



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIA
PÓS GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM GEOLOGIA MARINHA, COSTEIRA E
SEDIMENTAR

TESE DE DOUTORADO

**ESTRUTURA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DE FUNDO
INCONSOLIDADO NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE SERGIPE,
NORDESTE DO BRASIL**

Andrea Alves do Nascimento

SALVADOR-BA, ABRIL DE 2017

Andrea Alves do Nascimento

**ESTRUTURA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DE FUNDO
INCONSOLIDADO NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE SERGIPE,
NORDESTE DO BRASIL**

Tese apresentada ao curso de pós graduação em Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar, no Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, como parte da exigência para a obtenção do título de Doutorado em Geologia.

Orinetador: Phd José Maria Landim Dominguez

Co-orientadora: Carmen Regina Parisotto
Guimarães

SALVADOR-BA, ABRIL DE 2017

Nascimento, Andrea Alves
Estrutura da Macrofauna Bentônica de Fundo Inconsolidado
na Plataforma Continental de Sergipe, Nordeste do Brasil /
Andrea Alves Nascimento. -- Salvador, 2017.
101 f. : il

Orientador: José Maria Landim Dominguez.
Coorientador: Carmen Regina Parisotto Guimarães.
Tese (Doutorado - Geologia) -- Universidade Federal da
Bahia, UFBA, 2017.


1. Macrofauna bentônica. 2. Depósitos Sedimentares. 3.
Relação animal-sedimento. 4. Diversidade ecológica. I.
Dominguez, José Maria Landim. II. Guimarães, Carmen Regina
Parisotto. III. Título.

ANDREA ALVES DO NASCIMENTO


**“ESTRUTURA DA MACROFAUNA BENTÔNICA DE
FUNDO INCONSOLIDADO NA PLATAFORMA
CONTINENTAL DE SERGIPE, NORDESTE DO BRASIL”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal da Bahia, como requisito para a obtenção do Grau de Doutor em Geologia na área de concentração em Geologia Marinha, Costeira e Sedimentar, em 19/05/2017.


TESE APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA:



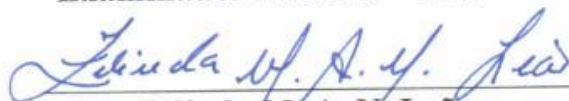
Dr. José Maria Landim Dominguez
Orientador – UFBA




Dr. Renata Cardia Rebouças
Examinador Externo – UFRJ



Dra. Fabiana Silva Vieira
Examinador Externo – UFS



Dra. Zelinda M. A. N. Leão
Examinador Interno – UFBA



Dra. Helisângela Acris Borges de Araújo
Examinador Interno – FTC

Salvador – BA
2017

Agradecimentos

Agraceço a Deus e às forças espirituais a inspiração.

Aos meus pais e meus irmãos pela experiência do amor incondicional.

Ao meu orientador, José Maria Landim Dominguez, por acreditar em meu potencial e por todas as contribuições.

À minha co-orientadora, Carmen Regina Parisotto Guimarães, por me acompanhar desde a graduação, permanecer firme nos momentos decisivos e ser um exemplo de superação.

A Ivan Cardoso Lemos Júnior pela amizade e companheirismo na vida e na academia.

Aos meus estagiários Rute e Ronnie por terem contribuído muito com a fase de triagem do material. A Rute ainda pela maravilhosa companhia nas viagens a Salvador.

Aos Técnicos Cosme Assis e Damião Assis, juntamente com o biólogo Dante Mariano pelo suporte na coleta do material. Muito grata pelo trabalho de vocês!

A todo o laboratório de Bentos Costeiro da Universidade Federal de Sergipe pela companhia, auxílio das dúvidas e incentivos!

A todo o Laboratório de Estudos Costeiros da Universidade Federal da Bahia pela recepção, trocas acadêmicas e pela disponibilidade de estadia tantas vezes.

Aos amigos pela paciência durante a jornada que foi concluir esse trabalho, aos que me impulsionaram diariamente, festejando cada etapa galgada. Em especial a Aline Castelo, Priscilla Pina, Edênia, Ciléia Kenegusuke e Camila Cereja. Amizade sincera é uma riqueza que reluz nos momentos mais complicados. Grata demais por terem tornado tudo mais fácil!

A João Heleno, principalmente, por toda oportunidade de crescimento pessoal, por ter me apresentado com o judô e o jiu jistu que me tornam cada dia mais forte, física e psicologicamente.

Agradeço ainda a Gabriel Poderoso pelo caminho profissional que escolheu seguir e que o habilitaram a me orientar no processo de lidar com minhas dores e conflitos.

Agradeço a cada dificuldade, a cada pedra no caminho, a cada nova descoberta. A experiência do doutorado foi penosa e gratificante! Sinto que me apoderei um pouco mais de mim nesse processo. Sinto-me imensamente feliz e grata com o resultado final do trabalho e de mim mesma.

DEDICATÓRIA

Aos Biólogos e Geólogos que mantêm vivos em seus corações o
deslumbramento pela natureza e seus processos.

RESUMO

A partir do mapeamento faciológico da plataforma continental de Sergipe foi realizada a caracterização da macrofauna bentônica. Ao todo foram obtidas 16 amostras sedimentares em triplicada com uso de um van Ven 0,1m². Os pontos amostrais foram distribuídos em três setores geomorfológicos distintos sendo: 6 estações sobre o fundo de cascalho, 5 estações sobre o fundo de lama e 5 estações sobre o fundo de areia. A macrofauna esteve composta por 6874 indivíduos distribuídos em 10 filos. Os grupos mais abundantes foram Polychaeta (44,54%), Crustacea (37,88%), Mollusca (13,47%) e Echinodermata (2,61%). Os Polychaeta, por serem o grupo dominante, foram identificados até família, evidenciando um total de 3062 indivíduos distribuídos em 37 famílias. As famílias mais abundantes foram Syllidae (43%), Spionidae (8%), Chrysopetalidae (8%), Eunicidae (4%), Hesionidae (4%) e Capitellidae (3%). Um total de 12 características abióticas aferidas no local da coleta foram comparadas a distribuição da fauna para determinar a significância das diferenças nos setores geomorfológicos. Características físico-químicas da água não apresentaram alterações significativas entre as amostras de cascalho, areia e lama, com exceção da transparência da água. Das variáveis sedimentares (tamanho médio do grão, % de matéria orgânica, % de carbonato de cálcio e selecionamento) apenas o selecionamento não foi significativo para diferir os três setores. As análises multivariadas a partir da abundância da macrofauna total refletem três ambientes distintos que foram confirmados a nível de família de poliquetas. As estações de areia litorânea com alta hidrodinâmica e baixo percentual de matéria orgânica possuem o maior percentual de poliquetas. As amostras com profundidade intermediária e fundo de lama apontam uma tendência a redução no percentual de poliquetas e uma maior contribuição de moluscos. As amostras com fundo de cascalho apresentaram as maiores densidades e diversidade da fauna total com maior contribuição de crustáceos e redução da fauna poliquetológica. Entre as famílias de poliquetas a maior densidade também esteve relacionada ao agrupamento de cascalho mas os valores de diversidade não variaram de forma significativa entre os ambientes. As análises de similaridade evidenciam associações de famílias características a cada setor com as maiores semelhanças entre os ambientes de areia litorânea e lama. De forma geral o uso de uma matriz mista contendo a identificação da fauna total em níveis taxonômicos menos específicos se mostrou útil para inferências ecológicas na plataforma continental de Sergipe. As variáveis abióticas que mais influenciaram os índices biológicos foram profundidade, tamanho médio do grão, percentual de carbonato de cálcio e percentual de cascalho.

Palavras-chave: Macrofauna. Plataforma continental. Setores geomorfológicos. Fatores abióticos.

ABSTRACT

From the faciological mapping of the continental shelf of Sergipe the characterization of the benthic macrobenthos was carried out. In all, 16 sediment samples were obtained by tripling with the use of a Ven Ven 0.1m². The sampling points were distributed in three distinct geomorphological sectors: 6 stations on the gravel, 5 stations on the mud and 5 stations on the sand. The macrofauna was composed of 6874 individuals distributed in 10 phyla. The main groups were Polychaeta (44.54%), Crustacea (37.88%), Mollusca (13.47%) and Echinodermata (2.61%). The Polychaeta, being the dominant group, were identified until family taxonomic level, evidencing a total of 3062 individuals distributed in 37 families. The most abundant families were Syllidae (43%), Spionidae (8%), Chrysopetalidae (8%), Eunicidae (4%), Hesionidae (4%) and Capitellidae (3%). A total of 12 abiotic characteristics measured at the collection site were compared to the fauna distribution to determine the significance of the differences in the geomorphological sectors. Physicalchemical characteristics of the water did not show significant changes between the gravel, sand and mud samples, except for water transparency. From the sedimentary variables (average grain size,% organic matter,% calcium carbonate and sorting), only the sorting was not significant to differ the three sectors. The multivariate analyzes from total macrofauna abundance reflect three distinct environments that have been confirmed at the polychaete family level. The littoral sand stations with high hydrodynamics and low percentage of organic matter have the highest percentage of polychaetes. The samples with intermediate depth and background of mud indicate a tendency of reduction in the percentage of polychaetes and the greater contribution of molluscs between the sectors. The samples with a background of gravel showed the highest densities and diversity of overall fauna with higher contribution of crustaceans and reduction of polychaete percentages in comparison to the other groups. Among the polychaete families the highest density was also related to the gravel grouping, but the diversity values at the polychaete family level did not vary significantly between the environments. The analyze of similarities show associations of families that are characteristic of each sector with the greatest similarities between coastal sand and mud environments. In general, the use of a mixed matrix with identification of total fauna in less specific taxonomic levels proved useful for ecological inferences on the Sergipe continental shelf. The abiotic variables that influenced the biological indexes were depth, mean grain size, percentage of calcium carbonate and percentage of gravel.

Keywords: Macrobenthos. Continental shelf. Geomorphological sectors. Abiotic factors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - As fácies sedimentares que recobrem a plataforma continental de Sergipe.....	13
Figura 2 – Teores de componentes bioclásticos no sedimento superficial da plataforma de Sergipe.....	15
Figura 3 – Localização dos pontos amostrais na plataforma continental de Sergipe para caracterização da macrofauna - obtidos em 2012.....	19
Figura 4- Distribuição dos grupos taxonômicos mais abundantes nas estações amostrais na plataforma continental de Sergipe, coletados em 09/2012.....	27
Figura 5 – Análise de agrupamento com base na abundância dos grupos gerais da macrofauna coletada na plataforma continental de Sergipe no período de 09/2012.....	29
Figura 6– MDS categorizando as estações pelo tipo de sedimento de fundo. Grupo A engloba as estações com fundo de cascalho; Grupo B inclui as estações com fundo de areias litorâneas mais a estação 11 que apresenta fundo de lama Grupo C é um agrupamento das amostras de lama com as amostras de areia 14; A amostra de areia 5 apresentou um padrão distinto das demais.....	30
Figura 7- Percentual de cascalho, areia e lama nos três agrupamentos definidos pela macrofauna na plataforma continental de Sergipe em 09/2012.....	31
Figura 8 – Percentuais médios de matéria orgânica e carbonato de cálcio nos três clusters identificados com os devidos desvios padrões.....	31
Figura 9- Contribuição dos cinco grupos mais abundantes para a composição da macrofauna nos 3 agrupamentos identificados e na amostra 5. A –Cascalho, B- Areia litorânea, C- Lama.....	36
Figura 10 – Riqueza (a); Índice de Shannon (b); Equitatividade de Pileou (c) e Densidade em ind/m ² (d) para os três sgrupamentos identificados com base na composição total da macrofauna.....	38
Figura 11 – Densidade dos grupos gerais da macrofauna sobre o mapa da mediana dos grãos.....	42
Figura 12 – Distribuição por estação das famílias de Polychaeta mais abundantes encontradas na plataforma continental de Sergipe em 2012.....	44
Figura 13 – Análise de agrupamento com base na composição das famílias de Polychaeta.....	46

Figura 14 – Diagrama MDS mostrando os principais agrupamentos das estações com base no tipo de fundo.....	47
Figura 15 - Contribuição dos cinco grupos mais abundantes para a composição da macrofauna nos 3 agrupamentos identificados e nas amostras 5 e 14.....	55
Figura 16 - Riqueza (a); Índice de Shannon (b); Equitatividade de Pileou (c) e Densidade em ind/m ² (d) para os três agrupamentos identificados com base na abundância da fauna de poliquetas.....	56
Figura 17 – Densidade das famílias de poliquetas sobre o mapa da mediana dos grãos na plataforma continental de Sergipe.....	62
Figura 18 - Distribuição dos valores de densidade dos grupos gerais por estação (amostras coletas em Setembro de 2012) plotadas sobre o mapa de percentagem de componentes bioclásticos.....	78
Figura 19 - Distribuição dos valores de densidade das famílias de poliquetas por estação (amostras coletas em Setembro de 2012) plotadas sobre o mapa de percentagem de componentes bioclásticos.....	79
Figura 20 - Distribuição das estações amostrais por estação (amostras coletas em Setembro de 2012) plotadas sobre o mapa dos depósitos de algas coralinas na plataforma de Sergipe, disponibilizado por Nascimento (2011).....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Coordenadas das estações de coleta na plataforma continental de Sergipe - Setembro/2012.....	18
Tabela 2- Variáveis abióticas que foram testadas para tentar explicar a relação de distribuição da macrofauna na plataforma de Sergipe.....	21
Tabela 3. Valores máximos e mínimos e o desvio padrão dos parâmetros ambientais das amostras utilizadas para a identificação da macrofauna.....	24
Tabela 4. Análise de similaridade (ANOSIM) e os valores de significância das relações dos parâmetros abióticos (salinidade, pH e oxigênio dissolvido) nos diferentes tipos de fundo.....	24
Tabela 5. Análise de similaridade (ANOSIM) e os valores de significância das relações dos parâmetros sedimentares (mediana do grão, matéria orgânica, carbonato de cálcio e o selecionamento do grão) nos diferentes tipos de fundo.....	25
Tabela 6 – Contribuição dos principais grupos para a similaridade observada entre os agrupamentos identificados com base na abundância da fauna total.....	32
Tabela 7 – Significância das análises de similaridade (ANOSIM) com base na abundância da fauna nos diferentes agrupamentos.....	33
Tabela 8 - Contribuição dos principais grupos para a dissimilaridade entre os agrupamentos com base na abundância da fauna total.....	34
Tabela 9 - Análise de similaridade (ANOSIM) baseada na composição da fauna total para verificar a significância das variáveis ecológicas na diferenciação dos agrupamentos baseada na macrofauna total.....	39
Tabela 10 – Nível de significância obtido na relação entre os parâmetros abióticos e as variáveis ecológicas da comunidade macrobentônica total.....	41
Tabela 11 - Contribuição dos principais grupos para a similaridade entre os agrupamentos identificados com base na composição da assembléia de Polychaeta a nível taxonômico de família.....	49
Tabela 12 – Análise de similaridade (ANOSIM) baseada na composição da s famílias de poliquetos para verificar significância das diferenças entre os agrupamento.....	50

Tabela 13 - Contribuição dos principais grupos para a dissimilaridade entre os agrupamentos identificados com base nas assembleias de poliquetos.....51

Tabela 14 - Análise de similaridade (ANOSIM) baseada na composição da assembléia de Polychaeta a nível de família para verificar significância das variáveis ecológicas para a diferenciação dos agrupamentos.....56

Tabela 15 – Principais famílias presentes em cada agrupamento e seus hábitos tróficos. C – Carnívoro; CDS – Consumidor de depósito de superfície; CDSS – Consumidor de depósito de sub superfície; F – Filtrador; H – Herbívoro.....58

Tabela 16 – Famílias de poliquetos presentes na plataforma continental de Sergipe, hábito trófico e mobilidade. C – Carnívoro; CDS – Consumidor de depósito de superfície; CDSS – Consumidor de depósito de sub superfície; F – Filtrador; H – Herbívoro.....59

Tabela 17 - Parâmetros abióticos que deram valores significativos para as variáveis ecológicas da comunidade macrobentônica total.....61

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	7
1.1 INTRODUÇÃO.....	7
1.2 OBJETIVOS.....	10
1.2.1 Objetivos Gerais.....	10
1.2.2 Objetivos Específicos.....	10
CAPÍTULO II.....	11
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	11
2.1.1 Localização e Geomorfologia.....	11
CAPÍTULO III.....	17
3.1 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS GERAIS.....	17
3.1.1 Metodologia de Coleta das Amostras.....	17
3.1.2 Procedimentos Laboratoriais.....	20
3.1.3 Análises Estatísticas dos Resultados.....	20
CAPÍTULO IV.....	23
4.1 RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO ABIÓTICA.....	23
4.1.1 Aspectos Físico-Químicos da Água.....	23
4.1.2 Aspectos Sedimentares.....	25
CAPÍTULO V.....	26
5.1 RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE MACROBETÔNICA TOTAL.....	26
5.1.1 Aspectos Gerais da Comunidade Macrobentônica.....	26
5.1.2 Diferenciação Ambiental a partir da Abundância da Comunidade Total da Macrofauna ao Longo da Plataforma Continental de Sergipe.....	28
5.1.3 Relação entre a Estrutura da Comunidade e as Variáveis Ambientais.....	40
CAPÍTULO VI.....	43
6.1 RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA GERAL DA ASSEMBLEIA POLIQUETOLÓGICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE SERGIPE.....	43
6.1.1 Distribuição das Assembléias de Polychaeta ao longo da plataforma continental de Sergipe.....	53
6.1.2 Hábito Trófico da fauna poliquetológica nos diferentes tipos de fundo na plataforma de Sergipe.....	57
6.1.3 Relação entre a Estrutura da Comunidade e as Variáveis Ambientais.....	60

CAPÍTULO VII - DISCUSSÃO.....	63
7.1 OS PARÂMETROS ABIÓTICOS NOS DIFERENTES TIPOS DE FUNDO NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE SERGIPE.....	63
7.2 RELAÇÃO ENTRE COMPOSIÇÃO DA MACROFAUNA TOTAL E ASPECTOS SEDIMENTARES.....	65
7.3 RELAÇÃO FAUNA TOTAL E ASSEMBLEIA DE POLIQUETAS - APLICABILIDADE DO USO DE SUFICIÊNCIA TAXONÔMICA PARA CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL.....	71
7.4 CARACTERIZAÇÃO DOS DIFERENTES AMBIENTES NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE SERGIPE COM BASE NA FAUNA TOTAL E NAS ASSEMBLEIA DE POLYCHAETA.....	76
7.5 RELAÇÃO ENTRE A HETEROGENEIDADE SEDIEMNTAR E A DIVERSIDADE DA FAUNA.....	84
7.6 IMPORTÂNCIA DOS DEPÓSITOS DE RODÓLITOS PARA A DINÂMICA ECOLÓGICA NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE SERGIPE.....	86
CAPÍTULO VIII.....	91
8.1 CONCLUSÃO.....	91
CAPÍTULO IX.....	94
9.1 REFERÊNCIAS.....	94

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUÇÃO

O ambiente sedimentar costeiro é uma zona de grande diversidade e abundância de organismos, sendo fundamental para a dinâmica ecológica dos oceanos. Em geral a biodiversidade marinha é mais elevada nos sistemas bentônicos do que nos pelágicos e nos ambientes costeiros, em comparação ao oceano aberto. A riqueza desses ambientes costeiros deve-se em parte ao macrobentos (GRAY, 1981).

O macrobentos corresponde aos organismos que ficam retidos nas peneiras de 500 micras (SNELGROVE, 1998). É composto por uma variedade de *taxa* que recobre o fundo oceânico nas mais diversas regiões, podendo estar na superfície do sedimento ou enterrados. Por serem organismos de tamanho reduzido, com mobilidade restrita ou sésseis, possuem relativa facilidade de identificação e responderem de forma específica às mais diversas condições ambientais, são considerados bons bioindicadores de alterações do ambiente (DAUER, 1993; LANA et al., 1996).

A macrofauna exerce um papel importante nos ciclos geoquímicos do carbono e do nitrogênio, sendo fundamental na redistribuição da matéria orgânica, disponibilizando nutriente para diferentes grupos, que vão desde bactérias a organismos da mega fauna, incluindo espécies de valor comercial (SNELGROVE, 1998).

Sabe-se que a composição sedimentar é um dos aspectos mais importantes na distribuição dos organismos bentônicos, mas existem ainda muitas controvérsias a respeito da relação animal-sedimento. Isso porque as variáveis ambientais mais relevantes no controle da composição da fauna podem variar de uma região para a outra e apresentam correlações entre si o que dificulta o entendimento do papel desempenhado por cada variável, afetando também a capacidade de inferências ecológicas (ELLINGSEN, 2001; STEVENS; CONNOLLY, 2004; MARGIEROWSKI; JOHNSON, 2006).

Uma série de trabalhos identificando a macrofauna e correlacionando sua estrutura com diferentes parâmetros ambientais foram realizados nas mais

diversas plataformas do mundo: Noruega (ELLINGSEN; GRAY, 2002); Bélgica (HOEY; DEGRAER; VINEX, 2004); França (DESROY et al., 2002); Creta (KARAKASSIS; ELEFThERIOU, 1997); Romênia (WIJSMAN; HERMAN; GOMOIU, 1999); Brasil (PAIVA et al., 2006; PRATOLI, 2010; PIRES-VANIN; MUNIZ; DE LÉO, 2011). Esses trabalhos revelaram uma série de variáveis abióticas, em geral características ligadas ao sedimento, que afetam a estrutura da macrofauna como o tamanho médio do grão, selecionamento, profundidade, percentual de cascalho, percentual de lama e percentual de matéria orgânica.

No Brasil ainda são poucos os trabalhos que descrevem a comunidade bentônica como um todo, sendo mais fácil de encontrar trabalhos com grupos individuais da macrofauna, e que em geral concentram-se, principalmente, nas regiões sul e sudeste (PRATOLI, 2010; PAIVA et al., 2006; BORZONE; GUTSEIT; SOARES, 1999; ABSALÃO et al., 1999; SOARES-GOMES, 1997; PAIVA; COELHO; TORRES, 1993).

A plataforma Continental do nordeste do Brasil, entretanto, possui características bastante diversas das encontradas na plataforma ao Sul do Brasil. A plataforma nordestina é caracterizada por extensos depósitos carbonáticos, com pouca influência da sedimentação terrígena devido ao clima mais árido na região (COUTINHO, 2000).

Em trabalhos tratando da relação entre características abióticas e a estrutura da macrofauna, o termo *surrogate* tem sido bastante encontrado em publicações desde o início deste século (DAUVIN; RUELLET, 2007; KOSTYLEV et al., 2001; MARGIEROWSKI; JOHNSON, 2006). A tradução literal do termo é “substituto” e refere-se à busca por uma forma simplificada de adquirir respostas a partir da identificação de padrões relacionando aspectos bióticos e abióticos. Através do princípio de *surrogates* tem-se proposto que a abundância (ou outros índices ecológicos como riqueza e diversidade) de taxa, ou mesmo a abundância de apenas alguns grupos ou espécies (sentinela) da fauna total podem ser usados como “substitutos” para a descrição da comunidade geral, sem levar em consideração quais espécies de fato estão presentes ou a composição total da fauna (MARGIEROWSKI; JOHNSON, 2006).

A crescente preocupação com as alterações provocadas pelas atividades antropogênicas no ambiente costeiro, estimulou o desenvolvimento de trabalhos e a busca de métodos mais rápidos e eficientes de monitoramento, visto que coleta e identificação da comunidade biológica é um procedimento trabalhoso e demorado (DEGRAER et al., 2007; McARTUR et al., 2010). Nesse sentido tem-se buscado métodos indiretos, baseados tanto nas relações existentes entre os parâmetros abióticos e a estrutura geral da macrofauna quanto em aspectos biológicos como suficiência taxonômica e uso de espécies guia (grupo que reflete características da estrutura da fauna total), como ferramenta para adquirir informações ambientais com o mínimo de levantamento biológico possível (Surrogate).

Entretanto, é fundamental para o estabelecimento das características abióticas que melhor refletem aspectos da comunidade faunística um conhecimento consistente sobre a composição da fauna e sobre como a mesma é afetada por fatores ambientais (JACKSON, 2008).

Boero e Bonsdorff (2007) reforçam a importância de se listar os habitats e suas espécies associadas em busca de uma correlação entre essas informações para um monitoramento eficiente. Esse conhecimento prévio é fundamental para se distinguir entre alterações por pressão antrópica e mudanças na biodiversidade ao longo de escalas temporais e espaciais (LENGYEL et al., 2008).

Desse modo fica evidente que estudos como o presente realizado na plataforma continental de Sergipe possuem uma importância regional e global, contribuindo para o maior conhecimento da dinâmica ecológica no ambiente de plataforma e possibilitando o desenvolvimento de ferramentas de monitoramento mais eficientes no futuro.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Caracterizar a macrofauna bentônica encontrada nos fundos de areia, lama e cascalho da plataforma continental de Sergipe, estabelecendo as relações entre as comunidades bentônicas e os diferentes tipos de sedimento

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar a comunidade macrobentônica da plataforma continental de Sergipe;
- Caracterizar as assembleias de poliquetas presentes no sedimento;
- Estabelecer as variáveis abióticas que melhor explicam a distribuição da fauna;
- Verificar se há diferenças significativas nas variáveis abióticas em três tipos de fundo diferentes: cascalho, areia e lama;
- Verificar se há associações específicas do macrobentos para os três diferentes tipos de fundo estudados;
- Comparar a caracterização dos ambientes a partir da identificação geral da fauna macrobentônica a nível não específico (até ordem) com a caracterização feita a partir dos poliquetas a nível de família;

CAPÍTULO II

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

2.1.1 Localização e Geomorfologia

Sergipe está inserida na tipologia costa deltaica do leste do Brasil, proposta por DOMINGUEZ (2009) que se caracteriza por aportes significativos de sedimentos terrígenos. Apresenta uma extensão costeira de 168 km caracterizada por amplas planícies de cordões litorâneos, limitadas no interior por sedimentos da formação Barreiras, com o rio São Francisco delimitando sua extremidade norte e o rio Piauí- Real, a sul.

