

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

RELATÓRIO ANUAL:

Anexo 3 - Análise abiótica e biótica no Ambiente Marinho

Introdução

RT-19A RRDM/NOV19

Coordenação Geral

Adalto Bianchini

Alex Cardoso Bastos

Edmilson Costa Teixeira

Eustáquio Vinícius de Castro

Jorge Abdala Dergam dos Santos

Vitória,

Novembro de 2019

COORDENAÇÕES

Anexo 1

Adalto Bianchini (FURG)

Anexo 3

Edmilson Costa Teixeira (UFES)

Fabian Sá (UFES)

Jorge Dergam (UFV)

Subprojetos

Alessandra Delazari Barroso (FAESA)

Alex Cardoso Bastos (UFES)

Ana Cristina Teixeira Bonecker (UFRJ)

Anderson Geyson Alves de Araújo (UFES)

Björn Gücker (UFSJ)

Camilo Dias Júnior (UFES)

Daniel Rigo (UFES)

Eneida Maria Eskinazi Sant'Anna (UFOP)

Gilberto Amado Filho (IPJB) *in memoriam*

Gilberto Fonseca Barroso (UFES)

Iola Gonçalves Boechat (UFSJ)

Leila Lourdes Longo (UFRB)

Leonardo Tavares Salgado (IPJB)

Luís Fernando Loureiro (UFES)

Marco Aurélio Caiado (UFES)

Renato David Ghisolfi (UFES)

Renato Rodrigues Neto (UFES)

Rodrigo Leão de Moura (UFRJ)

Valéria da Silva Quaresma (UFES)

Valéria de Oliveira Fernandes (UFES)

Vanya Marcia Duarte Pasa (UFMG)

Anexo 4

Jacqueline Albino (UFES)

Subprojetos

Karla Costa (UFES)

Maria Tereza Carneiro (UFES)

Anexo 5

Diolina Moura Silva (UFES)

Mônica Tognella (UFES)

Anexo 6

Agnaldo Silva Martins (UFES)

Subprojetos

Ana Paula Cazerta Farro (UFES)

Leandro Bugoni (FURG)

Sarah Vargas (UFES)

Anexo 7

Maurício Hostim (UFES)

Jorge Dergam (UFV)

Subprojetos

Carlos W. Hackradt (UFSB)

Fabiana Felix Hackradt (UFSB)

Jean-Christophe Joyeux (UFES)

Luis Fernando Duboc (UFV)

Anexo 8

Heitor Evangelista (UERJ)

Coordenação Técnica (CTEC)

Alex Cardoso Bastos

Lara Gabriela Magioni Santos

Laura Silveira Vieira Salles

Tarcila Franco Menandro

Coordenação Escritório de Projetos

Eustáquio Vinicius Ribeiro de Castro

Patrícia Bourguignon Soares

Paulo Roberto Filgueiras

Valdemar Lacerda Junior

Walter Luiz Alda Junior

Coordenação Núcleo de Atuação Integrada em Rede (NAIR)

Edmilson Costa Teixeira

Karla Libardi Gallina

Andressa Christiane Pereira

Anna Paula Lage Ribeiro

Caroline De Marchi Pignaton

Paulo Eduardo Marques

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
---	------------------	---

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Malha amostral conjunta e setorização das estações amostradas pelo Marinho Integrado, o qual contempla os sub-projetos Sedimentologia, Hidrogeoquímica, Bentos, Ictioplâncton, Fitoplâncton, Zooplâncton e perfilagem de CTD da Modelagem Numérica.....	15
Figura 2: Lançamento do LISST para perfilagem ao longo da coluna d'água.....	16
Figura 3: Lançamento do rack de garrafas de Van Dorn para amostragem de água ao longo da coluna d'água.....	17
Figura 4: Lançamento durante o turno noturno de rede vertical WP2 para amostragem de zooplâncton.	17
Figura 5: Lançamento de CTD para perfilagem ao longo da coluna d'água.....	18
Figura 6: Lançamento de hidrorradiômetro para perfilagem da irradiância ao longo da coluna d'água.	19
Figura 7: Catamarã para amostragem de nêuston.....	20
Figura 8: Lançamento de rede circular para coleta de fitoplâncton.	20
Figura 9: Lançamento de draga de Van Veen para amostragem sedimentar de fundo.	21
Figura 10: Lançamento de Boomer para levantamento sísmico.	21
Figura 11: Lançamento de dropcam para imageamento do fundo.	22
Figura 12: Lançamento do SVP (perfilador de velocidade do som) para correção de dados batimétricos.	23
Figura 13: Lançamento do gravity corer para amostragem de testemunho.	24
Figura 14: Mapa das estações amostrais da campanha semestral do sub-projeto Marinho Integrado, destacando o setor Abrolhos.....	28
Figura 15: Mapa das estações amostrais da campanha semestral do sub-projeto Marinho Integrado, destacando o Setor Norte, compreendendo as localizações de Itaúnas, Barra Nova e Degredo.	29
Figura 16: Mapa das estações amostrais das campanhas semestral e mensal do sub-projeto Marinho Integrado, destacando o setor Foz, subdivido em Foz Central, Foz Norte e Foz Sul.....	30
Figura 17: Mapa das estações amostrais das campanhas semestral e mensal do sub-projeto Marinho Integrado, destacando o setor Costa das Algas.....	30
Figura 18: Mapa das estações amostrais das campanhas semestral e mensal do sub-projeto Marinho Integrado, destacando o Setor Sul.	31

Figura 19: Região estudada, destacando-se as cinco Áreas (A-E) e a malha amostral do projeto, sobrepostas aos principais megahabitats bênticos. O mapa inclui algumas estações adicionais ao Plano de Trabalho, nas Áreas A e C.	32
Figura 20: Da direita para a esquerda: Mapas da área que será analisada por meio do sensoriamento remoto, da área que será analisada via modelagem numérica e localização dos quatro fundeios lançados no final de outubro e início de novembro abordados no sub-projet	33
Figura 21: Mapa com as áreas de mapeamento de habitats, linhas de perfilador de sub-fundo e pontos de testemunhagem.....	34
Figura 22: Foto in situ da interface entre água de elevada turbidez de coloração alaranjada e água mais transparente de coloração típica de águas oceânicas de plataforma continental.	37
Figura 23: Foto in situ de uma emulsão na interface ar/água durante alguns embarques realizados para a coleta de água e sedimento.	38
Figura 24: Mapa de avistamento de emulsões em superfície durante os períodos de amostragem....	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Nome, código, localidade, coordenadas geográficas e periodicidade de coleta das estações amostrais referentes aos sub-projetos do Anexo 3 – Monitoramento Marinho.	8
Quadro 2: Relação das Campanhas com os respectivos períodos de coleta bem como a frequência amostral de cada estação ao longo do monitoramento e os Subprojetos que realizaram amostragem.	25
Quadro 3: Setorização das estações amostrais ao longo das campanhas.	27
Quadro 4: Relação dos setores amostrados com os respectivos períodos e matrizes coletadas após o rompimento da barragem de Fundão mas anterior ao PMBA.	35
Quadro 5: Volume de amostras coletadas por cada subprojeto ao longo do monitoramento.	36

1 INTRODUÇÃO

Este Anexo tem como objetivo principal avaliar e monitorar as condições do ambiente marinho após o aporte de lama de rejeito. Para tal será realizada uma integração de parâmetros abióticos e bióticos. O monitoramento aqui apresentado tem como alvo o entendimento de variações sazonais dos diversos parâmetros medidos, o estudo da dinâmica e dispersão da pluma fluvial, suas características físicas e químicas, sua influência na biodiversidade do plâncton, além da caracterização do depósito oriundo do rompimento da barragem formado no ambiente marinho e seus impactos na biodiversidade bentônica.

