

ANÁLISE DA MACROFAUNA BENTÔNICA DA REGIÃO NORDESTE DA BAÍA DE TODOS OS SANTOS, BAHIA

Karina Santos GARCIA ¹
 Luis Emanuel Moutinho ACACIO ²
 Orane Falcão ALVES ³
 Olivia Maria Cordeiro de OLIVEIRA ⁴
 John Edmund Lewis MADDOCK ⁵
 Maria Betânia Figueiredo SILVA ⁶

¹ Bióloga, Dr^a em Geoquímica. Coordenadora dos laboratórios do Núcleo de Estudos Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia – NEA/IGEO/UFBA. garciaks@ufba.br

² Biólogo, Universidade Federal da Bahia/UFBA. lacacio2000@yahoo.com.br

³ Bióloga Marinha, Dr^a em Geografia. Professora Associada, Instituto de Biologia – IBIO/UFBA. orane@ufba.br

⁴ Geóloga, Dr^a. Geoquímica Ambiental. Professora Associada, IGEO/UFBA. olivia@ufba.br.

⁵ Eng. Químico, Dr. em Físico-Química e Engenharia Química. Professor Titular da Universidade Federal Fluminense - UFF. john@uff.br

⁶ Bióloga, Mestre em Ecologia e Biomonitoramento. Analista de Meio Ambiente - Ciências Biológicas do Ministério Público do Estado da Bahia. betania_figueiredo@yahoo.com.br

RESUMO. A Bahia de Todos os Santos é a segunda maior baía do Brasil e ao longo dos últimos 60 anos diversas atividades antrópicas têm influenciado na sua qualidade ambiental, a exemplo de efluentes domésticos e industriais, resíduos sólidos, agricultura, portos e atividades de mineração. O presente trabalho realizou um levantamento da macrofauna bentônica na área sob influência de atividades petroquímicas situada na Baía de Todos os Santos-BA, no intuito de analisar as estruturas das assembleias bentônicas e verificar a relação entre o padrão de distribuição desses organismos. As triagem resultou num total de 1333 organismos pertencentes a apenas 6 filos. Os grupos de maior riqueza de espécies, os Mollusca (12), os Annelida – Polychaeta (8), além dos Arthropoda - Crustacea (6), os quais corresponderam a 97.8% das unidades taxonômicas amostradas. As estações do mesolitoral mostraram um padrão de distribuição distinto com dominância específica de poliquetas indicadores de contaminação orgânica como Capitellidae. A riqueza de espécies, relativamente baixa, observada na área de estudo, pode estar relacionada à ocorrência do elevado percentual de lama, onde já foi descrito por trabalhos anteriores que as associações faunísticas são mais pobres.

Palavras-chave: Macrofauna, sedimento, Baía de Todos os Santos.

ABSTRACT. Analysis of the Benthic Macrofauna of the Northeast Region of the Todos os Santos Bay, Bahia State, Brazil. The Todos os Santos Bay is the second largest bay in Brazil and over the last 60 years various antropogenic activities have influenced their environmental quality, like domestic and industrial effluents, solid waste, agriculture, ports and mining activities. This paper proposes to conduct a survey of the benthic macrofauna in the area under the influence of petrochemical activities located in the Todos os Santos Bay-BA, analyze the structure of benthic communities present and to test the relationship between distribution benthic patterns. The sorting resulted in a total of 1333 bodies belonging to only 6 filo. The groups of species richness, the Mollusca (12), the Annelida - Polychaeta (8), in addition to the Arthropoda - Crustacea (6), which accounted for 97.8% of taxonomic units sampled. It was found that the stations were located in mesolitoral values of density, richness and diversity higher than the stations located in infralitoral. The mesolitoral stations presented of Pochaeta group dominance (like Capitellidae) contaminat organic sediment indicators. The richness of species, relatively low, observed in the study area, may be related to the occurrence of the high percentage of mud, which has been described by previous work that associations wildlife are poorer.

Keyword: Macrofauna, Sediment, Todos os Santos Bay, Bahia.

INTRODUÇÃO

O sedimento marinho cobre a maior parte do fundo dos oceanos, e os organismos que nele residem constituem a maior assembleia faunística em área de cobertura no planeta. A biomassa desse sedimento é dominada pela macrofauna

bentônica, um grupo de invertebrados formado por poliquetas, moluscos, crustáceos e muitos outros filos de diversos tamanhos (SNELGROVE, 1998; ELLINGSEN; GRAY, 2002)

A Macrofauna bentônica é, assim, uma componente chave dentro dos ecossistemas aquáticos, uma vez que participa intensamente nas

atividades de manutenção e regulação dos processos ecossistêmicos como decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (por bioturbação). Adicionalmente, ocupa uma posição essencial nas cadeias alimentares aquáticas, por serem os principais consumidores secundários. (NYBAKKEN, 1993; LANA, 1996; AMARAL et al., 2003; BARROS et al., 2012).

As funções ecossistêmicas exercidas pelo macrozoobentos são imprescindíveis quando se pretende descrever padrões, compreender processos ecossistêmicos ou inferir sobre impacto ambiental em ambientes aquáticos (ODUM, 1983; UNDERWOOD et al., 2000).

Em ambientes costeiros é notório cada vez mais o desenvolvimento urbano e industrial. Dentre os contaminantes mais comuns nos sistemas costeiros, os metais e os hidrocarbonetos têm se tornado um problema desde que o homem começou a utilizar combustíveis fósseis como fonte de energia (GARCIA, 2009, MARQUES et al., 2011).

A importância do ambiente bentônico não está somente relacionada com a sua biodiversidade, ou a sua importância trófica, mas principalmente, ao fato deste ser o maior depositário de substâncias tóxicas do ambiente marinho, onde os contaminantes dentre eles metais traço e hidrocarbonetos aromáticos podem acumular em até 1000 vezes ou mais que a concentração encontrada na coluna d'água. Portanto, é necessário ampliar conhecimentos a respeito dos riscos ecológicos associados à presença de contaminantes em sedimentos para assegurar a proteção ambiental de ecossistemas aquáticos.

A Baía de Todos os Santos (BTS) constitui em excelente modelo para estudos deste tipo, é a segunda maior baía do Brasil e apresenta no seu entorno pólos industriais, dentre eles, os ligados ao ramo petrolífero, além de outras atividades antrópicas tem influenciado na sua qualidade ambiental, a exemplo de efluentes domésticos e industriais, resíduos sólidos, agricultura, portos e atividades de mineração (CRA, 2001, 2008; CELINO et al., 2010; HATJE; BARROS, 2012). Atualmente 29 indústrias lançam seus efluentes na Baía junto com os resíduos advindos de atividades urbanas, portuárias e agrícolas (TAVARES et al., 1988; VENTURINI; TOMMASI, 2004). Alguns trabalhos vêm sendo realizados para avaliar o impacto das atividades industriais petrolífera sobre as comunidades macro bentônicas na BTS (PESO-AGUIAR et al., 2000; BARROSO et al., 2002; VENTURINI; TOMASSI, 2004; VENTURINI et al., 2004ab; ALVES et al., 2004; VENTURINI et al., 2008; AMADO-FILHO et al., 2008; BARROS et al., 2008; MARINS et al., 2008). Os trabalhos realizados por Venturini et al. (2004ab, 2008) mostraram que a comunidade macrozoobentônica

na BTS estão sujeitos aos impactos "crônicos" da poluição por petróleo, refletido na redução do número de espécies e diversidade.

Em função da importância desses organismos para o ambiente, esse trabalho teve como objetivos: i) realizar o levantamento da macrofauna bentônica de substrato não-consolidado na área sob influência do complexo industrial petroquímico, localizado em Mataripe, localidade situada na porção nordeste da Baía de Todos os Santos – BA ii) analisar a composição e estrutura das assembléias bentônicas em relação à seus valores de riqueza, densidade, abundância relativa, dominância e diversidade no meso e no infralitoral iii) analisar os padrões de ordenação dessas assembléias nas estações amostrais e iv) relacionar os padrões de distribuição das assembléias bentônicas a parâmetros descritores de hábitat como: Granulometria, Matéria Orgânica (MO), Carbono Orgânico (CO), Nitrogênio, potencial hidrogeniônico (pH) e Potencial de oxirredução (E_H).