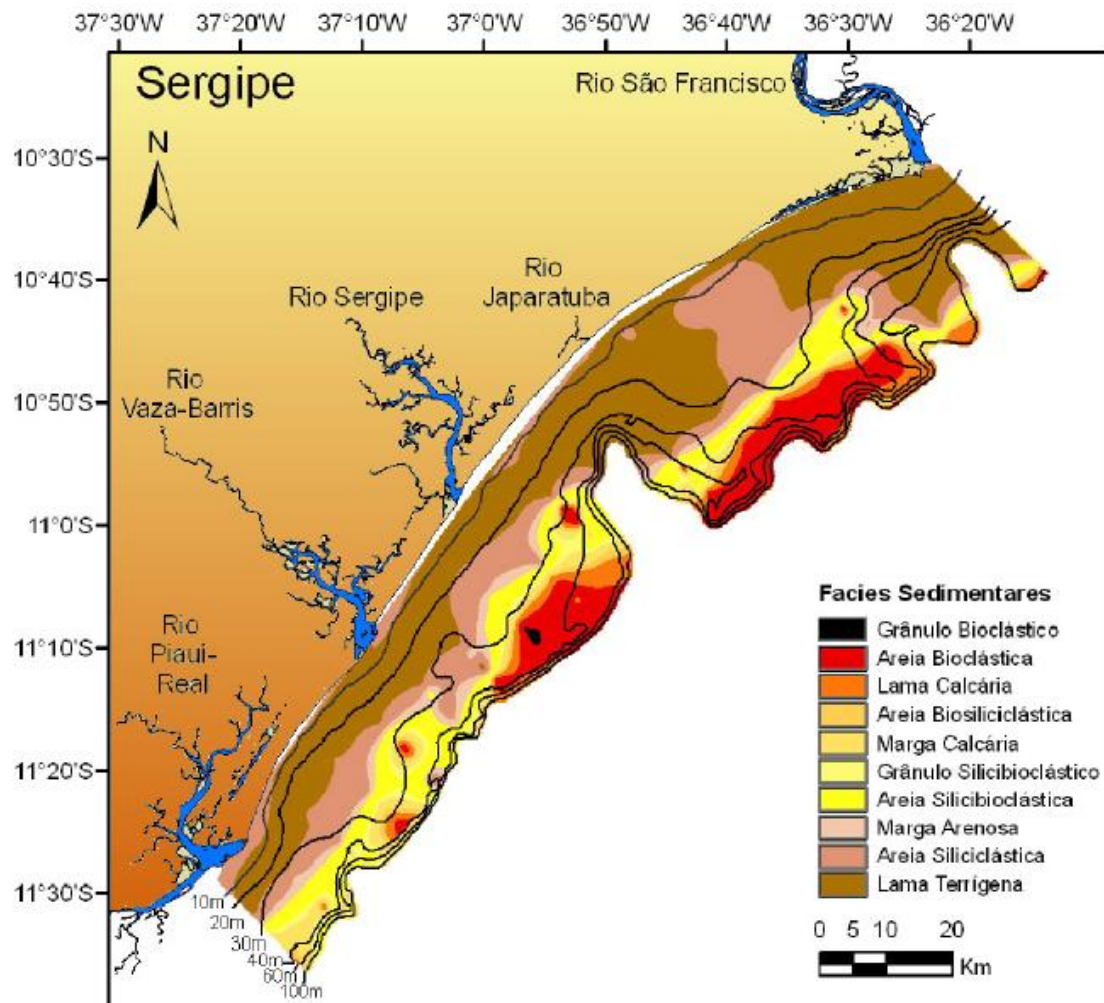
A compartimentalização da plataforma do nordeste em interna (até 20m), média (da isóbata de 20 até a de 40m) e externa (de 40 a 60m) proposta por Coutinho (1981) não se aplica a plataforma de Sergipe, pois as isóbatas de 40 e 60m são praticamente coincidentes como foi demonstrado por Guimarães (2010). O trabalho de Guimarães (2010) serviu de base para o selecionamento dos pontos de coleta para o atual estudo da macrofauna na plataforma de Sergipe.

A largura média da plataforma sergipana é de 27 km, variando entre 12 e 35 km, com profundidade média de quebra de 41 m, possuindo em geral uma baixa declividade (1:1000). A plataforma na área estudada além da pouca largura possui ainda uma série de recortes por conta de cinco cânions instalados em sua borda externa, dos quais os mais expressivos são os do rio São Francisco e o do Japarutuba.

Guimarães (2010) mapeou as fácies sedimentares da plataforma continental de Sergipe utilizando como parâmetros básicos a textura e o teor de carbonato de cálcio (Figura 1). Dentre as 10 fácies identificadas, as cinco principais são: (i) fácies de **lama terrígena** – ocorre ao longo de toda a plataforma continental apresentando suas maiores larguras nas proximidades da foz do rio São Francisco e no entorno da cabeceira do cânion do Japarutuba. Estas duas ocorrências são separadas por uma faixa

perpendicular à linha de costa com maior concentração de areia silicilástica entre as isóbatas 10-20 m; (ii) **fácies de areia silicilástica** - se concentra próximo às desembocaduras fluviais, constituindo duas faixas estreitas uma bordejando a linha de costa e outra acompanhando aproximadamente a isóbata de 30 m, com as duas faixas separadas pela fácies de lama terrígena. Apenas entre a desembocadura do rio São Francisco e a cabeceira do cânion do Japaratuba esta fácies se alarga substancialmente, e ocupa toda a região entre as isóbatas de 10-20 m; (iii) **fácies de areia silicobioclástica** - ocorre de forma quase contínua na plataforma externa, sendo interrompida apenas na cabeceira do cânion do Japaratuba e na foz do Rio São Francisco. (iv) **fácies de lama calcária** e (v) **fácies de areia bioclástica** – concentram-se na plataforma externa vizinha ao cânion do rio Japaratuba. As demais fácies identificadas por Guimarães (2010) têm ocorrência muito localizada e distribuição restrita.

Figura 1 - As fácies sedimentares que recobrem a plataforma continental de Sergipe



GUIMARÃES (2010)

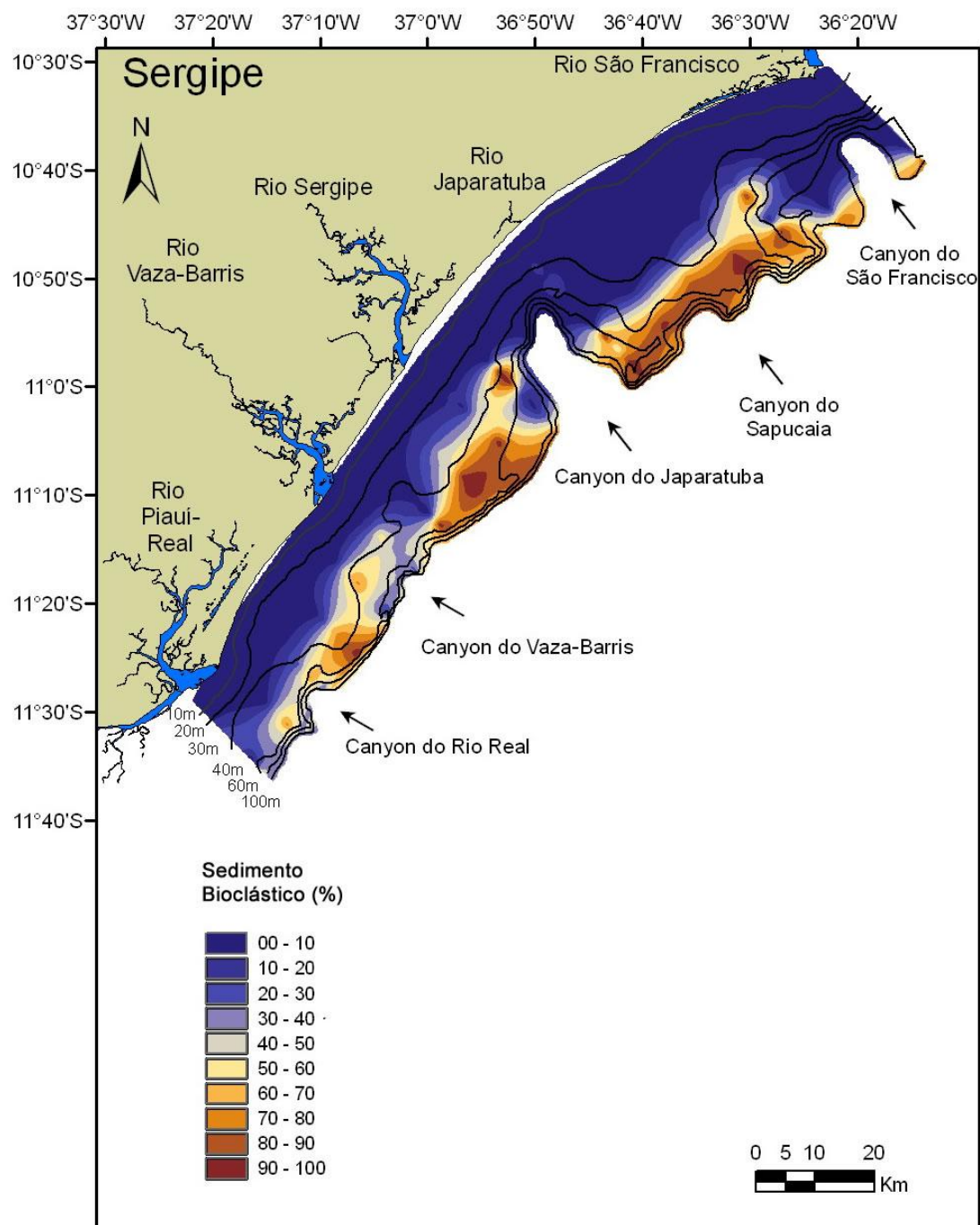
O trabalho de Guimarães (2010) é particularmente importante por apresentar uma amostragem regular que abrangeu toda a plataforma e o talude superior, ao longo de toda a extensão da plataforma sergipana. As amostras foram coletadas com um amostrador do tipo Van Veen, produzindo assim dados mais precisos, ao contrário dos trabalhos anteriores onde às amostragens foram realizadas com draga. Ainda assim, Guimarães (2010) não discute a contribuição dos diferentes componentes bioclásticos para a formação dos depósitos sedimentares superficiais.

Nascimento (2011) identificou os componentes sedimentares e estabeleceu os domínios siliciclásticos e bioclásticos na plataforma continental de Sergipe. Na plataforma continental de Sergipe os bioclastos mais comuns são os fragmentos de algas calcárias, moluscos, foraminíferos e briozoários, que correspondem em média a 89% dos bioclastos analisados.

Segundo Nascimento (2011), o limite mais raso de ocorrência do domínio dos sedimentos bioclásticos ocorre em profundidades variáveis ao longo da plataforma continental de Sergipe. Na região entre os cânions do São Francisco e Japarutuba os depósitos bioclásticos predominam a partir de 20m. No extremo norte da área de estudo essa profundidade é superior a 30m (Figura 3). A área de influência do rio São Francisco é bem marcada no extremo norte da plataforma sergipana, onde os bioclastos só são expressivos início do talude continental.

A continuidade dos depósitos bioclásticos na plataforma externa é interrompida pelas cabeceiras dos cânions Japarutuba do rio São Francisco que indentam significativamente a plataforma continental (NASCIMENTO, 2011).

Figura 2 – Teores de componentes bioclásticos no sedimento superficial da plataforma de Sergipe



NASCIMENTO (2011)

Outra atividade de potencial risco para a plataforma Sergipana é a dragagem e descarte realizados nos portos do Estado. Trata-se de uma atividade que tem sido realizada no ambiente plataformal e que pode causar alterações na dinâmica ecológica e sedimentar. A resolução do CONAMA nº 344 de 25 de março de 2005, estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado e dos locais de bota-fora em águas jurisdicionais brasileiras. Essa resolução determina a importância de caracterização da composição dos sedimentos e enfatiza os cuidados com o descarte de material fino e em locais onde haja o risco de eutrofização (MMA/CONAMA, 2006).

O Terminal Inácio Barbosa situa-se no litoral norte nas proximidades do rio Japarutuba, onde se ocorre uma área com grande concentração de lama nos sedimentos de fundo. A maior preocupação na plataforma sergipana quanto a descartes de resíduos sólidos deve ser com a mobilização de material fino numa plataforma estreita e com concentração relativamente elevada de sedimentos finos terrígenos. Estudos de correntes na plataforma de Sergipe são escassos e seriam de grande valia para o monitoramento da dinâmica sedimentar em potenciais áreas de bota-fora.

Além dessas atividades a pesca, desempenha um importante papel econômico para as comunidades litorâneas do Estado de Sergipe, com destaque para a pesca do camarão (BRASIL, 1998).

É possível, portanto, observar que na plataforma Continental de Sergipe são desenvolvidas várias atividades que necessitam de monitoramento e cujo licenciamento deve ser realizado da forma mais segura possível. Apesar disto os dados disponíveis para esse trecho da plataforma do nordeste do Brasil ainda são muito limitados. Espera-se que o atual trabalho lance luz sobre a distribuição da fauna e suas relações com os parâmetros abióticos de forma a contribuir para o uso sustentável dos recursos na plataforma de Sergipe.

CAPÍTULO III

3.1 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS GERAIS

3.1.1 Metodologia de Coleta das Amostras

Para identificação da macrofauna foram obtidas em 2012, com o auxílio de uma draga do tipo van Veen de 0,1m², 16 amostras de sedimento em triplicata. Os pontos amostrais estão localizados entre as coordenadas de 36°29'W 10°51'S e 37°26'W 11°46'S distribuídos ao longo da plataforma continental de Sergipe (Tabela 1).

Para a escolha dos pontos amostras foi utilizado os dados da caracterização sedimentar disponibilizados por Guimarães (2010). A partir desses dados foi confeccionado no programa Arc View um mapa com a caracterização do fundo e as estações de coleta foram definidas de forma a se obter 6 amostras situadas em fundo de cascalho, 5 amostras em fundo de lama e 5 amostras em fundo de areia. Nascimento (2011) também disponibilizou seus dados brutos de componentes biogênicos a partir dos quais também se confeccionou mapas onde foram plotados os resultados da identificação da macrofauna realizados nesse estudo. Todos os mapas ao longo do trabalho foram feitos no programa Arc View.

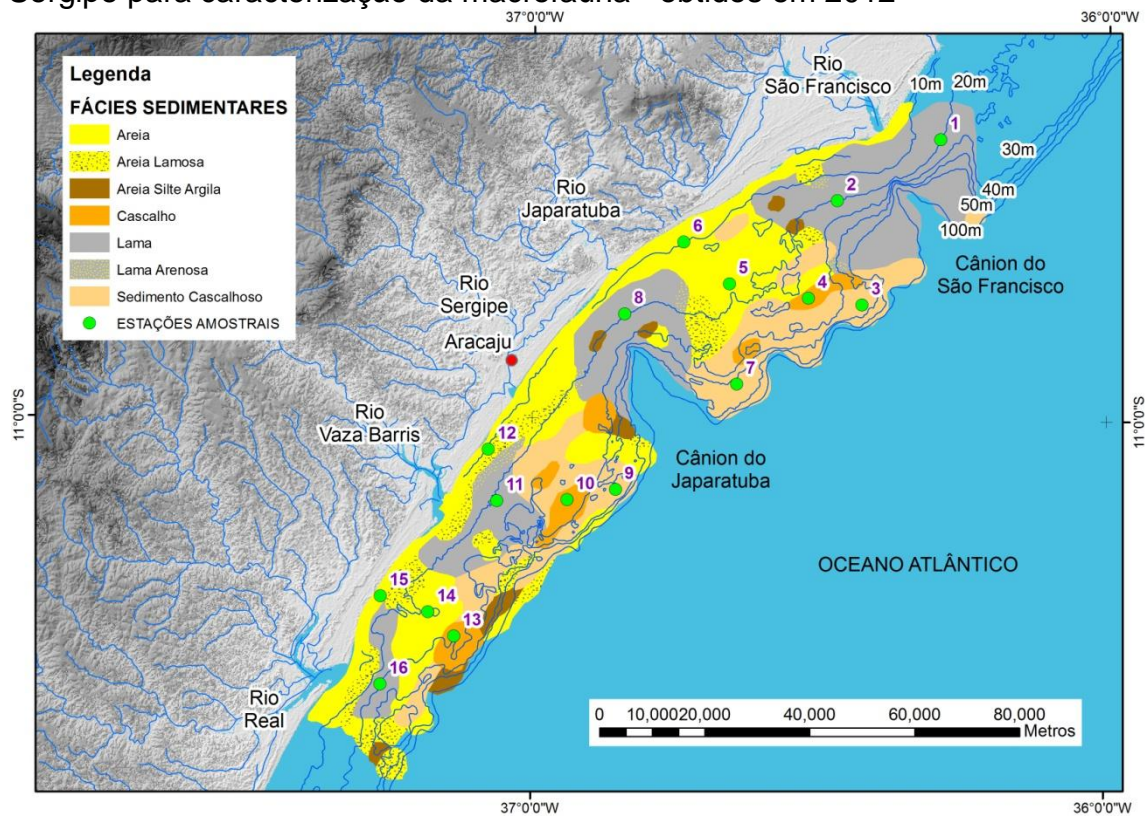
A figura 5 mostra as estações de coleta sob o mapa de fácies produzido a partir dos dados brutos de Guimarães (2010).

Tabela 1- Coordenadas das estações de coleta na plataforma continental de Sergipe - Setembro/2012

Amostras	Longitude	Latitude	Sedimento
1	36,29243125	10,51582547	Lama
2	36,47142099	10,62255882	Lama
3	36,42699536	10,80199483	Cascalho
4	36,52062904	10,79131976	Cascalho
5	36,65835888	10,76740011	Areia
6	36,73814940	10,69569142	Areia Litorânea
7	36,64430739	10,94009504	Cascalho
8	36,84044219	10,82055205	Lama
9	36,85436666	11,12350208	Cascalho
10	36,93880673	11,14197369	Cascalho
11	37,06153488	11,14443207	Lama
12	37,07666993	11,05547313	Areia Litorânea
13	37,13502739	11,37796679	Cascalho
14	37,18006343	11,33689611	Areia
15	37,26334140	11,30982591	Areia Litorânea
16	37,26274905	11,46208629	Lama

NASCIMENTO (2017)

Figura 3 – Localização dos pontos amostrais na plataforma continental de Sergipe para caracterização da macrofauna - obtidos em 2012



NASCIMENTO (2017)

As amostras destinadas a identificação da fauna foram fixadas em formol a 10% e conservadas em álcool a 70%.

Em cada ponto também foram coletadas amostras para realização de análise granulométrica e determinação dos teores de carbonato de cálcio e matéria orgânica.

Durante as coletas foram aferidas ainda as transparências usando disco de Secchi. A salinidade foi determinada a partir de medida da condutividade, usando uma curva de calibração, obtida com água do mar padrão. O pH foi determinado potenciométricamente utilizando-se um eletrodo de vidro combinado. Em cada estação foram coletadas amostras de água de fundo com garrafa de Van Dorn para análise de oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), conforme a metodologia de Strickland e Parsons (1968).

3.1.2 Procedimentos Laboratoriais

As amostras destinadas a identificação da fauna foram lavadas em peneira de 0,5 mm e os organismos retidos foram contados e identificados.

A identificação ocorreu em níveis taxonômicos variados gerando duas matrizes de dados. A primeira corresponde a uma matriz com mistura de níveis taxonômicos sendo o nível mais específico o de ordem. O nível de corte escolhido variou entre os grupos taxonômicos e foi determinando pela bibliografia consultada e a abundância com que aparece nas amostras. Moluscos foram até nível de classe, enquanto os crustáceos foram identificados até ordem. A proposta é testar uma matriz de dados que seja capaz de permitir inferências ambientais nos maiores níveis taxonômicos possíveis. Para garantir a aplicabilidade da matriz ela será comparada com a matriz de dados de poliquetas a nível de família, que já é um nível reconhecido como funcional nas bibliografias.

Grupos da epifauna como esponjas, hidróides, briozoários e ascídias não foram identificados.

3.1.3 Análises Estatísticas dos Resultados

Primeiramente foram realizados testes estatísticos apenas com os dados físico-químicos para verificar se há diferenças significativas desses parâmetros entre as amostras de areia, lama e cascalho. Um total de 12 características físico-químicas foram selecionadas e testadas (Tabela 2). Para verificar a significância da variação desses fatores nos diferentes tipos de fundo foram aplicados testes de similaridade (ANOSIM) para cada variável, separadamente.

Tabela 2- Variáveis abióticas que foram testadas para tentar explicar a relação de distribuição da macrofauna na plataforma de Sergipe

Variáveis físico-químicas

Ph
 Oxigênio dissolvido
 Salinidade
 Profundidade
 Mediana do grão
 Selecionamento
 Matéria orgânica
 Carbonato de cálcio
 Transparência da água
 Percentual de cascalho
 Percentual de areia
 Percentual de lama

NASCIMENTO (2017)

Posteriormente se procedeu aos testes estatísticos baseados na composição da macrofauna. As duas matrizes de dados foram testadas separadamente. Primeiro foi testada a matriz com dados menos específicos para verificar o potencial para descrever o ambiente a partir de uma identificação geral que pudesse tornar mais rápida a obtenção de informações sobre a macrofauna. Para que houvesse base de comparação da utilidade dessa matriz, os mesmos testes estatísticos foram repetidos usando a segunda matriz de dados composta apenas pelos poliquetos a nível de família, que já é um nível taxonômico reconhecido para esse grupo como bom descritor da comunidade geral.

Os dados foram transformados a partir da raiz de proporção de Helliger.

A caracterização da comunidade macrobêntica foi alcançada pela similaridade de Bray Curtris, que determinou a riqueza específica (S); o índice de diversidade específica de Shannon-Weaner (H'); e o índice de equitatividade ($J'=H'/H'max$) (Pileou).

Foi realizada análise multivariada de agrupamentos e escalonamento multidimensional (MDS) baseada na abundância da fauna total e para a assembleia de Polychaeta separadamente.

Para as análises integradas entre fatores bióticos e abióticos foram feitos modelos lineares generalizados. Primeiramente as variáveis sintéticas foram testadas quanto à normalidade. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal e dados paramétricos, foi utilizado o modelo linear generalizado GLM com teste F. Para as variáveis que apresentaram distribuição não normal e dados não paramétricos, foi utilizado modelo linear generalizado GLM com distribuição de Poisson, com teste Qui Quadrado.

Com o auxílio do programa PRIMER 5 foi realizada a análise de similaridades (ANOSIM), que determinou a significância das diferenças na composição da fauna entre as amostras de cascalho, areia e lama.

Através do SIMPER foi calculado o percentual de similaridade das amostras e as principais espécies que contribuíram para a similaridade e dissimilaridade entre os diferentes tipos de fundo.

CAPÍTULO IV

4.1 RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO ABIÓTICA

4.1.1 Aspectos Físico-Químicos da Água

Os parâmetros abióticos, inicialmente, foram avaliados para os três diferentes tipos de sedimento superficial onde as amostras foram coletadas: areia, lama e cascalho (Tabela 3). Essa análise permitiu separar os parâmetros que sofrem variação significativa nesses diferentes tipos de fundo. Posteriormente as características sedimentares foram testadas em conjunto com as variáveis abióticas e foi possível identificar as que apresentam correlação significativa com a composição da macrofauna.

Quanto à profundidade, os fundos de lama, areia e cascalho apresentaram diferenças significativas.

Os fundos de areia se dividem em dois grupos: nas estações 6, 12 e 15 predominam areias em regiões com profundidade menor, por conta disso, essas estações foram apresentadas ao longo do trabalho como estações de areia litorânea, sendo a profundidade nessas estações de 12, 7 e 14m, respectivamente. As estações 5 e 14 também são regiões com fundo de areia mas situadas numa porção mais afastada da linha de costa e em profundidade de 19 e 23, respectivamente.

Os fundos de lama ocorrem na porção intermediária da plataforma em profundidades variando de 22 a 30m. Os fundo de cascalho ocorrem nas maiores profundidades variando de 27 a 47m.

Quanto às características físico-químicas da água, a salinidade de fundo variou entre 30 e 35‰, com o maior desvio padrão verificado nas amostras coletadas em fundo lamoso (± 2). O valor médio da salinidade foi de 31 nos fundos de areia, 33 nos fundos de cascalho e 33 nos fundos lamosos.

O pH da água variou entre 7,1 e 8 com valores médios e desvio padrão semelhante entre os fundos de cascalho, areia e lama. O oxigênio dissolvido na água variou de 3,5 a 7 mg/L com o maior desvio padrão verificado nos fundos de cascalho ($\pm 1,4$).

A transparência da água variou de 1,1 a 16 m, sendo os maiores valores associados aos fundos de cascalho e os menores valores encontrados nos fundos arenosos. Nos fundos de areia situados em profundidades maiores (5 e 14m), os valores de transparência variaram entre 3,7 m e 2,5 m, respectivamente, enquanto que a média da transparência da água, para os demais fundos arenosos foi de 1,4 m.

A análise de similaridade mostrou que não há diferenças significativas nos valores de salinidade, pH e oxigênio dissolvido entre os fundos de areia, lama e cascalho. Já a transparência da água difere de forma significativa entre os fundos de cascalho e e os fundos de lama e areia, mas não há diferenças significativas entre estes dois últimos tipos de fundo (Tabela 4).

Tabela 3. Valores máximos e mínimos e o desvio padrão dos parâmetros ambientais das amostras utilizadas para a identificação da macrofauna

	Areia (Max-Min)	Lama (Max-Min)	Cascalho (Max-Min)
pH	7,1 - 8,0 ($\pm 0,3$)	7,5 - 7,9 ($\pm 0,1$)	7,3 - 8,0 ($\pm 0,3$)
OD (mg/L)	4,1 - 6,4 ($\pm 1,1$)	4,4 - 5,6 ($\pm 0,6$)	3,5 - 7,0 ($\pm 1,4$)
Sal (‰)	30 - 34,23($\pm 2,4$)	30 - 34,87 (± 3)	32 - 34,98 ($\pm 1,9$)
Prof (m)	7 - 23 ($\pm 7,4$)	22 - 30 ($\pm 3,5$)	27 - 47 ($\pm 7,5$)
Mediana do grão	2,14 - 3,76 ($\pm 0,9$)	6,34 - 7,54 ($\pm 0,5$)	(-1,13) - 0,5 ($\pm 0,2$)
Selecionamento	0,42 - 1,6 ($\pm 0,4$)	1,43 - 1,83 ($\pm 0,5$)	(-0,4) - 2 (± 1)
MO (%)	0,46 - 1,12 ($\pm 0,3$)	6,59 - 13,45 (± 3)	3,62 - 6,95 ($\pm 1,1$)
CaCO ₃ (%)	1,57 - 5,04 ($\pm 1,6$)	6,77 - 21,20 ($\pm 6,3$)	49,90 - 92,23 ($\pm 16,6$)
Transparência (m)	1,1 - 3,7 (± 1)	1,5 - 7,0 (± 2)	8,0 - 16,0 (± 3)
Cascalho (%)	0 - 1,65 ($\pm 0,7$)	0,04 - 6,42 ($\pm 2,7$)	33,29 - 93,72 ($\pm 22,1$)
Areia (%)	85,28 - 97,78 ($\pm 5,3$)	0,56 - 9,37 ($\pm 3,7$)	4,02 - 61,42 ($\pm 20,4$)
Lama (%)	2,30 - 14,72 ($\pm 5,3$)	84,21 - 99,06 ($\pm 6,3$)	1,94 - 10,06 ($\pm 3,3$)

NASCIMENTO (2017)

Tabela 4. Análise de similaridade (ANOSIM) e os valores de significância das relações dos parâmetros abióticos (salinidade, pH e oxigênio dissolvido) nos diferentes tipos de fundo

Tipo de Fundo	Prof.	Salinidade	pH	OD	Trans.
Areia e Lama	p= 0,047	p= 0,7644	p=0,9524	p=0,2324	p=0,2692
Cascalho e Lama	p=0,0112	p=0,7218	p= 0,7022	p=0,4704	p=0,0018
Cascalho e Areia	p=0,002	p=0,366	p= 0,6224	p=0,5611	p=0,0033

NASCIMENTO

(2017)

4.1.2 Aspectos Sedimentares

A mediana do sedimento na área de estudo variou entre $-1,13$ (cascalho muito fino) ϕ e $7,5 \phi$ (silte muito fino) similaridade mostrou diferenças significativas entre as amostras de areia, cascalho e lama.

O percentual de matéria orgânica variou entre 0,46 e 13,45%, com os maiores percentuais verificados nas amostras de lama e os menores nas amostras de areia.

