

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
CURSO DE BACHARELADO EM BIOLOGIA

ARIVANE DIANA COUTO MERÇÊS

ANÁLISE DA FAUNA BENTÔNICA DA PLATAFORMA DO RIO DOCE DEPOIS DO  
DESASTRE DE MARIANA-MG: EXPEDIÇÕES DE MONITORAMENTO 2015 E 2016

CRUZ DAS ALMAS – BA  
FEVEREIRO – 2019

ARIVANE DIANA COUTO MERÇÊS

ANÁLISE DA FAUNA BENTÔNICA DA PLATAFORMA DO RIO DOCE DEPOIS DO  
DESASTRE DE MARIANA-MG: EXPEDIÇÕES DE MONITORAMENTO 2015 E 2016

Trabalho de Conclusão de Curso homologado pelo Colegiado de Graduação de Bacharelado em Biologia do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), conferindo o título de Bacharel em Biologia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Leila de Lourdes Longo

CRUZ DAS ALMAS – BA

FEVEREIRO - 2019

ARIVANE DIANA COUTO MERÇÊS

ANÁLISE DA FAUNA BENTÔNICA DA PLATAFORMA DO RIO DOCE DEPOIS DO  
DESASTRE DE MARIANA-MG: EXPEDIÇÕES DE MONITORAMENTO 2015 E 2016

Trabalho de Conclusão de Curso homologado pelo Colegiado de Graduação  
de Bacharelado em Biologia do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e  
Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB),  
conferindo o título de Bacharel em Biologia.

Aprovado em: 12/02/2019

Banca Examinadora



---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Leila de Lourdes Longo  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)  
(Orientadora)



---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Sergio Schwarz Da Rocha  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)  
(Membro)



---

Prof<sup>ª</sup>. MSc. Mônica Arlinda Vasconcelos Ramos  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)  
(Membro)

CRUZ DAS ALMAS – BA  
FEVEREIRO – 2019

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, isto só foi possível devido ao apoio que recebi de diversas pessoas durante estes anos.

Aos meus pais, Ary Merçês e Vane Merçês pela dedicação, amor, educação, conselhos, compreensão e encorajamento durante todos esses anos. Ao meu irmão, Arivan Merçês pelo amor, risadas, compreensão e ajuda. O apoio de vocês foi essencial para a conclusão dessa aventura.

À minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Leila de Lourdes Longo, muito obrigada pela paciência, ensinamentos, apoio, sua orientação foi fundamental para meu crescimento e desenvolvimento deste trabalho.

À minha amiga de muitas batalhas no Laboratório, Dryele Lima, muito obrigada pela amizade e ajuda na execução das triagens e análises. Enfim, você foi de extrema importância neste trabalho.

À minha amiga de colégio Juliane Bczuska, agradeço por todos esses anos de muitas risadas, compreensão, e ajuda. À Grazielly Sampaio, agradeço pelo amor, carinho, paciência e palavras de apoio. Às amigas construídas durante esses anos na UFRB, em especial, a Adriele Nonato, Aline Ribeiro, Fernanda Ferreira e Larissa Dias; eu agradeço por todo companheirismo e apoio durante essa minha caminhada.

Gratidão aos professores do curso de Bacharelado em Biologia, que foram de fundamental importância tanto para a construção do meu conhecimento, quanto para meu desenvolvimento profissional e pessoal.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mapa da Plataforma do Rio Doce.....	15
<b>Figura 2</b> - Análise de classificação com índice de Similaridade Kulczynski utilizando a frequência relativa dos organismos ao longo do monitoramento.....	30
<b>Figura 3</b> - Análise de classificação com índice de Distância Euclidiana utilizando os dados da Granulometria.....	31
<b>Figura 4</b> - Análise de NMDS (Escalonamento multidimensional não-métrico) com dados dos Indivíduos, dados Granulométricos e de Profundidade.....	33
<b>Figura 5</b> - Mapa de ocorrência dos organismos na área da Expedição Vital de Oliveira.....	35
<b>Figura 6</b> - Mapa de ocorrência dos organismos na área da Expedição Antares.....	36
<b>Figura 7</b> - Mapa de ocorrência dos organismos na área da Expedição Soloncy Moura.....	37
<b>Figura 8</b> - Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anterior (SCRD) e posterior (Expedição Vital de Oliveira) ao desastre de Mariana/MG.....	44
<b>Figura 9</b> - Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anterior (SCRD) e posterior (Expedição Antares) ao desastre de Mariana/MG.....	45
<b>Figura 10</b> - Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anterior (SCRD) e posterior (Expedição Soloncy Moura) ao desastre de Mariana/MG.....	46

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Localização e data de coleta das amostras de substrato de fundo para análise de fauna coletadas na Expedição Vital de Oliveira - 27 a 29 de novembro de 2015.....	15
<b>Tabela 2</b> - Localização e data de coleta das amostras de substrato de fundo para análise de fauna coletadas na Expedição Antares - 16 a 18 de fevereiro de 2016.....	16
<b>Tabela 3</b> - Localização e data de coleta das amostras de substrato de fundo para análise de fauna coletadas na Expedição Soloncy Moura - 20 a 26 de abril de 2016.....	16
<b>Tabela 4</b> - Localização das amostras SCRD de substrato de fundo para análise de fauna coletadas de 30 de setembro a 18 de novembro de 2015.....	17
<b>Tabela 5</b> - Abundância (Abund.) e frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras da Expedição Vital de Oliveira.....	20
<b>Tabela 6</b> - Abundância (Abund.) e frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras da Expedição Antares.....	22
<b>Tabela 7</b> - Abundância (Abund.) e frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras da Expedição Soloncy Moura.....	24
<b>Tabela 8</b> - Riqueza S, Abundância, Dominância D, Diversidade de Shannon H e Equitabilidade J dos grandes grupos ao longo do monitoramento.....	27
<b>Tabela 9</b> - ): Abundância (Abund.) e frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras SCRD de antes do desastre de Mariana/MG.....	42

Merçês, Arivane Diana Couto, Bacharel em Biologia, Universidade Federal Do Recôncavo Da Bahia, fevereiro de 2019. Análise da Fauna Bentônica da Plataforma do Rio Doce Depois do Desastre de Mariana-Mg: Expedições de Monitoramento 2015 e 2016. Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Leila de Lourdes Longo

## RESUMO

O Vale do Rio Doce desemboca na Plataforma Continental localizada no litoral do Estado do Espírito Santo. Em 5 de novembro de 2015, ocorreu o rompimento da barragem de rejeitos operada pela mineradora Samarco no Município de Mariana, em Minas Gerais. Após o desastre, foi necessário a criação de um plano de monitoramento para avaliação dos impactos ambientais. Desde então, diversas expedições com navios oceanográficos da Marinha tem sido realizadas, como a Expedição Vital de Oliveira de 27 a 29 de novembro de 2015; Expedição Antares, de 16 a 18 de fevereiro de 2016 e a Expedição Soloncy Moura, de 20 a 26 de abril de 2016. O objetivo geral é caracterizar a fauna bentônica na Plataforma do Rio Doce ao longo do monitoramento dos três momentos de amostragens das expedições, depois da chegada dos rejeitos da barragem da Samarco no ambiente marinho. Em laboratório, as amostras foram passadas por peneiras de granulometria para separação da macrofauna. Os organismos foram mantidos em formol 10%, triados e identificados até os níveis taxonômicos possíveis e quantificados, com auxílio de microscópio estereoscópico e microscópio óptico. Foram coletadas 45 amostras e identificados 5.956 organismos (ou espécimes), sendo que os principais grupos foram: “concha da Classe Gastropoda”, o Filo Bryozoa, “valva da Classe Bivalvia”, Classe Scaphopoda e a Classe Bivalvia. A ocorrência dos grupos taxonômicos esteve associada aos diferentes teores granulométricos que compõem o substrato de fundo. A Classe Gastropoda teve ocorrência no sedimento arenoso e lamoso e uma menor ocorrência no sedimento cascalhoso, os indivíduos do Filo Bryozoa respondem à ocorrência de sedimento arenoso e com menor frequência no sedimento lamoso e cascalhoso. A “valva da Classe Bivalvia”, e as Classes Scaphopoda e Bivalvia ocorreram no sedimento arenoso, lamoso e com baixo teor no sedimento cascalhoso. Ao comparar a ocorrência dos organismos nas Expedições Vital de Oliveira, Antares e Soloncy Moura, foi constatado que as maiores frequências relativas da Classe Gastropoda foram registradas na Expedição Soloncy Moura, cinco meses após a chegada da lama. O Filo Bryozoa apresentou a maior frequência na Expedição Antares, três meses depois da contaminação. A valva da Classe Bivalvia apresentou a maior frequência relativa na Expedição Soloncy Moura, 5 meses após o desastre. A Classe Scaphopoda apresentou suas maiores frequências relativas na Expedição Soloncy Moura, cinco meses após a chegada da lama. A Classe Bivalvia exibiu a maior frequência relativa nas amostras da Expedição Vital de Oliveira, vinte e dois dias após a chegada dos rejeitos. Quando comparado a ocorrência dos organismos das amostras de antes e depois do desastre, foi observado que a maioria das amostras da Expedição Vital de Oliveira, Antares e Soloncy Moura tiveram algum tipo de alteração nas comunidades, com o aumento ou redução de alguns grupos, como por exemplo, a valva da Classe Bivalvia e a Classe Gastropoda, e com o desaparecimento de grupos importantes, como por exemplo, o Subfilo Crustacea, o tubo da Classe Polychaeta. Estes resultados contribuíram para a avaliação dos danos causados por esta contaminação marinha.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biota bentônica, Comunidades, Impactos ambientais.

Merçês, Arivane Diana Couto, Bacharel em Biologia, Universidade Federal Do Recôncavo Da Bahia, fevereiro de 2019. Analysis of the Benthic Fauna of the Rio Doce Continental Shelf After the Mariana-Mg Disaster: Monitoring Expeditions 2015 and 2016. Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Leila de Lourdes Longo

## ABSTRACT

The Rio Doce flows into the Continental Shelf located on the coast of the State of Espírito Santo. On November 5, 2015, a disaster occurred with the rupture of the tailings dam operated by the Samarco mining company in Mariana, a small city in the Central Region of Minas Gerais State. After the disaster, it was necessary to create a monitoring plan for environmental impact assessment. Since then, several expeditions with oceanographic ships of the Navy and Research Institutions have been carried out, such as the Vital Expedition of Oliveira from November 27 to 29, 2015; Antares Expedition from February 16 to 18, 2016 and the Soloncy Moura Expedition from April 20 to 26, 2016. The main goal was to characterize the benthic fauna and sediment bottom in the Rio Doce continental shelf, during the monitoring of the three sampling expeditions, after the arrival of the tailings from the Samarco dam in the marine environment. In the laboratory, the samples were passed through granulometry screens to separate the macrofauna. The organisms were kept in 10% formaldehyde, sorted, identified to the possible taxonomic levels and quantified using a stereoscopic microscope and optical microscope. The total number of organisms screened in the 45 samples was 5,956; the main groups were: "Gastropoda Class Shell", the Bryozoa Phylum, "Bivalvia Class Valve", Scaphopoda Class and Bivalvia Class. The occurrence of the taxonomic groups was associated to the different granulometric contents that make up the background substrate. The Class Gastropoda has occurrence in the sandy and muddy sediment, and a smaller occurrence in the gravel sediment was also registered; the individuals of the Phylum Bryozoa were associated to the occurrence of sandy sediment and less frequently in the muddy and gravel sediment. The "valve of Class Bivalvia", the Class Scaphopoda and Class Bivalvia occurred in the sandy and muddy sediment, and with low content in the gravel sediment. When comparing the occurrence of organisms in the Vital Expeditions of Oliveira, Antares and Soloncy Moura, it was verified that the highest relative frequencies of the Gastropoda Class were registered in the Soloncy Moura Expedition, five months after the arrival of the mud. Phylum Bryozoa presented the highest frequency in the Antares Expedition, three months after the contamination. The Bivalvia Class valve showed the highest relative frequency in the Soloncy Moura Expedition, 5 months after the disaster. The Scaphopoda Class presented its highest relative frequencies in the Soloncy Moura Expedition five months after the arrival of the sludge. The Bivalvia Class exhibited the highest relative frequency in the samples from the Vital Expedition of Oliveira, twenty-two days after the arrival of the tailings. When comparing the occurrence of organisms from pre-and post-disaster samples, it was observed that most of the samples from the Vital Expedition of Oliveira, Antares and Soloncy Moura had some type of alteration in the communities, with the increase or reduction of some groups, such as for example, the Bivalvia Class valve and the Gastropoda Class, and the disappearance of important groups such as the Subfilo Crustacea, the Polychaeta Class tube. These results contributed to the environment damage evaluation caused by this important marine contamination.

**Key-words:** Benthic Biota, Communities Structures, Environmental Impacts.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	13
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	13
<b>2.2 Objetivos específicos:</b> .....	13
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
<b>3.1 Área de estudo</b> .....	13
<b>3.2 Coletas e procedimentos</b> .....	15
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	47
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	52
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	53

## 1. INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Doce possui uma área de drenagem de 83.400 Km<sup>2</sup>, onde 86% está localizada em Minas Gerais e 14% no Estado do Espírito Santo (CUPOLILLO, 2008). Suas nascentes estão em um dos contrafortes da Serra do Espinhaço, no município de Ressaquinha, e em Minas Gerais seus principais afluentes pela margem direita são os rios Chopotó, Casca, Matipó, Cuieté e Manhuaçu, enquanto pela margem esquerda são os rios Piracicaba, Santo Antônio, Corrente Grande e Suaçuí Grande (CETEC, 1983). A drenagem do Rio Doce está localizada no bioma Mata Atlântica, o qual possui atualmente menos de 8% de sua área original (CONSERVATION INTERNATIONAL, 2000).

O Vale do Rio Doce no Estado de Minas Gerais é uma das regiões mais degradadas pela erosão hídrica, pois esta região foi submetida à diversas ações antrópicas, tais como: desmatamento da floresta nativa, uso indiscriminado do fogo e manejo incorreto das pastagens, os quais associados à ocorrência de chuvas erosivas concentradas resultou na degradação do solo, incluindo as áreas de recarga do lençol freático (SILVA et al., 2011). Essas intervenções humanas são um dos principais responsáveis pela perda da capacidade produtiva dos solos e pela modificação da qualidade e quantidade da água em sub-bacias, decorrentes da erosão hídrica (HERNANI et al., 2002).