METODOLOGIA

Área de Estudo e Delineamento Amostral

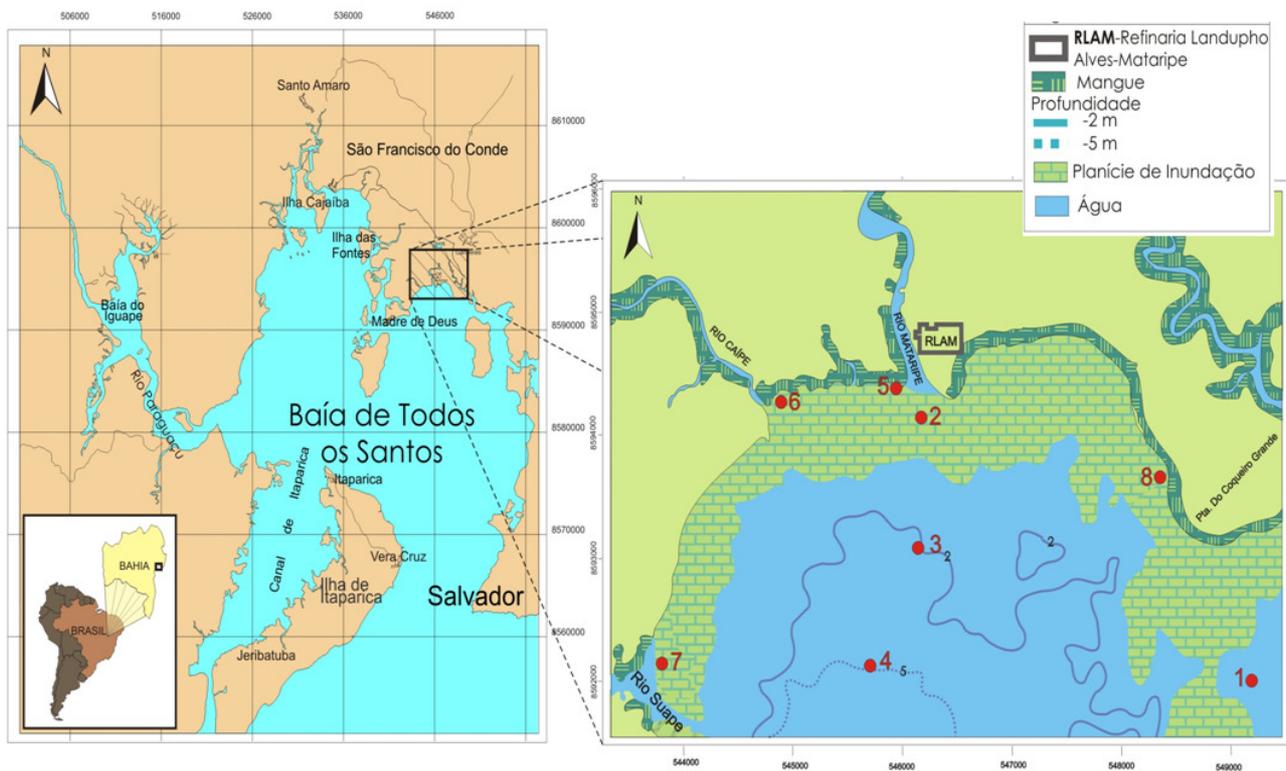
Baía de Todos os Santos é um sistema deposicional marinho, com muitas áreas estuarinas próximas, localizada no nordeste da costa no Estado da Bahia, possui área máxima de 1223 km², fundo relativamente plano, e profundidade média de 9,8 m (CIRANO; LESSA, 2007).

A área de estudo está localizada na porção nordeste da Baía de Todos os Santos (BTS), nos municípios de São Francisco do Conde e Madre de Deus. As estações foram definidas tendo como premissa as atividades desenvolvidas (urbana, industrial e portuária) próximo ao local de amostragem. Foram amostradas oito estações distribuídas dentro das zonas: infralitoral: Coqueiro Grande (1-CG) e Mataripe (MA, pontos 2, 3 e 4) e mesolitoral: Mataripe (5-MA), Caipe (6-CA), Suape (7-SU) e Coqueiro Grande (8-CG) (Figura 1). As coletas foram realizadas nos meses de junho de 2006 e março de 2007 visando uma melhor caracterização da biodiversidade do zoobentos de substrato não consolidado.

Coleta das Amostras

O material foi obtido por meio de amostras de sedimentos, coletadas através de um busca-fundo do tipo Van Veen (com 0,091 m²) nas estações localizadas no infralitoral e por um quadrado de 30 X 30 cm (0,09m²) nas estações localizadas no mesolitoral. Para as análises de dos parâmetros abióticos foram coletadas amostras simples de sedimento. Para a coleta de macrozoobentos foram utilizadas seis repetições por estação amostral.

Figura 1 - Mapa de situação da Baía de Todos os Santos e de localização das estações de amostragem sendo os pontos 1 a 4 no infralitoral e 5 a 8, no mediolitoral. Coqueiro Grande (1-CG e 8-CG), Rio Mataripe (2-MA, 3MA, 4MA e 5MA), Rio Caípe (6-CA), Rio Suape (7-SU)



Fonte: K. S. Garcia

Para as análises químicas, a coleta consistiu na obtenção de amostras simples de sedimentos superficiais (20 cm) do substrato lamoso, sendo retirado os dois primeiros centímetros do sedimento, que se constitui na superfície mais oxidada. Depois de recolhidas, as amostras foram imediatamente colocadas em sacos plásticos (nutrientes, granulometria) previamente etiquetados. Após a coleta as amostras foram mantidas sob refrigeração e transportadas para o Laboratório de Estudos do Petróleo da Universidade Federal Bahia (LEPETRO/UFBA) onde foram armazenadas em refrigerador e mantidas a 4°C até a realização das análises. As amostras destinadas às análises químicas passaram por diferentes processos exigidos para cada parâmetro.

As amostras de macrofauna foram submetidas, em campo, a uma lavagem prévia, passando-os por um sistema de peneiras de 5,0 - 2,0 e 1,0 milímetros de abertura de malhas. Todo conteúdo retido nas peneiras foi acondicionado em potes plásticos contendo formol a 4% e posteriormente triado no laboratório (Laboratório Geoecologia de Sedimentos Marinhos-GeoEco/IBIO/UFBA) sob microscópio estereoscópio, identificado quanto aos táxons superiores (filos, classes, ordens, famílias e espécies quando possível) e quantificados. Ainda em campo foram efetuadas medidas pH, potencial redox (E_H) e salinidade na água superficial em

cada ponto de coleta, utilizando-se medidores portáteis de campo multi-parâmetros.

Parâmetros Abióticos

A análise granulométrica foi realizada em analisador de partículas a Laser Modelo Cilas 1064. As amostras foram classificadas por faixa granulométrica (areia, silte e argila). Para uma melhor análise dos resultados, calculou-se para cada amostra, a média gráfica, a mediana, a assimetria, a curtose e o desvio padrão (FOLK; WARD, 1957), a partir do programa de análises estatísticas GRADSTAT.

Para Carbono orgânico total (COT) utilizou o método do dicromato (EMBRAPA, 2009), e matéria orgânica (M.O) calculada deste COT utilizando-se o fator de Van Bemmelen (1,724). Cerca de 0,5 gr de amostra foi extraída em solução de $K_2Cr_2O_7$. O excesso de dicromato é titulado com sulfato ferroso amoniacal 0,5N. A determinação do teor de Nitrogênio total foi realizada pelo Método de Kjeldahl por via úmida (EMBRAPA, 2009). A mineralização ácida foi feita utilizando 1,0 g da amostra e 0,7 da mistura digestora (K_2SO_4 + selenito de sódio + $CuSO_4$ e $5H_2O$). Após a destilação e retenção do NH_3 em ácido bórico, as amostra foram tituladas com H_2SO_4 0,01N.

Os resultados dos parâmetros químicos estão expressos em massa de sedimento seco, obtidos

pelo cálculo da porcentagem de umidade e descontando-se do peso total do sedimento.

Análises dos Dados

Após a identificação dos organismos até o nível taxonômico de família, foram calculados os índices ecológicos: abundância, dominância, índice de diversidade de Shannon-Winner, índice de riqueza de espécies de Margalef, equitatividade de Pielou (PIELOU, 1966). Para descrever os padrões de distribuição espacial das assembléias de macrozoobentos foram realizadas ordenações do tipo nMDS (escalonamento multidimensional não métrico) com as matrizes de abundâncias, utilizando-se para construção das matrizes de distância o índice de similaridade (CLARKE, 1993). Segundo o autor, a confiabilidade na eficiência da ordenação com o nMDS é mostrado pelo valor de "stress", tendo como valor ótimo "stress" < 0.01 e faixa para confiabilidade < 0.01 a < 0.2.