O percentual de carbonato de cálcio variou de 1,5% a 92,2%, com os maiores percentuais verificados nas amostras de cascalho e os menores valores nas estações com fundos de areia. As variações nos teores de matéria orgânica e carbonato de cálcio são significativamente diferentes para os três tipos de fundo analisados. O grau de selecionamento só diferiu significativamente entre o conjunto de amostras de lama e areia (Tabela 5).

Tabela 5. Análise de similaridade (ANOSIM) e os valores de significância das relações dos parâmetros sedimentares (mediana do grão, matéria orgânica, carbonato de cálcio e o selecionamento do grão) nos diferentes tipos de fundo

Tipo de Fundo	Mediana do grão	MO	CaCO ₃	Selecionamento
Areia e Lama	p=0,0069	p=0,0073	p=0,0082	p=0,032
Cascalho e Lama	p= 0,0026	p=0,0057	p=0,0029	p=0,7872
Cascalho e Areia	p= 0,003	p=0,0021	p=0,0028	p=0,1429

NASCIMENTO (2017)

5.1 RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE MACROBENTÔNICA TOTAL

5.1.1 Aspectos Gerais da Comunidade Macrobentônica

O número total de organismos da macrofauna obtidos nas amostras coletadas nos diferentes tipos de fundos sedimentares foi de 6874 organismos, distribuídos em 10 filos: Annelida, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata, Sipuncula, Priapulida, Hemichordata, Chordata, Platyhelminthes e Brachiopoda. Os principais grupos taxonômicos encontrados foram: Annelida (44,54%), Crustacea (37,88%), Mollusca (13,47%) e Echinodermata (2,61%).

A composição da macrofauna mostra um claro domínio de Annelida, Crustacea e Mollusca sobre os demais grupos faunísticos. Esses três grupos correspondem a 95% de toda fauna identificada. A distribuição de Polychaeta, Crustacea, Mollusca e Echinodermata apresentam padrões semelhantes de distribuição ao longo das estações de coleta, apresentando um aumento na abundância nas estações mais profundas com fundo de cascalho (Figura 4)

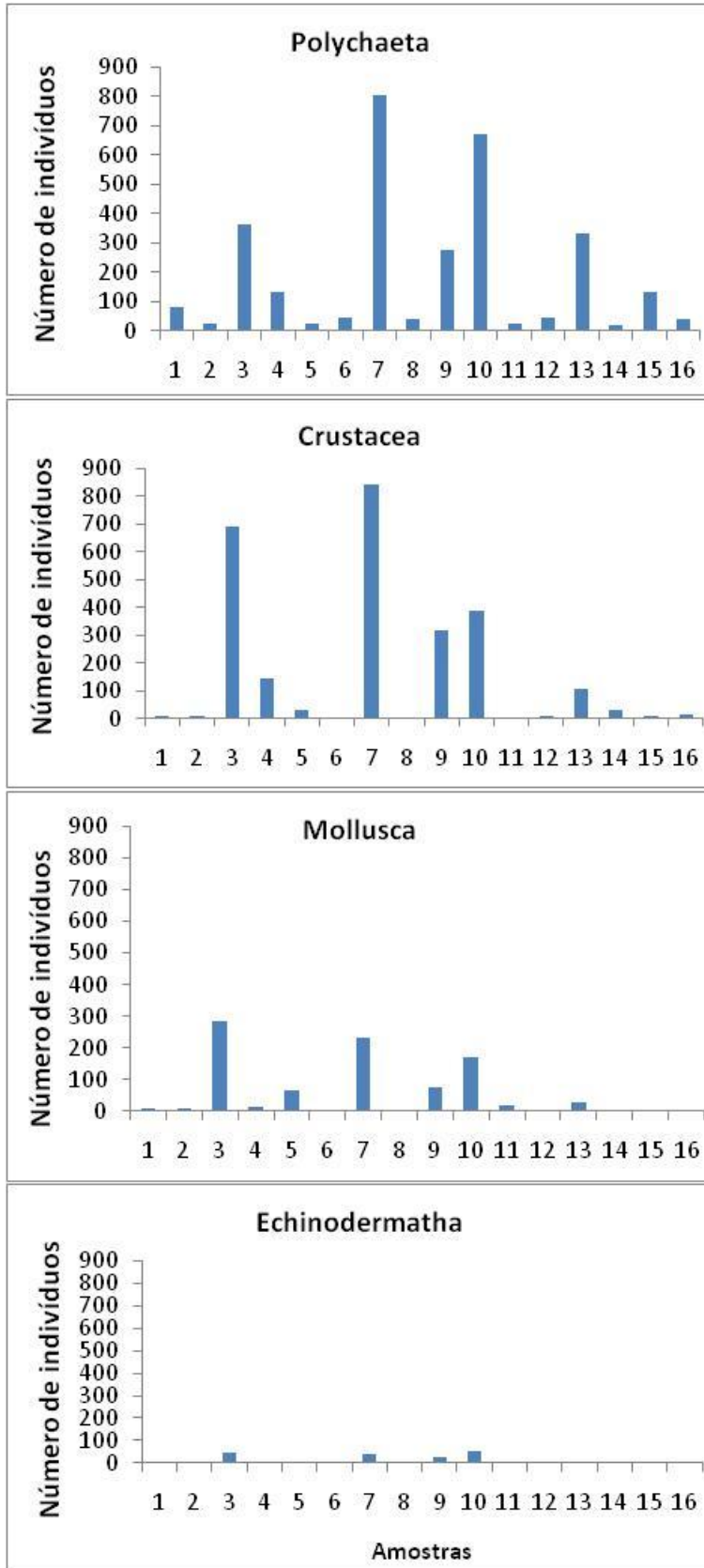
Os Polychaeta foram o grupo mais abundante totalizando 3062 organismos. Foram agrupados em 8 ordens, sendo que a ordem Phyllodocida correspondeu sozinha a 66% do total de poliquetas identificados.

Quanto aos crustáceos, a classe malacostraca apresentou uma abundância de 2217 indivíduos, pertencentes principalmente as ordem Amphipoda (945), Tanaidacea (535), Isopoda (411) e Ostracoda (343).

Os Mollusca estiveram representados por 3 classes: Bivalvia (502), Gastropoda (355) e Polyplacophora (67).

Bivalvia e Polychaeta apresentaram a distribuição mais ampla, estando presentes em todas as estações de coleta. Dentre os Crustacea, os Amphipoda apresentam a distribuição mais ampla, estando presentes em 15 das 16 estações de amostragem. Dos grupos dominantes, os Echinodermata apresentaram a distribuição mais restrita e neste grupo os Echinoidea estiveram presentes em 12 estações, mas os Asteroidea e Holothuroidea foram encontrados apenas em 1 estação amostral.

Figura 4- Distribuição dos grupos taxonômicos mais abundantes nas estações amostrais na plataforma continental de Sergipe, coletados em 09/2012



NASCIMENTO (2017)

5.1.2 Diferenciação Ambiental a partir da Abundância da Comunidade Total da Macrofauna ao Longo da Plataforma Continental de Sergipe

Foi possível identificar 3 agrupamentos. Os resultados da análise de agrupamento baseada na composição total da macrofauna estão apresentados na figura 5.

O Agrupamento A é composto por amostras com profundidade entre 27 e 47m e com sedimento de fundo composto por cascalho, embora também possuam um percentual superior a 38% de areia. Apresentam os maiores percentuais de carbonato de cálcio (83%) e de Matéria orgânica (5,6%).

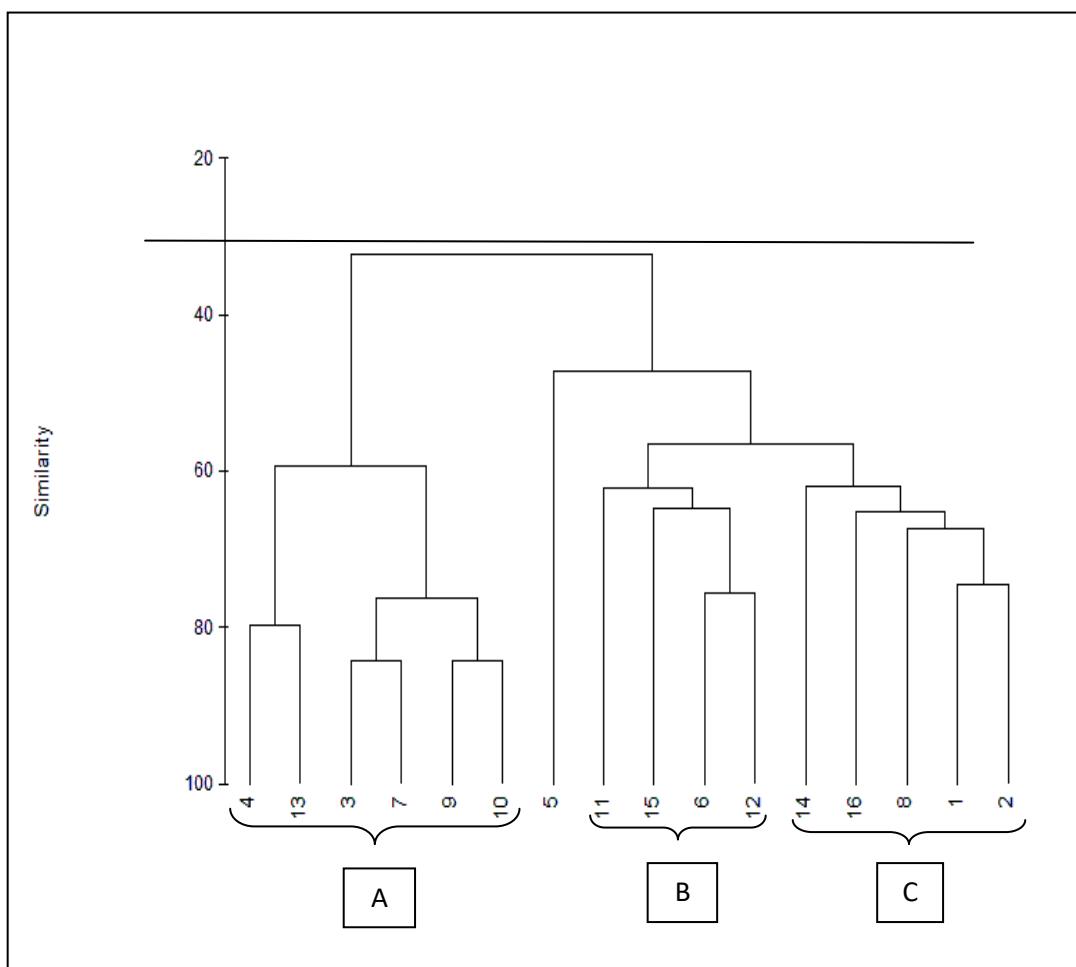
O Agrupamento B reúne as amostras situadas nas menores profundidades (<15m) nos quais predominam as amostras com fundo de areia. A estação 11 que integra este agrupamento, é a única estação que apresenta fundo de lama e possui uma profundidade maior, 24 m. O percentual médio de CaCO₃ neste agrupamento é de 5% e o de matéria orgânica 4%. Por conta desse agrupamento ser formado em geral pelas amostras de areia mais rasas, optou-se por denominar esse agrupamento de areia litorânea para diferenciar das outras duas amostras de areia, 5 e 14, que não fazem parte desse grupo e possuem profundidades maiores, 19m e 23m de profundidade, respectivamente.

O Agrupamento C é composto por amostras com profundidades variando entre 22 e 30m. Este agrupamento reúne as estações amostrais com fundo de lama, exceto pela estação 14 que apresenta fundo de areia (23 metros de profundidade). Apresentam teores médios de 8% de matéria orgânica e 11% de carbonato de cálcio.

A Estação 5 apresentou um padrão distinto das demais, não agrupando com nenhuma outra estação. Apresenta um fundo de areia situado em uma profundidade de 19m.

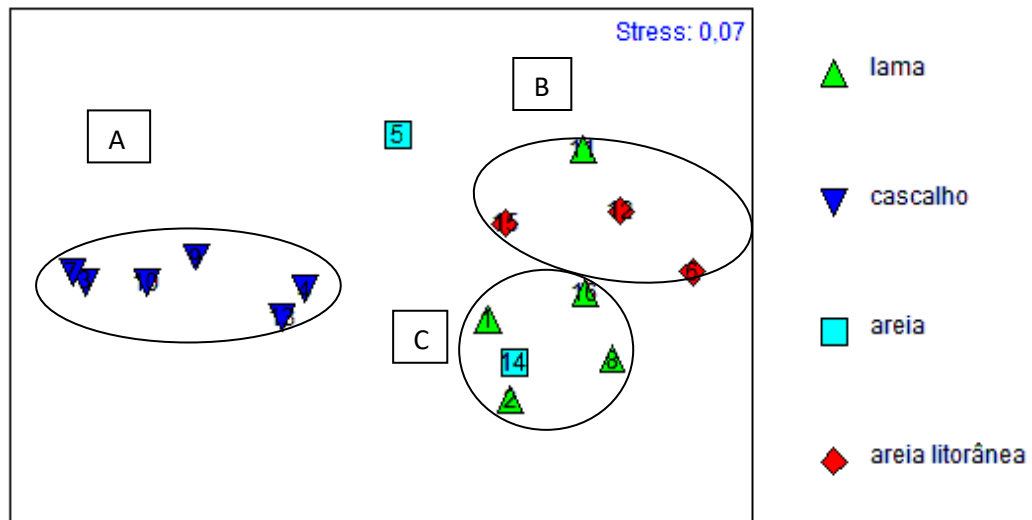
A figura 6 mostra o resultado do agrupamento MDS. As estações com fundo de cascalho formam um agrupamento bem definido. As estações com fundos de areia e lama apresentam maior superposição, embora ainda seja possível delimitar os agrupamentos B e C. O isolamento da estação 5 também fica bem evidenciado

Figura 5 – Análise de agrupamento com base na abundância dos grupos gerais da macrofauna coletada na plataforma continental de Sergipe no período de 09/2012



NASCIMENTO (2017)

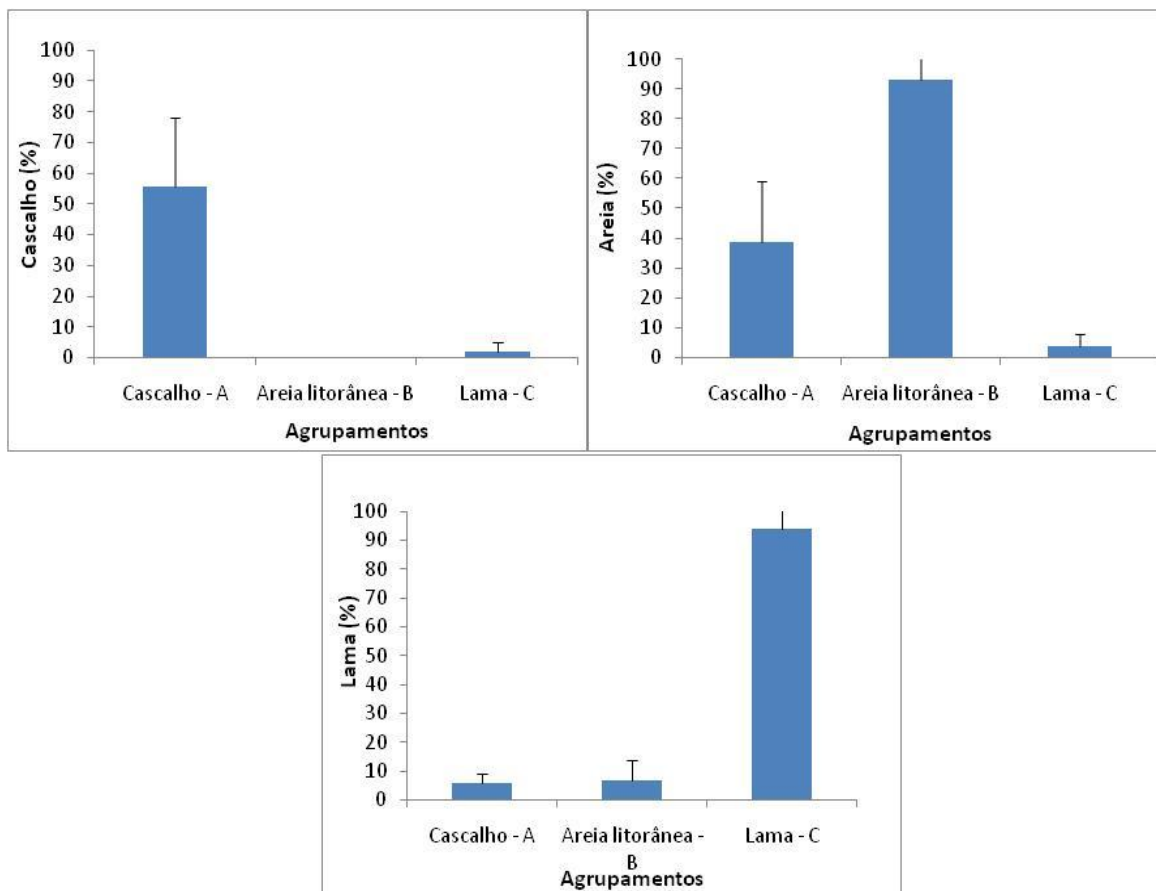
Figura 6 – MDS categorizando as estações pelo tipo de sedimento de fundo. Grupo A engloba as estações com fundo de cascalho; Grupo B inclui as estações com fundo de areias litorâneas mais a estação 11 que apresenta fundo de lama Grupo C é um agrupamento das amostras de lama com as amostras de areia 14; A amostra de areia 5 apresentou um padrão distinto das demais



NASCIMENTO (2017)

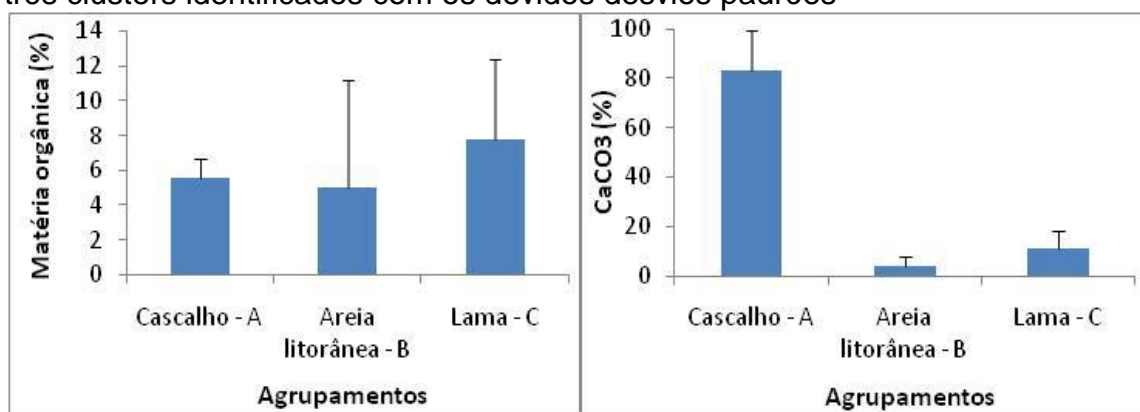
A figura 7 Apresenta os percentuais de cascalho, lama e areia e os desvios padrões para cada um dos agrupamentos identificados. A figura 9 apresenta os percentuais de matéria orgânica e carbonato de cálcio, para cada um dos agrupamentos.

Figura 7– Percentual de cascalho, areia e lama nos três agrupamentos definidos pela macrofauna na plataforma continental de Sergipe em 09/2012



NASCIMENTO (2017)

Figura 8 – Percentuais médios de matéria orgânica e carbonato de cálcio nos três clusters identificados com os devidos desvios padrões



NASCIMENTO (2017)

Os resultados dos percentuais de similaridade (SIMPER) permitiram determinar associações características de cada agrupamento identificado na análise multivariada. O agrupamento A com as estações de fundo de cascalho apresentam uma similaridade de 55,6%. E os agrupamentos B e C apresentam similaridade de 64,2 e 62,4% respectivamente. A tabela 6 mostra os percentuais de contribuição de cada grupo da macrofauna para a similaridade entre as estações.

A análise de similaridade mostrou que as diferenças na composição da macrofauna são significativas entre as amostras de Areia litorânea e cascalho ($p=0,01$) e entre cascalho e as amostras de lama ($p=0,002$). As diferenças na composição da comunidade das areias litorâneas e das lamas não foram significativas (Tabela 7).

Tabela 6 – Contribuição dos principais grupos para a similaridade observada entre os agrupamentos identificados com base na abundância da fauna total

Agrupamentos	Similaridade (%)	Taxon	Contr. (%)	Cum. (%)
A - Cascalho	55,66	Polychaeta	49,69	49,69
		Amphipoda	12,41	62,11
		Tanaidacea	10,19	72,3
		Isopoda	6,36	78,66
		Ostracoda	5,92	84,57
		Bivalvia	5,57	90,15
B - Areia litorânea	64,2	Polychaeta	92,62	92,62
C - Lama	62,43	Polychaeta	79,13	79,13
		Bivalvia	10,94	90,07

NASCIMENTO (2017)

Tabela 7 – Significância das análises de similaridade (ANOSIM) com base na abundância da fauna nos diferentes agrupamentos

Agrupamentos	R	p
A e B Cascalho e Lama	0,963	0,01
A e C Cascalho e Areia litorânea	0,968	0,002
B e C Lama e Areia Litorânea	0,415	0,08

NASCIMENTO(2017)

A dissimilaridade entre os agrupamentos foi menor entre as areias litorâneas e as lamas terrígenas, apenas 40,77%. Entre as estações de fundo de cascalho e lama terrígena esta dissimilaridade foi de 84,64% e entre as areias litorâneas e as estações de cascalho foi de 79,45. A tabela 8 mostra os principais organismos responsáveis pelas dissimilaridades entre os agrupamentos.

Tabela 8 - Contribuição dos principais grupos para a dissimilaridade entre os agrupamentos com base na abundância da fauna total

Agrupamentos	Dissim. (%)	Taxon	Contr. (%)	Cum. (%)
A e B	84,68	Polychaeta	42,59	42,59
Cascalho		Amphipoda	14,4	56,98
e Lama		Tanaidacea	9,81	66,8
		Isopoda	6,88	73,68
		Ostracoda	5,96	79,63
		Bivalvia	5,64	85,28
		Gastropoda	4,69	89,96
		Ophiuroidea	2,54	92,5
A e C	79,45	Polychaeta	39,38	39,38
Cascalho		Amphipoda	15,49	54,87
e Areia litorânea		Tanaidacea	10,11	64,99
		Isopoda	6,61	71,6
		Bivalvia	6,51	78,11
		Ostracoda	6,2	84,31
		Gastropoda	4,9	89,21
		Ophiuroidea	2,84	92,05
B e C	40,77	Polychaeta	59,97	59,97
Lama		Bivalvia	7,49	67,46
e Areia litorânea		Isopoda	6,86	74,32
		Amphipoda	6,77	81,09
		Gastropoda	6,47	87,56
		Cumacea	2,31	89,86
		Ophiuroidea	2,14	92

NASCIMENTO (2017)

O agrupamento A, com fundos de cascalho, apresentou um maior percentual de Polychaeta (42%) seguido dos grupos de crustáceos: Amphipoda (14%), Tanaidacea (9%), Isopoda (6%).

As estações com fundo de areia litorânea e lama apresentaram percentuais elevados de Polychaeta, 65% nas lamas e 82% nas areias litorâneas.

As lamas e o cascalho apresentaram percentuais semelhantes de Bivalvia (8%).

A amostra 5 apresentou um padrão bastante distinto com um percentual reduzido de poliquetas (18%) e o maior percentual de bivalves (44%).

Os agrupamentos definidos para a macrofauna foram plotados sobre o mapa de fácies sedimentares produzido a partir da disponibilidade dos dados brutos de Guimarães (2010). No mapa (figura 9) é possível observar um total de 7 fácies onde a fácies com maior quantidade de areia se situa na porção mais rasa, com o acúmulo de lama em regiões específicas na porção intermediária e a fácies de cascalho distribuída de forma pontual na porção mais externa da plataforma.

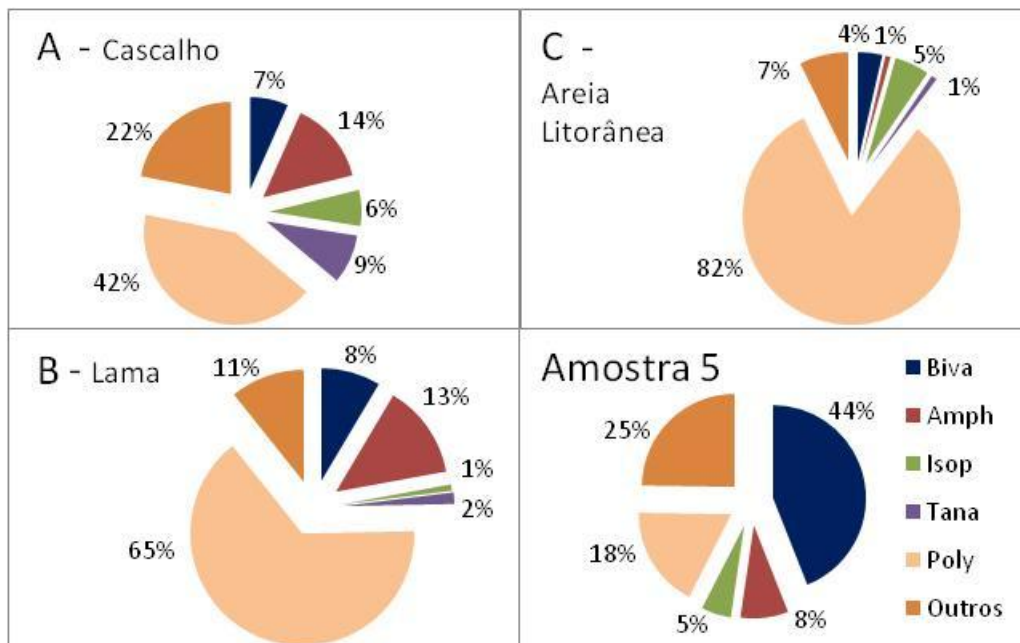
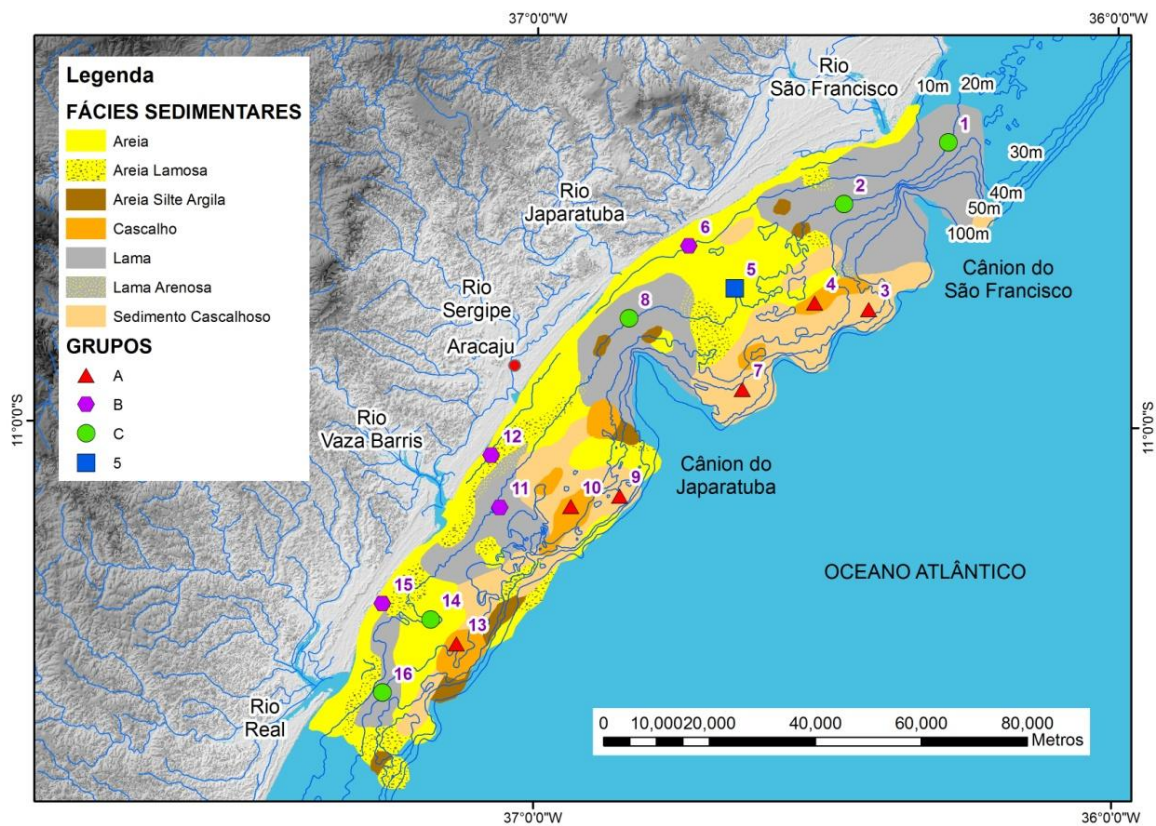
A figura 9 mostra ainda a contribuição dos principais grupos da macrofauna em cada estação de coleta. De modo geral verifica-se uma tendência de redução da densidade de poliquetos nas estações mais profundas onde o fundo é de cascalho. A assembleia de poliquetos é mais densa na faixa costeira com fundo de areia, reduzindo nas estações com fundo de lama na porção intermediária da plataforma.