A plataforma do Rio Doce tem cerca de 50 km de extensão e é uma região de relevo plano onde os depósitos em sua maioria, são associados à sedimentação fina, indicando a grande contribuição continental (BOURGUIGNON, 2013; BASTOS et al., 2015). As áreas que são habitats de fundo lamoso são regiões conhecidas pela ocorrência de espécies de camarões e da sua intensa pesca (PINHEIRO E MARTINS, 2009). Na região ao sul da desembocadura do Rio Doce, o limitado aporte sedimentar possibilitou a ampla colonização de bentos, especialmente de algas calcárias que constituem os bancos de rodólitos, os quais apresentam uma rica fauna associada, atraindo muitos peixes e sendo considerado um habitat muito importante pela biodiversidade e sua relevância para a economia (BOURGUIGNON, 2013).

Segundo Barros et al. (2012), habitats bentônicos apresentam uma grande diversidade de vida e resultam em sítios que servem de habitat para muitas espécies incluindo do Filo Mollusca e do Subfilo Crustacea que são de interesse comercial. E desempenham importantes papéis ecológicos, sendo muitos itens alimentares de peixes

demersais, que vivem sobre a superfície dos sedimentos. Diversos organismos bentônicos são filtradores atuando na manutenção da qualidade da água. Outros possuem um papel significativo na ciclagem de nutrientes, pois podem consumir matéria orgânica, fito ou zooplâncton, servindo de recurso alimentar para consumidores de níveis superiores da cadeia trófica (BARROS et al., 2012).

Os macroinvertebrados bentônicos são um grupo de organismos aquáticos com tamanhos acima de 0,5mm e que possuem uma relação direta com o fundo (FRANKLIN JR et al., 2005). Os macroinvertebrados bentônicos incluem a maioria dos invertebrados, especialmente o filo Annelida (classe Polychaeta) e filo Mollusca. Para a plataforma continental do estado do Espírito Santo, são poucos os estudos sobre organismos bentônicos, ressaltando-se alguns trabalhos clássicos como Amaral e Nonato (1984) e Morgado e Amaral (1989), que registraram a ocorrência de diversas espécies da Classe Polychaeta e Pimpão (2004), que discutiu a ocorrência de Mollusca em diferentes regiões da plataforma continental do Brasil, incluindo o Estado do Espírito Santo.

Os macroinvertebrados bentônicos são importantes na estrutura e na atividade dos ecossistemas aquáticos e a sua distribuição se deve pela influência do sedimento, profundidade, vegetação, natureza química do substrato, competição entre as espécies e o quanto as fontes alimentares estão disponíveis (QUEIROZ et al., 2000).

Alterações na composição ou na abundância de espécies bentônicas podem ser consequência de alterações antrópicas no meio ambiente (BORJA et al., 2008; GRAY et al., 2009). Desse modo, comunidades bentônicas são bastante utilizadas como indicadoras da qualidade ambiental, sendo normalmente usadas junto com a determinação de contaminantes em diferentes matrizes (sedimentos, material em suspensão) e em testes ecotoxicológicos (CHAPMAN et al., 2002; DAFFORN et al., 2012).

Os indivíduos da Classe Polychaeta normalmente vivem inertes no sedimento ou relacionados a superfícies duras e essa imobilidade expõe esses organismos a qualquer material tóxico no ambiente em que vivem, assim, qualquer mudança a longo prazo no bem-estar dos bentos devem ser refletidas na comunidade de poliquetas (PAPAGEORGIOU et al., 2006). E algumas espécies são extremamente resistentes à degradação gerada por poluentes, sendo que, quanto maior for seu predomínio associado a uma redução na abundância das outras espécies pode ser considerada um indício de condições de poluição (PAIVA, 2006).

Segundo Gomes et al. (2000), a atividade de mineração podem causar diversos impactos nos ecossistemas marinhos, podendo prejudicar a pesca, turismo e ainda

comprometer a saúde pública. Estes autores ressaltam que na mineração de áreas continentais, além da extração do mineral, são também produzidos rejeitos originados de túneis e galerias que são construídos para ajudar no acesso às jazidas e esses rejeitos podem ser armazenados em áreas continentais, causando modificações na paisagem costeira ou serem despejados no mar. Como consequência, ocorre o, aumento a turbidez da água, que afeta a produtividade primária local, promovendo a liberação de nutrientes, que causam a eutrofização e, além da introdução de substâncias tóxicas, que, quando integrado à biota, modificam o crescimento, a taxa de reprodução e a sobrevivência das espécies (GOMES et al., 2000).

No dia 5 de novembro de 2015 ocorreu o rompimento da barragem de rejeitos operada pela mineradora Samarco no Município de Mariana, região Central de Minas Gerais, causando uma enxurrada de lama e rejeitos de mineração que provocou graves danos ambientais a toda a Bacia do Rio Doce e que se espalhou por uma ampla área da plataforma continental. Como consequência, a lama causou danos a flora, áreas de conservação, a morte de toneladas de peixes, ameaçando a extinção de algumas espécies (LOPES et al., 2016). A barragem de Fundão tinha em torno de 50 milhões de m<sup>3</sup> de rejeitos de mineração de ferro, sendo que 34 milhões de m<sup>3</sup> foram lançados após o rompimento da barragem, enquanto os demais 16 milhões foram se alastrando, pouco a pouco, em direção ao mar, atingindo 663,2 km de corpos hídricos impactados (IBAMA, 2015; LOPES et al., 2016).

De acordo com o órgão ambiental, a enxurrada de lama se alastrou e provocou a inundação de vários municípios mineiros causando a morte de 18 pessoas; a mortandade da biodiversidade aquática de peixes e crustáceos; alterações físico-químicas que impactaram toda a cadeia trófica, que envolve a comunidade planctônica, invertebrados e vertebrados aquáticos, que dependem de forma direta e indiretamente das águas do Rio Doce. Esse foi classificado como o maior desastre ambiental da história do Brasil até o ano de 2015 (IBAMA, 2015).

Após o rompimento, foi necessária a criação de um plano de monitoramento para avaliação dos impactos ambientais causados pela dispersão e deposição do sedimento contaminado na área atingida. Para tanto, foi estabelecida uma Ação Institucional da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) em apoio aos órgãos públicos, como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo (IEMA), no

planejamento de amostragens e análises de dados do monitoramento. Desde então, diversas expedições com navios oceanográficos da Marinha e de Instituições de Pesquisas tem sido realizadas como a Expedição Vital de Oliveira, realizada de 27 a 29 de novembro de 2015; Antares, realizada em 16 a 18 de fevereiro de 2016 e Soloncy Moura, realizada de 20 a 26 de abril de 2016.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Caracterizar a fauna bentônica na Plataforma do Rio Doce ao longo do monitoramento dos três períodos de amostragens das expedições Vital de Oliveira, Antares e Soloncy Moura, depois da chegada dos rejeitos da barragem da Samarco no ambiente marinho.

### **2.2 Objetivos específicos:**

- Identificar e quantificar os táxons da fauna bentônica na área de estudo ao longo do monitoramento depois da chegada dos rejeitos;
- Descrever a estrutura da comunidade faunística ao longo do monitoramento, quanto à sua riqueza, diversidade e dominância nas unidades amostrais;
- Descrever a interferência da granulometria do sedimento de fundo na distribuição dos organismos no tempo de amostragem;
- Comparar a ocorrência e quantificar as espécies da fauna bentônica na área de estudo ao longo do monitoramento antes e depois da chegada dos rejeitos;
- Gerar um mapa de distribuição das espécies na área de estudo ao longo do monitoramento.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Área de estudo**

O Rio Doce desemboca na Plataforma Continental em frente ao Estado do Espírito Santo e esta Plataforma se caracteriza em três regiões: a plataforma de Abrolhos, a

plataforma do Rio Doce e a plataforma de Paleovales (BASTOS et al., 2015). Segundo estes autores, a plataforma do Rio Doce apresenta uma morfologia com várias irregularidades na sua extensão, com um estreitamento, onde atinge aproximadamente 50 km próximo à desembocadura, ao sul da desembocadura, apresenta uma sua extensão mínima em frente a Santa Cruz, apresentando 40 km e ao norte, no Banco de Abrolhos é caracterizada por ser mais larga, com até 240 km de largura, o alargamento está associado ao Complexo vulcânico de Abrolhos, formado durante o Paleogeno (SOBREIRA & FRANÇA, 2006).

A plataforma continental leste brasileira é quase que totalmente recoberta de sedimentos carbonáticos de origem marinha indicando a pequena interferência dos aportes continentais e o impacto da Corrente do Brasil (MILLIMAN, 1975). Os ventos alísios influenciam as áreas costeiras do Brasil, tanto na região do sudeste, como na região do nordeste que também geram correntes oceânicas (MAIDA & FERREIRA, 1997).

A Corrente do Brasil flui no sentido norte-sul transportando a Água Tropical (oligotrófica) ao longo do ano e o banco recifal dos Abrolhos está submetido a essas condições climáticas (MAIDA & FERREIRA, 1997; LEÃO et al., 2003). Segundo Dominguez (2004), a costa leste brasileira recebe uma quantidade de sedimentos por causa do clima úmido e pela presença de grandes rios que drenam uma área montanhosa.



**FIGURA 1:** Mapa da Plataforma do Rio Doce.

### 3.2 Coletas e procedimentos

O material analisado neste estudo foi obtido nas Expedições: 1- Vital de Oliveira (12 amostras); 2- Antares, (14 amostras); e 3- Soloncy Moura (19 amostras). Todas as amostras foram coletadas na plataforma do Rio Doce, com profundidades entre 10 a 100 metros, e em diferentes coordenadas geográficas.

As informações sobre estas amostras, como coordenadas geográficas, e data de coleta, estão apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3. As amostras anteriores ao desastre que foram comparadas estão representadas na Tabela 4.

**Tabela 1:** Localização e data de coleta das amostras de substrato de fundo para análise de fauna coletadas na Expedição Vital de Oliveira - 27 a 29 de novembro de 2015.

Nome das Amostras	Data	Longitude (W)	Latitude (S)
D01B05	27/nov	-39,797695	-19,648194
D2B1	27/nov	-39,768218	-19,685815
D2B2	27/nov	-39,768218	-19,685815
D3B2	28/nov	-39,7355	-19,714667
D4B21	28/nov	-39,65667	-19,77167
D5B2	27/nov	-39,628269	-19,803564
D6B1	27/nov	-39,59333	-19,82333
D9B3	28/nov	-39,71368	-19,676323
D13B05	28/nov	-39,783174	-19,728866
D17B	28/nov	-39,7355	-19,714667
D18B05	29/nov	-19,67366	-39,8435
D19B05	29/nov	-19,64245	-39,744255

**Tabela 2:** Localização e data de coleta das amostras de substrato de fundo para análise de fauna coletadas na Expedição Antares - 16 a 18 de fevereiro de 2016.

Nome das Amostras	Data	Longitude	Latitude
ANTD-S30	16/02/2016	39°53.3337'O	19°50.5510'S
ANTD-S20	16/02/2016	39°50.3343'O	19°44.3198'S
ANTD 03	16/02/2016	39°44.2814'O	19°43.3419'S
ANTD 02	16/02/2016	39°46.2687'O	19°41.3840'S
ANTD-N20	16/02/2016	39°44.6202'O	19°38.4607'S
ANTD 04	17/02/2016	39°39.5780'O	19°48.9236'S
ANTD-N30	17/02/2016	39°42.1596'O	19°38.2305'S
ANTD-N13	17/02/2016	39°42.1596'O	19°38.2305'S
ANTD-S5	18/02/2016	39°49.4519'O	19°42.1630'S

ANTD-S13	18/02/2016	39°57.1377'O	19°45.7729'S
ANT-CA01	18/02/2016	40°06.4003'O	19°58.5660'S
ANT-CA02	18/02/2016	40°02.8360'O	19°58.2668'S
ANT-CA03	18/02/2016	39°55.0548'O	19°58.2964'S
ANT-CA04	18/02/2016	39°46.8378'O	19°56.1334'S

**Tabela 3:** Localização e data de coleta das amostras de substrato de fundo para análise de fauna coletadas na Expedição Soloncy Moura - 20 a 26 de abril de 2016.

Nome das Amostras	Data	X_UTM	Y_UTM
SD1	24/04/2016	417558,93	7826708,2
SD2	24/04/2016	419392,77	7823040
SD3	24/04/2016	422769,19	7819937,9
SD4	25/04/2016	428467,99	7815169,3
SDN20	24/04/2016	423532,9	7829898
SDN30	24/04/2016	427721,54	7832036,4
SDS20	25/04/2016	411879,38	7816813,2
SDS30	25/04/2016	407209,38	7805922,2
SDN13	23/04/2016	428269,41	7842923,5
SDS13	25/04/2016	399458,98	7814269,4
DEG1	23/04/2016	429406	7864891
DEG2	23/04/2016	451969	7856730
BN2	20/04/2016	435970,38	7903773,9
CA1	26/04/2016	384043,46	7790616,1
CA2	26/04/2016	390338,14	7791253
CA3	26/04/2016	404235,3	7791153
ITA1	22/04/2016	430449,83	7964547,6
ITA2	22/04/2016	463553,06	7956840,2
GUA1	-	355157,53	7723667,5

**Tabela 4:** Localização das amostras SCRD de substrato de fundo para análise de fauna coletadas de 30 de setembro a 18 de novembro de 2015.

Ponto	Data	X_UTM	Y_UTM
LG-SCRD-SP495	30/09/2015	392391	7793740
LG-SCRD-SP497	18/12/2015	398531	7792804
LG-SCRD-SP514	23/11/2015	407267	7806932
LG-SCRD-SP522	-	408685	7813704
LG-SCRD-SP529	01/10/2015	414151	7821397
LG-SCRD-SP530	01/10/2015	416685	7820072

LG-SCRD-SP532	13/11/2015	419894	7818394
LG-SCRD-SP533	-	423608	7816452
LG-SCRD-SP538	13/11/2015	420665	7828012
LG-SCRD-SP539	13/11/2015	422352	7827226
LG-SCRD-SP540	-	424634	7826161
LG-SCRD-SP579	-	429289	7861703

As amostras foram coletadas utilizando um pegador van Veen de 2 litros e identificadas, por meio de etiquetas, com o código do local de coleta, data, profundidade, número sequencial correspondente, observação sobre local/condição de coleta, código da expedição (coletor), seguindo o padrão estabelecido para o Banco de Dados do Laboratório de Oceanografia Geológica da UFES (LABOGEO). Para cada pegada, um litro do sedimento foi acondicionado em saco plástico com formol diluído a 10%.

