

**Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da
Área Ambiental I – Porção Capixaba do Rio Doce e Região
Marinha e Costeira Adjacente**

RELATÓRIO SEMESTRAL – SEÇÃO 3:

Anexo 3 – Marinho Bentos de Substrato Inconsolidado

RT-07G RRDM/JUN19

Coordenação Geral

Adalto Bianchini

Alex Cardoso Bastos

Edmilson Costa Teixeira

Eustáquio Vinícius de Castro

Jorge Abdala Dergam dos Santos

Vitória,

Junho de 2019

COORDENAÇÕES

COORDENAÇÕES POR ANEXO

Anexo 3

Fabian Sá (UFES)

Subprojeto

Leila de Lurdes Longo (UFRB)

SUMÁRIO

1	SUBPROJETO: BENTOS MARINHO DE SUBSTRATO INCONSOLIDADO	8
1.1	PRINCIPAIS RESULTADOS DO ANEXO.....	8
1.2	DISCUSSÃO DAS ANÁLISES	29
1.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
1.4	REFERÊNCIAS	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização das amostras da porção sul da plataforma continental do Rio Doce e ocorrência dos grupos taxonômicos.	13
Figura 2: Localização das amostras da Área de Proteção Ambiental Costa das Algas e ocorrência dos grupos taxonômicos.	15
Figura 3: Análises da dispersão de espécies dos Filo Mollusca na área de estudo. 3.A – Análise de classificação das espécies de Bivalvia, utilizando o Índice de Similaridade de Kulczynski, mostrando a similaridade entre as unidades amostrais conforme a composição faunística das amostras; 3.B – Análise de nMDS para as espécies de Bivalvia, mostrando a interferência dos fatores abióticos na dispersão dos organismos.	16
Figura 4: Análises da dispersão de espécies dos Filo Mollusca na área de estudo. 4.A – Análise de classificação das espécies de Gastropoda, utilizando o Índice de Similaridade de Kulczynski, mostrando a similaridade entre as unidades amostrais conforme a composição faunística das amostras; 4.B – Análise de nMDS para as espécies de Gastropoda, mostrando a interferência dos fatores abióticos na dispersão dos organismos;	17
Figura 5: Análises da dispersão de espécies dos Filo Polychaeta na área de estudo. 5.A – Análise de classificação das espécies de Polychaeta, utilizando o Índice de Similaridade de Kulczynski, mostrando a similaridade entre as unidades amostrais conforme a composição faunística das amostras; 5.B – Análise de nMDS para as espécies de Polychaeta, mostrando a interferência dos fatores abióticos na dispersão dos organismos.	18
Figura 6: Localização das amostras da Foz do Rio Doce e ocorrência dos grupos taxonômicos.	21
Figura 7: Localização das amostras da porção norte da Plataforma Continental do Rio Doce e ocorrência dos grupos taxonômicos.....	24
Figura 8: Localização das amostras da porção norte da Plataforma Continental do Rio Doce e ocorrência dos grupos taxonômicos.....	26
Figura 9: Dendrograma da análise de classificação utilizando o Índice de Similaridade de Kulczynski com base nos dados de frequência relativa dos organismos nas amostras.	28
Figura 10: Análise de nMDS (Escalonamento Multidimensional não-Métrico) com base nos dados de frequência relativa dos organismos, Matéria Orgânica (MO), Carbonato de Cálcio (CaCO ₃), dados de Granulometria e de Profundidade.	29
Figura 11: Análises dos dados projeto Mapeamento de Habitats. Análise de Classificação com índice de similaridade de Kulcznski para frequência relativa de indivíduos nas amostras	36

Figura 12: Análises dos dados projeto Mapeamento de Habitats. nMDS (escalonamento multidimensional não métrico) com dados dos indivíduos, dados granulométricos e de profundidade.	37
Figura 13: Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anteriores (SCRD) e posteriores (Expedição Vital de Oliveira) à chegada dos rejeitos na plataforma continental.	43
Figura 14: Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anteriores (SCRD) e posteriores (Expedição Antares) à chegada dos rejeitos na plataforma continental.	44
Figura 15: Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anteriores (SCRD) e posteriores (Soloncy Moura) à chegada dos rejeitos na plataforma continental.	45
Figura 16: Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anteriores (SCRD) e as amostras da primeira campanha do Projeto RRDM na porção sul da plataforma continental do Rio Doce.	48
Figura 17: Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anteriores (SCRD) e as amostras da primeira campanha do Projeto RRDM na Área de Proteção Ambiental Costa das Algas.	49
Figura 18: Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anteriores (SCRD) e as amostras da primeira campanha do Projeto RRDM na Foz do Rio Doce.	50
Figura 19: Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anteriores (SCRD) e as amostras da primeira campanha do Projeto RRDM na porção norte da plataforma do do Rio Doce.	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos e Volume (Vol.) das amostras Mapeamento de habitats.	34
Tabela 2: Frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras da Expedição Vital de Oliveira.	38
Tabela 3: Frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras da Expedição Antares.	39
Tabela 4: Frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras da Expedição Soloncy Moura.	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Dados de estrutura de comunidades considerando e não considerando os vestígios dos animais.	10
Quadro 2: Profundidade (Prof) e Granulometria dos substratos de fundo dos pontos amostrais.	11
Quadro 3: Localização das amostras de substrato de fundo para análise de fauna coletadas em estudos anteriores: SCR D – Projeto Mapeamento de Habitats; D - Expedição Vital de Oliveira; ANTD – Antares; Iniciais das localidades – Expedição Soloncy Moura	30
Quadro 4: Dados sobre estrutura de comunidade das amostras SCR D Projeto Mapeamento de Habitats.	32

1 SUBPROJETO: BENTOS MARINHO DE SUBSTRATO INCONSOLIDADO

1.1 PRINCIPAIS RESULTADOS DO ANEXO

Planilha De Dados Brutos: Os dados brutos obtidos a partir do processamento e análise das amostras, bem como os resultantes de análises destes dados, como o parâmetro de estrutura de comunidade, são apresentados em planilha em anexo.

Foram realizadas duas campanhas do subprojeto Bentos Marinho de Substrato Inconsolidado, a primeira campanha semestral em setembro/outubro de 2018 e a segunda campanha trimestral em janeiro de 2019.

O presente relatório apresenta os resultados da primeira campanha (setembro/outubro de 2018), que compreende os dados obtidos pela triagem do material, com a identificação e quantificação dos organismos em categorias taxonômicas mais abrangentes (Filo e Classe), análises das estruturas de comunidades em cada unidade amostral (Planilha de Dados Brutos), análise de similaridade entre as unidades amostrais, quanto à composição faunística bentônica e análise da interferência de fatores ambientais, como profundidade, tipo de substrato de fundo quanto à granulometria e composição geoquímica.

As amostras coletadas na segunda campanha em janeiro de 2019, estão em fase de triagem pelos colaboradores envolvidos neste subprojeto.

Na primeira campanha de setembro/outubro de 2018 foram realizadas coletas em 41 unidades amostrais. Destas coletas, não houve recuperação de sedimento pelo buscador de fundo apenas para o ponto CA9, devido à constituição do substrato de laterita ou lama fortemente sedimentada. Das 40 amostras obtidas, as amostras CA11 e CA15 estão sendo triadas.

Desta forma, os resultados apresentados foram referentes a 38 amostras, coletadas nesta campanha 1, em que foram triados 52.912 organismos, identificados em 22 grupos taxonômicos e suas caracterizações, conforme disponibilizado na planilha de dados brutos. A frequência relativa (número de indivíduos por volume de amostra - FR) foi adotada como medida de abundância, uma vez que a recuperação de sedimento pelo buscador de fundo variou entre as amostras.

Os valores de Riqueza S encontrados nas amostras variaram entre 4 e 14 grupos taxonômicos. O Filo Mollusca ocorreu em todas as amostras analisadas, representado pela concha da Classe Gastropoda (com valores de frequência relativa entre 0,007 e 14,670), pelas valvas de Bivalvia (frequência relativa entre 0,010 e 23,620) presentes em todas as amostras, além de conchas da Classe Scaphopoda (frequência relativa entre 0,003 e 13,320), registradas em 30 das 38 amostras. O segundo grupo taxonômico com registro de ocorrência no maior número de amostras foi o Filo Annelida, representado pela Classe Polychaeta (frequência relativa entre 0,003 e 10,200), ocorrendo em 35 das 38 amostras analisadas. Todos os dados são apresentados na planilha de dados brutos e Quadro 1.

Os valores de Diversidade de Shannon H estiveram entre 0,803 e 2,088, em 36 das 38 amostras, exceto em apenas duas amostras, Baía de Vitória (VIX1) e Itaúnas (ITA1), onde se observou maior expressividade nos valores de frequência relativa de concha de Gastropoda, refletindo nos valores de Dominância D e, por consequência, nos valores de Equitabilidade J. Todos os dados são apresentados na planilha de dados brutos e Tabela 1.

Vale ressaltar que alguns grupos taxonômicos estabelecidos se referem a vestígios de organismos, como as conchas e esqueletos de organismos. Os critérios definidos para se considerar estes vestígios ainda como parte da biota e não como parte do sedimento biodetrítico está baseado no estado de conservação das estruturas, no caso de conchas, uma vez que, em sendo frágeis, uma vez estando completas, sem avarias, refletem a morte do organismo em curto período de tempo, antes da amostragem. Da mesma forma, para os esqueletos são considerados aqueles que apresentam restos de tecido e em bom estado de conservação, implicando no fato de que o organismo foi parte da comunidade biótica em tempo recente.

Assim, com o objetivo de comparar a contribuição dos vestígios de animais na estruturação das comunidades estudadas, fez-se uma análise apenas considerando organismos com partes moles (Quadro 1). Nesta segunda condição, os valores de Riqueza S variaram de 1 a 10, com apenas uma amostra tendo apresentado 10 grupos taxonômicos (SD4). A Classe Polychaeta foi o grupo que ocorreu em maior número de amostras, 36 das 38 analisadas, seguido do Subfilo Crustacea, registrado em 30 amostras, e a Classe Bivalvia, em 22 amostras. Nas amostras de Guarapari (GUA1, GUA2) e na CA8, apenas um táxon foi registrado. Os valores de Diversidade de Shannon H estiveram entre 0,304 e 1,612, com 10 amostras apresentando valores entre 0,304 e 0,768. A região amostral que apresentou os menores valores de Diversidade de Shannon H foi a Foz do Rio Doce, com valores abaixo de 0,800 em 6 das 11 amostras estudadas, por outro lado foi a região que apresentou os maiores valores de Riqueza S, como a SD4 com 10 táxons. Entretanto, o menor valor de Diversidade (0,304) foi registrado na amostra de Barra Nova (BN2). Estes resultados evidenciam que os grupos de maior importância, tanto no que se refere a dispersão na área amostral, como a abundância, estão sendo registrados, principalmente, a partir de seus vestígios, conchas e esqueletos, indicando que a maioria destes grupos Mollusca, Cnidaria, Bryozoa, por exemplo, estavam mortos.

A seguir trataremos cada região da área amostral de forma específica, os dados de frequência relativa foram apresentados na planilha de dados brutos, além dos dados de estrutura de comunidade (planilha de dados e Quadro 1) e profundidade (planilha de dados e Quadro 2). Os dados de granulometria e composição de matéria orgânica (MO) e carbonato de cálcio (CaCO_3) do substrato foram cedidos pelo grupo responsável pelo estudo de sedimentologia, sob coordenação da Profa Valéria Quaresma (Quadro 2).

Para a porção sul da plataforma continental do Espírito Santo, incluindo as amostras da Baía de Vitória (VIX1 e VIX2) e de Guarapari (GUA 1 e GUA2) foram registrados nove grupos taxonômicos, sendo apenas quatro com ocorrência nas duas áreas, em todas as amostras: concha de Gastropoda (FR

variou entre 0,240 e 3,800), valva de Bivalvia (FR variou entre 0,240 e 3,800), concha de Scaphopoda (FR variou entre 0,240 e 3,800) e Polychaeta (FR variou entre 0,240 e 3,800) (Planilha de dados brutos e Figura 1). Os maiores valores de frequência de ocorrência foram registrados para concha de Gastropoda (3,800 em VIX1) e valva de Bivalvia (2,530 em GUA1) (Planilha de dados brutos e Figura 1).

Quadro 1: Dados de estrutura de comunidades considerando e não considerando os vestígios dos animais.

Amostras	Com vestígios animais				Sem vestígios animais			
	Riqueza S	Dominância D	Diversidade Shannon H	Equitabilidade J	Riqueza S	Dominância D	Diversidade Shannon H	Equitabilidade J
	5	0,372	1,183	0,735	1,000	1,000	0,000	0,000
GUA2	5	0,289	1,329	0,826	1,000	1,000	0,000	0,000
VIX1	8	0,889	0,280	0,134	3,000	0,402	0,993	0,904
VIX2	8	0,424	1,025	0,493	3,000	0,426	0,941	0,857
CA1	5	0,440	1,028	0,639	2,000	0,959	0,102	0,148
CA2	8	0,400	1,228	0,591	4,000	0,628	0,735	0,530
CA3	12	0,484	1,169	0,470	6,000	0,480	1,089	0,608
CA4	8	0,497	1,114	0,536	4,000	0,377	1,112	0,802
CA5	10	0,308	1,480	0,643	7,000	0,413	1,272	0,654
CA6	10	0,448	0,953	0,414	5,000	0,384	1,171	0,728
CA7	8	0,244	1,635	0,786	5,000	0,402	1,126	0,699
CA8	4	0,394	1,099	0,793	1,000	1,000	0,000	0,000
CA10	9	0,461	1,243	0,566	4,000	0,326	1,218	0,878
CA12	7	0,313	1,494	0,768	3,000	0,389	1,006	0,916
CA13	8	0,398	1,273	0,612	4,000	0,389	1,100	0,794
CA14	11	0,355	1,321	0,551	6,000	0,310	1,323	0,738
SD-N13	12	0,333	1,443	0,581	8,000	0,717	0,691	0,332
SD-N30	8	0,287	1,400	0,673	4,000	0,439	0,944	0,681
SD-N20	13	0,275	1,545	0,602	9,000	0,366	1,335	0,608
SD1	11	0,453	1,151	0,480	6,000	0,840	0,383	0,214
SD2	10	0,297	1,562	0,678	7,000	0,285	1,483	0,762
SD3	11	0,330	1,428	0,596	7,000	0,843	0,413	0,212
SD4	14	0,286	1,453	0,551	10,000	0,828	0,439	0,191
SD-S30	7	0,440	1,003	0,515	3,000	0,389	1,011	0,921
SD-S20	11	0,146	2,088	0,871	7,000	0,315	1,420	0,730
SD-S13	12	0,342	1,330	0,535	8,000	0,285	1,612	0,775
SD5	7	0,332	1,298	0,667	4,000	0,642	0,693	0,500
DEG1	6	0,468	0,967	0,540	2,000	0,722	0,451	0,650
DEG2	9	0,332	1,162	0,529	4,000	0,511	0,909	0,656
BN2	7	0,442	0,983	0,505	2,000	0,835	0,305	0,440
BN1	11	0,267	1,633	0,681	5,000	0,394	1,208	0,751
ITA1	5	0,605	0,672	0,417	3,000	0,360	1,055	0,960

Amostras	Com vestígios animais				Sem vestígios animais			
	Riqueza S	Dominância D	Diversidade Shannon H	Equitabilidade J	Riqueza S	Dominância D	Diversidade Shannon H	Equitabilidade J
ITA2	8	0,481	0,832	0,400	3,000	0,402	0,993	0,904
AB2	9	0,445	1,060	0,482	3,000	0,429	0,950	0,865
AB4	9	0,443	0,991	0,451	4,000	0,490	0,818	0,590
AB1	4	0,484	0,803	0,579	2,000	0,520	0,673	0,971
AB3	7	0,307	1,336	0,686	4,000	0,501	0,768	0,554
AB5	10	0,308	1,428	0,620	4,000	0,378	1,067	0,769

Fonte: Autoria própria.

Quadro 2: Profundidade (Prof) e Granulometria dos substratos de fundo dos pontos amostrais.

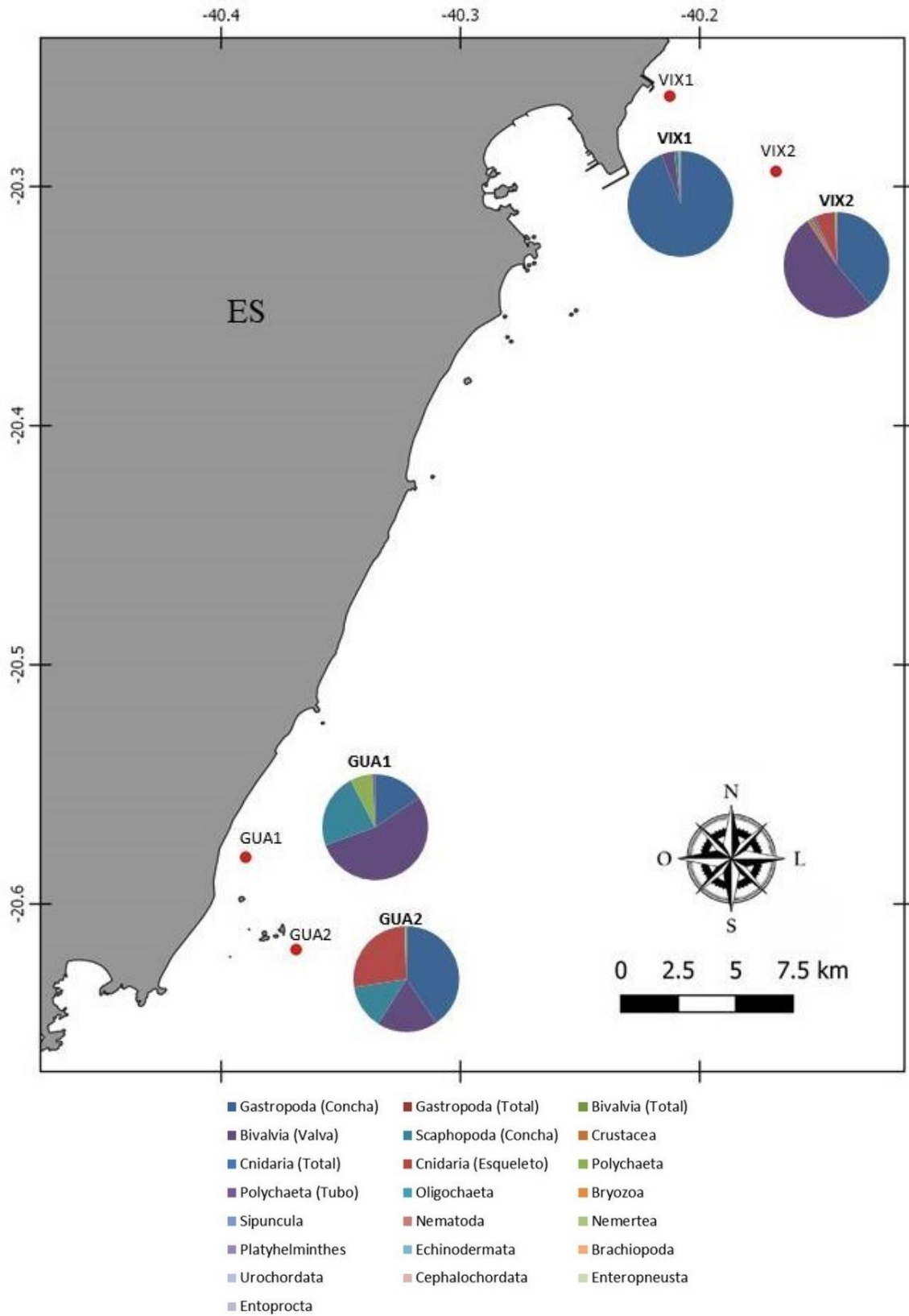
	PROF (m)	CASCALHO (%)	AREIA (%)	LAMA (%)	MO (%) bentos	CaCO ₃ (%) bentos
GUA1	11	0,20	69,64	30,36	3,64	68,11
GUA2	12	5,48	99,69	0,31	0,20	3,85
VIX1	12	2,22	97,29	2,71	1,19	30,00
VIX2	28	56,90	41,13	1,98	3,30	93,11
CA1	20	1,01	24,19	75,81	13,76	31,61
CA2	34	0,95	94,80	4,24	1,89	11,36
CA3	45	0,30	87,35	12,35	5,27	55,05
CA4	51	60,40	35,49	4,11	5,26	90,75
CA5	34	6,14	92,30	1,56	1,03	12,94
CA6	43	4,90	94,55	0,55	5,76	95,45
CA7	55	34,19	86,37	13,63	8,34	93,05
CA8	24	0,23	35,86	63,91	12,73	12,28
CA10	31	41,94	54,76	3,30	4,07	85,67
CA12	50	38,63	33,07	28,30	5,87	85,24
CA13	38	5,12	94,52	0,36	0,98	9,66
CA14	48	35,54	59,97	4,49	5,07	91,32
SD-N13	15	0,03	11,60	88,37	11,53	18,51
SD-N30	25	0,10	35,96	63,94	11,54	16,81
SD-N20	19	0,11	58,12	41,77	7,87	9,64
SD1	10	0,01	85,47	14,52	3,23	5,75
SD2	19	0,00	10,15	89,85	13,22	11,47
SD3	28	13,44	85,44	1,12	1,26	17,32
SD4	38	29,53	61,17	9,30	2,92	59,74
SD-S30	28	0,32	98,66	1,02	2,40	5,25
SD-S20	20	0,00	7,41	92,59	14,97	16,47
SD-S13	18	18,81	52,47	28,72	6,26	22,97
SD5	50	Sem dados				
DEG1	10	0,00	43,52	56,48	3,95	18,24
DEG2	31	0,04	47,40	52,60	4,05	26,56
BN2	15	45,36	50,92	3,71	2,41	85,23