Os Bivalves são mais numerosos nas estações mais distais da costa onde predominam fundos lamosos. A estação 5, apesar de apresentar um fundo de areia apresenta também a maior densidade de bivalves.

Isópode foi um grupo que apresentou baixa representatividade nos fundos de lama enquanto os anfípodes ficaram restritos aos fundos de areia próximos à linha de costa.

Os Tanaidáceos ocorrem em maiores valores nas estações com fundo de areia próximas a linha de costa.

Figura 9- Contribuição dos cinco grupos mais abundantes para a composição da macrofauna nos 3 agrupamentos identificados e na amostra 5. A –Cascalho, B- Areia litorânea, C- Lama



NASCIMENTO (2017)

Em relação aos índices ecológicos, a riqueza variou de 5 a 22 táxons. Os valores médios mais baixos ocorrem nas estações com fundo de areia (8 táxons), enquanto os fundos de lama apresentam em média 11 táxons. Já os fundos de cascalho apresentaram uma riqueza com uma média de 20 táxons

A diversidade da macrofauna na área estudada variou entre 0,3 bits/ind, na estação 6 (areia), e 2,4 bits/ind, na estação 3 (cascalho). Em média os fundos de cascalho apresentam a maior diversidade (1,8 bits/ind), seguidos pelos fundos de lama (1,1bits/ind). A diversidade mais baixa é encontrada nos fundos de areia próximos à linha de costa (0,9 bits/ind).

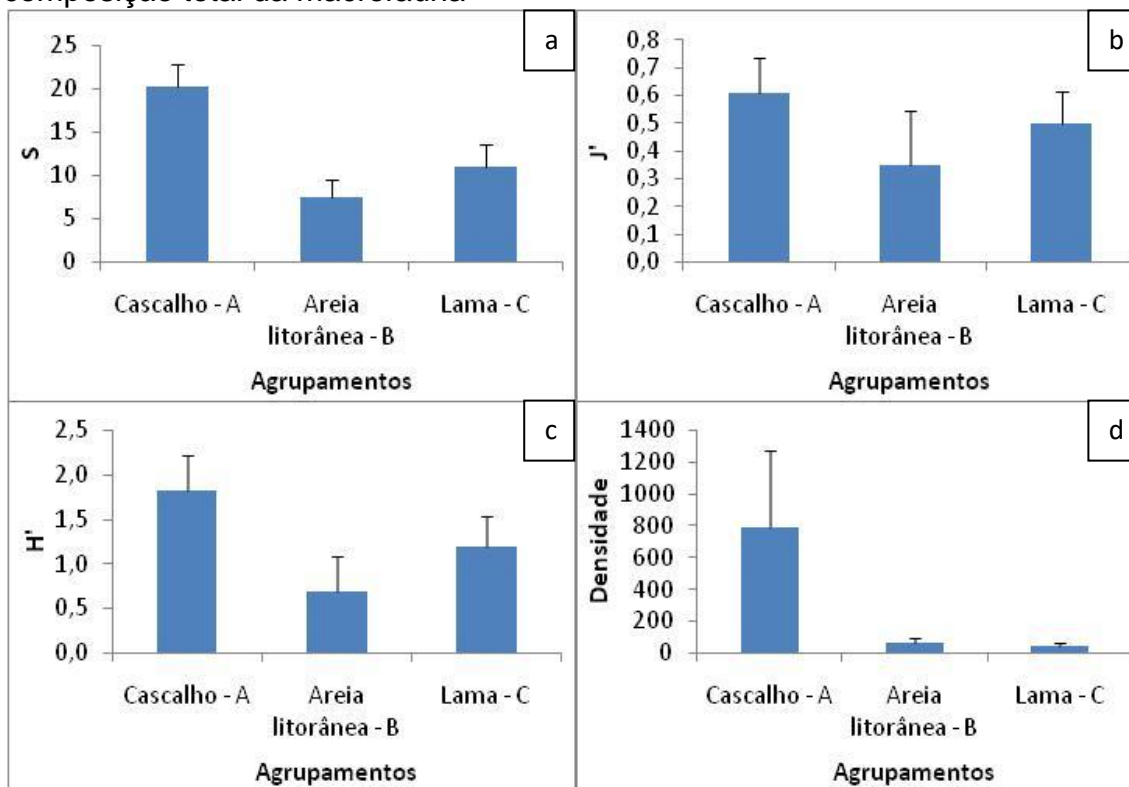
A equitatividade variou de 0,2 a 0,6. A média de valores mais altos estão associados aos fundo de cascalho (0,6) e a média dos valores mais baixos aos fundos de areia (0,3). Os fundos de lama apresentam valor médio de equitatividade igual a 0,4.

A densidade variou entre 37,6ind/m² (estação 6) e 1509,1 ind/m² (estação 7). A média de valores mais baixa foi encontrada nos fundos de lama (48ind/m²). Os fundos de areia apresentaram uma média de 67ind/m² e os fundos de cascalho 786 ind/m² (Figura 10).

A Estação 5 (fundo de areia) com profundidade de 19m apresenta um valor de riqueza (12 táxons) mais próximo do valor médio das estações com fundo de lama terrígena. A diversidade (1,8 bits/ind) e equitatividade (0,7) nesta estação são equiparáveis às dos fundos de cascalho, porém a densidade (99 ind/m²) é menor.

As análises de similaridade (ANOSIM) mostraram que as variações nos valores de equitatividade, riqueza, diversidade e densidade foram significativas entre os fundos de lama, cascalho e areia. Os parâmetros ecológicos, entretanto, não mostram variação significativa entre os fundos de areia e lama (Tabela 9).

Figura 10 – Riqueza (a); Índice de Shannon (b); Equitatividade de Pileou (c) e Densidade em ind/m² (d) para os três sgrupamentos identificados com base na composição total da macrofauna



NASCIMENTO (2017)

Tabela 9 - Análise de similaridade (ANOSIM) baseada na composição da fauna total para verificar a significância das variáveis ecológicas na diferenciação dos agrupamentos baseada na macrofauna total

Agrupamentos		J'	S	H'	Dens.
A e B Cascalho e Lama	p=0,0375	p=0,0051		p=0,0109	p=0,0043
A e C Cascalho e Areia litorânea	p=0,2229	p= 0,002		p=0,0269	p=0,0028
B e C Lama e Areia litorânea	p=0,2045	p=0,1484		p=0,0803	p=0,267
Valor de R		0,1519	0,6916	0,3947	0,6071

NASCIMENTO (2017)

5.1.3 Relação entre a Estrutura da Comunidade e as Variáveis Ambientais

Para as análises integradas entre fatores bióticos e abióticos foram feitos modelos lineares generalizados. Todas as 12 variáveis abióticas aferidas nesse trabalho (pH, oxigênio dissolvido, salinidade, profundidade, mediana do grão, selecionamento, matéria orgânica, carbonato de cálcio, transparência da água, percentual de cascalho, percentual de areia e percentual de lama) foram testadas e a tabela 10 mostra aquelas que apresentaram uma relação significativa com a estrutura da fauna.

Apenas 5 variáveis mostram relação significativa com os parâmetros ecológicos, dessas apenas a profundidade e o percentual de carbonato de cálcio foram significativos para todas as variáveis ecológicas.

O percentual de lama foi significativo apenas para a densidade da comunidade.

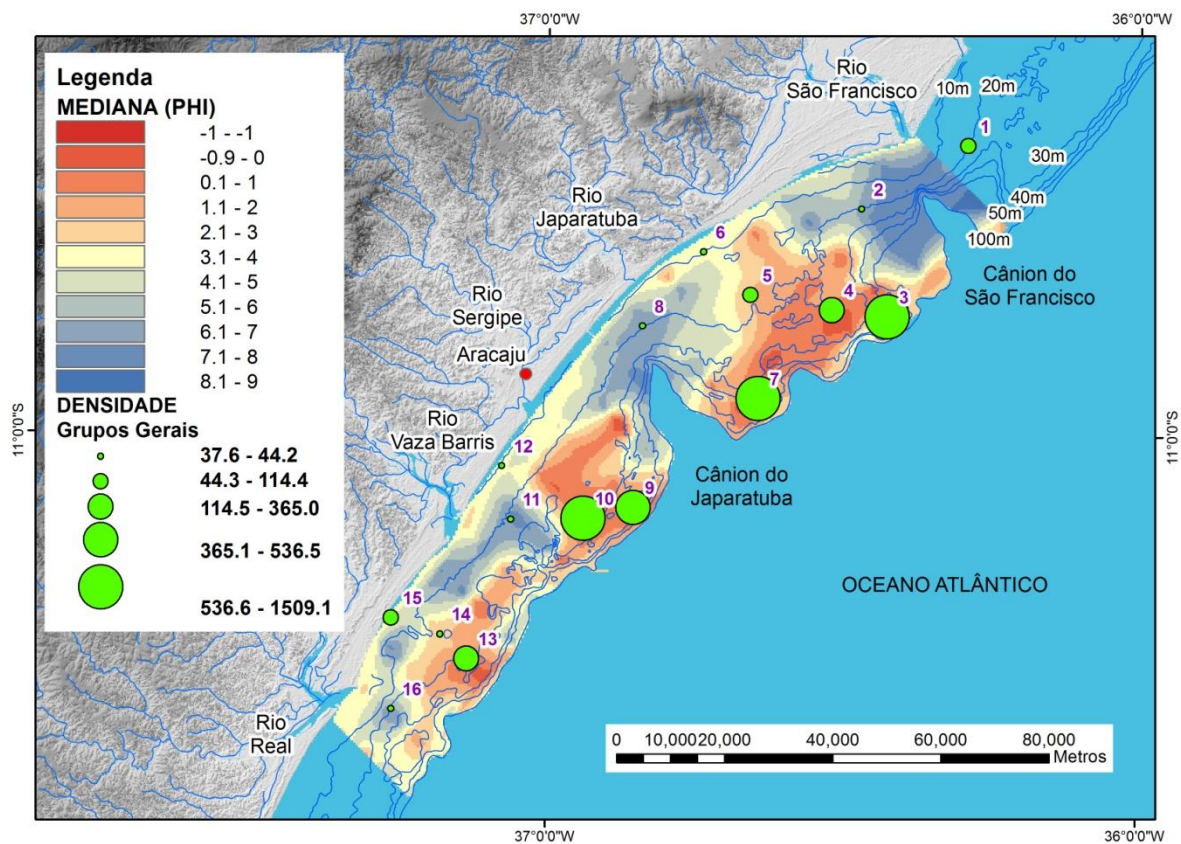
O percentual de cascalho e a mediana do grão foram significativos para diversidade, riqueza e densidade. A densidade foi a variável que apresentou as maiores discrepâncias de valores entre as estações de cascalho, areia e lama, por conta disso na figura 11 encontra-se um mapa mostrando a densidade das estações sobre o mapa da mediana dos grãos, evidenciando a relação entre o tamanho do sedimento e a densidade de organismos.

Tabela 10 – Nível de significância obtido na relação entre os parâmetros abióticos e as variáveis ecológicas da comunidade macrobentônica total

Variáveis ecológicas	Variáveis abióticas	Significância
Equitatividade	prof	p=0.01317
	CaCo3	p=0.03496
Diversidade	Prof	p=0.0007464
	Mediana do grão	p=0.02162
	CaCO3	p=0.001139
	Cascalho	p=0.02182
Riqueza	Prof	p= 0.0006839
	Mediana do grão	p= 0.003124
	CaCO3	p= 8.29e-05
	Cascalho	p= 0.001142
Densidade	Prof	p= 3.273e-05
	Mediana do grão	p= 4.444e-07
	CaCO3	p= 2.2e-16
	Cascalho	p= 0.007772
	Lama	p= 0.01687

NASCIMENTO (2017)

Figura 11 – Densidade dos grupos gerais da macrofauna sobre o mapa da mediana dos grãos



NASCIMENTO (2017)

CAPÍTULO VI

6.1 RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO DA ESTRUTURA GERAL DA ASSEMBLEIA POLIQUETOLÓGICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE SERGIPE

Os poliquetos foram o componente biológico mais abundante e são os responsáveis pelos maiores índices de similaridades entre os agrupamentos. Por conta disso, os mesmos foram identificados a nível de família e serão aqui discutidos a parte.

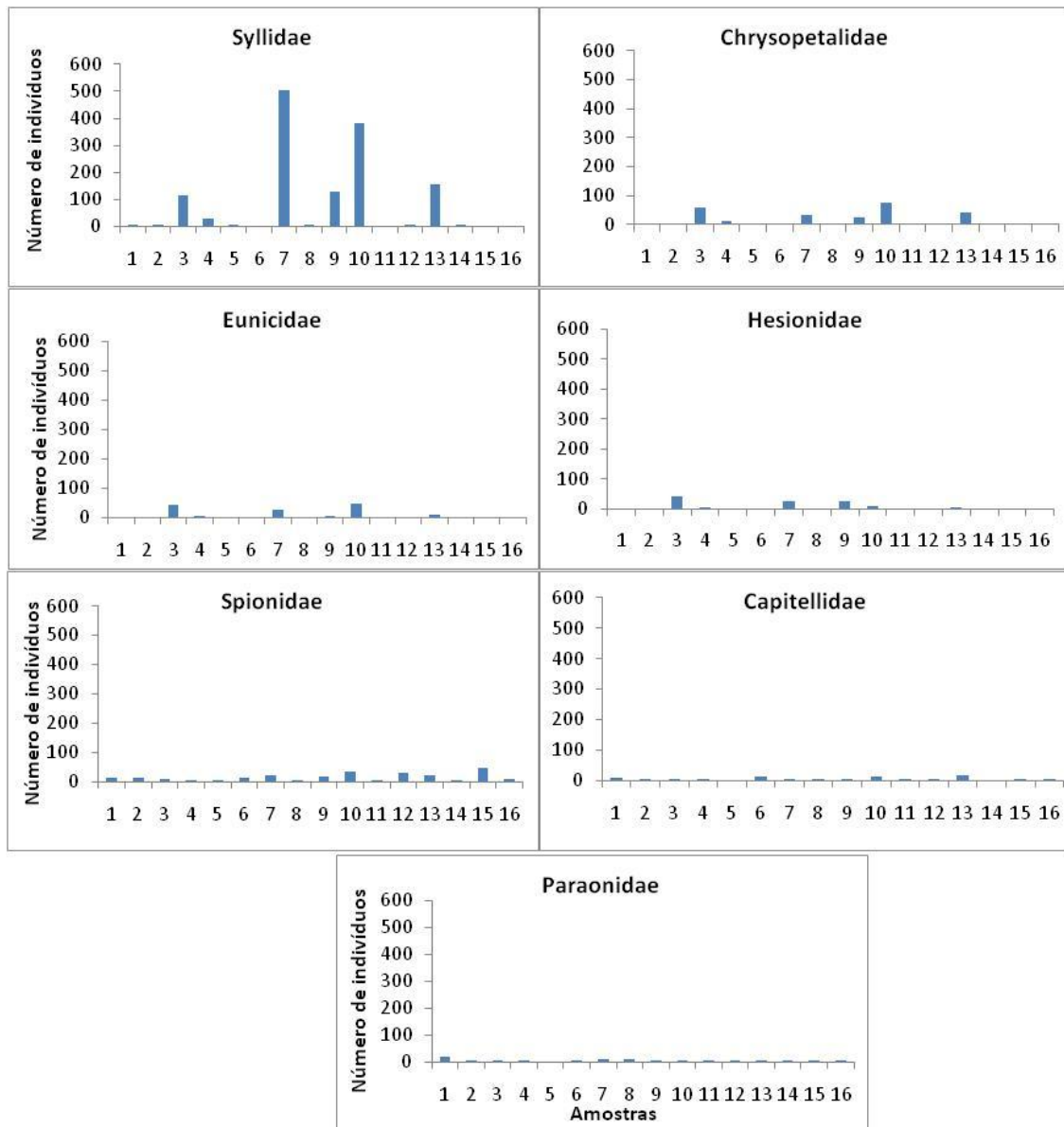
A assembléia de Polychaeta é composta por um total de 38 famílias, sendo as mais abundantes Syllidae (43%), Spionidae (8%), Chrysopetalidae (8%), Eunicidae (4%), Hesionidae (4%) e Capitellidae (3%).

Dez famílias apresentaram frequência de ocorrência menor que 5%: Aphroditidae, Polynoidae, Eulephthidae, Scalibregmatidae, Acrocirridae, Sternaspidae, Ampharetidae, Terebelidae, Longosomatidae e Sabellidae.

Apenas a família Spionidae esteve presente em todas as estações. A família Paraonidae foi a segunda com mais ampla distribuição, presente em 15 estações, seguida pela família Capitellidae, encontrada em 14 estações. A família de maior abundância, Syllidae, foi encontrada em 12 estações.

A figura 12 mostra a distribuição das famílias mais abundantes por estação.

Figura 12 – Distribuição por estação das famílias de Polychaeta mais abundantes encontradas na plataforma continental de Sergipe em 2012



NASCIMENTO (2017)

Os resultados da análise de agrupamento baseados na matriz das famílias de Polychaeta também permitem identificar os mesmos três agrupamentos encontrados utilizando anteriormente a partir das análises usando a matriz geral com diferentes níveis taxonômicos (Figura 13).

É possível, entretanto, notar diferenças nos agrupamentos das estações permitindo uma melhor diferenciação entre as estações de fundo de areia e lama.

O Agrupamento A é composto por todas as estações com fundos de cascalho como apresentado na análise multivariada com a matriz geral.

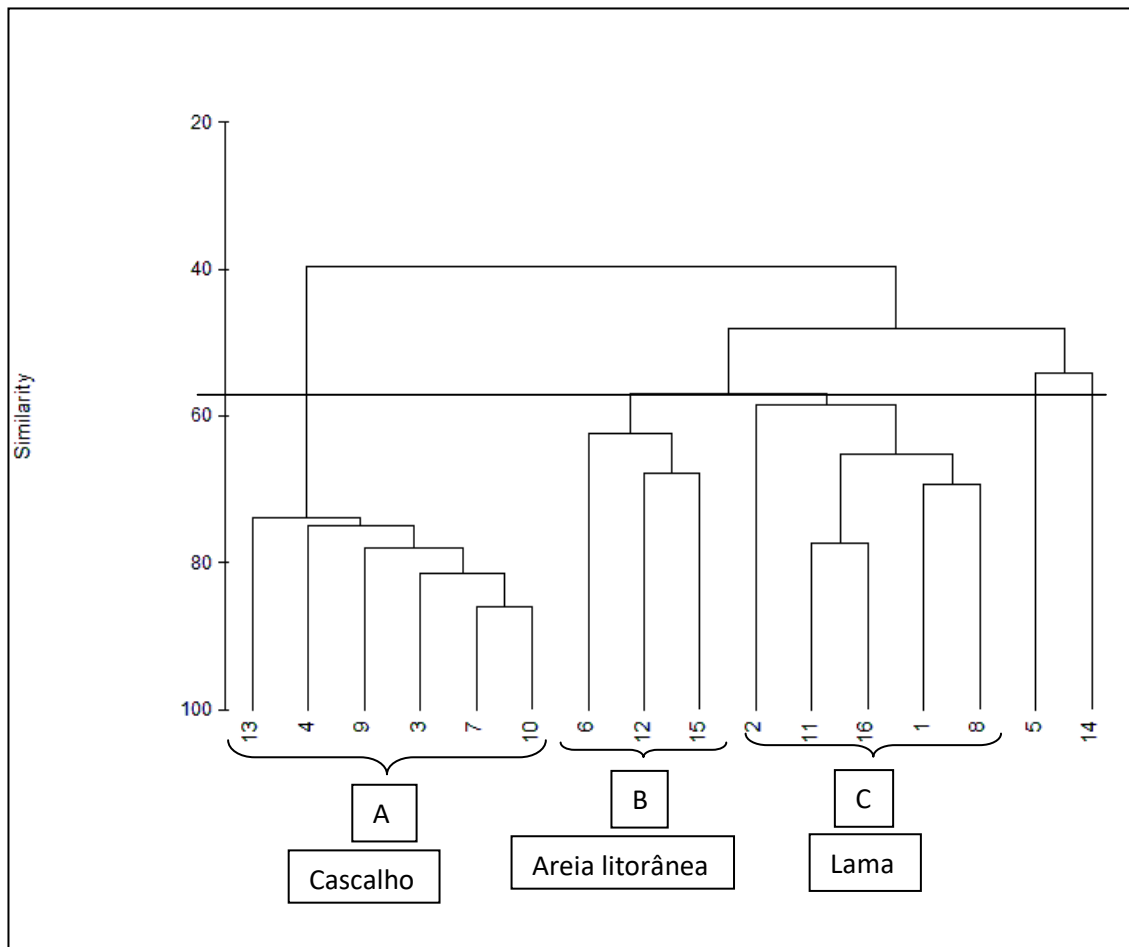
O Agrupamento B inclui as estações com fundo de lama, excluindo estação 14, com fundo de areia que a nível geral fazia parte desse agrupamento.

O Agrupamento C é composto pelas estações com fundo de areia próximas à linha de costa, com a diferença que em nível de família Polychaeta a estação 11, que é de lama terrígena, não mais pertence a este agrupamento e foi agrupada com as demais estações de fundo de lama.

As estações 5 e 14 com fundo arenoso situadas no meio da plataforma (profundidade de 19 e 21m, respectivamente), formam utilizando-se um nível de similaridade de 50%, um grupo separado das estações com fundo de lama ou de areia próxima a linha de costa. No nível de corte escolhido (63%), essas duas estações, entretanto estão isoladas do restante e entre si confirmando o padrão diverso da estação 5 que fica isolada na análise em nível geral, e uma diferenciação da estação 14 a nível de família de Polychaeta, não evidenciada anteriormente, na análise utilizando níveis taxonômicos menos específicos.

As estações 5 e 14 correspondem as estações com menor densidade da fauna poliquetológica com 14 indv/m² e 17 inv/m² , respectivamente.

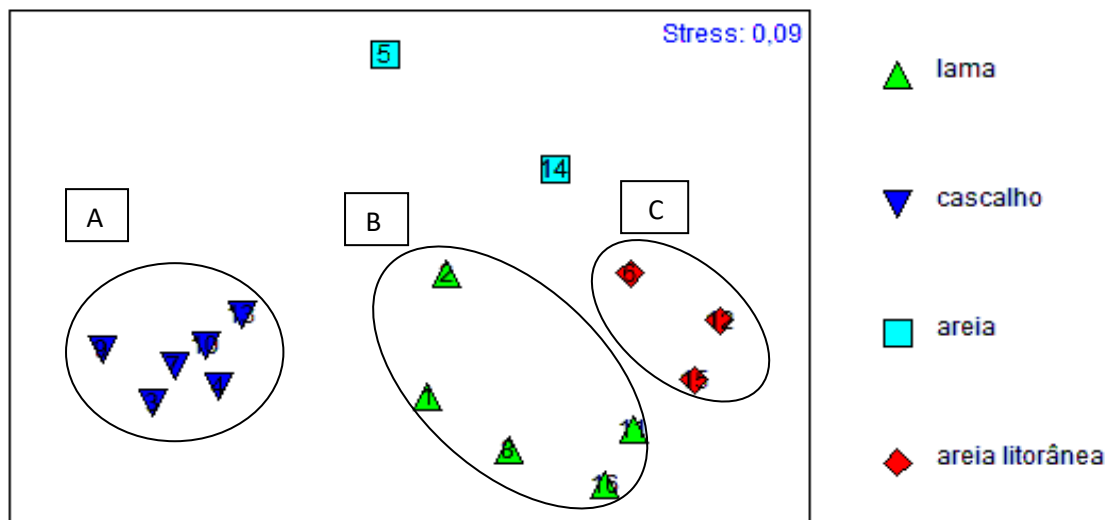
Figura 13 – Análise de agrupamento com base na composição das famílias de Polychaeta



NASCIMENTO (2017)

A figura 14 mostra os agrupamentos da análise MDS. O Agrupamento A com estações com fundo de cascalho é bem definido. As estações com fundos de areia próximas à linha de costa e com fundos de lama também formam dois grupos bem delimitados. Já as estações 5 e 14, como já apontado acima, ocorrem separadas indicando características de densidade diferente dos demais grupos.

Figura 14 – Diagrama MDS mostrando os principais agrupamentos das estações com base no tipo de fundo



NASCIMENTO (2017)

Os percentuais de similaridade (SIMPER) permitiram determinar associações características de cada agrupamento identificado na análise multivariada. A similaridade das amostras do agrupamento A (estações de fundo de cascalho) é 71,59%, sendo maior em nível de família do que a nível total da macrofauna (55,66%).

Os agrupamentos B e C apresentam similaridade em torno de 60% tanto na análise a nível geral (64,2 e 62,4%, respectivamente), quanto e em nível de família (63,45% e 60,63% respectivamente).

As dissimilaridades entre os agrupamentos das estações com fundo de areia e com fundo de lama, foi de 46,68%, um pouco acima do valor encontrado na análise em nível geral (40,77%).

Se verificou uma redução no grau de dissimilaridade entre as estações com fundo de cascalho e as com fundo de lama 84,64%, quando a análise foi feita a nível geral para 65,48% com base apenas na assembléia de poliquetos.

A dissimilaridade permaneceu aproximadamente a mesma entre as estações com fundo de areia próximas à linha de costa e as estações com fundo de cascalho (79,45% e 76,48% respectivamente).