As amostras foram transportadas para o Laboratório de Bioecologia de Crustáceos, no Setor de Ciências Biológicas do CCAAB da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, na cidade de Cruz das Almas, BA. Em laboratório, as amostras de sedimento foram passadas por peneiras de granulometria com malha de 2 mm, 1mm e 0,5 mm para a separação da macrobiota. Os organismos foram triados, com auxílio de um microscópio estereoscópico Olympus SZ2-ILST e microscópio óptico Nikon Eclipse E100, e mantidos em formol 10%. Estes organismos foram identificados até os níveis taxonômicos de Filo e Classe, com auxílio do livro de Zoologia dos Invertebrados, Ruppert et al. (2005). Para identificação de níveis taxonômicos básicos o material foi enviado a especialistas.

A partir dos dados obtidos foi descrita a estrutura da comunidade a partir dos descritores: abundância e frequência relativa dos táxons, riqueza S da comunidade, diversidade de Shannon-Wiener, Dominância de Simpson e Equitatividade J, utilizando o programa Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis (PAST – Hammer et al., 2001). A frequência relativa é o número de indivíduos por volume de amostra, foi utilizada devido à variação dos volumes de cada amostra.

A ocorrência dos organismos cada amostra foi relacionada às informações sobre granulometria (dados gerados no LABOGEO-UFES). O grau de similaridade entre os pontos amostrais foi avaliado por meio de análises de classificação, utilizando-se o índice de Distância Euclidiana para dados de granulometria e o índice de Kulczynski para os dados de frequência relativa dos táxons. Uma análise de ordenação, de NMDS (Escalonamento multidimensional não-métrico), foi realizada para avaliar a importância

dos dados abióticos (profundidade e granulometria) na distribuição dos organismos de cada uma das expedições.

Para comparar a ocorrência e quantificar os táxons da fauna bentônica na área de estudo ao longo do monitoramento antes e depois da chegada dos rejeitos, foram considerados os dados de biodiversidade de fauna bentônica coletadas no período de 30 de setembro a 18 de dezembro de 2015 e foram apresentadas na Tabela 4 (dados fornecidos por Dryele Lima Santos – LABEC/UFRB) e depois do desastre foram apresentadas na Tabela 1, 2 e 3.

#### **4 RESULTADOS**

Os grupos taxonômicos identificados ao longo do monitoramento estão apresentados na Tabela 5, 6 e 7.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 5, para as 45 amostras analisadas ao longo do monitoramento, o total de indivíduos foi de 5.956, sendo que os grupos mais abundantes foram a concha da Classe Gastropoda ( $n = 2.176$ ), seguida do Filo Bryozoa ( $n = 1.442$ ), valva da Classe Bivalvia ( $n = 1.340$ ) e concha da Classe Scaphopoda ( $n = 523$ ). Por outro lado, os grupos menos abundantes foram a Classe Bivalvia ( $n = 189$ ), a Classe Polychaeta ( $n = 111$ ), o Subfilo Crustacea ( $n = 52$ ), o Tubo da Classe Polychaeta ( $n = 50$ ), a Classe Oligochaeta ( $n = 43$ ) e o Filo Cnidaria ( $n = 30$ ).

Os maiores valores de frequência relativa das amostras da Expedição Vital de Oliveira (inds/vol - Tabela 5) foram observados para a concha da Classe Gastropoda, seguido da valva da Classe Bivalvia, e Classe Bivalvia.

Os maiores valores de frequência relativa das amostras da Expedição Antares (inds/vol - Tabela 6) foram observados para o Filo Bryozoa, concha da Classe Gastropoda, seguido da valva da Classe Bivalvia, e concha da Classe Scaphopoda.

Os maiores valores de frequência relativa das amostras da Expedição Soloncy Moura (inds/vol - Tabela 7) foram observados para a concha da Classe Gastropoda, seguido da valva da Classe Bivalvia, concha da Classe Scaphopoda, e Classe Polychaeta.

**Tabela 5:** Abundância (Abund.) e frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras da Expedição Vital de Oliveira.

Ponto	D01 B05		D2 B1		D2 B2		D3 B2		D4 B2		D5 B2		D6 B1		D9 B3		D13 B05	
Prof.	10		20		20		30		40		50		100		32		29	
Vol. Total (ml)	3		50		2		50		0,5		50		1,7		50		10	
	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR
<b>Filo Cnidaria</b>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,06	0	0,00	2	0,04	0	0,00	1	0,02	0	0,00
<b>Filo Mollusca</b>																		
Classe Gastropoda (Conchas)	1	0,33	4	0,08	5	2,50	32	0,64	1	2,00	19	0,38	3	1,76	5	0,10	6	0,60
Classe Bivalvia	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,04	1	2,00	1	0,02	0	0,00	1	0,02	0	0,00
Classe Bivalvia (Valva)	1	0,33	4	0,08	0	0,00	21	0,42	1	2,00	8	0,16	0	0,00	9	0,18	9	0,90
Classe Scaphopoda	0	0,00	2	0,04	0	0,00	9	0,18	0	0,00	1	0,02	1	0,59	1	0,02	3	0,30
<b>Filo Annelida</b>																		
Classe Polychaeta	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	2,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Classe Polychaeta (Tubo)	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	2,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,10
Classe Oligochaeta	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,02	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	0,30
<b>Filo Arthropoda</b>																		
Subfilo Crustacea	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,02	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,10
<b>Filo Bryozoa</b>	0	0,00	14	0,28	0	0,00	74	1,48	0	0,00	32	0,64	0	0,00	13	0,26	10	1,00

**Tabela 5 (cont):** Abundância (Abund.) e frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras da Expedição Vital de Oliveira.

Ponto	D17 B		D18 B05		D19 B05	
Prof.	30		29		20	
Vol. Total (ml)	4		0,5		3	
	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR
<b>Filo Cnidaria</b>	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Filo Mollusca</b>						
Classe Gastropoda (Conchas)	1	0,25	0	0,00	3	1,00
Classe Bivalvia	0	0,00	1	2,00	0	0,00
Classe Bivalvia (Valva)	5	1,25	0	0,00	9	3,00
Classe Scaphopoda	0	0,00	0	0,00	4	1,33
<b>Filo Annelida</b>						
Classe Polychaeta	5	1,25	0	0,00	0	0,00
Classe Polychaeta (Tubo)	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Classe Oligochaeta	1	0,25	1	2,00	0	0,00
<b>Filo Arthropoda</b>						
Subfilo Crustacea	2	0,50	0	0,00	2	0,67
<b>Filo Bryozoa</b>	0	0,00	0	0,00	0	0,00

**Tabela 6:** Abundância (Abund.) e frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras da Expedição Antares.

Ponto	ANTD2		ANTD3		ANTD04		ANTDCA01		ANTDCA02		ANTDCA03		ANTDCA04		ANTDN13		ANTDN20	
Prof.	21		33		40		22		36		48		48		18		19	
Vol. Total (ml)	8		50		50		50		50		50		50		3,50		11	
	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR
<b>Filo Cnidaria</b>	0	0,00	1	0,02	23	0,46	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Filo Mollusca</b>																		
Classe Gastropoda (Conchas)	0	0,00	28	0,56	74	1,48	409	8,18	96	1,92	239	4,78	78	1,56	7	2,00	21	1,91
Classe Bivalvia	1	0,13	1	0,02	5	0,10	8	0,16	6	0,12	89	1,78	22	0,44	1	0,29	0	0,00
Classe Bivalvia (Valva)	0	0,00	6	0,12	22	0,44	120	2,40	55	1,10	50	1,00	0	0,00	9	2,57	18	1,64
Classe Scaphopoda	0	0,00	20	0,40	17	0,34	45	0,90	72	1,44	0	0,00	0	0,00	10	2,86	2	0,18
<b>Filo Annelida</b>																		
Classe Polychaeta	0	0,00	0	0,00	5	0,10	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,02	4	1,14	5	0,45
Classe Polychaeta (Tubo)	0	0,00	1	0,02	4	0,08	0	0,00	1	0,02	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	0,36
Classe Oligochaeta	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Filo Arthropoda</b>																		
Subfilo Crustacea	2	0,25	0	0,00	2	0,04	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,04	0	0,00	10	0,91
<b>Filo Bryozoa</b>	3	0,38	16	0,32	739	14,78	0	0,00	54	1,08	2	0,04	0	0,00	0	0,00	0	0,00

**Tabela 6 (cont):** Abundância (Abund.) e frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras da Expedição Antares.

Ponto	ANTDN30	ANTDS5	ANTDS13	ANTDS20	ANTDS30	
Prof.	27	15	20	20	28	
Vol. Total (ml)	50	1	50	2	50	
	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR
<b>Filo Cnidaria</b>	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Filo Mollusca</b>						
Classe Gastropoda (Conchas)	0	0,00	0	0,00	6	0,12
Classe Bivalvia	6	0,12	0	0,00	0	0,00
Classe Bivalvia (Valva)	0	0,00	0	0,00	4	0,08
Classe Scaphopoda	1	0,02	0	0,00	2	0,04
<b>Filo Annelida</b>						
Classe Polychaeta	6	0,12	0	0,00	0	0,00
Classe Polychaeta (Tubo)	0	0,00	1	1,00	0	0,00
Classe Oligochaeta	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Filo Arthropoda</b>						
Subfilo Crustacea	17	0,34	0	0,00	0	0,00
<b>Filo Bryozoa</b>	22	0,44	0	0,00	2	0,04

**Tabela 7:** Abundância (Abund.) e frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras da Expedição Soloncy Moura.

Ponto	SD1	SD2	SD3	SD4	SDN20	SDN30	SDS20	SDS30	SDN13									
Prof.	-	21	34	40	21	27	21	32	19									
Vol. Total (ml)	1	1,2	50	50	25	50	1	50	6,1									
	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR	Abund.	FR		
<b>Filo Cnidaria</b>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00		
<b>Filo Mollusca</b>																		
Classe Gastropoda (Conchas)	0	0,00	0	0,00	42	0,84	15	0,30	101	4,04	12	0,24	2	2,00	19	0,38	10	1,64
Classe Bivalvia	0	0,00	0	0,00	5	0,10	0	0,00	10	0,40	8	0,16	0	0,00	1	0,02	0	0,00
Classe Bivalvia (Valva)	0	0,00	0	0,00	38	0,76	5	0,10	128	5,12	40	0,80	0	0,00	21	0,42	5	0,82
Classe Scaphopoda	0	0,00	0	0,00	16	0,32	0	0,00	86	3,44	19	0,38	0	0,00	5	0,10	15	2,46
<b>Filo Annelida</b>																		
Classe Polychaeta	10	###	0	0,00	7	0,14	1	0,02	3	0,12	5	0,10	1	1,00	2	0,04	8	1,31
Classe Polychaeta (Tubo)	0	0,00	0	0,00	2	0,04	0	0,00	2	0,08	2	0,04	0	0,00	2	0,04	0	0,00
Classe Oligochaeta	0	0,00	1	0,83	14	0,28	0	0,00	3	0,12	3	0,06	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Filo Arthropoda</b>																		
Subfilo Crustacea	1	1,00	0	0,00	1	0,02	0	0,00	1	0,04	0	0,00	1	1,00	1	0,02	0	0,00
<b>Filo Bryozoa</b>	0	0,00	0	0,00	3	0,06	11	0,22	0	0,00	3	0,06	1	1,00	19	0,38	0	0,00

**Tabela 7 (cont):** Abundância (Abund.) e frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras da Expedição Soloncy Moura.

Ponto	SDS13		DEG1		DEG2		BN2		CA1		CA2		CA3		ITA1		ITA2	
Prof.	20		12		31		23		22		36		46		12		29	
Vol. Total (ml)	15		38		5,1		50		50		50		50		50		50	
	Abund.	FR																
<b>Filo Cnidaria</b>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Filo Mollusca</b>																		
Classe Gastropoda (Conchas)	1	0,07	72	1,89	28	5,49	515	####	75	1,50	16	0,32	69	1,38	14	0,28	79	1,58
Classe Bivalvia	2	0,13	2	0,05	3	0,59	4	0,08	0	0,00	1	0,02	4	0,08	0	0,00	4	0,08
Classe Bivalvia (Valva)	5	0,33	85	2,24	52	####	101	2,02	298	5,96	78	1,56	49	0,98	15	0,30	62	1,24
Classe Scaphopoda	3	0,20	10	0,26	68	####	72	1,44	23	0,46	8	0,16	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<b>Filo Annelida</b>																		
Classe Polychaeta	0	0,00	22	0,58	3	0,59	11	0,22	1	0,02	2	0,04	3	0,06	0	0,00	4	0,08
Classe Polychaeta (Tubo)	0	0,00	0	0,00	0	0,00	15	0,30	0	0,00	8	0,16	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Classe Oligochaeta	0	0,00	4	0,11	0	0,00	1	0,02	0	0,00	6	0,12	0	0,00	0	0,00	4	0,08
<b>Filo Arthropoda</b>																		
Subfilo Crustacea	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,02	0	0,00	0	0,00	4	0,08	0	0,00	1	0,02
<b>Filo Bryozoa</b>	1	0,07	0	0,00	0	0,00	20	0,40	0	0,00	7	0,14	57	1,14	0	0,00	17	0,34

**Tabela 7 (cont):** Abundância (Abund.) e frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras da Expedição Soloncy Moura.

Ponto	GUA1	
Prof.	-	
Vol. Total (ml)	50	
	Abund.	FR
<b>Filo Cnidaria</b>	0	0,00
<b>Filo Mollusca</b>		
Classe Gastropoda (Conchas)	49	0,98
Classe Bivalvia	0	0,00
Classe Bivalvia (Valva)	1	0,02
Classe Scaphopoda	4	0,08
<b>Filo Annelida</b>		
Classe Polychaeta	0	0,00
Classe Polychaeta (Tubo)	0	0,00
Classe Oligochaeta	0	0,00
<b>Filo Arthropoda</b>		
Subfilo Crustacea	0	0,00
<b>Filo Bryozoa</b>	0	0,00

Os maiores valores de Diversidade de Shannon ( $H'$ ) (Tabela 8) foram registrados em 38 das 45 amostras das três Expedições, com baixa dominância, e alta equitabilidade; estas amostras foram caracterizadas por sedimento lamoso, arenoso e baixo teor de sedimento cascalhoso, suas profundidades variaram de 12 a 50 metros e os principais grupos taxonômicos identificados foram a concha da Classe Gastropoda, valva da Classe Bivalvia, o Filo Bryozoa e a Classe Scaphopoda. Os menores valores de diversidade foram encontrados em 4 amostras das 3 Expedições e apresentaram uma alta dominância em relação as amostras anteriores e, portanto, baixa equitabilidade; estas amostras foram coletadas também nas três Expedições, foram caracterizadas por fundo de sedimento lamoso e arenoso, ocorreram nas profundidades de 28 a 100 metros, e os principais grupos taxonômicos registrados foram o Filo Bryozoa e a concha da Classe Gastropoda.