	PROF (m)	CASCALHO (%)	AREIA (%)	LAMA (%)	MO (%) bentos	CaCO₃ (%) bentos
BN1	26	25,16	84,14	15,86	2,15	44,75
ITA1	9,5	6,53	93,22	0,26	0,40	6,24
ITA2	28	2,26	96,88	0,86	1,16	24,88
ABR2	20	7,68	69,81	30,19	2,59	97,40
ABR4	20	0,00	0,00	100,00	2,05	49,15
ABR1	8	6,16	38,77	61,23	4,34	55,33
ABR3	14	26,27	90,23	9,77	2,53	97,47
ABR5	20	14,39	82,36	17,64	2,48	95,18

Fonte: Grupo de sedimentologia sob coordenação da Profa Dra Valéria Quaresma.

As amostras desta região sul da plataforma do Rio Doce são caracterizadas por substrato com maiores teores de areia: GUA1, a 11m de profundidade, com substrato composto por areia (69,64%) e lama (30,36%), teores de CaCO₃ igual a 68,11% e de MO igual a 3,64%; GUA 2, a 12 m de profundidade, com substrato com 99,69% de areia, e baixos valores de CaCO₃ (3,85%) e MO (0,20%); VIX 1, a 28 m, com substrato arenoso (97,29% de areia), 30% de teor de CaCO₃ e 1,19% de MO; VIX 2, com profundidade de 28m e substrato composto por cascalho (56,90%) e areia (41,13%), apresentou os valores mais elevados de CaCO₃ (93,11%) e 3,30% de MO (Quadro 2).

Figura 1: Localização das amostras da porção sul da plataforma continental do Rio Doce e ocorrência dos grupos taxonômicos.



Fonte: Autoria própria.

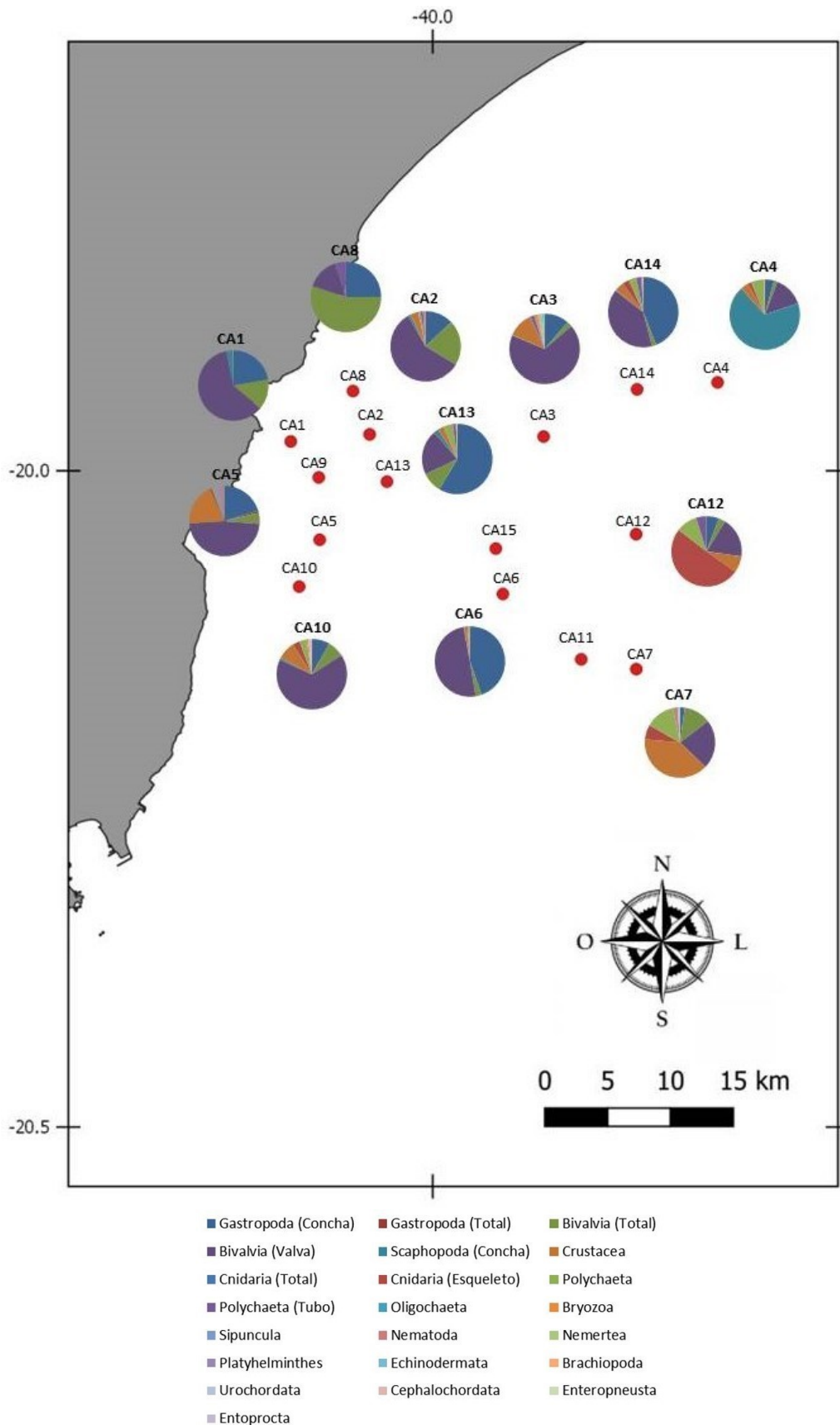
Nas amostras da Área de Proteção Ambiental Costa das Algas foram identificados 18 grupos taxonômicos em 12 amostras analisadas (planilha de dados brutos; Figura 2). Destes, três grupos ocorreram em todas as amostras, variando a sua frequência de ocorrência: valva de Bivalvia (FR variou entre 0,010 e 1,813); seguidos por concha de Gastropoda (FR variou entre 0,007 e 1,630); Bivalvia (animal com parte mole – FR variando de 0,010 a 0,139). O Subfilo Crustacea, com FR variando de 0,010 a 0,160, e a Classe Polychaeta, com FR variando de 0,003 a 0,090, ocorreram em dez das doze amostras. O Filo Cnidaria, com FR variando de 0,003 a 0,383, e concha de Scaphopoda, com FR variando de 0,003 a 0,430, ocorreram em oito das doze amostras; tubos de Polychaeta e Nematoda ocorreram em seis das doze amostras. Os demais grupos apresentaram ocorrências mais esporádicas entre as amostras analisadas.

Os maiores valores de Riqueza S (Quadro 1) foram registrados nas amostras: CA3 (S igual a 12), a 45 m de profundidade, caracterizada por substrato com alto teor de areia média a areia muito fina (87,35%), valores de CaCO_3 de 55,05% e de MO de 5,27%; CA5 (S igual a 10), a 34 m de profundidade, caracterizada por substrato com alto teor de areia muito grossa a areia média (92,30%), valores de CaCO_3 de 12,94% e de MO de 1,03%; CA6 (S igual a 10) a 43 m de profundidade, caracterizada por substrato com alto teor de areia grossa a areia fina (94,55%), valores de CaCO_3 de 95,45% e de MO de 5,76%; e CA14 (S igual a 11), a 48 m de profundidade, caracterizada por substrato com altos teores de areia muito grossa a areia fina (59,97%) e cascalho (35,54%), valores de CaCO_3 de 91,32% e de MO de 5,07% (dados de granulometria, CaCO_3 e MO apresentados no Quadro 2).

Os maiores valores de abundância dos organismos (planilha de dados brutos) estiveram associados a estas amostras, com exceção de: Bivalvia (animal com parte mole), com maior frequência relativa registrada na amostra CA1 (0,139), a 20 m de profundidade, caracterizada por substrato com alto teor de lama (75,81%), valores de CaCO_3 de 31,61% e de MO de 13,76%; concha de Scaphopoda, com maior valor de frequência relativa na amostra CA4 (0,430), a 51m de profundidade, com 60,40% de teor de cascalho no substrato de fundo, CaCO_3 igual a 90,75% e MO igual a 5,26%; e esqueleto de Cnidaria, que foi mais abundante na amostra CA12 (0,383), a 50m de profundidade, com teores de cascalho, areia e lama equilibrados e CaCO_3 igual 85,24%, MO igual a 5,87% (dados de granulometria, CaCO_3 e MO apresentados no Quadro 2).

Para os principais grupos taxonômicos quanto à frequência relativa de ocorrência nas amostras, Filo Mollusca, Gastropoda e Bivalvia, assim como para o Filo Annelida, algumas espécies foram identificadas nas amostras da região da Costa das Algas (planilha de dados). Embora o número de indivíduos identificados ainda seja incipiente para afirmações concretas, começa a se configurar, em uma escala taxonômica mais detalhada, a similaridade na composição faunística das comunidades entre as unidades amostrais, assim como padrões de dispersão destes organismos, associados à interferência ambientais como tipos de substrato de fundo (Figura 3, Figura 4 e Figura 5). Apresenta-se, desta forma, uma perspectiva da obtenção dos principais resultados quanto ao mapeamento da ocorrência de organismos bentônicos associada às interferências ambientais na plataforma continental do Rio Doce, foco principal deste estudo.

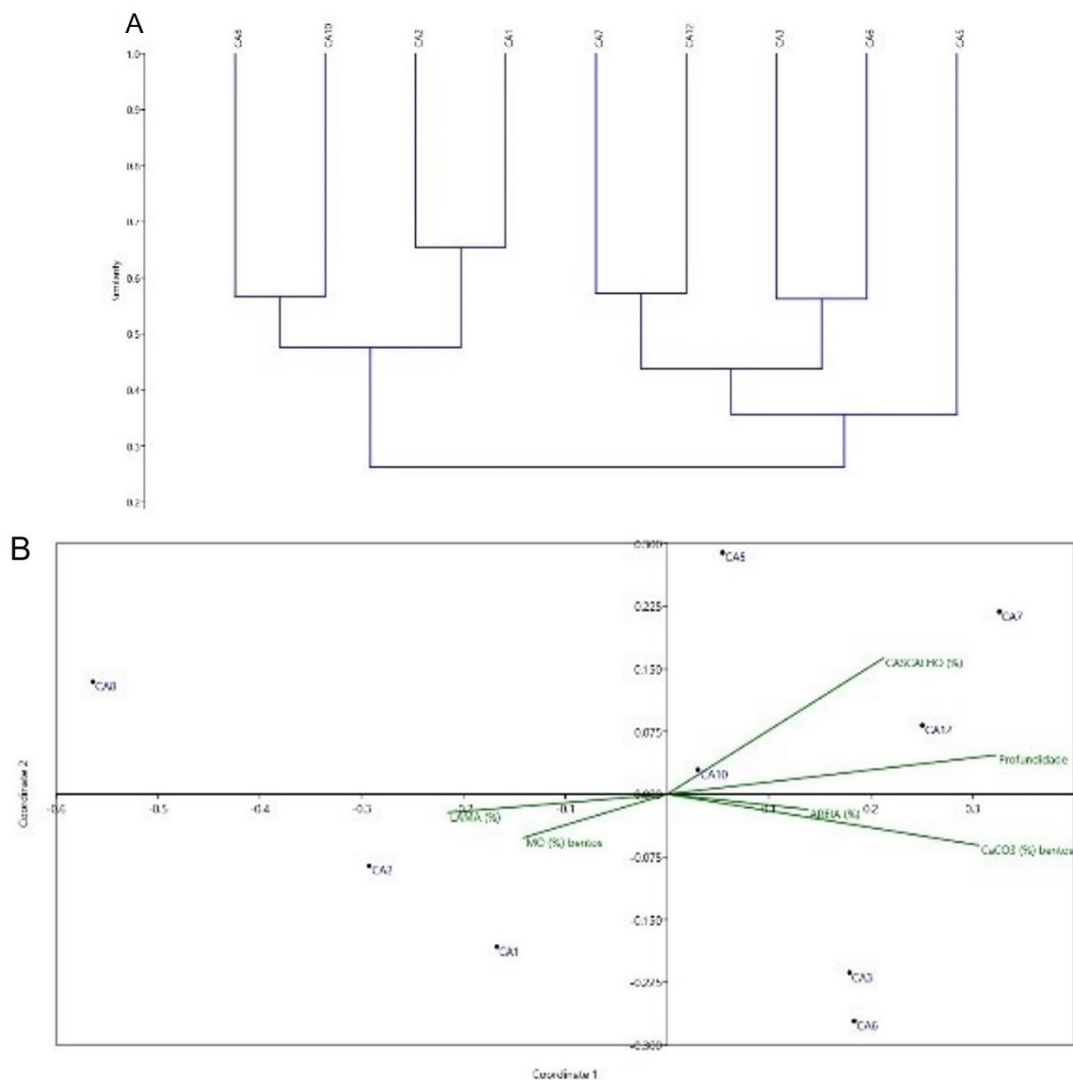
Figura 2: Localização das amostras da Área de Proteção Ambiental Costa das Algas e ocorrência dos grupos taxonômicos.



Fonte: Autoria própria.

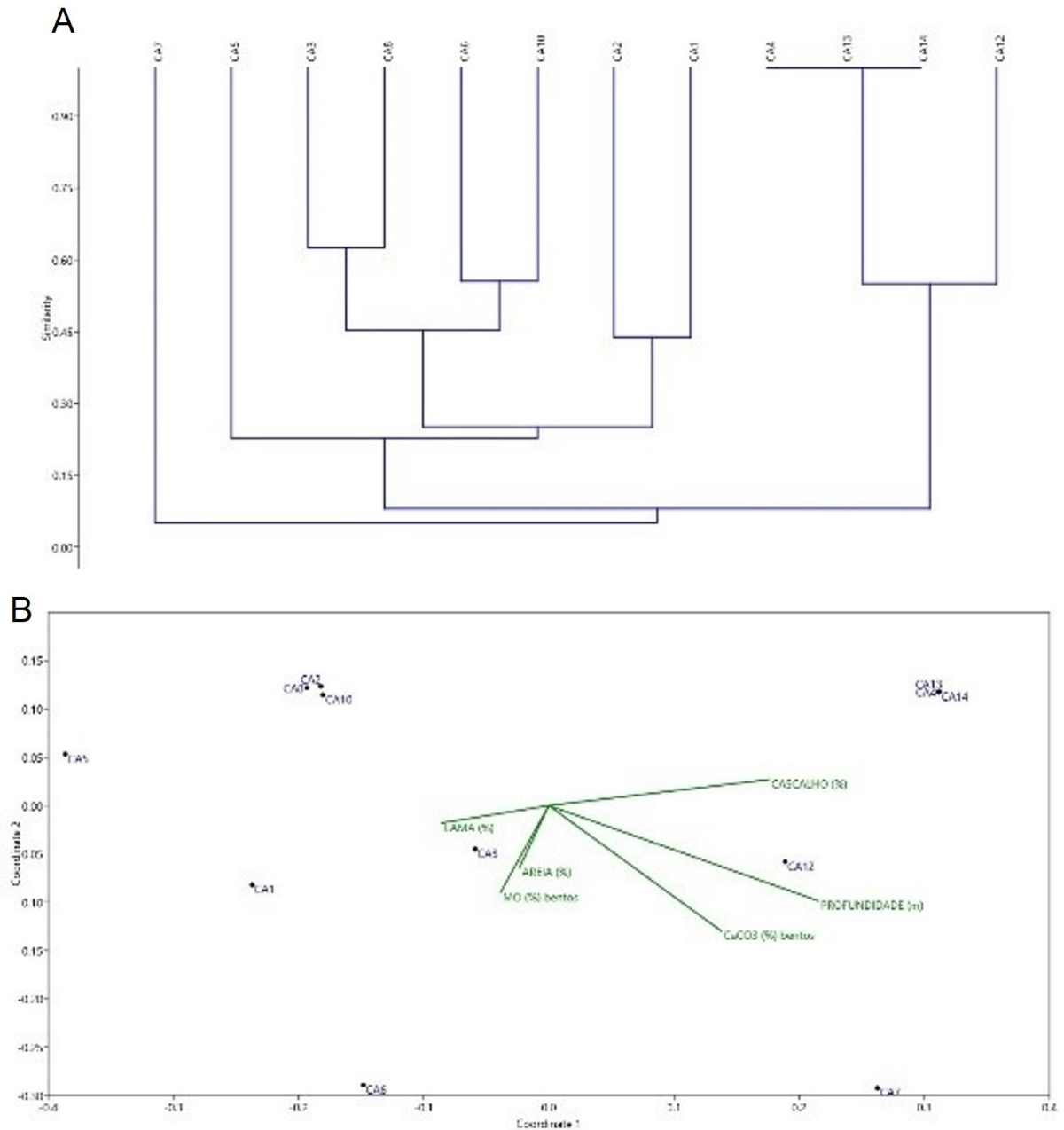
Na região da Foz do Rio Doce foram registrados 18 grupos taxonômicos em 11 amostras analisadas (planilha de dados brutos), entretanto apenas quatro deles ocorreram em todas as amostras: concha de Gastropoda (frequência relativa entre 0,400 e 11,220); valva de Bivalvia (0,500 e 23,620); concha de Scaphopoda (0,020 e 8,260) e Polychaeta (0,066 a 40,700). Os grupos Bivalvia (animal total), Crustacea, Sipuncula e tubos de Polychaeta ocorreram em dez das onze amostras. Além destes, outros grupos foram registrados na maioria das amostras como: Nematoda, em oito das onze amostras; esqueleto de Bryozoa e Echinodermata em sete das onze amostras; Cnidaria, seis das onze amostras; Platyhelminthes em cinco das onze amostras. Outros grupos ainda foram registrados em duas amostras, Oligochaeta, Bryozoa (animal total), outros em apenas uma amostra, Brachiopoda, Hemichordata Enteropneusta e Entoprocta. Os valores de Riqueza S são apresentados na planilha de dados e Quadro 1.