As famílias Syllidae e Spionidae contribuíram tanto para a similaridade quanto para a dissimilaridade das amostras. A tabela 11 mostra os percentuais de contribuição de cada família para a similaridade das estações.

As famílias responsáveis pela similaridade das estações com fundo de cascalho foram Syllidae, Chrysopetalidae, Eunicidae Nereididae e Hesionidae que juntas contribuem com 55,39% da similaridade.

A similaridade das estações do agrupamento B (lama) esteve associada principalmente as famílias Spionidae, Paraonidae e Capitellidae, totalizando 51,62% da similaridade.

O agrupamento C deve a sua similaridade principalmente as famílias Spionidae e Cirratulidae que somam juntas 58,99% da similaridade entre as estações desse grupo.

A análise de similaridade (ANOSIM) mostrou que as diferenças na composição da fauna poliquetológica em nível de família são significativas entre os três tipos de fundo amostrados e apresentam variações nos valores de significância em comparação com os resultados da fauna total (Tabela 12). Entre as assembleias de fundos de cascalho e as de fundo de lama $p=0,002$, esse valor considerando a matriz da fauna total é $p=0,01$; entre a composição dos fundos de cascalho e areia litorânea o $p=0,012$, para a fauna total é de $p=0,002$; entre as assembleias de fundo de areia litorânea e as de fundo de lama o $p=0,018$, sendo que para a fauna total esse valor não é significativo sendo $p=0,08$.

A tabela 13 mostra os principais organismos responsáveis pelas dissimilaridades entre os agrupamentos. Uma quantidade maior de famílias esteve associada ao percentual de dissimilaridade em comparação aos percentuais de similaridade.

A dissimilaridade entre o agrupamento A e o agrupamento B esteve relacionada principalmente as famílias Syllidae e Magelonidae, responsáveis por 19,68% da dissimilaridade entre os agrupamentos.

Os agrupamento A e C diferem entre si principalmente pela contribuição de Syllidae e Spionidae (22,69%).

O percentual de dissimilaridade entre os agrupamentos B e C é devido principalmente as famílias Spionidae, Nereididae e Paraonidae (25,72%).

Tabela 11 - Contribuição dos principais grupos para a similaridade entre os agrupamentos identificados com base na composição da assembléia de Polychaeta a nível taxonômico de família

Agrupamento	Similaridade (%)	Taxon	Contr. (%)	Cum. (%)
A	71,59	Syllidae	21,6	21,6
Cascalho		Chrysopetalidae	10,21	31,81
		Eunicidae	6,58	38,39
		Spionidae	6,55	44,95
		Nereididae	5,35	50,3
		Hesionidae	5,09	55,39
		Trichobranchidae	4,03	59,42
		Capitellidae	3,82	63,23
		Phyllodocidae	3,36	66,59
		Sabellidae	3,35	69,94
		Dorvilleidae	3,27	73,22
		Pholoidae	2,77	75,98
		Glyceridae	2,67	78,66
		Sigalionidae	2,56	81,22
		Paraonidae	2,51	83,72
		Amphinomidae	1,91	85,63
		Serpulidae	1,83	87,47
		Pilargidae	1,78	89,24
		Goniadidae	1,71	90,95
B	63,45	Spionidae	18,94	18,94
Lama		Paraonidae	18,17	37,11
		Capitellidae	14,56	51,67
		Magelonidae	13,18	64,84
		Cirratulidae	10,62	75,47
		Nereididae	8,56	84,03
		Syllidae	2,48	86,5
		Cossuridae	2,46	88,97
		Lumbrineridae	2,14	91,1
C	60,63	Spionidae	38,91	38,91
Areia litorânea		Cirratulidae	20,08	58,99
		Magelonidae	16,74	75,73
		Paraonidae	8,97	84,71
		Capitellidae	7,3	92

NASCIMENTO (2017)

Tabela 12 – Análise de similaridade (ANOSIM) baseada na composição das famílias de poliquetos para verificar significância das diferenças entre os agrupamentos

Agrupamentos	R	p
A e B Cascalho e Lama	0,957	0,002
A e C Cascalho e Areia litorânea	1	0,012
B e C Lama e Areia litorânea	0,651	0,018

NASCIMENTO (2017)

Tabela 13 - Contribuição dos principais grupos para a dissimilaridade entre os agrupamentos identificados com base nas assembleias de poliquetos

Agrupamento	Dissim. (%)	Taxon	Contr. (%)	Cum. (%)
A e B	65,48	Syllidae	11,95	11,95
Cascalho		Magelonidae	7,73	19,68
e Lama		Chrysopetalidae	6,94	26,61
		Paraonidae	6,73	33,35
		Spionidae	5,55	38,9
		Eunicidae	4,85	43,75
		Capitellidae	4,44	48,19
		Hesionidae	4,36	52,55
		Cirratulidae	4,3	56,85
		Trichobanchidae	2,78	59,63
		Sigalionidae	2,64	62,28
		Orbiniidae	2,48	64,75
		Phyllodocidae	2,4	67,15
		Sabellidae	2,39	69,54
		Polynoidae	2,09	71,63
		Amphinomidae	2,08	73,72
		Cossuridae	2,08	75,79
		Pholoidae	2,06	77,85
		Dorvilleidae	2,04	79,89
		Goniadidae	2	81,89
		Flabelligeridae	1,99	83,88
		Maldanidae	1,94	85,83
		Lumbrineridae	1,85	87,68
		Serpulidae	1,68	89,36
		Nereididae	1,66	91,02
A e C	76,48	Syllidae	13,3	13,3
Cascalho		Spionidae	9,39	22,69
e Areia litorânea		Cirratulidae	7,5	30,19
		Chrysopetalidae	6,68	36,87
		Magelonidae	5,87	42,74
		Eunicidae	4,67	47,4
		Hesionidae	4,2	51,6
		Nereididae	3,67	55,27
		Pilargidae	3,62	58,89
		Trichobanchidae	3,42	62,31
		Sigalionidae	3,19	65,5
		Capitellidae	3,14	68,64
		Sabellidae	2,6	71,23
		Paraonidae	2,26	73,49
		Pholoidae	2,15	75,64
		Phyllodocidae	2,11	77,75
		Goniadidae	2,01	79,76
		Polynoidae	2,01	81,77
		Amphinomidae	2,01	83,78
		Glyceridae	1,87	85,65
		Lumbrineridae	1,75	87,39
		Dorvilleidae	1,73	89,12
		Serpulidae	1,62	90,74

Agrupamento	Dissim. (%)	Taxon	Contr. (%)	Cum. (%)
B e C	46,68	Spionidae	8,76	8,76
Lama e		Nereididae	8,59	17,35
Areia litorânea		Paraonidae	8,37	25,72
		Capitellidae	7,96	33,68
		Cirratulidae	7,61	41,29
		Pilargidae	6,54	47,83
		Magelonidae	5,95	53,78
		Orbiniidae	4,6	58,38
		Sigalionidae	4,27	62,66
		Syllidae	4,22	66,87
		Flabelligeridae	3,78	70,65
		Maldanidae	3,78	74,43
		Lumbrineridae	3,68	78,11
		Cossuridae	3,53	81,64
		Onuphidae	2,94	84,58
		Pholoidae	2,68	87,26
		Opheliidae	2,44	89,71
		Phyllodocidae	2,28	91,98

NASCIMENTO (2017)

6.1.1 Distribuição das Assembléias de Polychaeta ao Longo da Plataforma Continental de Sergipe

Os poliquetos, como visto, formam o grupo dominante na plataforma continental de Sergipe. Para se ter um parâmetro de comparação que possibilite determinar a funcionalidade da matriz mista com dados da fauna total, os poliquetas foram identificados até o nível de família e submetidos as mesmas análises aplicadas a fauna total.

A figura 15 mostra o mapa de fácies da plataforma continental de Sergipe com os agrupamentos identificados a partir da composição da fauna poliquetológica, juntamente com as estações 5 e 14 que apresentam padrões diversos.

O agrupamento A, apresentou uma grande contribuição da família Syllidae (51%). A segunda maior contribuição foi da família Chrysopetalidae (10%) seguida por Eunicidae (5%) e de Hesionidae (4%) e Chrysopetalidae. Eunicidae e Hesionidae foram famílias encontradas exclusivamente nesse agrupamento.

No agrupamento B Spionidae (21%), Paraonidae (20%) e Magelonidae (15%) foram as famílias que exibiram o maior percentual. Seguidas pelas famílias Capitellidae (11%) e Cirratulidae (7%).

No agrupamento C houve uma contribuição maior de Spionidae (40%) e Cirratulidae (26%). As outras famílias presentes nesse agrupamento foram Magelonidae (11%), Pilargidae (7%) e Capitellidae (6%).

A riqueza variou de 6 táxons na estação 6, com fundo de areia litorânea, a 29 táxons nas estações 7 e 10, ambas com fundo de cascalho. A menor média de riqueza foi encontrada nos fundos de areias litorâneas com 8 táxons, enquanto os fundos de lamas terrígenas e de cascalho, apresentaram valores de 13 táxons e 27 táxons respectivamente.

As estações com fundos de lama (Agrupamento B) apresentaram a menor média de densidade com 32,2 indv/m², repetindo o padrão encontrado para a comunidade geral onde as lamas também apresentam os menores valores.

A densidade variou de 14 indv/m² (estação 14) a 620 indv/m² (estação 7). As estações do agrupamento B (fundo de areia litorânea) apresentaram uma

média de 67ind/m². A densidade média das estações com fundos de cascalho (agrupamento A) foi muito superior, com um valor médio de 786 ind/m².

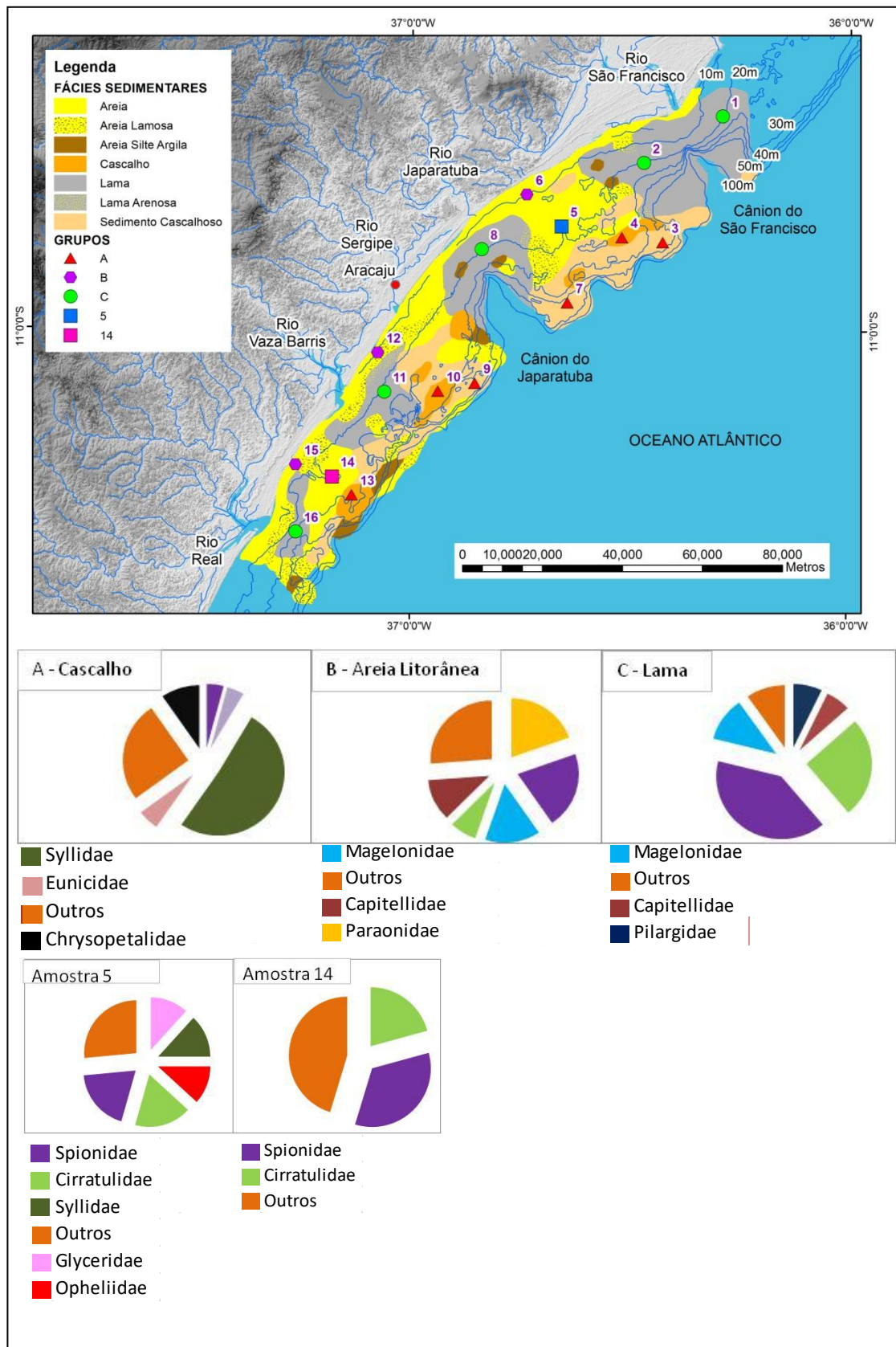
A diversidade variou de 1,1 a 2,6 bits/ind, apresentando um desvio padrão menor que o encontrado para os valores da fauna total. Na estação 6, com fundo de areia litorânea a média mais baixa foi 1,5 bits/ind. As estações de cascalho e lama apresentam médias de diversidade iguais a 2,1 bits/ind.

A equitatividade não apresentou um desvio padrão, sendo semelhantes os valores entre as estações e em torno de 0,7 e 0,8.

As densidades das estações 14 (14ind/ m²) e 5 (17 ind/m²) foram inferiores as médias dos agrupamentos A, B e C. A riqueza foi de 12 táxons na estação 14 e 14 táxons na estação 5, estiveram mais próximas da média das estações com fundo de lama (13 táxons). A diversidade coincidiu com a média das estações de fundo de cascalho, que foi 2,1ind/ m² (Figura 16).

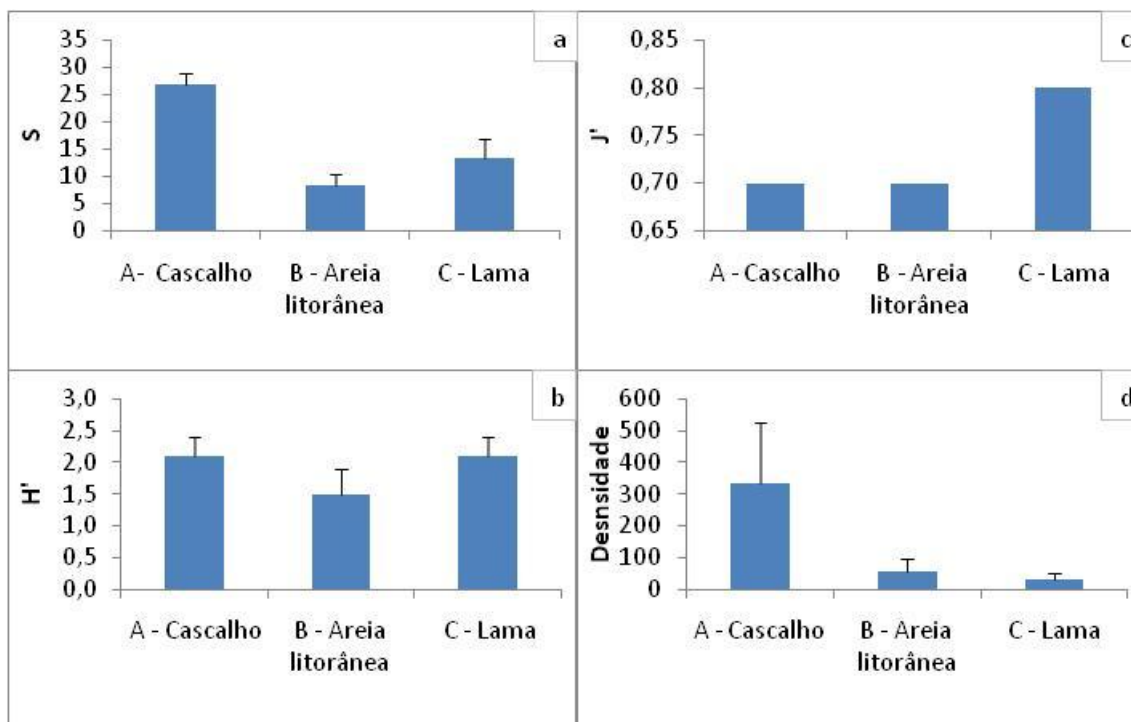
A análise de similaridade (ANOSIM) mostra que as variações nos valores de equitatividade, riqueza, diversidade e densidade foram significativas entre as estações com fundos de cascalho, lama e areia. Os parâmetros ecológicos não mostram variação significativa entre os fundos de areia litorânea e de lama (Tabela 14).

Figura 15 - Contribuição dos cinco grupos mais abundantes para a composição da macrofauna nos 3 agrupamentos identificados e nas amostras 5 e 14



NASCIMENTO (2017)

Figura 16 - Riqueza (a); Índice de Shannon (b); Equitatividade de Pileou (c) e Densidade em ind/m² (d) para os três agrupamentos identificados com base na abundância da fauna de poliquetas



NASCIMENTO (2017)

Tabela 14 - Análise de similaridade (ANOSIM) baseada na composição da assembléia de Polychaeta a nível de família para verificar significância das variáveis ecológicas para a diferenciação dos agrupamentos

Agrupamentos		J'	S	H'	Dens.
A e B Cascalho e Lama	p=0,0279	p=0,0029	p=0,9716	p=0,002	
A e C Cascalho e Areia litorânea	p=0,8781	p=0,0132	p=0,0614	p=0,00252	
B e C Lama e Areia litorânea	p=0,0496	p=0,1223	p=0,1088	p=0,5968	
Valor de R		0,1645	0,758	0,106	0,5968

NASCIMENTO (2017)

6.1.2 Hábito Trófico da Fauna Poliquetológica nos Diferentes Tipos de Fundo na Plataforma de Sergipe

Dentre as 37 famílias coletadas, 24 (65%) apresentam apenas uma das cinco formas de alimentação encontradas entre os poliquetos. Um total de 13 famílias (35%) apresenta de duas a mais formas de alimentação. As identificações quanto ao hábito trófico e mobilidade foram feitas de acordo com Fauchald e Jumars (1979) (Tabela 15).

Os carnívoros formaram o grupo predominante, com um total de 10 famílias (27%) com hábito unicamente carnívoro. Os resultados mostram 6 famílias (16%) com hábito unicamente de comedores de depósito de superfície e 6 (16%) compostas apenas por comedores de depósitos de subsuperfície. Foram registradas ainda 2 famílias de filtradores (5%). Nenhuma família identificada apresentou forma de alimentação exclusivamente herbívora (Tabela 16).

Dentre as famílias dominantes numericamente, Syllidae é carnívora, e as demais, Spionidae, Chrysopetalidae, Eunicidae, Hesionidae, Capitellidae e Paraonidae apresentaram diversos hábitos de alimentação, sendo comum entre elas os hábitos de comedores de depósito de superfície e comedores de depósito de subsuperfície e herbivoria. Apenas Spionidae possui hábito de filtrador.

Foi observado também o predomínio dos grupos com mobilidade (70,27%) sobre os sésseis (16,2%) e os discretamente móveis (13,5%). Apenas cinco famílias são de poliquetos discretamente móveis: Onuphidae, Flabelligeridae, Spionidae, Magelonidae e Oweniidae. Das seis famílias mais abundantes, cinco são móveis e uma, Spionidae, é discretamente móvel.

Das cinco famílias principais encontradas no agrupamento A, três apresentam quatro formas de alimentação distintas e duas, Syllidae e Chrysopetalidae, são unicamente carnívoras. Todas as famílias deste agrupamento são também carnívoras e, com exceção de Spionidae que é discretamente móvel, são móveis.

As principais famílias do agrupamento B apresentam menos variedade de hábitos tróficos sendo principalmente compostas por comedores de depósito de superfície e de sub-superfície. Nesse grupo apenas a família Spionidae

apresenta o hábito de alimentação carnívoro. Quanto a locomoção, além de Spionidae, a família Magelonidae é discretamente móvel, sendo as demais compostas por organismos móveis.

Dentre as famílias do agrupamento C, Pilargidae é unicamente carnívora e as demais famílias são semelhantes ao agrupamento B. Neste agrupamento a maioria das famílias são móveis, com exceção de Spionidae e Magelonidae (Discretamente móveis).

Tabela 15 – Principais famílias presentes em cada agrupamento e seus hábitos tróficos. C – Carnívoro; CDS – Consumidor de depósito de superfície; CDSS – Consumidor de depósito de sub superfície; F – Filtrador; H – Herbívoro

Agrupamento A	Hábito Trófico	Agrupamento B	Hábito Trófico	Agrupamento C	Hábito Trófico
Spionidae	CDS, CDSS, C, F	Spionidae	CDS, CDSS, C, F	Spionidae	CDS, CDSS, C, F
Hesionidae	CDS, CDSS, C, H	Cirratulidae	CDS	Cirratulidae	CDS
Syllidae	C	Magelonidae	CDS	Magelonidae	CDS
Eunicidae	CDS, CDSS, C, H	Capitellidae	CDS, CDSS, H	Capitellidae	CDS, CDSS, H
Chrysopetalidae	C	Paraonidae	CDS, H	Pilargidae	C

NASCIMENTO (2017)

Tabela 16 – Famílias de poliquetos presentes na plataforma continental de Sergipe, hábito trófico e mobilidade. C – Carnívoro; CDS – Consumidor de depósito de superfície; CDSS – Consumidor de depósito de sub superfície; F – Filtrador; H – Herbívoro

Família	Guilda	Mobilidade
Aphroditidae	C	Móvel
Chrysopetalidae	C	Móvel
Polynoidae	CDS, CDSS, C	Móvel
Phloidae	C	Móvel
Eulephtidae	C	Móvel
Sigalionidae	C	Móvel
Glyceridae	CDS, CDSS, C	Móvel
Goniadidae	C	Móvel
Phyllodocidae	C	Móvel
Hesionidae	CDS, CDSS, C, H	Móvel
Nereididae	CDS, CDSS, C, H, F	Móvel
Syllida	C	Móvel
Pilargidae	C	Móvel
Onuphidae	CDS, CDSS, C, H	Discretamente móvel
Eunicidae	CDS, CDSS, C, H	Móvel
Dorvilleidae	CDS, C, H	Móvel
Lumbrineridae	CDS, CDSS, C, H	Móvel
Paraonidae	CDS, H	Móvel
Orbiniidae	CDSS	Móvel
Opheliidae	CDSS	Móvel
Scalibregmatidae	CDSS	Móvel
Capitellidae	CDS, CDSS, H	Móvel
Maldanidae	CDSS	Séssil
Cossuridae	CDSS	Móvel
Amphinomidae	C	Móvel
Flabelligeridae	CDS, CDSS, C, F	Discretamente móvel
Acrocirridae	CDS	Móvel
Sternaspidae	CDSS	Móvel
Cirratulidae	CDS	Móvel
Ampharetidae	CDS	Séssil
Terebellidae	CDS	Séssil
Trichobanchidae	CDS	Séssil
Spionidae	CDS, CDSS, C, F	Discretamente móvel
Magelonidae	CDS	Discretamente móvel
Serpulidae	F	Séssil
Sabellidae	F	Séssil
Oweniidae	CDS, CDSS, C, H, F	Discretamente móvel

NASCIMENTO (2017)

6.1.3 Relação entre a Estrutura da Comunidade e as Variáveis Ambientais

Para as análises integradas entre fatores bióticos e abióticos também foram aplicados modelos lineares generalizados com base nas famílias de Polychaeta. As mesmas 12 variáveis abióticas foram testadas e a tabela 17 mostra aquelas que apresentaram uma relação significativa com a estrutura da fauna. Dessa vez nenhum fator abiótico mostrou qualquer relação com a diversidade. A profundidade que havia sido significativa para todos os descritores ecológicos em relação a fauna total não foi significativa nem para diversidade e nem para equitatividade.

Apenas 5 variáveis mostram relação significativa com os parâmetros ecológicos, sendo que o percentual de lama não foi significativo para nenhum parâmetro como aconteceu com a fauna total. O oxigênio dissolvido foi significativo para equitatividade e riqueza apenas.

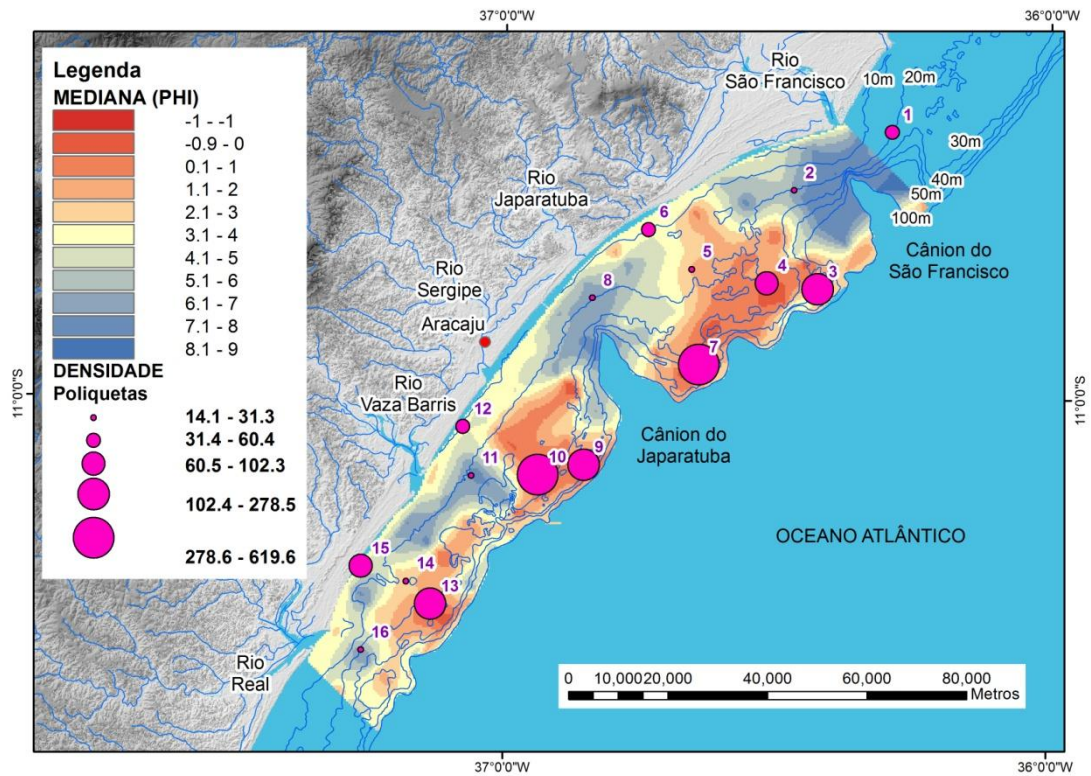
A mediana do grão, percentual de CaCO_3 e percentual de cascalho foram significativos para equitatividade, riqueza e densidade dos poliquetas. A densidade, um dos aspectos mais discrepantes entre as estações de lama, areia e cascalho, mostrou uma forte correlação com o tamanho do grão, confirmando os resultados já observados com a distribuição da fauna total. O mapa da figura 17 mostra essa correlação a partir dos valores de mediana em phi e da distribuição da densidade das famílias de poliquetas ao longo das estações.