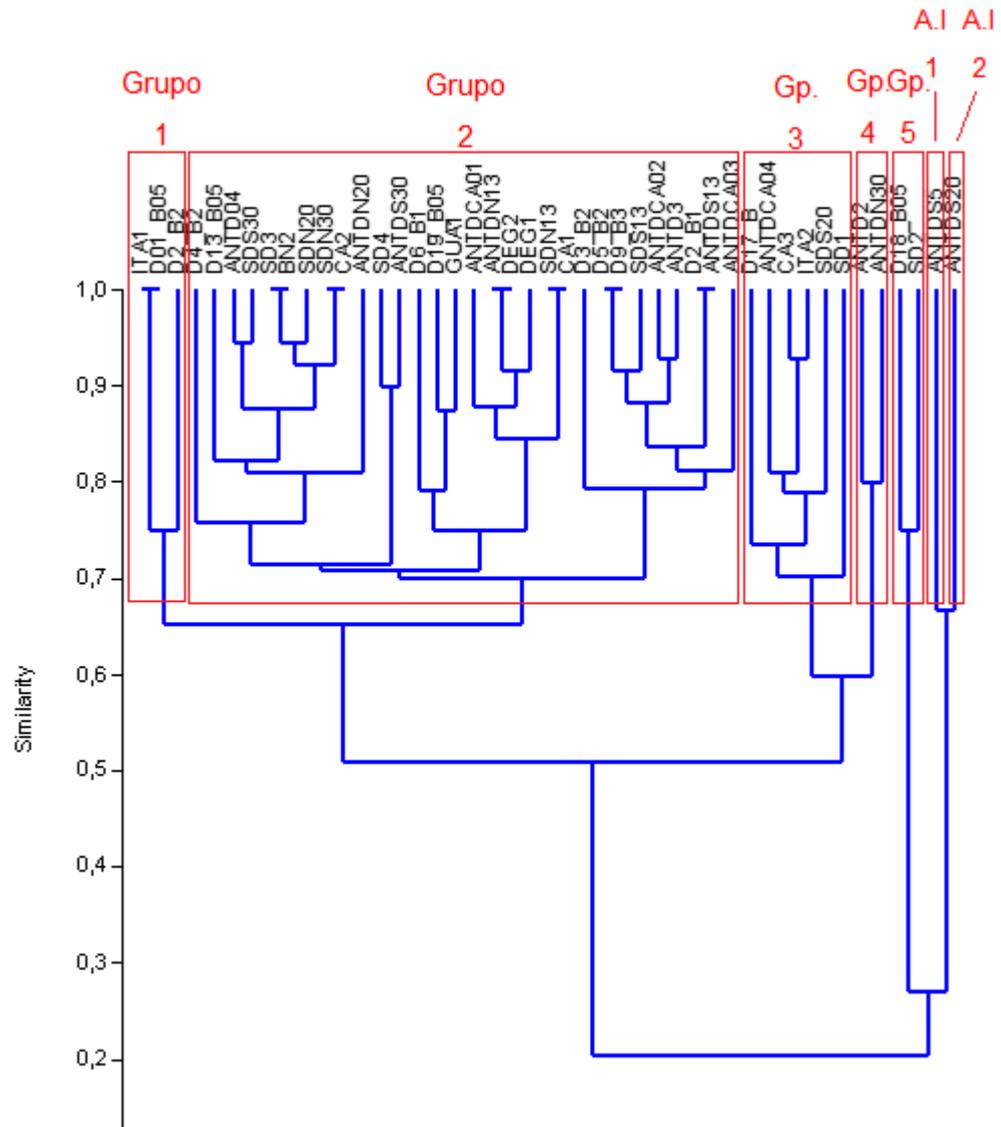
**Tabela 8:** Riqueza S, Abundância, Dominância D, Diversidade de Shannon H e Equitabilidade J das amostras ao longo do monitoramento.

Ponto	Riqueza S	Abundância	Dominância D	Diversidade de Shannon H	Equitabilidade J
D01B05	2	2	0,50	0,69	1,00
D2B1	4	24	0,40	1,12	0,81
D2B2	1	5	1,00	0,00	0,00
D3B2	8	143	0,35	1,34	0,65
D4B2	5	5	0,20	1,61	1,00
D5B2	6	63	0,36	1,23	0,69
D6B1	2	4	0,63	0,56	0,81
D9B3	6	30	0,31	1,34	0,75
D13B05	7	33	0,22	1,67	0,86
D17B	5	14	0,29	1,38	0,86
D18B05	2	2	0,50	0,69	1,00
D19B05	4	18	0,34	1,22	0,88
ANTD2	3	6	0,39	1,01	0,92
ANTD3	7	73	0,28	1,40	0,72
ANTD04	9	891	0,70	0,71	0,37
ANTDCA01	4	582	0,54	0,83	0,60
ANTDCA02	6	284	0,26	1,43	0,89
ANTDCA03	4	380	0,47	0,94	0,68
ANTDCA04	4	103	0,62	0,66	0,48
ANTDN13	5	31	0,26	1,43	0,89
ANTDN20	6	60	0,25	1,52	0,85

ANTDN30	5	52	0,31	1,31	0,82
ANTDS5	1	1	1,00	0,00	0,00
ANTDS13	4	14	0,31	1,27	0,92
ANTDS20	3	9	0,51	0,84	0,77
ANTDS30	5	352	0,85	0,35	0,26
SD1	2	11	0,84	0,30	0,44
SD2	1	1	1,00	0,00	0,00
SD3	9	128	0,23	1,71	0,78
SD4	4	32	0,36	1,12	0,81
SDN20	8	334	0,30	1,32	0,68
SDN30	8	92	0,26	1,62	0,78
SDS20	4	5	0,28	1,33	0,96
SDS30	8	70	0,25	1,56	0,75
SDN13	4	38	0,29	1,31	0,95
SDS13	5	12	0,28	1,42	0,88
DEG1	6	195	0,35	1,25	0,70
DEG2	5	154	0,34	1,19	0,74
BN2	9	740	0,51	1,03	0,53
CA1	4	397	0,60	0,70	0,64
CA2	8	126	0,41	1,34	0,64
CA3	6	186	0,30	1,32	0,73
ITA1	2	29	0,50	0,69	1,00
ITA2	7	171	0,36	1,24	0,64
GUA1	3	54	0,83	0,35	0,32

A análise de classificação, utilizando o índice de Similaridade de Kulczynski para a frequência relativa dos organismos, resultou em 5 grupos e 2 amostras isoladas (Fig. 2) ao nível de similaridade de 68%. O grupo 1 foi caracterizado pela ocorrência de concha da Classe Gastropoda em 3 amostras das Expedições Vital de Oliveira e Soloncy Moura, explicando este agrupamento; a valva da Classe Bivalvia esteve presente em 2 das 3 amostras deste grupo. O grupo 2, foi caracterizado pelas amostras com concha da Classe Gastropoda, que ocorreu nas 30 amostras agrupadas das 3 Expedições; a valva da Classe Bivalvia esteve presente em 29 das 30 amostras deste grupo; a concha da Classe Scaphopoda ocorreu em 27 das 30 amostras; a Classe Bivalvia foi registrada em 19 das 30 amostras deste grupo; o Filo Bryozoa ocorreu em 18 das 30 amostras; a Classe Polychaeta foi encontrada em 16 das 30 amostras; o Tubo da Classe Polychaeta foi encontrado em 12 das 30 amostras deste grupo; o Subfilo Crustacea esteve presente em 9

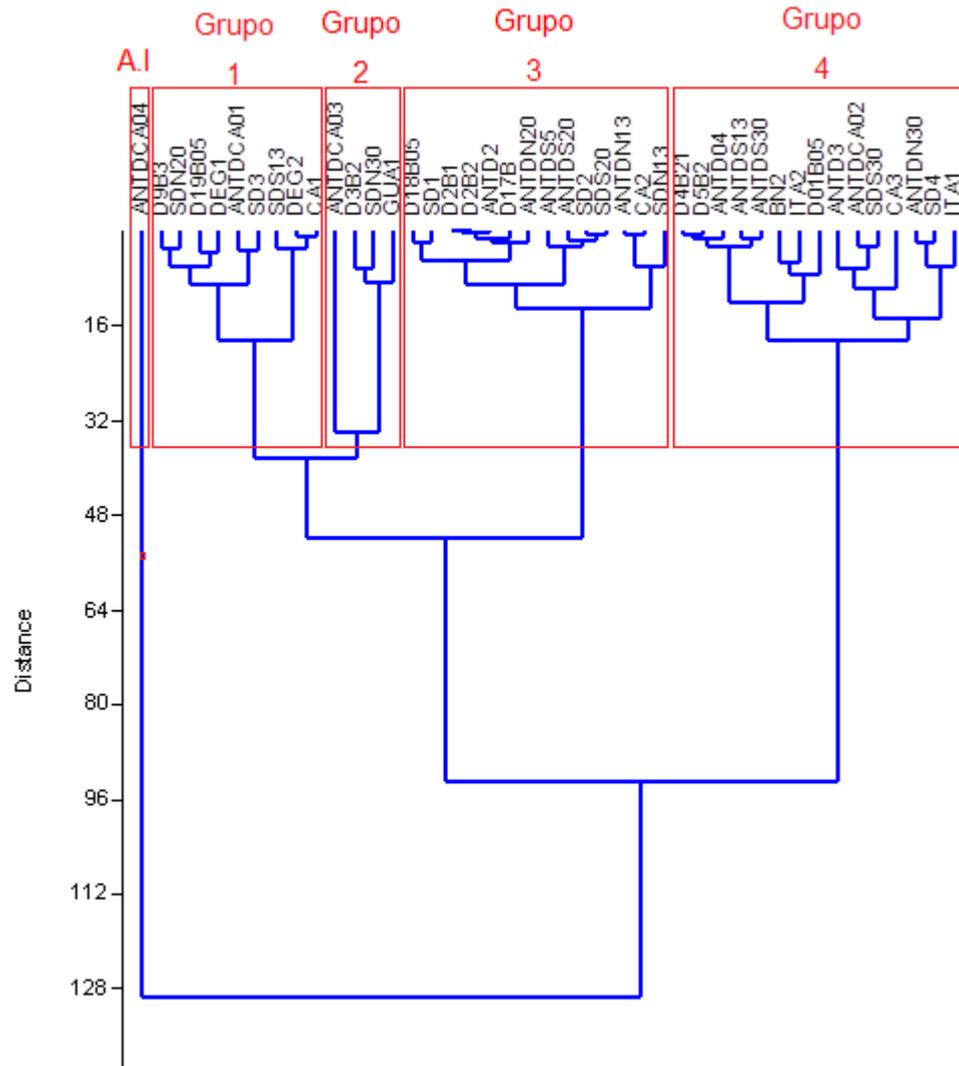
das 30 amostras; a Classe Oligochaeta foi encontrada em 8 das 30 amostras; e, por fim, o Filo Cnidaria foi encontrado somente neste grupo, esteve presente em 5 das 30 amostras. No grupo 3, o Subfilo Crustacea ocorreu em 6 amostras presentes das 3 Expedições; a Classe Polychaeta foi encontrada em 5 das 6 amostras deste grupo; a concha da Classe Gastropoda foi registrada em 4 das 6 amostras; a valva da Classe Bivalvia e as Classes Bivalvia e Oligochaeta foram encontradas em 3 das 6 amostras deste grupo; o Filo Bryozoa ocorreu em 2 das 6 amostras; e, por fim, o tubo da Classe Polychaeta foi encontrado em 1 das 6 amostras deste grupo. No grupo 4, apresentou o Filo Bryozoa, o Subfilo Crustacea e a Classe Bivalvia o que explicou o agrupamento de 2 amostras, da Expedição Antares, deste grupo; as conchas da Classe Scaphopoda e a Classe Polychaeta foram encontradas somente em 1 das 2 amostras deste grupo. No grupo 5, a Classe Oligochaeta foi encontrada em 2 amostras das Expedições Vital de Oliveira e Soloncy Moura, explicando este agrupamento; a Classe Bivalvia encontrada somente em 1 amostra. Na amostra isolada 1, foi encontrado apenas o tubo da Classe Polychaeta presente em 1 amostra da Expedição Antares. Na amostra isolada 2, foram encontrados o Filo Bryozoa, o Subfilo Crustacea, a Classe Polychaeta e a concha da Classe Gastropoda na amostra da Expedição Antares.



**Figura 2:** Análise de classificação com índice de Similaridade Kulczynski utilizando a frequência relativa dos organismos ao longo do monitoramento. Gp.= grupo e A.I.= amostra isolada.

Com base na granulometria e utilizando análise de classificação com índice de Distância Euclidiana, foram formados 4 grupos e 1 amostra isolada (Fig. 3) ao nível de distância de 36%. O grupo 1, foi caracterizado por sedimento lamoso e sedimento arenoso, composto por 9 amostras presente nas 3 Expedições. O grupo 2 apresentou característica de sedimento arenoso e sedimento lamoso, registrados em 4 amostras das 3 Expedições. O grupo 3 apresentou característica de sedimento lamoso, que ocorreu em 14 amostras das 3 Expedições. O grupo 4 apresentou característica de sedimento arenoso,

presentes nas 15 amostras das 3 Expedições. A amostra isolada tem característica de sedimento cascalhoso encontrada somente em 1 amostra da Expedição Antares.



**Figura 3:** Análise de classificação com índice de Distância Euclidiana utilizando os dados de Granulometria. A.I.= amostra isolada.

A partir da análise de NMDS (Escalonamento multidimensional não-métrico) (Fig. 4) os resultados apontaram que os Filos Bryozoa e Cnidaria, o Subfilo Crustacea, a concha da Classe Gastropoda e o tubo da Classe Polychaeta predominaram no sedimento com maior teor de areia e ocorreram em 15 amostras nas 3 Expedições; as Classes Bivalvia, Scaphopoda, Polychaeta e Oligochaeta também possuem menor ocorrência

nesse sedimento arenoso. O Filo Bryozoa, o Subfilo Crustacea, a concha da Classe Gastropoda, a valva da Classe Bivalvia, as Classes Bivalvia, Oligochaeta e o tubo da Classe Polychaeta também responderam ao sedimento lamoso, e estiveram presentes em 11 amostras presentes nas 3 Expedições, a Classe Scaphopoda tem maior ocorrência nesse sedimento. A Classe Bivalvia teve maior ocorrência no sedimento com maior teor de areia e menor teor de lama, presente nas 3 amostras das 3 Expedições; e o Subfilo Crustacea respondeu com menor ocorrência neste sedimento. A valva da Classe Bivalvia e as Classes Polychaeta, Scaphopoda e Oligochaeta apresentaram maior ocorrência no sedimento com maior teor de lama e menor teor de areia, e são encontrados em 9 amostras das 3 Expedições. O Subfilo Crustacea, a concha da Classe Gastropoda, as Classes Bivalvia e Polychaeta apresentaram menor ocorrência no sedimento cascalhoso, presentes somente em 1 amostra da Expedição Antares.