Para investigar as variáveis ambientais analisadas, no intuito de melhor explicar o padrão de ordenação das assembleias bentônicas, foi utilizado a análise BIOENV (biological and environmental matching). Após essa etapa, aplicou-se uma análise estatística para dados multivariados, através de um software estatístico amplamente aplicável para conjunto de espécies, o software PRIMER for Windows (CLARKE; WARWICK, 1994).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variáveis Ambientais Abióticas

Para inferir acerca das variáveis abióticas que influenciam ou determinam a composição e estrutura das assembléias bentônicas foi realizado a determinação da granulometria, Carbono Orgânico, Matéria Orgânica, Nitrogênio Total, pH e E_H (Tabela 1) das estações amostradas.

O resultado da análise granulométrica revelou que as estações possuem sedimentos caracteristicamente lamosos, segundo classificação Folk e Ward (1997). Somente a estação 5-MA apresentou características arenosas, os grãos mostraram-se simétricos. Observa-se uma relativa homogeneidade das amostras, com exceção da estação 5-MA e a 7-SU, que apresentou uma fração sedimentar predominante de areia muito fina. Todas as outras estações apresentaram uma classificação textural de silte e argila. Esta deposição de sedimentos mais finos nas estações 1-CG, 2-MA, 3-MA, 4-MA e 8-CG deve ocorrer, principalmente, pela menor ação de ondas (BURONE et al., 2003) devido a maior profundidade, diminuindo a hidrodinâmica e facilitando a deposição destes sedimentos. Apesar da predominância dos sedimentos finos, de modo geral, os sedimentos foram classificados como muito pobremente selecionados a pobremente

selecionados devido à variação dentro da fração granulométrica.

O pH apresentou pouca variação entre as estações e as duas coletas, exceto as estações 5-MA, 6-CA e 7-SU. As maiores variações foram identificadas para o E_H , tanto entre as estações como entre campanhas, mostrando um ambiente redutor devido à contribuição do conteúdo de matéria orgânica, granulometria e drenagem de água.

O C.O., a M.O. e o N apresentaram maiores teores nas estações onde há uma predominância dos sedimentos finos (Tabela 1). As razões C/N determinadas refletem certa estabilidade da matéria orgânica, pouco decomposta, preservada nos sedimentos coletados, com padrão C/N < 20, excluindo as estações 2-MA na segunda campanha (C/N=20,92). Esta estação pode estar sendo influenciada pelas descargas fluviais do Mataripe que deságuam na BTS, com apreciáveis quantidades de detritos orgânicos, eventualmente de origem vegetal e/ou industriais. De certa forma, esse tipo de material geralmente é mais rico em lignina e celulose, tendo uma proporção C/N muito mais alta (10 a 50) que do material marinho (MAGLIOCCA; KUTNER, 1964; PACKINGTON, 1976). A membrana celular dos compostos vegetais (celuloses e lignina) são mais resistentes que a maioria dos componentes de origem animal (carboidratos, proteínas, lipídios). Segundo Mahiques et al. (1999) relação C/N acima de 24 sugere influência continental para matéria orgânica nos sedimentos. Segundo Meyers (1997) razões molares C/N típicas de fitoplâncton marinho apresenta valores de 4 a 10. Baseados nos dados gerados pela relação molar C/N, indica que os sedimentos da área em estudo recebem contribuições de compostos orgânicos tanto de origem continental como marinha. Entretanto, algumas estações apresentaram razões intermediárias entre uma fonte e outra.

Levantamento Macroinvertebrados Bentônicos

A triagem do sedimento resultou num total de 1333 organismos amostrados, sendo 534 indivíduos na primeira campanha e 799 indivíduos na segunda campanha, pertencentes a 6 filos distribuídos em quatro grandes grupos (Polychaeta, Crustacea, Bivalvia, Gastropoda), os quais corresponderam a 97,8% e 99,9% das unidades taxonômicas amostradas. Os demais grupos zoobentônicos estiveram representados por riqueza de espécies que variou de 2 (Chordata e Sipuncula) a apenas 1 (Porifera). Destacaram-se como os grupos de maior riqueza os Polychaeta que representou 59,4% e 73,5% em abundância e 28,6% e 17,4% em número de taxas em ambas campanhas, Mollusca (Bivalvia e Gastropoda) representando 32% e 13% em abundância e 43% e 47,8% em número de taxas e Arthropoda

Tabela 1 – Resultados analíticos das variáveis ambientais dos sedimentos da porção Nordeste da Baía de Todos os Santos

| Estação | EST. 1-CG | | EST. 2-MA | | EST. 3-MA | | EST. 4-MA | | EST. 5-MA | | EST. 6-CA | | EST. 7-SU | | EST. 8-CG | |
|----------------|-----------|--------|-----------|-------|-----------|--------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | C1 | C2 | C1 | C2 | C1 | C2 | C1 | C2 | C1 | C2 | C1 | C2 | C1 | C2 | C1 | C2 |
| MD | SF | SF | SM | SF | SM | SG | SF | SF | SMF | AMF | S | SMG | SM | AF | SF | SMF |
| Seleção | MPS | MPS | MPS | MPS | MPS | MPS | MPS | PS | PS | MPS | PS | PS | MPS | PS | PS | MPS |
| Assimetria | AP | AP | AMP | AP | AMP | AMP | AMP | AP | AMP | AMP | AMP | AMP | AMP | AS | AP | AS |
| Curtose | PL | PL | PL | PL | PL | ME | PL | PL | MPL | MPL | MPL | LP | PL | ME | PL | PL |
| Areia fina | 0.00 | 0.00 | 0.41 | 0.00 | 0.41 | 19.63 | 0.00 | 0.00 | 62.87 | 63.54 | 25.28 | 38.94 | 0.05 | 90.82 | 0.00 | 0.00 |
| Silte | 76.50 | 76.50 | 81.47 | 77.41 | 81.47 | 70.03 | 75.15 | 72.74 | 32.85 | 30.93 | 65.55 | 54.58 | 81.86 | 7.94 | 77.65 | 64.44 |
| Argila | 23.50 | 23.50 | 18.12 | 22.59 | 18.12 | 10.33 | 24.85 | 27.26 | 4.28 | 5.53 | 9.17 | 6.49 | 18.09 | 1.24 | 22.35 | 35.56 |
| pH | 6.64 | 8.64 | 7.52 | 7.97 | 7.69 | 8.44 | 7.77 | 8.58 | 6.5 | 8.02 | 4.45 | 7.61 | 5.6 | 8.17 | 7.6 | 8.45 |
| E _n | -24 | -121.5 | -27 | -97 | -29 | -111.1 | -35 | -118 | -47 | -34 | -28 | -10 | -41 | -44 | -53 | -61 |
| N | 0.20 | 0.19 | 0.21 | 0.10 | 0.20 | 0.13 | 0.25 | 0.25 | 0.10 | 0.11 | 0.09 | 0.12 | 0.05 | 0.02 | 0.10 | 0.15 |
| C.O. | 0.33 | 1.17 | 1.44 | 2.05 | 2.44 | 0.20 | 0.40 | 0.40 | 0.27 | 0.11 | 0.67 | 1.34 | 0.15 | 0.14 | 0.42 | 0.83 |
| M.O. | 0.56 | 2.02 | 2.49 | 3.53 | 1.42 | 0.11 | 0.23 | 0.23 | 0.46 | 0.19 | 1.15 | 2.31 | 0.26 | 0.24 | 0.72 | 1.43 |
| C/N | 1.59 | 6.17 | 6.89 | 20.92 | 12.40 | 1.56 | 1.58 | 1.58 | 2.79 | 0.99 | 7.71 | 11.62 | 3.28 | 6.54 | 4.17 | 5.42 |

Granulometria – areia fina, silte, argila (%); Matéria Orgânica (M.O. %); Carbono Orgânico Total (COT %); Nitrogênio Orgânico Total (N %); SG-silte grosso; SMG-silte muito grosso; SM-silte médio; SF-silte fino; SMF-silte muito fino; AF-areia fina; AMF-areia muito fina; PS–pobremente selecionado; MPS-muito pobremente selecionado; MPL-muito platicúrtica; PL-platicúrtica; ME-mesocúrtica; LP-leptocúrtica; AS-aproximadamente simétrica; AP-assimetria positiva; AMP-assimetria muito positiva.