Tabela 17 - Parâmetros abióticos que deram valores significativos para as variáveis ecológicas da comunidade macrobentônica total

Variáveis ecológicas	Variáveis abióticas	Significância
Equitatividade	OD	p=0,04968
	Mediana do grão	p=0,02336
	CaCO ³	p=0,02589
	Cascalho	p=0,02741
Riqueza	OD	p=0,01915
	Prof	p=0,0005806
	Mediana do grão	p=1,97e-06
	CaCO ³	p=1,265e-09
	Cascalho	p=0,001448
Densidade	Prof	p= 1,202e-07
	Mediana do grão	p= 0,0001628
	CaCO ³	p= 1,94e-10
	Cascalho	p= 8,822e-07

NASCIMENTO (2017)

Figura 17 – Densidade das famílias de poliquetas sobre o mapa da mediana dos grãos na plataforma continental de Sergipe



NASCIMENTO (2017)

CAPÍTULO VII – DISCUSSÃO

7.1 OS PARÂMETROS ABIÓTICOS NOS DIFERENTES TIPOS DE FUNDO NA PLATAFORMA CONTINTAL DE SERGIPE

Os valores encontrados para as variáveis físico-químicas da água, pH, oxigênio dissolvido, salinidade e transparência, são caracteristicamente de ambiente marinho costeiro. Estes resultados evidenciam a estabilidade destas variáveis ao longo da plataforma continental de Sergipe, pois não apresentam variações significativas em relação aos diferentes tipos de fundo.

Os resultados de Guimarães (2010) também mostram a estabilidade das condições abióticas na região estudada, pois a autora não encontrou variabilidade significativa nos parâmetros ambientais (da água e da composição sedimentar) apesar de ter realizado 4 coletas, que incluíram duas estações secas e duas chuvosas.

Os valores de pH e oxigênio dissolvido obtido nestes trabalhos concordam com os resultados de Guimarães (2010). Os valores encontrados para a plataforma continental de Sergipe variaram dentro entre 7 e 8. Em geral os valores de Oxigênio dissolvido estiveram em torno de 5mg/L e indicam que a plataforma de Sergipe é um ambiente de águas saturadas devido, possivelmente a forte hidrodinâmica local (ondas e correntes).

A salinidade, entretanto, apresentou valores um pouco abaixo do esperado para o ambiente de plataforma. Segundo Guimarães (2010) a salinidade na plataforma de Sergipe variam de 35,6 a 38,2 e não apresenta diferenças significativas entre os períodos de inverno e verão. Os resultados nesse trabalho estiveram abaixo desses valores, porém em média se mantiveram acima de 31, aceitável para o ambiente marinho. As coletas ocorreram em Setembro no início do inverno, em um período que pode ser considerado entre estações, não sendo um período usual de estudos nessa região. Seria necessário mais estudos para confirmar as razões dessa redução na salinidade. De todo modo a salinidade não variou de forma significativa entre as estações de coleta, não sendo um bom parâmetro para se correlacionar com as variações na composição da fauna.

A transparência da água apresentou uma variação acentuada entre as estações, sendo significativa entre os diferentes tipos de fundo (areia, lama e cascalho) e também estando de acordo com os valores encontrados por Guimarães (2010).

Segundo Snelgrove (1998) as variáveis abióticas que historicamente exercem maior influência sobre a distribuição dos organismos bentônicos são temperatura, salinidade, concentração de O₂, iluminação e composição sedimentar. Porém, apesar de possuírem um grande potencial preditivo a respeito da estrutura da fauna, a uniformidade dos parâmetros oceanográficos na área de estudo, torna os mesmos de pouca utilidade em estudos em uma escala espacial pequena.

Características sedimentares são parâmetros de discriminação mais eficientes em escalas local e regional. As variáveis sedimentares freqüentemente apresentam relações complexas com a biodiversidade bentônica. Porcentagem de lama, porcentagem de cascalho, rugosidade e compactação possuem um forte poder preditivo sobre a composição geral da comunidade bentônica (McARTHUR et al., 2010).

Coleman et al. (1997) identificou associações biológicas específicas em diferentes tipos de fundo evidenciando o papel relevante das características sedimentares. Soares-Gomes e Pires Vannin (2003), entretanto, consideraram a granulometria apenas, com um descritor muito simplista do ambiente físico, uma vez que a textura do sedimento é resultado de uma complexa interação entre aspectos abióticos distintos. Porém, Soares-Gomes e Pires Vannin (2003) destacam que é possível notar, a partir dos dados disponíveis na literatura, que tanto a composição qualitativa, quanto as próprias variáveis ecológicas, como a diversidade específica, parecem ser influenciadas de maneira relevante, pelas características dos sedimentos.

Os resultados alcançados nesse trabalho estão de acordo com as conclusões de Snelgrove (1998) sobre a limitação da aplicabilidade de parâmetros físico-químicos para explicar padrões faunísticos em escala local. Foi possível constatar a estabilidade da maior parte desses parâmetros ao longo de toda a área de estudo e as características do sedimento de fundo permitiram mostraram-se um bom descritor dos habitats e sua relação com a

estrutura da macrofauna tanto a nível geral quanto a nível de família do grupo dominante (Polychaeta).

7.2 RELAÇÃO ENTRE COMPOSIÇÃO DA MACROFAUNA TOTAL E ASPECTOS SEDIMENTARES

A composição da macrofauna na plataforma continental de Sergipe é similar àquelas descritas para outras plataformas continentais, onde, de maneira geral, predominam poliquetas, moluscos, crustáceos e equinodermos, em diferentes proporções a depender das condições abióticas locais (ELLINGSEN, 2001; MARTINEZ et al., 2007; McCLAIN; BARRY, 2010).

Os poliquetas são em geral o grupo dominante com percentuais próximos a 50% da fauna total como ocorre na plataforma do Mar Árábico, onde correspondem a 57% e na porção francesa do Canal da Mancha onde são 50% da fauna total (DESROY et al., 2002).

A quantidade de famílias de poliquetas também foi semelhante ao registro do Mar Árábico com 32 famílias no total (JOYDAS; DEMODARAN, 2009), em comparação com as 38 registradas nesse estudo. Guimarães (2010) estudando a plataforma de Sergipe encontrou uma quantidade de 51 famílias somando todas presentes ao longo de 4 coletas sazonais, porém o valor máximo de família por período coincide com as 38 famílias desses estudo.

Na plataforma de Sergipe, das características abióticas estudadas, as que se correlacionam com as variáveis bióticas de forma significativa são a profundidade, o carbonato de cálcio, mediana do grão e percentual de cascalho. Esses parâmetros são também reportados para outras regiões como controladores da composição e distribuição da fauna (ELLINGSEN, 2002; DEGRAER et al., 2007).

Em geral existe uma dificuldade em se determinar um único parâmetro ambiental como mais relevante para a estruturação do macrobentos. Normalmente tem-se referido a uma associação de características abióticas que em conjunto melhor explicam os padrões da comunidade de um determinado local, sendo o tamanho médio dos grãos um dos parâmetros mais comumente citados nos trabalhos (COLEMAN; GASON; POORE, 1997,

ELLINGSEN, 2002; DESROY et al., 2002; HEYLAND et al., 2005; GRAY; ELLIOT, 2009; DUTERTRE et al., 2013).

Segundo Ellingsen (2002) em geral três ou mais características associadas são necessárias para explicar os padrões da fauna. Para Dutertre et al. (2013) esse número de variáveis combinadas capazes de explicar os padrões da fauna é 4, o que demonstra uma mudança na quantidade de variáveis abióticas envolvidas na estrutura geral da macrofauna a depender da região estudada.

Os resultados de Dutertre et al (2013) indicam uma maior relevância da influência de parâmetros sedimentares para explicar os padrões da fauna. No total, 16 das variáveis ambientais testadas tiveram uma influência significativa na distribuição da macrofauna e em conjunto explicaram 51% da variação total nos padrões espaciais. As características do sedimento explicaram 20% desta variação, a variabilidade ambiental explicou 13%, e as condições hidrodinâmicas, 4%. Para a plataforma de Sergipe, as variáveis ligadas aos sedimentos também foram as mais relevantes.

A plataforma continental de Sergipe em comparação com o restante da plataforma do nordeste do Brasil apresenta importantes depósitos de lama em sua porção intermediária (COUTINHO, 2000). Em algumas plataformas o percentual de lama aparece como aspecto relevante para diferenciação das comunidades faunísticas (HOEY; DEGRAER; VINEX, 2004). Em geral essas comunidades de lama são caracterizadas por organismos com hábito trófico de filtradores (WHITLATCH, 1981). Os resultados a nível geral de identificação apontam essa tendência de maior percentual de filtradores nas lamas, onde se observou um percentual pouco maior de bivalves. Em nível de família de poliquetas a diferença ainda foi sutil, mas significativa.

Os resultados mostram, entretanto, que embora possuam uma fauna característica distinta, os índices ecológicos (diversidade, equitatividade e riqueza) apresentaram semelhanças entre as regiões com os fundos de areia e lama na plataforma de Sergipe. Snelgrove (1998) já havia relatado essas semelhanças, mostrando que o ambiente de areia possui uma diversidade significativamente menor que o ambiente de lama, mas depende da análise considerada, pois a areia apresentou, em seus resultados, a maior quantidade de espécies por indivíduos identificados, enquanto a lama apresentou uma

maior quantidade de espécies por área. A partir dos resultados encontrados na plataforma sergipana é possível observar que tanto a lama quanto a areia são dois ambientes limitantes para o desenvolvimento da macrofauna, possuindo uma quantidade muito menor de organismos.

O percentual de lama tem sido destacado como aspecto limitante à diversidade da fauna (HEYLAND et al., 2005). É possível, porém, que características distintas sejam responsáveis por essa limitação nos ambientes de lama em comparação com os fundos de areia.

Ambientes com elevados teores de matéria orgânica são caracterizados por hipoxia e também exibem baixa diversidade. Embora Heyland et al. (2005) afirme que a matéria orgânica é importante fonte de alimento para a fauna e apenas em concentrações muito elevadas pode causar a redução na riqueza de espécies, Levin e Dayton (2009) chamam atenção para o fato de que, os organismos respondem de forma diversa aos diferentes níveis de hipoxia, sendo os poliquetas os mais tolerantes, os moluscos e crustáceos exibem poucas espécies e podem chegar a desaparecer, contribuindo para a redução dos valores de diversidade de grupos específicos dessas áreas.

Essas conclusões estão de acordo com a dominância de poliquetas nos fundos de lama da plataforma de Sergipe, bem como os baixos percentuais de moluscos e crustáceos nesses locais, embora dentre os tipos de fundo os moluscos tenham sido mais numerosos nessas estações. Segundo Ellinsen (2002) geralmente os moluscos são mais fortemente correlacionados com fatores ambientais que outros organismos da macrofauna. Por ser um grupo composto por muitas espécies de filtradores, possuem uma forte relação com o percentual de silte e argila, estando associados a disponibilidade de matéria orgânica (WHITLATCH, 1981).

Quanto aos ambientes de alta energia (fundo de areia litorânea), em regiões onde há a atuação de fortes correntes próximo ao fundo, estas podem reduzir a abundância tanto de meiofauna como da macrofauna e afetar a diversidade da comunidade (LEVIN; DAYTON, 2009). Este parece ser o caso das amostras rasas com fundos de areia (areia litorânea) na plataforma de Sergipe. A ação mais intensa das ondas e correntes seriam determinantes para a fauna pobre e praticamente composta apenas por poliquetas.

O ambiente com fundo de cascalho sustenta a maior densidade da macrofauna na plataforma continental de Sergipe. A maior complexidade da comunidade de macrobentos relacionada aos fundos de cascalho é associada ao aumento da heterogeneidade ambiental (ANDERSON, 2008; MARTINEZ et al., 2007), mas aqui verificou-se a importância de aprofundar um pouco mais a discussão sobre que aspectos refletiriam uma heterogeneidade ambiental e como esses aspectos agiriam sobre a fauna.

Karakassis e Eleftheriou (1997) relacionam heterogeneidade a variabilidade de frações granulométricas presentes no sedimento. Segundo eles abundância e a diversidade de organismos decrescem quando o sedimento apresenta características mais homogêneas e maiores teores de silte. Alves et al. (2004) estudando a composição da macrofauna na Bahia de Todos os Santos, nordeste do Brasil, também encontraram uma relação inversa entre abundância e teor de lama nas amostras.

Entretanto, é preciso observar que uma maior contribuição de lama não significa, necessariamente, uma maior homogeneidade do depósito sedimentar, mas possivelmente reflete um ambiente mais compactado e com menos espaços entre os sedimentos. A heterogeneidade pode estar associada, não a variabilidade granulométrica, mas sim na capacidade dos sedimentos de permitir a construção de microhabitats, promovendo variação na iluminação, na hidrodinâmica etc na medida que permite espaços entre os grãos. Essa seria, então, a vantagem dos ambientes com sedimentos mais grossos capazes de construções mais complexas.

McArthur et al. (2010) discute a capacidade das condições ambientais de criar variabilidade indo além nas características sedimentares comumente associadas a heterogeneidade como tamanho médio do grão, percentual de lama etc. A partir da bibliografia analisada, estabeleceram uma tabela com o potencial de várias características físicas do ambiente que mais afetariam a diversidade da fauna. Os aspectos com maior potencial foram a compactação/porosidade, rugosidade, presença de rodólitos, presença de cascalho, presença de substrato duro com reentrâncias. O percentual de cascalho, entretanto, para os autores, só teria um potencial alto onde é esse o sedimento dominante como é o caso da porção externa da plataforma de Sergipe (NASCIMENTO, 2011). Essas observações ajudam a compreender

porque os ambientes de lama e areia, embora tão distintos, possuem uma capacidade limitada de sustentar uma alta diversidade, pois correspondem a ambientes mais homogêneos, por exemplo, as estações com fundo de areia litorânea possuem uma alta hidrodinâmica, não há na área regiões mais protegidas que criem variabilidade ambiental e o próprio sedimento não possui a capacidade de criar essas regiões.

Em relação ao tamanho médio do grão e o selecionamento afirma-se que são duas características capazes de refletir a estabilidade do habitat (GRAY; ELLIOT, 2009). McArthur et al. (2010) percebeu, entretanto, que o tamanho médio possui uma baixa correlação com a estrutura da fauna em sedimentos pobremente selecionados. Esses autores não conseguiram estabelecer uma correlação entre o selecionamento e a fauna. Na plataforma de Sergipe o selecionamento também não foi significativo para nenhuma variável ecológica, nem mesmo a nível de família de poliquetas, ao contrário do tamanho médio do grão. De forma geral, as informações de McArthur et al. (2010) contribuem para um melhor entendimento de que a maior diversidade e densidade da fauna são encontradas nas estações com fundo de cascalho não por conta do tamanho médio do grão, mas principalmente porque grãos maiores permitem a existência de espaços que criam microhabitats, tornando as condições ambientais mais heterogênicas. Essa conclusão está de acordo com o encontrado na plataforma sergipana.

O que vem sendo dito até aqui encontra reforço nos trabalhos de Snelgrove e Butman (1993). Esses autores questionaram a relevância da composição sedimentar para a composição da fauna, pois não encontraram uma correlação evidente entre sedimento e fauna. Para eles o hidrodinamismo na interface água-sedimento era mais relevante, pois interferiria diretamente na fixação de larvas, na desestabilização dos sedimentos e na distribuição da matéria orgânica. Porém essas observações reforçam a relevância dos espaços entre os grãos para que possa existir variação na própria hidrodinâmica, de modo que hidrodinâmica e sedimentos estão fortemente relacionados.

Netto et al. (1999), estudando tanto a macrofauna quanto a meiofauna no Atol das Rocas (Nordeste do Brasil) enfatizou a importância da porosidade dos grãos e o sistema de circulação de água entre esses poros como fator

importante para a diversidade e abundância tanto das assembléias da meiofauna quanto da macrofauna. Para os autores, a variabilidade de microhabitats por conta da porosidade do tipo de sedimento é a principal responsável pela maior abundância do macrozoobentos da plataforma continental externa e dos bancos oceânicos do Nordeste do Brasil.

O efeito da hidrodinâmica e da composição sedimentar sobre a fauna é difícil de avaliar separadamente, já que são aspectos fortemente interligados, pois a hidrodinâmica é fundamental para estabelecer o acúmulo de sedimento fino e o selecionamento dos grãos.

Coleman et al. (1997) a partir de análise de regressão testou a significância da correlação entre variáveis abióticas e a quantidade de espécies. Os autores perceberam que a correlação com a profundidade deixou de ser significativa quando se retirou a variável selecionamento, mas o selecionamento permaneceu significativo mesmo sem incluir o efeito da profundidade. Esse resultado sugere que o selecionamento exerce maior controle do que a profundidade na riqueza de espécies. A diversidade foi correlacionada significativamente ainda com o tamanho médio do grão.

Um conhecimento mais aprofundado quanto as interferências dos aspectos abióticos na composição da macrofauna tem a função de facilitar monitoramento ambiental em regiões de plataforma. Existe a proposta de poder gerar modelos preditivos baseados em características físico-químicas mais fáceis de realizar o levantamento em comparação a necessidade de chegar aos níveis específicos de identificação da fauna.

Degraer et al. (2007) desenvolveu para a plataforma da porção Belga do Mar do Norte uma ferramenta conhecida como DFA (*Discriminant Function Analysis*) cujo objetivo era prever a distribuição espacial e a cobertura total das comunidades macrobentônicas a partir de características abióticas previamente escolhidas. Esse modelo foi desenvolvido a partir da análise de 773 amostras sedimentológicas e um total de 123 espécies identificadas. O material foi passado na peneira de 1mm, com todos os organismos que restaram identificados ao menor nível taxonômico possível e calculadas as densidades (ind/m²). A estrutura da comunidade foi descrita com base em análise de agrupamento por média de grupo baseado na análise de similaridade de Bray Curtis e DCA. As amostras com padrões inconsistentes na análise multivariada

foram excluídas. As variáveis abióticas selecionadas para serem aplicadas ao modelo foram o tamanho médio do grão, contribuição de lama, profundidade e distância da costa. Os resultados obtidos permitiram prever com precisão a distribuição da comunidade macrobentônica com base apenas nas informações do tamanho médio do grão e teor de lama. Os autores recomendaram que o modelo seja aplicado com cautela fora da região do Mar do Norte pois erros podem acontecer ao ser aplicado em outras regiões biogeográficas por dois motivos principais: 1- outra região pode apresentar um conjunto macrobentônico distinto; 2 – outras variáveis ambientais podem ser mais importantes na estruturação da comunidade do que as utilizadas no desenvolvimento do modelo DFA.

Estudos como o de Degraer et al (2007) reforçam a eficiência de utilizar informações abióticas para previsões biológicas e confirmam a importância dos levantamentos realizados no atual estudo para a plataforma continental de Sergipe.

O vigente trabalho permitiu ainda perceber a relevância de identificações a nível não específico dos grupos biológicos, suficiente para diferenciar os ambientes de forma significativa, gerando informações mais rápidas.

7.3 RELAÇÃO FAUNA TOTAL E ASSEMBLEIA DE POLIQUETAS - APLICABILIDADE DO USO DE SUFICIÊNCIA TAXONÔMICA PARA CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

Os poliquetas a nível de família já são reconhecidos como bons descritores da comunidade total de macrobentos (GIANGRANDE; LISSIANO; MUSCO, 2005), por conta disso, foram utilizados aqui como parâmetro comparativo para auxiliar na identificação das possíveis correlações com os aspectos ambientais a partir de uma matriz com mistura de níveis taxonômicos e uma identificação a níveis menos específicos.

Os resultados comparando a matriz baseada nas famílias de poliquetas com a matriz com mistura de níveis taxonômicos indicam uma funcionalidade para inferências ecológicas baseadas nessas identificações não específicas. As variáveis ambientais profundidade, carbonato de cálcio, tamanho médio do grão e percentual de cascalho foram significativas tanto considerando a matriz

de fauna total quanto a matriz para família de poliquetas na plataforma continental de Sergipe.

Os poliquetas são dominantes em grande parte das comunidades macrobentônicas, tanto no que diz respeito ao número de espécies quanto à sua abundância. Osgard e Somerfield (2003) obtiveram bons resultados já a nível de ordem de poliquetas na costa da Noruega, onde identificaram correlações significativas com a riqueza total de espécies da macrofauna. Verificou-se que a ordem Terebellida foi uma boa indicadora da riqueza de espécies e, em menor grau, também de conjuntos bentônicos inteiros (2003). Essa informação é relevante no sentido de demonstrar que é possível buscar ordens características para a plataforma de Sergipe também. E a relevância dos resultados alcançados nesse estudo com a utilização de uma matriz com níveis taxonômicos mais generalistas.

De toda forma é importante conhecer as limitações a utilização de identificação menos específica para descrever aspectos da fauna total, a fim de poder utilizar da melhor forma possível esse “atalho”. Labruno et al. (2008) observaram que a correlação significativa entre os poliquetas e a composição da macrofauna não esteve presente nas estações próximas ao limite entre áreas com granulometria distintas. Concluíram que é preciso um conhecimento aprofundado anteriormente para estabelecer a melhor forma de escolher os representantes da fauna total, pois essas relações variam de uma região a outra.

Segundo Osgard e Somerfield (2000) as correlações encontradas entre as assembléias de Polychaeta e a macrofauna geral, podem resultar do fato deles serem o grupo dominante em grande parte das comunidades, mas reportam a existência também de correlações significativas entre a macrofauna geral e os Mollusca seguida dos Crustacea.

Nos resultados encontrados em Sergipe, embora os poliquetas dominem todas as regiões sedimentares, foi possível notar uma redução significativa de sua contribuição nos fundos de cascalho e um aumento da contribuição dos crustáceos nessa região. Para a plataforma continental de Sergipe, possivelmente os crustáceos sejam um grupo que possuam correlações ambientais de maior relevância para monitoramentos ambientais que os moluscos, pois os moluscos foram um grupo que não apresentaram uma

relação mais evidente com aspectos ambientais, a não ser por um leve aumento de contribuição nas amostras de lama.

Magierowski e Johnson (2006) ressaltam a relevância dos crustáceos cuja média de riqueza das famílias, depois dos poliquetas, apresentou a melhor correspondência linear com a média da riqueza de famílias da fauna total.

Os crustáceos tiveram um papel importante na caracterização dos ambientes na plataforma Sergipana, em particular os anfípodes que juntamente com os poliquetas foram os dois grupos que mais contribuíram para a dissimilaridade dos fundos de cascalho em comparação aos de lama e areia.

Devido a sua importância ecológica, abundância numérica, e sensibilidade a uma variedade de tóxicos e poluentes, os anfípodes têm sido reconhecidos como sensíveis indicadores ambientais. Há potencial para os anfípodes como bioindicadores em uma ampla variedade de ambientes, especialmente nos trópicos (THOMAS, 2007). Os resultados apresentados aqui indicam que uma identificação a nível mais específico da fauna de Amphipoda poderia gerar informações ecológicas relevantes para Sergipe.

Embora os resultados mostrem uma boa aplicabilidade de uma matriz com níveis taxonômicos variáveis e mais generalistas, as correlações entre a fauna e os parâmetros ambientais variaram a partir da matriz mista e da matriz com as famílias de poliquetas.

A diversidade de Shannon foi significativa a nível de fauna total para as amostras de cascalho, não sendo para as amostras de areia e lama. A nível de família de poliqueta, entretanto, não houve distinção significativa para a diversidade nas três regiões sedimentares (cascalho, areia e lama). O que ocorre é que a nível geral os ambientes de lama e areia são compostos quase exclusivamente por poliquetas, o que limita o índice de diversidade. A nível de família é possível notar uma maior contribuição de famílias diferentes, elevando a diversidade nessas regiões. Essas informações reforçam que diferentes níveis taxonômicos refletem condições específicas e a depender do objetivo podem ser melhor aplicados a caracterização ambiental (TERLIZZI et al., 2003).

Foi possível constatar ainda na plataforma sergipana, que o percentual de lama não foi significativo para nenhum aspecto da assembléia de poliquetas e o foi para a fauna total. É possível que esse resultado se deva ao fato de os

poliquetas apresentarem grande densidade em todos os setores analisados, não ficando evidente a nível não específico sua resposta ao percentual de lama.

Houve diferenças no oxigênio dissolvido que foram significativas para a riqueza e equitatividade dos poliquetas, embora essa variável não tenha sido significativa para a distribuição da fauna total. Esse resultado reflete possivelmente as limitações de usar níveis taxonômicos gerais para caracterização ecológica pois podem mascarar respostas dos grupos a variáveis específicas mesmo que a nível geral já se conheça diferenças na sensibilidade dos grupos. Segundo Vaquer-Sunyer e Duarte (2008) os crustáceos são os organismos mais sensíveis a condições anóxicas, enquanto os moluscos são os mais resistentes. Embora, na plataforma continental de Sergipe não tenha sido registrado variações significativas quanto ao oxigênio dissolvido nos três tipos de fundo analisados, os fundo de lama apresentam os menores valores e possuem as mais baixas contribuições de crustáceos em comparação as areias litorâneas e ao ambiente de cascalho. As lamas registram a maior contribuição de moluscos reforçando a observação de Vaquer-Sunyer e Duarte (2008)

Para a plataforma continental do Mar Árábico, na costa da Índia foi observado que o número de espécies de poliquetas e a abundância numérica total apresentaram diminuição progressiva com o aumento da profundidade (JOYDAS; DEMODARAN, 2009). Os autores atribuíram esse padrão à diminuição da temperatura e do oxigênio dissolvido. Também foi observada uma redução na contribuição de poliquetas nas profundidades maiores na plataforma de Sergipe, entretanto não foi possível estabelecer um padrão de correlação entre profundidade e os teores de oxigênio dissolvido.

Bertasi et al. (2009) chamam a atenção para o fato de que apesar de haver limitações para a compreensão da dinâmica ecológica utilizando grupos taxonômicos não específicos, é preciso levar em consideração que tal metodologia possibilita um detalhamento na malha amostral, ampliando a área coberta e gerando uma relação de custo/benefício que vai depender do objetivo do trabalho desenvolvido. Desse modo, é inegável a importância de uma vasta base de dados, para melhor embasar a escolha e aplicabilidade de grupos específicos para representar a fauna total.

Apesar de estudos apontando a relevância de grupos taxonômicos não específicos, Bevilacqua et al. (2012) apresentam dados que enfraquecem a hipótese de uma relação direta entre relação taxonômica e similaridade ecológica entre as espécies. Os autores tentaram determinar se a efetividade de taxa maiores como substitutos de espécies depende principalmente de relacionamentos taxonômicos de espécies (ou seja, a proximidade relativa de espécies na hierarquia taxonômica de Linnaeus) ou depende simplesmente da razão numérica entre espécies e taxa superiores (ou seja, o grau de agregação de espécies). Para eles, níveis taxonômicos menos específicos do que espécie podem não fornecer informações ecologicamente significativas, porque podem se comportar como grupos aleatórios de espécies improváveis de transmitir respostas consistentes às mudanças ambientais naturais ou humanas. Foi sugerido ainda que a detecção de mudanças na estrutura da comunidade em diferentes resoluções taxonômicas poderia estar relacionada com a força das perturbações. De fato, as observações de Bevilacqua et al. (2012) foram levadas em consideração durante a realização desse trabalho na plataforma continental de Sergipe, principalmente na escolha dos níveis taxonômicos para compor a matriz mista com receio de que uma matriz muito generalista gerasse informações aleatórias insignificantes. O que se pode observar é que níveis menos específicos podem refletir condições ambientais gerando informações relevantes para um reconhecimento prévio de uma determinada área.