983 indivíduos (após cinco meses do desastre). A Classe Scaphopoda foi encontrada com somente 21 indivíduos (vinte e dois dias após); 173 exemplares (três meses após); e 329 indivíduos (cinco meses após). A Classe Bivalvia apresentou 6 indivíduos (vinte e dois dias após o desastre); 139 exemplares ( após três meses do desastre); e 44 exemplares (após cinco meses do desastre). A Classe Polychaeta obteve 6 indivíduos (vinte e dois dias depois do rompimento); 22 exemplares (três meses após); e 83 exemplares (cinco meses depois). O tubo da Classe Polychaeta foi encontrado com 2 indivíduos (vinte e dois dias após o rompimento); 17 indivíduos (após três meses); e 31 exemplares (após cinco meses). A Classe Oligochaeta obteve 6 indivíduos (após vinte e dois dias); 1 indivíduo (após três meses); 36 exemplares (após cinco meses). O Subfilo Crustacea apresentou 6 indivíduos (após vinte e dois dias); 35 exemplares (após três meses); e 11 exemplares (após cinco meses). O Filo Cnidaria apresentou 6 indivíduos (após vinte e dois dias); e 24 exemplares (após três meses); o Filo Cnidaria não foi encontrado após cinco meses do desastre.

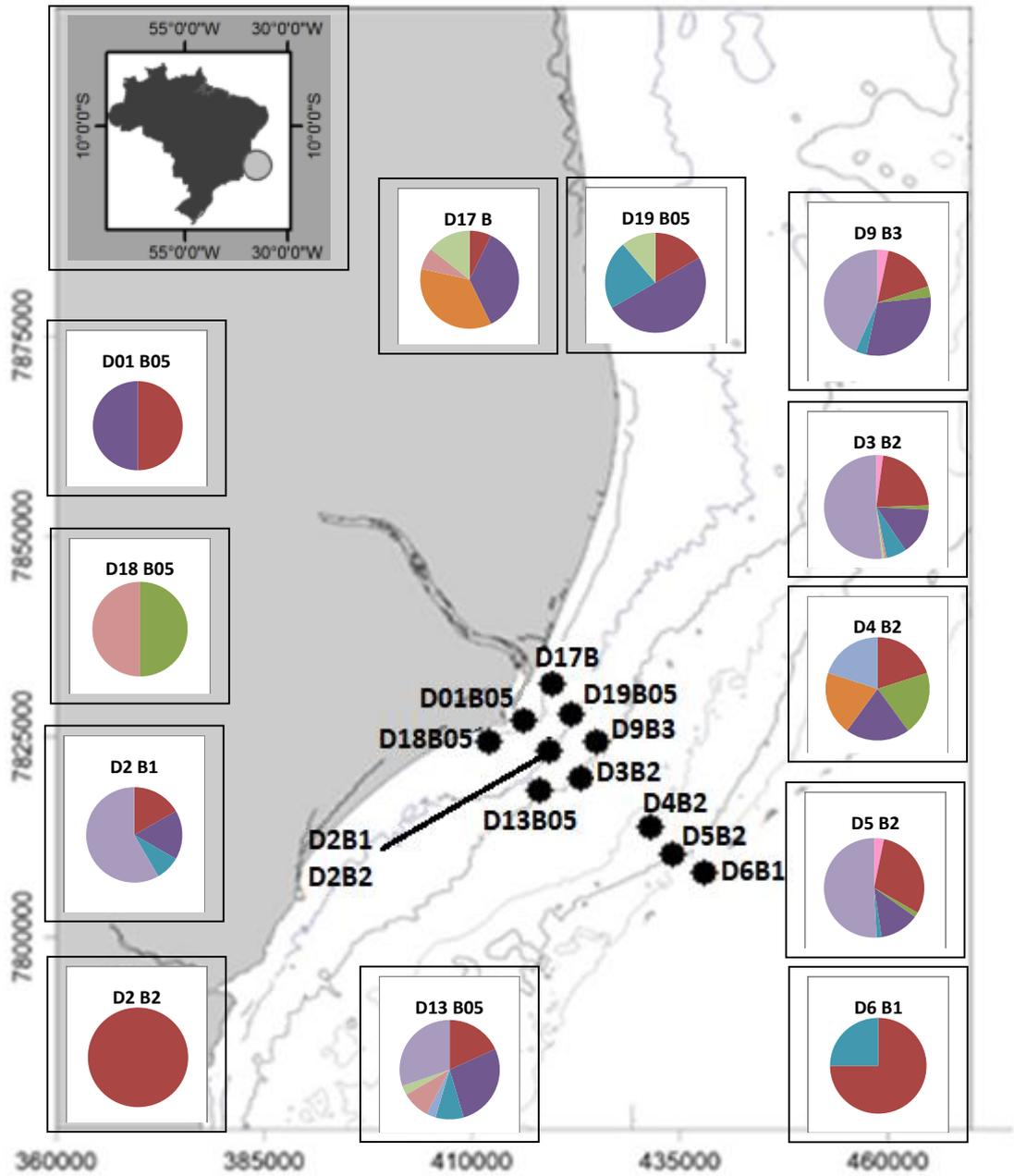
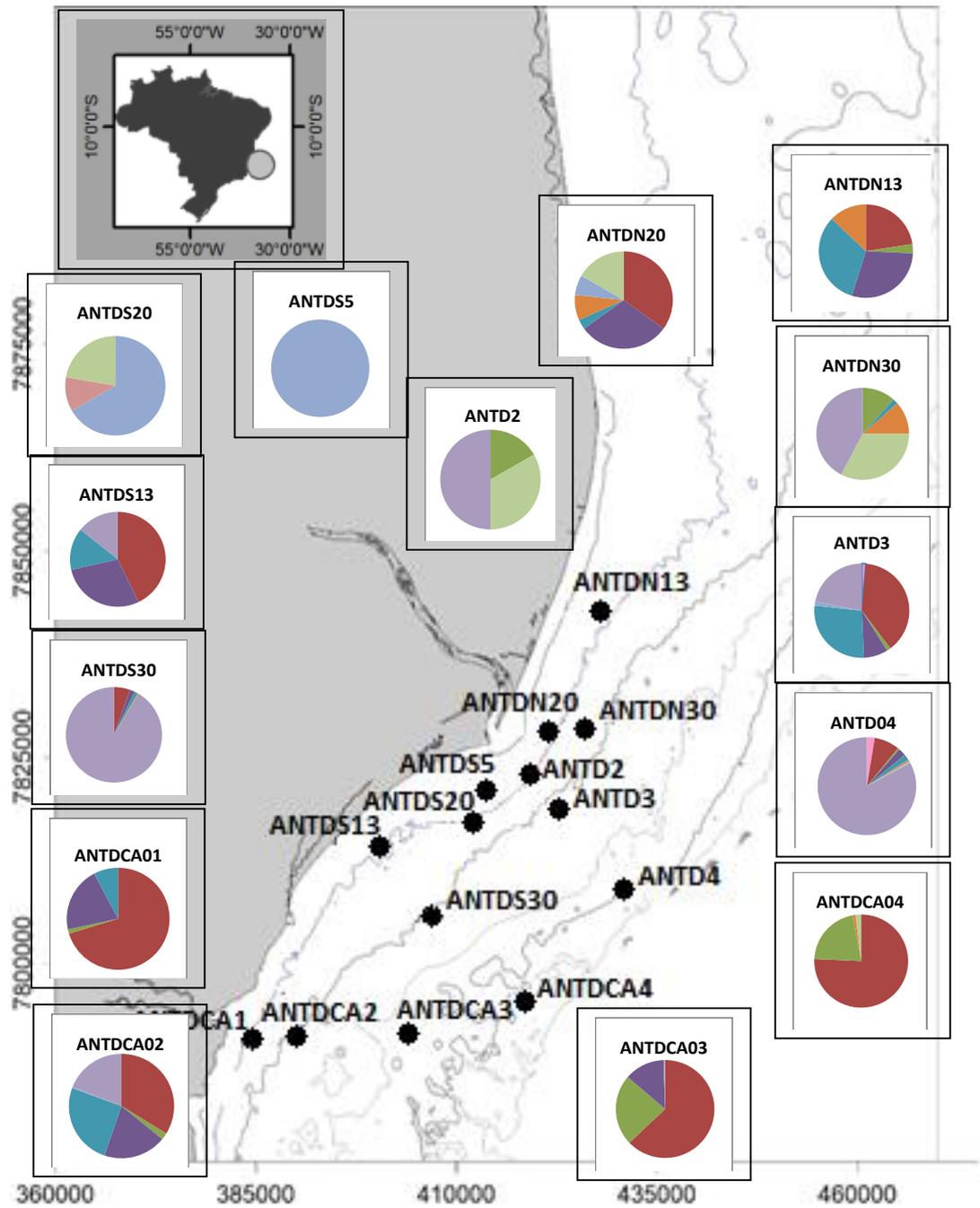


Figura 5: Mapa de ocorrência dos organismos na área da Expedição Vital de Oliveira.

Legenda da Figura 5

- |  |  |
|--|--|
|  Filo Cnidaria              |  Classe Polychaeta        |
|  Classe Gastropoda (concha) |  Classe Polychaeta (tubo) |
|  Classe Bivalvia            |  Classe Oligochaeta       |
|  Classe Bivalvia (valva)    |  Subfilo Crustacea        |
|  Classe Scaphopoda          |  Filo Bryozoa             |



**Figura 6:** Mapa de ocorrência dos organismos na área da Expedição Antares.

**Legenda da Figura 6**





Utilizando-se os dados disponíveis nas Tabelas 5, 6, 7 e 9, foi comparada a ocorrência dos organismos em amostras de antes (SCRD) e depois do desastre de Mariana/MG (Expedições Vital de Oliveira, Antares, e Soloncy Moura). As amostras anterior e posterior ao desastre apresentam localizações adjacentes, e por isso, em algumas comparações foi utilizado 2 amostras anteriores ao desastre com 1 amostra pós-desastre.

Nas amostras anterior ao desastre (SCRD 538) e pós-desastre (D01 B05) (Fig. 8) foi observado 7 táxons na amostra anterior, sendo a valva da Classe Bivalvia com maior frequência de ocorrência, com sedimento com 63% de areia e 36% de lama; na amostra pós-desastre foi caracterizada por apresentar a concha da Classe Gastropoda e a valva da Classe Bivalvia com a mesma frequência de ocorrência, com sedimento com 92% de areia. A amostra anterior ao desastre (SCRD 529) apresentou 4 táxons, sendo a Classe Polychaeta com maior frequência de ocorrência, e foi encontrado no sedimento com 94% de lama e 6% de areia; a amostra anterior ao desastre (SCRD 530) 4 táxons, entre eles, o tubo da Classe Polychaeta com maior ocorrência, seguido do Subfilo Crustacea, esta amostra foi caracterizada por sedimento com 78% de lama e 22% de areia; foram comparadas com a amostra pós-desastre (D2 B1) que apresentou 4 táxons, sendo o Filo Bryozoa com a maior frequência de ocorrência no sedimento com 91% de teor de lama e 9% de teor de areia. As mesmas amostras (SCRD 529 e 530), descritas acima, também foram comparadas com a amostra pós-desastre (D2B2), apresentando somente a concha da Classe Gastropoda no sedimento com 91% de teor de lama e 9% de teor de areia. Na amostra anterior ao desastre (SCRD 532), apresentou 8 táxons, sendo o Filo Bryozoa com a maior ocorrência, seguindo da concha da Classe Gastropoda no sedimento com 67% de teor de areia e 32% de lama; na amostra pós-desastre (D3 B2), apresentou os 2 táxons com a maior frequência de ocorrência da amostra anterior, porém, após o desastre exibiu 7 táxons no sedimento caracterizado por 62,24% de areia, 36,72% de lama e 1,04% de cascalho. Na amostra anterior ao desastre (SCRD 533), foi observado 3 táxons, sendo a concha da Classe Gastropoda a mais frequente, seguido do Filo Bryozoa e valva da Classe Bivalvia no sedimento com 98,2% de areia, 1,6% de lama e 0,2% de cascalho; e na amostra pós-desastre (D4 B2) apresentou 2 táxons com a mesma frequência relativa, a

concha da Classe Gastropoda e a Classe Bivalvia no sedimento com 98,78% de areia, 0,75% de cascalho e 0,47% de lama.

Em seguida foi comparado a ocorrência de amostras anteriores ao desastre (SCRD) com amostras posteriores ao desastre (Expedição Antares) (Fig. 9). Foi observado que na amostra anterior ao desastre (SCRD 540) apresentou 6 táxons, sendo o mais frequente a valva da Classe Bivalvia no sedimento com 69% de areia, 22% de cascalho e 9% de lama; na amostra pós-desastre (ANTDN30) apresentou 5 táxons, e teve a maior frequência de ocorrência do Filo Bryozoa, seguido do Subfilo Crustacea no sedimento com 84% de areia, 12% de cascalho e 4% de lama. A amostra de antes do desastre (SCRD 539), foi observado 8 táxons, sendo os mais frequentes: a valva da Classe Bivalvia, seguido da concha da Classe Scaphopoda presentes no sedimento caracterizado por 74% de lama e 26% de areia; na amostra pós-desastre (ANTDN20) apresentou 6 táxons, sendo a concha da Classe Gastropoda o mais frequente, seguido da valva da Classe Bivalvia, no sedimento com 92% de lama, 7% de areia e 1% de cascalho. Comparando a amostra de antes do desastre (SCRD 529) com a amostra pós-desastre (ANTDS5), foi observado que a amostra anterior ao desastre apresentou 4 táxons, sendo a Classe Polychaeta o mais frequente no sedimento com 94% de lama e 6% de areia; a amostra pós-desastre apresentou somente 1 táxon, o tubo da Classe Polychaeta presente no sedimento com 97% de lama e 3% de areia. Ao comparar a amostra anterior (SCRD 514) com a amostra pós-desastre (ANTDS30), foi possível observar que a amostra anterior ao desastre obteve 5 táxons, com o Filo Bryozoa apresentando maior frequência de ocorrência presente no sedimento com 98% de lama e 2% de areia; na amostra pós-desastre também apresentou 5 táxons, com o Filo Bryozoa exibindo um aumento bastante significativo na sua frequência de ocorrência e essa amostra apresentou um registro de um dos táxons e uma ausência de registro de outro táxon, o sedimento presente na amostra pós-desastre foi caracterizado com 97% de areia e 3% de lama.