Neste contexto, o Anexo 3 – Monitoramento Marinho é composto por 9 sub-projetos: (1) Mapeamento e Monitoramento de Habitats; (2) Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas; (3) Modelagem Numérica; (4) Sedimentologia; (5) Hidrogeoquímica; (6) Bentos Marinho de Fundos Inconsolidados; (7) Ictioplâncton, (8) Fitoplâncton e (9) Zooplâncton. Portanto, existem alguns objetivos específicos de cada sub-projeto, como os que serão apresentados abaixo:

- Investigar e caracterizar os principais habitats marinhos adjacentes à foz do Rio Doce, assim como, entender a distribuição e espessura dos depósitos sedimentares formados a partir do evento de rompimento da barragem de rejeito de minérios em Minas Gerais e sua interação com os principais habitats; (Mapeamento e Monitoramento de Habitats);
- Monitorar os ambientes recifais e bancos de rodolitos/macroalgas, qualificando e quantificando os efeitos do rejeito de mineração no ecossistema recifal; (Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas)
- Caracterizar a dinâmica oceanográfica (dados in situ, ex situ (satélite) e modelagem numérica), a fim de entender a dinâmica da dispersão de sedimentos;(Modelagem Numérica);
- Investigar os processos de aporte, dispersão e sedimentação, caracterizando o depósito acumulado;(Sedimentologia);
- Determinar os efeitos crônicos dos rejeitos de minério e materiais aportados no ambiente marinho, por meio de análises hidrogeoquímicas; (Hidrogeoquímica);
- Avaliar os efeitos espaciais e temporais do rejeito de minério sobre a biodiversidade fito, zoo e ictioplanctônica, verificando as possíveis alterações na composição, biomassa, abundância e diversidade; (Ictioplâncton, Fitoplâncton e Zooplâncton);
- Avaliar os efeitos espaciais e temporais do rejeito de minério sobre a biodiversidade bentônica, que compõe a fauna do substrato inconsolidado.(Bentos Marinho de Fundos Inconsolidados).

Ressalta-se que nos relatórios de cada sub-projeto os resultados são apresentados e discutidos separadamente, ao fim é apresentado uma discussão integrada dos resultados de todos os sub-projetos.

A seguir serão apresentados os nomes das estações amostrais com seus respectivos códigos, localidades, coordenadas geográficas e periodicidade de coleta referentes aos subprojetos do Anexo 3 (Quadro 1).

Quadro 1: Nome, código, localidade, coordenadas geográficas e periodicidade de coleta das estações amostrais referentes aos sub-projetos do Anexo 3 – Monitoramento Marinho.

Nome da estação	Código da estação amostral	Localidade	Northing	Easting	Periodicidade de coleta	Sub-projeto
Abrolhos	ABR 01	Caravelas	8017006,47	475936,82	Semestral	Marinho Integrado
Abrolhos	ABR 02	Caravelas	8010704,12	532066,24	Semestral	Marinho Integrado
Abrolhos	ABR 03	Caravelas	8011813,51	530165,27	Semestral	Marinho Integrado
Abrolhos	ABR 04	Caravelas	8022616,40	525453,08	Semestral	Marinho Integrado
Abrolhos	ABR 05	Caravelas	8007563,45	517177,23	Semestral	Marinho Integrado
Itaúnas	ITA 01	Conceição da Barra	7964547,64	430449,88	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Itaúnas	ITA 02	Conceição da Barra	7956840,18	463553,02	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Barra Nova	BN 01	São Mateus	7903337,64	454268,69	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Barra Nova	BN 02	São Mateus	7903598,94	426147,63	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Degredo	DEG 01	Linhares	7864890,95	429405,98	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Degredo	DEG 02	Linhares	7856730,04	451968,99	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Foz do Rio Doce	SDN 13	Linhares	7842923,48	428269,42	Semestral / Trimestral / Mensal	Marinho Integrado
Foz do Rio Doce	SDN 20	Linhares	7829898,02	423532,88	Semestral / Trimestral / Mensal	Marinho Integrado
Foz do Rio Doce	SDN 30	Linhares	7832036,40	427721,54	Semestral / Trimestral / Mensal	Marinho Integrado
Foz do Rio Doce	SD 01 extra_0611	Linhares	7826708,20	417558,92	Semestral / Trimestral / Mensal	Marinho Integrado

Nome da estação	Código da estação amostral	Localidade	Northing	Easting	Periodicidade de coleta	Sub-projeto
Foz do Rio Doce	SD 01_1411	Linhares	7826708,20	417558,92	Semestral / Trimestral / Mensal	Marinho Integrado
Foz do Rio Doce	SD 02 extra_0611	Linhares	7823040,03	419392,72	Semestral / Trimestral / Mensal	Marinho Integrado
Foz do Rio Doce	SD 02_1411	Linhares	7823040,03	419392,72	Semestral / Trimestral / Mensal	Marinho Integrado
Foz do Rio Doce	SD 03	Linhares	7819937,86	422769,21	Semestral / Trimestral / Mensal	Marinho Integrado
Foz do Rio Doce	SD 04	Linhares	7815169,35	428467,96	Semestral / Trimestral / Mensal	Marinho Integrado
Foz do Rio Doce	SD 05	Linhares	7807959,70	437864,77	Semestral / Trimestral / Mensal	Marinho Integrado
Foz do Rio Doce	SDS 13	Linhares	7814269,46	399459,03	Semestral / Trimestral / Mensal	Marinho Integrado
Foz do Rio Doce	SDS 20	Linhares	7816813,23	411879,35	Semestral / Trimestral / Mensal	Marinho Integrado
Foz do Rio Doce	SDS 30	Linhares	7805922,15	407209,37	Semestral / Trimestral / Mensal	Marinho Integrado
Costa das Algas	CA 01	Aracruz	7790616,16	384043,41	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Costa das Algas	CA 02	Aracruz	7791253,08	390338,15	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Costa das Algas	CA 03	Aracruz	7791153,02	404235,25	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Costa das Algas	CA 04	Aracruz	7795785,24	418100,98	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Costa das Algas	CA 05	Aracruz	7782339,56	386405,26	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Costa das Algas	CA 06	Aracruz	7777853,69	401063,33	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado

Nome da estação	Código da estação amostral	Localidade	Northing	Easting	Periodicidade de coleta	Sub-projeto
Costa das Algas	CA 07	Aracruz	7771576,57	411733,92	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Costa das Algas	CA 08	Aracruz	7794893,00	388985,00	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Costa das Algas	CA 09	Aracruz	7787608,00	386303,00	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Costa das Algas	CA 10	Aracruz	7778345,00	382936,00	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Costa das Algas	CA 11	Aracruz	7772380,88	407338,56	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Costa das Algas	CA 12	Aracruz	7782961,63	411664,43	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Costa das Algas	CA 13	Aracruz	7787276,74	391745,12	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Costa das Algas	CA 14	Aracruz	7795168,81	411676,15	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Costa das Algas	CA 15	Aracruz	7781684,03	400470,49	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Vitória	VIX 01	Vitória	7759039,92	373371,61	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Vitória	VIX 02	Vitória	7755589,41	378037,70	Semestral / Trimestral	Marinho Integrado
Guarapari	GUA 01	Guarapari	7723667,51	355157,53	Semestral	Marinho Integrado
Guarapari	GUA2 0	Guarapari	7719405,70	357394,00	Semestral	Marinho Integrado
FUNDEIO 1	FUNDEIO 1	Aracruz	7790168,58	399721,20	Contínuo	Modelagem Numérica
FUNDEIO 2	FUNDEIO 2	Linhares	7819804,37	415133,23	Contínuo	Modelagem Numérica
FUNDEIO 3	FUNDEIO 3	Linhares	7832156,60	423101,85	Contínuo	Modelagem Numérica
FUNDEIO 4	FUNDEIO 4	Linhares	7865272,19	432982,96	Contínuo	Modelagem Numérica
Pedra de Leste - PLES	A1	Nova Viçosa / Caravelas / Alcobaça	8033813,07	494546,53	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
Sebastião Gomes - SG	A2	Nova Viçosa /	8019361,023	484553,80	Trimestral	Fundos Recifais,

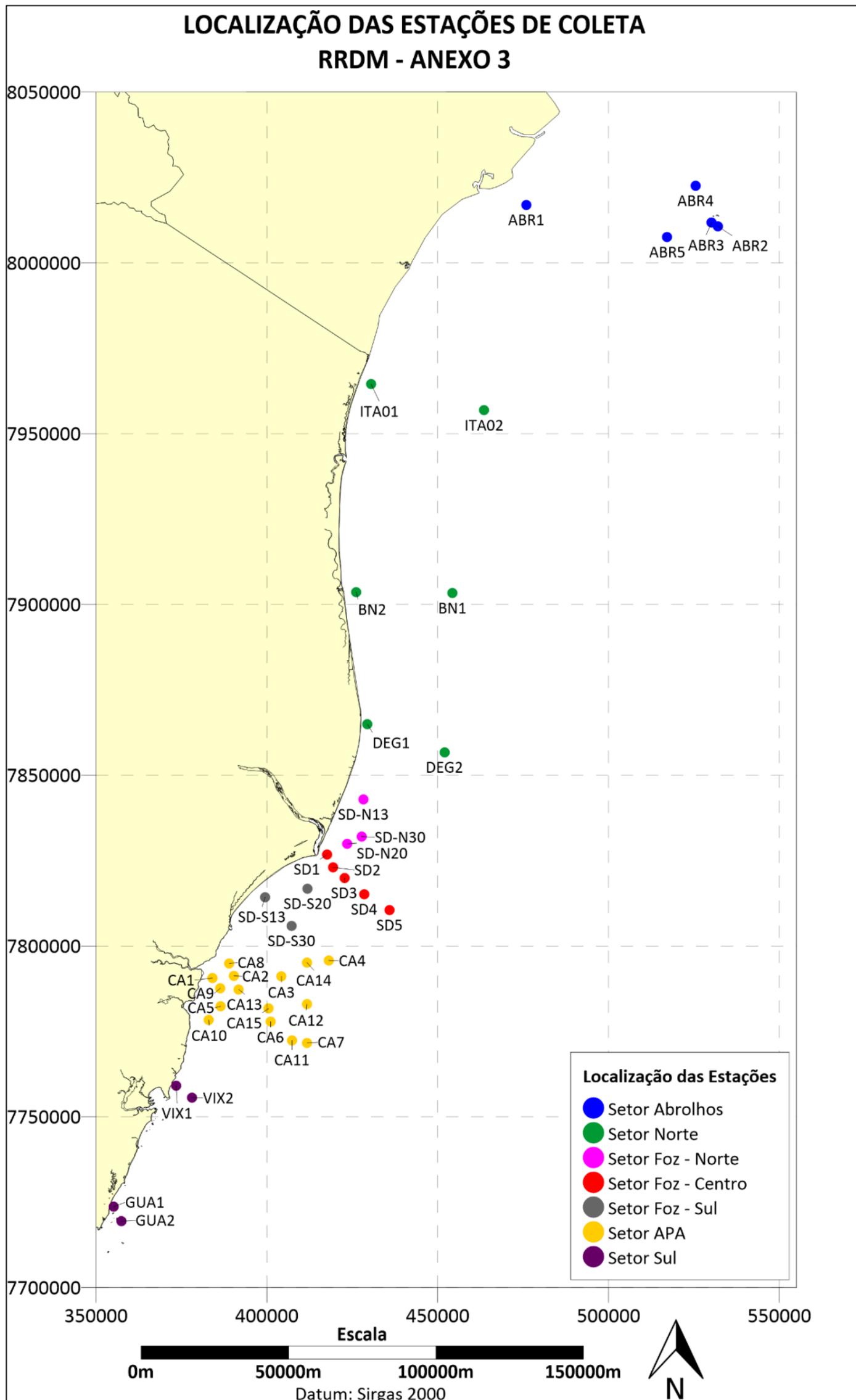
Nome da estação	Código da estação amostral	Localidade	Northing	Easting	Periodicidade de coleta	Sub-projeto
		Caravelas / Alcobaça				Rodolitos e Macroalgas
Parcel dos Abrolhos - PAB3	A3	Nova Viçosa / Caravelas / Alcobaça	8010029,24	534788,10	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
Portinho Norte - PNOR	A4	Nova Viçosa / Caravelas / Alcobaça	8014249,53	531566,94	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
Rodolito Raso - RODORASO	A5	Nova Viçosa / Caravelas / Alcobaça	8034992,97	529361,46	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
Esquecidos "B"	B1	São Mateus	7912879,02	453964,95	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
Esquecidos "B"	B2	São Mateus	7938659,96	448162,01	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
Esquecidos "B"	B3	São Mateus	7924031,44	445422,15	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
Esquecidos "B"	B4	São Mateus	7910352,05	441766,03	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
Foz "C"	C4	Linhares	7817450,00	443420,00	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
Foz "C"	C5	Linhares	7815822,99	444988,99	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
Foz "C"	C6	Linhares	7814341,00	446388,00	Trimestral	Fundos Recifais,

