apresentado na **Tabela 1**, onde estão registrados 8772 indivíduos coletados totais.

Levando em consideração este resultado, o filo Mollusca foi a unidade taxonômica mais representativa, dominando em ordem decrescente, em Salinas da Margarida (Estação 6) - 95% , Tainheiros (Estação 1) - 77,7%, Mutá (Estação 7) - 69,3%, Bom Jesus dos Pobres (Estação 5) - 62,8% e Acupe (Estação 4) - 54,1%, enquanto o filo Annelida, Classe Polychaeta, foram mais abundantes em Suape (Estação 3) - 61,7% e na Ilha de Maré (Estação 2) - 48,9%.

Entre os três grupos mais abundantes, o filo Arthropoda (Subfilo Crustacea) apresentou as menores abundâncias: em Tainheiros (1) - 1,07%, Ilha de Maré (2) - 9,1%, Suape (3) - 4,6%, Acupe (4) - 4,9%, Bom Jesus dos Pobres (5) - 1,93%, Salinas da Margarida (6) - 0,87%, e Mutá (7) - 2,3% (**Tabela 1 Figura 15**).

Estes três filos foram os únicos com 100% de frequência de ocorrência do estudo (**Anexo A - Quadro 1**).

Os filos que registraram as menores abundâncias foram: Porifera, encontrado apenas em Suape (3) 0,0077%, Cnidaria em Salinas da Margarida (6) 0,0004%, Nematoda em Mutá (7) 0,00076%, Sipuncula em Tainheiros (1) 0,001%, e Ectoprocta em Bom Jesus dos Pobres (5) 0,003% (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Número de indivíduos (N), Densidade (n/m²) e Abundância Relativa (A. Rel.) estimadas por grupo taxonômico

Grupos Taxonômicos (Filo)	Estações de Amostragem											
	1			2			3			4		
	N	n/m ²	A.rel	N	n/m ²	A.rel	N	n/m ²	A.rel	N	n/m ²	A.rel
PORIFERA	0	-	-	0	-	-	3	0,8	0,0077	0	-	-
CNIDARIA	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
NEMERTEA	3	0,8	0,001	2	0,5	0,004	0	-	-	1	0,26	0,002
NEMATODA	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
ANNELIDA	547	145,9	0,189	225	60	0,489	240	64	0,617	152	40,5	0,375
SIPUNCULA	3	0,8	0,001	0	-	-	0	-	-	0	-	-
ARTHROPODA	31	8,3	0,010	42	11,2	0,091	18	4,8	0,046	20	5,3	0,049
MOLLUSCA	2244	598,4	0,777	190	50,7	0,413	107	28,5	0,275	219	58,4	0,541
ECTOPROCTA	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-
ECHINODERMATA	2	0,5	0,001	1	0,26	0,002	0	-	-	3	0,8	0,007
UROCHORDATA	1	0,3	0,000	0	-	-	0	-	-	0	-	-
CEPHALOCHORDAT	57	15,2	0,020	0	-	-	21	5,6	0,053	10	2,7	0,025
<i>Total geral</i>	2888	770,13	1	460	122,7	1	389	103,7	1	405	108	1

Tabela 1 – Continuação

Grupos Taxonômicos (Filo)	Estações de Amostragem								
	5			6			7		
	N	n/m ²	A.rel	N	n/m ²	A.rel	N	n/m ²	A.rel
PORIFERA	0	-	-	0	-	-	0	-	-
CNIDARIA	0	-	-	1	0,26	0,0004	0	-	-
NEMERTEA	6	1,6	0,009	9	2,4	0,003	5	1,3	0,004
NEMATODA	0	-	-	0	-	-	1	0,26	0,00076
ANNELIDA	218	58,1	0,324	90	24	0,034	363	96,8	0,276
SIPUNCULA	0	-	-	0	-	-	0	-	-
ARTHROPODA	13	3,5	0,019	23	6,1	0,009	31	8,3	0,023
MOLLUSCA	423	112,8	0,628	2506	668,3	0,950	913	243,5	0,693
ECTOPROCTA	2	0,5	0,003	0	-	-	0	-	-
ECHINODERMATA	0	-	-	0	-	-	2	0,5	0,002
UROCHORDATA	0	-	-	0	-	-	0	-	-
CEPHALOCHORDATA	11	2,9	0,016	11	2,9	0,004	2	0,5	0,002
<i>Total geral</i>	673	179,5	1	2640	704	1	1317	351,2	1

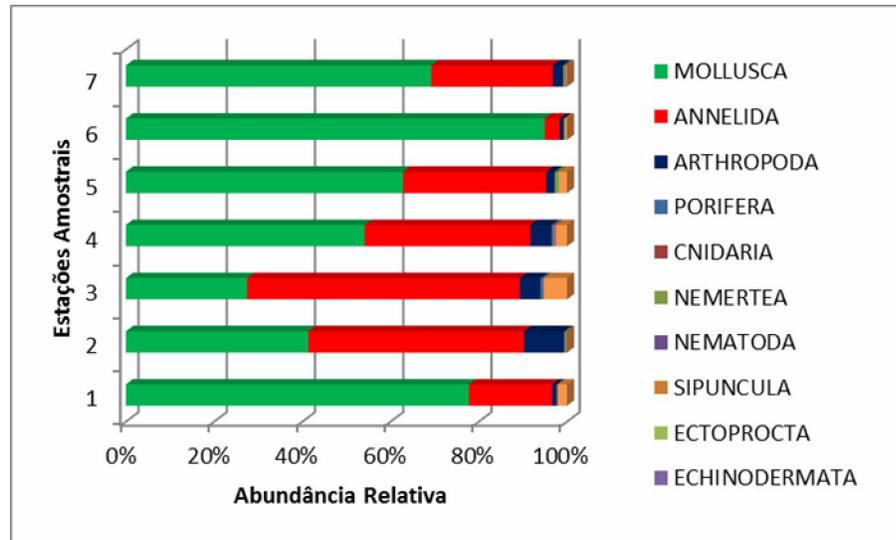


Figura 15 – Representação gráfica da abundância relativa dos filos amostrados em cada uma das estações amostrais na BTS

Annelida, Mollusca e Arthropoda são usualmente os grupos predominantes em regiões de mesolitoral de substrato inconsolidado dos ambientes marinhos do planeta (McLACHLAN & BROWN, 2006).

Os alimentadores de depósito são animais que encontram seu alimento na fração orgânica do sedimento ingerido, sendo capazes de sobreviver e crescer rapidamente, mesmo com fontes pobres em matéria orgânica, processando diariamente quantidades de sedimento iguais ou maiores que seu próprio peso para atender as suas necessidades nutricionais. Considerando que parcela significativa da biodiversidade dos poliquetas, moluscos e crustáceos é formada por alimentadores de depósito, caracteristicamente dominam as comunidades bentônicas marinhas (LOPEZ & LEVINTON, 1987; RINCÓN *et al.*, 2008).

Os alimentadores de depósito representaram 88,2% do total de indivíduos bentônicos no estuário da baía de Buenaventura, dos quais poliquetas e crustáceos dominaram, com 48% e 17%, respectivamente (RINCÓN *et al.*, 2008).

Poliquetas, moluscos e crustáceos foram os grupos dominantes na BTS, nos trabalhos de Peso-Aguiar *et al.* (2000) e Venturini *et al.* (2008). Os poliquetas foram os organismos mais representativos, com destaque para a ocorrência de *Laeonereis acuta*, *Sigambra grubii* e *Capitella capitata*, como espécies oportunistas, que se

adaptaram bem às situações de estresse ambiental, nos locais sob influência direta das atividades impactantes da RLAM.

Os crustáceos, menos representativos que os Annelida e Mollusca, foram comuns nos locais sob condições menos impactadas. Dentre eles destacam-se os anfípodos, por serem mais sensíveis às condições ambientais adversas, como o enriquecimento orgânico e a contaminação por petróleo ou metais pesados (GRALL & GLÉMAREC, 1997).

Mollusca – Bivalvia é composto por espécies com alta fecundidade, produzindo larvas planctônicas, e de hábitos filtrador de partículas em suspensão na coluna d'água e/ou sobre o substrato. No entanto, apesar de serem o grupo de maior interesse extrativista humano, estes organismos costumam ser os mais abundantes no mesolitoral, dominando a macrofauna bentônica (McLACHLAN & BROWN, 2006).

Os macroinvertebrados bentônicos são os principais componentes da cadeia trófica aquática, sendo fonte de alimento para peixes e aves marinhas, entre outros. Sendo assim, os principais representantes das comunidades bentônicas têm um papel ecológico essencial na manutenção do fluxo de energia no mesolitoral dos ecossistemas marinhos (RINCÓN *et al.*, 2008).

4.2.2. Densidade

Os valores da densidade das comunidades zoobentônicas amostradas no mesolitoral da BTS, variaram entre 103,7 ind/m² em Suape (3) e 770,13 ind/m² em Tainheiros (1) (**Tabela 1**).

Entre a distribuição espacial das médias das densidades no período total amostrado, se destacaram as estações Tainheiros (1), Salinas da Margarida (6) e Mutá (7) (**Figura 16**).

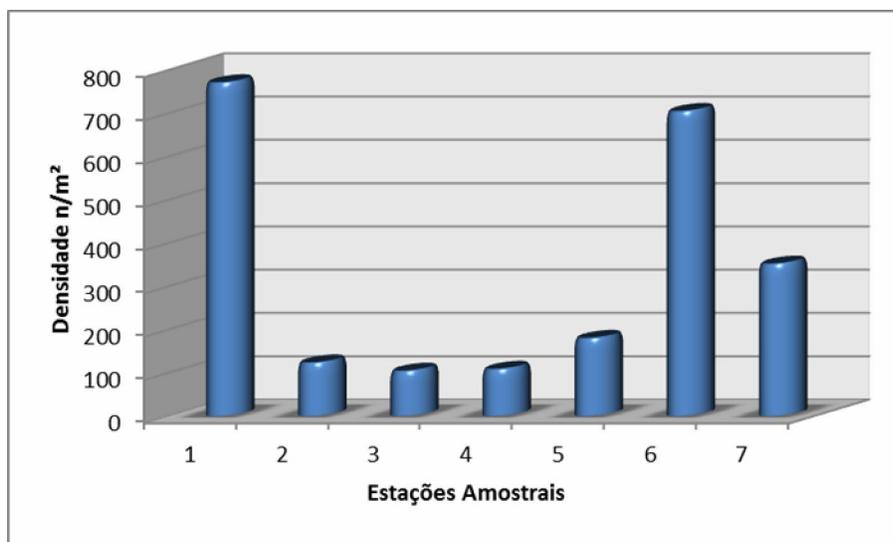


Figura 16 -. Médias das densidades das comunidades zoobentônicas nas estações amostradas na Baía de Todos os Santos (09/2010 a 10/2011)

A Análise da Variância (ANOVA) revelou a existência de diferenças significativas entre as densidades das comunidades zoobentônicas do mesolitoral da BTS, nas estações amostradas. Os resultados mostraram que Tainheiros (1) e Salinas da Margarida (6) apresentaram as maiores médias da densidade, não diferindo significativamente entre si. Todavia, a densidade dentre ambas as estações se diferenciaram significativamente ($p < 0,05$) de todas as demais estações comparadas. Todavia, as médias das densidades das comunidades zoobentônicas, das demais estações amostradas na BTS, no período do estudo, não diferiram significativamente entre si (**Tabela 2**).

Tabela 2. Valores da significância estatística da ANOVA para a Densidade média (indivíduos/m²) das comunidades bentônicas (p<0,05)

Estações Amostrais	1.Tainheiros	2.Ilha de Maré	3.Madre de Deus	4.Acupe	5.Bom Jesus dos Pobres	6.Salinas da Margarida	7.Mutá
1.Tainheiros	-	-	-	-	-	-	-
2.Ilha de Maré	0,000178	-	-	-	-	-	-
3.Madre de Deus	0,000019	0,337	-	-	-	-	-
4.Acupe	0,000021	0,354	0,973	-	-	-	-
5.Bom Jesus dos	0,000103	0,727	0,553	0,575	-	-	-
6.Salinas da	0,675	0,000357	0,000034	0,000038	0,000202	-	-
7.Mutá	0,003978	0,298	0,058	0,062	0,183	0,008455	-

A disponibilidade de alimento, representada pela matéria orgânica na coluna d'água e nos sedimentos, tem um papel relevante para os moluscos bivalves, entre outros invertebrados filtradores ou alimentadores de depósitos orgânicos, contribuindo de forma significativa para o aumento da produção da biomassa total dessas comunidades. Picos de densidade foram observados através dos estudos reportados em CONSÓRCIO HYDROS – CH2MHILL (2004), na Enseada dos Tainheiros, a qual está submetida às contribuições orgânicas oriundas da aglomeração urbana assentada no seu entorno.

O esgoto, rico em matéria orgânica, usualmente conduz a um aumento do fornecimento de alimento e conseqüente aumento do número total de organismos bentônicos, traduzindo condições onde é comum encontrar comunidades com altas densidades (RYGG, 1986; SIMBOURA *et al.*, 1995; BOEHS *et al.*, 2008).

Comunidades bentônicas do Golfo Saronikos (Grécia), localizadas mais próximas ao local de lançamento de esgoto doméstico, apresentaram as mais altas densidades no estudo realizado por Simboura *et al.*(1995).

Peso (1980) encontrou em Tainheiros, as maiores densidades de bivalves, quando comparada com outras duas localidades na BTS (Ilha do Medo e Ilha de Carapeba).

Na BTS, o rio Paraguaçu representa seu maior tributário (LESSA *et al.*, 2001), recebendo direta e indiretamente efluentes de resíduos de origem urbana e industrial das cidades do seu entorno (TAVARES *et al.*, 1988; VENTURINI & TOMMASI, 2004). Salinas da Margarida (Estação 6) localiza-se mais próxima à influência advinda de toda a bacia do Rio Paraguaçu, através do destino final das águas drenadas através da baía do Iguape (GOMES *et al.*, 1995) e por sua vez, o seu encontro com o estuário na BTS. Apesar de também ser próximo ao Canal de São

Roque do Paraguaçu, Bom Jesus dos Pobres (5) encontra-se sob a influência de correntes marinhas que dispersam os nutrientes advindos do Rio Paraguaçu, não favorecendo a sua permanência no local, assim como para os sedimentos, diferentemente do que ocorre em Salinas da Margarida (LESSA *et al.*, 2001; CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004).

Impactos na bacia do Paraguaçu estão relacionados ao uso da terra para agricultura e ao extrativismo, com a utilização de fertilizantes e biocidas, e o desbaste da cobertura vegetal para o cultivo de produtos agrícola. Com a construção da Barragem de Pedra do Cavalo, houve a intensificação do aporte de carga orgânica das atividades agrícolas e dos efluentes domésticos das cidades de Cachoeira, São Félix e Maragogipe (BRASIL, 1993), sendo que o principal agente impactante da bacia do Paraguaçu são os esgotos domésticos e industriais (MESTRINHO, 1998).

Recentemente, impactos de atividades industriais e aglomerações urbanas às margens do Rio Paraguaçu, foram avaliados, reportando a presença de nutrientes, tais como, fósforo total ($< 50 - 97 \mu\text{gL}^{-1}$), nitrogênio total ($1,96 - 3,01 \mu\text{gL}^{-1}$), nitrato ($< 0,30 \mu\text{gL}^{-1}$), nitrito ($< 0,05 \mu\text{gL}^{-1}$), amônia ($0,40 - 1,04 \mu\text{gL}^{-1}$), com destaque para as concentrações de nitrogênio, consideradas como teor médio da presença deste nutriente, na superfície e em profundidade na água (INEMA, 2013 - *in press*).

Por sua vez, a geomorfologia litorânea da BTS tem um papel decisivo na expressão de impacto residual, devido à baixa energia deste ecossistema, permitindo a precipitação de poluentes que são lançados na coluna d'água, podendo persistir no ambiente por décadas (SERRA-GASSO, 1991). A origem geológica da BTS, formada por rochas sedimentares menos resistentes à erosão, foi circundada por relevos mais altos, sustentados por litologias mais resistentes, dando origem à um local de ondas de pequena amplitude, ou seja, de águas calmas (JACKSON *et al.*, 2002, DOMINGUEZ & BITTENCOURT, 2009).

Assim sendo, os filos Annelida e Mollusca, tiveram destaque no mesolitoral da BTS pelas suas abundâncias, e por consequência, nas médias das densidades (**Tabela 3 e Figura 17**).

Tabela 3 – Valores das Densidades médias (indivíduos/m²) dos diferentes grupos taxonômicos das comunidades zoobentônicas na BTS

Grupos Taxonômicos	Estações Amostras						
	1	2	3	4	5	6	7
Annelida	145,9	60,0	61,4	40,5	58,1	24,0	96,8
Mollusca	598,4	57,9	28,5	58,4	112,8	668,3	243,5
Outros	25,9	12,0	11,2	9,1	8,5	11,7	10,9
Total	770,2	129,9	101,2	108,0	179,4	704,0	351,2

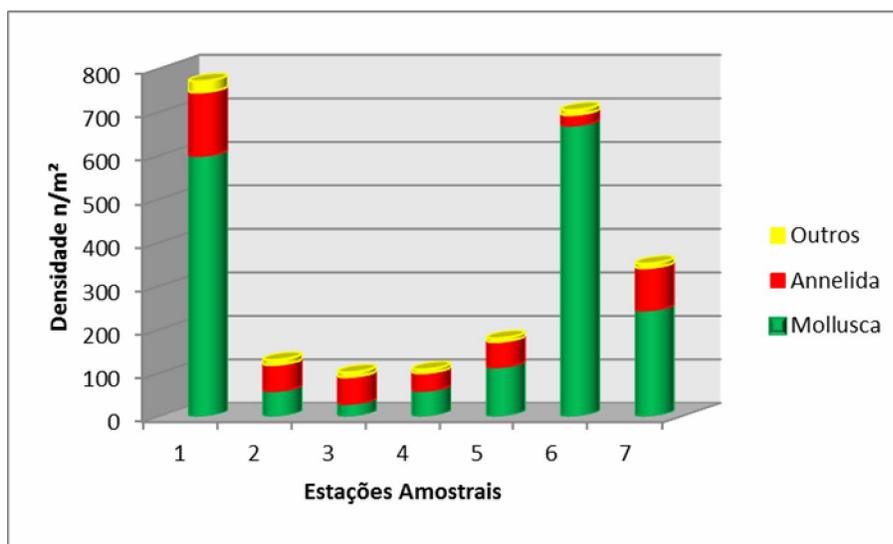


Figura 17 – Média das Densidades dos grupos componentes das comunidades zoobentônicas nas estações amostradas na Baía de todos os Santos (09/2010 a 10/2011)

Dentre as comunidades zoobentônicas a densidade do Filo Annelida, em Tainheiros (1) diferiu significativamente das demais estações, exceto Mutá (7). Entretanto, a comunidade de Mutá diferiu quantitativamente apenas de Salinas da Margarida (6) (Tabela 4).