Figura 3: Análises da dispersão de espécies dos Filo Mollusca na área de estudo. 3.A – Análise de classificação das espécies de Bivalvia, utilizando o Índice de Similaridade de Kulczynski, mostrando a similaridade entre as unidades amostrais conforme a composição faunística das amostras; 3.B – Análise de nMDS para as espécies de Bivalvia, mostrando a interferência dos fatores abióticos na dispersão dos organismos.



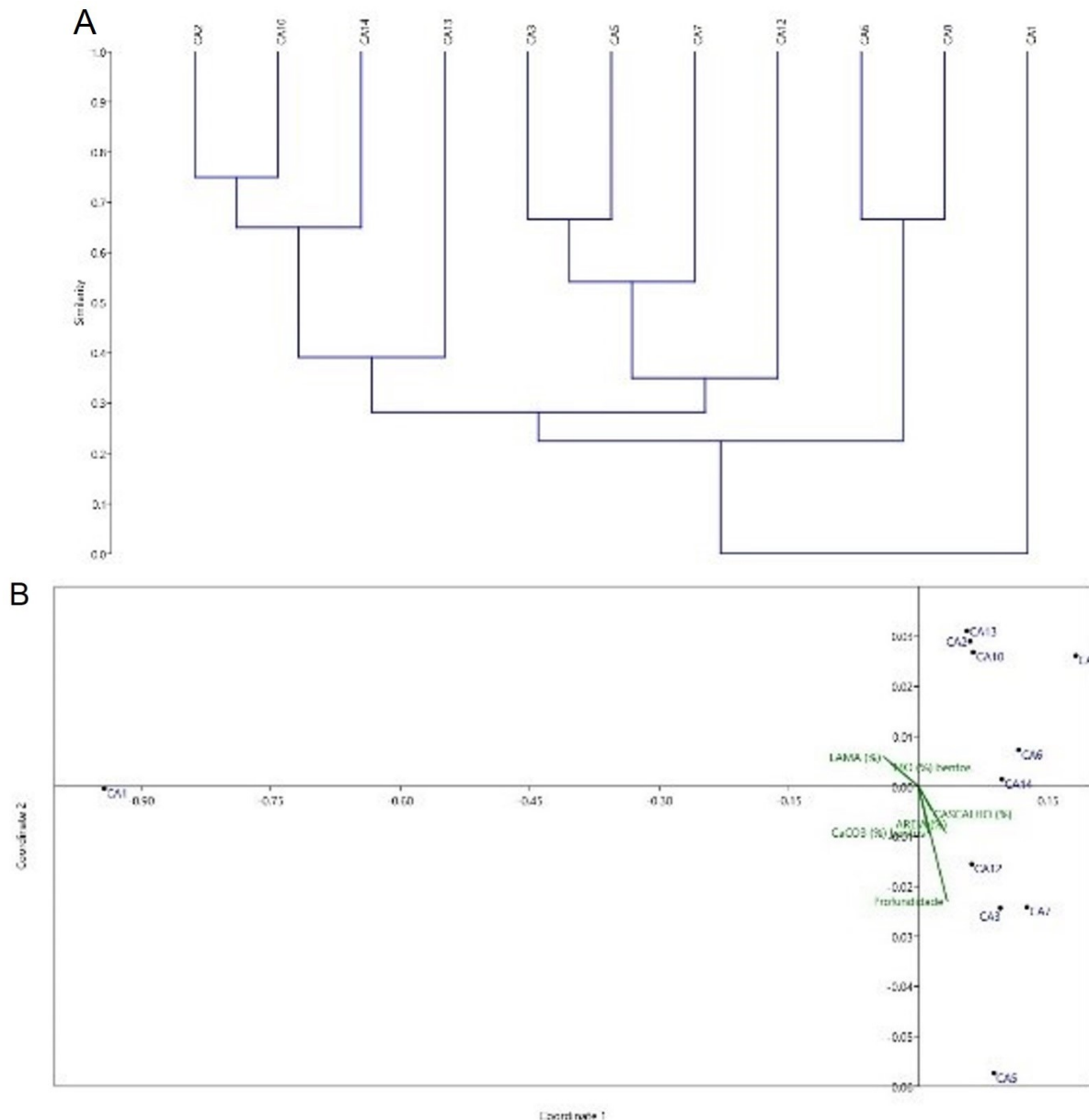
Fonte: Autoria própria.

Figura 4: Análises da dispersão de espécies dos Filo Mollusca na área de estudo. 4.A – Análise de classificação das espécies de Gastropoda, utilizando o Índice de Similaridade de Kulczynski, mostrando a similaridade entre as unidades amostrais conforme a composição faunística das amostras; 4.B – Análise de nMDS para as espécies de Gastropoda, mostrando a interferência dos fatores abióticos na dispersão dos organismos;



Fonte: Autoria própria.

Figura 5: Análises da dispersão de espécies dos Filo Polychaeta na área de estudo. 5.A – Análise de classificação das espécies de Polychaeta, utilizando o Índice de Similaridade de Kulczynski, mostrando a similaridade entre as unidades amostrais conforme a composição faunística das amostras; 5.B – Análise de nMDS para as espécies de Polychaeta, mostrando a interferência dos fatores abióticos na dispersão dos organismos.



Fonte: Autoria própria.

Na região da Foz do Rio Doce foram registrados 18 grupos taxonômicos em 11 amostras analisadas (planilha de dados brutos), entretanto apenas quatro deles ocorreram em todas as amostras: concha de Gastropoda (frequência relativa entre 0,400 e 11,220); valva de Bivalvia (0,500 e 23,620); concha de Scaphopoda (0,020 e 8,260) e Polychaeta (0,066 a 40,700). Os grupos Bivalvia (animal total), Crustacea, Sipuncula e tubos de Polychaeta ocorreram em dez das onze amostras. Além destes, outros grupos foram registrados na maioria das amostras como: Nematoda, em oito das onze amostras; esqueleto de Bryozoa e Echinodermata em sete das onze amostras; Cnidaria, seis das onze amostras; Platyhelminthes em cinco das onze amostras. Outros grupos ainda foram registrados em duas

amostras, Oligochaeta, Bryozoa (animal total), outros em apenas uma amostra, Brachiopoda, Hemichordata Enteropneusta e Entoprocta. Os valores de Riqueza S são apresentados na planilha de dados e Quadro 1.

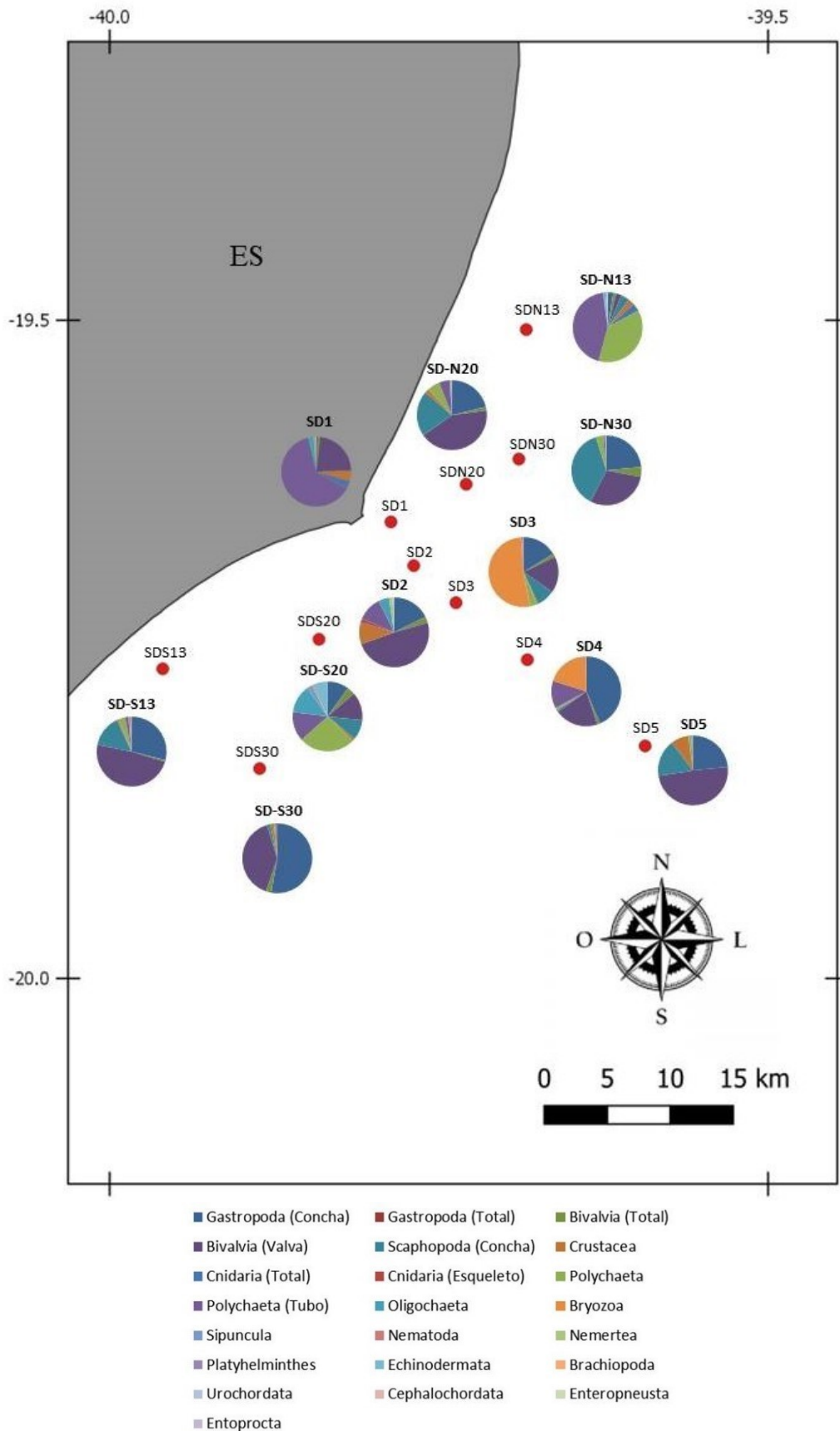
As amostras da porção norte da Foz do Rio Doce SDN13, SDN20 e SDN30, apresentaram 16 dos 18 grupos registrados para toda a região (planilha de dados brutos – Figura 6). Entre eles, estas amostras compartilharam sete grupos: concha de Gastropoda; valva de Bivalvia; concha de Scaphopoda, Polychaeta, Bivalvia (animal total), tubos de Polychaeta e Echinodermata. Os grupos mais expressivos, com maiores valores de frequência de relativa foram valva de Bivalvia (FR igual a 16,640); tubos de Polychaeta (FR igual a 12,000); Polychaeta (animal total) (FR igual a 10,200), seguidos por concha de Gastropoda (FR igual a 8,320) e concha de Scaphopoda (FR igual a 8,260). Os maiores valores de Riqueza S ocorreram em SDN13, Riqueza igual a doze, e em SDN20, Riqueza igual a treze, enquanto para SDN30 a Riqueza foi igual a oito (planilha de dados brutos; Quadro 1). A amostra SDN13 localizou-se a 15 m de profundidade, com substrato de fundo com 88,37% de lama e taxas de MO igual a 11,53% e de CaCO_3 de 18,51%. A amostra SDN20 apresentou profundidade de 19m, substrato areno lodoso, com valores de 51,21% de areia muito fina e 41,77% de lama, teor de matéria orgânica igual a 7,87% e CaCO_3 , igual a 9,64%. A amostra SDN30 esteve a 25 m de profundidade, com 63,94% de areia fina a muito fina e 35,96% de lama no substrato e teores de MO igual a 11,54% e CaCO_3 igual a 16,81%. Quanto à composição do substrato de fundo e teores de MO e CaCO_3 as amostras SDN13 e SDN30 são mais semelhantes, entretanto, diferem quando à composição e abundância da comunidade faunística bentônica. Quanto a estas características dos organismos, as amostras SDN13 e SDN20, com profundidades semelhantes, mostraram se semelhantes. Os dados de granulometria, CaCO_3 e MO foram apresentados no Quadro 2.

Na porção sul da Foz do Rio Doce, as amostras SDS13, SDS20 e SDS30 apresentaram 14 grupos taxonômicos (planilha de dados brutos), sete deles compartilhados por todas as amostras: Polychaeta, tubos de Polychaeta, valva de Bivalvia; concha de Gastropoda; concha de Scaphopoda, Bivalvia (animal total) e Crustacea. As amostras SDS20 e SDS30 apresentaram valores de Riqueza de onze e doze, respectivamente, enquanto a SDS13 apresentou Riqueza igual a sete (planilha de dados brutos e Quadro 1). Os grupos mais expressivos, com maiores valores de frequência de relativa foram Polychaeta (animal total - FR igual a 2,800), tubos de Polychaeta (FR igual a 1,467); valva de Bivalvia (FR igual a 1,400); seguidos por concha de Gastropoda (FR igual a 1,066) e concha de Scaphopoda (FR igual a 1,000) e todos estes valores foram registrados para a amostra SDS20. Os outros 5 grupos registrados nesta amostra e compartilhados com pelo menos mais uma das amostras do sul, também apresentaram os maiores valores de frequência relativa, além de Oligochaeta, que foi registrado apenas nesta amostra com frequência relativa igual a 1,400. Quanto às características abióticas analisadas (Quadro 2), esta amostra foi caracterizada por substrato lamoso (92,59% de lama), valores de MO em torno de 14,97% e 16,47% de CaCO_3 e 20m de profundidade. A amostra SDS13 apresentou teores 52,47% de areia muito grossa a areia média, 28,72% de lama e 18,81% de cascalho, com os maiores valores de CaCO_3 entre as amostras da porção sul, igual a 22,97% e 6,26% de MO, a 18 m de

profundidade. A amostra SDS30 apresentou 98,26% de teores de areia média a areia fina no substrato e os menores valores de MO (2,40%) e de CaCO_3 (5,25%).

As amostras da desembocadura do Rio Doce apresentaram 15 grupos taxonômicos (planilha de dados brutos), dos quais 6 foram registrados em todas as amostras: Polychaeta (FR entre 0,083 e 40,700), valva de Bivalvia (FR entre 0,586 e 23,620); seguidos por concha de Gastropoda (FR entre 0,400 e 11,220), concha de Scaphopoda (FR entre 0,203 e 8,260), Crustacea (FR entre 0,043 e 3,920) e Sipuncula (FR entre 0,006 e 0,340). Para estes grupos, com exceção de Polychaeta, os maiores valores de frequências relativas foram registrados na amostra SD5, a 50 m de profundidade. Para esta amostra não temos dados de substrato de fundo, MO e CaCO_3 .

Figura 6: Localização das amostras da Foz do Rio Doce e ocorrência dos grupos taxonômicos.



Fonte: Autoria própria.

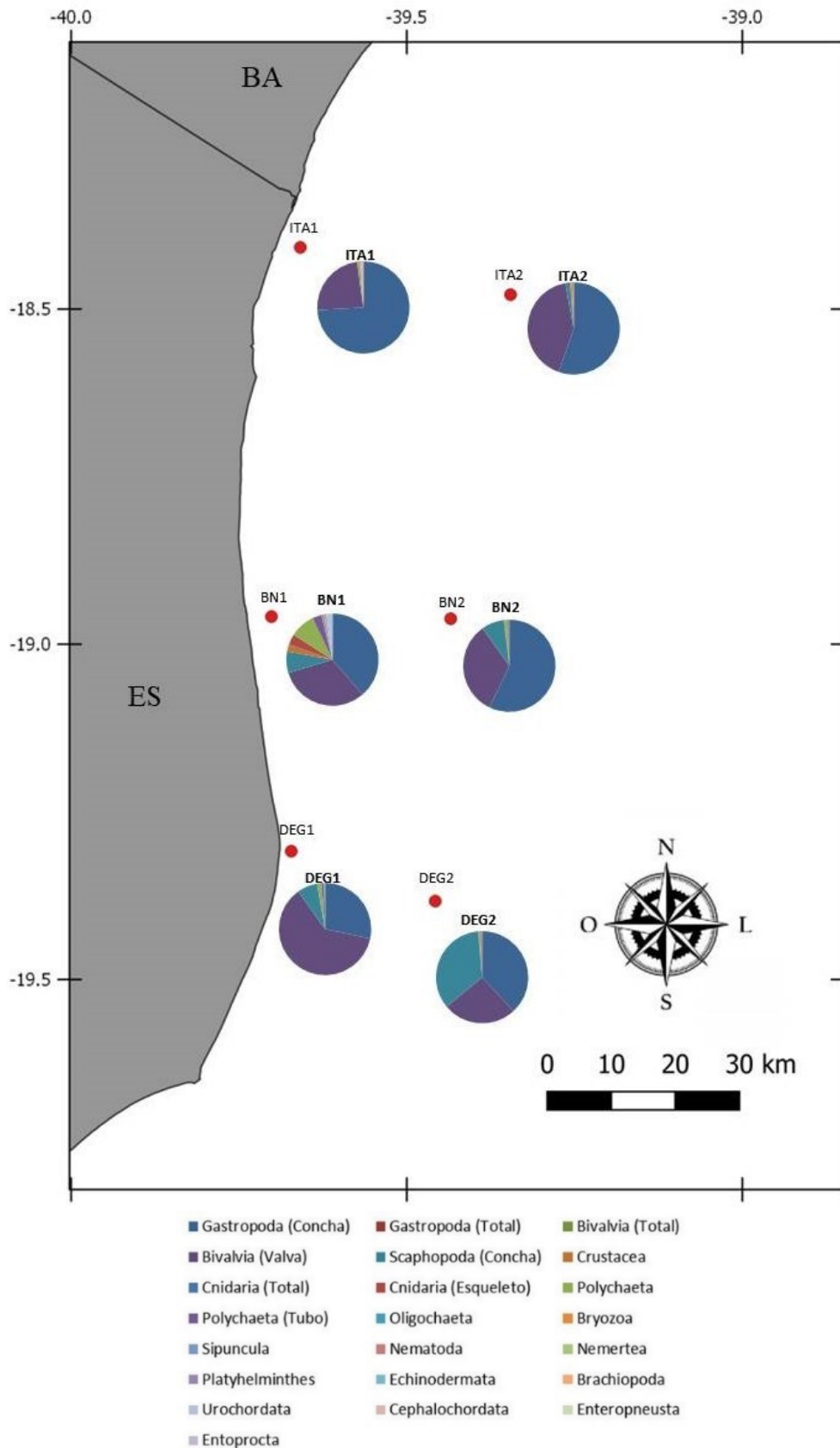
O grupo Polychaeta teve o maior valor de frequência relativa (40,700) e foi registrado na amostra SD1, a 10 m de profundidade, com teor de 77,24% de areia muito fina, o menor valor de CaCO₃ entre estas amostras, igual a 5,75% e 3,23% de MO. A amostra SD2, com os maiores valores de lama em seu substrato (89,85%), valores de MO de 13,22%, mais alto entre as amostras, e CaCO₃ igual a 11,47%, apresentou os maiores valores de frequência relativa para valva de Bivalvia (FR igual a 6,000); seguidos por concha de Gastropoda (FR igual a 2,160), Polychaeta (FR igual a 1,360) e concha de Scaphopoda (FR igual a 1,240). Outros grupos ocorreram em 4 das cinco amostras, como: Bivalvia (animal com parte mole – FR variando de 0,043 a 0,800), tubos de Polychaeta (FR variando de 0,006 a 1,783) e Nematoda (FR variando de 0,023 a 0,200). O Filo Cnidaria (FR variando de 0,010 a 0,320), esqueleto de Bryozoa (FR variando de 1,640 a 26,703) e Platyhelminthes (FR variando de 0,006 a 0,040) foram registrados em 3 das 5 amostras. As amostras SD3 e SD4 apresentaram os maiores valores de frequência relativa para esqueleto de Bryozoa (11,006 e 26,703, respectivamente), além de terem compartilhado Bryozoa (animal total), com frequências de 3,036 e 3,943, respectivamente. Estas amostras SD3 e SD4 apresentaram substrato de fundo com teores mais altos de areia (85,44% e 61,17%) e menores de cascalho (13,44% e 29,53%). A amostra SD4 apresentou 59,74% de CaCO₃ e 2,92% de MO, enquanto para a amostra SD3 foi registrado 17,32% de CaCO₃ e 1,26% de MO. Os dados de granulometria, CaCO₃ e MO foram apresentados no Quadro 2.