Nome da estação	Código da estação amostral	Localidade	Northing	Easting	Periodicidade de coleta	Sub-projeto
						Rodolitos e Macroalgas
Foz "C"	C7	Linhares	7813592,00	428669,00	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
Foz "C"	C8	Linhares	7809240,00	435756,99	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
Foz "C"	C9	Linhares	7807360,00	437722,99	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Embarcado) "D"	D1	Aracruz	7794985,99	389262,94	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Embarcado) "D"	D2	Aracruz	7795891,67	403604,76	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Embarcado) "D"	D3	Aracruz	7796618,36	416016,57	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Embarcado) "D"	D4	Aracruz	7787644,95	386328,56	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Embarcado) "D"	D5	Aracruz	7785132,81	399397,25	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Embarcado) "D"	D6	Aracruz	7787926,09	412588,60	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Embarcado) "D"	D7	Aracruz	7789889,49	421453,04	Trimestral	Fundos Recifais,

Nome da estação	Código da estação amostral	Localidade	Northing	Easting	Periodicidade de coleta	Sub-projeto
						Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Embarcado) "D"	D8	Aracruz	7783831,97	417324,99	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Embarcado) "D"	D9	Aracruz	7778219,02	382787,11	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Embarcado) "D"	D10	Aracruz	7775866,17	395830,57	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Embarcado) "D"	D11	Aracruz	7777796,01	413839,97	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Embarcado) "D"	D12	Aracruz	7771677,31	416164,19	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Embarcado) "D"	D13	Aracruz	7770852,02	406947,04	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Costeiro) "D"	D14	Aracruz	7799202,61	385671,13	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Costeiro) "D"	D15	Aracruz	7796762,79	384634,98	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Costeiro) "D"	D16	Aracruz	7795631,22	382847,31	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Costeiro) "D"	D17	Aracruz	7791201,41	381096,23	Trimestral	Fundos Recifais,

Nome da estação	Código da estação amostral	Localidade	Northing	Easting	Periodicidade de coleta	Sub-projeto
						Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Costeiro) "D"	D18	Aracruz	7788122,60	380011,52	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
Nome da estação	Código da estação amostral	Localidade	Northing	Easting	Periodicidade de coleta	Sub-projeto
APA-REVIS (Costeiro) "D"	D19	Aracruz	7784256,16	378877,44	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Costeiro) "D"	D20	Aracruz	7783972,30	377311,73	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas
APA-REVIS (Costeiro) "D"	D21	Aracruz	7779954,70	377155,05	Trimestral	Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas

Figura 1: Malha amostral conjunta e setorização das estações amostradas pelo Marinho Integrado, o qual contempla os sub-projetos Sedimentologia, Hidrogeoquímica, Bentos, Ictioplâncton, Fitoplâncton, Zooplâncton e perfilagem de CTD da Modelagem Numérica.



Os sub-projetos Sedimentologia, Hidrogeoquímica, Bentos Marinho de Fundos Inconsolidados, Ictioplâncton, Fitoplâncton, Zooplâncton, além de dados físicos da coluna d'água (Modelagem Numérica), são coletados em conjunto (ao mesmo tempo) (Figura 1), sendo denominados dentro do Anexo 3 como **Marinho Integrado**. Da a Figura 2 Figura 13 podem ser observados alguns momentos registrados durante as amostragens dos 9 subprojetos do Anexo 3.

Figura 2: Lançamento do LISST para perfilagem ao longo da coluna d'água.



Figura 3: Lançamento do rack de garrafas de Van Dorn para amostragem de água ao longo da coluna d'água.



Figura 4: Lançamento durante o turno noturno de rede vertical WP2 para amostragem de zooplâncton.



Figura 5: Lançamento de CTD para perfilagem ao longo da coluna d'água.



Figura 6: Lançamento de hidrorradiômetro para perfilagem da irradiância ao longo da coluna d'água.



Figura 7: Catamarã para amostragem de nêuston.



Figura 8: Lançamento de rede circular para coleta de fitoplâncton.



Figura 9: Lançamento de draga de Van Veen para amostragem sedimentar de fundo.



Figura 10: Lançamento de Boomer para levantamento sísmico.



Figura 11: Lançamento de dropcam para imageamento do fundo.



Figura 12: Lançamento do SVP (perfilador de velocidade do som) para correção de dados batimétricos.