Tabela 4 - Resultados da ANOVA para as Densidades médias (indivíduos/m²) do Filo Annelida nas comunidades bentônicas (p<0,05)

Estações Amostrais	1.Tainheiros	2.Ilha de Maré	3.Madre de Deus	4.Acupe	5.Bom Jesus dos Pobres	6.Salinas da Margarida	7.Mutá
1.Tainheiros	-	-	-	-	-	-	-
2.Ilha de Maré	0,026	-	-	-	-	-	-
3.Madre de Deus	0,021	0,855	-	-	-	-	-
4.Acupe	0,004	0,369	0,488	-	-	-	-
5.Bom Jesus dos	0,014	0,717	0,862	0,601	-	-	-
6.Salinas da	0,001	0,164	0,241	0,625	0,315	-	-
7.Mutá	0,145	0,411	0,334	0,102	0,256	0,037	-

Considerando a análise da representatividade quantitativa do Filo Mollusca nas comunidades zoobentônicas da BTS, os resultados indicaram que Tainheiros (1) e Salinas da Margarida (6) diferiram significativamente das demais estações amostradas, perseverando a ausência de diferenças entre ambas (**Tabela 5**), confirmando a influência dos grupos Mollusca e Annelida na distribuição da magnitude quantitativa dessas comunidades, no mesolitoral da BTS.

Tabela 5 - Resultados da ANOVA para as Densidades médias (indivíduos/m²) do Filo Mollusca nas comunidades bentônicas (p<0,05)

Estações Amostrais	1.Tainheiros	2.Ilha de Maré	3.Madre de Deus	4.Acupe	5.Bom Jesus dos Pobres	6.Salinas da Margarida	7.Mutá
1.Tainheiros	-	-	-	-	-	-	-
2.Ilha de Maré	0,000222	-	-	-	-	-	-
3.Madre de Deus	0,000018	0,292769	-	-	-	-	-
4.Acupe	0,00004	0,439678	0,784116	-	-	-	-
5.Bom Jesus dos	0,000164	0,796526	0,441262	0,618222	-	-	-
6.Salinas da	0,504121	0,000013	0,000001	0,000002	0,000011	-	-
7.Mutá	0,004132	0,327241	0,054824	0,095994	0,235216	0,000386	-

4.2.3. Dominância

As espécies *Laonereis acuta*, *Neritina virginea* e *Anomalocardia brasiliana*, dominaram em todas as campanhas e estações amostrais (Tabela 6).

Tabela 6 – Dominância (%), classificação segundo Peixinho & Peso Aguiar (1989) e densidade estimada das populações dominantes na BTS *

Estação Amostral	População	Dominância %	Classificação (Peixinho e Peso-Aguiar, 1989)	Densidade n/m ²
Campanha Amostral 1				
1.Tainheiros	<i>A. brasiliana</i>	44,21	Abundante	299,2
2.Ilha de Maré	<i>A. brasiliana</i>	56,20	Abundante	94,4
3.Suape	<i>L. acuta</i>	31,86	Muito numerosa	57,6
4.Acupe	<i>Armandia sp.</i>	38,46	Muito numerosa	40,0
5.Bom Jesus dos Pobres	<i>O. minuta</i>	27,77	Muito numerosa	32,0
6.Salinas da Margarida	<i>N. virginea</i>	67,68	Muito abundante	425,6
7.Mutá	<i>L. acuta</i>	40,0	Muito numerosa	99,2
Campanha Amostral 2				
1.Tainheiros	<i>A. brasiliana</i>	66,11	Muito abundante	400,0
2.Ilha de Maré	<i>A. brasiliana</i>	41,66	Abundante	32,0
3.Suape	<i>A. agilis</i>	35,29	Muito numerosa	28,8
4.Acupe	<i>N. virginea</i>	33,33	Muito numerosa	19,2
5.Bom Jesus dos Pobres	<i>N. virginea</i>	41,25	Abundante	52,8
6.Salinas da Margarida	<i>N. virginea</i>	84,5	Muito abundante	313,6
7.Mutá	<i>A. brasiliana</i>	35,0	Muito numerosa	57,6
Campanha Amostral 3				
1.Tainheiros	<i>A. brasiliana</i>	67,54	Muito abundante	246,4
2.Ilha de Maré	<i>L. acuta</i>	60,87	Abundante	112,0
3.Suape	<i>A. brasiliana</i>	44,44	Abundante	12,8
4.Acupe	<i>L. acuta</i>	55,21	Abundante	84,8
5.Bom Jesus dos Pobres	<i>Orbinidae sp1</i>	18,75	Numerosa	19,2
6.Salinas da Margarida	<i>N. virginea</i>	77,00	Muito abundante	699,2
7.Mutá	<i>A. brasiliana</i>	64,00	Muito abundante	315,2
Campanha Amostral 4				
1.Tainheiros	<i>A. brasiliana</i>	48,93	Abundante	292,8
2.Ilha de Maré	<i>L. acuta</i>	35,09	Muito numerosa	32,0
3.Suape	<i>L. acuta</i>	60,94	Abundante	62,4
4.Acupe	<i>L. acuta</i>	45,45	Abundante	16,0
5.Bom Jesus dos Pobres	<i>Armandia sp.</i>	31,46	Muito numerosa	116,8
6.Salinas da Margarida	<i>N. virginea</i>	82,35	Muito abundante	492,8
7.Mutá	<i>N. virginea</i>	65,00	Muito abundante	278,4
Campanha Amostral 5				
1.Tainheiros	<i>A. brasiliana</i>	68,99	Muito abundante	427,2
2.Ilha de Maré	<i>L. acuta</i>	41,05	Abundante	62,4
3.Suape	<i>L. acuta</i>	75,00	Muito abundante	105,6
4.Acupe	<i>A. brasiliana</i>	37,39	Muito numerosa	68,8
5.Bom Jesus dos Pobres	<i>D. quadrilucata</i>	37,00	Muito numerosa	102,4
6.Salinas da Margarida	<i>N. virginea</i>	75,60	Muito abundante	728,0
7.Mutá	<i>N. virginea</i>	78,00	Muito abundante	230,4
Campanha Amostral 6				
1.Tainheiros	<i>A. brasiliana</i>	38,40	Muito numerosa	315,2
2.Ilha de Maré	<i>A. brasiliana</i>	39,47	Muito numerosa	24,0
3.Suape	<i>L. acuta</i>	35,18	Muito numerosa	30,4
4.Acupe	<i>N. virginea</i>	52,11	Abundante	59,2
5.Bom Jesus dos Pobres	<i>Armandia sp</i>	19,23	Numerosa	16,0
6.Salinas da Margarida	<i>N. virginea</i>	85,40	Muito abundante	644,8
7.Mutá	<i>L. acuta</i>	67,00	Muito abundante	289,6

* Vide Quadro 1, Anexo A: Bionomia das espécies.

Na natureza é comum a ocorrência de poucas espécies abundantes e muitas raras (RICKLEFS, 2003).

Anomalocardia brasiliana e *Neritina virginea* dominaram em Tainheiros e Salinas da Margarida, respectivamente.

A. brasiliana variou entre “muito numerosa” a “muito abundante”, contribuindo para os valores das densidades em Tainheiros (1). Entretanto, é necessário registrar que, devido ao alcance da maturidade reprodutiva, quando o tamanho dos indivíduos ainda é menor ao de interesse extrativista, as populações se mantêm no ecossistema permitindo que, apesar da pressão antrópica, persista no ecossistema e se desenvolva no ambiente do mesolitoral (PESO, 1980).

Como já discutido, esta é uma área sob a influência de grande adensamento populacional humano, com o aporte de esgotos de várias naturezas para o ecossistema aquático da região. Esgotos ricos em matéria orgânica, quando em decomposição, reduzem o teor de oxigênio dissolvido no substrato. A adaptação às condições de hipoxia no sedimento, não desfavorece a presença de *A. brasiliana*, em relação a outras espécies, tornando-se um bom bioindicador da poluição orgânica (TAVARES *et al.*, 1988; BOEHS *et al.*, 2008).

Em Salinas da Margarida (6) a espécie *N. virginea* foi classificada como “muito abundante” em todas as campanhas amostrais (**Tabela 6**). Esta localidade está sob a influência da foz do Rio Paraguaçu, contribuindo com aportes de matéria orgânica, utilizados como alimento pelos organismos bentônicos (RYGG, 1986; TAVARES *et al.*, 1988; BRASIL, 1993; GOMES *et al.*, 1995; SIMBOURA *et al.*, 1995; MESTRINHO, 1998; VENTURINI & TOMMASI, 2004).

Neritina virginea é comumente encontrada em regiões de estuário, principalmente próximo a foz de rios, em locais sob forte influência marinha (BOEHS *et al.*, 2004). Isto se deve à eurialinidade da espécie, que lhe permite suportar amplas faixas de salinidade, em todas as suas fases do desenvolvimento (BARROSO & MATTEWS-CASCON, 2009; ORTIZ & BLANCO, 2012), mantendo a sua capacidade reprodutiva em uma grande amplitude de variação salina (NETA & SILVA, 2013).

Após a reprodução, os recrutas da *N. virginea* migram rio acima e quando alcançam a maturidade sexual, põe cápsulas ovíferas com centenas de ovos, que são carregados em direção ao mar, onde encontram as condições favoráveis para o seu

desenvolvimento (BLANCO & SCATENA, 2005, 2006, 2007). É uma espécie que se adapta melhor a salinidades mais altas do que outras espécies do mesmo gênero, tais como *N. zebra* (BARROSO & MATTEWS-CASCON, 2009), que é comumente encontrado em manguezais de baías, dominando numericamente nos locais mais protegidos, como no interior do Golfo de Urabá na costa do Caribe (ORTIZ & BLANCO, 2012).

Comunidades bentônicas com altas densidades, porém dominadas por poucas espécies bem adaptadas às condições às quais estão submetidas, são sinal de instabilidade (SIMBOURA *et al.*, 1995). É o que se observa em Tainheiros (1) e Salinas da Margarida (6), nas quais as densidades diferem significativamente das demais estações deste estudo.

Por sua vez, entre os Annelida - Polychaeta, *Laeonereis acuta* (Nereididae) foi “muito abundante” em Suape (Estação 3) e Mutá (Estação 7) e “abundante” em Ilha de Maré (Estação 2) e Acupe (Estação 4). Esta é uma espécie estuarina (LIMA *et al.*, 2007), alimentador de depósitos, cujas necessidades nutricionais são obtidas a partir da fração orgânica do sedimento que é ingerido, indicando a condição local do sedimento onde vive. Mudanças na qualidade do sedimento afetam o desempenho biológico destes organismos (PALOMO *et al.*, 2004). É uma importante espécie sentinela. em regiões de estuário, uma vez que é capaz de acumular elementos traço tais como As, Cd e Cu, em concentrações maiores que as permitidas pela legislação brasileira, resolução CONAMA 20/1986 (CRAVO *et al.*, 2009; SANDRINI *et al.*, 2008; LIMA *et al.*, 2011). Espécie sentinela é aquela que por ser vulnerável à exposição a contaminantes, torna-se boa indicadora da contaminação ambiental (BOSSART, 2006). Todavia, responde à exposição de HPAs derivados de petróleo na BTS, sendo os poliquetas o grupo taxonômico mais abundante nas cercarias da RLAM. *Laeonereis acuta* e *Sigambra grubii* destacaram-se numericamente em locais sabidamente impactados (PESO-AGUIAR *et al.*, 2000; VENTURINI *et al.*, 2008).

Em Suape (3), sob a influência direta das atividades da RLAM, *L. acuta* foi a espécie mais representativa (73% do grupo Annelida - 92%), no local de atividade de refino, considerada mais impactante que as atividades de extração e transporte, sugerindo tratar-se de uma espécie oportunista (PESO-AGUIAR *et al.*, 2000).

Espécies oportunistas são geralmente de crescimento rápido, podendo alcançar altas densidades e comuns em sistemas perturbados, geralmente sendo os primeiros colonizadores (BOER & PRINS, 2002).

Em Mutá (7), *L. acuta* também foi “muito abundante”. Todavia, trata-se de uma localidade que já foi utilizada como área controle de estudos relacionados à contaminação química de estuários na BTS, com baixas concentrações de HPAs de origem pirolítica, sob um incipiente grau de urbanização e ausência de instalações industriais (QUEIROZ *et al.*, 2005; CELINO & QUEIROZ, 2006). Nesta localidade não há presença pontual de espécies caracteristicamente intolerantes à poluição.

L. acuta foi “abundante” em Ilha de Maré (2), local sob a influência de indústrias instaladas na baía de Aratu e de navegação associada ao Porto de Aratu, que atende ao Pólo Petroquímico de Camaçari (AMADO FILHO *et al.*, 2008). A Baía de Aratu apresenta um agravamento do grau de comprometimento ambiental por HPAs, de baixa massa molecular, superada somente por áreas com atividades industriais, como Subaé e Acupe (Estação 4), que merecem estudos mais detalhados (QUEIROZ *et al.*, 2005).

Por suas características, *Laonereis acuta* pode adaptar-se bem a situações de estresse ambiental geradas por contaminantes, em especial relacionadas com o petróleo, exploração e refino, ou navegação portuária e turística (PESO-AGUIAR *et al.*, 2000; QUEIROZ *et al.*, 2005; AMADO FILHO *et al.*, 2008; VENTURINI *et al.*, 2008).

4.2.4. *Diversidade Biológica*

A diversidade biológica é a medida da distribuição do número total de indivíduos entre as populações registradas numa comunidade (PRIMACK & EFRAIM, 2001). Quanto maior a diversidade, maior a estabilidade da comunidade, o que faz com que suportem melhor situações de estresse ambiental (RICKLEFS, 2003).

Os Índices de Diversidade são utilizados para combinar a riqueza de espécies e a uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as populações que compõe as comunidades, revelando a contribuição proporcional de cada espécie (RICKLEFS, 2003; TOWNSEND *et al.*, 2010).

O índice de Shannon-Wiener, um dos mais usados em Ecologia, considera o número de espécies da amostra e a proporcionalidade dos indivíduos que se distribui entre elas. Na eventualidade de todos os indivíduos representados pertencerem a uma mesma espécie, o H' é igual a zero (0), traduzindo a nulidade da diversidade específica. Por sua vez, o índice de Margalef (D_{Mg}) indica a relação entre o número de espécies totais e o número total de indivíduos de uma comunidade. Uma amostra procedente de uma comunidade pobre em espécies resulta em um índice baixo (COGNETTI *et al.*, 2001). Magurran (1988) sugeriu um valor de $H' = 1,5$ como um “limite mínimo” indicativo de comunidades estruturalmente em equilíbrio.

O que se espera é que em locais não poluídos sejam encontrados os maiores índices de diversidade refletidos em maiores valores de H' , e reciprocamente, em locais poluídos espera-se encontrar menores índices refletidos nos menores valores de H' (HACK *et al.*, 2007).

A Equitatividade (J) expressa quão equilibrada é a distribuição da abundância entre as espécies dentro de uma comunidade. Uma alta equitatividade ocorre quando as espécies têm, virtualmente, a mesma abundância, e isso ocorre quando há alta diversidade. Porém, sabe-se que a equitatividade perfeita não é característica do mundo real (MAGURRAN, 1988).

Considerando as informações obtidas através das comunidades investigadas nas estações de amostragem da BTS, o **Quadro 3** e a **Figura 18** apresentam os valores dos parâmetros estimados para a diversidade zoobentônica neste estudo.

Quadro 3 - Parâmetros da Diversidade do zoobentos do mesolitoral da BTS.

Estação/Campanha Amostral	H'	D _{Mg}	J
1.Tainheiros /1	1,992	4,803	0,3883
1.Tainheiros /2	1,557	5,818	0,3034
1.Tainheiros /3	1,339	3,502	0,2611
1.Tainheiros /4	2,000	4,726	0,3899
1.Tainheiros /5	1,407	3,189	0,2744
1.Tainheiros /6	2,244	6,41	0,4373
2.Ilha de Maré /1	1,912	4,28	0,3727
2.Ilha de Maré /2	1,574	1,808	0,3067
2.Ilha de Maré /3	1,345	2,318	0,2621
2.Ilha de Maré /4	1,842	2,968	0,3591
2.Ilha de Maré /5	1,685	3,302	0,3284
2.Ilha de Maré /6	1,966	2,749	0,3833
3.Suape /1	2,339	4,654	0,456
3.Suape /2	1,896	3,306	0,3695
3.Suape /3	1,211	1,038	0,2361
3.Suape /4	1,525	2,645	0,2974
3.Suape /5	1,091	2,233	0,2126
3.Suape /6	1,704	2,006	0,3322
4.Acupe /1	1,515	2,156	0,2954
4.Acupe /2	1,606	1,953	0,313
4.Acupe /3	1,551	2,41	0,3023
4.Acupe /4	1,619	1,941	0,3156
4.Acupe /5	1,826	3,794	0,3559
4.Acupe /6	1,731	3,754	0,3374
5.Bom Jesus dos Pobres /1	2,025	2,338	0,3948
5.Bom Jesus dos Pobres /2	1,871	2,738	0,3647
5.Bom Jesus dos Pobres /3	2,438	3,607	0,4752
5.Bom Jesus dos Pobres /4	1,911	2,938	0,3725
5.Bom Jesus dos Pobres /5	2,073	3,493	0,4041
5.Bom Jesus dos Pobres /6	2,301	3,037	0,4486
6.Salinas da Margarida /1	1,024	1,507	0,1996
6.Salinas da Margarida /2	0,717	2,203	0,1398
6.Salinas da Margarida /3	1,009	2,839	0,1967
6.Salinas da Margarida /4	0,787	2,87	0,1534
6.Salinas da Margarida /5	1,013	2,656	0,1975
6.Salinas da Margarida /6	0,659	2,274	0,1285
7.Mutá /1	1,481	1,787	0,2888
7.Mutá /2	2,121	3,66	0,4135
7.Mutá /3	1,252	1,922	0,2441
7.Mutá /4	1,253	2,506	0,2443
7.Mutá /5	1,378	2,982	0,2686
7.Mutá /6	1,196	2,679	0,2331

Legenda: H' = Shannon-Wiener; D_{Mg} = Riqueza de Espécies de Margalef; J = Equitatividade