(Crustácea) representando 6% e 13,5% na abundância e 21,4% e 32,6% em número de taxas na 1ª e 2ª campanha respectivamente. A Tabela 3 sumariza a abundância e sua frequência de ocorrência nas estações durante as duas campanhas.

A Figura 2, apresenta o gráfico das 10 famílias mais abundantes nas estações amostradas (Capitellidae, Nereididae, Goniadidae, Opheliidae, Veneridae, Tellinidae, Solecurtidae Mytilidae, Ocypodidae, Balanidae) a família Periplomatidae apesar de ter contribuído com 11 indivíduos, valor considerável quando comparado à maior parte das famílias, não foi considerada na análise por ter sido coletada apenas na campanha 2.

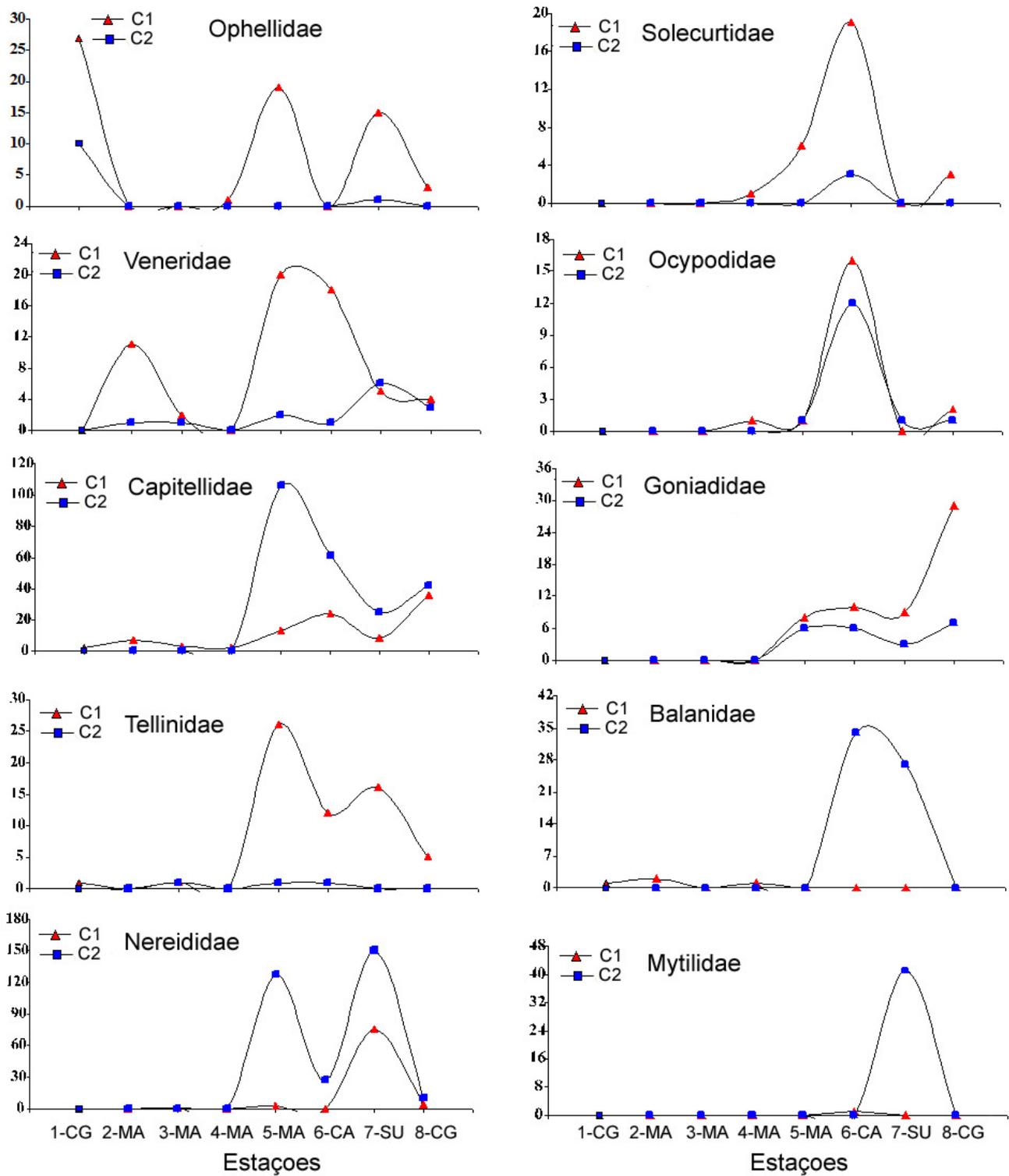
É possível analisar a estrutura de assembleias bentônicas sob dois aspectos importantes de sua organização: o número de espécies e as respectivas abundâncias relativas (GILLER, 1984). Estas medidas podem ser incorporadas em índices biológicos tais como riqueza, diversidade e uniformidade, na tentativa de resumir as informações e facilitar a comparação intra- e entre habitats. (SOARES-GOMES; PIRES-VANIN, 2003).

Um único índice de diversidade não é completamente efetivo para descrever a estrutura de uma assembleia ou comunidade e, em muitas situações, a maior dificuldade na utilização desses tipos de índices

Tabela 3 – Taxas e Frequências de Macrozoobentos encontrados no sedimento superficial da Porção Nordeste da Baía de Todos os Santos. Ab.-Abundância; Oc.-Ocorrência; *-Ausência

| GRUPOS TAXONÔMICOS | FAMÍLIAS | 1ª campanha | | 2ª campanha | | | |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------|-------------------|------|------|------|
| | | Ab | Oc % | Ab | Oc % | | |
| FILO ANNELIDA | POLYCHAETA | <i>Capitellidae</i> | 95 | 100 | 234 | 50 | |
| | | <i>Goniadidae</i> | 56 | 50 | 22 | 50 | |
| | | <i>Nereididae</i> | 82 | 50 | 314 | 50 | |
| | | <i>Opheliidae</i> | 65 | 62.5 | 11 | 37.5 | |
| | | <i>Onuphidae</i> | * | * | 1 | 25 | |
| | | <i>Orbiniidae</i> | 9 | 50 | * | * | |
| | | <i>Pilargidae</i> | 7 | 12.5 | * | * | |
| | | <i>Sternaspidae</i> | 2 | 12.5 | 5 | 50 | |
| | | <i>Syllidae</i> | 1 | 12.5 | * | * | |
| | | FILO MOLLUSCA | BIVALVIA | <i>Corbulidae</i> | 1 | 12.5 | 3 |
| <i>Crassatellidae</i> | 1 | | | 12.5 | * | * | |
| <i>Lucinidae</i> | 69 | | | 75 | 5 | 12.5 | |
| <i>Mytilidae</i> | 6 | | | 25 | 41 | 12.5 | |
| <i>Ostreidae</i> | * | | | * | 7 | 37.5 | |
| <i>Periplomatidae</i> | * | | | * | 11 | 25 | |
| <i>Plicatulidae</i> | * | | | * | 2 | 12.5 | |
| <i>Semelidae</i> | * | | | * | 2 | 12.5 | |
| <i>Solecurtidae</i> | 1 | | | 12.5 | 5 | 12.5 | |
| <i>Tellinidae</i> | 89 | | | 75 | 4 | 25 | |
| <i>Ungulinidae</i> | 4 | | | 25 | 3 | 12.5 | |
| <i>Veneridae</i> | 1 | | | 12.5 | 14 | 75 | |
| GASTROPODA | <i>Neritidae</i> | | | 4 | 25 | 2 | 25 |
| | <i>Strombidae</i> | | | * | * | 1 | 12.5 |
| | <i>Turbinidae</i> | | | * | * | 2 | 12.5 |
| | <i>Columbellidae</i> | * | * | 1 | 12.5 | | |
| | <i>Epitoniidae</i> | * | * | 1 | 12.5 | | |
| SCAPHOPODA | <i>Dentaliidae</i> | * | * | 1 | 12.5 | | |
| FILO ARTHROPODA | CRUSTACEA | <i>Alpheidae</i> | 1 | 12.5 | 8 | 37.5 | |
| | | <i>Balanidae</i> | 4 | 37.5 | 61 | 50 | |
| | | <i>Diogenidae</i> | * | * | 1 | 12.5 | |
| | | <i>Goneplacidae</i> | * | * | 3 | 25 | |
| | | <i>Ocypodidae</i> | 20 | 37.5 | 15 | 62.5 | |
| | | <i>Penaeidae</i> | * | * | 4 | 37.5 | |
| | | <i>Porcellanidae</i> | * | * | 7 | 25 | |
| | | <i>Portunidae</i> | * | * | 7 | 50 | |
| | | <i>Sphaeromatidae</i> | 1 | 12.5 | * | * | |
| | | <i>Squillidae</i> | 6 | 37.5 | * | * | |
| | | <i>Xanthidae</i> | * | * | 2 | 25 | |
| FILO PORIFERA | <i>Chalinidae</i> | 1 | 12.5 | * | * | | |
| FILO SIPUNCULA | <i>Sypunculus 1</i> | 9 | 25 | * | * | | |
| VERTEBRATA | <i>Gobiidae</i> | 1 | 12.5 | 1 | 12.5 | | |
| | <i>Blenniidae</i> | 1 | 12.5 | * | * | | |