Nas regiões de Degredo, Barra Nova e Itaúnas foram registrados 12 grupos taxonômicos (planilha de dados brutos - Figura 7), entretanto, apenas concha de Gastropoda (frequência relativa entre 0,500 e 14,670), seguido valva de Bivalvia (frequência relativa entre 0,160 a 9,970) e Polychaeta (frequência relativa entre 0,060 e 0,380), ocorreram em todas as amostras. Os maiores valores de frequência relativa foram observados entre as amostras de Degredo (DEG2), para concha de Gastropoda (14,670), valva de Bivalvia (9,970) e concha de Scaphopoda (13,320). As amostras de Degredo apresentaram teores de lama e areia em torno de 50%, baixos teores de CaCO₃ (DEG 1 igual a 18,24; DEG 2 igual a 26,56). Entre as amostras de Barra Nova, BN2 apresentou valores de frequência relativa mais altos para concha de Gastropoda (2,820), valva de Bivalvia (1,630) e concha de Scaphopoda (0,390). Esta amostra apresentou teores de cascalho e areia em torno de 50%, os maiores valores de CaCO₃ (85,22%) e baixos teores de MO (2,40%). A amostra BN1 apresentou o maior valor de Riqueza, igual a 15, com valores de frequência relativa menos expressivos do que BN2, (concha de Gastropoda igual a 0,930; valva de Bivalvia igual a 0,760). O substrato de fundo apresentou 84,13% de areia, 44,75% de CaCO₃ e 2,15% de MO. Entre as amostras de Itaúnas ITA2 apresentou os maiores valores de frequência relativa para concha de Gastropoda (3,020) e valva de Bivalvia (2,290). Quanto à composição do substrato, apresentaram mais de 90% de teores de areia, baixos valores de CaCO₃ (ITA1 igual a 6,24% e ITA2 igual a 24,88%), assim como de MO (ITA1 igual a 0,40% e ITA2 igual a 1,16%). Os dados de granulometria, CaCO₃ e MO foram apresentados no Quadro 2.

Nos pontos amostrais dentro do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos (AB1, AB2, AB3, AB4 e AB5) foram registrados doze grupos taxonômicos (planilha de dados brutos), entretanto, apenas quatro deles estiveram presentes em todas as amostras (Figura 8). Entre estes quatro grupos, os maiores valores

de frequência relativa de ocorrência foram registrados para valva de Bivalvia (entre 0,970 e 9,780), seguido de concha de Gastropoda (1,090 a 6,630). Ocorreram ainda a Classe Polychaeta, com frequência relativa de 0,060 a 0,380, e o Filo Nematoda, com valores de frequência de 0,010 a 0,070. O Subfilo Crustacea (frequências relativas entre 0,030 e 0,250) e tubos da Classe Polychaeta (frequência relativa entre 0,050 e 0,150) ocorreram em 4 das 5 amostras. Esqueletos do Filo Cnidaria (frequência relativa de 0,030 a 0,430) e concha de Scaphopoda (frequência relativa de 0,030 a 0,860), foram registrados em 3 amostras, assim como esqueletos do Filo Bryozoa em outras duas amostras (0,003 a 0,010). As amostras AB2, AB3 e AB5 apresentaram os maiores teores de areia no substrato de fundo, assim como os maiores de CaCO_3 , enquanto a amostra AB1 apresentou teores de lama em torno de 61% e 55% de CaCO_3 . A amostra AB1 apresentou o menor valor de riqueza entre as amostras de Abrolhos, com os maiores valores de frequência relativa para valva de Bivalvia (2,150) e concha de Gastropoda (1,630) e Polychaeta e Nematoda em valores menos expressivos 0,060 e 0,040, respectivamente. A amostra AB4 foi caracterizada por fundo 100% de lama, cerca de 49% de CaCO_3 , 2,05% de MO e os maiores valores de frequência relativa para valva de Bivalvia e concha de Gastropoda, assim como para a maioria dos outros grupos taxonômicos. Os dados de Riqueza S foram apresentados no Quadro 1; os dados de granulometria, CaCO_3 e MO foram apresentados no Quadro 2.

Figura 7: Localização das amostras da porção norte da Plataforma Continental do Rio Doce e ocorrência dos grupos taxonômicos.

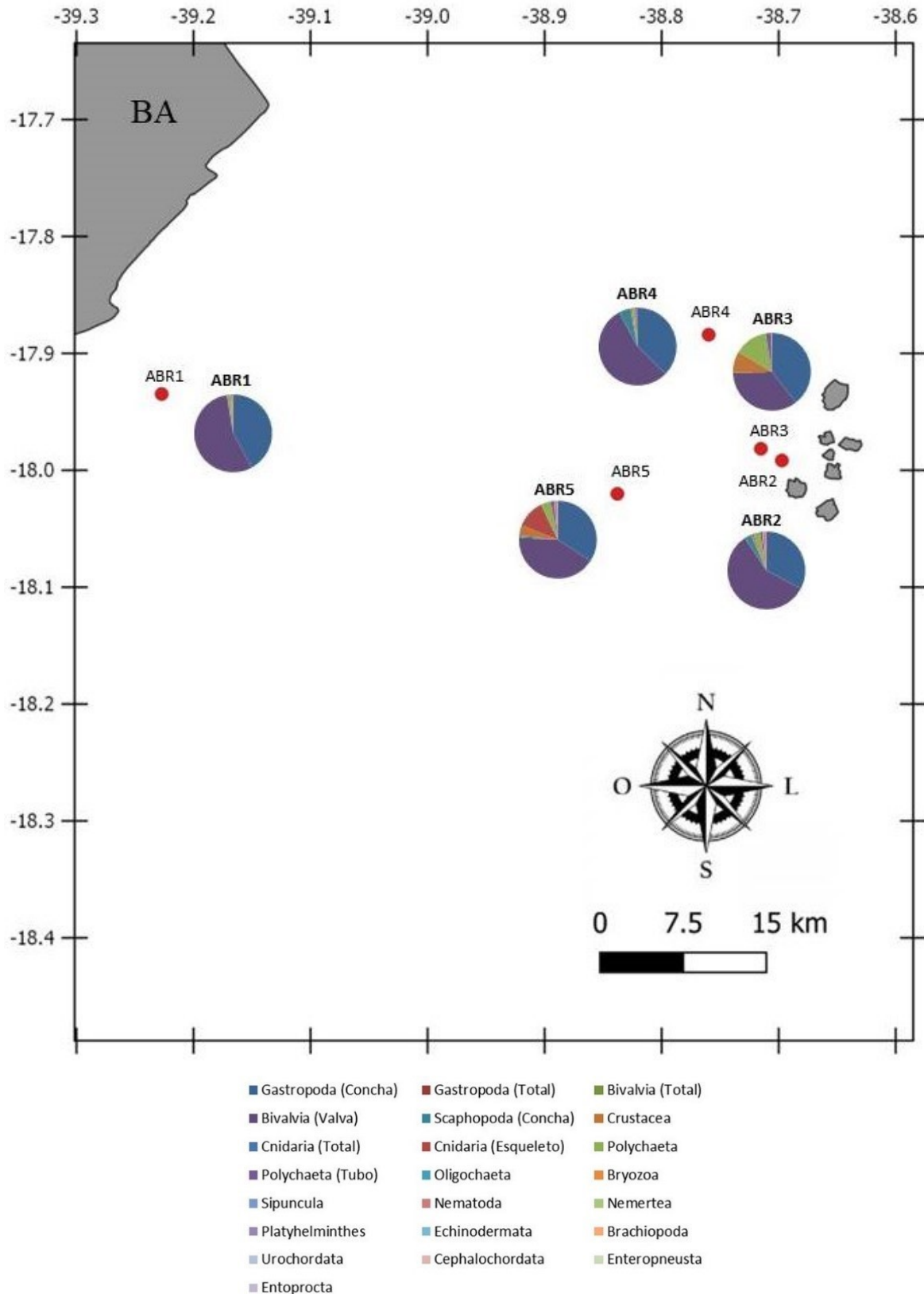


Fonte: Autoria própria.

Entre os pontos amostrais, a análise de classificação utilizando o Índice de Similaridade de Kulczynski (Figura 9), evidenciou a formação de grupamentos caracterizados pela ocorrência dos principais grupos taxonômicos registrados, concha de Gastropoda, valva de Bivalvia, concha de Scaphopoda, Classe Polychaeta, Subfilo Crustacea, Filo Cnidaria e Filo Bryozoa, variando, mais do que na sua composição, nas suas frequências relativas de ocorrência (Planilha de dados).

A maioria das amostras de Abrolhos estão agrupadas com Barra Nova e compartilharam concha de Gastropoda, valva de Bivalvia, concha de Scaphopoda, Crustacea, Polychaeta, tubo de Polychaeta e Nematoda, além de esqueleto de Cnidaria e esqueleto de Bryozoa, que ocorreram em três das quatro amostras. Ainda com as amostras do norte, outro grupamento próximo ao anterior foi formado com amostra de Abrolhos, Degredo e Barra Nova, além de uma amostra da Baía de Vitória (VIX1), que compartilharam os mesmos grupos, com exceção de esqueleto de Bryozoa, porém com valores de frequência relativa mais altos do que o primeiro grupo. As amostras de Itaúnas (ITA1) e Abrolhos 1, apresentaram valores de Riqueza S menores, compartilhando, entretanto, concha de Gastropoda, valva de Bivalvia, Polychaeta e Nematoda, com valores de frequência relativa menores do que os grupos anteriores para os dois últimos Filos.

Figura 8: Localização das amostras da porção norte da Plataforma Continental do Rio Doce e ocorrência dos grupos taxonômicos.



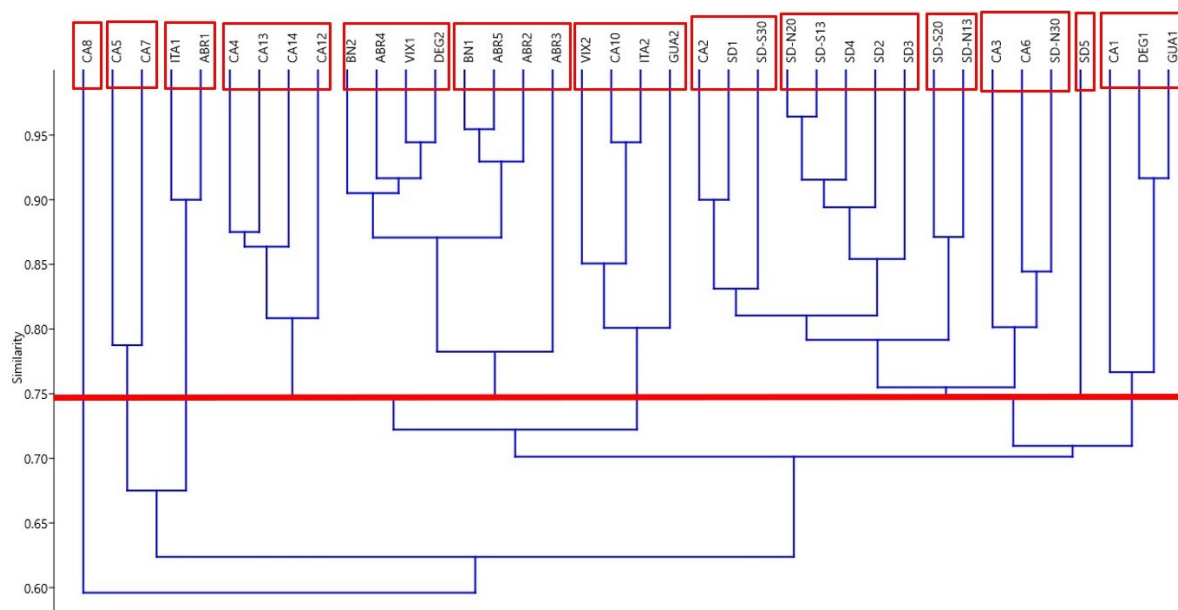
Fonte: Autoria própria

As amostras da Área de Proteção Ambiental Costa das Algas que formaram o maior grupamento compartilharam concha de Gastropoda, Bivalvia, valva de Bivalvia, Crustacea, e Polychaeta, além de concha de Scaphopoda, esqueleto de Cnidaria, tubos de Polychaeta e Brachiopoda, que ocorreram em três das quatro amostras. As amostras CA5 e CA7, compartilharam os grupos concha de Gastropoda, Bivalvia, valva de Bivalvia, Crustacea, esqueleto de Cnidaria, Polychaeta, além de Nematoda. A amostra isolada CA8 compartilhou quatro destes grupos concha de Gastropoda, Bivalvia, valva de Bivalvia e tubos de Polychaeta.

As amostras da Foz ocorreram em três grupamentos principais, além de uma amostra isolada SD5. O maior grupamento compartilhou concha de Gastropoda, Bivalvia, valva de Bivalvia, concha de Scaphopoda, Crustacea, Polychaeta, tubos de Polychaeta, Sipuncula e Platyhelminthes, além de Cnidaria, esqueleto de Bryozoa, Nematoda e Echinodermata, que ocorreram em quatro, das cinco amostras do grupo. O grupamento entre as amostras SDS20 e SDN13 compartilharam grupos que ocorreram nas amostras anteriores, como concha de Gastropoda, Bivalvia, valva de Bivalvia, concha de Scaphopoda, Crustacea, Polychaeta, tubos de Polychaeta, Sipuncula e Echinodermata, também apresentou Oligochaeta. As duas amostras que se agruparam com CA2 compartilharam menos grupos de organismos do que os anteriores, como concha de Gastropoda, Bivalvia, valva de Bivalvia, concha de Scaphopoda, Crustacea, Polychaeta, tubos de Polychaeta. Da mesma forma, a amostra SDN30, agrupada com CA 3 e CA6, compartilharam concha de Gastropoda, Bivalvia, valva de Bivalvia, concha de Scaphopoda, Polychaeta, esqueleto de Bryozoa, Nematoda e Echinodermata. A amostra isolada SD5 apresentou os mesmos organismos que ocorreram nos grupos descritos, entretanto, os valores de frequência de ocorrência para concha de Gastropoda e para valva de Bivalvia foram marcadamente superiores às outras amostras.

As amostras da porção sul da plataforma continental do Rio Doce formaram grupamentos com as amostras da porção norte, Degredo e Itaúnas, assim como com amostras da Costa das Algas. Estes grupamentos compartilharam concha de Gastropoda, valva de Bivalvia, concha de Scaphopoda e Polychaeta. O grupamento com amostras de Vitória, Guarapari, Itaúnas e Costa das Algas, além destes grupos, compartilhou entre suas amostras esqueleto de Cnidaria, além de Crustacea e esqueleto de Bryozoa que ocorreram em três das quatro amostras, estando ausentes da amostra de Guarapari.

Figura 9: Dendrograma da análise de classificação utilizando o Índice de Similaridade de Kulczynski com base nos dados de frequência relativa dos organismos nas amostras.



Fonte: Autoria própria.

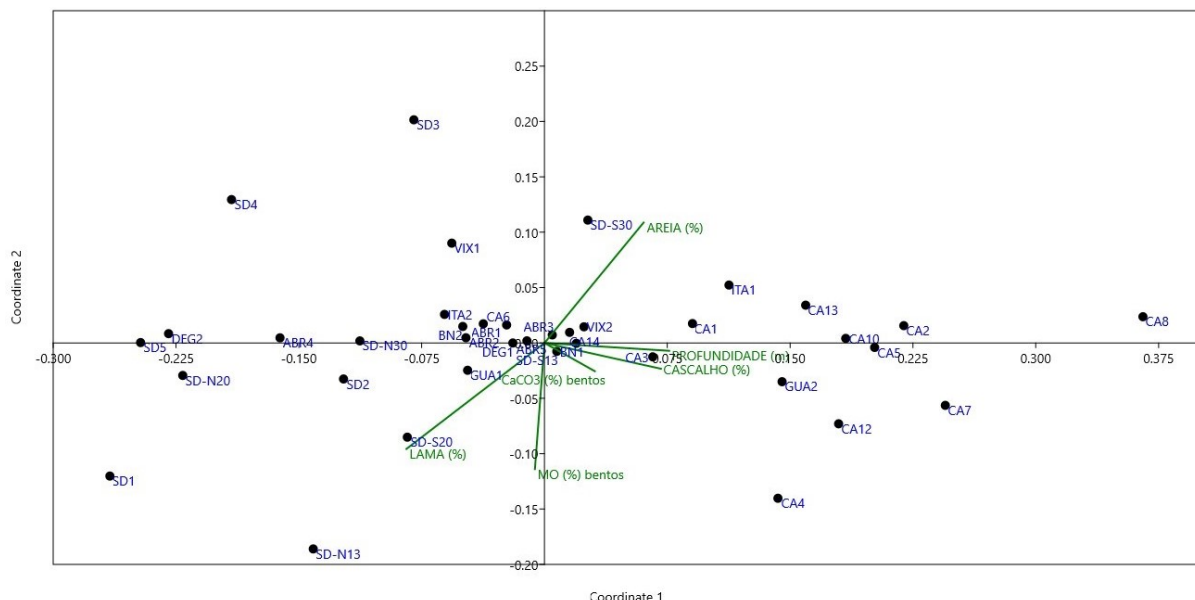
A interferência dos fatores ambientais como granulometria, teores de matéria orgânica (MO) e carbonato de cálcio (CaCO_3) na dispersão dos organismos e, por consequência nas suas frequências relativas, foi apresentada na análise de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) a seguir.

A análise de nMDS (Figura 10) mostrou a interferência principalmente dos teores do substrato de fundo na dispersão das amostras. Os grupamentos foram caracterizados pela semelhança na sua composição taxonômica, porém com variação nas frequências de ocorrências dos grupos. Um grupamento de amostras da região a norte da desembocadura pode ser observado, que apresentaram maiores teores de areia, exceto para as amostras de Abrolhos 1 e Degredo 1, com teores de areia e lama na ordem de 50%. Estas amostras são caracterizadas por valores de frequências relativas aproximados, para concha de Gastropoda, valva de Bivalvia e Polychaeta, que ocorreram em todas as amostras, além do registro de Crustacea e esqueleto de Cnidaria, compartilhados pela maioria delas. Outro grupamento observado, cuja dispersão dos pontos esteve associada aos maiores teores de areia, incluiu a amostra de Barra Nova 1 e as demais a sul da desembocadura do Rio Doce. Estas amostras apresentaram valores de frequência de ocorrência aproximados para os grupos de concha de Gastropoda, valva de Bivalvia, concha de Scaphopoda e Crustacea. A profundidade e os teores de cascalho e CaCO_3 estiveram associados, interferindo na dispersão de amostras caracterizadas pela ocorrência dos grupos taxonômicos mais importantes mencionados, além de maiores frequências para esqueleto de Cnidaria e do Filo Bryozoa.