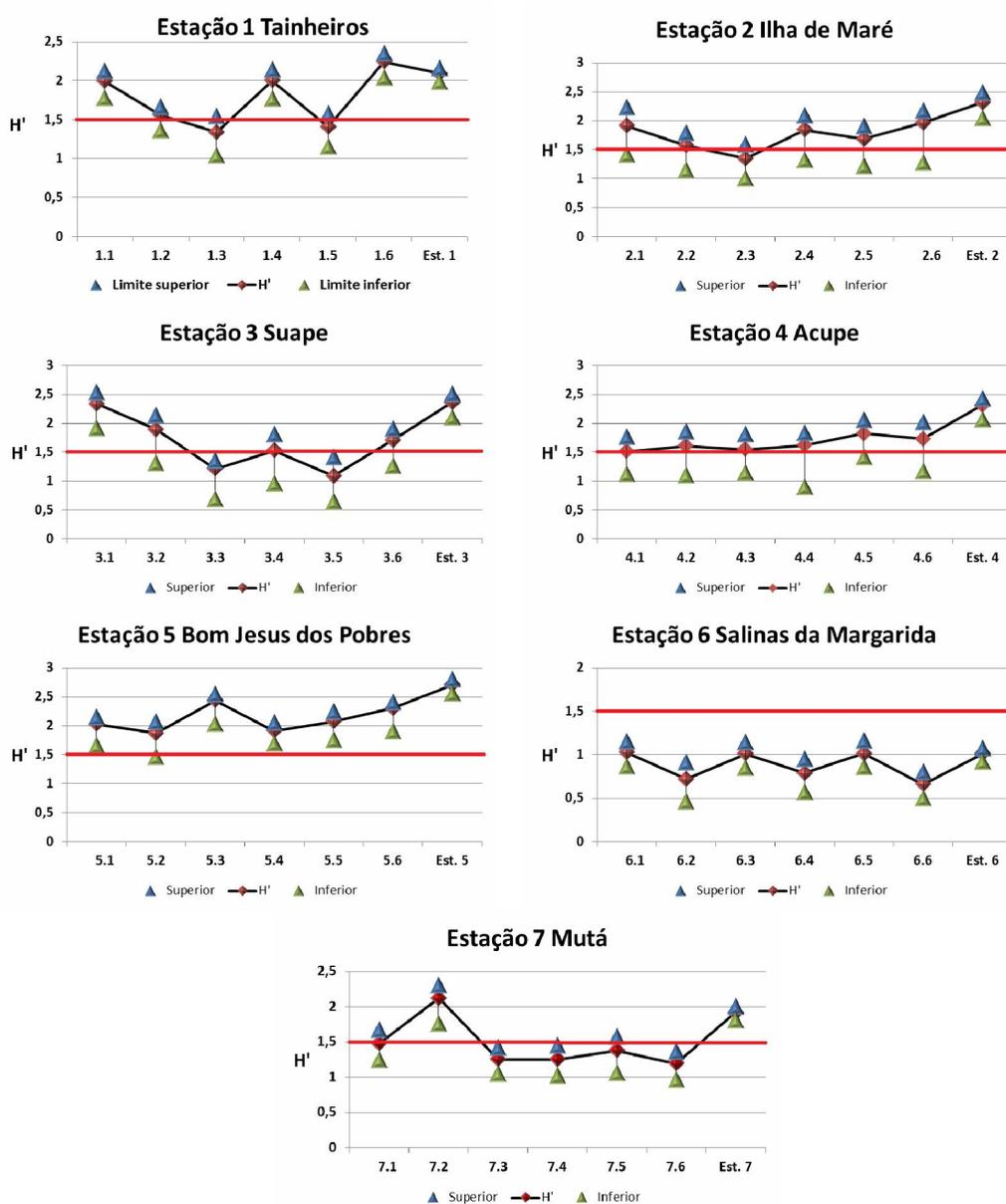


Figura 18 – Índices temporais de Shannon-Wiener (H') nas estações em cada uma das campanhas amostrais na BTS

Apenas nas estações Acupe (4) e Bom Jesus dos Pobres (5), não ocorreram Índice de Shannon-Wiener (H') com valores inferiores ao limite mínimo de Magurran (1988). ($H'= 1,5$) (**Figura 18**). Todavia, ocorreram registros menores que $H'=1,5$ nas estações: Tainheiros, durante as campanhas 3^a ($H'=1,339$) e 5^a ($H'=1,407$), Ilha de

Maré, na 3ª campanha ($H'=1,345$), Suape na 3ª e 5ª campanhas, respectivamente ($H'=1,211$ e $H'=1,091$). Em Salinas da Margarida os valores foram inferiores em todas as campanhas realizadas e enquanto Mutá mostrou resultado similar exceto na 2ª campanha ($H'=2,121$). Deste modo, a equitatividade (J) revelou baixos valores, corroborando os baixos índices de diversidade estimados (**Tabela 6 e Figura 18**).

Em Tainheiros, Ilha de Maré e Suape, independentemente das atividades antrópicas existentes nessas estações, os índices revelaram a indicação de uma relativa adaptação das comunidades ao ambiente colonizado.

Ilha de Maré, está localizada à frente do Porto de Aratu e sob a influência do Canal de Cotegipe, vulnerável aos impactos resultantes das intensas atividades portuárias aí existentes, destacando-se entre eles os do porto do complexo industrial da Dow Química, do Moinho Dias Branco (Terminal Portuário Cotegipe - TPC), o Porto da Ford e inúmeras outros estaleiros de pequeno porte, que impõe uma contribuição antropogênica significativa através do escoamento de produtos e insumos industriais, da movimentação de navios, cargas e descarte de efluentes líquidos, entre outros (CONSÓRCIO HYDROS - CH2MHILL, 2004; AMADO FILHO *et al.*, 2008; SANT'ANNA Jr. *et al.*, 2010).

Suape, distrito do município de Madre de Deus, está inserido em uma região sob influência das atividades da PETROBRÁS, relativas à exploração, o transporte e o refino de petróleo (RLAM), causando impacto sobre o biota bentônico do meso e infralitoral (TAVARES *et al.*, 1988; TAVARES *et al.*, 1999; PESO AGUIAR *et al.*, 2000; MARTINS *et al.*, 2005; JAMBEIRO, 2006; VENTURINI *et al.*, 2008).

No Município de Santo Amaro, onde se localiza Acupe, durante 33 anos funcionou uma siderurgia de chumbo (Plumbum/COBRAC), localizada a 300m do rio Subaé, destino final dos seus efluentes, cujos elementos presentes no minério de chumbo contaminaram os sedimentos com Pb, Cd, As e Zn (ROCHA *et al.*, 2012). Sendo assim, o rio Subaé, um dos principais tributários da BTS, ainda hoje é a principal fonte de elementos traço, cujo passivo ambiental deixado pela Plumbum/COBRAC persiste (HATJE *et al.*, 2006).

Em Bom Jesus dos Pobres, foram registrados os maiores valores da Diversidade de Shannon-Wiener, entre $H'= 1,871$ (2ª campanha) e $H'=2,438$ (3ª campanha), (**Quadro 3**). Considerando os resultados apresentados por Consórcio Hydros –

CH2MHILL (2004), a estação de Bom Jesus dos Pobres (5) é considerada uma área não poluída da BTS, enquanto Peso-Aguiar (1995) em seu estudo sobre *Macoma constricta*, como biomonitor da presença crônica do petróleo na BTS, utilizou esta localidade como área de referência. Estudo comparativo da expressão de micronúcleos, como biomarca de poluição química em populações de *Macoma constricta*, realizado por Jambeiro (2006), também sugeriu Bom Jesus dos Pobres como uma área não poluída.

Por sua vez, em Salinas da Margarida, resultados apresentados em Consórcio Hydros – CH2MHILL (2004) referenciam esta localidade como uma das áreas críticas da BTS. Neste estudo, as alterações temporais estimadas para a estrutura da comunidade zoobentônica assinalou baixos índices de diversidade (de $H' = 0,6594$, 6ª campanha, a $H' = 1,024$ na 1ª campanha) induzidos pela baixíssima equitatividade revelada entre as populações da comunidade, considerando a dominância do gastrópodo *Neritina virginea*, registrado como muito abundante em todas as campanhas temporais realizadas (**Tabela 6**).

Finalmente, Mutá, área pouco urbanizado e sem instalações industriais, vem sendo utilizada como área de referência em estudos relacionados à contaminação química dos sedimentos na BTS (QUEIROZ *et al.*, 2005; CELINO & QUEIROZ, 2006).

Uma análise sintética do nível global da diversidade zoobentônica nas estações da grade amostral da BTS pode ser realizada através da **Figura 19**. Os valores dos índices de Diversidade de Shannon-Wiener expressados para as estações do mesolitoral investigado revela o nível de homeostase da diversidade zoobentônica ao longo das seis campanhas de amostragem realizadas neste estudo.

Assim, entre as áreas pesquisadas, apenas a estação Salinas da Margarida indicou uma instabilidade no equilíbrio ecológico de sua comunidade zoobentônica, interpretada como uma consequência do desequilíbrio quantitativo registrado na grande dominância do pequeno molusco gastrópode *Neritina virginea*, cujo comportamento reprodutivo, é favorecido pelas condições nutricionais e ambientais ao desenvolvimento dos recrutas que aproveitam o oportunismo das condições naturais favoráveis disponíveis, sem indução antrópica.

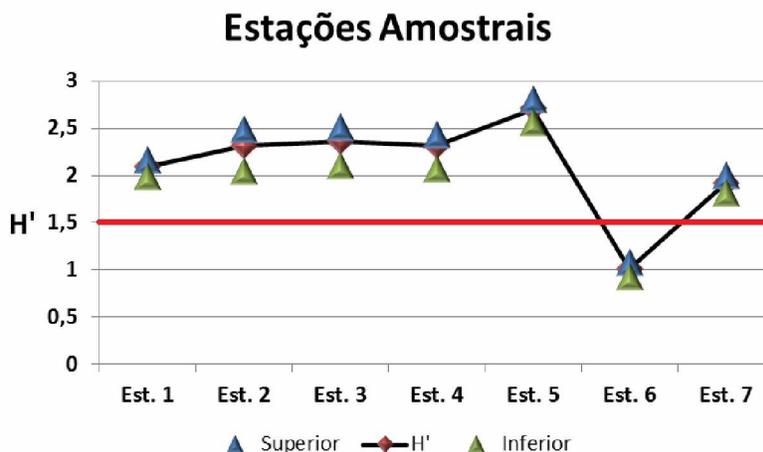


Figura 19 – Índices de Shannon-Wiener das estações durante todo o período amostral na BTS

4.2.5. *Riqueza de Espécies*

A Riqueza de Espécies é uma das medidas da estrutura de comunidades, relacionada ao número de espécies que a compõe (PRIMACK & EFRAIM, 2002, RICKLEFS, 2003).

Nas estações deste estudo na Baía de Todos os Santos, foram coletadas 167 espécies representando os seguintes filos: Porifera (1 UT), Cnidaria (1 UT), Nemertea (3 UT's), Nematoda (1 UT), Annelida (70 UT's), Sipuncula (1 UT), Artropoda (40 UT's), Mollusca (42 UT's), Ectoprocta (2 UT's), Echinodermata (4 UT's) e Chordata (2 UT's) (**Figura 20 e Tabela 1**), totalizando onze filos zoobentônicos.

Dentre os 167 UT's registradas, 152 pertencem aos filos mais abundantes: Annelida (70 UT's), Mollusca (42 UT's) e Arthropoda (40 UT's), enquanto as 15 UT's, remanescentes, incluem os representantes dos demais filos amostrados (**Figura 20 e Tabela 1**).

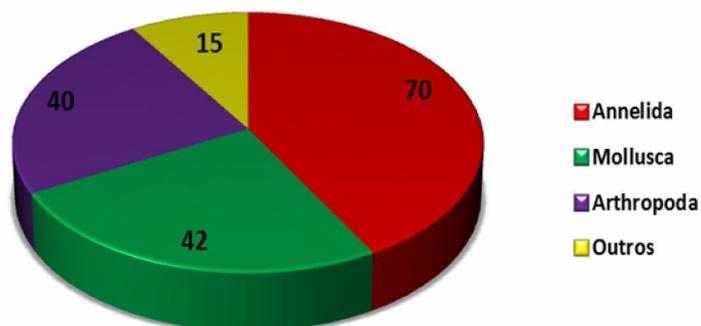


Figura 20 – Distribuição da Riqueza de Espécies pertencentes aos diferentes filos na Baía de Todos os Santos

A distribuição espacial da riqueza de espécies registrou em Tainheiros: 103 UT's, Ilha de Maré: 54 UT's, Suape: 46 UT's, Acupe: 39 UT's, Bom Jesus dos Pobres: 42 UTs, Salinas da Margarida: 46 UT's e Mutá: 43 UT's (**Figura 21 e Tabela 1**).

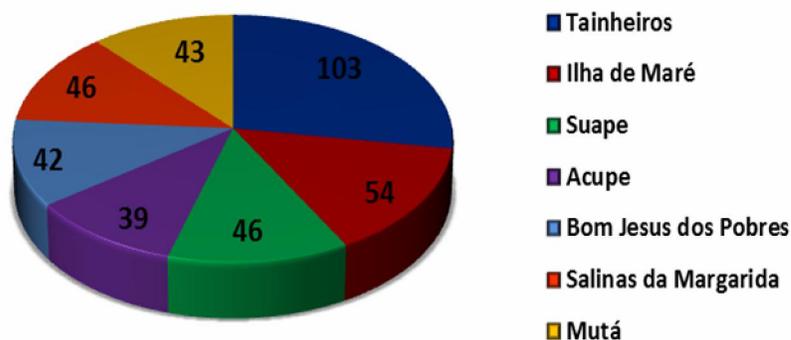


Figura 21 - Distribuição da Riqueza nas sete estações amostrais da Baía de Todos os Santos

Através da análise de ANOVA, realizada para a comparação da riqueza de espécies entre estações, foi evidenciado que a estação Tainheiros diferiu significativamente ($p < 0,05$) das demais estações, apresentando um número de espécies notadamente superior. Por sua vez, na Ilha de Maré, Suape, Acupe, Bom Jesus dos Pobres, Salinas da Margarida e Mutá, não diferiram significativamente entre si (**Tabela 7 e Figura 22**).

Tabela 7 - Resultados ANOVA para o parâmetro médio da Riqueza de espécies ($p < 0,05$ = significância) para as Comunidades Bentônicas

Estações Amostrais	1.Tainheiros	2.Ilha de Maré	3.Madre de Deus	4.Acupe	5.Bom Jesus dos Pobres	6.Salinas da Margarida	7.Mutá
1.Tainheiros	-	-	-	-	-	-	-
2.Ilha de Maré	0,008596	-	-	-	-	-	-
3.Madre de Deus	0,000305	0,161158	-	-	-	-	-
4.Acupe	0,000305	0,161158	1	-	-	-	-
5.Bom Jesus dos	0,001995	0,484842	0,489125	0,489125	-	-	-
6.Salinas da	0,003125	0,603123	0,38816	0,38816	0,862269	-	-
7.Mutá	0,001780	0,457451	0,516507	0,516507	0,965398	0,828339	-

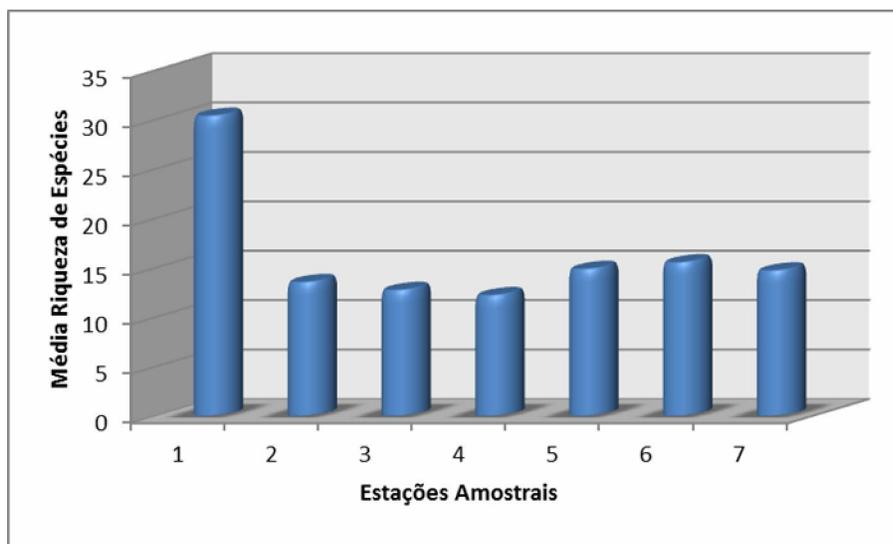


Figura 22 - Média das Riquezas de Espécies das comunidades zoobentônicas na Baía de Todos os Santos (09/2010 a 10/2011).

A comunidade de Tainheiros se destacou tanto pela sua riqueza de espécies – 30,33 UT's (Tabela 7 e Figura 22) quanto pela sua densidade – 770,13 n/m² - (Tabela 2 e Figura 16).

Esta estação foi apontada como uma área crítica da BTS (CONSÓRCIO HYDROS CH2MHILL, 2004) associada à alteração da qualidade da água, advinda da influência de esgotos domésticos, ricos em matéria orgânica, utilizado como alimento pelos organismos bentônicos (RYGG, 1986; BOEHS *et al.*, 2008).

Dentre as 167 UT's amostradas 115 pertencem aos filos mais abundantes: Annelida (71 UT's) e Mollusca (44 UT's). Este resultado é condizente com ao que se espera para regiões de mesolitoral em todo o globo (McLACLAN & BROWN, 2006), já referenciado para a BTS (PESO-AGUIAR *et al.*, 2000; VENTURINI *et al.*, 2008), revelando a importância destes grandes grupos na composição da estrutura das comunidades zoobentônicas.

Os resultados da Riqueza de Espécies em Tainheiros foram corroborados pela contribuição da riqueza de espécies de Mollusca (**Tabela 8 e Figura 23**) e de Annelida (**Tabela 9 e Figura 24**), quanto à participação destes filos na formação da comunidade zoobentônica do mesolitoral da BTS. Todavia, o filo Mollusca em Madre de Deus, Acupe, Bom Jesus dos Pobres e Salinas da Margarida mostrou diferenças significativas, entre algumas campanhas, enquanto a riqueza do filo Annelida em tainheiros diferiu significativamente de todas as demais estações.

Tabela 8 - Resultados ANOVA para o parâmetro médio da Riqueza de espécies ($p < 0,05$ = significância) para as Comunidades do filo Mollusca

Estações Amostrais	1.Tainheiros	2. Ilha de Maré	3. Madre de Deus	4. Acupe	5. Bom Jesus dos Pobres	6. Salinas da Margarida	7. Mutá
1.Tainheiros	-	-	-	-	-	-	-
2.Ilha de Maré	0,000038	-	-	-	-	-	-
3.Madre de Deus	0,000002	0,252817	-	-	-	-	-
4.Acupe	0,000007	0,443466	0,711052	-	-	-	-
5.Bom Jesus dos	0,002537	0,164142	0,01768	0,041502	-	-	-
6.Salinas da	0,001838	0,204861	0,023687	0,054237	0,90164	-	-
7.Mutá	0,00003	0,797628	0,389459	0,621628	0,114561	0,144169	-

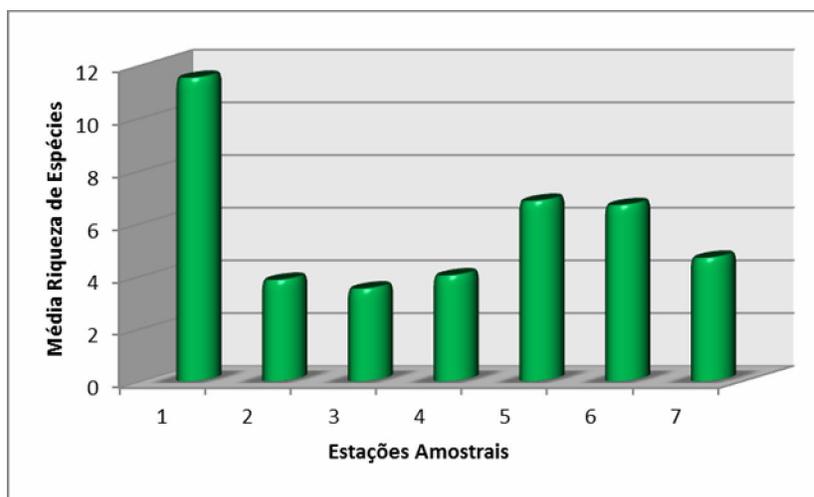


Figura 23 - Médias das Riquezas de Espécies do Filo Mollusca na Baía de Todos os Santos (09/2010 a 10/2011)

Tabela 9 - Resultados ANOVA para o parâmetro média da Riqueza de espécies ($p < 0,05$ = significância) para as Comunidades do filo Annelida

Estações Amostrais	1.Tainheiros	2.Ilha de Mare	3.Madre de Deus	4.Acupe	5.Bom Jesus dos Pobres	6.Salinas da Margarida	7.Mutá
1.Tainheiros	-	-	-	-	-	-	-
2.Ilha de Mare	0,025629	-	-	-	-	-	-
3.Madre de Deus	0,005234	0,435846	-	-	-	-	-
4.Acupe	0,000481	0,091243	0,367028	-	-	-	-
5.Bom Jesus dos	0,002258	0,264859	0,741627	0,564586	-	-	-
6.Salinas da	0,00642	0,487289	0,934261	0,325622	0,680382	-	-
7.Mutá	0,002796	0,302312	0,80463	0,510632	0,934261	0,741627	-

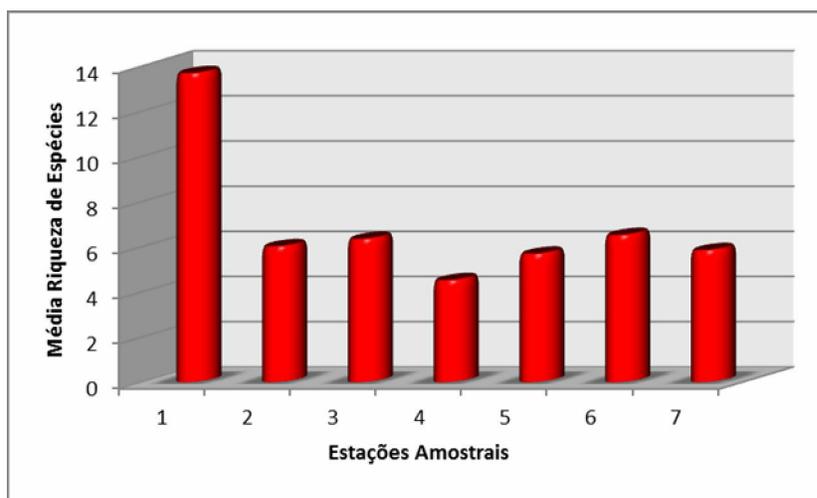


Figura 24 - Médias das Riquezas de Espécies do Filo Annelida na Baía de Todos os Santos (09/2010 a 10/2011)

Moluscos e anelídeos ocupam nichos distintos nos ecossistemas, principalmente no que diz respeito à alimentação, buscando seus nutrientes em diferentes fontes. Moluscos são predominantemente filtradores, e se alimentam da matéria orgânica em suspensão na coluna d'água, enquanto os anelídeos são alimentadores de depósito e obtêm seu alimento a partir da matéria orgânica presente na superfície do sedimento ingerido (NYBAKKEN, 1993).