Muitos trabalhos tem buscado encontrar metodologias alternativas que possam trazer respostas ambientais mais rápidas. Isso fica evidente na quantidade de estudos avaliando o nível taxonômico mínimo para detectar alterações ambientais (VANDERKLIFT; WARD; JACOB, 1996; BIASI; BIANCHI; MORRI, 2003;).

Não foram encontrados na literatura trabalhos nos quais a matriz de dados misturem níveis taxonômicos, como foi feito no presente estudo. A comparação entre a estrutura da comunidade macrobentônica com os dados relativos às famílias de poliquetas na plataforma de Sergipe apontam, entretanto, a viabilidade da utilização de mistura de níveis taxonômicos para inferências ambientais.

7.4 CARACTERIZAÇÃO DOS DIFERENTES AMBIENTES NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE SERGIPE COM BASE NA FAUNA TOTAL E NAS ASSEMBLEIA DE POLIQUETAS

Para caracterizar uma comunidade bentônica várias técnicas podem ser usadas, desde a análise das populações mais abundantes até a análise das espécies consideradas mais importantes ecologicamente. Muitas vezes os organismos são agrupados de acordo com seu grupo funcional e esse tem sido um bom método para identificar padrões na distribuição de organismos em substratos não consolidados (ELLIS et al., 2004).

De acordo com Dauvin et al., (2010) mapear habitats a partir das relações tróficas dos organismos possui a vantagem de trazer informações ecológicas relevantes sobre a estrutura da comunidade sem o desgaste da identificação específica, pois as características tróficas dos organismos são um reflexo das condições ambientais a que estão expostos.

As análises multivariadas mostraram três tipos de fundo distintos a nível de fauna total que foram confirmados a nível de família de poliquetas. Entretanto, o índice de diversidade não diferiu de forma marcante entre esses três ambientes, havendo discrepâncias entre os métodos.

Kalantzi e Karakassis (2006) mostram que essa discrepância não é paradoxal. Para estes autores os dois métodos possuem escala de alcance espaço-temporal distintos. A conclusão que os autores chegaram foi de que a composição geral e o índice de diversidade de espécies refletem diferentes gradientes ambientais e fontes de heterogeneidade. A nível de fauna total a diversidade isolou os fundos de cascalho dos fundos de lama e areia, mas não refletiu os resultados alcançados pelas análises multivariadas que separaram as estações em 3 agrupamentos bem definidos. A diversidade dos fundos de areia e lama é semelhante pois a maior parte da composição da comunidade são os poliquetas. Embora a variação desses dois ambientes não seja significativa os resultados do percentual de similaridade mostram uma tendência de maior contribuição de moluscos nos fundos de lama em comparação aos fundos de areias litorâneas. Esses resultados estão de acordo com a observação de Kalantz e Karakassis (2006), e refletem possivelmente um gradiente de variação e de sensibilidade dos métodos.

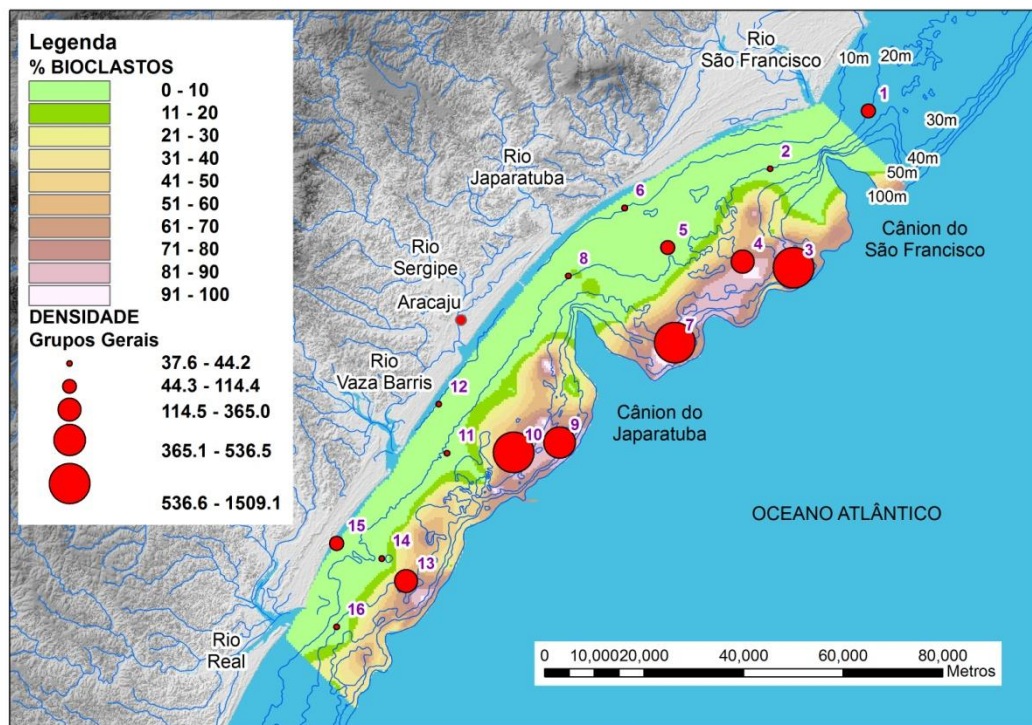
Os percentuais de similaridade confirmam os resultados das análises multivariadas, indicando associações tanto da fauna total quanto das famílias de poliquetos características para os três tipos de fundo estudados nesse trabalho. A identificação trófica dos Polychaeta reforça as diferenças ecológicas desses três tipos de fundo dominantes para a plataforma continental de Sergipe.

Os três tipos de fundo identificados para a plataforma sergipana apresentam características distintas quanto a composição sedimentar e da fauna. Um trabalho similar realizado por Guimarães (2010) investigou a taxocenose de poliquetas na mesma região e alcançou resultados semelhantes. A autora identificou um padrão batimétrico para a abundância que coincide com os tipos de fundo analisados aqui ela denomina os fundos de acordo com a origem do sedimento em de areia litorânea (10m), lama terrígena (20m) e cascalho (30m) observados nesse trabalho.

Os maiores valores de abundância da fauna foram encontrados na profundidade de 30m em ambos os trabalhos. Nascimento (2011) observou que a partir da isóbata de 30m os fragmentos de algas coralinas não geniculadas passam a ser o grão dominante dos depósitos biogênicos de modo que o cascalho referido durante todo esse estudo é provavelmente composto por fragmentos de algas coralinas não geniculadas.

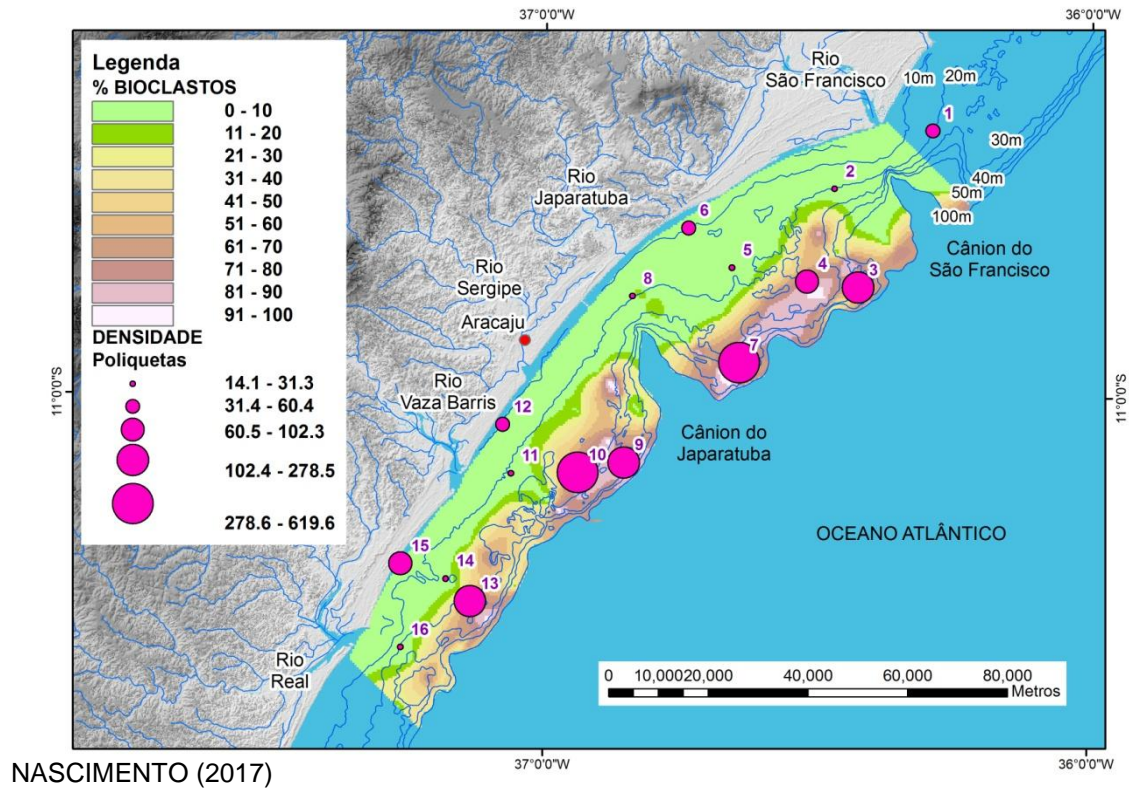
As figuras 18 e 19 representam mapas com os as densidades da fauna total e da assembléia de poliquetas sobre os depósitos biogênicos, confirmando a importância das características desses fundos para a ecologia da plataforma de Sergipe. Os dados dos componentes biogênicos também foram disponibilizados por Nascimento (2011).

Figura 18 – Distribuição dos valores de densidade dos grupos gerais por estação (amostras coletadas em Setembro de 2012) plotadas sobre o mapa de porcentagem de componentes bioclásticos



NASCIMENTO (2017)

Figura 19 – Distribuição dos valores de densidade das famílias de poliquetas por estação (amostras coletadas em Setembro de 2012) plotadas sobre o mapa de percentagem de componentes bioclásticos



Guimarães (2010) identificou três associações específicas da fauna de poliquetos. Syllidae e Spionidae também foram as famílias mais abundantes. Com relação a mobilidade e hábito trófico os resultados também foram similares sendo as famílias de errantes e carnívoras dominantes.

Agrupamento A – Fundo de Cascalho – Esse agrupamento define um habitat onde o sedimento é composto por cascalho (56%) e areia (38%). Os componentes sedimentares são de natureza bioclástica, sendo o principal fragmento proveniente de algas coralinas não geniculadas e rodólitos (Nascimento, 2011). Esse ambiente exibe uma elevada abundância e diversidade de grupos gerais, como também uma contribuição de um número maior de famílias de poliquetos .

O percentual de similaridade mostra que esse ambiente é composto por famílias de Polychaeta com diferentes hábitos tróficos. Os grupos funcionais de alimentação envolveram onívoros, carnívoros e comedores de depósito de superfície e quase a totalidade das famílias com organismos filtradores (GUIMARÃES, 2010). Entretanto, os resultados indicam que os fundos compostos por fragmentos de algas coralinas apresentam redução dos percentuais da fauna poliquetológica em comparação aos fundos de areia e lama e um aumento dos crustáceos. Os principais grupos constituintes desse habitat são: Polychaeta, Amphipoda, Tanaidacea, Isopoda, Ostracoda e Bivalvia.

Em geral os crustáceos, principalmente os anfípodes são característicos de ambientes com fundo de algas calcárias e rodólitos. Hinojosa-Arango e Riosmena-Rodríguez (2004) estudaram associações da macrofauna em fundos com rodólitos na plataforma Centro-Oeste do Golfo da Califórnia, México. A combinação de diferenças de estrutura e abundância de rodólitos pode ser responsável por diferenças significativas na abundância e riqueza faunística. Crustáceos, poliquetos e moluscos foram os taxa mais importantes em todos os três leitos de rodólito analisados por eles. Os resultados mostraram que a espécie do rodólito é mais importante que a forma de crescimento na determinação da abundância e riqueza da fauna associada. No entanto, fatores como o movimento das ondas, profundidade, bioturbação e outros devem ser considerados ao estudar organismos associados a fundos de rodólitos.

A comunidade com alta diversidade e abundância e alto percentual de crustáceos em depósitos sedimentares mais grossos em profundidades maiores que 30m também é descrita para a plataforma da Espanha onde Martinez et al. (2007) identificou que em direção a regiões mais profundas se percebe a gradativa redução do percentual de poliquetas e maior contribuição de crustáceos.

Jayaraj et al. (2007) estudando a plataforma da Índia também encontrou uma redução no percentual de poliquetas em direção a profundidades medianas, mas um aumento relativo daqueles de hábitos carnívoros. Segundo Martinez et al. (2007) uma redução na hidrodinâmica e maior espaço intersticial entre os grãos por conta do incremento da granulometria comportam comunidades mais complexas e favorecem os caçadores ativos por conta da maior disponibilidade de nichos.

Na plataforma Continental de Sergipe a associação de Polychaeta, Amphipoda e Tanaidacea foi característica dos fundos de cascalho, sendo estes os três principais grupos responsáveis pela diferença entre este tipo de fundo e aqueles de areia litorânea e lama. Os resultados de Guimarães (2010) também apontam para uma maior riqueza associada a essas regiões.

A análise de similaridade das famílias de Polychaeta aponta um total de 19 famílias contribuindo para 90% da similaridade entre as amostras na plataforma sergipana. A família mais abundante foi a Syllidae. Essa família é característica de ambiente de fundo de cascalho e corresponde a uma família com alta sensibilidade a impactos negativos (GIANGRANDE; LISSIANO; MUSCO, 2005).

A família Syllidae, juntamente com as famílias Chrysopetalidae, Eunicidae e Hesionidae, foi exclusiva dos fundos de cascalho. A Crhysopetalidae foi exclusiva desse ambiente também nos resultados de Guimarães (2010) onde 13 famílias foram características desse ambiente e dessas um total de 8 coincidem com os resultados apresentados aqui: Syllidae, Spionidae, Nereididae, Capitellidae, Eunicidae, Paraonidae, Glyceridae e Ampharethidae.

Agrupamento B – Fundo de Lama Terrígena – Esse habitat apresenta um percentual médio de 94% de lama, o maior percentual de matéria orgânica e um percentual baixo de carbonato de cálcio. Corresponde as amostras

situadas na porção intermediária da plataforma em uma região identificada por Guimarães (2010) como a 82ranqü de lama terrígena. É um ambiente composto também por uma fauna pouco densa e pouco diversa a nível geral, com os resultados de similaridade mostrando uma contribuição de 90% de Bivalvia e Polychaeta.

Segundo Whitlatch (1981) o ambiente de lama favorece organismos com estratégia alimentar suspesívora ou dentritívora. Trata-se de um ambiente onde a disponibilidade de partículas alimentares no sedimento é relevante para a fauna. As duas principais estratégias alimentares entre bivalves são suspensívora e dentritívora, apresentando uma relação estreita com a disponibilidade de matéria orgânica no ambiente (GREENWAY, 1995).

Manganaro et al. (2009) afirma que a filtração dos bivalves reduzir a eutrofização local e manter sob controle fenômenos degradantes como hipóxia e poluição antrópica. Essas características (eutrofização, hipoxia) relacionadas ao ambiente de lama com alto percentual de matéria orgânica é limitante a organismos com diferentes estratégias alimentares, o que caracteriza esse ambiente como sendo de domínio de filtradores.

Guimarães (2010) chamou a associação de poliquetos característica deste tipo de fundo de associação lama de transição entre plataforma interna e média. Corresponde a uma associação caracterizada pela abundância dos Spionidae, Capitellidae, Lumbrineridae, Magelonidae, Nereididae, Paraonidae, Owenidae, Cirratullidae, Glyceridae e Orbiniidae. Dessas 9 famílias, 7 estão em concordância os resultados do presente estudo. As análises de similaridade não mostraram contribuição de Glyceridae e Orbiniidae nesse agrupamento. Corroborando as informações da literatura de que esse é um ambiente favorável a filtradores e depositívoros, apenas duas famílias das associações deste tipo de fundo tem hábitos exclusivamente carnívoros: Syllidae e Pilargidade.

Trata-se de uma associação principalmente de comedores de depósito de superfície e depósitos de sub-superfície. A maior parte das famílias com mobilidade “discretamente móveis” também ocorreram nesse setor. Os resultados quanto ao hábito trófico e a mobilidade estão de acordo com o encontrado por Guimarães (2010).

Agrupamento C – Areias Litorâneas – Esse habitat apresenta o fundo recoberto por sedimentos arenosos e lamosos. Os grãos de quartzo são os principais constituintes dos depósitos sedimentares desse ambiente (Nascimento, 2011). Corresponde a um ambiente de elevada hidrodinâmica que possui uma fauna pobre e pouco densa composta pelos mais altos percentuais de poliquetas e alguns poucos crustáceos. A família de poliquetos Spionidae foi dominante.

Martinez et al. (2007) analisando a distribuição da fauna na plataforma continental da Espanha também identificou uma região de areia litorânea caracterizada por uma baixa diversidade e baixa abundância e por uma alta contribuição de poliquetos da família Spionidae. Segundo o autor (2007) a alta hidrodinâmica dessa região a torna desfavorável a colonização por outros grupos e favorece os poliquetos oportunistas.

Coutinho (2000) atribui a pobreza da fauna dessa região de areias mais costeiras aos altos percentuais de sílica, pobreza de matéria orgânica e alta hidrodinâmica, sendo que esse ambiente se entende por grande parte da costa brasileira correspondendo a faixa litorânea dos depósitos de areia quartzosas.

Guimarães (2010) descreve para esse ambiente mais raso uma Associação Costeira Lamosa e Arenosa. Essa foi a associação que apresentou o menor número de famílias de poliquetos e a menor abundância total. As famílias que compõem essa associação são Spionidae, Magelonidae, Sternaspidae, Paraonidae, Pilargidae, Lumbrineridae, Owenidae e Capitellidae. Dessas 8 famílias, 4 estão de acordo com os resultados do presente estudo sendo elas: Spionidae, Magelonidae, Paraonidae e Capitellidae. Além dessas famílias apenas a Cirratulidae contribuiu para a similaridade das estações de areia litorânea e não está presente nos resultados de Guimarães (2010). Essas cinco famílias contribuíram com 92% da similaridade.

Os resultados apresentados aqui indicam um ambiente diverso quanto a mobilidade apresentando 2 famílias discretamente móveis e 3 famílias imóveis. Nenhuma das famílias apresenta hábito trófico exclusivamente carnívoro e a única que apresenta esse hábito é a Spionidae. Os demais hábitos tróficos estiveram representados: consumidor de superfície, consumidor de sub superfície, herbívoros e filtradores.

7.5 RELAÇÃO ENTRE A HETEROGENEIDADE SEDIMENTAR E A DIVERSIDADE DA FAUNA

Foi notável a grande diferença entre a densidade da macrofauna existente entre as estações com fundo de cascalho e os setores mais rasos da plataforma de Sergipe com fundos de lama e areia. A quantidade dos grupos da macrofauna e também da contribuição das famílias de poliquetos encontrados nesse ambiente de cascalho, onde o componente sedimentar principal são os fragmentos de algas coralinas, confirmam o seu potencial para sustentar uma fauna mais diversa e abundante. Essa capacidade tem sido relacionada a heterogeneidade do ambiente.

A hipótese da complexidade estrutural do habitat durante algum tempo teve mais apoio empírico que de natureza experimental (DEAN; CONNELL, (1987). A maior parte dos estudos encontra uma relação positiva entre a diversidade e a complexidade do habitat. Entretanto, o embasamento empírico que dá suporte a essa relação é fortemente associado às observações de estudos de comunidades de vertebrados (TWES et al., 2004).

De uma forma geral a diversidade tenderia a ser maior em ambientes heterogêneos, sujeitos a uma maior estabilidade e a uma frequência intermediária de ocorrência de distúrbios (HUSTON, 1997, CONNELL; SLAYTER, 1977); a maior abundância de predadores diminuiria a competição entre presas, aumentando a diversidade (WILSON, 1991; PETERSON, 1992); ambientes mais produtivos apresentariam maior diversidade, a qual tenderia a aumentar com o passar do tempo (REX et al. 1993).

A hipótese dos “distúrbios intermediários” defende que tanto ambientes com altas taxas de distúrbio (que não disponibilizam tempo suficiente de recolonização entre os fenômenos), quanto áreas tranquilas (com taxas muito baixas de distúrbio) são regiões de baixa diversidade, que não promovem pressão adaptativa suficiente (CONNELL; SLAYTER, 1977). Essa hipótese se baseia na formação/extinção de espécies em resposta a pressões do ambiente.

Para a teoria ecológica recente, a diversidade é antes um evento de manutenção da diversidade existente e, por isso, depende de mecanismos que

permitam a coexistência de espécies e não tanto de distúrbios que promovam o surgimento de espécies novas (GIACOMINI, 2007).

Até meados da década de 70, as teorias que buscavam explicar a alta diversidade em certos locais se baseavam em mecanismos geradores de diversidade. Huston (1979) foi um dos pioneiros a propor uma teoria que se baseava na manutenção da diversidade existente. Segundo sua teoria, competição entre espécies geralmente resulta em decréscimo de diversidade, dessa forma, qualquer condição que reduza a taxa de competição está contribuindo para a manutenção da diversidade pré existente. Desse modo, estruturas como os fundos de cascalho, que aumentam a complexidade do habitat disponibilizando esconderijos e maior sucesso em fugas, reduzem as taxas de competição e permitem a manutenção de uma fauna mais diversa, com vários grupos coexistindo.

A partir da teoria de Huston (1997) é possível compreender que ambientes homogêneos, mesmo que com condições ambientes tão distintas quanto os fundos de lama terrigena e de areias litorâneas, possuem um elevado potencial predatório que acarreta a redução de organismos menos aptos a condição homogênea predominante. Ambientes heterogêneos favorecem a organismos com hábito tróficos distintos e há uma grande contribuição de carnívoros.

Downes et al. (1998) empregaram um método para tentar identificar de que forma a estrutura do habitat interfere na composição da fauna de macro invertebrados de um córrego perene no rio Steavenson, no sudoeste da Austrália. Neste trabalho foi possível observar que a estrutura do habitat interferiu diretamente na diversidade e na abundância da fauna, com a maioria das espécies alcançando maior abundância em superfícies chanfradas ou ásperas. Superfícies rugosas foram adicionalmente associadas com mudanças na composição faunística. Cada elemento da estrutura do habitat (grandes fendas, aspereza e macroalgas) promoveu aumento da riqueza de espécies e densidade de indivíduos. Esses resultados estão de acordo com os encontrados para a plataforma continental de Sergipe onde a diversidade, e principalmente, a densidade foi muito mais elevada nos fundos de cascalho, com maior contribuição de organismos de diferentes hábitos tróficos sendo a

maioria de carnívoros, e de outro lado, mantendo-se quase constante nos fundos de lama e areia.

7.6 IMPORTÂNCIA DOS DEPÓSITOS DE RODÓLITOS PARA A DINÂMICA ECOLÓGICA NA PLATAFORMA CONTINENTAL DE SERGIPE

Os resultados alcançados neste trabalho apontam a importância dos depósitos de cascalhos situados na borda externa da plataforma de Sergipe para a dinâmica ecológica da região.

O fundo de cascalho na plataforma continental de Sergipe é composto em grande parte por fragmentos de algas coralinas não geniculadas e rodólitos (NASCIMENTO, 2011). A grande densidade da macrofauna na área de estudo esteve associada a esse tipo de fundo.

As algas coralinas são algas vermelhas, ramificadas ou livres, que precipitam carbonato de cálcio e magnésio em suas paredes. Em alguns locais, os sedimentos formados por fragmentos de algas vermelhas são genericamente chamados de “maerl”. Na França esses depósitos são constituídos principalmente por coralináceas do gênero *Lithothamnium* (DIAS, 2000).

A plataforma do Brasil possui o mais extenso depósito carbonático do mundo (DIAS, 2000; FOSTER, 2001). Esses depósitos são particularmente desenvolvidos na plataforma do nordeste onde podem contribuir de forma expressiva para a composição do sedimento desde a profundidade de 20m. Na plataforma do Rio Grande do Norte, os siliciclastos são tão restritos que Gomes et al. (2000) afirma não haver uma zona puramente siliciclástica, e sedimentos carbonáticos entre fragmentos de moluscos, briozoários e algas calcárias ocorrem já na plataforma interna.

Os rodólitos correspondem a formas livres de uma série de gêneros de algas corallinas não-geniculadas (AMADO-FILHO et al., 2008). Essas estruturas carbonáticas formam uma das comunidades bentônicas mais importantes da plataforma continental do Brasil (GHERARDI, 2004). Os bancos de rodólitos são encontrados em diversas plataformas ao redor do

mundo onde são, reconhecidamente, áreas de relevância ecológica (SCIBERRAS et al, 2009).

A maior densidade da fauna associada aos fundos de cascalho (rodólitos e algas coralinas) da plataforma continental de Sergipe pode ser explicada pelo fato dessas estruturas serem responsáveis por aumentar a complexidade estrutural das comunidades de bentos, sendo conhecidas como engenheiras ecológicas por formarem micro habitats e disponibilizarem uma variedade de nichos (STELLER et al., 2003).

Em geral, bancos de rodólitos se estabelecem em ambientes de exposição moderada e sedimentos de areia grossa. O processo de formação de rodólitos pode ocorrer a partir da fragmentação de rodólitos maiores, onde cada fragmento passa a se desenvolver de forma independente; desprendimento de algas calcárias incrustantes, que continuam o seu desenvolvimento fora do substrato de origem; crescimento dos esporos das algas em materiais como fragmentos de rochas, grãos de areia, e fragmentos de exoesqueleto de animais, entre outros (FOSTER, 2001; STELLER et al. 2007).

A estrutura dos rodólitos abriga uma população rica e diversa tanto de organismos autotróficos quanto de heterotróficos (STELLER et al., 2003). A diversidade de organismos vivendo associada a esses fundos é resultado da disponibilidade de substrato duro e está relacionada ao tamanho das estruturas e complexidade das formas (FOSTER et al., 2007).

Steller et al. (2003) compararam a diversidade da macrofauna em uma área de areia próxima ao banco de rodólito no Golfo da Califórnia. Segundo os autores a riqueza de espécies saltou de 30 para 52, no fundo de rodólitos e a densidade foi 3 vezes maior nessa região. Outro resultado relevante é que através da análise de regressão múltipla foi possível comprovar que a densidade da fauna varia em função do tamanho e complexidade da estrutura do rodólito. Houve variação significativa também em relação a associação da fauna. Os resultados mostram que poliquetas e ofiuróides estiveram associados a estruturas mais simples. Enquanto crustáceos e moluscos apresentaram relação com grãos mais complexos.