A partir das análises dos dados obtidos foi possível verificar que os principais grupos taxonômicos, tanto em relação à amplitude de sua distribuição geográfica, como quanto à abundância são o Filo Mollusca, com as Classes Gastropoda e Bivalvia em especial, com formas que se adaptam a diferentes tipos de substrato, seguidos pela Classe Scaphopoda; Filo Annelida, Classe Polychaeta; Subfilo

Crustacea e Filo Bryozoa. Estes organismos possuem hábito bentônico intersticial e as maiores ocorrências foram registradas para os seus vestígios, como conchas e esqueletos. De maneira geral, estes vestígios são frágeis e, ao serem carregados por ação de correntes ou ondas se quebram. Para efeito de registro e contabilização, apenas os vestígios em bom estado de conservação, inteiros e sem impregnação por sedimento foram considerados, o que indica que sua morte foi recente. Este cenário foi recorrente em todas as áreas amostrais, especialmente nas amostras de menores profundidades, e sugere uma mortandade destes organismos que pode estar associada aos contaminantes do substrato decorrentes da chegada do rejeito. Para que se possa confirmar estas suspeitas, os dados de geoquímica serão fundamentais, permitindo a associação entre os registros destes vestígios e teores de contaminação do substrato.

Figura 10: Análise de nMDS (Escalonamento Multidimensional não-Métrico) com base nos dados de frequência relativa dos organismos, Matéria Orgânica (MO), Carbonato de Cálcio (CaCO₃), dados de Granulometria e de Profundidade.



Fonte: Autoria própria.

1.2 DISCUSSÃO DAS ANÁLISES

O Projeto de Pesquisa "Mapeamento de Habitats Marinhos da Plataforma Continental do Espírito Santo", fomentado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado do Espírito Santo (FAPES), sob coordenação do Prof. Dr. Alex Cardoso Bastos, do Laboratório de Oceanografia Geológica (LABOGEO) do Departamento de Oceanografia e Ecologia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) foi desenvolvido entre os anos de 2014 e 2017, com o objetivo de descrever o mosaico de habitats bentônicos marinhos que compõem esta região da plataforma continental quanto aos perfis geomorfológicos, sedimentológicos e da composição da biota. Os resultados provenientes deste trabalho permitiram a caracterização da fauna bentônica antes da chegada dos rejeitos da

barragem de Mariana, MG, e da deposição da lama contaminada no fundo marinho, constituindo uma ferramenta fundamental para a avaliação dos possíveis impactos gerados por este rejeito.

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. 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. Diversas expedições com navios oceanográficos da Marinha e de Instituições de Pesquisas foram 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.

A partir destas informações foi possível traçar uma comparação quanto à resposta dos organismos bentônicos aos efeitos decorrentes da chegada dos rejeitos da barragem na plataforma continental do Rio Doce. Estas informações são apresentadas a seguir. Para esta comparação foram considerados apenas os pontos amostrais do projeto de mapeamento de habitats adjacentes aos pontos monitorados após a chegada do rejeito (Quadro 3).

Quadro 3: Localização das amostras de substrato de fundo para análise de fauna coletadas em estudos anteriores: SCRD – Projeto Mapeamento de Habitats; D - Expedição Vital de Oliveira; ANTD – Antares; Iniciais das localidades – Expedição Soloncy Moura

Mapeamento de Habitats			
Amostras	Data	Longitude (W)	Latitude (S)
SCRD577	01/12/2015	-39.480.095	-19.424.213
SCRD579	16/11/2015	-39.673.195	-19.337.389
SCRD549	13/11/2015	-39.685.208	-19.602.264
SCRD556	13/11/2015	-39.695.728	-19.507.159
SCRD539	13/11/2015	-39.740.650	-19.648.682
SCRD537	13/11/2015	-39.777.160	-19.632.362
SCRD530	01/10/2015	-39.795.020	-19.713.096
SCRD532	01/10/2015	-39.764.473	-19.728.392
SCRD533	16/11/2015	-39.729.111	-19.746.088
SCRD536	23/11/2015	-39.629.057	-19.796.096
SCRD522	29/09/2015	-39.871.665	-19.770.282
SCRD512	29/09/2015	-39.979.539	-19.800.862
SCRD514	29/09/2015	-39.885.538	-19.831.406
SCRD483	02/10/2015	-40.124.361	-20.016.001
SCRD495	29/09/2015	-40.028.347	-19.949.839
SCRD497	30/09/2015	-39.969.730	-19.958.626
SCRD500	18/12/2015	-39.763.921	-19.989.920

Mapeamento de Habitats			
Amostras	Data	Longitude (W)	Latitude (S)
SCRD485	02/10/2015	-40.094.188	-20.018.250
SCRD478	18/12/2015	-39.931.042	-20.094.414
SCRD470	18/12/2015	-39.890.405	-20.157.377
SCRD494	29/09/2015	-40.065.633	-19.944.234
SCRD484	02/10/2015	-40.108.329	-20.017.195
SCRD475	02/10/2015	-40.122.702	-20.093.263
SCRD479	18/12/2015	-39.866.962	-20.094.750
SCRD486	30/09/2015	-40.044.685	-20.021.928
SCRD508	01/10/2015	-39.868.010	-19.905.732
BV264	23/09/2015	-40.177.419	-20.212.125
BV256	03/10/2015	-40.136.718	-20.299.662
BV221	07/10/2015	-40.346.451	-20.517.113
AB219	03/12/2015	-39.591.844	-18.450.713
AB222	08/12/2015	-39.247.419	-18.451.547
AB175	17/11/2015	-39.710.427	-18.986.224
AB185	02/12/2015	-39.512.541	-18.898.853

Expedição Vital de Oliveira			
Amostras	Data	Longitude (W)	Latitude (S)
D01 B05	27/11/2015	-39,797695	-19,648194
D2B1	27/11/2015	-39,768218	-19,685815
D2B2	27/11/2015	-39,768218	-19,685815
D3B2	28/11/2015	-39,7355	-19,714667
D4B21	28/11/2015	-39,65667	-19,77167
D5B2	27/11/2015	-39,628269	-19,803564
D6B1	27/11/2015	-39,59333	-19,82333
D9B3	28/11/2015	-39,71368	-19,676323
D13B05	28/11/2015	-39,783174	-19,728866
D17B	28/11/2015	-39,7355	-19,714667
D18B05	29/11/2015	-39,8435	-19,67366
D19B05	29/11/2015	-39,744255	-19,64245

Expedição Antares			
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

Expedição Soloncy Moura			
Amostras	Data	Longitude	Latitude
SD1	24/04/2016	-19,653167	-39,786389
SD2	24/04/2016	-19,686389	-39,769056

Expedição Soloncy Moura			
Amostras	Data	Longitude	Latitude
SD3	24/04/2016	-19,714556	-39,736972
SD4	25/04/2016	-19,757861	-39,682778
SDN20	24/04/2016	-19,624583	-39,729278
SDN30	24/04/2016	-19,605417	-39,68925
SDS20	25/04/2016	-19,742333	-39,841028
SDS30	25/04/2016	-19,840528	-39,886139
SDN 13	23/04/2016	-19,507056	-39,683611
SDS 13	25/04/2016	-19,764722	-39,959694
DEG1	23/04/2016	-19,308584	-39,671964
DEG2	23/04/2016	-19,382999	-39,457405
BN2	20/04/2016	-18,961848	-39,4344
CA1	26/04/2016	-19,977583	-40,108306
CA2	26/04/2016	-19,972194	-40,048111
CA3	26/04/2016	-19,973833	-39,915306
ITA1	22/04/2016	-18,408001	-39,658504
ITA2	22/04/2016	-18,478489	-39,345227
GUA1	-	-20,58044	-40,38972

Fonte: Autoria própria.

No projeto de mapeamento de habitats, anterior à chegada dos rejeitos, para as 59 amostras analisadas na região da plataforma continental do Rio Doce foram triados 5.726 indivíduos e, com base na frequência relativa, o principal grupo taxonômico foi o Filo Bryozoa, seguido do Filo Mollusca, representado pela concha da Classe Gastropoda e valva da Classe Bivalvia e da Classe Scaphopoda (Quadro 4).

Quadro 4: Dados sobre estrutura de comunidade das amostras SCRD Projeto Mapeamento de Habitats.

°	Riqueza	Abundancia	Dominância_D	Diversidade de Shannon_H	Equitabilidade_J
SCRD_470	0	0	0	0	0
SCRD_471	0	0	0	0	0
SCRD_473	2	15	0,77	0,39	0,57
SCRD_474	6	77	0,44	1,22	0,68
SCRD_475	4	190	0,47	1	0,72
SCRD_478	0	0	0	0	0
SCRD_479	3	31	0,55	0,8	0,73
SCRD_481	3	49	0,81	0,38	0,35
SCRD_482	3	71	0,57	0,77	0,7
SCRD_484	7	47	0,32	1,35	0,69
SCRD_486	6	106	0,42	1,08	0,6
SCRD_487	0	0	0	0	0
SCRD_488	6	136	0,4	1,15	0,64
SCRD_491	8	606	0,37	1,26	0,6
SCRD_492	0	0	0	0	0
SCRD_493	3	3	0,33	1,1	1
SCRD_494	0	0	0	0	0
SCRD_495	5	38	0,26	1,44	0,9
SCRD_496	3	57	0,59	0,72	0,66
SCRD_497	4	94	0,47	0,83	0,6
SCRD_499	7	49	0,24	1,62	0,83
SCRD_500	3	5	0,38	1,04	0,95

°	Riqueza	Abundancia	Dominância_D	Diversidade de Shannon_H	Equitabilidade_J
SCRD_502	1	14	1	0	0
SCRD_504	3	47	0,49	0,78	0,71
SRCD_506	7	185	0,39	1,31	0,68
SCRD_507	7	211	0,22	1,67	0,86
SCRD_508	5	92	0,35	1,16	0,72
SCRD_511	3	8	0,34	1,08	0,99
SCRD_512	8	475	0,37	1,27	0,61
SCRD_513	7	250	0,21	1,65	0,85
SCRD_514	5	49	0,44	1,1	0,68
SCRD_515	8	758	0,6	0,84	0,4
SCRD_517	4	138	0,58	0,8	0,57
SCRD_518	3	21	0,34	1,09	0,99
SCRD_520	1	4	1	0	0
SCRD_522	2	8	0,5	0,69	1
SCRD_529	4	5	0,28	1,33	0,96
SCRD_530	4	26	0,43	0,96	0,69
SCRD_531	6	47	0,3	1,44	0,8
SCRD_532	8	171	0,28	1,48	0,71
SCRD_533	0	0	0	0	0
SCRD_538	7	62	0,16	1,88	0,97
SCRD_539	8	222	0,21	1,72	0,83
SCRD_540	0	0	0	0	0
SCRD_542	0	0	0	0	0
SCRD_543	4	43	0,32	1,17	0,85
SCRD_547	7	76	0,23	1,66	0,85
SCRD_548	6	284	0,33	1,2	0,67
SCRD_549	4	108	0,43	1,05	0,76
SCRD_555	1	1	1	0	0
SCRD_556	4	451	0,37	1,1	0,79
SCRD_557	5	76	0,3	1,31	0,82
SCRD_558	6	114	0,35	1,3	0,72
SCRD_561	5	83	0,35	1,24	0,77
SCRD_570	4	101	0,37	1,09	0,79
SCRD_572	4	7	0,27	1,35	0,98
SCRD_573	0	0	0	0	0
SCRD_574	0	0	0	0	0
SCRD_580	1	15	1	0	0

Fonte: Autoria própria.

Quanto à estrutura de comunidade, os maiores valores do índice de Shannon (Quadro 4) foram registrados nas amostras caracterizadas por sedimento de areia muito fina e lama localizadas à leste e sul da desembocadura, em profundidade variando de 15 m a 40m. Estes altos valores de Diversidade de Shannon refletiram a baixa dominância, mostrando uma uniformidade na abundância dos indivíduos entre as espécies existentes. Nestas amostras os principais grupos taxonômicos foram Filo Bryozoa e a valva da Classe Bivalvia. Os menores valores do índice de Shannon foram observados nas amostras caracterizadas por sedimento de areia muito grossa e areia fina em frente a desembocadura do Rio Doce em profundidade variando de 10m a 50m. Estes valores foram explicados pela alta dominância, decorrente da maior abundância dos grupos taxonômicos Filo Bryozoa e Filo Mollusca com a concha da Classe Gastropoda (Tabela 1).

A análise de classificação usando o índice de similaridade de Kulczynski resultou em cinco grupos de amostras (Figura 11). Em todos eles os principais grupos taxonômicos foram o Filo Bryozoa, Filo Mollusca com a valva da Classe Bivalvia, concha da Classe Gastropoda e concha de Scaphopoda, variando suas frequências relativas de ocorrência entre os grupos de amostras, especialmente conforme a granulometria do substrato de fundo. A análise de nMDS (Figura 12) mostrou a interferência na dispersão dos organismos conforme o tipo de substrato, onde concha da Classe Gastropoda apresentou maior frequência relativa no sedimento de areia grossa e areia muito grossa; valva da Classe Bivalvia apresentou maior frequência nos sedimentos areia grossa e areia média; o Filo Bryozoa apresentou maior frequência no sedimento de areia média e areia fina; e a Classe Scaphopoda apresentou maior ocorrência no sedimento de areia média.

Tabela 1: Frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos e Volume (Vol.) das amostras Mapeamento de habitats.

°	SCRD 473	SCRD 474	SCRD 475	SCRD 479	SCRD 481	SCRD 482	SCRD 484	SCRD 486	SCRD 488	SCRD 491
Volume (ml)	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml
°	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR
Mollusca	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gastropoda (Conchas)	0,260	0,000	2,460	0,440	0,880	1,180	0,340	0,720	1,460	6,300
Bivalvia	0,000	0,040	0,200	0,080	0,000	0,200	0,080	0,080	0,080	0,360
Bivalvia (Valva)	0,040	0,020	0,680	0,100	0,080	0,240	1,160	1,160	0,880	2,200
Scaphopoda	0,000	0,320	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	1,940
Annelida	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Polychaeta	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,100	0,100	0,020
Polychaeta Tubo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,420
Arthropoda	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Crustacea	0,000	0,040	0,000	0,000	0,020	0,000	0,020	0,020	0,160	0,120
Bryozoa	0,000	0,040	0,460	0,000	0,000	0,000	0,380	0,040	0,040	0,040
°	SCRD 496	SCRD 497	SCRD 499	SCRD 500	SCRD 502	SCRD 504	SCRD 506	SCRD 507	SCRD 508	SCRD 511
Volume (ml)	49 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml
°	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR
Mollusca	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gastropoda (Conchas)	0,240	0,860	0,120	0,020	0,280	0,000	2,180	1,100	0,640	0,060
Bivalvia	0,000	0,040	0,020	0,000	0,000	0,000	0,200	0,220	0,020	0,000
Bivalvia (Valva)	0,900	0,980	0,200	0,000	0,000	0,320	0,480	1,260	0,820	0,040
Scaphopoda	0,080	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,220	0,860	0,000	0,060
Annelida	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Polychaeta	0,000	0,020	0,020	0,020	0,000	0,000	0,020	0,140	0,000	0,000
Polychaeta Tubo	0,000	0,000	0,120	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000

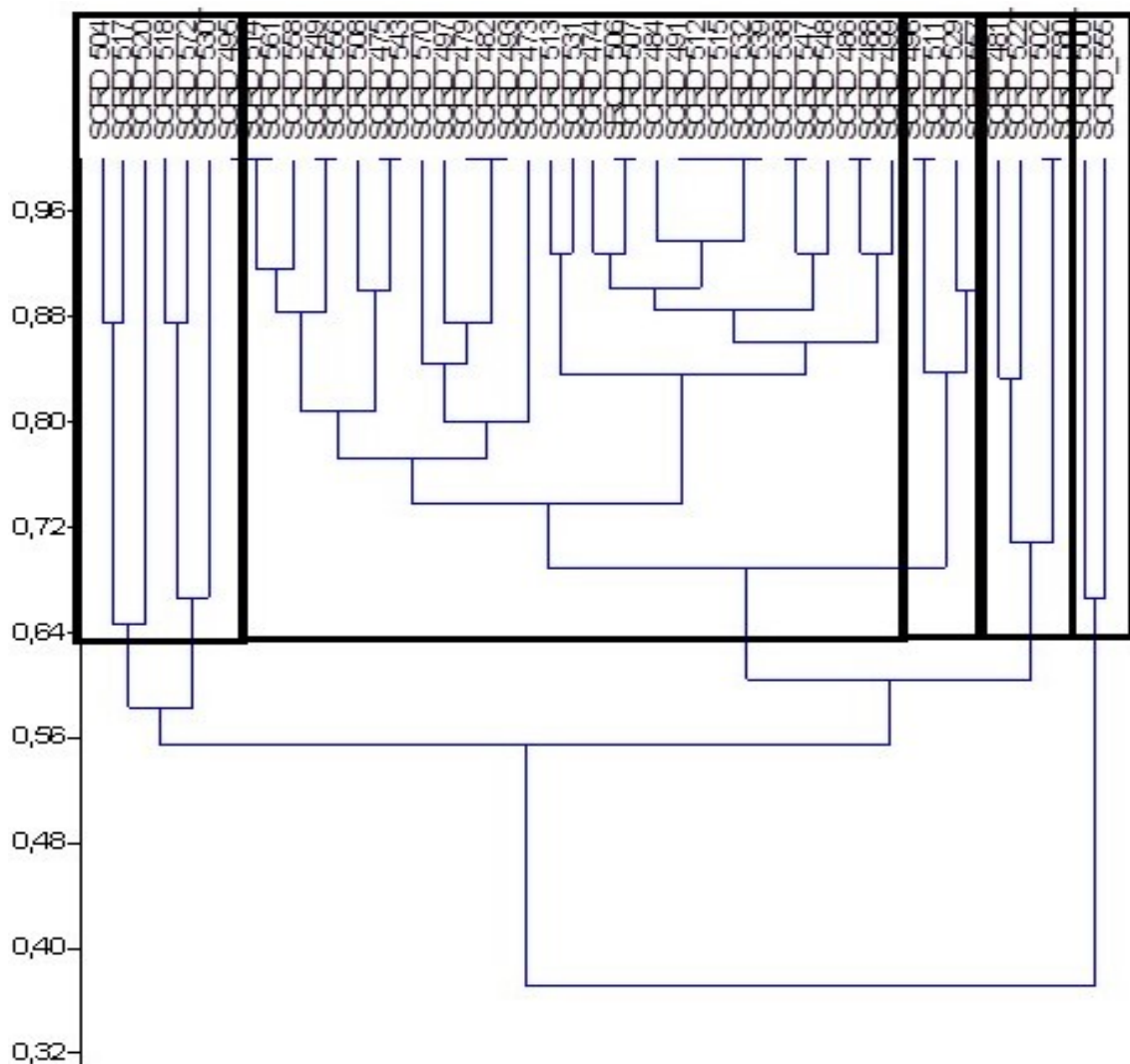
Arthropoda	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Crustacea	0,000	0,000	0,120	0,040	0,000	0,000	0,140	0,480	0,040	0,000
Bryozoa	0,000	0,000	0,380	0,000	0,000	0,440	0,460	0,160	0,320	0,000
°	SCRD 514	SCRD 515	SCRD 517	SCRD 518	SCRD 520	SCRD 522	SCRD 529	SCRD 530	SCRD 531	SCRD 532
Volume (ml)	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml
°	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR
Mollusca	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040	0,020	0,000	0,200	1,140
Gastropoda (Conchas)	0,220	2,300	0,240	0,160	0,000	0,040	0,000	0,000	0,080	0,090
Bivalvia	0,040	0,220	0,080	0,120	0,040	0,000	0,020	0,020	0,400	0,700
Bivalvia (Valva)	0,080	0,400	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,060	0,120
Scaphopoda	0,040	0,520	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Annelida	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Polychaeta	0,000	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040	0,020	0,100	0,060
Polychaeta Tubo	0,000	0,020	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,260	0,020	0,040
Arthropoda	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Crustacea	0,000	0,120	1,020	0,140	0,000	0,000	0,000	0,220	0,000	0,080
Bryozoa	0,600	11,520	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,180
°	SCRD 543	SCRD 547	SCRD 548	SCRD 549	SCRD 555	SCRD 556	SCRD 557	SCRD 558	SCRD 561	SCRD 570
Volume (ml)	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml
°	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR
Mollusca	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gastropoda (Conchas)	0,260	0,460	1,920	0,340	0,000	4,380	0,560	0,680	0,440	0,860
Bivalvia	0,020	0,040	0,120	0,080	0,000	0,180	0,000	0,100	0,100	0,300
Bivalvia (Valva)	0,340	0,480	2,200	1,320	0,000	1,600	0,520	0,240	0,240	0,820
Scaphopoda	0,000	0,120	1,400	0,480	0,000	2,860	0,300	1,120	0,040	0,000
Annelida	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Polychaeta	0,000	0,120	0,020	0,000	0,020	0,000	0,120	0,000	0,000	0,000
Polychaeta Tubo	0,000	0,080	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,000	0,040
Arthropoda	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Crustacea	0,000	0,220	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Bryozoa	0,260	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,080	0,840	0,000