4.2.6. *Frequência de Ocorrência*

Os filos Annelida, Mollusca e Arthropoda foram 100% frequentes em todas as estações de amostragem. Resultados similares foram encontrados em Peso - Aguiar *et al.* (2000) e Venturini *et al.* (2008).

Dentre as 167 espécies registradas neste estudo, somente nove, ocorreram em todas as sete estações amostrais, ou seja, tiveram 100% de frequência de ocorrência no estudo (*Capitellidae sp.1*, *Glycinde sp.*, *Laeonereis acuta*, *Neritina virginea*, *Lucina pectinata*, *Tellina sp.*, *Tellina sp.1*, *Macoma constricta* e *Anomalocardia brasiliana* (**Quadro 1 Anexo A**).

Dentre as espécies de bivalves 100% frequentes nas estações da BTS, *L. pectinata* e *A. brasiliana* são aquelas de maior interesse extrativista para consumo humano sendo popularmente conhecidas como lambreta e papa-fumo, respectivamente.

De acordo com Tavares *et al.* (1988), dentre a grande variedade de bivalves na BTS, a espécie *A. brasiliana* foi encontrada no mesolitoral e muito abundante em todas as localidades do estudo. Todavia, Souto & Martins (2009) ressaltam a ocorrência em Acupe, da população de *A. brasiliana* como a mais explorada no manguezal local, além da ostra (*Cassostrea rhizophorae*) e de mais três espécies vulgarmente identificadas como “sururu” (*Mytella guyanensis*, *Mytella falcata*), “machadinho” (*Brachidontes exustus*) e “suru-de-velho” (*Cyrtopleura costata*). Peso (1980) cita *A. brasiliana* como esta espécie de bivalve como a mais frequente e dominante na costa brasileira.

4.2.7. *Índices de Similaridade*

A classificação é um tratamento matemático que permite organizar sobre um gráfico a dispersão de informações, de tal modo que aquelas mais similares são grupadas em um dendrograma.

Em estudos de comunidades, após a classificação, a ordenação produz grupos de comunidades relacionadas, cujas comunidades que apresentam uma composição de espécies similares, são agrupadas em subconjuntos e os subconjuntos similares podem ser agrupados, em sequencia, se assim se desejar (TOWSEND *et al.*, 1988).

Neste contexto, no dendrograma de similaridade, com base na composição quantitativa das comunidades, foi possível visualizar os grupamentos resultantes das distâncias ecológicas entre as estações amostrais, através dos percentuais de similaridade estimados entre si (**Figura 25**).

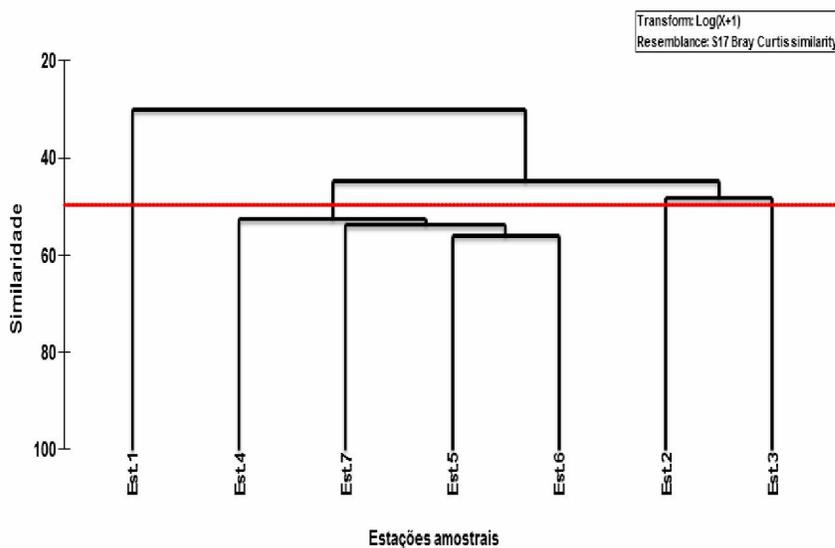


Figura 25 – Dendrograma de Similaridade Quantitativa das estações amostrais da BTS

Considerando um corte no dendrograma, no nível de 50% de similaridade, as estações referenciadas como Bom Jesus dos Pobres (5) e Salinas da Margarida (6), gruparam-se com 55,91%, unindo-se a elas, sequencialmente, as estações Mutá (7) com 53,47%, e Acupe (4) com 52,35%. As estações Ilha de Maré (2) e Suape (3) gruparam-se com 48,09% de similaridade entre si, formando um novo grupo, representando junto com o grupo anteriormente formado, um novo grupamento de estações que representaram 44,66% de similaridade. A este grande grupamento uniu-se a estação Tainheiros (1) com apenas 30,06% de similaridade (**Figura 25**).

Com base nesta classificação, o nMDS (non-Metric Multidimensional Scaling), traduziu as condições impostas pela classificação da matriz de similaridade (CLARKE & WARWICK, 2001), através do mapa tridimensional apresentado na **Figura 26**.

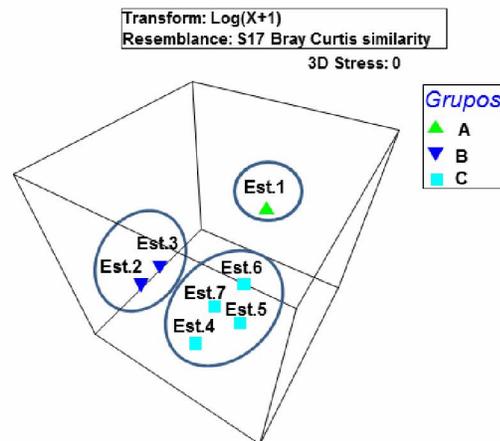


Figura 26 – Mapa tridimensional (nMDS) da similaridade quantitativa zoobentônica entre as estações da BTS

Com base na composição quantitativa das comunidades investigadas, através do mapa tridimensional gerado pelo nMDS, (Stress=0), foi evidenciada a separação de dois grupamentos de estações (**B** e **C**) independentes, com a exclusão da estação 1 (**A**). A confiabilidade na representação gráfica, está referendada na citação de Clarke & Warwick (2001), com stress igual a zero.

Destacaram-se três grupos de estações identificados como grupos **A** (Tainheiros - 1), **B** (Ilha de Maré - 2 e Suape - 3) e **C** (Acupe - 4, Bom Jesus dos Pobres – 5, Salinas da Margarida – 6 e Mutá - 7), evidenciados através do SIMPER.

Em continuidade o tratamento realizado através do SIMPER (Similarity Percentages) descreveu a contribuição percentual de cada população para a expressão da similaridade e/ou dissimilaridade dentro e entre os grupos formados a partir do nMDS.

Considerando a dispersão dos grupos das estações, revelou o grupo **B** (Ilha de Maré - 2 e Suape - 3) destacado pela contribuição das populações de *Laeonereis acuta* (15,08%), *Glycinde sp.* (7,01%), *Glycinde multidentis* (4,22%) e *Capitellidae sp1* (4,22%) pertencentes ao filo Annelida, expressando 30,53% da similaridade interna entre essas estações. Por sua vez, no grupo **C**, as populações de *Neritina virginea* (12,15%), *Anomalocardia brasilliana* (11,68%), *Lucina pectinata* (6,60%) e *Tellina sp.*

(4,93%), todas pertencentes ao filo Mollusca, foram responsáveis pela expressão de 35,36% da similaridade interna do grupo (**Figura 26**).

Por sua vez, o distanciamento ecológico entre os grupos **B** e **C**, foi expresso pela dissimilaridade quantitativa (55,34%), onde se destacou a contribuição do filo Mollusca, responsável por 24,12% desta distância. O **Quadro 4** ilustra as principais contribuições das populações relativas ao filo Mollusca.:

Quadro 4 – Lista das populações do filo Mollusca que mais contribuíram para a dissimilaridade quantitativa entre os grupos **B** e **C**

População	Contribuição individual %	Contribuição cumulativa %
<i>Neritina virgineá</i>	5.45	5.45
<i>Lucina pectinata</i>	3.00	8.45
<i>Divaricella quadrisulcata</i>	2.57	11.02
<i>Olivella mutica</i>	2.21	13.23
<i>Tellina anqulosa</i>	2.20	15.43
<i>Olivella minuta</i>	2.07	17.50
<i>Tellina spz</i>	1.86	19.36
<i>Tellina sc</i>	1.85	21.21
<i>Macoma constricta</i>	1.72	22.93
<i>Tellina nitens</i>	1.19	24.12
Sub total Filo Mollusca		24,12

Considerando o isolamento do grupo **A**, nota-se que este é formado por apenas uma estação amostral. Todavia, a distância ecológica entre os grupos **A** e **B** resultou em 71,34% de dissimilaridade quantitativa, onde 27,18% deste valor foi atribuído às contribuições registradas para o filo Annelida. O **Quadro 5** ilustra as populações do filo Annelida que mais contribuíram para este resultado:

Por sua vez, a distância ecológica entre os grupos **A** e **C** resultou em 69,25% de dissimilaridade, sendo a contribuição do filo Annelida responsável por 29,57% desta distância.

O **Quadro 6** ilustra as populações pertencentes ao filo Annelida que mais contribuíram para este percentual:

Quadro 5 – Lista das populações do filo Annelida que mais contribuíram para a dissimilaridade quantitativa entre os grupos **A** e **B**

População	Contribuição individual %	Contribuição cumulativa %
<i>Cirratulidae sp1</i>	2.98	2.98
<i>Cirratulidae sp2</i>	2.51	5.49
<i>Laeonereis acuta</i>	2.36	7.85
<i>Naineris sp</i>	2.31	10.16
<i>Cirriformia sp1</i>	2.25	12.41
<i>Nereis sp</i>	2.10	14.51
<i>Siqambra sc</i>	1.66	16.17
<i>Naineris sp2</i>	1.58	17.17
<i>Cirratulidae sp3</i>	1.45	19.20
<i>Cirratulidae sp4</i>	1.24	20.44
<i>Dorvilleidae sp</i>	1.22	21.66
<i>Scoloplos sp1</i>	1.16	22.82
<i>Cirriformia sp2</i>	1.16	23.98
<i>Prionoscopia sc</i>	1.07	25.05
<i>Glycinde multidentis</i>	1.07	26.12
<i>Armandia sc</i>	1.06	27.18
Sub total Filo Annelida		27.18

Quadro 6 – Lista das populações do filo Annelida que mais contribuíram para a dissimilaridade quantitativa entre os grupos **A** e **C**

População	Contribuição individual %	Contribuição cumulativa %
<i>Cirratulidae sp1</i>	2.91	2.91
<i>Cirratulidae sp2</i>	2.74	5.65
<i>Naineris sp</i>	2.34	7.99
<i>Cirriformia sp1</i>	2.27	10.26
<i>Nereis sp</i>	1.99	12.25
<i>Cirratulidae sp3</i>	1.67	13.92
<i>Laeonereis acuta</i>	1.66	15.58
<i>Armandia sc</i>	1.61	17.19
<i>Naineris sp2</i>	1.59	18.78
<i>Dorvilleidae</i>	1.45	20.23
<i>Glycinde multidentis</i>	1.37	21.60
<i>Cirratulidae sp4</i>	1.25	22.85
<i>Scoloplos sp1</i>	1.17	24.02
<i>Spionidae</i>	1.17	25.19
<i>Cirriformia sp2</i>	1.17	26.36
<i>Scoloplos sc</i>	1.16	27.52
<i>Prionoscopia sc</i>	1.08	28.60
<i>Nereididae sp1</i>	0.97	29.57
Sub total Filo Annelida		29.57

Considerando o aspecto qualitativo das comunidades zoobentônicas, através do registro das ocorrências (presença x ausência) das espécies nas estações da BTS, o dendrograma da similaridade revelou os grupamentos apresentados na **Figura 27**. Assim, as estações Acupe (4) e Bom Jesus dos Pobres (5) gruparam-se com 59,26% de similaridade, unindo-se a elas, sequencialmente, a estação Mutá (7) com 55,02%.

Formando um novo grupo, as estações Ilha de Maré (2) e Suape (3) gruparam-se com 50,51%, ligando-se à Salinas da Margarida (6) com 48,16% de similaridade. Estes dois grandes grupos representaram 47,77% de similaridade, agregando posteriormente, a estação Tainheiros (1) com 35,07% de similaridade.

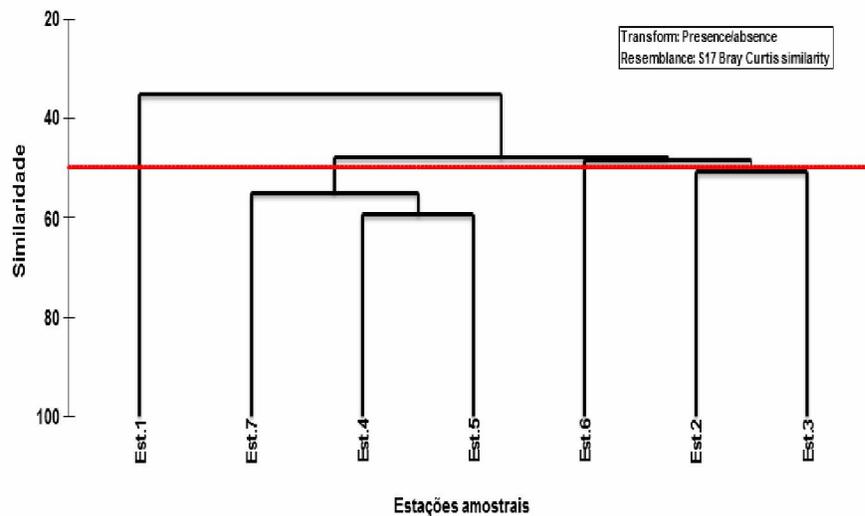


Figura 27 - Dendrograma de Similaridade Qualitativa das estações amostrais da BTS

Por sua vez, com base nesta ordenação, foi construído o mapa tridimensional (nMDS) apresentado na **Figura 28**.

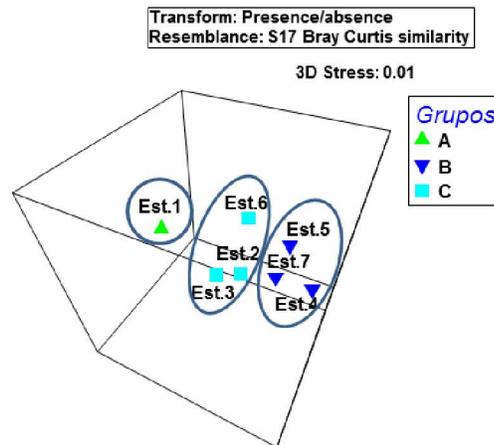


Figura 28 - Mapa tridimensional (nMDS) da similaridade qualitativa entre as estações da BTS

O fator de stress da expressão do mapa 3D (**Figura 28**) resultou em 0,01 dentro da faixa de representatividade $< 0,05$ (CLARKE & WARWICK, 2001), o que torna esta representação gráfica também confiável.

Destacaram-se três grupos de estações identificados como grupos **A** (Tainheiros – 1), **B** (Acupe – 4, Bom Jesus dos Pobres – 5 e Mutá - 7) e **C** (Ilha de Maré – 2, Suape – 3 e Salinas da Margarida – 6), evidenciados pelo SIMPER.

A dispersão dos grupos formados com base nos resultados qualitativos revelou que no grupo **B** se destacaram as contribuições do filo Annelida, através das populações de *Capitellidae sp1*, *Armandia agilis*, *Armandia sp*, *Orbinidade sp*, *Glycinde multidentis*, *Glycinde sp*, *Laeonereis acuta* e *Sigambra sp*, responsáveis por 33,84% da similaridade qualitativa neste grupo. Por sua vez, no grupo **C** também se destacaram as contribuições de *Capitellidae sp1*, *Capitellidae sp2*, *Armandia sp*, *Scoloplos sp*, *Lumbrineris sp*, *Diopatra sp*, *Glycinde multidentis*, *Glycinde sp*, *Nereididae sp*, *Laeonereis acuta* e *Magelona sp*, (filo Annelida), responsáveis pela expressão de 46,56% de similaridade interna no grupo (**Figura 28**).

A distância ecológica entre os grupos **B** e **C** resultou da dissimilaridade qualitativa entre as populações zoobentônicas registradas, cuja contribuição do filo Annelida representou 26,17% da distância ecológica total estimada entre os grupos (52,23%).

Por sua vez, a distância estimada entre Tainheiros, que se constituiu no grupo **A** e o grupo **B**, resultou em 69,11% de dissimilaridade qualitativa, onde somente o filo Annelida contribuiu com 37,74% para esta distância. Em continuidade, a distância ecológica estimada entre **A** e **C** (60,75% de dissimilaridade) contou com a participação de 27,50% representada pelo filo Annelida, nesta distância.

Tainheiros é a localidade que mais se distancia ecologicamente das demais estações amostrais devido à singularidade da densidade e da sua riqueza de espécies, quando comparada através dos resultados obtidos sobre a estrutura quantitativa e qualitativa das comunidades zoobentônicas do mesolitoral da BTS.