Quando comparado os organismos da amostra anterior ao desastre (SCRD 497) com a amostra pós-desastre (ANTDCA03), na amostra anterior apresentou 4 táxons, sendo a valva da Classe Bivalvia o mais frequente no sedimento com 73% de areia, 19% de lama e 8% de cascalho; a amostra pós-desastre apresentou 6 táxons, com a concha da Classe Gastropoda exibindo maior ocorrência no sedimento com 46% de areia, 30% de

cascalho e 24% de lama. Na amostra antes do desastre (SCRD 495) apresentou 5 táxons, com a concha da Classe Gastropoda sendo o mais frequente presente no sedimento com 60% de areia, 33% de lama e 7% de cascalho; na amostra pós-desastre (ANTDCA02) foi encontrado 6 táxons, com a concha da Classe Gastropoda sendo o mais dominante no sedimento caracterizado por 84% de areia, 14% de lama e 2% de cascalho. Comparando a amostra anterior (SCRD 522) com a amostra pós-desastre (ANTDS20), foi possível notar que na amostra de antes do desastre apresentou a concha da Classe Gastropoda e a Classe Bivalvia com as mesmas frequências presentes no sedimento com 96% de lama e 4% de areia; na amostra posterior, foi encontrado 3 táxons, entre eles o tubo da Classe Polychaeta apresentou maior frequência de ocorrência no sedimento com 98% de lama e 2% de areia. Comparando a amostra anterior ao desastre (SCRD530) com a amostra pós-desastre (ANTD2), foi constatado 4 táxons na amostra anterior, sendo o tudo da Classe Polychaeta o mais dominante presente no sedimento com 78% de lama e 22% de areia; na amostra pós-desastre foi observado 3 táxons, sendo o mais frequente o Filo Bryozoa no sedimento com 91% de lama e 9% de areia. Comprando duas amostras anteriores ao desastre (SCRD 532 e 533) com uma amostra pós-desastre (ANTD3), foi observado que a SCR D 532 apresentou 8 táxons, sendo o Filo Bryozoa o mais frequente no sedimento com 67% de areia, 32% de lama e 1% de cascalho; na amostra SCR D 533 apresentou 3 táxons, sendo a concha da Classe Gastropoda mais frequente no sedimento com 98,2% de areia, 1,6% de lama e 0,2% de cascalho; na amostra ANTD3 apresentou 6 táxons, sendo a concha da Classe Gastropoda o mais dominante no sedimento com 80% de areia e 20% de lama. Comparando a amostra anterior ao desastre (SCRD 493) com a pós-desastre (ANTDCA01), observou-se que na anterior apresentou 3 táxons, com a mesma frequência relativa, entre eles, a concha da Classe Gastropoda no sedimento com 99% de lama e 1% de areia; e após o desastre foi encontrado 4 táxons, sendo a concha da Classe Gastropoda o mais frequente no sedimento 54,56% de lama, 42,60% de areia e 2,84% de cascalho.

Ao analisar algumas amostras SCR D com algumas amostras da Expedição Soloncy Moura (Fig. 10), comparando a amostra de antes do desastre (SCRD 579) com a pós-desastre (DEG1), foi observado que na anterior possui 3 táxons, sendo a Classe Bivalvia o mais frequente no sedimento com 66% de lama e 34% de areia; após o desastre

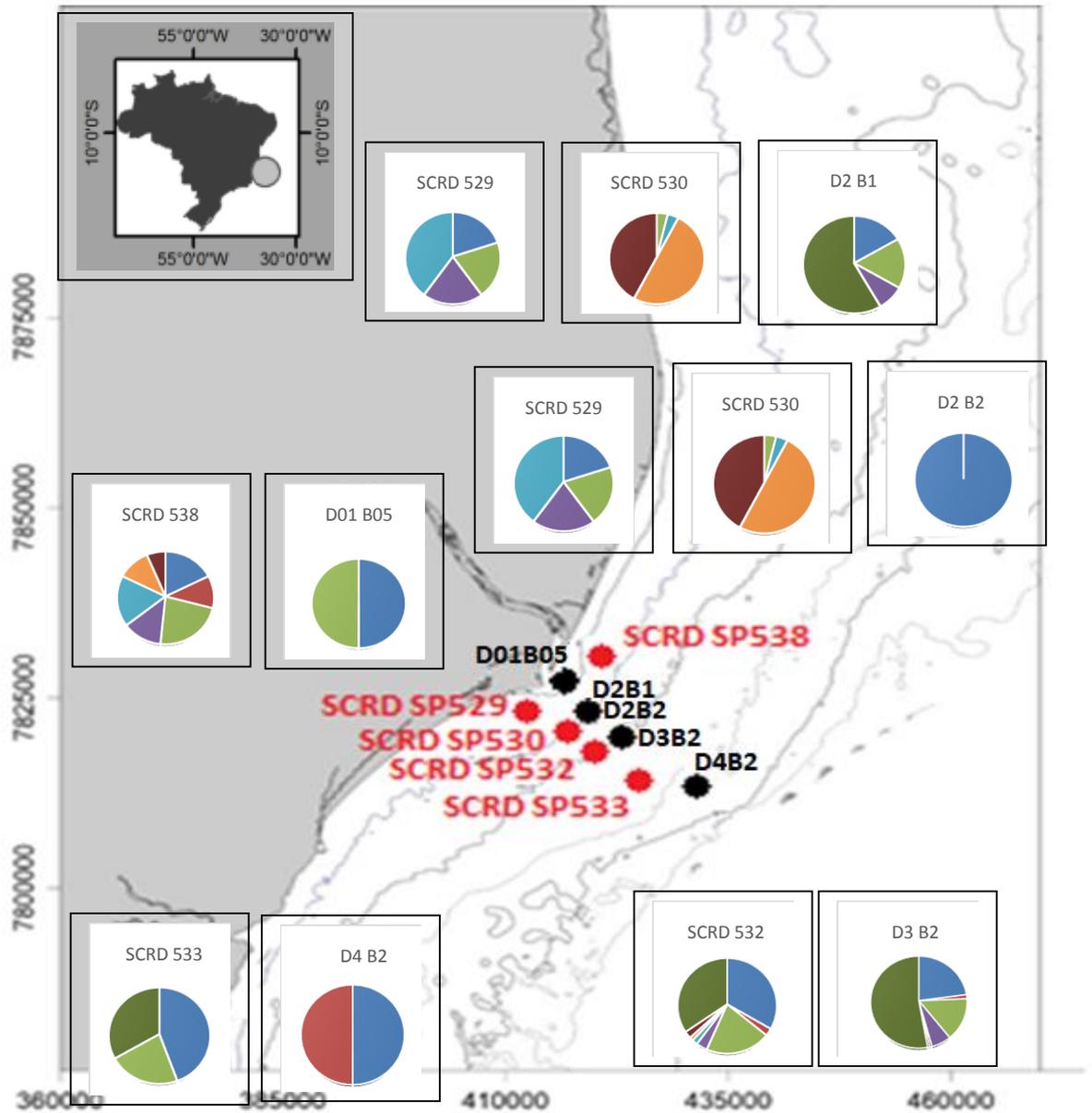
foi encontrado 6 táxons, com a valva da Classe Bivalvia apresentando mais frequência de ocorrência no sedimento com 60,67% de lama, 39,09% de areia e 0,24% de cascalho. Ao comparar a amostra anterior ao desastre (SCRD 514) com a pós-desastre (SDS30), a anterior apresentou 6 táxons, sendo o mais frequente o Filo Bryozoa no sedimento com 98,3% de areia, 1,5% de lama e 0,2 de cascalho; na amostra após o desastre foi encontrado 8 táxons, com a valva da Classe Bivalvia sendo o mais dominante no sedimento 82,58% de areia, 16,51% de lama e 0,92% de cascalho. Comparando a amostra anterior ao desastre (SCRD 497) com a pós-desastre (CA3), foi observado que na anterior apresentou 4 táxons, com a concha da Classe Gastropoda com maior frequência no sedimento com 72,5% de areia, 19,2% de lama e 8,3% de cascalho; após o desastre foi encontrado 6 táxons, com a concha da Classe Gastropoda apresentando maior frequência de ocorrência no sedimento com 80% de areia, 14,72% de lama e 8,28% de cascalho. Ao comparar a amostra de antes do desastre (SCRD 493) com a posterior (CA1), foi constatado que antes tinha 3 táxons com as mesmas frequências relativas no sedimento 99% de lama e 1% de areia; após o desastre foi encontrado 4 táxons, sendo a valva da Classe Bivalvia o mais dominante no sedimento 71,76% de lama, 28,25% de areia, e 0,38% de cascalho. Comparando as amostras de antes (SCRD 522) e depois do desastre (SDS20), foi constatado que a anterior possui 2 táxons no sedimento 96% de lama e 4% de areia; após o desastre foi observado 4 táxons, sendo a concha da Classe Gastropoda o mais frequente no sedimento com 99,61% de lama e 0,39% de areia. Comparando as amostras de antes do desastre (SCRD 529 e 530) com a amostra pós-desastre (SD2), foi observado que a primeira amostra anterior apresentou 4 táxons, sendo a Classe Polychaeta o mais frequente no sedimento com 94% de lama e 6% de areia; a segunda amostra de antes apresentou também 4 táxons, sendo o tubo da Classe Polychaeta o mais dominando no sedimento com 78% de lama e 22% de areia; após o desastre foi observado somente a Classe Oligochaeta no sedimento com 99,29% de lama e 0,71% de areia.

**Tabela 9:** Abundância (Abund.) e frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras SCRD de antes do desastre de Mariana/MG.

Ponto	SCRD 495		SCRD 497		SCRD 514		SCRD 522		SCRD 529		SCRD 530	
Vol. Total (mL)	50 ml											
	Abund	FR										
<b>Filo Mollusca</b>												
Classe Gastropoda (Conchas)	13	0,26	43	0,86	11	0,22	2	0,04	1	0,02	0	0,00
Classe Bivalvia	2	0,04	2	0,04	2	0,04	2	0,04	0	0,00	0	0,00
Classe Bivalvia (Valva)	12	0,24	49	0,98	4	0,08	0	0,00	1	0,02	1	0,02
Classe Scaphopoda	6	0,12	0	0,00	2	0,04	0	0,00	1	0,02	0	0,00
<b>Filo Annelida</b>												
Classe Polychaeta	0	0,00	1	0,02	0	0,00	0	0,00	2	0,04	1	0,02
Classe Polychaeta (Tubo)	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	13	0,26
<b>Filo Arthropoda</b>												
Subfilo Crustacea	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	11	0,22
<b>Filo Bryozoa</b>												
	5	0,10	0	0,00	30	0,60	0	0,00	0	0,00	0	0,00

**Tabela 9 (cont):** Abundância (Abund.) e frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras SCRD de antes do desastre de Mariana/MG.

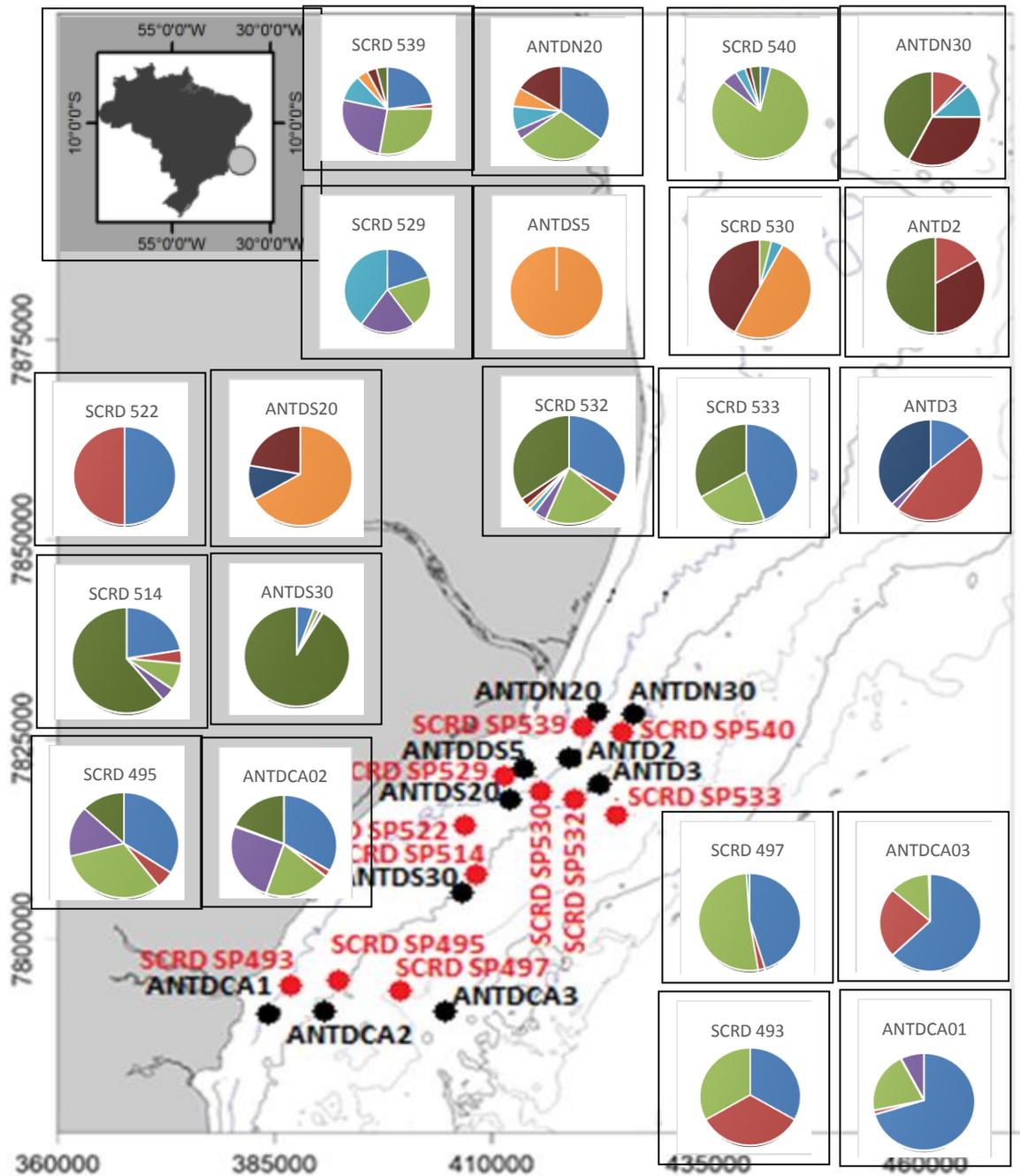
Ponto	SCRD 532		SCRD 533		SCRD 538		SCRD 539		SCRD 540		SCRD 579	
Vol. Total (mL)	50 ml		0,5 ml									
	Abund	FR										
<b>Filo Mollusca</b>												
Classe Gastropoda (Conchas)	57	1,14	4	0,08	11	0,22	51	1,02	2	0,04	1	0,20
Classe Bivalvia	5	0,09	0	0,00	7	0,14	4	0,08	0	0,00	2	0,40
Classe Bivalvia (Valva)	35	0,70	2	0,04	14	0,28	62	1,24	47	0,94	1	0,20
Classe Scaphopoda	6	0,12	0	0,00	8	0,16	57	1,14	3	0,06	0	0,00
<b>Filo Annelida</b>												
Classe Polychaeta	3	0,06	0	0,00	11	0,22	22	0,44	2	0,04	0	0,00
Classe Polychaeta (Tubo)	2	0,04	0	0,00	7	0,14	9	0,18	0	0,00	0	0,00
<b>Filo Arthropoda</b>												
Subfilo Crustacea	4	0,08	0	0,00	4	0,08	8	0,16	1	0,02	0	0,00
<b>Filo Bryozoa</b>												
	59	1,18	3	0,06	0	0,00	9	0,18	2	0,04	0	0,00



**Figura 8:** Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anterior (SCRD) e posterior (Expedição Vital de Oliveira) ao desastre de Mariana/MG.