°	SCRD 493	SCRD 495	SCRD 512	SCRD 513	SCRD 538	SCRD 539	SCRD 572	SCRD 580
Volume (ml)	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml
°	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR
Mollusca	0,000	0,000	0,000	0,000	0,220	0,000	0,000	0,000
Gastropoda (Conchas)	0,020	0,260	2,060	1,120	0,140	0,080	0,040	0,180

°	SCRD 493	SCRD 495	SCRD 512	SCRD 513	SCRD 538	SCRD 539	SCRD 572	SCRD 580
Volume (ml)	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml	50 ml
°	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR
Bivalvia	0,020	0,040	0,860	0,120	0,280	1,240	0,000	0,000
Bivalvia (Valva)	0,020	0,240	5,180	1,020	0,160	1,140	0,040	0,120
Scaphopoda	0,000	0,120	1,120	0,840	0,000	0,000	0,000	0,000
Annelida	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Polychaeta	0,000	0,000	0,060	0,420	0,220	0,440	0,000	0,000
Polychaeta Tubo	0,000	0,000	0,020	0,040	0,140	0,180	0,040	0,000
Arthropoda	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Crustacea	0,000	0,000	0,040	0,000	0,080	0,160	0,020	0,000
Bryozoa	0,000	0,100	0,160	1,440	0,000	0,180	0,000	0,000

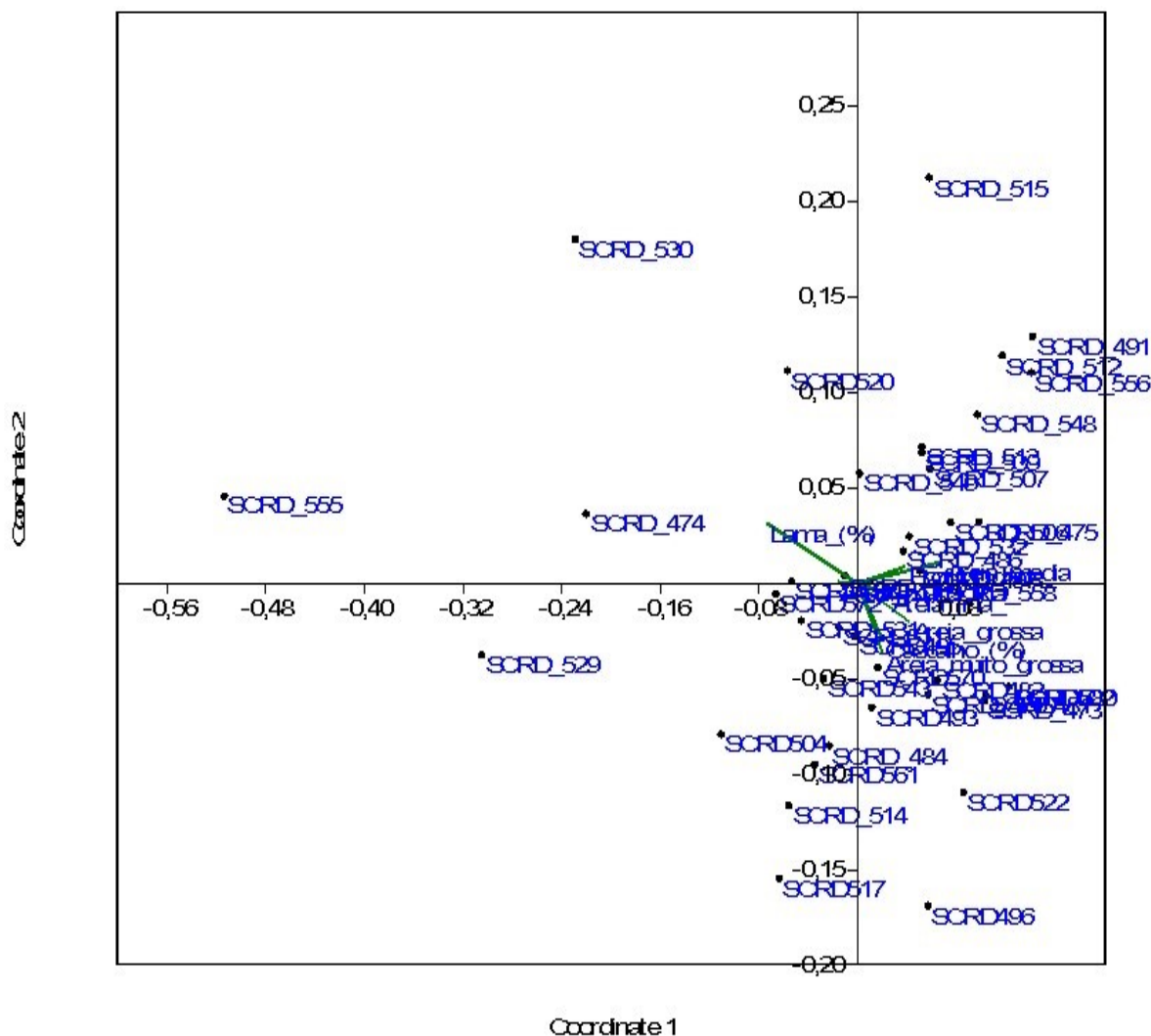
Fonte: Autoria própria

Figura 11: Análises dos dados projeto Mapeamento de Habitats. Análise de Classificação com índice de similaridade de Kulcznski para frequência relativa de indivíduos nas amostras



Fonte: Autoria própria.

Figura 12: Análises dos dados projeto Mapeamento de Habitats. nMDS (escalonamento multidimensional não métrico) com dados dos indivíduos, dados granulométricos e de profundidade.



Fonte: Autoria própria.

Após a chegada dos rejeitos na plataforma continental do Rio Doce, os resultados das expedições de monitoramento são apresentados a seguir.

De acordo com os dados apresentados no (Quadro 3), para as 45 amostras analisadas ao longo do monitoramento, o total de indivíduos foi de 5.956. Os maiores valores de frequência relativa das amostras da Expedição Vital de Oliveira (inds/vol; Tabela 2) 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 3) 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 4) foram observados para a concha da Classe Gastropoda, seguido da valva da Classe Bivalvia, concha da Classe Scaphopoda, e Classe Polychaeta.

Tabela 2: 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	D17 B	D18 B05	D19 B05
Prof.	10	20	20	30	40	50	100	32	29	30	29	20
Vol. Total (ml)	3	50	2	50	0,5	50	1,7	50	10	4	0,5	3
	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR
Filo Cnidaria	0	0	0	0,06	0	0,04	0	0,02	0	0	0	0
Filo Mollusca												
Classe Gastropoda (Conchas)	0,33	0,08	2,5	0,64	2	0,38	1,76	0,1	0,6	0,25	0	1
Classe Bivalvia	0	0	0	0,04	2	0,02	0	0,02	0	0	2	0
Classe Bivalvia (Valva)	0,33	0,08	0	0,42	2	0,16	0	0,18	0,9	1,25	0	3
Classe Scaphopoda	0	0,04	0	0,18	0	0,02	0,59	0,02	0,3	0	0	1,33
Filo Annelida												
Classe Polychaeta	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1,25	0	0
Classe Polychaeta (Tubo)	0	0	0	0	2	0	0	0	0,1	0	0	0
Classe Oligochaeta	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0,3	0,25	2	0
Filo Arthropoda												
Subfilo Crustacea	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0,1	0,5	0	0,67
Filo Bryozoa	0	0,28	0	1,48	0	0,64	0	0,26	1	0	0	0

Fonte: Autoria própria.

Tabela 3: Frequência de ocorrência relativa (% - FR=ind./vol) dos grandes grupos, Profundidade (Prof.) e Volume (Vol.) das amostras da Expedição Antares.

Ponto	ANTD2	ANTD3	ANTD04	ANTDCA 01	ANTDCA 02	ANTDCA 03	ANTDCA 04	ANTDN 13	ANTDN 20	ANTDN 30	ANTDS 5	ANTDS 13	ANTDS 20	ANTDS 30
Prof.	21	33	40	22	36	48	48	18	19	27	15	20	20	28
Vol. Total (ml)	8	50	50	50	50	50	50	3,5	11	50	1	50	2	50
	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR
Filo Cnidaria	0	0,02	0,46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Classe Gastropoda (Conchas)	0	0,56	1,48	8,18	1,92	4,78	1,56	2	1,91	0	0	0,12	0	0,38
Classe Bivalvia	0,13	0,02	0,1	0,16	0,12	1,78	0,44	0,29	0	0,12	0	0	0	0
Classe Bivalvia (Valva)	0	0,12	0,44	2,4	1,1	1	0	2,57	1,64	0	0	0,08	0	0,12
Classe Scaphopoda	0	0,4	0,34	0,9	1,44	0	0	2,86	0,18	0,02	0	0,04	0	0,08
Classe Polychaeta	0	0	0,1	0	0	0	0,02	1,14	0,45	0,12	0	0	0	0,02
Classe Polychaeta (Tubo)	0	0,02	0,08	0	0,02	0	0	0	0,36	0	1	0	3	0
Classe Oligochaeta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0
Subfilo Crustacea	0,25	0	0,04	0	0	0	0,04	0	0,91	0,34	0	0	1	0
Filo Bryozoa	0,38	0,32	14,78	0	1,08	0,04	0	0	0	0,44	0	0,04	0	6,44

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4: 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	SDS13
	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR
Filo Cnidaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Filo Mollusca										
Classe Gastropoda (Conchas)	0	0	0,84	0,3	4,04	0,24	2	0,38	1,64	0,07
Classe Bivalvia	0	0	0,1	0	0,4	0,16	0	0,02	0	0,13
Classe Bivalvia (Valva)	0	0	0,76	0,1	5,12	0,8	0	0,42	0,82	0,33
Classe Scaphopoda	0	0	0,32	0	3,44	0,38	0	0,1	2,46	0,2
Filo Annelida										
Classe Polychaeta	10	0	0,14	0,02	0,12	0,1	1	0,04	1,31	0
Classe Polychaeta (Tubo)	0	0	0,04	0	0,08	0,04	0	0,04	0	0
Classe Oligochaeta	0	0,83	0,28	0	0,12	0,06	0	0	0	0
Filo Arthropoda										
Subfilo Crustacea	1	0	0,02	0	0,04	0	1	0,02	0	0
Filo Bryozoa	0	0	0,06	0,22	0	0,06	1	0,38	0	0,07
Ponto	DEG1	DEG2	BN2	CA1	CA2	CA3	ITA1	ITA2	GUA1	
	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	
Filo Cnidaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Filo Mollusca										
Classe Gastropoda (Conchas)	1,89	0,18	0,69	1,5	0,32	1,38	0,28	1,58	0,98	
Classe Bivalvia	0,05	0,02	0,08	0	0,02	0,08	0	0,08	0	
Classe Bivalvia (Valva)	2,24	0,34	2,02	5,96	1,56	0,98	0,3	1,24	0,02	
Classe Scaphopoda	0,26	0,44	1,44	0,46	0,16	0	0	0	0,08	
Filo Annelida										
Classe Polychaeta	0,58	0,59	0,22	0,02	0,04	0,06	0	0,08	0	
Classe Polychaeta (Tubo)	0	0	0,3	0	0,16	0	0	0	0	
Classe Oligochaeta	0,11	0	0,02	0	0,12	0	0	0,08	0	
Filo Arthropoda										
Subfilo Crustacea	0	0	0,02	0	0	0,08	0	0,02	0	
Filo Bryozoa	0	0	0,4	0	0,14	1,14	0	0,34	0	

Fonte: Autoria própria.

De acordo com os resultados apresentados no (Quadro 4, Tabela 2, Tabela 3 e Tabela 4), sobre a ocorrência dos organismos de amostras anteriores (SCRD) e posteriores à chegada do rejeito na plataforma continental do Rio Doce (Expedições Vital de Oliveira, Antares, e Soloncy Moura) com localizações adjacentes, foi observado uma alteração nas comunidades bentônicas. Estes dados são apresentados na Figura 13 a Figura 15.

Ao comparar a ocorrência dos organismos nas amostras anteriores ao desastre com aquelas da Expedição Vital de Oliveira (Figura 13), observou-se que para as amostras mais próximas à desembocadura do Rio Doce, a 10 m de profundidade (SCRD538 e D01 B05), ocorreu uma diminuição da Riqueza S, com a ausência dos registros do Subfilo Crustacea, o tubo da Classe Polychaeta e as Classes Bivalvia, Scaphopoda e Polychaeta, paralelamente ao aumento da abundância das conchas da Classe Gastropoda e a valva da Classe Bivalvia. Vale ressaltar que estas estruturas não apresentam partes moles dos organismos, sendo um importante registro da ocorrência destes grupos na área.

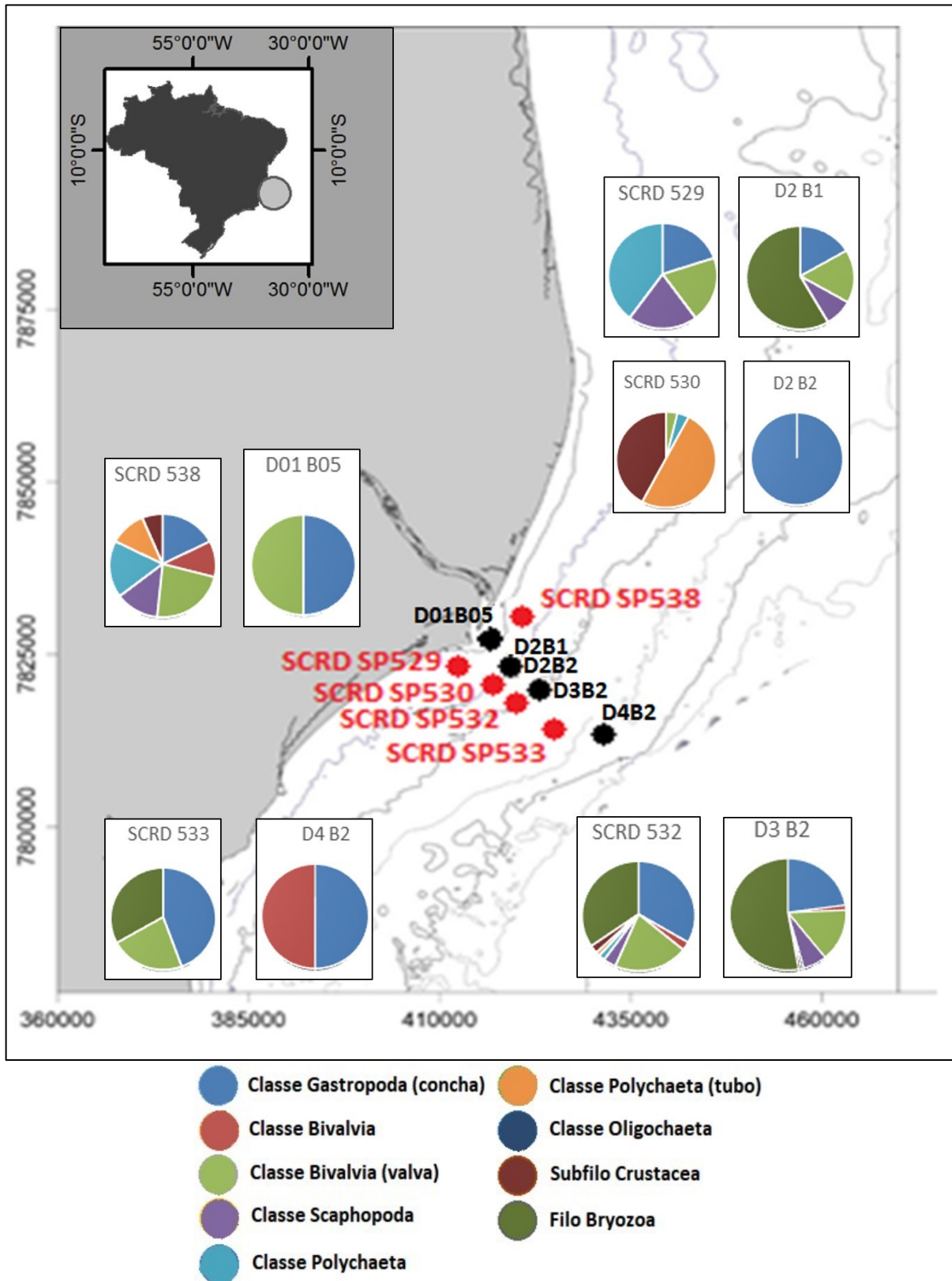
Comparando a distribuição dos indivíduos nas amostras na direção da desembocadura, a 20 m de profundidade (SCRD529, SCR530, D2 B1 e D2 B2), observou-se uma redução da frequência relativa de concha da Classe Gastropoda, da Classe Scaphopoda e tubo da Classe Polychaeta, seguido de um aumento na abundância da valva da Classe Bivalvia e do o registro do Filo Bryozoa e do Subfilo Crustacea, em uma das amostras (D2B1), enquanto na amostra D2 B2 a concha da Classe Gastropoda apresentou um aumento expressivo na sua abundância, com a ausência dos demais grupos, como a valva da Classe Bivalvia, e as Classes Scaphopoda e Polychaeta. Comparando-se as amostras na profundidade de 30 m (SCRD532 e D3 B2), registrou-se a diminuição da riqueza e abundância dos grupos que permaneceram na amostra, como o Subfilo Crustacea, a valva da Classe Bivalvia, concha da Classe Gastropoda e da Classe Bivalvia, seguido do aumento da abundância do Filo Bryozoa e da Classe Scaphopoda e registro da Classe Oligochaeta. Comparando a ocorrência dos organismos das amostras a 40 metros de profundidade (SCRD 533 e D4 B2), não houve registro do Filo Bryozoa na amostra após o desastre, houve um aumento na abundância da concha da Classe Gastropoda e da valva da Classe Bivalvia, e o registro do tubo da Classe Polychaeta e das Classes Polychaeta e Bivalvia, com partes moles dos organismos.