Assim, o filo Annelida, um dos mais abundantes deste estudo, foi o que mais contribuiu para os resultados de similaridade e dissimilaridade encontrados. Este filo tem destaque entre os registros das comunidades bentônicas de mesolitoral dos ambientes marinhos, devido à sua riqueza de espécies e à sua abundância (LOPEZ & LEVINTON, 1987; McLACHLAN & BROWN, 2006; RINCÓN *et al.*, 2008). São organismos alimentadores de depósito, que digerem a matéria orgânica presentes no substrato, sendo mais numerosos em praias protegidas onde a quantidade de matéria orgânica costuma ser maior, (NYBAKKEN, 1993; JACKSON *et al.*, 2002, DOMINGUEZ & BITTENCOURT, 2009).

Sendo as comunidades bentônicas um dos principais componentes da cadeia trófica aquática, os seus representantes, tais como anélídeos poliquetas e moluscos, têm um papel ecológico essencial na manutenção do fluxo de energia no mesolitoral dos ecossistemas marinhos (RINCÓN *et al.*, 2008).

Os poliquetas, foram um dos grupos dominantes em Madre de Deus (BTS) (PESO AGUIAR *et al.*, 2000 e VENTURINI *et al.*, 2008), onde as populações de *Laeonereis acuta*, *Sigambra grubii* e *Capitella capitata*, revelaram-se como espécies oportunistas que se mostraram bem adaptadas às situações de estresse ambiental derivadas da contaminação por petróleo e seus derivados.

Laeonereis acuta apareceu como uma das principais populações contribuintes para os resultados de dissimilaridade quantitativa entre os grupos **A** e **B**, e entre os grupos **A** e **C**, tendo um papel importante na formação da estrutura quantitativa dessas comunidades.

4.3. Relação entre as Características das Comunidades e os Parâmetros Químicos dos Sedimentos e Físico-Química da Coluna D'água

Em ecossistemas aquáticos naturais, os metais ocorrem em baixos teores, mas em tempos recentes, a contaminação por elementos traço tem se tornado um problema preocupante (SANTOS, 2011).

Correlação de Pearson serve para uma análise bivariada de variáveis quantitativas. R mede a força da associação linear entre duas variáveis, sendo uma medida válida se as duas variáveis estão relacionadas linearmente. Esta associação é quantificada através do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson (r). Investiga se há ou não uma relação linear entre as variáveis, e a força dessa relação é medida através do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson

$$-1 \leq r \leq +1$$

- a) $r=+1$ = correlação linear positiva e perfeita,
- b) $r= -1$ = correlação linear negativa e perfeita e
- c) $r = 0$ sem correlação linear.

A biodisponibilidade de elementos traço e as estimativas dos parâmetros físico-químicos da coluna d'água sobre a estrutura das comunidades zoobentônicas do mesolitoral da BTS, foram avaliadas através da Correlação de Pearson, para detectar a ocorrência de correlações, sendo consideradas correlações fortes aquelas maiores ou iguais a 0,6.

Para os elementos As, Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb, Se, Sr, Ve Zn foram analisadas as suas correlações com a Riqueza de Espécies e Densidades das comunidades macrozoobentônica do mesolitoral da BTS.

As **Tabelas 10 e 11** apresentam os resultados das correlações estimadas entre os teores de elementos traço obtidos em sedimentos superficiais das estações da BTS (análises realizadas pela Dra. Maria das Graças Korn- Instituto de Química /UFBA), assim como os parâmetros físico-químicos da água, com os parâmetros bióticos de comunidades zoobentônicas investigadas.

Foram detectadas correlações positivas fortes entre a riqueza de espécies e Ba, Cu, Mn, Sr, V e Zn, não havendo correlações significativas com os valores de densidade encontrados no estudo (**Tabela 10**).

Foram detectadas correlações positivas fortes para o filo Annelida, relacionado à riqueza de espécies com Sr, V, Zn. Este foi o único grupo em que foram detectadas correlações com os elementos traço, positivas e significativas para V e Zn e as médias das suas densidades.

Para o filo Mollusca foram detectadas correlações positivas fortes entre a riqueza de espécies com o Ba, Fe, V e Zn.

Tabela 10 – Correlações estimadas entre as médias dos teores de elementos traço nos sedimentos superficiais e parâmetros das comunidades zoobentônicas das estações amostradas na BTS

	Riqueza	Densidade	Riqueza Mollusca	Densidade Mollusca	Riqueza Annelida	Densidade Annelida
As	-0.1571	0.1187	-0.1170	0.1629	-0.2101	-0.1253
Ba	0.6429	0.3053	0.6830	0.1772	0.5223	0.5643
Co	-0.4169	0.1377	-0.2168	0.2768	-0.4662	-0.4888
Cr	0.4384	0.2243	0.3790	0.1106	0.3949	0.5364
Cu	0.6079	0.0902	0.4926	0.0172	0.4770	0.2922
Fe	0.5612	0.3380	0.6412	0.2181	0.4316	0.5569
Mn	0.6536	0.0525	0.4908	-0.0614	0.5625	0.4267
Pb	0.1013	-0.1039	-0.1171	-0.1491	0.1318	0.1688
Se	-0.1502	-0.1297	-0.4749	-0.0996	-0.0333	-0.1268
Sr	0.7242	0.0902	0.3523	-0.0458	0.7366	0.5208
V	0.8218	0.4911	0.7225	0.3465	0.7703	0.6727
Zn	0.8250	0.4660	0.7448	0.3119	0.7458	0.7065

As correlações entre os dados das comunidades bentônicas com os parâmetros físico-químicos ambientais da coluna d'água, temperatura, pH, pHmV, ORP, condutividade, turbidez, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos, salinidade e gravidade específica, estão apresentados na **Tabela 11**.

Tabela 11 – Correlações estimadas entre as médias dos parâmetros físico-químicos ambientais da d'água e os parâmetros das comunidades zoobentônicas nas estações amostradas na BTS

	Riqueza	Densidade	Riqueza Mollusca	Densidade Mollusca	Riqueza Annelida	Densidade Annelida
Temperature	-0.239	0.329	-0.052	0.440	-0.330	-0.534
pH	0.149	-0.324	0.124	-0.362	0.092	0.130
pHmV	-0.149	0.317	-0.126	0.354	-0.089	-0.124
ORP	-0.362	0.088	-0.204	0.182	-0.482	-0.557
Conductivity	0.690	0.679	0.643	0.613	0.721	0.658
Turbidity	-0.161	-0.169	0.132	-0.122	-0.287	-0.351
Dissolved_Oxygen	-0.222	0.369	-0.134	0.459	-0.318	-0.406
TDS	0.684	0.682	0.637	0.617	0.723	0.657
Salinity	0.761	0.584	0.663	0.487	0.818	0.810
Specific gravity	0.764	0.497	0.636	0.385	0.835	0.865

As correlações entre os dados das comunidades zoobentônicas com a Condutividade, sólidos totais dissolvidos, salinidade e gravidade específica apresentaram correlações positivas fortes com riqueza de espécies da comunidade zoobentônica, do filo Annelida e Mollusca. Por sua vez, a condutividade e os sólidos totais dissolvidos mostraram correlações positivas fortes com as densidades das comunidades zoobentônicas, dos filios Annelida e Mollusca, sendo as correlações mais significativas para o filo Annelida (**Tabela 11**).

Os resultados indicam que os elementos traço mostraram estar mais correlacionados à riqueza de espécies do que à densidade. No entanto, os parâmetros físico-químicos da água se correlacionam tanto à riqueza de espécies quanto à densidade (**Tabelas 10 e 11**).

Correlações foram encontradas em maior número com a riqueza de espécies, mostrando que os parâmetros ecológicos qualitativos de uma comunidade podem ser mais sensíveis às mudanças ambientais (**Tabela 12**).

Tabela 12 - Correlações estimadas entre os parâmetros das comunidades zoobentônicas – (correlação feita para as médias dos valores por estação)

	Riqueza	Abundância	Riqueza Mollusca	Abundância Mollusca	Riqueza Annelida	Abundância Annelida
Riqueza	1					
Abundância	0.769147	1				
Riqueza - Mollusca	0.943566	0.812524	1			
Abundância - Mollusca	0.678242	0.988871	0.751755	1		
Riqueza - Annelida	0.976044	0.728678	0.882668	0.633817	1	
Abundância - Annelida	0.810257	0.408625	0.638634	0.268592	0.817618	1

Por sua vez os parâmetros relacionados à condutividade, sólidos totais dissolvidos, salinidade e gravidade específica apresentaram correlações positivas fortes com riqueza de espécies da comunidade zoobentônica, do filo Annelida e Mollusca. Todavia, a condutividade e os sólidos totais dissolvidos também apresentaram correlações positivas fortes com as densidades das comunidades zoobentônicas, dos filios Annelida e Mollusca, sendo as correlações mais significativas para o filo Annelida.

Para reduzir a dimensionalidade das variáveis foi realizada uma Análise de Componentes Principais (**PCA**). Para esta análise foi utilizada uma matriz de correlação, já que há variáveis que possuem unidades de medidas diferentes (**Tabela 13**) (JACKSON, 1993).

Em continuidade, na Análise de Componentes Principais (**PCA**), as variáveis independentes originais, altamente correlacionadas, foram agrupadas em 4 Fatores de acordo com o critério de *Broken Stick*, de acordo aos valores apresentados na **Tabela 13**, em:

- Fator 1: metais pesados Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Sr, V, Zn,
- Fator 2: ORP, condutividade, sólidos totais dissolvidos, salinidade, *specific gravity*- densidade relativa,
- Fator 3: pH, pHmV,

- Fator 4: temperatura.

O critério de *Broken Stick*, aplicado após a padronização dos dados, é um método para seleção de um número adequado de componentes principais, quando o número de variáveis a serem analisadas é grande. Este critério tem como objetivo reduzir o número de variáveis descritoras da concentração de elementos nos sedimentos e parâmetros físico-químicos da água. Para tal é gerada uma matriz de correlação, e os componentes que apresentaram maiores correlações, compuseram os fatores.

Dentre os elementos formadores do fator 1, Ba, Co e Fe apresentaram em todas as campanhas amostrais nas sete estações amostrais concentrações acima dos valores de quantificação da metodologia utilizada (**Tabelas 1 e 2** do Anexo A).

Os fatores do PCA foram utilizados nos modelos de regressão múltipla. Para a interpretação dos fatores foi considerado a variação dos valores da correlação da variável com cada fator. Assim, quanto maior o valor de correlação, maior sua representatividade naquele fator.

Tabela 13 - Resultado das correlações entre as variáveis ambientais e parâmetros bióticos na definição dos fatores (PCA)

	Factor	Factor	Factor	Factor
	1	2	3	4
Temperature	0.315819	0.228525	-0.395069	0.769836
pH	0.170943	-0.030413	-0.917362	-0.316059
pHmV	-0.176003	0.021761	0.921034	0.302179
ORP	0.207856	-0.760808	0.504275	0.030315
Conductivity	0.16833	0.869059	-0.26134	0.285095
Turbidity	0.279445	-0.582644	-0.170362	0.043407
Dissolved_Oxygen	0.407195	-0.659402	-0.155538	0.061197
TDS	0.200408	0.843681	-0.255918	0.301267
Salinity	-0.021063	0.949035	-0.014928	-0.245133
Specific_gravity	-0.162213	0.74078	0.160421	-0.583697
As	0.446018	0.533424	0.276045	-0.261483
Ba	-0.868435	0.104662	-0.092474	0.234724
Co	0.730269	0.429707	-0.040229	0.184741
Cr	-0.730603	0.332601	0.343506	0.35791
Cu	-0.743051	0.099541	-0.406056	-0.0803
Fe	-0.810391	0.180783	0.058205	0.356639
Mn	-0.879493	0.105668	-0.222595	0.027065
Ni	0.28392	-0.550317	-0.295388	0.489314
Pb	-0.265311	-0.451527	0.595932	-0.0821
Se	0.241926	0.599474	0.345246	0.151083
Sr	-0.846273	-0.022687	0.024497	-0.118507
V	-0.829978	-0.151722	-0.106671	-0.056862
Zn	-0.927138	0.018367	-0.051353	0.079044
Expl.Var	7.208607	6.090302	3.61646	2.084803
Prp.Totl	0.300359	0.253763	0.150686	0.086867

O coeficiente de correlação pode ter valores que variam entre -1 (relação negativa perfeita) e +1 (relação positiva perfeita), sendo o significado do valor 0 a ausência de relação entre as variáveis analisadas (HAIR *et al.*, 2006).

Utilizando-se a Análise de Regressão com Modelos de Regressão Múltipla OLS (Ordinary Least Square), o Fator 1 resultou nos maiores valores em módulo para os coeficientes de correlação. Portanto, foi observada maior importância relativa relacionada com a riqueza de espécies da comunidade zoobentônica, do filo Mollusca e Annelida e com a densidade do Filo Annelida da região do mesolitoral de

BTS (**Tabela 14**) sendo assim, o fator 1 (variáveis químicas) a variável mais importante.

Os resultados significativos encontrados apresentaram valores negativos, porém como as variáveis químicas dos sedimentos analisados estão negativamente correlacionadas com o Fator 1 (**Tabela 13**), significa dizer que, se espera para a região do mesolitoral da BTS, que quanto maior for a concentração de elementos traço, maior será a riqueza de espécies das comunidades bentônicas, moluscos e anelídeos, assim como se espera um aumento no número de indivíduos do Filo Annelida por m² amostrado.

No entanto, não houve resultados estatísticos que revelassem dependência significativa entre os parâmetros físico-químicos da água e a Riqueza de Espécies e Densidades das comunidades biológicas investigadas.

Tabela 14 – Resultados da Análise de Regressão para os efeitos dos fatores sobre a estrutura das comunidades

Variáveis Bióticas	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
Riqueza Comunidade	-0,78	0,144	-0,09	-0,25
Densidade Comunidade	-0,22	-0,03	-0,01	0,25
Riqueza Mollusca	-0,63	0,01	-0,21	0,06
Densidade Mollusca	-0,06	-0,05	-0,04	0,33
Riqueza Annelida	-0,71	0,14	-0,08	0,31
Densidade Annelida	-0,67	0,08	0,18	-0,22

Fator 1 Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Sr, V, Zn; **Fator 2** ORP, condutividade, sólidos totais dissolvidos, salinidade, specific gravity; **Fator 3** pH, pHmV; **Fator 4** temperatura

Independentemente da origem do estresse ambiental, a redução da diversidade e/ou alterações na dominância são consideradas respostas aos efeitos negativos do estresse ambiental (PESO-AGUIAR *et al.*, 2000). Porém o resultado encontrado na **Tabela 14** revela um aumento da riqueza de espécies, mostrando que a biodisponibilidade de elementos traço na BTS tem efeito positivo sobre a estrutura das comunidades bentônicas do mesolitoral da BTS.

Este resultado é condizente com os valores de diversidade (**H'**) encontrados, que revelaram a homeostase da BTS, indicando equilíbrio ecológico deste ecossistema, exceto em Salinas da Margarida devido ao oportunismo ecológico da população

Neritina virgínea, assim como também condiz com as abundâncias dos filos Annelida e Mollusca, encontrados como dominantes.

Segundo Silva (2007), os elementos traço estão presentes no ambiente em concentrações muito pequenas, (de $\mu\text{g kg}^{-1}$ a mg kg^{-1}). Entre eles, os elementos traço ditos essenciais, como Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Zn, que são necessários ao metabolismo dos organismos vivos, sendo componentes vitais de enzimas, proteínas respiratórias e constituintes de alguns elementos estruturais (RAINBOW, 1985; YI *et al.*, 2011).

Outros elementos traço como Ba, Cd, Hg, Pb e Sr são considerados não essenciais porque não tem uma função biológica conhecida, sendo altamente tóxicos quando encontrados em sítios metabolicamente ativos, mesmo que em concentrações relativamente baixas (RAINBOW, 1985; USEPA, 2003).

O **Fator 1** foi formado predominantemente por elementos essenciais, Co, Cr, Cu, Fe, Mn e Zn, com papéis metabólicos nos organismos constituintes das comunidades estudadas.

Em ecossistemas marinhos, as comunidades bentônicas são as mais expostas aos contaminantes, uma vez que vivem associadas aos sedimentos do fundo. Estes atuam como depósitos onde se encontra a maioria dos contaminantes eliminados para coluna d'água (CARBALLEIRA, 2003; RAINBOW, 2010; YI *et al.*, 2011). Assim sendo, o enriquecimento do ambiente marinho por elementos traço tem efeitos sobre as comunidades bentônicas (LANGSTON *et al.*, 2010; RYU, 2011). Portanto, a análise da fauna bentônica se constitui em um elemento chave para vários programas de monitoramento marinhos e/ou estuarinos, uma vez que respondem à presença de elementos no ambiente (BILYARD, 1987).

As respostas biológicas dos organismos ou efeitos biológicos que podem ser relacionados à exposição a um ou vários compostos químicos no ambiente, podem ser avaliadas em diferentes níveis de organização biológica, nos quais é possível observar no nível Molecular/bioquímico; no Celular; no Histológico; nos Indivíduos; nas Populações e nas Comunidades, onde podem ser observadas mudanças na biodiversidade que a compõe (LAGADIC *et al.*, 1994; BOUCHOT & PEREZ, 2004).

Quanto mais alto o nível de organização, maior será o tempo obtenção de reposta, e ao se detectar respostas nos níveis de população ou comunidade, significa que já os

menores níveis já foram atingidos (LAGADIC *et al.*, 1994; GESTEL & BRUMELLEN, 1996; BOUCHOT & PEREZ, 2004; ARAPIS, 2006).

No entanto, quanto mais alto for o nível de organização biológica mais difícil torna-se especificar os elementos geradores da resposta (ARAPIS, 2006). Neste contexto, os resultados relativos aos elementos traço (Tabela 14) carecem da inclusão da análise da presença de HPAs e esgotos domésticos, entre outros, cujos resultados representam uma contribuição do conhecimento da ecologia dessas comunidades na BTS.

Na literatura é mais corrente encontrar resultados que revelem redução da riqueza de espécies ou densidade das comunidades bentônicas com o aumento da concentração de elementos traço nos sedimentos, ao contrário do resultado apresentado na **Tabela 14**.

Rygg (1985), na Noruega, observou uma redução da riqueza de espécies de comunidades bentônicas quando houve um aumento na concentração de Cu nos sedimentos. Com algumas espécies tornando-se raras ou ausentes, sendo definidas como não tolerantes aquelas espécies ausentes, em concentrações acima de 200 mg.kg⁻¹.

Ryu *et al.* (2011), avaliou o impacto do gradiente de poluição por elementos traço nos sedimentos sobre a estrutura das comunidades bentônicas em Incheon North Harbor, uma baía na Coréia do Sul. Os autores observaram que com a redução gradual das concentrações de Cu, Zn, Cr, Ni, Pb, Cd, Mn, Fe, houve um aumento gradual da riqueza de espécies, densidades, biomassa dos indivíduos, e conseqüente aumento da diversidade, avaliada pelo aumento dos valores de índices ecológicos, apontando para um aumento do equilíbrio ecológico com o aumento da distância das fontes poluidoras (industrial e urbanização). Cu, Zn, Cr e Ni, nas localidades mais poluídas, foram considerados responsáveis pelos efeitos adversos sobre a fauna bentônica.