Na plataforma da Irlanda em Mannin Bay foi realizado um estudo sobre a comunidade de crustáceos associada aos habitats do tipo “maerl”, destacando

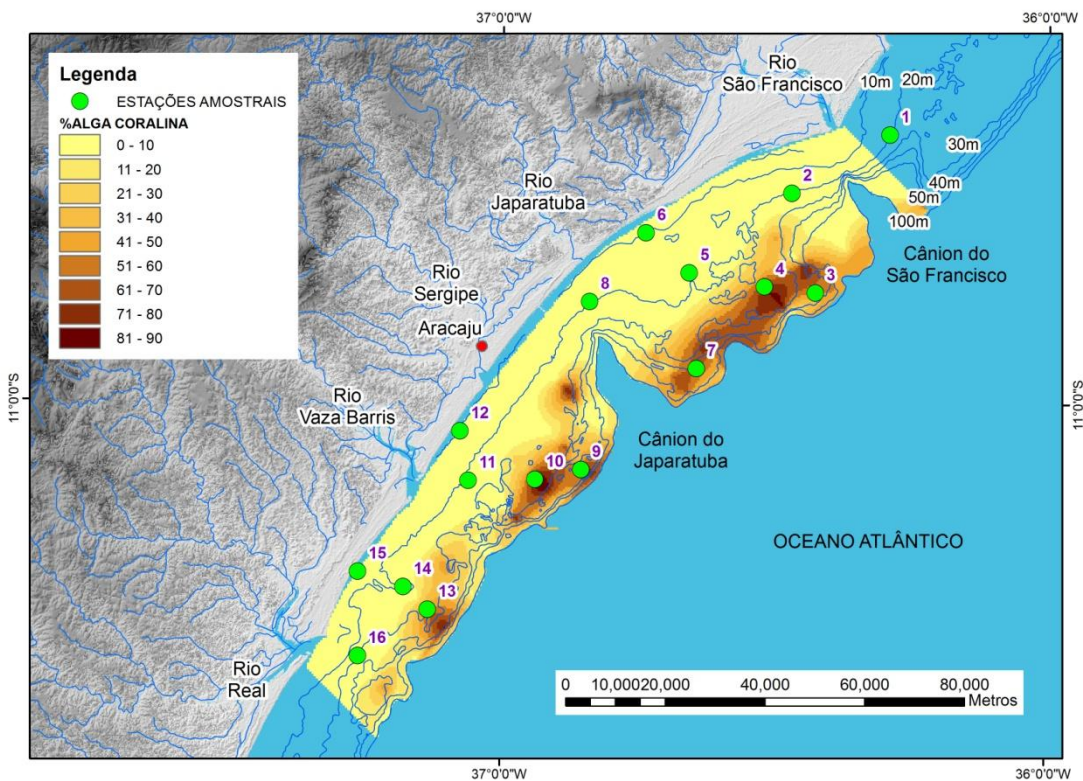
o papel importante desses organismos nesse ecossistema. Os resultados evidenciaram um predomínio de Amphipoda, representando mais de 95% da abundância numérica total. Os autores observaram que a fauna de crustáceos que ocorre nos habitats maerl estudados é semelhante à fauna que ocorre nos habitats de cascalho subtidais, com poucas evidências de espécies eletivas (De GRAVE, 1999).

Segundo Amado-filho et al. (2010), o ecossistema dos bancos de rodólitos do Espírito Santo possuem maior diversidade de algas com 190 táxons do que o encontrado nos recifes de corais da Reserva Marinha de Recife de Fora (BA), com apenas 51 táxons. A fauna algálica também é menos diversa no recife do Parque Nacional de Fernando de Noronha (PE) com 122 táxons de algas. Amado-filho et al. (2010) chama a atenção ainda para o fato de que os bancos de rodólitos, além de comportar uma fauna de algas diversificada, possuem sua fauna associada particular e diferente da fauna encontrada nos recifes de corais.

Na plataforma continental de Sergipe as estações com os fundos de cascalho (algas coralinas e rodólitos) apresentam um claro domínio de poliquetos e crustáceos. Esses resultados estão de acordo com o descrito para os bancos de rodólitos onde em geral os crustáceos caçadores ativos exercem um papel importante na composição da fauna, juntamente com os poliquetos, FOSTER et al. 2007).

A figura 22 foi produzida a partir da disponibilidade dos dados brutos do trabalho de Nascimento (2011) e mostra a distribuição do percentual de algas coralinas não geniculadas e de rodólitos plotados sobre o mapa da distribuição espacial do tamanho médio do grão produzido por Guimarães (2010). Esses depósitos de algas coralinas concentram-se nas duas laterais do cânion do rio Japarutuba com percentuais superiores a 80% na borda da plataforma de Sergipe e possui uma contribuição inferior a 5% de algas do gênero Halimeda.

Figura 20 – Distribuição das estações amostrais por estação (amostras coletas em Setembro de 2012) plotadas sobre o mapa dos depósitos de algas coralinas na plataforma de Sergipe, disponibilizado por Nascimento (2011)



NASCIMENTO (2010)

Segundo Birkett et al. (1998), os fundos de “maerl” possuem similar importância ecológica que os fundos cobertos pelas florestas de “Kelp”, pois formam habitats estruturalmente e funcionalmente complexos, sendo regiões de alta diversidade.

No Brasil estão surgindo cada vez mais trabalhos descrevendo os bancos de rodólitos como o trabalho de Figueiredo et al. (2007) para os rodólitos do Banco de Abrolhos e a descrição do banco do Espírito Santo por Amado-Filho (2007; 2010).

Os resultados apresentados aqui mostram a importância ecológica dessas regiões que abrigam a grande densidade da fauna bentônica da plataforma de Sergipe e são, ainda, muito pouco conhecidas.

O ecossistema associado a estrutura dos rodólitos corresponde a um dos mais diversos ecossistemas marinhos do mundo. Trata-se de regiões internacionalmente reconhecidos como ecossistemas únicos, abrigando uma

alta diversidade e abundância de biota marinha com uma legislação que visa sua preservação na Europa (WILSON et al., 2004).

CAPÍTULO VIII

8.1 CONCLUSÃO

As variáveis físico-químicas da água apresentam-se de modo uniforme ao longo de toda a plataforma continental de Sergipe, por conta disso, não se mostram parâmetros eficazes para diferenciar os ambientes.

A composição da macrofauna permite diferenciar três ambientes distintos na região estudada. Os organismos mais abundantes na plataforma de Sergipe foram os poliquetas, moluscos, crustáceos e equinodermatas.

Os resultados mostram a funcionalidade de utilização de uma matriz de dados usando mistura de níveis taxonômicos e níveis não específicos, pois foi possível caracterizar três ambientes distintos a partir da composição da fauna total, os mesmos ambientes foram confirmados através das análises usando a identificação dos poliquetas a nível de família.

Para a plataforma continental de Sergipe as características abióticas que mais se correlacionaram com a estrutura da macrofauna foram a profundidade, o tamanho médio do grão e o percentual de carbonato de cálcio. Essa correlação significativa foi observada tanto a nível de fauna total e identificação mais generalista quanto a nível de família de poliquetas, confirmando a funcionalidade de caracterizar a comunidade da macrofauna em níveis não específicos.

Os resultados apontam para a grande importância ecológica dos depósitos carbonáticos na borda externa da plataforma de Sergipe. Essas regiões foram identificadas como sendo o local de maior abundância e diversidade da comunidade macrobentônica.

O levantamento bibliográfico permitiu comparar as teorias sobre o surgimento da diversidade terrestre com os resultados encontrados no ambiente marinho da plataforma de Sergipe, sendo possível compreender melhor a relevância para a dinâmica ecológica da complexidade estrutural alcançada nos ambientes com algas coralinas e rodólitos. As algas calcárias formam concreções complexas, sustentando uma série de canais com

capacidade para a formação de microhabitats capazes de sustentar uma fauna mais diversificada e abundante.

Os ambientes de areia litorânea e lama, embora bastante distintos, principalmente quanto a hidrodinâmica, não apresentaram variações significativas quanto a abundância de organismos e a diversidade. Possivelmente esse resultado indica que correspondem a ambientes com características abióticas igualmente homogêneas, o que reforça a presença de microhabitats como aspecto fundamental para uma comunidade macrobêntica abundante e diversa.

Os três ambientes na plataforma continental de Sergipe que puderam ser identificados a partir da composição da macrofauna são:

Ambiente dos fundos de cascalho – Corresponde aos fundos de cascalho de algas coralinas e as maiores densidades e diversidade da fauna total com os menores percentuais de poliquetas e maior contribuição de crustáceos, com uma grande contribuição de tanaidáceos. Possivelmente é uma região com uma hidrodinâmica intermediária, pois é possível que haja correntes de fundo, entretanto, a estrutura truncada das concreções calcáreas permitem que existam áreas mais abrigadas e áreas mais expostas, aumentando a variabilidade ambiental com a formação de microhabitats. As famílias de poliquetas que predominam nesse ambiente são Syllidae, Chrysopetalidae, Eunicidae e Hesionidae, que foram também exclusivas deste tipo de fundo. A partir dos hábitos tróficos das famílias de poliquetas é possível concluir que esse é um ambiente com animais carnívoros principalmente, mas com famílias que possuem hábitos variados e móveis;

Ambiente de lama – Corresponde aos fundos de Lama que possuem altos percentuais de poliquetas e os maiores percentuais de moluscos. Possuem densidade e diversidade semelhantes aos fundos de areia litorânea, embora seja um ambiente de baixa hidrodinâmica. Predominam famílias de poliqueta com hábito trófico de comedores de depósito. As principais famílias de poliquetas dessa região foram Spionidae, Capitellidae, Lumbrineridae;

Ambiente de areias litorâneas - Corresponde aos fundos de areias litorâneas, que são os ambientes mais rasos e de alta energia hidrodinâmica com sedimento composto quase que unicamente por grãos de quartzo, ou

seja, alta composição de sílica, onde os poliquetas alcançaram as maiores porcentagens e houve o predomínio da família Spionidae.

Espera-se que o vigente estudo seja ampliado, a fim de verificar a relação entre os parâmetros abióticos e outros grupos como os anfípodes, tanaidáceos e isópodes, que foram também abundantes, mas menos numerosos que os poliquetas, possuindo potencial para inferências ambientais rápidas.

O presente trabalho apresenta um levantamento relevante sobre a macrofauna na plataforma continental de Sergipe, e acredita-se que será útil para novas pesquisas ou como fonte de orientação para atividades na área.

CAPÍTULO IX

9.1 REFERÊNCIAS

ABSALÃO, R. S.; PIMENTA, A. D.; GOMES, R. S.; CECCHETTI, F. 1999. Associações malacológicas dos substratos inconsolidados na área de proteção ambiental do arquipélago de Santana, Macaé, Rio de Janeiro. **Ecologia Australis**, 7.

ALVES, O. F. S. et al. 2004. Geoecology of Sublittoral Benthic Communities in Todos os Santos Bay (Bahia, Brazil): Biotic and Sedimentological Diversity. **Journal of Coastal Research**, 39, 1152-1155

AMADO-FILHO, G.M. et al. 2008. Metals in organisms from Todos os Santos Bay. **Braz. J. Biol.**, 68, 95- 100.

AMADO-FILHO et al. 2010. Seaweed diversity associated with a Brazilian tropical rhodolith bed. **Cienc Mar**, 36, 371-391.

ANDERSON, M. J. 2008. Animal-sediment relationships re-visited: characterising species' distributions along a environmental gradient using canonical analysis and quantile regression splines. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 366:16-27.

BEATTIE, A. J.; OLIVER, I. 1994. Taxonomic minimalism. **Trends Ecol**, 9: 488-490 [CrossRef](#), [ISI](#).

BERTASI, F. et al. 2009. Comparing efficacy of different taxonomic resolutions and surrogates in detecting changes in soft bottom assemblages due to coastal defence structures Fabio Bertasi, Marina Antonia Colangelo *, Francesco Colosio, Gianni Gregorio, Marco Abbiati, Victor Ugo Ceccherelli. **Marine Pollution Bulletin**, 58, 686–694.

BEVILACQUA, S. et al. 2012. Taxonomic relatedness does not matter for species surrogacy in the assessment of community responses to environmental drivers. **Journal os Applied Ecology**, 49;(2, 357-366.

BIASI; BIANCHI; MORRI, 2003. Analysis of macrobenthic communities at different taxonomic levels: an example from an estuarine environment in the Ligurian Sea (NW Mediterranean). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 58, 99–106

BIRKETT, D.; MAGGS, C.; DRING, M. 1998. An overview of dynamic and sensitivity characteristics for conservation management of marine SACs. **Scottish Association for Marine Science** (UK Marine SACs Project), 1: 1–541, 2: 542.

BOERO, F.; BONSDORFF, E. 2007. A conceptual framework for marine biodiversity and ecosystem functioning. **Mar Ecol Evol Persp**, 28(1): 134-145.

BORZONE; C. A.; GUTSEIT, K. C.; SOARES, C. R. 1999. Sedimentos e macrofauna bentônica da zona de águas rasas da praia de Matinhos, paraná, brasil. **Atlântica, Rio grande**, 21: 43-58.

BRASIL. 1998. Ministério de Minas e Energia/Governo do Estado de Sergipe e Secretaria de Indústria, Comércio e Turismo. **Programa de levantamentos geológicos básicos do Brasil: Geologia e recursos minerais do Estado de Sergipe**, Brasília

COLEMAN, N., GASON, A. S. H.; POORE, G. C. B. (1997). High species richness in the shallow marine waters of south-east Australia. **Marine Ecology Progress**, 154, 17–26.

CONNELL, J. H.; SLAYTER, R. O. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **Am Nat.**, 111: 1119–1144. [Publisher Full Text](#)

COUTINHO, P. N. (coord.).1995-2000. Programa REVIZEE. **Oceanografia geológica da região nordeste**. MMA/SMA.

DAUER, D. M. 1983. Functional morphology and feeding behavior of *Scolecopsis squamata* (Polychaeta: Spionidae). **Marine Biology**, 77, 279–285.

DAUVIN, J. C.; RULLET, T. 2007. Polychaeta/amphipoda ration revisited. **Marine Pollution Bulletin**, 55: 215-224.

DAUVIN, J. C.; BELLAN, G.; SANTINI, D. 2010. Benthic indicators: From subjectivity to objectivity – Where the line? **Marine Pollution Bulletin**, 60: 947-953.

DEAN ; CONNELL 1987 Dean, R.L. and Connell, J.H. (1987) Marine invertebrates in an algal succession: III. Mechanisms linking habitat complexity with diversity. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 109, 249–274

DEGRAER, S. et al. 2007. Habitat suitability modelling as a mapping tool for macrobenthic communities: an example from the Belgian part of the North Sea. **Continental Shelf Research**, 28, 369e379.

De GRAVE, S., 1999. The influence of sedimentary heterogeneity on within maerl bed differences in infaunal crustacean community. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 49, 153-163.

DESROY, D. et al. 2002. Macrobenthic resources of the shallow soft-bottom sediment in the eastern English Channel and Southern North Sea. **Journal of Marine Science**, 60: 120-131.

DIAS, G.T.M. 2000. Granulados bioclásticos-algas calcárias. **Brazilian Journal of Geophysics**. 18(3): 307-318.

DOMINGUEZ 2009 DOMINGUEZ, J. M. L. 2009. A zona costeira do Brasil. Disponível em: <http://www.geologiamarinha.blogspot.com>. Acesso em 20 nov. 2016.

DOWNES et al. 1998. Habitat structure and regulation of local species diversity in a stony, upland stream. **Ecological Monographs**, 68:237–257

DUTERTRE et al 2013 The use of the relationships between environmental factors and benthic macrofaunal distribution in the establishment of a baseline for coastal management. **Journal of Marine Science**, 70: (2), 294-308,

ELLIS, J. et al. 2004. Effects of terrigenous sedimentation on mangrove physiology and associated macrobenthic communities. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, 270, 71–82.

ELLINGSEN K., 2001. Biodiversity of a continental shelf softsediment macrobenthos community. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 218, 1–15.

ELLINGSEN, K.; GRAY, J. S. 2002. Spatial patterns of benthic diversity: is there a latitudinal gradient along the Norwegian continental shelf? **Journal of Animal Ecology**. 71: 373-389.

FIGUEIREDO, M. A. de O.; SANTOS, M. K.; COSTA-PAIVA, E. M.; Paiva, P. C.; VENTURA, C. R. R. 2007. Experimental evaluation of rhodoliths as living substrata for infauna at the Abrolhos Bank, Brazil. **Ciencias Marinas**, 33, 427–440.

FOSTER, M. S. 2001. Mini-review: Rhodoliths, between rocks and soft places. **J Phycol**, 37: 659-657.

FOSTER, M. S. et al. 2007. Diversity and natural history of Lithothamnion muelleri-Sargassum horridum community in the Gulf of California. **Cienc Mar**, 33: 367-384.

FOUCHALD, K.; JUMARS, P. 1979. The diet of worms: a study of Polychaete feeding guilds. **Oceanogr Mar Biol Annu Ver**, 17:193-284.

GHERARDI, F. M., 2004. Community structure and carbonate production of a temperate rhodolith bank from Arvoredo Island, southern Brazil, **Brazilian Journal of Oceanography**, 52, 207–224.

GIANGRANDE, A.; LISSIANO, M. MUSCO, L.; 2005. Polychaeta as environmental indicators revisited. **Marine Pollution Bulletin**, 50: 1153-1162.

GIACOMINI, H.C. 2007. Os mecanismos de coexistência de espécies como vistos pela teoria ecológica. **Oecol. Bras.**, 11(4):521-543.

GOMES, A.S., PALMA, C.G.; SILVA, J.J.C. 2000. Causas e consequências do impacto ambiental da exploração dos recursos minerais marinhos. **Braz. J. Geophys**, 18: 447-454

GRAY, J. S. 1981. The ecology of marine sediments. An introduction to the structure and function of benthic communities. **Cambridge Studies in Modern Biology**. Cambridge University Press, p. 185.

GRAY, J. S.; ELLIOT, M. 2009. **Ecology of Marine Sediments** – From Science to Management, second ed. Oxford University Press, Oxford.

GREENWAY, M. 1995. Trophic relationships of macrofauna within a Jamaican seagrass meadow and the role of the Echinoid *Lytechinus variegatus* (Lamarck). **Bulletin of Marine Science**, 56, 719–736.

GUIMARÃES, C. R. P. 2010. Estrutura e dinâmica dos sedimentos superficiais e da fauna bêntica na plataforma continental de Sergipe. **Tese de doutorado**. Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia. 144p.

HEYLAND et al, 2005. Organic carbon content of sediments as an indicator of stress in the marine benthos. **Marine Ecology Progress Series**, 295, 91–103.

HINOJOSA-ARANGO, G.; RIOSMENA-RODRIGUEZ, R. 2004. Influence of Rhodolith-forming species and growth-form on Associated fauna of rhodolith beds in the Central-West Gulf of California – México. **Marine Ecology**, 25 (2), 109-127.

HOEY, G.; DEGRAER, S.; VINEX, M. 2004. Macrobenthic community structure of soft-bottom sediments at the Belgian Continental Shelf. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 59:599-613.

HUSTON, M. A. 1997. Hidden treatments in ecological experiments: reevaluating the ecosystem function of biodiversity. **Oecologia**, 110, 449–460

JACKSON, J. B. C. 2008. Ecological extinction and evolution in the brave new ocean. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 105, 11458-11465

JAYARAJ, K. A.; JAYALAKSHMI, K. V.; SARALADEVI, K. 2007. Influence of environmental properties on macrobenthos in the northwest Indian shelf. **Environ Monit Assess**, 127: 459-475.

JOYDAS, T. V.; DEMODARAN, R. 2009. Infaunal macrobenthos along the shelf waters of the west coast of India, Arabian Sea. **Indian Journal of Marine Sciences**, 38, 191–204.

KALANTZI, I. KARAKASSIS, I., 2006. Benthic impacts of fish farming: meta-analysis of community and geochemical data. **Marine Pollution Bulletin**, 52, 484–493.

KARAKASSIS, I.; ELEFThERIOU, A. 1997. The continental shelf of Crete: structure of macrobenthic communities. **Marine Ecology Progress Series**,

160: 185-196.

KOSTYLEV, V. E.; TOOD, B. J.; FADER, G. B. J.; COURTNEY, R. C.; CAMERON, G. D. M.; PICKRILL, R. A. 2001. Benthic habitat mapping on the Scotian Shelf based on multibeam bathymetry, surficial geology and sea floor photographs. **Mar Ecol. Prog. Ser.**, 219: 121-137.

LABRUNE, C. et al. 2008. Structure and diversity of shallow soft-bottom benthic macrofauna in the Gulf of Lions (NW Mediterranean). – **Helgoland Mar. Res.**, 62: 201 – 214.

LANA, P. C. et al. 1996. O bentos da costa brasileira: avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858-1996). Rio de Janeiro: **FEMAR**.

LENGYEL et al. 2008. A review and a framework for the integration of biodiversity monitoring at the habitat level. **Biodivers Conserv** 17:3341–3356.

LEVIN, L. A.; DAYTON, P. K. 2009. Ecological theory and continental margins: where shallow meets deep. **Trends in Ecology and Evolution**.

MANGANARO, A. et al. 2009. Filtration pressure by bivalves affects the trophic conditions in Mediterranean shallow ecosystems. **Chem Ecol**, 25:467–478

MARGIEROWSKI, R. H.; JOHNSON, C. R. 2006. Robustness of surrogates of biodiversity in marine communities. **Ecological applications**, 16 (6): 2264-2275.

MARTINEZ et al. 2007. Granulometría y composición mineralógica de los sedimentos arenosos de los sistemas de playa/dunas de la costa de Cantabria (NO de España) **VII Jornadas de Geomorfología Litoral Geo-Temas**, 14, 1576-5172.

McARTUR et al. 2010. On the use of abiotic surrogates to describe marine benthic biodiversity. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 88, 21-32

McCLAIN, C. R.; BARRY, J. P. 2010. Habitat heterogeneity, disturbance, and productivity work in concert to regulate biodiversity in deep submarine canyons. **Ecology**, 91, 964–976

MMA/CONAMA. 2006. **Resoluções do CONAMA: Resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e maio de 2006**. Brasília: MMA/CONAMA.

NASCIMENTO, A. A. 2011. Sedimentação Holocênica na Plataforma Continental de Sergipe, Nordeste do Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia.

NETTO, S.A., ATTRILL, M.J., WARWICK, R.M., 1999. The effect of a natural water-movement related disturbance on the structure of meiofauna and macrofauna communities in the intertidal sand flat of Rocas Atoll (NE, Brazil). **J. Sea Res.**, 42, 291–302.

OLSGARD, F.; SOMERFIELD, P. J. 2003. Surrogates in benthic investigations. Which taxonomic units. **Journal of aquatic ecosystems stress and recovery**, 7, 25-42.

PAIVA, P. C. 2006. **Filo Annelida. Classe Polychaeta**. Capítulo 7. In: LAVRADO, H. P.; IGNACIO, B. L. (Eds.). Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira. Rio de Janeiro: Museu Nacional. p. 261-298 (Série Livros n. 18).

PAIVA, A.C.G.; COELHO, P. A.; TORRES, M.F.A. 1993. Influência dos fatores abióticos sobre a macrofauna de substratos inconsolidados da zona entre-marés no canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. 2005. **Arquivos de Ciência do Mar**, Fortaleza, 38: 85-92.

PETERSON, C.H., 1992. Competition for food and its community-level implications. **Benthos Research**, Hokkaido, **42**: 1-11.

PIRES-VANNIN, A.M.S.; MUNIZ, P; DE LÉO, F.C. 2011. Benthic macrofauna structure in the northeast area of Todos os Santos Bay, Bahia State, Brasil: patterns of spatial and seasonal distribution. **Brazilian Journal of Oceanography**, 59 (1): 27-42.

PRATOLI, A.L. 2010. Variabilidade espacial do macrobentos em uma área de plataforma interna próxima à desembocadura da Baía de Paranaguá – Paraná – Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. 50p.

REX, M.A.C.T. et al. 1993. Global-scale latitudinal patterns of species diversity in the deep-sea benthos. **Nature**, London, **365**: 639-649.

SCIBERRAS, M. et al. 2009. Habitat structure and biological characteristics of a maerl bed off the northeastern coast of the Maltese Islands (central Mediterranean). **Marine Biodiversity**, 39(4), 1867–1616

SNELGROVE, P. V. R. 1998. The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. **Biodiversity and Conservation** 7, 1123-1132.

SNELGROVE, P. V. R.; BUTMAN, J. P. 1993. Hydrodynamic enhancement of larval settlement in the bivalve *Mulinia lateralis* (Say) and the polychaete *Capitella* sp. I in microdepositional environments. **J. exp. mar. Biol. Ecol.**, 168: 71–109.

SOARES-GOMES, A. 1997. Estrutura das Toxocenoses de moluscos bivalves na plataforma continental da região de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo, Brasil. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo. Instituto Oceanográfico. 143p.

SOARES-GOMES, A.; PIRES-VANIN, A. M. S. 2003. Padrões de abundância, riqueza e diversidade de moluscos bivalves na plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil: uma comparação metodológica. *Rev. Bras. Zool*, 20(4). Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acessado em 19 de julho de 2010.

STELLER, D. L. et al. 2003. Rhodolith bed diversity in the Gulf of California: the importance of rhodolith structure and consequences of disturbance. ***Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.***, 13 : S5–S20.

STELLER, D. L. et al. 2007. Effect of temperature on photosynthesis, growth and calcification rates of the free-living coralline alga *Lithophyllum margaritae*. ***Cienc Mar***, 33: 441-546.

STEVENS, T.; CONNOLLY, R. M. 2004. Testing the utility of abiotic surrogates for marine habitat mapping at scales relevant to management. ***Biological Conservation***, 119, 351-362.

STRICKLAND, J. D. H.; PARSONS, T. R. 1968. Practical handbook of seawater analysis. ***Fisheries Research Board of Canada***, 167.

TERLIZZI, A. et al. 2003. Taxonomic sufficiency and the increasing insufficiency of taxonomic expertise. ***Marine Pollution Bulletin***, 46: 556-561.

THISTLE, D.; SHERMAN, K. M. 1985. The nematode fauna of a deepsea site exposed to strong near-bottom currents. ***Deep-Sea Res***, 32:1077–1088.

THOMAS, F. 2007. Biological monitoring and tropical biodiversity in marine environments: a critique with recommendations and comments on the use of amphipods as bioindicators, ***Journal of Natural History***, 27:(4), 795-806.

TWES, J. et al. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. ***Journal of Biogeography***, 31, 79–92.

VAQUER-SUNYER, R.; DUARTE, C. M. 2008. Thresholds of hypoxia for marine biodiversity. ***Proc. Natl. Acad. Sci. USA***, 105:15452–57.

VANDERKLIFT, M. A.; WARD, T. J.; JACOBY, C. A. 1996; Effect of reducing taxonomic resolution on ordinations to detect pollution-induced gradients in macrobenthic infaunal assemblages. ***Mar Ecol Prog Ser***, 136:137–145.

WHITLATCH, R. B. 1981 Animal-sediment relationships in intertidal marine benthic habitats: Some determinants of deposit-feeding species diversity. ***Journal of Experimental Marine Biology and Ecology***, 53: (1), 31-45.

WIJSMAN, J.W.M.; HERMAN, P.M.J.; GOMOIU, M. T. 1999. Spatial distribution in Sediment characteristics and benthic activity on the northwestern Black Sea shelf. ***Marine Ecology Progress Series***, 181: 25-39.

WILSON, et al. 2004. Environmental tolerances of free-living coralline algae (maerl): implications for European marine conservation. **Biological Conservation**, 120, 283–293.