Foram comparadas as amostras anteriores ao desastre com amostras da Expedição Antares, três meses após a chegada da lama (Figura 14). Comparando a ocorrência dos organismos nas amostras, foi observado a ausência de registros para as classes de Mollusca seguido de aumento na abundância de outros grupos como o Filo Bryozoa, Subfilo Crustacea e a Classe Polychaeta, nas amostras a norte da desembocadura do Rio Doce (SCRD 540 e ANTND30). Nas amostras a sul (SCRD 529 e ANTDS5) ocorreu a substituição dos grupos por tubos da Classe Polychaeta. Desta forma, pode-se observar uma modificação na composição da comunidade bentônica destas áreas que estiveram concentradas nas amostras a sul até ANTDS30. Nas amostras da Área de Proteção de Costa das Algas nas maiores profundidades (ANTDCA02 e ANTDCA03) observou-se um aumento na abundância de alguns grupos, além de novos registros de outros, como o Filo Bryozoa, sugerindo que estas comunidades não teriam sido ainda afetada pelos rejeitos, entretanto, na amostra mais próxima à costa (ANTDCA01), a concha

de Gastropoda substituiu os organismos da Classe Bivalvia, ou seja, indivíduos com partes moles de Bivalvia deram lugar a conchas de Gastropoda, sem partes moles dos organismos.

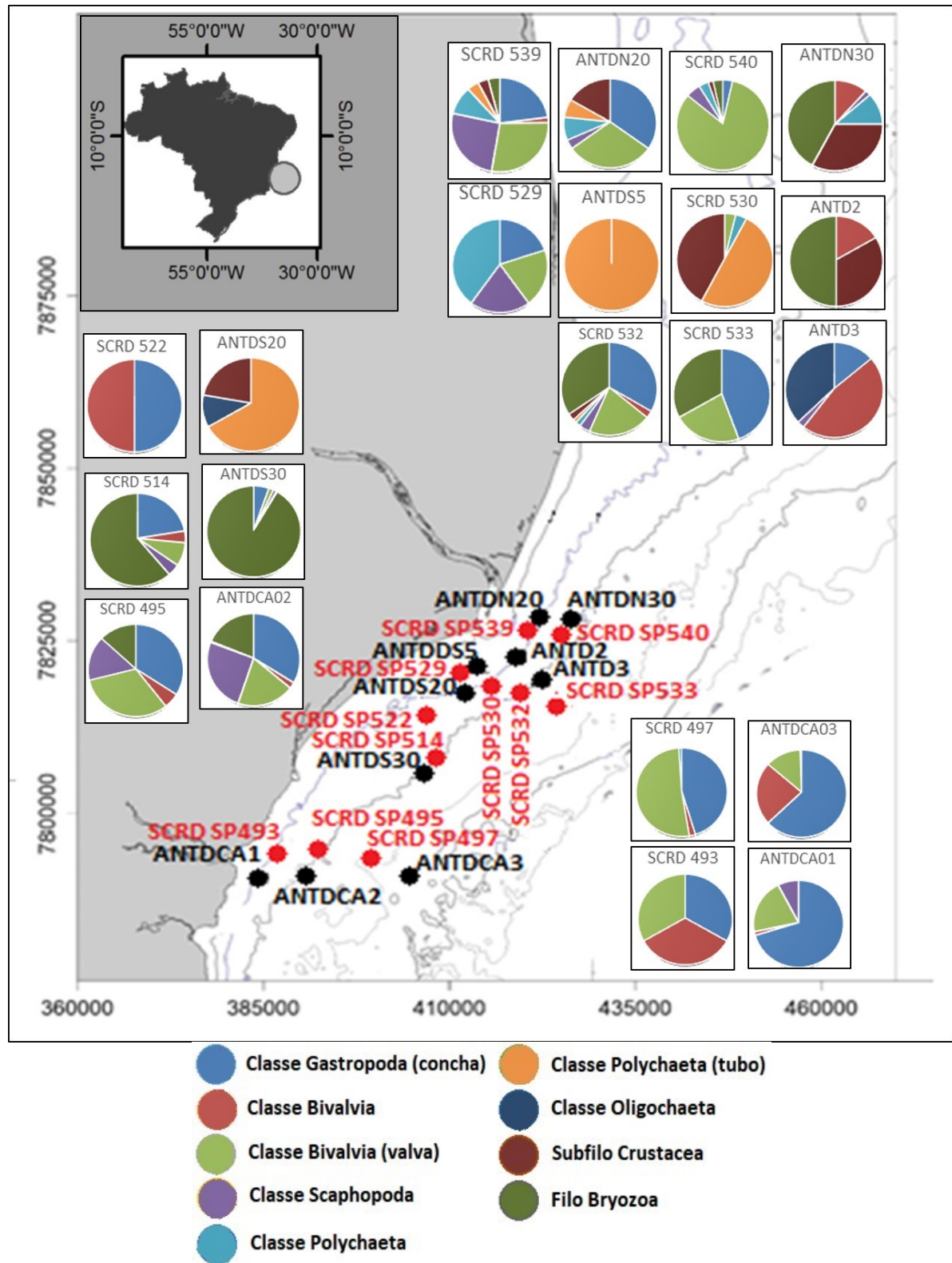
Entre as amostras SCRD com as amostras da Expedição Soloncy Moura (Figura 15) observou-se que nas amostras a norte da desembocadura SCRD 579 e DEG1, novos registros de grupos ocorreram na comunidade após o desastre, como foi o caso das concha da Classe Scaphopoda, Classes Polychaeta e Oligochaeta, além de ter ocorrido um aumento na abundância da valva da Classe Bivalvia, da concha da Classe Gastropoda e da Classe Bivalvia. Ao analisar a ocorrência dos indivíduos nas amostras SCRD 514 e SDS30, foi observado que após a chegada da lama na plataforma continental, houve uma redução dos indivíduos do Filo Bryozoa e da Classe Bivalvia e um aumento da concha da Classe Gastropoda, a valva da Classe Bivalvia, e da concha da Classe Scaphopoda na comunidade pós-desastre, além do registro de outros organismos, como o Subfilo Crustacea, da Classe Polychaeta e do tubo da Classe Polychaeta, ou seja, observou-se uma modificação na comunidade bentônica. Na direção da desembocadura do Rio Doce, a 20 m de profundidade, comparando-se as amostras anteriores ao desastre (SCRD 529 e SCRD 530) e a amostra SD2 observou-se que os grupos taxonômicos registrados anteriormente foram substituídos pela Classe Oligochaeta, único organismo encontrado nesta amostra.

Figura 13: Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anteriores (SCRD) e posteriores (Expedição Vital de Oliveira) à chegada dos rejeitos na plataforma continental.



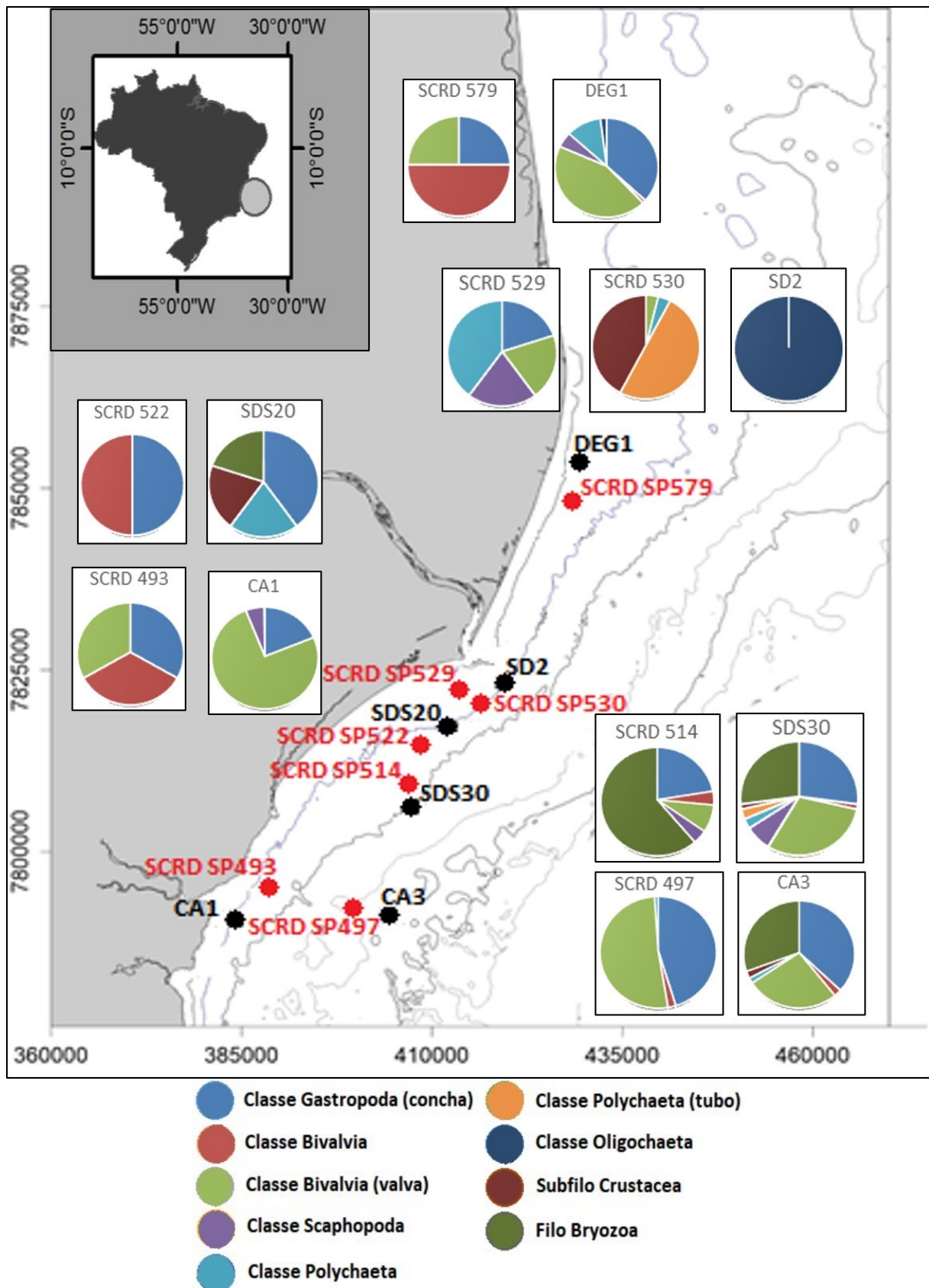
Fonte: Autoria própria.

Figura 14: Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anteriores (SCRD) e posteriores (Expedição Antares) à chegada dos rejeitos na plataforma continental.



Fonte: Autoria própria.

Figura 15: Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anteriores (SCRD) e posteriores (Soloncy Moura) à chegada dos rejeitos na plataforma continental.



Fonte: Autoria própria.

Nas amostras ao sul da desembocadura (SCRD 493 e CA1; SCR D 522 e SDS20) observou-se um aumento da abundância das partes rígidas de Mollusca, como valva de Bivalvia e concha de Gastropoda, assim como a redução de indivíduos com partes moles de Bivalvia. Entretanto, novos grupos foram registrados como Filo Bryozoa, do Subfilo Crustacea e Classe Polychaeta. Quando comparada a distribuição dos organismos na amostra SCR D 497 e CA3, foi observado que houve o registro do Filo Bryozoa e do Subfilo Crustacea na amostra pós-desastre, o aumento da concha da Classe Gastropoda, das Classes Bivalvia e Polychaeta, enquanto a valva da Classe Bivalvia permaneceu com a mesma frequência relativa.

Ao se comparar os dados sobre as comunidades bentônicas na área da plataforma continental do Rio Doce antes da chegada dos rejeitos e os dados obtidos na primeira campanha do Projeto Rede Rio Doce Mar, pudemos chegar aos resultados apresentados a seguir.

Nas amostras do sul da plataforma do Rio Doce (Figura 16), os valores de concha de Gastropoda, valva de Bivalvia e concha de Scaphopoda foram os mais expressivos nas amostras posteriores à chegada dos rejeitos, além da ocorrência de Polychaeta. Na Baía de Vitória, na amostra de menor profundidade (VIX1) observou-se a substituição do Filo Bryozoa, enquanto na amostra VIX2 foram registrados esqueleto de Cnidaria e Cnidaria total. Nas amostras de Guarapari os maiores valores nas amostras posteriores à chegada do rejeito foram registrados para concha de Gastropoda, valva de Bivalvia e concha de Scaphopoda, com ausência de Bivalvia e Crustacea, registrados nas amostras anteriores à chegada dos rejeitos.

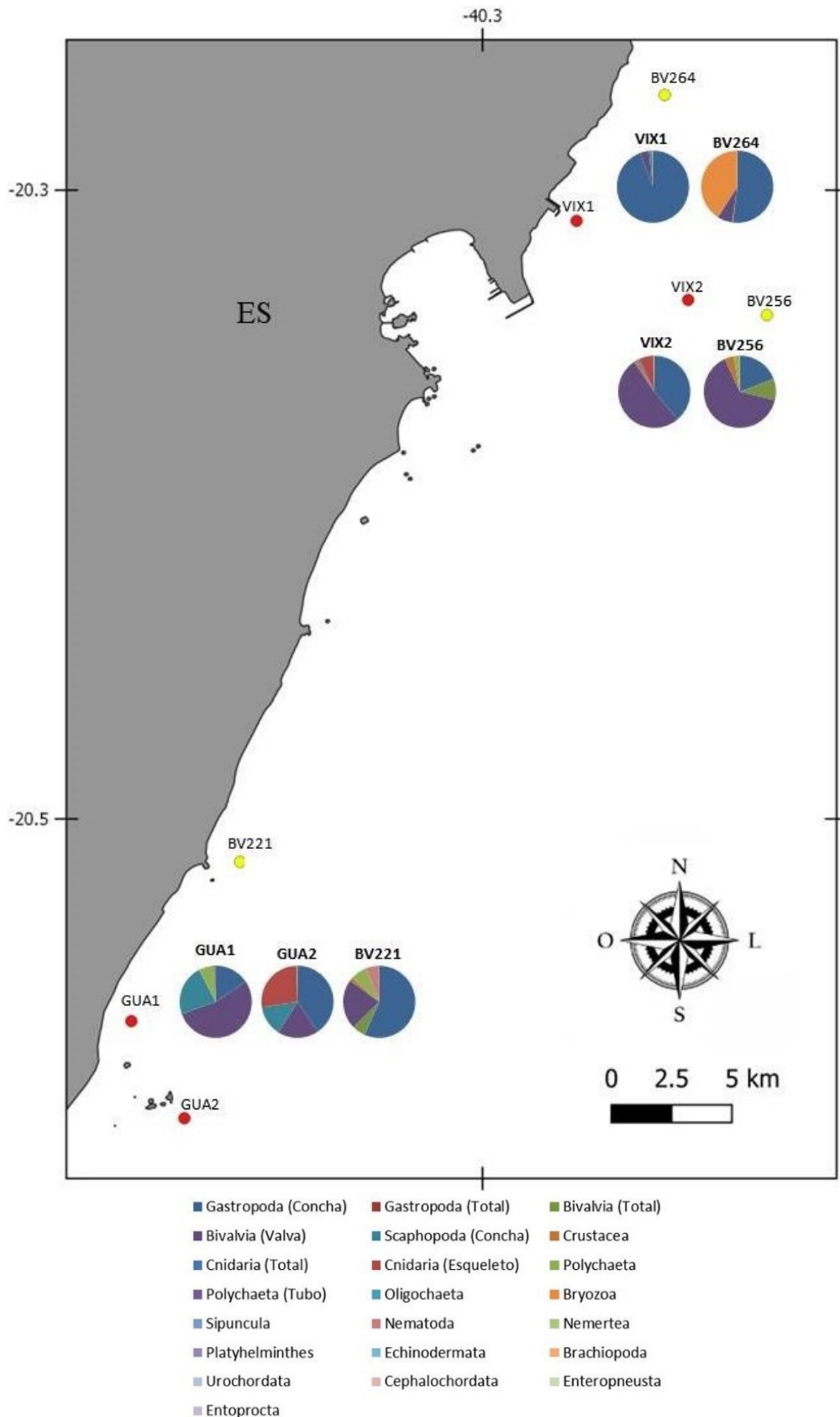
As amostras da Área de Proteção Ambiental Costa das Algas foram registrados aumentos na abundância de conchas de Gastropoda, valva de Bivalvia, concha de Scaphopoda, com algumas peculiaridades, especialmente, relacionadas à profundidades, como por exemplo, nas amostras CA1 e CA2 diminuição das frequências relativas de conchas de Gastropoda e valva de Bivalvia, além de Crustacea, Polychaeta e Sipuncula, porém, com um pequeno aumento de Bivalvia, com partes moles. Este cenário se apresentou ainda, de forma mais expressiva, na amostra CA8 (Figura 17). Nas amostras de maiores profundidades CA4 e CA14, observou-se uma substituição de Bryozoa por conchas de Gastropoda, valva de Bivalvia e concha de Scaphopoda, com um discreto aumento de Polychaeta. Na amostra CA12, observou-se uma diminuição das conchas de Mollusca, com aumento na abundância de Crustacea, Polychaeta e esqueleto de Cnidaria, da mesma forma que na amostra CA7.

Nas amostras da região da Foz do Rio Doce, embora tenham sido registrados valores maiores de Riqueza S, observou-se um aumento na abundância de vestígios de organismos, como conchas de Gastropoda, valva de Bivalvia e concha de Scaphopoda (Figura 18). Embora estivessem presentes nas amostras anteriores à chegada dos rejeitos, os valores de frequência relativa eram menos expressivos, especialmente nas amostras a norte e na direção da desembocadura, com destaque para as amostras SDN20, SD1 e SD5 (Figura 18). Um exemplo importante foi observado na amostra SDS20, em que na amostra anterior à chegada dos rejeitos (SCR D522) foram registrados Bivalvia total, com partes moles

e concha de Gastropoda, apresentaram na amostra recente um aumento na riqueza, porém com expressivo aumento nas conchas de Bivalvia, que anteriormente apresentavam as partes moles, além de um aumento importante nos valores de frequência relativa de Polychaeta. Este aumento nas frequências de relativas de Polychaeta foram observados nas amostras com menores profundidades, com especial atenção para as amostras SDN13 e SD1. Nas amostras de maiores profundidades observou-se a ocorrência do Filo Bryozoa em amostragens anteriores à chegada dos rejeitos, que sofreram diferentes variações, indo do aumento nas amostras SD3 e SD4, na direção da desembocadura, até sua total substituição por conchas de Gastropoda e valva de Bivalvia na amostra SDS30 (Figura 18).