Na BTS, Onofre *et al.* (2007) sugere que as concentrações biodisponíveis de elementos traço (Cd, Cu, Pb, Ni e Zn) no substrato da região norte da BTS, São Francisco do Conde e Madre de Deus, mesmo abaixo dos valores de referência internacionais (National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA e Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines) causam efeitos nos

organismos bentônicos, pois inúmeros deles ingerem partículas dos substratos contaminados.

Já na região nordeste da BTS, em locais de maior concentração de elementos traço e hidrocarbonetos derivados do petróleo, é onde se encontra os menores valores para densidades, número de espécies e diversidade das comunidades bentônicas (PESO-AGUIAR *et al.*, 2000; VENTURINI *et al.*, 2008).

As espécies alimentadoras de depósito acumulam mais elementos traço do que as filtradoras ou predadoras de outros organismos, como é o caso dos polychaetas (BAT, 1998; MONPERRUS *et al.*, 2005)

É conhecido que inúmeras espécies de anelídeos marinhos são tolerantes a situações de poluição ambiental (RYGG, 1985; BAT, 1998; PESO-AGUIAR *et al.*, 2000; SANDRINI *et al.*, 2008; VENTURINI *et al.*, 2008; CRAVO *et al.*, 2009; LIMA *et al.*, 2011).

Na Noruega, em situação de contaminação por Cu, Pb e Zn, ocorreu redução de 50% da riqueza de espécies, porém marcada presença de polychaetas tolerantes (*Anaitides groenlandica*, *Capitella capitata*, *Cirratulus cirratus*, *Eteone longa* e *Nereimyra puncta*) (RYGG, 1985).

No estuário de Ythan, Escócia, indivíduos da população polychaeta *Arenicola* sobreviveram quando expostos à concentrações de 20 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de Cu, 60 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de Zn e 35 $\mu\text{g.g}^{-1}$ de Cd no sedimento, com o aumento da concentração de elementos nos tecidos dos vermes devido ao aumento das suas concentrações nos sedimentos, com conseqüente redução na concentração de elementos nos sedimentos contaminados ingeridos (BAT, 1998).

Na BTS, nos trabalhos de Peso-Aguiar *et al.* (2000) e Venturini *et al.* (2008) há destaque numérico na presença das espécies de polychaetas *Capitella capitata*, *Laeonereis acuta* e *Sigambra grubii*, tolerantes, submetidas a situação de poluição crônica por elementos traço e hidrocarbonetos de petróleo nas cercarias da RLAM.

Devido ao interesse alimentar, a necessidade de se investigar o potencial de transferência de elementos traço para os humanos, através da alimentação, é motivo comum para se escolher algumas espécies bentônicas, em particular moluscos bivalves como objeto de pesquisas relacionadas a este tema (BROW & DEPLEDGE, 2010).

Dentro do contexto de comunidades, os bivalves de interesse extrativista, são utilizados em estudos de monitoramento da contaminação química, devido à sua habilidade de acumular elementos traço ou revelar efeitos destes. Na BTS, Jambeiro (2006) e Amado Filho *et al.* (2008), destinaram atenção a este tema em duas espécies de bivalves comestíveis.

Jambeiro (2006) correlacionou a produção de micronúcleos em indivíduos da espécie *Macoma constricta*, como resposta biológica de exposição a contaminantes, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos derivados de petróleo e elementos traço dos sedimentos. Verificou que na região nordeste da baía, nas cercarias da RLAM, esta espécie já sofre os impactos da poluição crônica estabelecida pelas atividades industriais locais.

Amado Filho *et al.* (2008) em seu estudo verificou que a espécie *Cassostrea rhizophorae*, popularmente conhecida como ostra, foi a que apresentou as maiores concentrações de Cu ($526.1 \pm 153.8 \mu\text{g.g}^{-1}$), Cd ($8.29 \pm 2.43 \mu\text{g.g}^{-1}$), Ni ($1990.9 \pm 91.4 \mu\text{g.g}^{-1}$) e Zn ($4733 \pm 1291 \mu\text{g.g}^{-1}$). Em Botelho, na Ilha de Maré, o destaque foi para Cr, Cu, Ni e Zn. O autor relaciona o resultado ao fato deste site se localizar em frente ao Canal de Cotegipe, que conecta a Baía de Aratu à BTS, onde muitas indústrias situadas na parte norte da Baía de Aratu, levam a uma contribuição antropogênica direta.

5. CONCLUSÕES

Considerando as observações e estimativas sobre a estrutura e ecologia zoobentônica nas estações de amostragem da BTS, pode-se concluir que:

- Nas estações Ilha de Maré (2), Suape (3), Acupe (4), Bom Jesus dos Pobres (5) e Mutá (7), espera-se encontrar aproximadamente o mesmo número de indivíduos por área amostrada. No entanto, nas estações Tainheiros (1) e Salinas da Margarida (6), espera-se encontrar um número significativamente maior de indivíduos.
- As comunidades zoobentônicas de Tainheiros diferem, significativamente, quanto à riqueza de espécies, das demais estações amostrais.
- Os filos Annelida e Mollusca se destacaram em seus aspectos quantitativos e qualitativos no mesolitoral da BTS. Os moluscos foram mais representativos em Tainheiros, Acupe, Bom Jesus dos Pobres, Salinas da Margarida e Mutá, e os anelídeos da Classe Polychaeta, em Ilha de Maré e Suape.
- *Laeonereis acuta* (Filo Annelida), *Neritina virginea* (Classe Gastropoda, Filo Mollusca) e *Anomalocardia brasilliana* (Classe Bivalvia, Filo Mollusca) se revelaram como espécies dominantes do mesolitoral da BTS.
- A dominância de *L. acuta* em Suape (3), Mutá (7), Ilha de Maré (2) e Acupe (4), revela a capacidade de adaptação desta população às situações ambientais de poluição ambiental crônica, como descrita em Suape.
- A dominância do bivalve *A. brasilliana* contribuiu para diferenciar, a grande maioria das densidades locais da BTS, especialmente em Tainheiros.
- *A. brasilliana* é a espécie de bivalve mais numerosa no mesolitoral da BTS, principalmente devido ao alcance da maturidade reprodutiva em tamanhos inferiores ao de interesse extrativista.
- As comunidades zoobentônicas revelaram o bom nível de homeostase ao longo das seis campanhas de amostragem. Todavia, a instabilidade do Índice de Diversidade (H') em Salinas da Margarida deveu-se a grande dominância do gastrópode *Neritina virginea*.
- Entre os moluscos bivalves de interesse extrativista, *Lucina pectinata* (lambreta) e *Anomalocardia brasilliana* (chumbinho ou papa fumo), além do depositívoro *Macoma*

constricta (pé de galinha), foram as espécies com 100% de frequência de ocorrência espacial na BTS.

- A distância ecológica, quantitativa e qualitativa, da estação Tainheiros, com relação às demais estações de amostragem, sugerem um gradiente quantitativo relacionado à produtividade secundária desta comunidade na BTS.

- Os resultados indicam que os elementos traço mostraram estar mais correlacionados à riqueza de espécies. Os parâmetros físico-químicos da água se correlacionam tanto à riqueza de espécies quanto à densidade das comunidades.

- Os resultados das correlações mostram que a riqueza de espécies das comunidades pode ser mais sensível às mudanças ambientais geradas pela contaminação por elementos traço.

- Espera-se que no mesolitoral da BTS, quanto maior for a concentração biodisponível de elementos traço nos sedimentos, maior seja a riqueza de espécies das comunidades bentônicas, de moluscos e de anelídeos, assim como se espera um aumento no número de indivíduos do filo Annelida por m² amostrado.

- O filo Annelida mostrou ser o grupo mais susceptível à presença de elementos traço nos sedimentos.

- As comunidades bentônicas do mesolitoral da BTS revelam efeitos ecológicos positivos da presença de elementos traço na Baía de Todos os Santos.

6. ANEXOS

ANEXO A – TABELAS E QUADROS

Tabela1 - Concentração média ($\mu\text{g.g}^{-1}$) da biodisponibilidade dos elementos traço potencialmente tóxicos nas estações na BTS durante o ano de amostragem (setembro 2010 e abril 2011)

Metal Pesado	1.Tainheiros	2.Ilha de Maré	3.Suape	4.Acupe	5.Bom Jesus dos Pobres	6.Salinas da Margarida	7.Mutá
As	< LOQ	0,5700	< LOQ	8,8050	12,0750	8,5500	7,7000
Ba	20,0650	5,8700	4,7900	1,4505	1,2885	0,8330	0,6030
Co	2,5100	10,9200	1,5345	15,9500	19,7500	24,2000	31,6000
Cr	2,3850	0,8300	0,8000	0,615	0,3350	0,2450	0,178
Cu	1,1200	1,5150	0,1300	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
Fe	8383,5000	1615,000	1490,5000	153,9000	204,0000	316,9500	346,0000
Mn	82,0500	83,4500	48,3000	0,6950	0,6750	1,2760	0,4355
Ni	< LOQ	< LOQ	0,0405	< LOQ	< LOQ	0,2085	0,0575
Pb	2,1000	0,8400	3,0750	1,4200	0,4565	0,2405	< LOQ
Se	4,5650	16,8800	18,2050	10,9250	5,6500	< LOQ	35,0000
Sr	1103,5000	892,5000	836,0000	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ
V	5,7850	0,9630	0,7200	0,7050	0,4595	0,2405	0,2320
Zn	9,1750	1,7750	1,2710	0,4960	< LOQ	< LOQ	< LOQ

Tabela 2 - Parâmetros físico-químicos da água na Campanha 1 (setembro de 2010)

Parâmetros Físico-químicos	1. Tainheiros	2. Ilha de Maré	3. Suape	4. Acupe	5. Bom Jesus dos Pobres	6. Salinas da Margarida	7. Mutá
Temperatura oC	26.80	27.93	25.88	27.24	30.35	31.75	27.73
pH	8.13	8.78	8.82	8.34	8.38	8.31	8.42
pHmV mV	-78	-116	-118	-90	-93	-89	-95
ORP mV	79	70	39	114	75	110	95
Condutividade mS/cm	49.0	50.1	48.0	46.7	52.0	48.2	50.0
Turbidez NTU	0.55	4.44	0.00	57.7	7.35	19.1	16.3
Oxigênio Dissolvido mg/L	8.30	8.37	6.22	11.78	7.13	16.03	21.09
TDS g/L	29.9	30.0	29.3	28.5	31.2	29.4	30.5
Salinidade ppt	30.4	30.4	30.3	28.4	30.2	26.7	30.5
Gravidade Especifica Sigma t	19.5	19.1	19.7	17.8	18.2	15.1	19.3

Tabela 3 – Parâmetros físico-químicos da água na Campanha 4 (abril de 2011)

Parâmetros Físico-químicos	1. Tainheiros	2. Ilha de Maré	3. Suape	4. Açupe	5. Bom Jesus dos Pobres	6. Salinas da Margarida	7. Mutá
Temperatura oC	27.88	32.66	29.59	27.21	27.38	28.57	29.74
pH	7.75	8.48	8.32	8.19	7.94	7.56	8.07
pHmV mV	-55	-100	-90	-81	-66	-44	-75
ORP mV	47	-4	-117	86	38	58	51
Condutividade mS/cm	50.4	57.4	54.4	35.8	51.6	53.3	55.1
Turbidez NTU	0.00	6.50	0.00	14.3	0.19	28.6	0.00
Oxigênio Dissolvido mg/L	2.22	2.50	2.10	3.01	2.86	4.65	7.06
TDS g/L	30.2	34.4	32.7	21.1	31.0	32.0	33.1
Salinidade ppt	30.7	32.4	32.5	20.7	32.0	32.4	32.9
Gravidade Especifica Sigma t	19.3	19.1	20.1	12.1	20.4	20.4	20.4

Quadro 1 - Frequência de Ocorrência (FR%) da Riqueza de Espécies

Espécies	Estações de amostragem I							FR%
	1	2	3	4	5	6	7	
Filo Porifera								
<i>Desmapsama anchorata</i>			X					14,28
Subtotal	0	0	1	0	0	0	0	
Filo Cnidaria								
<i>Thyroscyphus ramosus</i>						X		14,28
Subtotal	0	0	0	0	0	1	0	
Filo Nemertea								
<i>Nemertini sp</i>							X	14,28
<i>Nemertini sp1</i>				X	X	X	X	57,14
<i>Nemertini sp2</i>	X	X			X	X	X	71,43
Subtotal	1	1	0	1	2	2	3	
Filo Nematoda								
<i>Nematoda sp 1</i>							X	14,28
Subtotal	0	0	0	0	0	0	1	
Filo Annelida								
Familia Capitellidae								
<i>Capitellidae sp</i>			X	X				28,57
<i>Capitellidae sp 1</i>	X	X	X	X	X	X	X	100
<i>Capitellidae sp 2</i>	X	X	X			X	X	71,43
<i>Capitellidae sp 3</i>	X							14,28
Familia Opheliidae								
<i>Armandia agilis</i>			X	X	X		X	57,14
<i>Armandia sp</i>		X	X	X	X	X	X	85,71
<i>Ophelina cf. acuminata</i>						X		14,28
Familia Orbiniidae								
<i>Naineris sp</i>	X		X		X	X		57,14
<i>Naineris sp1</i>					X			14,28
<i>Naineris sp 2</i>	X							14,28
<i>Orbinidae sp</i>		X	X	X	X		X	71,43
<i>Orbiniidae sp 1</i>	X	X			X		X	57,14
<i>Orbiniidae sp 2</i>						X		14,28
<i>Scoloplos sp</i>	X	X	X			X	X	71,43
<i>Scoloplos sp1</i>	X							14,28
<i>Leitoscoloplos sp</i>		X			X		X	42,86
Familia Paraonidae								
<i>Paraonidae sp</i>				X	X	X		42,86
Familia Dorvilleidae								
<i>Dorvilleidae sp</i>	X		X					28,57
Familia Eunicidae								
<i>Nematonereis hebes</i>	X							14,28
<i>Marphipa sp</i>						X		14,28
Familia Lumbrineridae								
<i>Lumbrineris sp</i>	X	X	X			X	X	71,43
<i>Lumbrineris sp1</i>	X		X				X	42,86
<i>Lumbrineris sp2</i>		X	X				X	42,86

Quadro 1 - continuação

Espécies	Estação Amostral							FR%
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>Codakia pectinella</i>	X	X						28,57
<i>Ctena corbiculata</i>	X							14,28
<i>Ctena pectinella</i>	X					X		28,57
<i>Divaricella quadrisulcata</i>	X				X	X	X	57,14
<i>Diplodonta nucleiformis</i>	X	X						28,57
<i>Diplodonta punctata</i>	X							14,28
<i>Diplodonta sp</i>	X							14,28
<i>Tellina gibber</i>	X							14,28
<i>Tellina angulosa</i>				X	X	X	X	57,14
<i>Tellina nitens</i>	X				X	X	X	57,14
<i>Tellina punicea</i>					X			14,28
<i>Tellina sp</i>	X	X	X	X	X	X	X	100
<i>Tellina sp1</i>	X	X	X	X	X	X	X	100
<i>Tellina sp2</i>	X	X	X					42,86
<i>Macoma constricta</i>	X	X	X	X	X	X	X	100
<i>Macoma pectorina</i>	X							14,28
<i>Semele proficua</i>	X			X				28,57
<i>Tagelus plebeius</i>	X	X				X		42,86
<i>Iphigenia brasiliana</i>			X			X		28,57
<i>Protothaca pectorina</i>	X							14,28
<i>Pitar fulminatus</i>	X							14,28
<i>Chione cancellata</i>	X							14,28
<i>Chione pectorina</i>	X							14,28
<i>Chione subrostrata</i>	X							14,28
<i>Chione sp</i>	X							14,28
<i>Anomalocardia brasiliana</i>	X	X	X	X	X	X	X	100
<i>Corbula caribaea</i>	X	X				X		42,86
<i>Corbula lyoni</i>	X							14,28
<i>Cuspidaria sp</i>						X		14,28
Subtotal	38	14	10	9	13	17	9	100
Filo Arthropoda								
SubFilo Crustacea								
Classe Malacostraca								
Ordem Stomatopoda								
<i>Stomatopoda sp1</i>						X		14,28
Ordem Decapoda								
larva de Decapoda				X				14,28
<i>Decapoda sp1</i>		X						14,28
<i>Decapoda sp2</i>				X				14,28
Subordem Dendrobranchiata								
<i>Dendrobranchiata sp1</i>							X	14,28

Quadro 1 - continuação

Espécies	Estação Amostral							FR%
	1	2	3	4	5	6	7	
Subordem Pleocyemata								
Infra-Ordem Brachyura								
<i>Xanthidae sp1</i>							X	14,28
<i>Hexapanopeus sp</i>			X					14,28
<i>Panopeus sp1</i>	X					X		28,57
<i>Callinectes bocourti</i>	X			X	X		X	57,14
<i>Callinectes damae</i>							X	14,28
<i>Uca leptodactyla</i>		X	X	X		X	X	71,43
<i>Uca maracoani</i>		X						14,28
<i>Uca sp</i>			X				X	28,57
<i>Uca sp1</i>			X				X	28,57
<i>Pinnixia sp1</i>							X	14,28
Familia Portunidae								
<i>Portunidae sp1</i>							X	14,28
<i>Portunidae sp2</i>		X	X	X				42,86
<i>Cronius ruber</i>				X				14,28
Infra-Ordem Anomura								
Familia Paguroidea								
<i>Paguroidea sp1</i>	X							14,28
<i>Paguroidea sp2</i>		X						14,28
<i>Paguridea sp</i>	X							14,28
<i>Paguridae sp1</i>		X						14,28
Familia Diogenidae								
<i>Dardanus sp</i>	X							14,28
<i>Clibanarius antillensis</i>	X				X		X	42,86
<i>Clibanarius sclopelarius</i>	X	X		X	X		X	71,43
<i>Clibanarius tricolor</i>	X							14,28
Infraordem Thalassinidae								
<i>Upogebiidae sp 1</i>	X	X						28,57
<i>Upogebia sp.</i>	X		X					28,57
<i>Upogebia sp1</i>	X	X		X				42,86
<i>Upogebia sp2</i>	X							14,28
Ordem Cumacea								
<i>Cumacea sp1</i>		X						14,28
Ordem Tanaidacea								
<i>Leptochelia sp1</i>				X				14,28
Ordem Isopoda								
<i>Isopoda sp1</i>			X					14,28
Subordem Anthuridae								
<i>Anthuridae sp 1</i>				X				14,28
Ordem Amphipoda								
Subordem Gammaridae								
<i>Gammaridea sp 1</i>	X	X	X	X	X		X	85,71
<i>Gammaridea sp 2</i>		X			X			28,57

Quadro 1 - continuação

Espécies	Estação Amostral							FR%
	1	2	3	4	5	6	7	
Classe Maxillopoda								
Infraclasse Cirripedia								
<i>Cirripedia sp1</i>		X					X	28,57
Subtotal	13	15	8	11	6	3	13	100
Filo Ectoprocta								
<i>Catenicela contei</i>					X			14,28
<i>Scrupocellaria regularis</i>					X			14,28
Subtotal	0	0	0	0	2	0	0	
Filo Echinodermata								
<i>Ophiophragmus</i>		X					X	28,57
<i>Ophiophragmus riisei</i>				X				14,28
<i>Amphipholis squamata</i>	X							14,28
<i>Echinaster echinophorus</i>	X							14,28
Subtotal	2	1	0	1	0	0	1	
Filo Chordata								
Urochordata								
<i>Styela plicata</i>	X							14,28
Cephalochordata								
<i>Branchiostoma platae</i>	X		X	X	X	X		71,43
Subtotal	2	0	1	1	1	1	0	
Total Geral	103	54	46	39	42	46	43	167