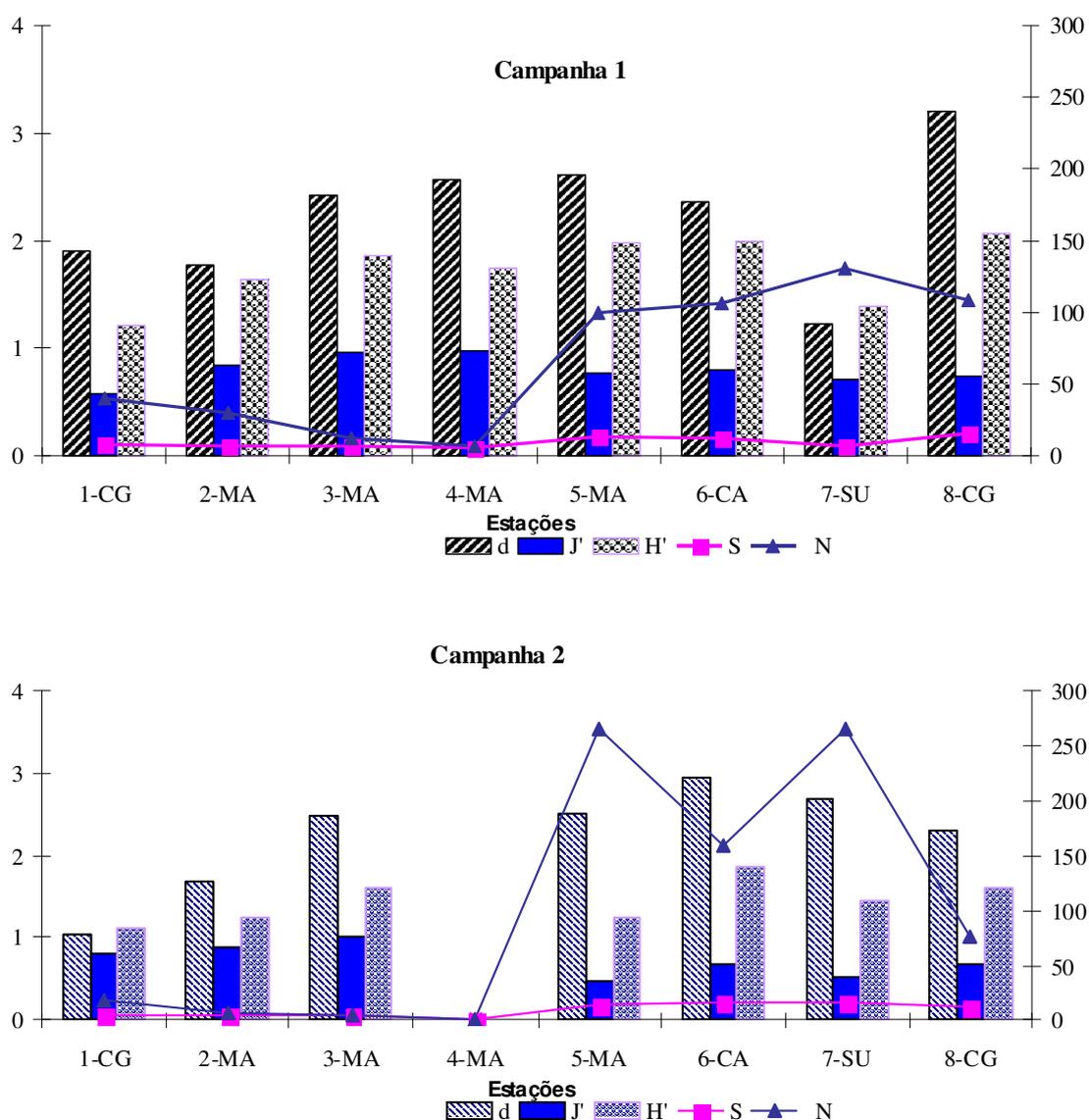
Figura 2– Distribuição das espécies dominantes nas duas campanhas



compostos é a separação da contribuição de cada um dos seus componentes para o valor do índice, visto que o mesmo valor pode ser obtido com grande riqueza de espécies e pouca homogeneidade ou vice-versa, como no caso do índice de Shannon-Winner. Se dispusermos apenas do valor do índice, sem conhecer os seus componentes, esta separação torna-se impossível (BEGON et al., 2006). Os índices, quando utilizados com critério e em conjuntos coerentes, em numerosas condições podem auxiliar a interpretação conjuntos complexos de dados.

Assim, neste estudo, além dos valores de abundância e número de grupos (famílias) foram utilizados os índices de: diversidade de Shannon-Weiner (H') (SHANNON; WEAVER, 1949), riqueza de Margalef e o índice de equitabilidade de Pielou (J') (PIELOU, 1966; BUZAS; GIBSON, 1969). A **Erro! Auto-referência de indicador não válida.** apresenta os resultados obtidos para estes índices.

Figura 3 - Variação dos índices ecológicos de: diversidade de Shannon-Weiner (H'), o índice de riqueza de Margalef (d) e o índice de equitabilidade de Pielou (J'), n° de famílias (S) e abundância (N)



É possível perceber que os valores apresentam uma tendência de homogeneidade entre as estações durante as duas campanhas, à exceção da estação 4, que durante a segunda campanha apresentou um resultado anômalo, com número de indivíduos e famílias muito baixo. Os índices ecológicos apresentados para as demais estações evidenciam um ambiente relativamente contínuo entre o meso e infralitoral. A expectativa de organização desses dois ambientes seria um maior número de indivíduos no ambiente de infralitoral, devido à maior estabilidade das condições ambientais e a provável ocupação dos nichos neste ambiente com muitas espécies raras e um ambiente com menos indivíduos, com menor equitabilidade e maior abundância para o mesolitoral, devido à alta variabilidade de condições abióticas nesse ambiente, o que facilitaria o estabelecimento de mais espécies dominantes.

Entretanto, os índices calculados para este ambiente não evidenciaram esta relação, pois os índices de equitabilidade não apresentaram modificações relevantes entre as estações nas duas campanhas, indicando um ambiente bem estabelecido (Figura 3). É de conhecimento que ambientes com níveis altos de distúrbios apresentam maiores valores de equitabilidade que ambientes mais estabelecidos ecologicamente (ambientes clímax) (BEGON *et al.*, 2006; OLSGARD *et al.*, 2003). Os ambientes descritos pelos índice de equitabilidade neste estudo mostraram-se relativamente não perturbados, com valores de equitabilidade acima de 0,5.

A dominância calculada para as duas campanhas, contudo, evidenciou as famílias de Capitellidae, Nereididae e Goniadidae como dominantes entre as estações da campanha 1 e Campanha com o acréscimo da Família Balanidae. A família Nereididae apresentou dominância total para a estação 7-SU com 75 indivíduos. A família Capitellidae apresentou dominância devido, principalmente, à sua ocorrência em valores relativamente altos quando comparado as demais famílias em todas as estações. Vale ressaltar que as famílias consideradas dominantes (Capitellidae e Goniadidae) mostraram maior ocorrência nas estações de mesolitoral. A dominância dessas famílias sugere que o ambiente de mesolitoral seja mais instável que o infralitoral, informação não evidenciada na análise isolada dos índices ecológicos.