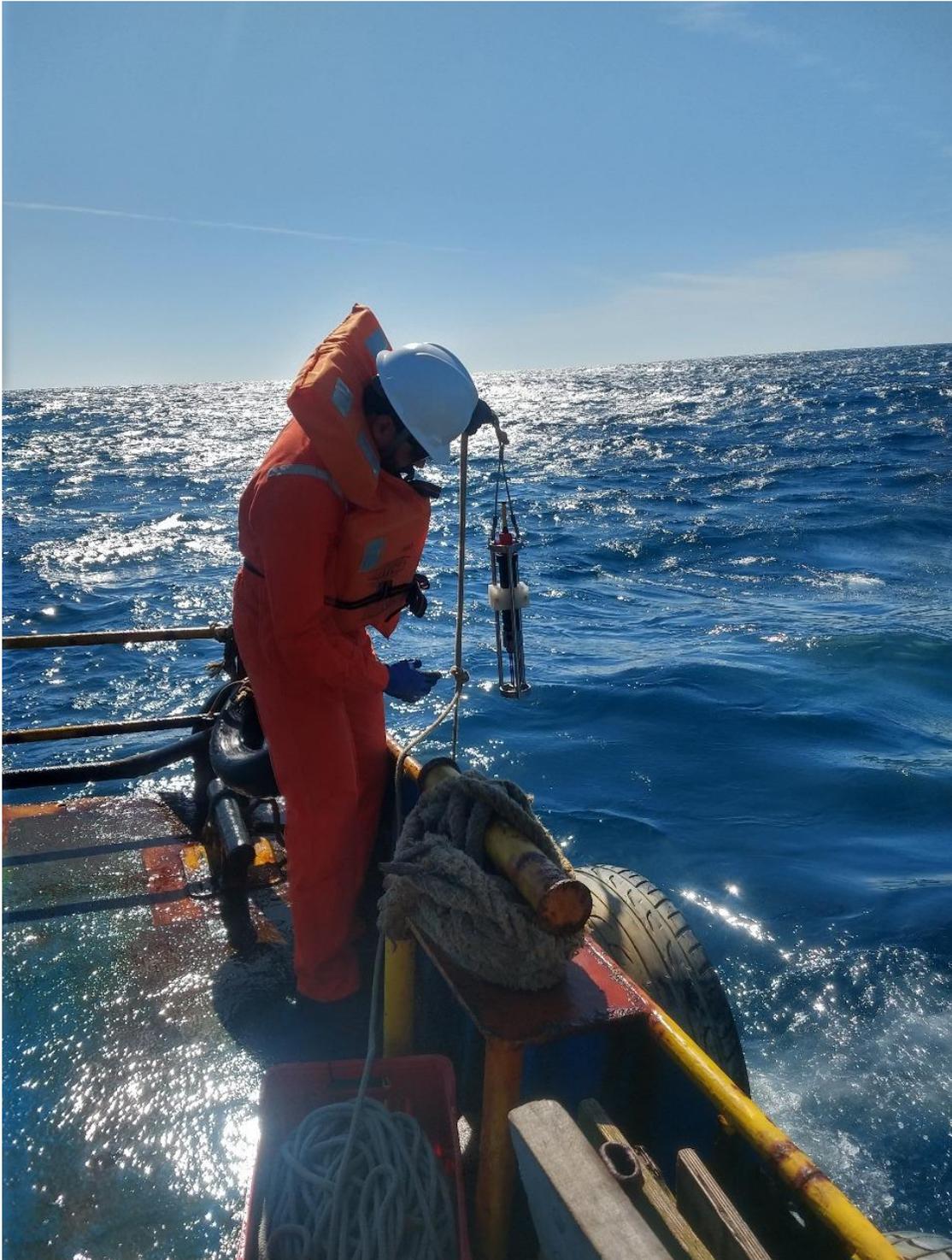


Figura 13: Lançamento do gravity corer para amostragem de testemunho.



No Quadro 2 são listadas as Campanhas do Marinho Integrado ao longo do monitoramento com os respectivos períodos de amostragem, setores e regiões amostradas, a frequência amostral e os subprojetos que realizaram amostragem.

Quadro 2: Relação das Campanhas com os respectivos períodos de coleta bem como a frequência amostral de cada estação ao longo do monitoramento e os Subprojetos que realizaram amostragem.

Campanha	Período	Setores amostrados	Regiões amostradas	Frequência amostral	Subprojetos embarcados
1	Outubro/2018	Abrolhos Norte Foz Norte, Central e Sul APA Costa das Algas Sul	Abrolhos Degredo, Barra Nova e Itaúnas Foz do Rio Doce APA Costa das Algas Vitória e Guarapari	Semestral	Hidrogeoquímica, Sedimentologia, Fitoplâncton, Zooplâncton, Ictiologia e Bentos
2	Novembro/2018	Foz Norte, Central e Sul	Foz do Rio Doce	Mensal	Hidrogeoquímica, Sedimentologia, Fitoplâncton e Zooplâncton
3	Dezembro/2018	Foz Norte, Central e Sul	Foz do Rio Doce	Mensal	Hidrogeoquímica, Sedimentologia, Fitoplâncton e Zooplâncton
4	Janeiro/2019	Norte Foz Norte, Central e Sul APA Costa das Algas Sul	Degredo, Barra Nova e Itaúnas Foz do Rio Doce APA Costa das Algas Vitória	Trimestral	Hidrogeoquímica, Sedimentologia, Fitoplâncton, Zooplâncton, Ictiologia e Bentos
5	Fevereiro/2019	Foz Norte, Central e Sul	Foz do Rio Doce	Mensal	Hidrogeoquímica, Sedimentologia, Fitoplâncton e Zooplâncton
6	Março/2019	Foz Norte, Central e Sul	Foz do Rio Doce	Mensal	Hidrogeoquímica, Sedimentologia, Fitoplâncton e Zooplâncton

Campanha	Período	Setores amostrados	Regiões amostradas	Frequência amostral	Subprojetos embarcados
7	Abril/2019	Abrolhos Norte Foz Norte, Central e Sul APA Costa das Algas Sul	Abrolhos Degredo, Barra Nova e Itaúnas Foz do Rio Doce APA Costa das Algas Vitória e Guarapari	Semestral	Hidrogeoquímica, Sedimentologia, Fitoplâncton, Zooplâncton, Ictiologia e Bentos
8	Mairo/2019	Foz Norte, Central e Sul	Foz do Rio Doce	Mensal	Hidrogeoquímica, Sedimentologia, Fitoplâncton e Zooplâncton
9	Junho/2019	Foz Norte, Central e Sul	Foz do Rio Doce	Mensal	Hidrogeoquímica, Sedimentologia, Fitoplâncton e Zooplâncton
10	Julho/2019	Norte Foz Norte, Central e Sul APA Costa das Algas Sul	Degredo, Barra Nova e Itaúnas Foz do Rio Doce APA Costa das Algas Vitória	Trimestral	Hidrogeoquímica, Sedimentologia, Fitoplâncton, Zooplâncton, Ictiologia e Bentos
11	Agosto/2019	Foz Norte, Central e Sul	Foz do Rio Doce	Mensal	Hidrogeoquímica, Sedimentologia, Fitoplâncton e Zooplâncton
12	Setembro/2019	Foz Norte, Central e Sul	Foz do Rio Doce	Mensal	Hidrogeoquímica, Sedimentologia, Fitoplâncton e Zooplâncton

É válido ressaltar que as saídas de campo para amostragens no ambiente marinho são dependentes de condições de mar seguras para a execução das atividades e validação das amostragens, e que períodos de ondulações maiores (>1,5 m) foram evitados. O subprojeto Modelagem Numérica realiza parte da amostragem de forma individual e contínua através do fundeio de equipamentos para o monitoramento de dados hidrodinâmicos e físico-químicos. Os subprojetos Mapeamento de Habitats e Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas realizaram expedições com cronograma e embarcação individuais por apresentarem amostragem contínua e estações amostrais únicas, respectivamente.

Para o **Marinho Integrado** os resultados adquiridos durante o monitoramento realizado estão apresentados de forma setorizada, considerando-se as similaridades hidrodinâmicas e sedimentológicas entre as estações e do Setor de menor latitude (Abrolhos) para o de maior latitude (Sul). As estações amostrais na APA Costa das Algas foram ainda subdivididas em alguns subprojetos (Sedimentologia e Hidrogeoquímica) devido às características hidrogeoquímicas e sedimentares que apresentaram decorrentes da diferença batimétrica e proximidade com a costa. A distribuição das estações em cada setor encontra-se no Quadro 3.

Quadro 3: Setorização das estações amostrais ao longo das campanhas.