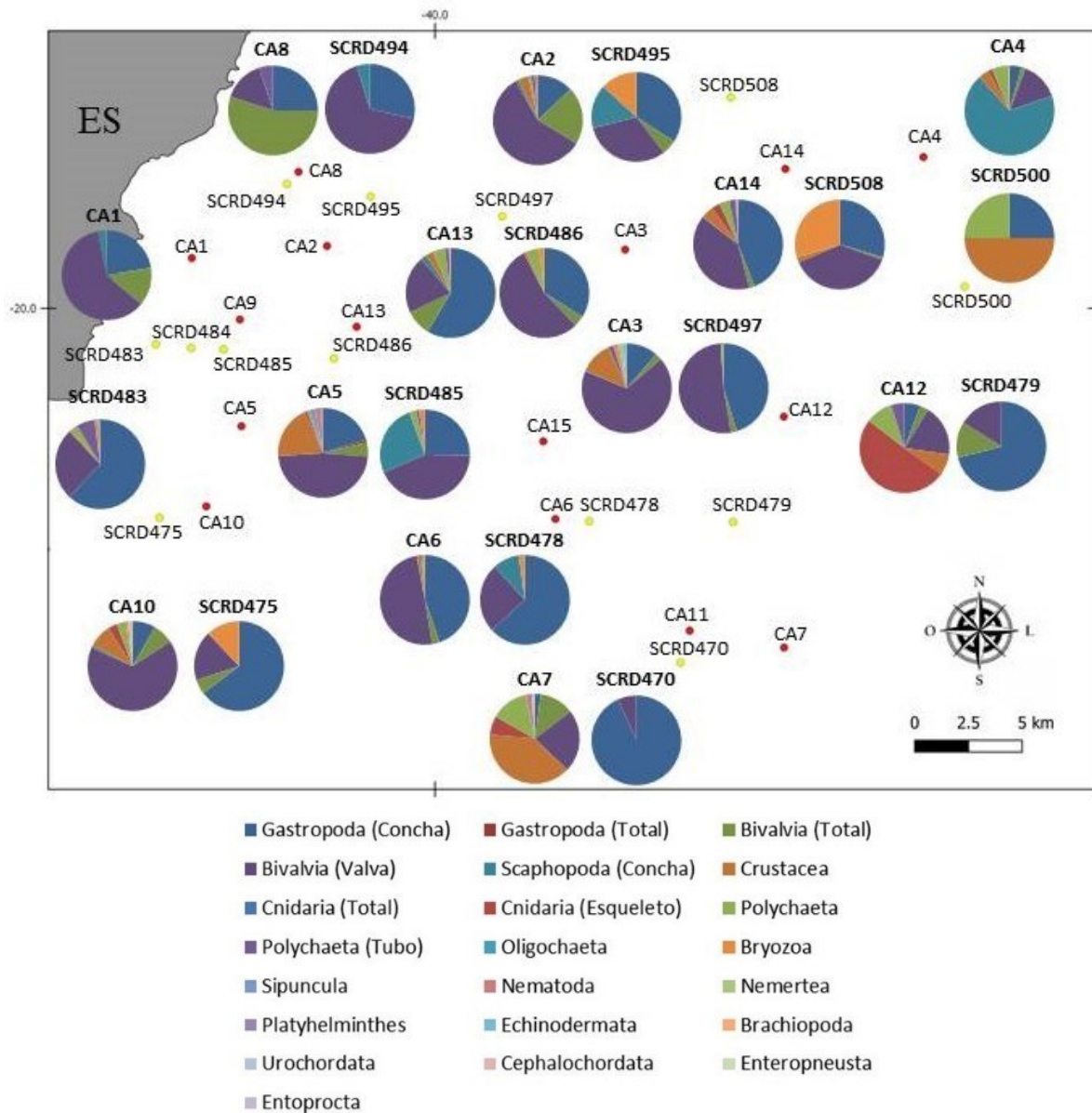
Na porção norte da área amostral, nas amostras de Degredo, observou-se um aumento das conchas de Gastropoda, valva de Bivalvia e concha de Scaphopoda, bem como de Polychaeta. Nas amostras de Barra Nova, além destes aumentos observados para Degredo, novos registros ocorreram para Crustacea e esqueleto de Cnidaria, entretanto, não se observou a ocorrência de Oligochaeta e Bryozoa, presentes nas amostras anteriores à chegada dos rejeitos. Nas amostras de Itaúnas, observou-se uma redução dos valores de frequência relativa dos grupos que ocorreram na amostra anterior à chegada dos rejeitos, ainda assim, com predomínio de concha de Gastropoda e valva de Bivalvia.

Figura 16: Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anteriores (SCRD) e as amostras da primeira campanha do Projeto RRDM na porção sul da plataforma continental do Rio Doce.



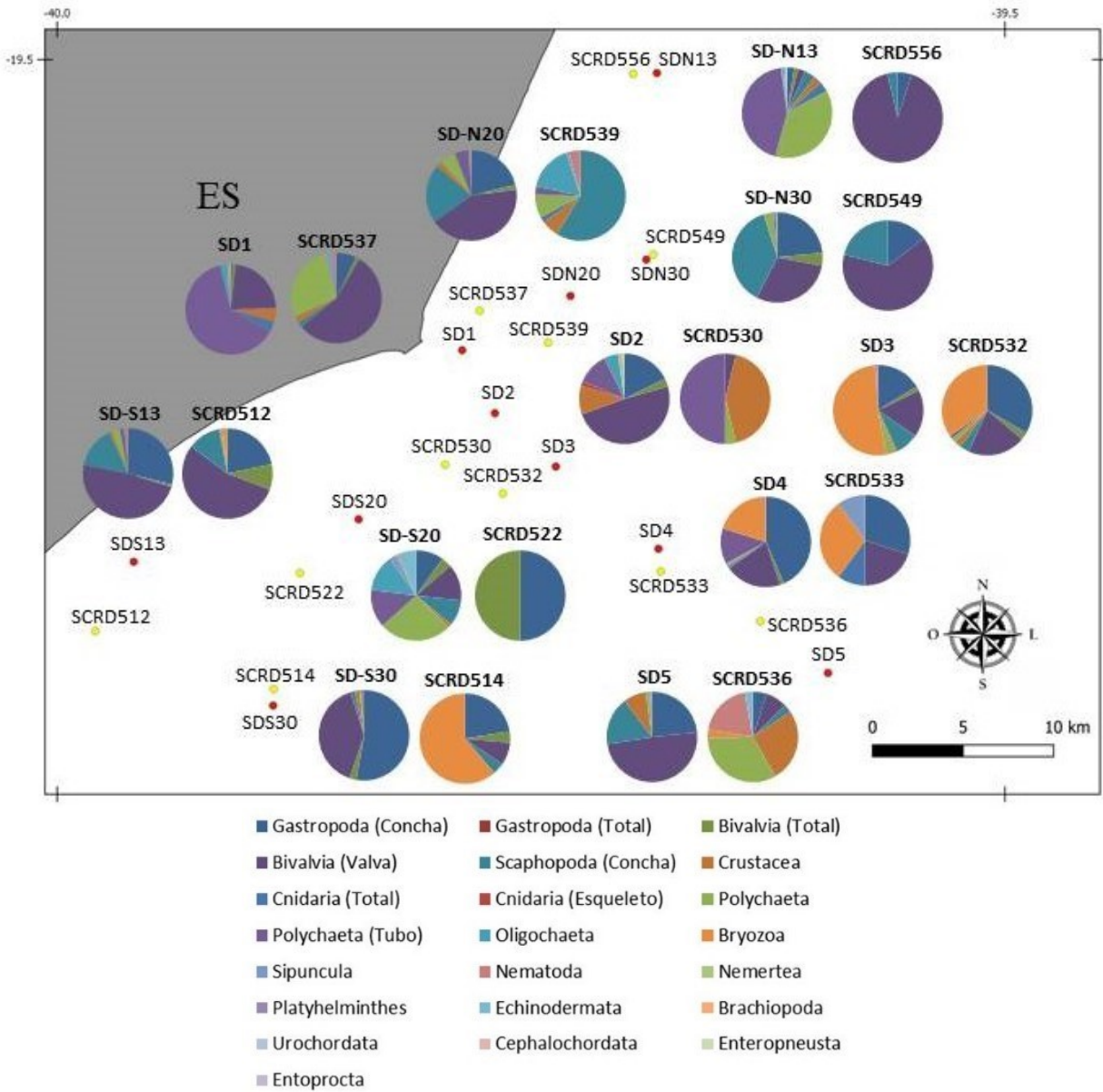
Fonte: Autoria própria.

Figura 17: Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anteriores (SCRD) e as amostras da primeira campanha do Projeto RRDM na Área de Proteção Ambiental Costa das Algas.



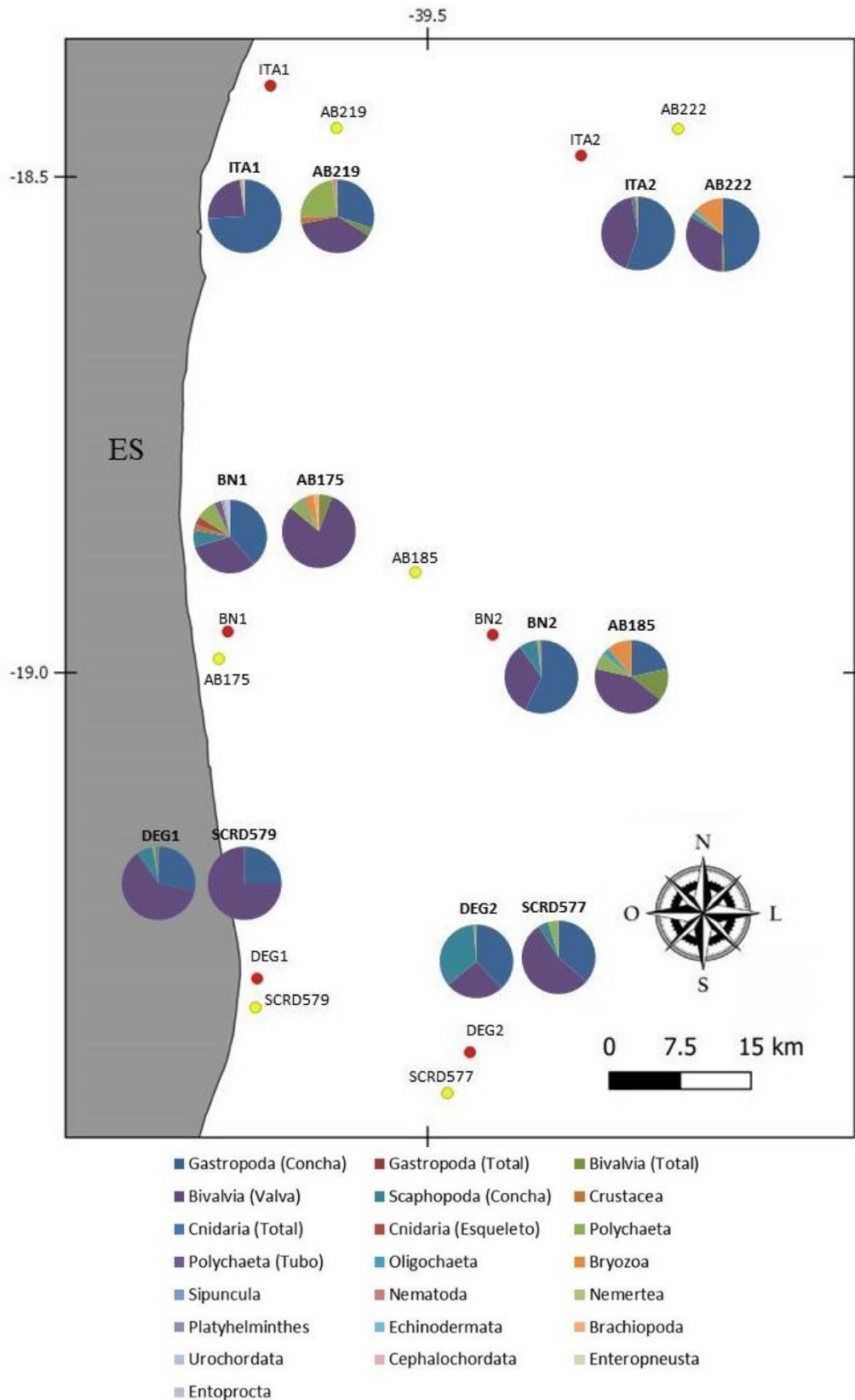
Fonte: Autoria própria.

Figura 18: Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anteriores (SCRD) e as amostras da primeira campanha do Projeto RRDM na Foz do Rio Doce.



Fonte: Autoria própria.

Figura 19: Mapa de ocorrência dos organismos na área de estudo comparando as amostras anteriores (SCRD) e as amostras da primeira campanha do Projeto RRDM na porção norte da plataforma do do Rio Doce.



Fonte: Autoria própria.

Ao longo do monitoramento da área de estudo, desde a amostragem anterior à chegada dos rejeitos na plataforma continental do Rio Doce, pode-se constatar as alterações na composição das comunidades de fauna bentônica, identificando-se possíveis indicadores de alteração no equilíbrio das comunidades, como aumento das frequências relativas de vestígios de organismos, em especial para o Filo Mollusca, concha de Gastropoda, valva de Bivalvia e concha de Scaphopoda, bem como de Polychaeta. De acordo com a literatura, aumento da abundância da Classe Polychaeta nas comunidades bentônicas, seguido da redução de outros grupos, pode indicar uma contaminação, pois, o grupo é resistente à degradação gerada por poluentes (Paiva, 2006; Papageorgiou et al., 2006). Por outro lado, podem ter sido identificados os indícios de recuperação, como aumento dos registros do Filo Bryozoa, uma vez que, 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 mineração, as estações de campo próximas apresentaram uma dominância crescente de Bryozoa, e a recuperação foi mais rápida em táxons de Polychaeta, do que de Bivalvia.

Na região da Foz do Rio Doce, em sua porção norte, na amostra SDN13, a 15 m de profundidade, na amostra anterior à chegada dos rejeitos foram registrados os maiores valores de frequência de ocorrência dos vestígios de organismos, como concha de Gastropoda, valva de Bivalvia e concha de Scaphopoda, sem ocorrência de Polychaeta ou Bryozoa. Na amostra da Expedição Vital de Oliveira, 15 dias após a chegada dos rejeitos à plataforma, estes valores diminuíram, com ausência completa de concha de Scaphopoda, e registro de ocorrência de Polychaeta. Na Expedição Antares, 3 meses depois da chegada dos rejeitos, os valores de frequência relativa aumentaram para os vestígios, inclusive para concha de Scaphopoda, mantendo estável os valores de Polychaeta. Na Expedição Soloncy Moura, em abril de 2016, observou-se uma discreta diminuição dos valores dos vestígios, que se mantiveram na amostra da primeira campanha deste projeto, porém, nesta última registrou-se um aumento expressivo na frequência de Polychaeta. De acordo com a literatura mencionada acima, este fato pode constituir um indício de alteração na comunidade, em que os organismos mais resistentes, como os Polychaeta, conseguiram se estabelecer com sucesso. Ainda na porção norte, os pontos amostrais próximos ao ponto SDN20 antes da chegada dos rejeitos, apresentaram apenas concha de Scaphopoda, como vestígio de organismos, além de Polychaeta, Oligochaeta e Crustacea. Na amostra da Expedição Vital de Oliveira, foi observada a presença de concha de Gastropoda e valva de Bivalvia, com aumento da frequência relativa de concha de Scaphopoda e Crustacea, não tendo sido registrada a ocorrência de Polychaeta. Ao longo das outras expedições, voltou a ser registrada a ocorrência de Polychaeta e as frequências dos vestígios aumentaram, com valores expressivos detectados na primeira campanha deste monitoramento para estes grupos. Na amostra SDN30, antes da chegada dos rejeitos foram registradas as ocorrências de concha de Gastropoda, valva de Bivalvia e concha de Scaphopoda, porém não se observou a presença de Polychaeta. Desde a amostragem da Expedição Vital de Oliveira os valores destes vestígios vêm aumentando, assim como para Polychaeta, que passou a ocorrer nesta amostra. Os maiores valores de frequência relativa foram observados na primeira campanha deste projeto.

Para as amostras na frente da desembocadura do Rio Doce, o ponto SD1 sempre apresentou os vestígios de Mollusca e Polychaeta, com aumento progressivo destes valores de frequência relativa ao longo do monitoramento pelas Expedições, tendo o maior valor registrado de Polychaeta de todas as amostras da primeira campanha deste projeto. A amostra SD2 antes da chegada dos rejeitos apresentou valores baixos de valva de Bivalvia e Polychaeta, porém ao longo do monitoramento, passaram a apresentar concha de Gastropoda, valva de Bivalvia e concha de Scaphopoda, e não foi registrada a ocorrência de Polychaeta desde então. A amostra SD3 apresentou todos os grupos de vestígios de organismos, além de Polychaeta e Bryozoa no período antes da chegada dos rejeitos. Os grupos de vestígios de organismos vêm apresentando desde então aumento nos valores de frequência relativa, porém, Polychaeta e Bryozoa não foram registrados nas amostras das expedições Vital de Oliveira e Antares, voltando a compor a amostra da Expedição Soloncy Moura e desta primeira campanha. Os valores de Polychaeta são menos expressivos do que Bryozoa, o que pode indicar um início de recuperação da comunidade nesta área amostral. Um cenário semelhante ao da amostra SD3 foi observado para a amostra SD4, com valores mais expressivos de frequência de ocorrência de Bryozoa. A amostra SD5 apresentou concha de Gastropoda, valva de Bivalvia, concha de Scaphopoda, Polychaeta e Bryozoa na amostragem anterior à chegada dos rejeitos, com aumento dos valores de frequência relativa para as formas de vestígios animais, porém, não na amostra Vital de Oliveira não foi registrada a ocorrência de Polychaeta e na amostra da Expedição Antares apenas 1 tubo de Polychaeta foi registrado. Na primeira campanha do projeto foi observado um aumento expressivo dos vestígios de Mollusca, a presença de Polychaeta, porém não se observou a ocorrência de Bryozoa.

Para a porção sul da Foz, na amostra SDS13 foi observada situação semelhante ao que ocorreu na amostra SD5, em que Polychaeta deixa de ser registrado nas campanhas de monitoramento após a chegada dos rejeitos e volta a ser observado na primeira campanha deste projeto, assim como Bryozoa ocorreu durante as campanhas e não foi observado nesta última amostragem. A amostra SDS20 apresentou apenas baixos valores de concha de Gastropoda antes da chegada dos rejeitos. Ao longo das amostragens passou a apresentar um aumento neste grupo, além de valva de Bivalvia, concha de Scaphopoda e Polychaeta, com maiores valores de frequência relativa na última campanha. A amostras SDS30 apresentou ao longo do monitoramento os vestígios de Mollusca, apresentou Bryozoa na amostragem anterior à chegada dos rejeitos, diminuindo sua frequência relativa nas amostragens das expedições, não tendo sido registrado na última campanha. Já Polychaeta, não foi registrado antes da chegada dos rejeitos, porém passou a ocorrer nas amostras desde a expedição Antares, tendo sido registrado também na última campanha.

1.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do que foi apresentado, temos os cenários registrados ao longo do tempo de monitoramento até o momento da última campanha, em que se registrou uma alteração na composição faunística bentônica das comunidades da área estudada, tendo sido possível detectar até o momento os estágios de ocupação desta área afetada pelos rejeitos, em que se observa a ocorrência de organismos resistentes, de acordo com a literatura, como Polychaeta, além dos registros, pouco expressivos em abundância e área de dispersão, de formas que podem indicar uma possível recuperação, ainda que incipiente, de algumas áreas em maiores profundidades.

Deixa-se, portanto, evidente a importância de estudos de monitoramento destes indícios, associados aos fatores ambientais determinantes para a instalação desta comunidade, como tipo de substrato e possíveis contaminantes, para que se possa elucidar as questões sobre a possibilidade de recuperação desta comunidade bentônica e em que tempo.

1.4 REFERÊNCIAS

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.

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