A riqueza de espécies o índice de Margalef neste estudo também apresentou valores muito próximos entre as estações em ambas campanhas. Os bivalves (*Anomalocardia brasiliana*, *Tellina sp.*, *Tagelus plebeius*) e os poliquetas (*Capitella sp.*,

Laeonereis acuta, *Glycinde multidentis*), foram os organismos mais representativos. A riqueza de espécies, relativamente baixa, observada na área de estudo, quando comparada à riqueza outros ambientes semelhantes (SOARES-GOMES e PIRES-VANIN, 2003; MARINS *et al.*, 2008) pode estar relacionada à ocorrência do elevado percentual de lama. Nesse tipo de substrato já foi encontrado associações faunísticas mais pobres devido às contribuições antrópicas oriundas das aglomerações urbanas e dos complexos industriais do Recôncavo Baiano (ALVES *et al.*, 2006).

Os organismos poliquetas são reconhecidos como bons indicadores de mudanças ambientais. A presença ou ausência grupos ou a dominância de poliquetas específicos em sedimentos marinhos pode prover um excelente indicador da qualidade ambiental para os organismos bentônicos (HATJE *et al.*, 2006).

A dominância do grupo de Poliquetas Capitellidae nas estações de mesolitoral sugere que estes ambientes possuam condições ambientais que promovam a sua sustentação nesse sistema ou que esses organismos estejam agindo como oportunistas (WEIS *et al.*, 2005) Uma vez que os Capitellidae são tolerantes a ambientes onde ocorre contaminação por matéria orgânica, uma vez que este é um parâmetro indicador de disponibilidade de recursos alimentar (VENTURINI; TOMMASI, 2004) e existe uma tendência a alteração de proporção de indivíduos nesse ambiente, poder-se-ia sugerir que sua dominância deva-se ao aumento do teor de matéria orgânica nesses ambientes. Entretanto, a análise dos valores de MO e CO obtidos nas duas campanhas evidenciam um padrão contrário, onde as áreas com maior teor de nutrientes mostram menor abundância desses poliquetas.

De fato, são as estações de mesolitoral que mostram a dominância evidente desse grupo, fazendo supor que i) outros fatores que não os teores de nutrientes ou a granulometria determinam a dominância desses organismos na zona de infralitoral ou ii) as condições ambientais do ambiente de infralitoral, mesmo com maiores teores de nutrientes, possui condições de estresse que tornam não suportável a existência de dominância.

Padrões de ordenação das assembléias de macrozoobentos

Para avaliar os padrões de distribuição espacial dos grupos de macrozoobentos foram realizadas ordenações do tipo nMDS (escalonamento multidimensional não métrico) com as matrizes de abundâncias destes organismos, utilizando-se para a

construção da Matriz de similaridade a distância de Bray-Curtis (CLARKE, 1993), Figura 4.

As Figura 4 e Figura 5 apresentam as ordenações realizadas por nMDS obtidos por meio das matrizes de similaridade, baseadas na composição dos grupos e abundâncias utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis. A tendência de diferenciação das estações e meso e infralitoral não observadas com os índices ecológicos, mas percebidas na dominância e na ordenação das estações, indicam a tendência formação de dois conjuntos de ordenação, com as estações de mesolitoral ordenadas próximas entre si do mesmo modo que as estações de infralitoral, seguindo uma

tendência em formar duas assembléias, a primeira com por organismos das estações de 2-MA, 3-MA e 4-MA e a segunda pelos organismos das estações 5-MA a 8-CG. Na segunda campanha (Figura 5) a tendência de ordenação das estações de mesolitoral mostrou-se muito mais evidente na formação de um conjunto distinto do que as demais estações de infralitoral, nessas apenas as estações 2-MA e 3-MA ordenaram-se próximas devido ao baixo número de espécies encontradas nessas estações. Uma provável explicação para a baixa diversidade beta entre esta duas assembléias é a homogeneidade de habitats entre as mesmas com relação ao tamanho de partícula e sua composição (GRAY,1974).

Figura 4 - Ordenação tipo nMDS dos grupos macrozoobentônicos da porção nordeste da Baía de Todos os Santos, 1ª campanha. As circunferências indicam o tamanho relativo do número de indivíduos nas estações

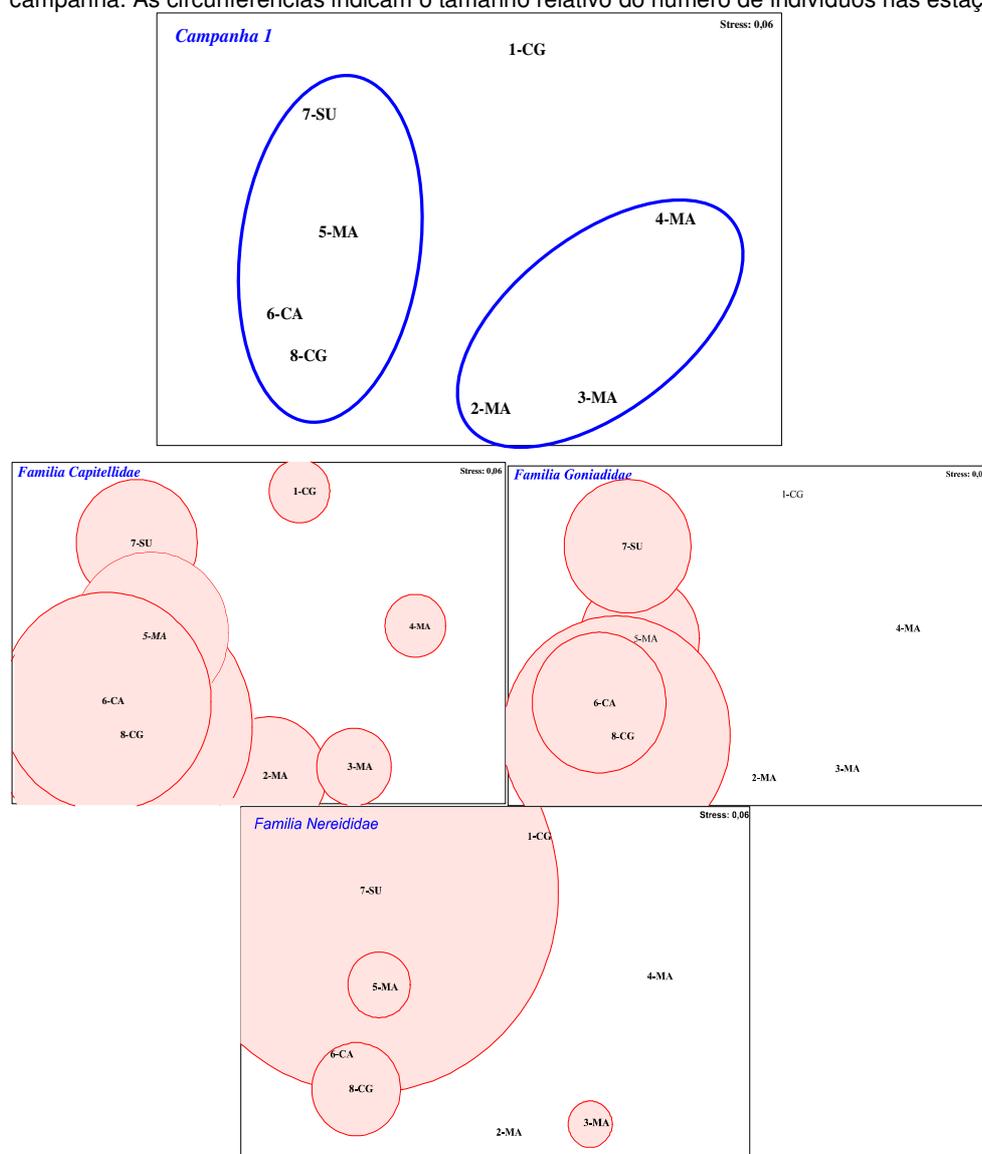
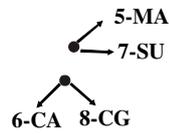


Figura 5 - Ordenação tipo nMDS dos grupos macrozoobentônicos da porção nordeste da Baía de Todos os Santos, 2ª campanha. . As circunferências indicam o tamanho relativo do número de indivíduos nas estações