Setor		Estação							
Abrolhos		ABR 01	ABR 02	ABR 03	ABR 04	ABR 05			
Norte		ITA 01	ITA 02	BN 01	BN 02	DEG 01	DEG 02		
Foz Norte		SDN 13	SDN 20	SDN 30					
Foz Central		SD 01	SD 02	SD 03	SD 04	SD 05			
Foz Sul		SDS 13	SDS 20	SDS 30					
APA Costa das Algas	Rasas	CA 01	CA 08	CA 09	CA 02	CA 05	CA 10	CA 13	
	Profundas	CA 15	CA 06	CA 03	CA 14	CA 12	CA 11	CA 04	CA 07
Sul		VIX 01	VIX 02	GUA 01	GUA 02				

Esta setorização da malha amostral é utilizada para a apresentação e discussão dos resultados em cada um dos relatórios referentes aos sub-projetos e na integração dos resultados de todos os sub-projetos, contemplados no Marinho Integrado. Devido a abrangência da malha amostral do Marinho Integrado, os mapas das estações amostrais são também apresentados por setores (Figura 14 a Figura 18).

Figura 14: Mapa das estações amostrais da campanha semestral do sub-projeto Marinho Integrado, destacando o setor Abrolhos.

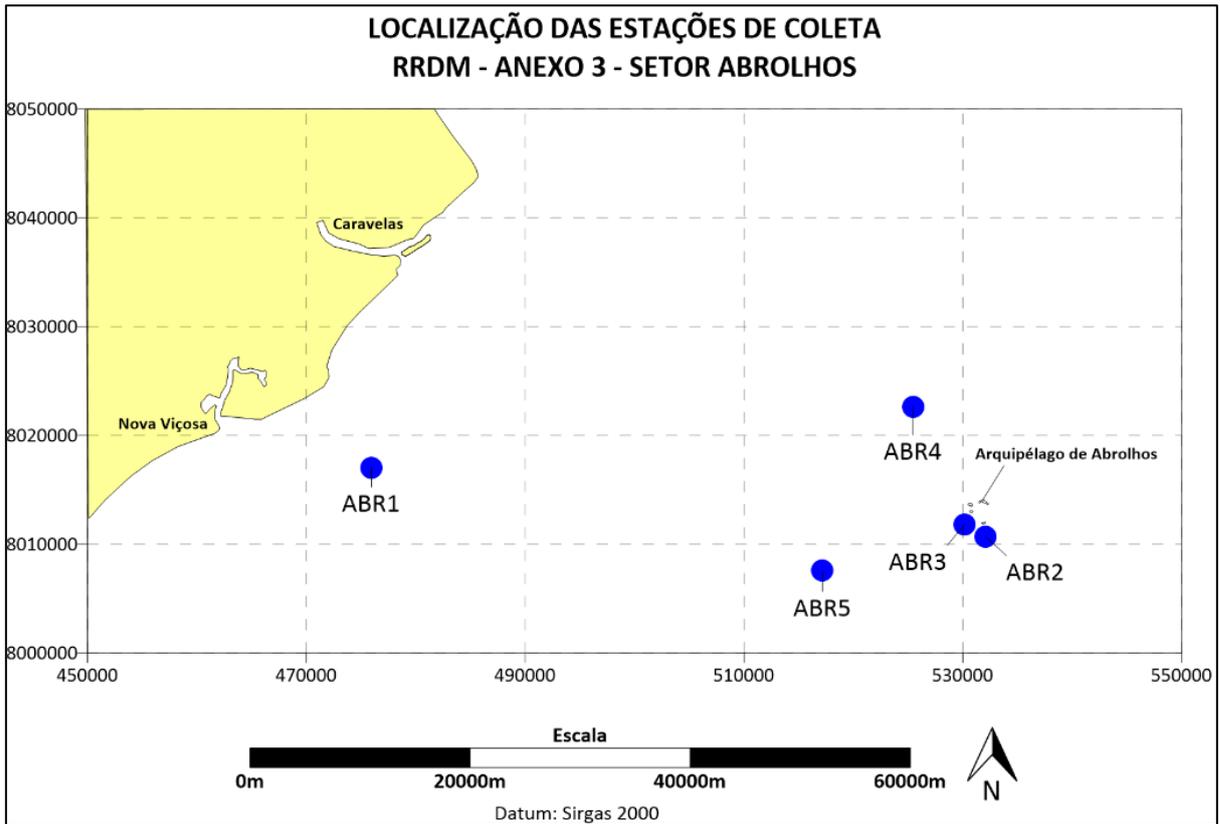


Figura 15: Mapa das estações amostrais da campanha semestral do sub-projeto Marinho Integrado, destacando o Setor Norte, compreendendo as localizações de Itaúnas, Barra Nova e Degredo.