**Legenda da Figura 8**

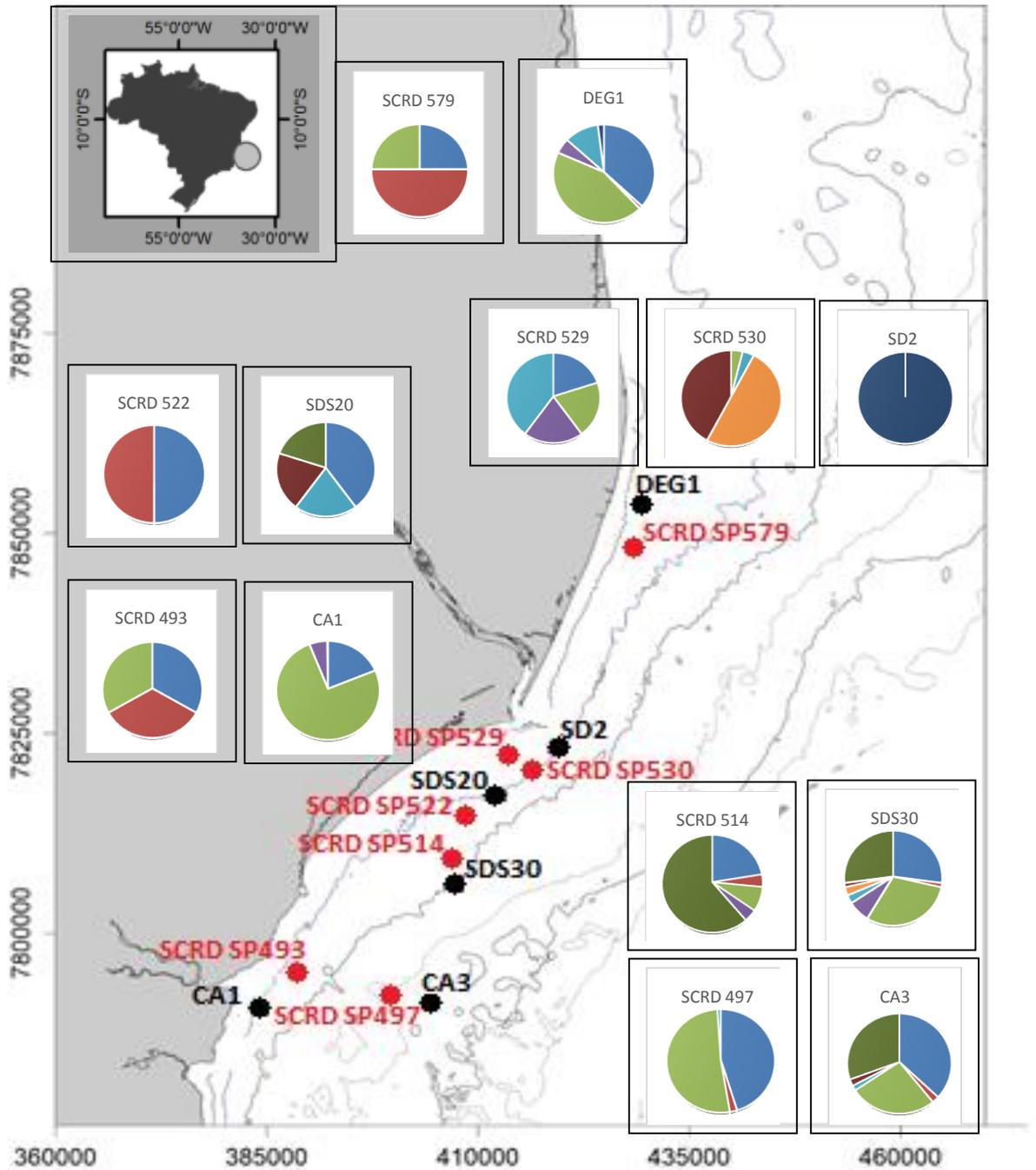
- |  |  |
|--|--|
|  Classe Gastropoda (concha) |  Classe Polychaeta (tubo) |
|  Classe Bivalvia            |  Classe Oligochaeta       |
|  Classe Bivalvia (valva)    |  Subfilo Crustacea        |
|  Classe Scaphopoda          |  Filo Bryozoa             |
|  Classe Polychaeta          |  |



**Figura 9:** Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anterior (SCRD) e posterior (Expedição Antares) ao desastre de Mariana/MG.

**Legenda da Figura 9**

- Classe Gastropoda (concha)
- Classe Polychaeta (tubo)
- Classe Bivalvia
- Classe Oligochaeta
- Classe Bivalvia (valva)
- Subfilo Crustacea
- Classe Scaphopoda
- Filo Bryozoa
- Classe Polychaeta



**Figura 10:** Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anterior (SCRD) e posterior (Expedição Soloncy Moura) ao desastre de Mariana/MG.

**Legenda da Figura 10**

- |  |  |
|--|--|
|  Classe Gastropoda (concha) |  Classe Polychaeta (tubo) |
|  Classe Bivalvia            |  Classe Oligochaeta       |
|  Classe Bivalvia (valva)    |  Subfilo Crustacea        |
|  Classe Scaphopoda          |  Filo Bryozoa             |
|  Classe Polychaeta          |  |

## 5 DISCUSSÃO

De acordo com a literatura, os organismos mais comuns encontrados nos ambientes com sedimento caracterizado por areia fina, são crustáceos, poliquetas, gastrópodes e bivalves (LOPES, 2016; PIRES-VANIN et al., 2013; PAIVA, et al., 2006; PIMPÃO, 2004; GRILLO, et al., 1998; VELOSO et al., 1997).

Quando comparadas as ocorrências do Subfilo Crustacea e das Classes Gastropoda, Bivalvia e Polychaeta com os resultados obtidos no presente trabalho, foi observado que estes grupos são também encontrados em locais com sedimento arenoso, além disso, eles ocorrem em locais com sedimento lamoso e com uma menor ocorrência no sedimento cascalhoso. Segundo Paiva et al. (2006), que fizeram um estudo sobre a influência dos fatores abióticos sobre a macrofauna de substratos na zona entre-marés, as Classes Gastropoda e Bivalvia tiveram ocorrência no sedimento de areia média. No presente trabalho, estas Classes também foram encontradas no sedimento arenoso, além de ocorrerem no sedimento com lama e cascalho.

Segundo Corbisier (1994), no sedimento com areia média a fina foi encontrado indivíduos das classes Polychaeta, Bivalvia e Oligochaeta, sendo as duas últimas as mais abundantes no habitat. A autora ressaltou também que no sedimento de areia grossa a muito grossa foram encontrados indivíduos da Classe Polychaeta, sendo aproximadamente 95% do total da fauna, além de representantes das Classes Bivalvia, Oligochaeta e Gastropoda. No presente trabalho a Classe Gastropoda foi mais frequente no sedimento arenoso; o oposto ocorrendo em sedimento lamoso e cascalhoso. Comparando a ocorrência desta Classe no presente estudo com as informações obtidas por Corbisier (1994) e Paiva et al. (2006), que encontraram indivíduos da Classe Gastropoda em sedimento de areia média a fina, e de areia grossa a muito grossa, os resultados obtidos no presente estudo mostraram a ocorrência de indivíduos da Classe em sedimento arenoso, lamoso e cascalhoso.

Segundo Gandra (2005), no sedimento com areia fina e muito fina foram encontrados indivíduos do Subfilo Crustacea em maior quantidade, além da Classe Bivalvia. O autor ressaltou também que no sedimento de areia fina a média, foram encontrados indivíduos do Subfilo Crustacea e da Classe Polychaeta em menor

quantidade. No presente trabalho, o Subfilo Crustacea obteve maior ocorrência no sedimento arenoso; as Classes Bivalvia e Polychaeta tiveram maior ocorrência no sedimento lamoso, e arenoso e menor ocorrência no sedimento de cascalhoso, corroborando os resultados de Gandra (2005), no que diz respeito a ocorrência dos táxons no sedimento arenoso.

Segundo Bers et al. (2012), em sedimento de areia muito fina a grossa as comunidades foram dominadas pelo Filo Bryozoa. No presente trabalho foi possível observar que os indivíduos do Filo Bryozoa responderam à ocorrência de sedimento arenoso e menor frequência no sedimento lamoso e cascalhoso, ou seja, nossos resultados corroboram os resultados de Bers et al. (2012), em relação a ocorrência do táxon no sedimento arenoso.

Segundo Castilla et al. (1978), ao analisarem o impacto ambiental marinho na zona de Caleta Palito, no Chile, como resultado das atividades de mineração em El Salvador, afirmaram que houve uma mortalidade massiva de organismos de algumas espécies de Gastrópodes e Crustáceos; concluíram que a poluição química e o acúmulo de sedimentos dificultam o desenvolvimento de invertebrados bentônicos na área. No presente trabalho, a Classe Gastropoda apresentou um aumento ao longo do monitoramento, e o Subfilo Crustacea exibiu uma queda na sua abundância após 5 meses do rompimento da barragem, e isso possivelmente ocorreu devido a lama de rejeitos, corroborando os resultados de Castilla et al. (1978), no que diz respeito ao declínio de Crustáceos.

Burd (2002), avaliou os efeitos de rejeitos de minério em uma comunidade de infauna bentônica marinha durante 29 anos e ressaltou que, após o fechamento da mina, as estações de campo próximas apresentaram uma dominância crescente de briozoários, e a recuperação foi mais rápida em táxons de poliquetas, do que de bivalves. Segundo Paiva (2006), o aumento da Classe Polychaeta, seguido da redução de outros grupos, pode indicar uma contaminação, pois, essa Classe é extremamente resistentes à degradação gerada por poluentes. No presente trabalho, a Classe Polychaeta apresentou um aumento significativo da sua frequência após 5 meses do rompimento, e foi observado a redução de outros grupos, como por exemplo: o Filo Cnidaria, o Subfilo Crustacea, o tubo da Classe Polychaeta e a Classe Oligochaeta, que apresentaram uma queda na sua frequência

após 5 meses do rompimento, corroborando Paiva (2006). O Filo Bryozoa obteve um aumento da frequência de ocorrência depois de 3 meses, e uma queda após 5 meses, isso pode ter ocorrido porque as amostras da Expedição Soloncy Moura (5 meses após) apresentam sedimento com maior teor de lama, e com base nos resultados descritos, os táxons deste Filo possuem maior preferência por sedimento arenoso, presentes nas amostras da Expedição Antares, após 3 meses do rompimento. Os organismos da valva da Classe Bivalvia apresentaram um aumento significativo após 5 meses do rompimento, ao contrário da Classe Bivalvia que exibiu uma queda na sua frequência de ocorrência, sendo que o elevado número de valva está indicando a sensibilidade dessa Classe as alterações ambientais antrópicas, pois encontrar somente as valvas significa que o organismo estava morto antes da coleta. A Classe Scaphopoda exibiu um aumento significativo na sua frequência de ocorrência após 5 meses do rompimento, e isso pode ser explicado, com base nos resultados, porque essa Classe possui preferência pelo sedimento lamoso, e as amostras da Expedição Soloncy Moura apresentam sedimento com maior teor de lama.

A partir da comparação das amostras coletadas antes e após o desastre de Mariana/MG, foi observado que as amostras anterior (SCRD 538) e posterior ao desastre (D01 B05), da Expedição Vital de Oliveira, apresentaram uma diferença na comunidade, com menos táxons, e isso pode ser explicado devido a mudança de sedimento, que após o desastre foi caracterizado com alto teor de areia. As amostras anterior ao desastre (SCRD 533) e pós-desastre (D4 B2), exibiram uma modificação na comunidade, com menos táxons, e o registro de outro, explicado por causa da diferença no sedimento, a amostra D4 B2 apresentou um aumento no teor de cascalho. Essas mudanças provavelmente ocorreram por causa da grande quantidade de sedimentos que a costa recebe devido a presença de rios que drenam uma área montanhosa (Dominguez, 2004). As amostras anteriores ao desastre (SCRD 529 e 530) e pós-desastre (D2 B1) exibiram 4 táxons cada, porém, apresentou uma mudança no grupo mais dominante, isso ocorreu porque a comunidade após o desastre apresentou maior teor de lama, consequência da lama da barragem de rejeitos, o mesmo ocorreu na amostra pós-desastre (D2 B2). As amostras anterior ao desastre (SCRD 532) e pós-desastre (D3 B2), apresentaram uma

alteração na comunidade, com uma redução de 1 táxon, explicado por causa do aumento do sedimento lamoso, ou seja, a comunidade foi afetada pelos rejeitos.