ANEXO B – FOTOS

Filo Mollusca

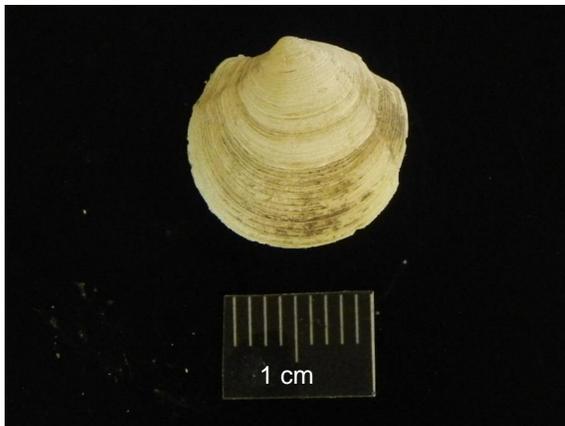
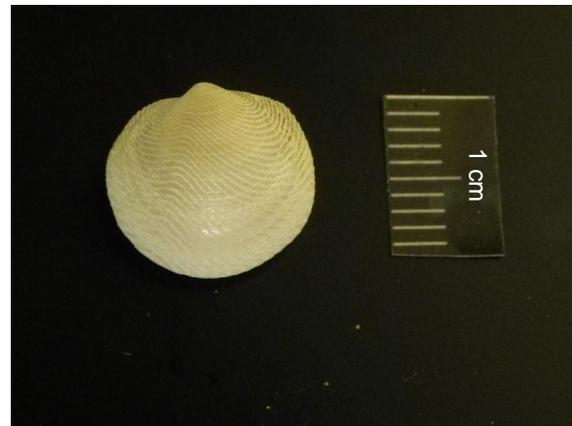
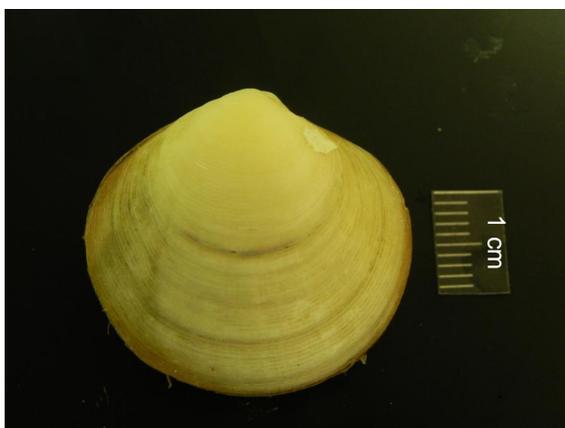
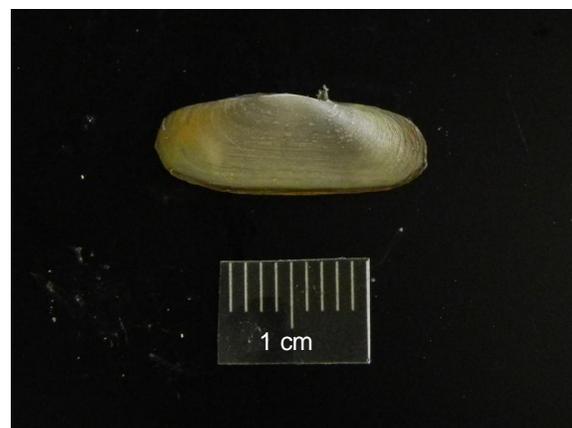
Figura 1 – *Lucina pectinata*Figura 2 – *Divaricella quadrisulcata*Figura 3 – *Tellina angulosa*Figura 4 – *Macoma constricta*Figura 5 – *Semele proficua*Figura 6 – *Tagelus plebeius*



Figura 7- *Protothaca pectorina*



Figura 8 – *Anomalocardia brasiliana*

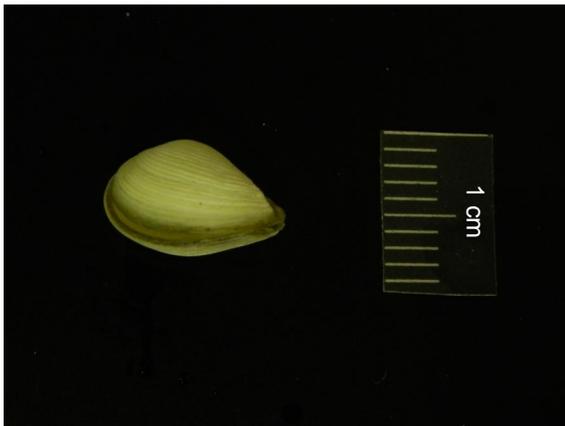


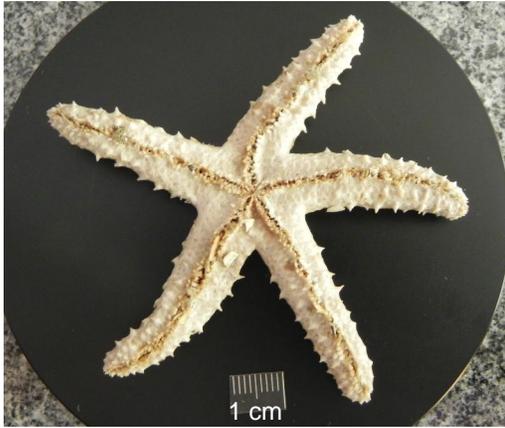
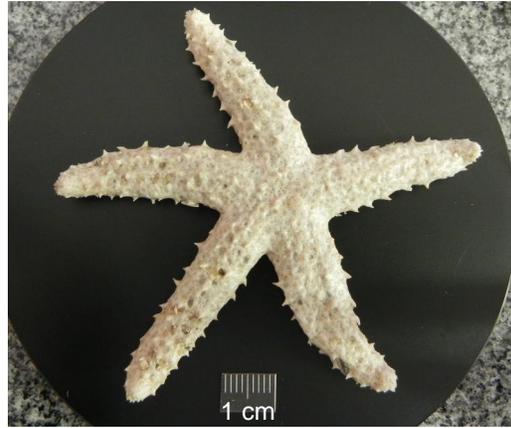
Figura 9 – *Corbula caribea*

Filo Arthropoda



Figura 10 – *Portunidade sp2*

Filo Echinodermata

Figura 11 – *Echinaster echinophorus* (vista ventral)Figura 12 - *Echinaster echinophorus* (vista dorsal)

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADO FILHO, G. M.; SALGADO, L. T.; REBELO, M. F.; REZENDE, C. E.; KAREZ, C. S. e PFEIFFER, W. C. **Heavy metals in benthic organisms from Todos os Santos Bay, Brazil.** *Brazilian Journal of Biology*, São Carlos, v. 68, n. 1, p. 95-100, 2008.

ARAPIS, Gerassimos. From Molecule to Ecosystems: Ecotoxicological Approaches and Perspectives. In: ARAPIS, G.; GONCHAROVA, N. & BAVEYVE, P. (Editores). **Ecotoxicology, Ecological, Risk Assessment and Multiple Stressors.** Holanada: Springer, 2006. Part 1. The Science of Ecotoxicology: Establishing the International Basis for Ecological Risk Assessment. p. 25-39.

ASSUMPÇÃO, H. C. P.; HALDICH, G. M.; UCCHA, J. M. **Distribuição Espacial de metais traço no Município de Madre de Deus, Bahia.** *Cadernos de Geociências*, v. 8, n. 2, p. 71-81, 2011. www.cadernosdegeociencias.igeo.ufba.br.

BARBOSA, I. S. **Distribuição de Elementos Essenciais e não Essenciais em Moluscos Bivalves e Sedimentos da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil.** 2013. 96 p. Dissertação de Mestrado – Instituto de Química, Universidade Federal de Bahia, Salvador, Bahia.

BARROSO, C. X.; MATTEWS-CASCON, H. **Distribuição especial e temporal da malacofauna no estuário do rio Ceará, Ceará, Brasil.** *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 4, n. 1, p. 79-86, 2009.

BAT, L. **Influence of Sediment on Heavy Metal Uptake by the Polychaete Arenicola marina.** *Turkish Journal of Zoology*, v. 22, p. 341-350, 1998.

BILYARD, G. R. **The Value of Benthic Infauna in Marine Pollution Monitoring Studies.** *Marine Pollution Bulletin*, v. 18, n. 11, p. 581-585, 1987.

BLANCO, J. F. & SCATENA, F. N. **Floods, Habitat Hydraulics and Upstream Migration of Neritina virginea (Gastropoda: Neritidae) in Northeastern Puerto Rico.** *Caribbean Journal of Science*, v. 41, n. 1, p. 55-74, 2005.

BLANCO, J. F. & SCATENA, F. N. **Hierarchical Contribution of River-Ocean Connectivity, Water Chemistry, Hydraulics and Substrate to the Distribution of Diadromus Snails in Puerto Rican Streams.** *Journal of the North American Benthological Society*, v. 25, p. 82-98, 2006.

BLANCO, J. F. & SCATENA, F. N. **The Spatial Arrangement of *Neritina virginea* (gastropoda: Neritidae) During Upstream Migration in a Split-channel Reach.** *River Research and Applications*, 23, p. 235-245, 2007.

BOEHS, G.; ABSHER, T. M.; CRUZ-KALED, A. **Composition and distribution of benthic molluscs on intertidal flats of Paranaguá Bay (Paraná, Brasil).** *Scientia Marina*, v. 68, n. 4, p. 537-543, 2004.

BOEHS, G.; ABSHER, T. M.; CRUZ-KALED, A. C. **Ecologia Populacional de *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (Bivalvia, Veneridae) na Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil.** *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 259-270, 2008.

BOER, W. F. & PRINS, H. H. T. **Human exploitation and benthic community structure on a tropical intertidal flat.** *Journal of Sea Research*, v. 48, p. 225-240, 2002.

BOSSART, G.D. **Marine mammals as sentinel species for oceans and human health.** *Oceanography*. v. 19, n. 2, p. 134-137, 2006.

BOUCHOT, Gerardo Gold & PÉREZ, Omar Zapata. Contaminación, Ecotoxicología y Manejo Costero. In: ARRIAGA, R.; VILLALOBOS, E., G. J.; AZUZ-ALDETH, I. & MAY, F. R. (Editores). **Manejo Costero en México.** Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo, 2004. Capítulo 18, p. 277-286.

BRADLEY, S. P.; DANTAS, Z. M.; SALDANHA, M. G. **Gestão ambiental de uma cidade-indústria: o caso de Madre de Deus.** 2000. 38 f. Monografia de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia.

BRANDIMARTE, Ana Lúcia; SHIMIZU, Gisela Yuka; ANAYA, Maurício; KUHLMANN, Mônica Luísa. Amostragem de Invertebrados bentônicos. In: BICUDO, C. E. de M. & BICUDO, D. de C. (Organizadores). **Amostragem em Limnologia.** São Carlos: RiMa, 2004. Capítulo 13, p. 213-230.

BRASIL. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Diagnóstico geoambiental e socioeconômico da bacia do Rio Paraguaçu - BA.** Rio de Janeiro. 124p, 1993.

BROWN, Murray T.; DEPLEDGE, Michael H. Determinants of trace metals concentrations in marine organisms. In: LANGSTON, W. J. & BEBIANO, M. J.

(Editores). **Ecotoxicology series 7, Metal metabolism in Aquatic Environments**. 2a Edição. Londres: Chapman & Hall Ltda, 2010. Capítulo 7, p. 185-217.

BRYAN, G.W. Pollution due to heavy metals and their compounds. In: O. KINNE (Editor). **Marine Ecology**, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, volume 5, parte 3, p. 1289-1431, 1984.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F. & NESSIMIAN, J. L. **Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios**. *Caderno Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 465-473, 2003.

CARBALLEIRA, A. **Consideraciones para el diseño de un programa de monitorización de los efectos biológicos Del vertido El Prestige**. *Ciencias Marinas*, v. 29, n. 1, p. 123-139, 2003.

CALLISTO, M. & ESTEVES, F. A. **Distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita, Lago Batata (Pará, Brasil)**. *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, v. 1, p. 335-348, 1995.

CAMPBELL, N.A. **Biology**. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. Fourth Edition, 1206 pp, 1996.

CARVALHO, F. M.; SILNANY-NETO, A. M.; TAVARES, T. M., LIMA, M. E. C. & WALDRON, H. A. **Lead Poisoning Among Children from Santo Amaro, Brazil**. *Paho Bulletin*, v. 19, n. 2, 1985.

CARVALHO, P. V. V.C.; SANTOS, P. J. P. & BOTTER-CARVALHO, M. L. **Assessing the severity of disturbance for intertidal and subtidal macrobenthos: The phylum-level meta-analysis approach in tropical estuarine sites of northeastern Brazil**. *Marine Pollution Bulletin*, v. 60, p. 873-887, 2010.

CELINO, J. J. & QUEIROZ, A. F. S. **Fonte e grau da contaminação por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) de baixa massa molecular em sedimentos da Baía de todos os Santos, Bahia**. *Revista Escola de Minas*, Ouro Preto, v. 59, n. 3, p. 265-270, 2006.

CHAINHO, P.; COSTA, J. L.; CHAVES, M. L.; DAUER, D. M. & COSTA, M. J. **Influence of seasonal variability in benthic invertebrate community structure on the use of biotic indices to assess the ecological status of a Portuguese estuary**. *Marine Pollution Bulletin*, v. 54, p. 1586-1597, 2007.

CHAINHO, P.; SILVA, G.; LANE, M. F.; COSTA, J. L.; PEREIRA, T.; AZEDA, C.; ALMEIDA, P. R.; METELO, I. & COSTA, M. J. **Long-Term Trends in Intertidal and Subtidal Benthic Communities in Response to Water Quality Improvement Measures.** *Estuaries and Coasts*, v. 33, p.1314-1326, 2010.

CLARKE, K.R.; GORKLEY, R.N. **PRIMER v 6: User Manual/Tutorial.** PRIMER-E. Plymouth, 2005, 91p. ilustr.

CLARKE, K.R.; WARWICK, R.M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation.** 2nd edition, Primer-E Ltd., 2001.

COGNETTI, G., SARÀ, M. & MAGAZZÙ, G. **Biología Marina.** 1ª Edição. Barcelona: Ariel Ciência, 2001. 619 p.

Consórcio BTS – HYDROS – CH2MHILL. **Relatório de Avaliação Global do Grau de Comprometimento dos Sedimentos da BTS - Elaboração do Diagnóstico de Grau de Contaminação da Baía de Todos os Santos por Metais Pesados e Hidrocarbonetos de Petróleo a partir da Análise das suas Concentrações nos Sedimentos de Fundo e no Biota Associado,** 2004.

CRAVO, F. M.; LIMA, V. J.; SANDRINI, J. Z.; AMADO, L. L.; GERACITANO, L. A.; REBELO, M.; BIANCHINI, A. & MONSERRAT, J. M. **Antioxidant responses in different body regions of the polychaeta *Laeonereis acuta* (Nereididae) exposed to copper.** *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 72, p 388-393, 2009.

CRUZ, I. C. S.; KIKUCHI, R. K.P. & LEÃO, Z.M.A.N. **Characterization of Coral Reefs from Todos os Santos Bay Protected Area for Management Purpose, Bahia, Brazil.** *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, v. 9, n. 3, p. 3-23, 2009.

DOMINGUEZ, J. M. LANDIM & BITTENCOURT, ABÍLIO CARLOS SILVA P. 2009. Geologia. In: HATJE, V. & ANDRADE, J. B. de, (Organizadores). **Baía de Todos os Santos Aspectos Oceanográficos.** Salvador. Editora da Universidade Federal da Bahia, 2009. Capítulo II, p.25-66.

FERREIRA, A. N. **Avaliação do Impacto da Dragagem sobre a Associação Fitoplanctônica do Porto de Aratu, Baía de Todos os, Bahia.** 2011. 72 f. Dissertação de mestrado Programa de Pós-Graduação em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente - POSPETRO, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia.

FREIRE, M. M.; SANTOS, V. G.; GINUINO, I. S. F. & ARIAS, A. R. L. 2008. **Biomarcadores na Avaliação da Saúde Ambiental dos Ecossistemas Aquáticos.** *Oecologia Brasiliensis*, v. 12, n. 3, p. 347-354, 2008.

FREITAS, H.; GUEDES, M. L. S.; SMITH, D. H.; OLIVEIRA, S. S.; SANTOS, E. S. & SILVA, E. M. **Characterization of the mangrove plant community and associated sediment of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil.** *Aquatic Ecosystem Health & Management*, v. 5, n. 2, p. 217–229, 2002.

GERMEN. **Baía de Todos os Santos: Diagnóstico Sócio-Ambiental e Subsídios para a Gestão.** Salvador: GERMEN/UFBA-NIMA, 244 p., 1997.

GESTEL, C. A. M. V. & BRUMMELEN, T. C. V. **Incorporacion of biomarker concept in ecotoxicology calls for a redefinition of terms.** *Ecotoxicology*, v. 5, p. 217-225, 1996.

GOMES, F. R.; BRICHTA, A.; SILVA, E. M.; FERNANDES, L. F. **Diatomáceas como Indicadoras de Mudanças Ambientais na Baía do Iguape – Baixo Paraguaçu (Bahia, Brasil).** II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, II Congresso do Quaternário dos Países de Língua Ibéricas. Recife, 1995.

GRALL, J., GLÉMAREC, M. **Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 44, p. 43-53, 1997.

HACK, L. A.; TREMBLAY, L. A.; WRATTEN, S. D.; LISTER, A. & KEESING, V. **Benthic meiofauna community composition at polluted and non-polluted sites in New Zealand intertidal environments.** *Marine Pollution Bulletin*, v. 54, p. 1801–1812, 2007.

HAGGER, J. A.; GALLOWAY, T. S.; LANGSTON, W. J. & JONES, M. B. **Application of biomarkers to asses the condition of European Marine Sites.** *Environmental Pollution*, 157, p. 2003-2010, 2009.

HAIR, J.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E. & TATHAM, R. L. Introduction. Capítulo 1, p. 1-34. Capítulo 4 Multiple Regression Analysis, p. 169-268. Capítulo 6 Multivariate Analysis of Variance, p. 383-458. In: **Multivariate Data Analysis**. 6a Edição. Upper Saddle River, New Jersey : Pearson Education Inc., 2006.

HATJE, V.; BARROS, F.; FIGUEIREDO, D. G.; SANTOS, V. L.C. S. & PESO AGUIAR, M. C. **Trace metal contamination and benthic assemblages in Subaé estuarine system, Brazil.** *Marine Pollution Bulletin*, v. 52, p. 982-987, 2006.

HATJE, V. & ANDRADE, J. B. de, (Organizadores). **Baía de Todos os Santos Aspectos Oceanográficos.** 304p. Salvador. Editora da Universidade Federal da Bahia, 2009.

INEMA, 2013 **Estudo do Regime de Vazões Ambientais a Jusante da UHE de Pedra do Cavalo – Baía do Iguape. Aspectos biológicos, Hidráulicos, Hidrológicos e Qualidade das Águas.** SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE – SEMA/ INEMA) DIRETORIA GERAL (DIREG)/ Departamento de Engenharia Ambiental –DEA/UFBA. Vol. 3, 192.p (Relatório *in press*).