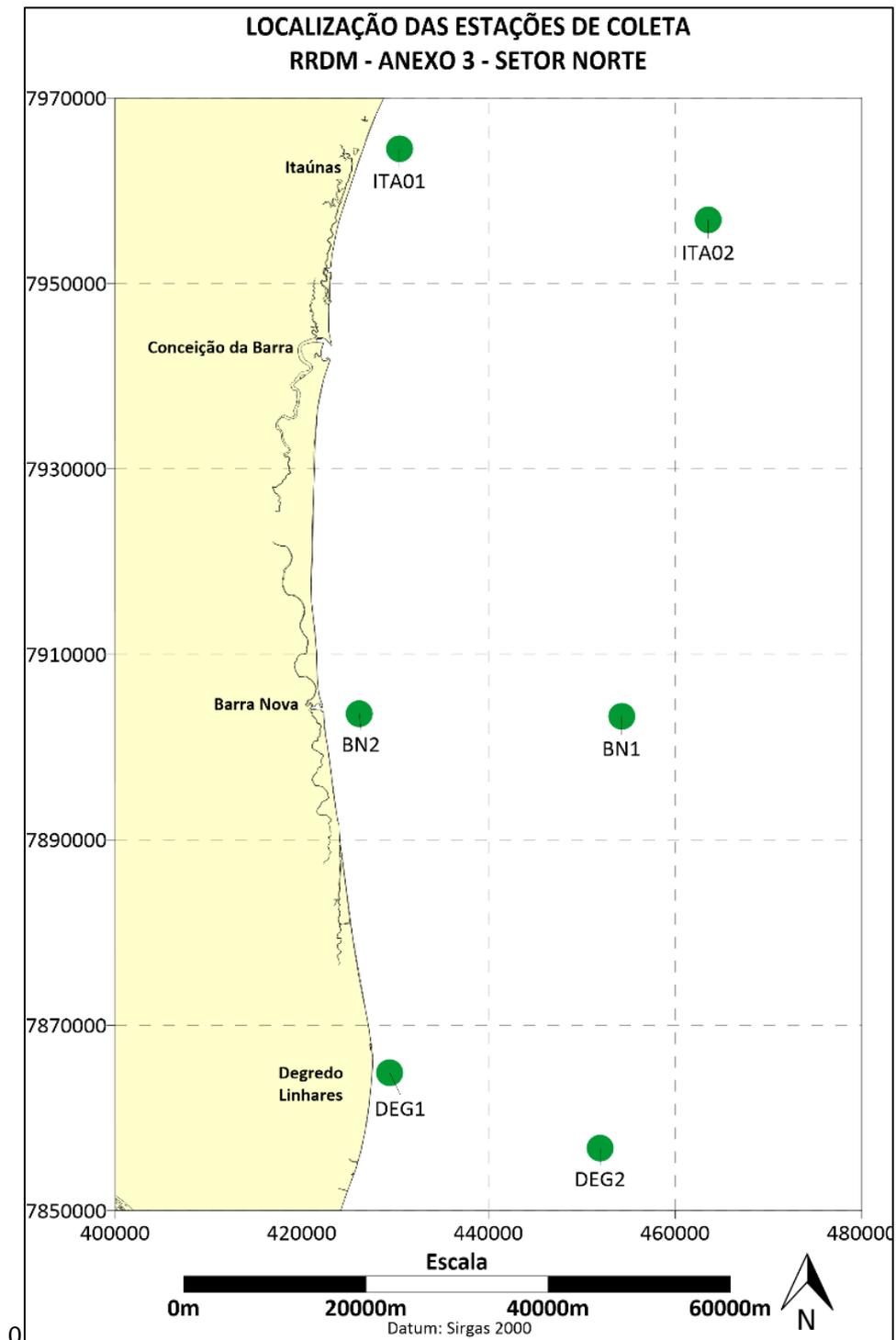


Figura 16: Mapa das estações amostrais das campanhas semestral e mensal do sub-projeto Marinho Integrado, destacando o setor Foz, subdividido em Foz Central, Foz Norte e Foz Sul.

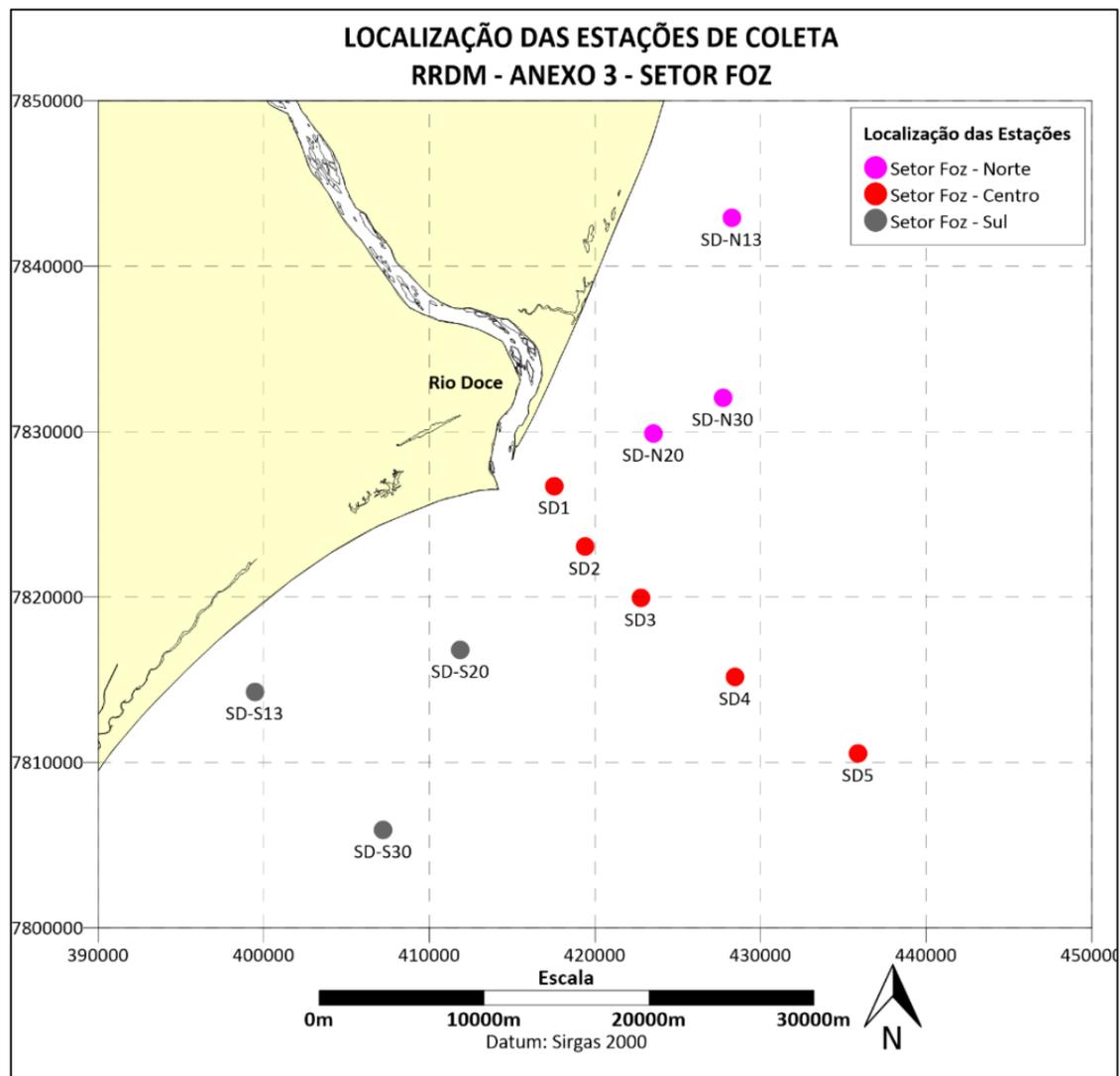


Figura 17: Mapa das estações amostrais das campanhas semestral e mensal do sub-projeto Marinho Integrado, destacando o setor Costa das Algas.