Campanha 2

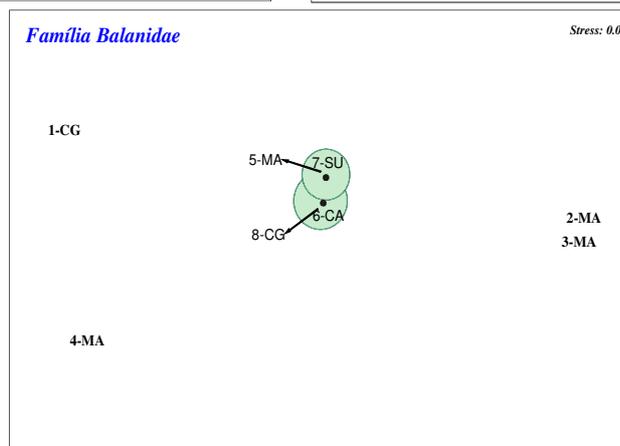
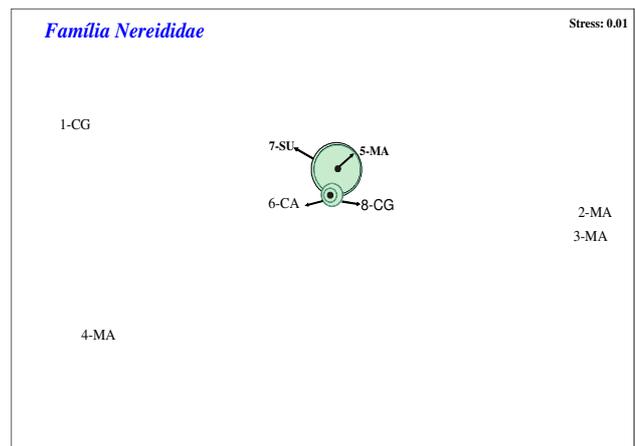
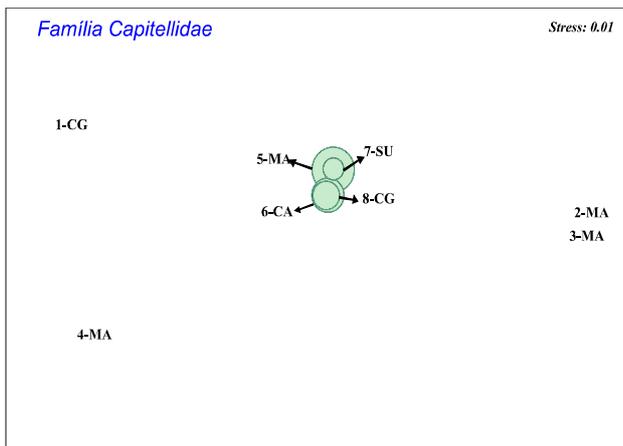
Stress: 0.01

1-CG



2-MA
3-MA

4-MA



Análise Integrada das variáveis bióticas e abióticas

Visando verificar como os fatores abióticos contribuem na determinação dos padrões observados por meio da ordenação nMDS (Figuras 5 e 6) realizou-se uma análise de permutação entre as duas matrizes de dados bióticos (as famílias das assembléias de macrozoobentos) e os dados abióticos por meio da análise Bioenv (*Biological And Environmental Matching*), para esta análise, a estimativa de relação entre as duas matrizes foi a correlação não paramétrica de Spearman.

O resultado das permutações realizadas aceitaram a hipótese nula testada de não correlação entre as duas matrizes. O índice de correlação (ρ) calculado para as duas matrizes evidenciou a inexistência de relação entre ambas ($\rho = -0.14$). Uma explicação para este resultado é a alta colinearidade entre os parâmetros estabelecidos para a investigação dos padrões das assembléias de macrozoobentos.

A razão da terminação dessas variáveis deveu-se ao encontro de padrões historicamente corroborados de relação entre variáveis como matéria orgânica, nitrogênio total ou mesmo classificação de sedimento como fatores determinantes da ocupação das áreas de fundo por organismos macrozoobentônicos (e.g. GRAY, 1974; SNELGROVE E BUTMAN, 1994; ELLINGSEN, 2002)

De fato, as variáveis mensuradas apresentaram alta probabilidade de trazer consigo informações uma das outras, como por exemplo, a granulometria. É sabido que frações mais finas tendem a possuir maiores teores de matéria orgânica devido à alta adsorção em sua superfície de contato muito maior que frações mais grossas do sedimento (LACERDA, 1998), tal comportamento repete-se para variáveis como Carbono Orgânico, Nitrogênio Total ou mesmo a relação C/N. Adicionalmente, os valores dos parâmetros abióticos mensurados mostraram alta homogeneidade entre as estações amostras, tal fato, dificultou o estabelecimento de padrões de distribuição associados aos fatores abióticos chaves considerados nesse estudo.

Certamente, a existência de não correlação entre estas variáveis e o padrão de distribuição desses organismos não significa que elas não sejam determinantes no estabelecimento do habitat desse tipo de organismo, mas apenas que a tomada de várias variáveis que, em conjunto, trazem informações semelhante contribui para a partição de correlações tornando difícil o estabelecimento da correlação.

Outro ponto importante a ser destacado é que as dominâncias de grupos específicos indicadores de condições de habitat e o padrão de ordenação das

assembléias macrozoobentônicas evidenciado na ordenação multivariada indicam a tendência de formação de dois conjuntos de habitat, e conseqüentemente, do padrão de distribuição de espécies.

Ora, se não são os parâmetros chave descritores do ambiente os estabelecidos das condições de sustentam o padrão de distribuição dos organismos, o próximo passo seria a investigação dos fatores de estresse ambiental que podem colaborar com o estabelecimento do padrão observado nesse estudo.

CONCLUSÃO

O estudo dos organismos da macrofauna bentônica, através dos índices ecológicos, as ordenações multivariadas e o testes de permutação entre a matriz de organismos e os dados abióticos investigados indicaram que existe uma tendência de formação de dois conjuntos de organismos distintos nas zonas de meso e infralitoral não determinados pelos fatores chave (parâmetros químicos) descritos no ambiente investigados. A dominância de uma família de indicadores de contaminação orgânica (Capitellidae) sugere um comprometimento ambiental na área.

Foi verificado que as estações localizadas no mesolitoral apesar de não apresentarem valores de densidade, riqueza e diversidade muito mais elevados que as estações localizadas no infralitoral mostram um padrão de distribuição distinto com dominância específica de poliquetas indicadores de contaminação orgânica como Capitellidae. Os bivalves (*Anomalocardia brasiliensis*, *Tellina* sp., *Tagelus plebeius*) e os poliquetas (*Capitella* sp., *Laeonereis acuta*, *Glycinde multidentis*), foram os organismos mais representativos. A riqueza de espécies, relativamente baixa, observada na área de estudo, pode estar relacionada à ocorrência do elevado percentual de lama, onde já foi descrito por trabalhos anteriores a ocorrência de associações faunísticas são mais pobres.

REFERÊNCIAS

ALVES, O.F.S. ; MANSO, C L de C ; ABSALÃO, R s; PAIVA, P C de. Geoecology of Sublittoral Benthic Communities in Todos os Santos Bay (Bahia, Brazil): Biotic and Sedimentological Diversity. **Journal of Coastal Research**, v. 39, p.1152-1155, 2004.