Com base nos resultados descritos, comparado a ocorrência da amostra anterior ao desastre (SCRD540) com a amostra posterior ao desastre (ANTDN30), da Expedição Antares, foi constatado uma redução no número de táxons, e uma mudança no grupo mais dominante após o rompimento, isso aconteceu por causa do aumento de sedimento arenoso na comunidade. Na amostra anterior (SCRD 514) e a amostra pós-desastre (ANTDS30), apresentaram o registro de um táxon e a ausência de registro de outro táxon, com um aumento no sedimento arenoso, após o desastre. Na amostra anterior ao desastre (SCRD 495) e pós-desastre (ANTDCA02) foi notado o aumento no número de táxons, e no teor de sedimento arenoso. Com base na descrição da comparação das amostras de antes do desastre (SCRD 493) e após o desastre (ANTDCA01), foi possível notar que posteriormente ocorreu um aumento no número de táxons e no teor de sedimento arenoso e cascalhoso. Esse aumento do sedimento arenoso nas comunidades, pode ser explicado pela influência da corrente marítima, que leva o sedimento de uma área montanhosa para o habitat dos organismos (Dominguez, 2004). As amostras de antes do desastre (SCRD 539) e pós-desastre (ANTDN20) revelaram uma modificação entre os grupos, com uma redução no número de táxons, e uma alteração no grupo mais frequente, isso ocorreu por causa do sedimento que apresentou um alto teor de lama, após o desastre, ou seja, a lama de rejeitos foi prejudicial aos organismos, o mesmo ocorreu com as amostras (SCRD 529 e ANTDS5) e as amostras (SCRD530 e ANTD2), Após a descrição dos resultados comparando os organismos das amostras de antes do desastre (SCRD 497) e após o desastre (ANTDCA03), foi observado que houve um aumento no número de táxons após o desastre, e uma alteração no táxon mais dominante, explicado por causa do crescimento do sedimento lamoso na comunidade. As duas amostras anteriores ao desastre (SCRD 532 e 533) e a amostra pós-desastre (ANTD3), exibiram uma variação na estrutura da comunidade, após o desastre foi encontrado menos táxons e sedimento lamoso (na primeira amostra anterior ao desastre), e mais sedimento lamoso (na segunda amostra). Ou seja, nestas amostras que apresentaram um aumento de sedimento lamoso, a comunidade foi afetada pela lama da barragem de rejeitos de minério. A amostra anterior (SCRD 522) e a amostra pós-desastre (ANTDS20), apresentaram uma alteração, com o

registro de alguns táxons, principalmente do tubo da Classe Polychaeta, e o aumento do sedimento lamoso. Papageorgiou et al. (2006) afirmou que qualquer mudança a longo prazo no bem-estar dos bentos devem ser refletidas na comunidade de poliquetas. No presente trabalho, houve o registro do tubo da Classe Polycheta, e segundo os autores pode estar relacionado a uma alteração na comunidade.

Baseado nos resultados sobre a comparação das amostras SCRD com amostras da Expedição Soloncy Moura, foi observado uma alteração na comunidade em relação a amostra anterior ao desastre (SCRD 579) e a amostra pós-desastre (DEG1), com o registro de 3 novos táxons e o aumento do sedimento arenoso, após o desastre. A amostra anterior ao desastre (SCRD 497) e a pós-desastre (CA3), apresentaram resultados diferentes, após o desastre foi observado um aumento do número de táxons, e do sedimento arenoso. Na comparação da amostra de antes do desastre (SCRD 493) e após o desastre (CA1), foi constatado o registro e dominância de 1 táxon e o aumento no teor de sedimento arenoso e cascalhoso, após o desastre. Esse aumento do sedimento arenoso pode ser consequência da presença de rios que drenam uma área montanhosa (Dominguez, 2004). Além disso, a Corrente do Brasil flui do norte, onde fica localizado algumas amostras, transportando a Água Tropical para o sul, ou seja, a lama não alcançou as amostras que estão localizadas ao norte da desembocadura (MAIDA & FERREIRA, 1997; LEÃO et al., 2003). Na comparação da amostra anterior ao desastre (SCRD 514) com a pós-desastre (SDS30), mostrou que depois do rompimento ocorreu o registro de 2 táxons, uma mudança do grupo dominante, e um aumento no sedimento lamoso. Portanto, a lama prejudicou a comunidade bentônica. As amostras de antes (SCRD 522) e depois do desastre (SDS20), apresentaram uma alteração na comunidade, após o desastre foi observado o aumento do número de táxons e do sedimento lamoso, ou seja, a lama causou uma modificação na comunidade. Na comparação das amostras de antes do desastre (SCRD 529 e 530) com a amostra pós-desastre (SD2), foi constatado a ausência de registro dos táxons presentes na comunidade anteriormente, e o registro de um novo táxon, com o aumento no teor de sedimento lamoso, significando, que a comunidade foi bastante alterada pela lama da barragem de rejeitos.

Warwick et al. (1990) concluíram que a redução da diversidade e o aumento da dominância são respostas aos efeitos negativos do estresse ambiental. No presente

trabalho ocorreu uma maior frequência de ocorrência de alguns indivíduos nas comunidades, como o Filo Bryozoa, as Classes Gastropoda, Scaphopoda e valva da Classe Bivalvia, é o que poderia ser esperado para os ambientes estudados frente aos impactos que sofreram com a deposição da lama contaminada no fundo marinho.

## 6 CONCLUSÃO

Em suma, foram registrados cerca de 5956 organismos nas Expedições. Entre os grupos taxonômicos predominantes, destacam-se a concha da Classe Gastropoda, Filo Bryozoa, valva da Classe Bivalvia e a Classe Scaphopoda. Em contrapartida, obtiveram os menores valores de abundância as Classes Bivalvia e Polychaeta, Subfilo Crustacea, Tubo da Classe Polychaeta, Classe Oligochaeta e o Filo Cnidaria.

Os valores de Diversidade foram influenciados por uma queda nos valores de Riqueza, especialmente na Expedição Soloncy Moura, indicando valores altos, entretanto, decorrentes de poucos táxons ocorrendo em abundâncias semelhantes, mais do que em decorrência de um aumento no número de táxons.

Foi descrita a interferência do tipo de substrato na ocorrência e abundância dos táxons.

Ao longo do estudo, alguns grupos taxonômicos apresentaram variações nas suas frequências de ocorrência, com a redução de grupos como o Filo Cnidaria, o Subfilo Crustacea, o tubo da Classe Polychaeta e a Classe Oligochaeta, enquanto outros, como as Classes Gastropoda e Polychaeta exibiram um aumento após 5 meses do rompimento da barragem, corroborando a literatura para áreas impactadas.

Foi apresentada a distribuição e abundância dos organismos ao longo da área estudada para cada período de amostragem.

Nesse estudo foi caracterizada a comunidade faunística ao longo do monitoramento realizado pelas três Expedições Vital de Oliveira, Antares e Soloncy Moura, na área sob contaminação da lama proveniente do desastre de Mariana-MG, fornecendo subsídios para que possam ser avaliados os impactos do desastre na plataforma continental do Rio Doce.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, A.C.Z. & E.F. NONATO. Anelídeos poliquetos da costa brasileira. Polyodontidae, Pholoidae, Sigalionidae e Eulepethidae. Brasília, **Coordenação Editorial/CNPq**, v. 4, p. 54, 1984.
- BARROS, F.; COSTA, P. C.; CRUZ, I.; MARIANO, D. L. S.; MIRANDA R. J. Habitats Bentônicos na Baía de Todos os Santos. **Revista Virtual de Química**, v. 4, n. 5, outubro, 2012.
- BASTOS, A. C. et al. Shelf Morphology as an Indicator of Sedimentary Regimes: A Synthesis from a Mixed Siliciclasticcarbonate Shelf on the eastern Brazilian margin, **Journal of South American Earth Sciences**, v. 63, p. 125-136, 2015.
- BERS, A. V. et al. A combined approach of benthic mapping of Caraguatatuba Bay, Brazil, with recommendations for management practices. **Journal Ocean and Coastal Management**, v. 71, p. 269-274, 2012.
- BORJA, A.; BRICKER, S. B.; DAUER, D. M.; DEMETRIADES, N. T.; FERREIRA, J. G.; FORBES, A. T.; HUTCHINGS, P.; JIA, X.; KENCHINGTON, R.; MARQUES, J. C.; ZHU, C. Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide, **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, p. 1519–1537, 2008.
- BOURGUIGNON, S. N. **Influência do Regime de Sedimentação na Distribuição de Habitats Marinhos ao longo da Plataforma Continental Centro Norte do Espírito Santo**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) – Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Aracruz, p. 90, 2013.

- BURD, B. J. Evaluation of mine tailings effects on a benthic marine infaunal community over 29 years. **Marine Environmental Research**, v. 53, n. 5, p. 481-519, junho, 2002.
- CASTILLA, J.C.; NEALLER, E. Marine Environmental Impact due to Mining Activities of El Salvador Copper Mine, Chile. **Marine Pollution Bulletin**, Departamento de Biología Ambiental y de Poblaciones, Instituto de Ciencias Biológicas - Universidad Católica de Chile, Santiago/Chile, v. 9, n. 3, p. 67-70, março, 1978.
- CHAPMAN, P. M. Integrating toxicology and ecology: putting the “eco” into ecotoxicology. **Marine Pollution Bulletin**, v. 44, n. 7, 2002.
- Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC). "Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais." Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais/CETEC. **Série de Publicações Técnicas/SPT010**, 1983.
- CONSERVATION INTERNATIONAL. **Avaliação de ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas; Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 40, 2000.
- CORBISIER, T. N. Macrozoobentos da Praia do Codó (Ubatuba, SP) e a presença de *HaJodule wrightii* Ascherson. **Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, v. 42, n. 763, p. 99-111, 1994.
- CUPOLILLO, F. et al. Climatologia da Bacia do Rio Doce e sua Relação com a Topografia Local. **Geografias, Belo Horizonte**, v. 4, n. 1, p. 45-60, julho/dezembro, 2008.
- DAFFORN, K. A.; SIMPSON, S. L.; KELAHER, B. P.; CLARK, G. F.; KOMYAKOVA, V.; WONG, C. K. C.; JOHNSTON, E. L. The challenge of

choosing environmental indicators of anthropogenic impacts in estuaries. **Environmental Pollution**, v. 163, p. 207-217, 2012.

DOMINGUEZ J.M.L. The coastal zone of Brazil: an overview. **Journal of Coastal Research**, v. 1, n. 39, p. 16- 20. 2004.

FRANKLIN JR., W.; MATTHEWS-CASCOW, H.; BEZERRA, L.E.A.; MEIRELES, C.A.O & SOARES, M.O. **Levantamento da macrofauna bentônica de ambientes inconsolidados do estado do Ceará (faixa de entre-marés de praias arenosas)**. Programa: Zoneamento Ecológico e Econômico (ZEE) da Zona Costeira do Estado do Ceará. Governo do Ceará, p. 80, 2005.

GANDRA, M. S. **Efeitos do petróleo sobre a associação de macroinvertebrados bentônicos de praias arenosas do extremo Sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, p. 86, 2005.

GOMES, A. S. et al. Causas e Consequências do Impacto Ambiental da Exploração dos Recursos Minerais Marinhos. **Revista Brasileira de Geofísica**, Niterói/RJ, v. 18, n. 3, agosto, 2000.

GRAY, J. S.; ELLIOTT, M.; **Ecology of marine sediments: from science to management**, Oxford University Press: Oxford, 2 ed, 2009.

GRILLO, M. C. G. et al. Spatial distribution of bivalvia (Mollusca) in the soft-bottoms of Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 46, n. 1, p. 19-31, 1998.

HERNANI, L. C. et al. A erosão e seu impacto. **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 47-60, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Laudo técnico preliminar: impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais, novembro, 2015.**

LEÃO, Z.M.A.N. et al. **Corals and coral reefs of Brazil.** Latin American Coral Reefs, ed. 1, Elsevier/Amsterdam, p. 9-52, 2003.

LOPES, A. C. S. et al. **Caso Samarco: Usando a Gestão de Riscos e os Princípios da Precaução e Prevenção em Desastres Ambientais,** SIMPOI, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, SP, 2016.

LOPES, L. M. F. B. **Biodiversidade da macrofauna de uma praia estuarina sujeita a impacto de marisquei.** Dissertação (Mestrado em Biologia Marinha) – Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Portugal, p. 68, 2016.

MAIDA, M. & FERREIRA, B.P. **Coral Reef of Brazil: an overview.** Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium, Panama, v. 1, p. 263-274, 1997.

MILLIMAN, J.D. **A Sinthesis.In Upper Continental margin sedimentation of Brazil. Contribution to sedimentology.** Stuttgart, v.4, p.151-175, 1975.

MORGADO E. R.; AMARAL C. Z. Anelídeos poliquetos da região de Ubatuba (SP) - padrões de distribuição geográfica. **Revista Brasileira de Zoologia,** Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia – UNICAMP, Campinas/SP, v. 6, n. 3,1989.

PAIVA, P. C. **Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira.** Museu Nacional, Rio de Janeiro, n. 18, p. 261-298, 2006.

- PAPAGEORGIU, N.; C. ARVANITIDIS; A. ELEFThERIOU. Multicausal environmental severity: a flexible framework for microtidal sandy beaches and the role of polychaetes as an indicator taxon. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 70, n. 4, p. 643-653. 2006.
- PIMPÃO, D. M. **Moluscos bivalves da Plataforma Externa e Talude Superior ao largo de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 204, 2004.
- PINHEIRO, H. T.; MARTINS, A. S. **Estudo comparativo da captura artesanal do camarão sete-barbas e sua fauna acompanhante em duas áreas de pesca do litoral do estado do Espírito Santo, Brasil**. Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo, v. 35, n. 2, p. 215–225, 2009.
- PIRES-VANIN, A. M. S. Spatial pattern of benthic macrofauna in a sub-tropical shelf, São Sebastião Channel, southeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v.41, n.1, p. 42-56, 2013.
- QUEIROZ, J. F.; TRIVINHO-STRIXINO, S; NASCIMENTO, V. M. C. Organismos Bentônicos Bioindicadores da Qualidade das Águas da Bacia do Médio São Francisco, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Meio Ambiente Ministério da Agricultura e do Abastecimento**, n. 3, novembro, 2000.
- SILVA, M. A. d. Sistemas de Manejo em Plantios Florestais de Eucalipto e perdas de Solo na Região do Vale do Rio Doce. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, outubro/dezembro, 2011.

SOBREIRA, J. F. F. & FRANÇA, R. L. **Um modelo tectono-magmático para a região 732 do Complexo Vulcânico de Abrolhos.** Boletim de Geociências da Petrobrás, v. 14, n. 1, p. 143- 733 147, 2006.

VELOSO, V. G. et al. Adaptações e Biologia da Macrofauna de Praias Arenosas expostas com ênfase nas Espécies da Região entre-marés do Litoral Fluminense. **OECOLOGIA BRASILIENSIS. Volume III: Ecologia de Praias Arenosas do Litoral Brasileiro**, Programa de Pós-Graduação em Ecologia - Instituto de Biologia – UFRJ, p.93-106, 1997.

WARWICK, R.M. et al. Analysis of macrobenthics and meiobenthics community structure in relation to pollution and disturbance in Hamilton Harbour, Bermuda. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 138, p. 119-142, dezembro, 1990.