JACKSON, R. B. **Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristic approaches.** *Ecology*, v. 74, p. 2204–2214, 1993.

JACKSON, N. L.; NORDSTROM, K. F.; ELIOT, I. & MASSELINK, G. **“Low-energy” sandy beaches in marine and estuarine environments: a review.** *Geomorphology*, 48, p. 147-162, 2002.

JAMBEIRO, A. F. **Micronúcleos em *Macoma constricta* (Bruguiere, 1792) (Bivalvia – Tellinidade): Uma Biomarca do estresse ambiental na Baía de Todos os Santos – BA.** 2006. 126 p. Dissertação de Mestrado - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Bahia, Salvador, Bahia.

JESUS, H. C.; COSTA, E. de A.; MENDONÇA, A. S. F. & ZANDONADE, E. **Distribuição de Metais Pesados em Sedimentos do Sistema Estuarino da Ilha de Vitória-ES.** *Química Nova*, v. 27, n. 3, p. 378-386, 2004.

JESUS, R. S. & PROST, C. **Importância da Atividade Artesanal da Mariscagem para as Populações nos Municípios de Madre de Deus e Saubara, Bahia.** *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 30, p. 123-137, 2011.

KIM, K. J.; KIM, D. H.; YOO, J. C. & BAEK, K. **Electrokinetic extraction of heavy metals from dredged marine sediment.** *Separation and Purification Technology*, 79, p. 164-169, 2011.

KÖEPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la Tierra.** México: Fondo de Cultura Economica, 1948, 478p).

LAGADIC, L.; CAQUET, T. & RAMADE, F. **The role of biomarkers in environmental assessment (5). Invertebrate populations and Communities.** *Ecotoxicology*, v. 3, p. 193-208, 1994.

LANGSTON, William J.; BEBIANO, Maria João; BURT, Gary R. Metal handling strategies in molluscs. In: LANGSTON, W. J. & BEBIANO, M. J. (Editores). **Ecotoxicology series 7, Metal metabolism in Aquatic Environments.** 2a Edição. Londres: Chapman & Hall Ltda, 2010. Capítulo 8, p. 219-283.

LESSA, G. C.; LIMA, G. M.; CARVALHO, J. B.; OLIVEIRA, V. **Oceanografia física e Geologia da BTS.** Disponível em: <http://www.cpgg.ufba.br>. Acesso em: outubro de 2013.

LESSA, G. C.; DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. & BRICHTA, A. The tides and tidal of Todos os Santos Bay, Northeast Brazil: a general characterization. In: **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 73, n. 2, p. 245-261, 2001.

LIMA, J. V.; SANDRINI, J. Z.; CRAVO, M. F.; PIEDRAS, F. R.; MORAES, T. B.; FATTORINI, D.; NOTTI, A.; REGOLI, F.; GERACITANO, L. A.; MARINS, L. F. F. & MONSERRAT, J. M. **Toxicological responses in *Laeonereis acuta* (annelida, polychaeta) after arsenic exposure.** *Environment International*, 33, p. 559-564, 2007.

LIMA, J. V.; RAMOS, P. B.; FATTORINI, D.; REGOLI, F.; FERRAZ, L.; CARVALHO, L. M. & MONSERRAT, J. M. **Accumulation, biotransformation, and biochemical responses after exposure to arsenite and arsenate in the estuarine polychaete *Laeonereis acuta* (Nereididae).** *Environmental Science and Pollution Research*, 18, p. 1270-1278, 2011.

LOPEZ, G. R. & LEVINTON, J. S. **Ecology of Deposit-Feeding Animals in Marine Sediments.** *The Quarterly Review of Biology*, v. 62, n. 3, p. 235-260, 1987.

LU, L. & WU, R. S. S. **A field experimental study on recolonization and succession of macrobenthic infauna in defaunated sediment contaminated with petroleum hydrocarbons.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 68, p. 627-634, 2006.

LUCERO, C.H.; CANTERA, J.R. & ROMERO, I.C. **Variability of macrobenthic assemblages under abnormal climatic conditions in a small scale tropical estuary.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 68, n. 1-2, p. 17-26, 2006.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement.** eds. 1988. Oxford: Blackwell Publishing, 177 p.

MARTINS, L. K. P.; NASCIMENTO, I. A.; FILLMAN, G.; KING, R.; EVANGELISTA, A. J. A.; READMAN, J. W. & DEPLEDGE, M. H. **Lysosomal responses as a diagnostic tool for the detection of chronic petroleum pollution at Todos os Santos Bay, Brazil.** *Environmental Research*, v. 99, p. 387-396, 2005.

McLACHLAN, Anton; BROWN, Alec. Benthic Macrofauna Communities. In: **_. The Ecology of sandy shores.** Local:Estados Unidos da América, Academic Press, 2ª edição, 2006. Capítulo 7. p. 125-161.

MEIRE, R. O.; AZEVEDO, A. & TORRES, J. P. M. **Aspectos Ecotoxicológicos de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos.** *Oecologia Brasiliensis*, v.11, n. 2, p. 188-201, 2007.

MESTRINHO, S. S. P. **Estudo do Comportamento Geoquímico dos Metais Pesados nos Sedimentos da Região Estuarina do Rio Paraguaçu, BA.** 1998. 158 p. Tese Doutorado em Recursos Minerais e Hidrologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MONPERRUS, M.; PPOINT, D.; GRALL, J.; CHAUVAUD, L.; AMOUROUX, D.; BAREILLEA, G. & DONARD, O. **Determination of metal and organometal trophic bioaccumulation in the benthic macrofauna of the Adour estuary coastal zone (SW France, Bay of Biscay).** *Journal of. Environmental Monitoring*, 7, p. 693-700, 2005.

NETA, C. P. C. & SILVA, G. G. H. **Aspectos da Dinâmica Populacional do Gastrópode Neritina virginea em região estuarina do Rio Grande do Norte, Brasil.** *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 1 – 14, 2013.

NOLAN, A. L., LOMBI E., McLAUGHLIN, M. J. Metal bioaccumulation and toxicity in soils - why bother with speciation? *Australian Journal of Chemistry*, 56, p. 77-91, 2003.

NYBAKKEN, J. W. **Marine Biology: An Ecological Approach.** 3ª Edição. Nova York: HarperCollins College Publishers, 1993. 462 p.

OLIVEIRA, R. **Determinação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em biota na Baía de Todos os Santos.** 2003. 72f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, 2003.

OLSEN, G. H.; CARROLL, M. L.; RENAUD, P. E.; AMBROSE JR, W. G.; OLSSON, R. & CAROLL, J. **Benthic community response to petroleum-associated**

components in Arctic versus temperate marine sediments. *Marine Biology*, 151, p. 2167-2176, 2007.

ONOFRE, C. R. de E.; CELINO, J. J.; NANO, R. M. W. & QUEIROZ, A. F. de S. **Biodisponibilidade de Metais Traços nos Sedimentos de Manguezais da Porção Norte da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil.** *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 7, n.2, p. 65-82, 2007.

ORTIZ, L. F. & BLANCO, J. F. **Distribución de los Gasterópodos del Manglar, Neritina virginea (Neritidae) y Littoria angulifera (Littorinidae) el la Ecorregión Darién, Caribe colombiano.** *Revista de Biología Tropical*, v. 60, 1, p. 219-232, 2012.

OUISSÉ, V.; RIERA, P.; MIGNÉ, A.; LEROUX, C. & DAVOULT, D. **Freshwater seepages and ephemeral macroalgae proliferation in an intertidal bay: I Effect on benthic community structure and food web.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 91, p. 272 – 281, 2011.

PALOMO, G.; MARTINETTO, P. & IRIBARNE, O. **Changes in the feeding behavior of the deposit-feeding polychaete *Laeonereis acuta* on soft sediments inhabited by burrowing crabs.** *Marine Biology*, 145, p. 657-667, 2004.

PAULA, E.V.; CUNICO, C.; BOLDRINI, E.B. **Controle do assoreamento e dos contaminantes por meio da gestão de bacias hidrográficas para o planejamento das dragagens portuárias na Baía de Antonina/Paraná/Brasil.** *Revista Ra'e Ga*, Curitiba, n.12, p.195-210, 2006.

PEIXINHO, S. & PESO AGUIAR, M. C. Marine sponges as biomonitors: an ecological approach at Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. In: **Proceedings of the International Workshop on Biomonitors, Bahia, Brazil.** MARC (Monitoring and Assessment Research Center, King's College, London)/UFBA (Universidade Federal da Bahia). 1989.

PEIXOTO, J. A. S. **Baía de Todos os Santos: Vulnerabilidades e Ameaças.** 2008. 192 p. Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia.

PEREIRA, M. C. A.; ARAUJO, D. S. D. & PEREIRA, O. J. **Estrutura de uma comunidade arbustiva da restinga de Barra de Maricá – RJ.** *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 24, n.3, p. 273-281, 2001.

PESO, M. C. **Bivalves comestíveis da Baía de Todos os Santos: Estudo quantitativo com especial referência à *Anomalocardia brasiliana* (Gmelin, 1791) (*Bivalvia-Veneridae*)**. 1980. 174 p. Dissertação Mestrado - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PESO-AGUIAR, M. C. **Macoma constricta (Bruguiere – 1792) (*Bivalvia – Tellinidae*) como Biomonitor da Presença Crônica do Petróleo na Baía de Todos os Santos (BA)**. 1995. 160 p. Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

PESO-AGUIAR, M. C.; SMITH, D. H.; ASSIS, R. C. F.; SANTA-ISABEL, L. M.; PEIXINHO, S.; GOUVEIA, E. P.; ALMEIDA, T. C. A.; ANDRADE, W. S.; CARQUEIJA, C. R. G.; KELMO, F.; CARROZZO, G.; RODRIGUES, C. V.; CARVALHO, G. C. & JESUS, A. C. S. **Effects of petroleum and its derivatives in benthic communities at Baía de Todos os Santos/Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil**. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 3, p. 459-470, 2000.

PIMENTEL, M. S. **A influência da instalação do terminal Almirante Alves Câmara nos índices socioeconômicos do município de Madre de Deus**. *Cadernos de Pesquisa NPGA*, Salvador, n. 1, v. 3, 2006, p. 1-22.

PRIMACK, R. B. & EFRAIM, R. **Biologia da Conservação**. 328p. Editora Vida, Londrina, Paraná, Agosto de 2002. Capítulo 1 Biologia da Conservação e Diversidade Biológica, p.1- 68.

QUEIROZ, A. F. S.; CELINO, J. J.; VEIGA, I. G. & TRIGÜIS, J. A. Contaminação por Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) de Baixa Massa Molecular em Sedimentos Superficiais de Manguezais da Baía de Todos os Santos, Bahia. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS**, 3., 2005, Salvador, BA. *Anais do 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás*, 2005.

RAINBOW, P. S. **The biology of heavy metals in the sea**. *International Journal of Environmental Studies*, 25, p.195-211, 1985.

RAINBOW, Philip S. Phylogeny of trace metal accumulation in crustaceans. In: LANGSTON, W. J. & BEBIANO, M. J. (Editores). **Ecotoxicology series 7, Metal metabolism in Aquatic Environments**. 2a Edição. Londres: Chapman & Hall Ltda, 2010. Capítulo 9, p. 285-319.

RICKLEFS, R.E. Estrutura da Comunidade. In: **A Economia da Natureza**. 5a edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A. 2003. Capítulo 21, p.368-387. Capítulo 24, p. 424-442.

RINCÓN, C. H. L.; NEIRA, R.; BOLÍVAR, G. & PEÑA, E. J. **Utilización de la macrofauna bentónica como indicador de calidad ambiental en la desembocadura del río anchicaya, pacífico colombiano.** *Revista Eidenar*, Ejemplar 7, p. 25-34, 2008.

ROCHA, G. O.; GUARIEIRO, A. L. N.; ANDRADE, J. B.; EÇA, G. F.; ARAGÃO, N. M.; AGUIAR, R. M.; KORN, M. G. A.; BRITO, G. B.; MOURA, C. W. N. & HATJE, V. **Contaminação na Baía de Todos os Santos.** *Revista Virtual de Química*, v 4, n. 5, p. 583-610, 2012.

RYGG, B. **Heavy Metal Pollution and Log-normal Distribution of Individuals among Species in Benthic Communities.** *Marine Pollution Bulletin*, v. 17, n. 1, p. 31-36, 1986.

RYU, J.; KHIM, J. S.; KANG, S. G.; KANG, D.; LEE, C. & KOH, C. **The impact of heavy metal pollution gradients in sediments on benthic macrofauna at population and community levels.** *Environmental Pollution*, 159, p. 2622-2629, 2011.

SANDRINI, J. Z.; LIMA, J. V.; REGOLI, F.; FATTORINI, D.; NOTTI, A.; MARINS, L. F. & MONSERRAT, J. M. **Antioxidant responses in the nereidid *Laeonereis acuta* (Annelida, Polychaeta) after cadmium exposure.** *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 70, p. 115-120, 2008.

SANT'ANA JR, N. de; BERETTA, M.; SILVA, S.M.T. & TAVARES, T.M. **Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos em Sedimentos Superficiais na Baía de Todos os Santos Nordeste do Brasil.** *Tropical Oceanography*(Online), 38, p. 60-75, 2010.

SANTOS C. B.; CARVALHO R. C. & LESSA G. C. Distribuição dos manguezais na Baía de Todos os Santos e seu impacto no balanço hídrico In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 9., 2003, Recife. **Anais IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**, 2003.

SANTOS, V. L. C. S.; RAYMUNDO, C. C. & TAVARES, T. **Isomers of the dodecylbenzene in marine sediments from the Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil.** *Aquatic Ecosystem Health & Management*, v. 3, n. 4, p. 479-484, 2000.

SANTOS, L. F. P. **Avaliação dos teores de cádmio e chumbo em pescado proveniente de São Francisco do Conde, Bahia.** 2011. 75 p. Dissertação de Mestrado - Escola de Nutrição, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

SEERA-GASSO, T.C. **Petróleo: Um Problema Ambiental**. 1991. 56 p. Monografia de Bacharelado em Ciências Biológicas - Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia UFBA, Salvador.

SILVA, C.R.S. **Estudo e Avaliação do Teor de Carbono e de Metais Biodisponíveis em Sedimentos da Baía de Todos os Santos e de Abrolhos**. 2007. 159 p. Tese de Doutorado - Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

SIMBOURA, N.; ZENETOS, A.; PANAYOTIDIS, P. & MAKRA, A. **Changes in Benthic Community Structure Along an Environmental Pollution Gradient**. *Marine Pollution Bulletin*, v. 30, n. 7, p. 470-474, 1995.

SOUTO, Francisco José Bezerra. Parte II Conhecimento Tradicional associado à Pesca. In: MOURA, F. B. P. (Organizador). **Conhecimento Tradicional e Estratégias de Sobrevivência de Populações Brasileiras**. Maceió: EDUFAL (Editora da Universidade Federal de Alagoas), 2007. Capítulo 4 Etnoecologia em área de Manguezal, p. 71-90.

SOUTO, F. J. B.; MARTINS, V. S. **Conhecimentos etnoecológicos na mariscagem de moluscos bivalves no Manguezal do Distrito de Acupe, Santo Amaro, BA**. *Biotemas*, v. 22, n. 4, p. 207-218, 2009.

TAVARES, T. M.; PESO-AGUIAR, M.C. **Estudo da Distribuição de Mercúrio na Água Sedimentos e Moluscos na Enseada dos Tainheiros**. In: Supl. Ciência e Cult., 1977. *Supl. Ciência e Cult.*, 1977. v. 29. p. 544.

TAVARES, T. M.; ROCHA, V. C.; PORTE, C.; BARCELÓ, D. & ALBAIGÉS, J. **Application of the Mussel Watch Concept in Studies of Hydrocarbons, PCBs and DDT in the Brazilian Bay of Todos os Santos (Bahia)**. *Marine Pollution Bulletin*, v. 19, n. 11, p. 575-578, 1988.

TAVARES, T. M.; BERETTA, M. & Costa M. C. **Ratio of DDT/DDE in the All Saints Bay, Brazil and its Use in Environmental Management**. *Chemosphere*, v. 38, n. 6, p. 1445-1452, 1999.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M. & HARPER, J.L. La naturaliza de la comunidad. In: **Ecología Individuos, poblaciones y comunidades**. Barcelona: Editora Omega, 1988. Capítulo 16, p. 601-638.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M. & HARPER, J.L. Padrões na riqueza de espécies. In: **Fundamentos em Ecologia**. 3ª edição, Porto Alegre: Editora Artmed, 2010. Capítulo 10, p. 365-401.

USEPA (United States Environmental Protection Agency). LAZORCHAK, J.M.; HILL, B.H.; BROWN, B.S.; McCORMICK, F.H.; ENGLE, V.; LATTIER, D.J.; BAGLEY, M.J.; GRIFFITH, M.B.; MACIOROWSKI, A.F.; TOTH, G.P. Bioindicators and biomonitors. In: **Biomonitoring and Bioindicator Concepts Needed to Evaluate the Biological Integrity of Aquatic Systems**. Chapter 23, p. 831-874, 2003.

VEIGA, I. G. **Avaliação da origem dos hidrocarbonetos em sedimentos superficiais de manguezais da região norte da Baía de Todos os Santos / Bahia**. 2003. 249p. Dissertação de Mestrado - Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.

JAMBEIRO, A. F. **Micronúcleos em *Macoma constricta* (Bruguiere, 1792) (*Bivalvia* – Tellinidade): Uma Biomarca do estresse ambiental na Baía de Todos os Santos – BA**. 2006. 126 p. Dissertação de Mestrado - Instituto de Biologia, Universidade Federal de Bahia, Salvador, Bahia.

VENTURINI, N ; TOMMASI, L. R. **Polycyclic aromatic hydrocarbons and changes in the trophic structure of polychaete assemblages in sediments of Todos os Santos Bay, Northeastern Brazil**. *Marine Pollution Bulletin*, v. 48, n. 1, p. 97-107, 2004.

VENTURINI, N.; MUNIZ, P.; BÍCEGO, M.; MARTINS, C. C. & TOMMASI, L. R. **Petroleum contamination impact on macrobenthic communities under the influence of an oil refinery: Integrating chemical and biological multivariate data**. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 78, p. 457-467, 2008.

VIRGA, R. H. P.; GERALDO, L. P. & SANTOS, F. H. dos. Avaliação de contaminação por metais pesados em amostras de siris azuis. **Assessment of heavy metal contamination in blue crab specimens**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27, n. 4, p. 779-785, 2007.

WETHEY, D. S.; BRIN, L. D.; HELMUTH, B. & MISLAN, K. A. S. **Predicting intertidal organism temperatures with modified land surface models**. *Ecological Modelling*, v. 222, n. 19, p. 3568-3576, 2011.

XIAOCHEN, W.; XINZHENG, L.; BAOQUAN, L. & HONGFA, W. **Summertime community structure of intertidal macrobenthos in Changdao Archipelago, Shandong Province, China**. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, v. 27, n. 3, p. 425-434, 2009.

YI, Y.; YANG, Z. & ZHANG, S. **Ecological risk assessment of heavy metals in sediment and human health risk assessment of heavy metals in fishes in the middle and lower reaches of the Yangtze River basin.** *Environmental Pollution*, 159, p. 2575-2585, 2011.

YSEBAERT, T.; FETTWEIS, M.; MEIRE, P. & SAS, M. **Benthic variability in intertidal soft-sediments in the mesohaline part of the Schelde estuary.** *Hydrobiologia*, 540, p. 197-216, 2005.