ALVES, O. F. S. ; MUEHE, D. ; DOMINGUEZ, J. M. L. Carbonate contents of bottom sediments of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil: their importance

- for biodiversity. **Journal of Coastal Research**, v. 39, p. 1671 - 1675, 2006.
- AMADO-FILHO, G.M. et al. Metals in organisms from Todos os Santos Bay. **Braz. J. Biol.**, v. 68, p. 95-100, 2008.
- AMARAL, A.C.Z. et al. Intertidal macrofauna in Brazilian subtropical sandy beaches landscape. **Journal of Coastal Research**, vol. 35, p. 446-455, 2003.
- BARROS, F.; COSTA, P. C.; CRUZ, I.; MARIANO, D. L. S.; MIRANDA R. J. Habitats Bentônicos na Baía de Todos os Santos. **Rev. Virtual Química**, 4 (5), 551-565, 2012.
- BARROS, F. et al., The structure of the benthic macrofaunal assemblages and sediments characteristics of the Paraguaçu estuarine system, NE, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 78, p. 753–762, 2008.
- BARROSO, R. et al. Polychaetes trophic structure in Todos os Santos Bay. **Boletim do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, n. 494, p. 1-11, 2002.
- BEGON, M; TOWNSEND.; C.R.; HARPER, C.R.; **Ecology : from individuals to ecosystems**. 4th ed . CPI Bath Press, Hong Kong, 577 p, 2006.
- BURONE, L. et al. Spatial distribution of organic matter in the surface sediments of Ubatuba Bay (Southeastern – Brazil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 75(1), p. 77-90, 2003.
- BUZAS, M.A., GIBSON, T.G.. Species diversity: benthonic foraminifera in western North Atlantic. **Science** 163, 1969, p.72–75.
- CELINO, J. J. ; CORSEUIL, H. X. ; FERNANDES, M. ; GARCIA, K. S. ; SANCHEZ, G. M. ; SILVA JUNIOR, P. S. E.. Occurrence and Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Surface Water of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. **Cadernos de Geociências**, v. 1, p. 40-46, 2010.
- CIRANO, M.; LESSA, G.C. Oceanographic Characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. **Revista Brasileira de Geofísica**, 25, p. 363-387, 2007.
- CLARKE, K.R. Non-Parametric Multivariate Analyses of Change in Community Structure. **Australian Journal of Ecology**, V.18, p117-143, 1993.
- CLARKE, K.R.; WARWICK R.M. **Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation**. Natural Environment Research Council UK, pp. 144, 1994.
- CLARKE K.R.; WARWICK RM. **Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation**, 2nd edition. PRIMER-E, Plymouth, UK, 172p, 2001.
- CRA. **Diagnóstico da Qualidade das Águas da Baía de Todos os Santos**. Consórcio Hydros CH2M Hill. Governo do Estado da Bahia, Salvador, 2001.
- CRA. **Inventário de atividades com potencial de contaminação/poluição e de produtos químicos na Baía de Todos os Santos**. Tomo I – Relatório Preliminar. HYDROS Engenharia e Planejamento Ltda. Tomo I. Governo do Estado da Bahia, p. 26, 2008.
- ELLINGSEN, K .E., Soft-sediment Benthic Biodiversity on the Continental Shelf in Relation to Environmental Variability. **Marine Ecology Progress Series**, v. 232, p. 15–27, 2002.
- ELLINGSEN, K. E.; GRAY, J. S. Spatial patterns of benthic diversity: is there a latitudinal gradient along the Norwegian continental shelf. **Journal of Animal Ecology**, v. 71,p. 373–389,2002.
- EMBRAPA. **Manual de Método de Análise químicas para avaliação defertilidade do Solo**, Brasília, Embrapa Informações Tecnológicas, Editor Técnico Fábio César da Silva, 2ª Edição, 627p., 2009.
- FOLK, R.L., WARD, W.C.. Brazos Bar, a study in the significance of grain size parameters. **J. Sedim. Petrol.** V.27, p.: 3-27,1957.
- GRAY, J.S. **Animal–Sediment Relationships**. Oceanography Marine Biology. Annual Review. V. 12, p. 223–261, 1974.
- GILLER, P.S.. **Community Structure and Niche**. London, Chapman & Hall, 1984, 176p.
- HATJE, V; BARROS, Francisco C. R. de ; FIGUEIREDO, Diomedes Gualberto ; SANTOS, Vera L. C. S. . Trace metal contamination and benthic assemblages in Subaé estuarine system, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, v. 52, p. 969-977, 2006
- HATJE, V.; BARROS, F. Overview of the 20th century impact of trace metal contamination in the estuaries of Todos os Santos Bay: Past, present and future scenarios. **Marine Pollution Bulletin**, v. 64, p. 2603-2614, 2012
- LACERDA, L. D. **Trace Metals Biogeochemistry and Difuse Pollution in Mangrove Ecosystems** Okinawa ISRM Mangrove Ecosystems Occasional Papers, n. 2, p.65, 1998
- LANA, P.C. et al. **Os bentos da costa brasileira**. 1ª ed. Rio de Janeiro: FEMAR. 1996. 432 p.

- MAGLIOCCA, A.; KUTNER, A.S. Conteúdo orgânico dos sedimentos de fundo de Cananéia/SP. **Contr. Avul.Inst. Oceanogr.**, v.7, p.1-15, 1964.
- MAHÍQUES, M.M.; MISHIMA, Y. & RODRIGUES, M.. Characteristics of the sedimentary organic matter on the inner and middle continental shelf between Guanabara Bay and São Francisco Sul, Southeastern Brazilian Margin. **Cont. Shelf. Res.**, v.19, p.775-798, 1999.
- MARINS, B.V. et al. Subtidal Benthic Marine Algae of the Todos os Santos Bay, Bahia state, Brazil. **Oecol. Bras.**, v. 12, p. 229-242, 2008.
- MARQUES, J.S.J.; RANGEL, T.P.; BRITO, F.P.; ALMEIDA, M.G.; SALOMÃO, M.S.M.B.; GOBO, A.A.R.; SOUZA-SANTOS, L.P.; ARAÚJO-CASTRO, C.M.V.; COSTA, M.F.; REZENDE, C.E. Metal Geochemistry in Sediments of the Industrial Complex Port of Suape, PE – **Brazil Journal of Integrated Coastal Zone Management** 11(4):379-387, 2011.
- MEYERS, P.A. 1997. Organic geochemical proxies of paleoceanography, paleolimnologic and paleoclimatic processes. **Organ. Geochem.**, v.27, p.213-250, 1997.
- NYBAKKEN, J.W.. **Marine Biology: an ecological approach**. 3^o ed. New York: Haper – Colins College Publishers, 462, p. 1993.
- ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. 6^a ed, Fundação Calouste Gulbenkian: Lisboa, 2001. 434p.
- OLSGARD, F.; BRATTEGARD, T.; HOLTHE, T.. Polychaetes as surrogates for marine biodiversity: lower taxonomic resolution and indicator groups. **Biodiversity and Conservation** v.12, p. 1033–1049, 2003.
- PACKLINGTON, R. Terrigenous organic matter in surface sediment from Gulf of St. Lawrence. **J. Fish. Res. Board Can.**, v.33, n.1, p.93-97, 1976.
- PESO-AGUIAR, M.C. et al. Effects of petroleum and its derivatives in benthic communities at Baía de Todos os Santos/Todos os Santos Bay, Bahia, Brasil. **Aquatic Ecosystem Health and Management Society**, v. 3, p. 459-470, 2000.
- PIELOU, E.C.. The measurement of diversity in different types of biological collections. **J. Theor. Biol.** v. 13: p.131–144. 1966.
- SHANNON, C.E., WEAVER, W. **The Mathematical Theory of Communication**. University of Illinois Press, Urbana., 125 p, 1949
- SNELGROVE, P. V.R. The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments - **Biodiversity and Conservation** 7, p. 1123-1132. 1998.
- SNELGROVE, P.V.R.; BUTMAN, C.A.. Animal-Sediment Relationships Revisited: Cause Versus Effect Oceanography. **Marine Biology Annual Review**, V. 32, p. 111-177, 1994.
- SOARES-GOMES, A. e PIRES-VANIN, A. M. S.. Padrões de abundância, riqueza e diversidade de moluscos bivalves na plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil: uma comparação metodológica. **Revista Brasileira de Zoologia.**, v. 20, p. 717-725, 2003.
- TAVARES, T.M. et al. 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, p. 575–578, 1988.
- UNDERWOOD, A.J. CHAPMAN, M.G. CONNELL, S.D. Observations in ecology: you can't make progress on processes without understanding the patterns. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 250, p. 97–115, 2000.
- 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, p.97-107, 2004.
- VENTURINI, N., MUNIZ, P., RODRÍGUEZ, M., Macrobenthic subtidal communities in relation to sediment pollution: the phylum-level meta-analysis approach in a south-eastern coastal region of South America. **Marine Biology**, v. 144, p. 119–126, 2004a.
- VENTURINI, N. et al. Characterization of the benthic environment of a coastal area adjacent to an oil refinery, Todos os Santos bay (NE Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 52, p. 123–134, 2004b.
- VENTURINI, N. et al. Petroleum contamination impact on macrobenthic communities under the influence of an oil refinery: Integrating chemical and biological multivariate data. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. V. 78, n. 3, p. 457-467, 2008.
- WEIS, J S.; SKURNICK, J. E WEIS, P. - Studies of a contaminated brackish marsh in the Hackensack Meadowlands of Northeastern New Jersey:benthic. **Marine Pollution Bulletin**.V. 50, p. 1405-1415, 2005.