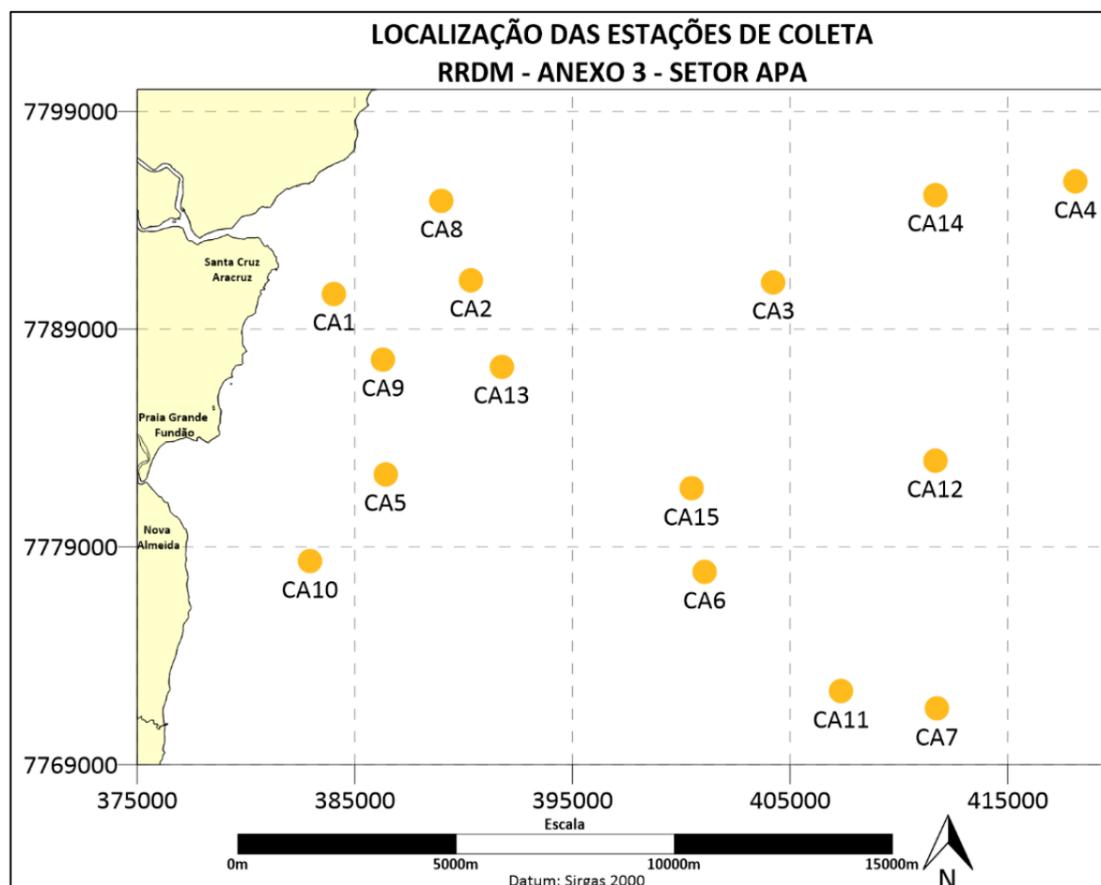
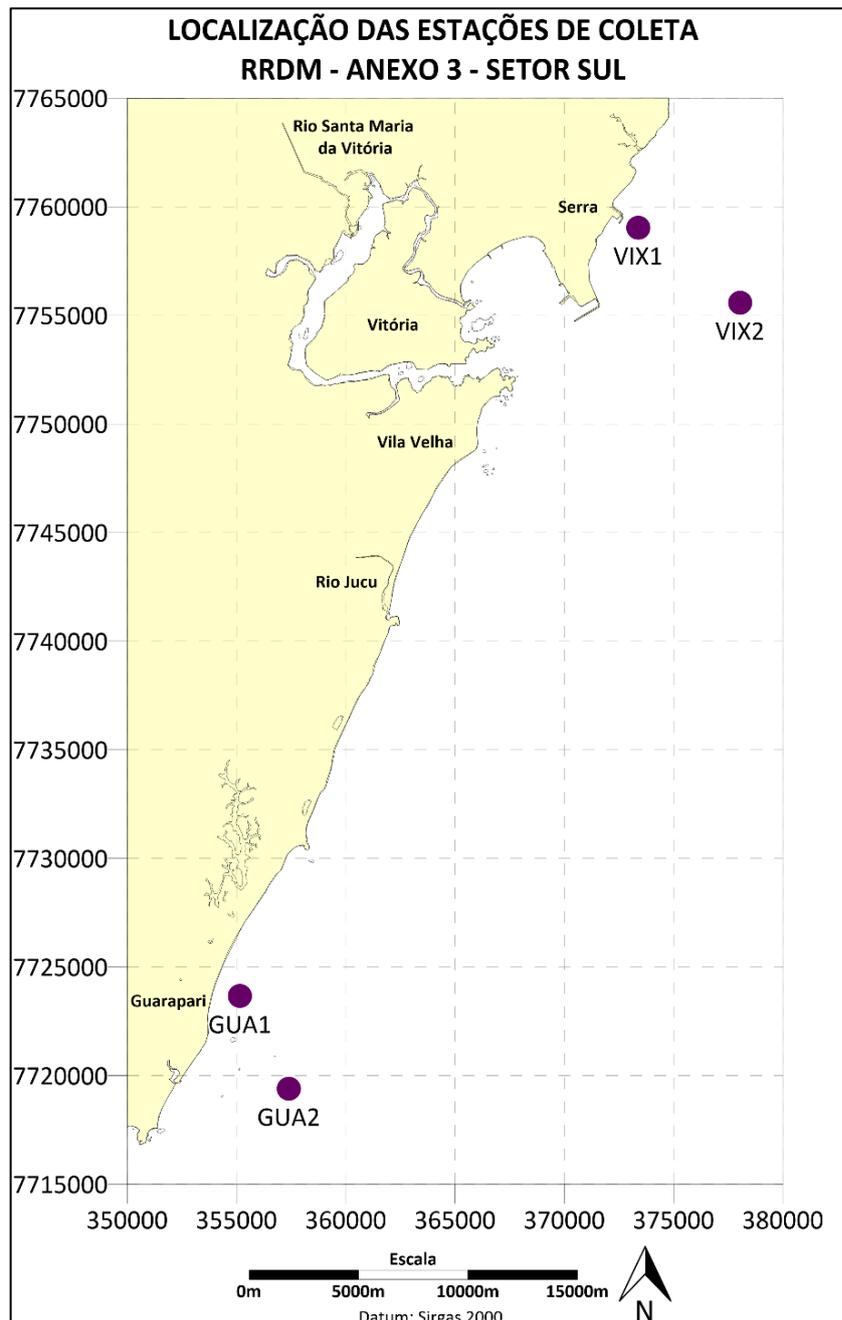


Figura 18: Mapa das estações amostrais das campanhas semestral e mensal do sub-projeto Marinho Integrado, destacando o Setor Sul.



A Figura 19 representa as regiões e estações amostrais referente ao sub-projeto Fundos Recifais, Rodolitos e Macroalgas. A área de abrangência referente ao sensoriamento remoto, modelagem e a localização dos fundeios, que contemplam o sub-projeto Modelagem Numérica são apresentados na Figura 20, enquanto que a Figura 21 mostra o mapa com as áreas de mapeamento de habitats e de acúmulo do rejeito.

Figura 19: Região estudada, destacando-se as cinco Áreas (A-E) e a malha amostral do projeto, sobrepostas aos principais megahabitats bênticos. O mapa inclui algumas estações adicionais ao Plano de Trabalho, nas Áreas A e C.

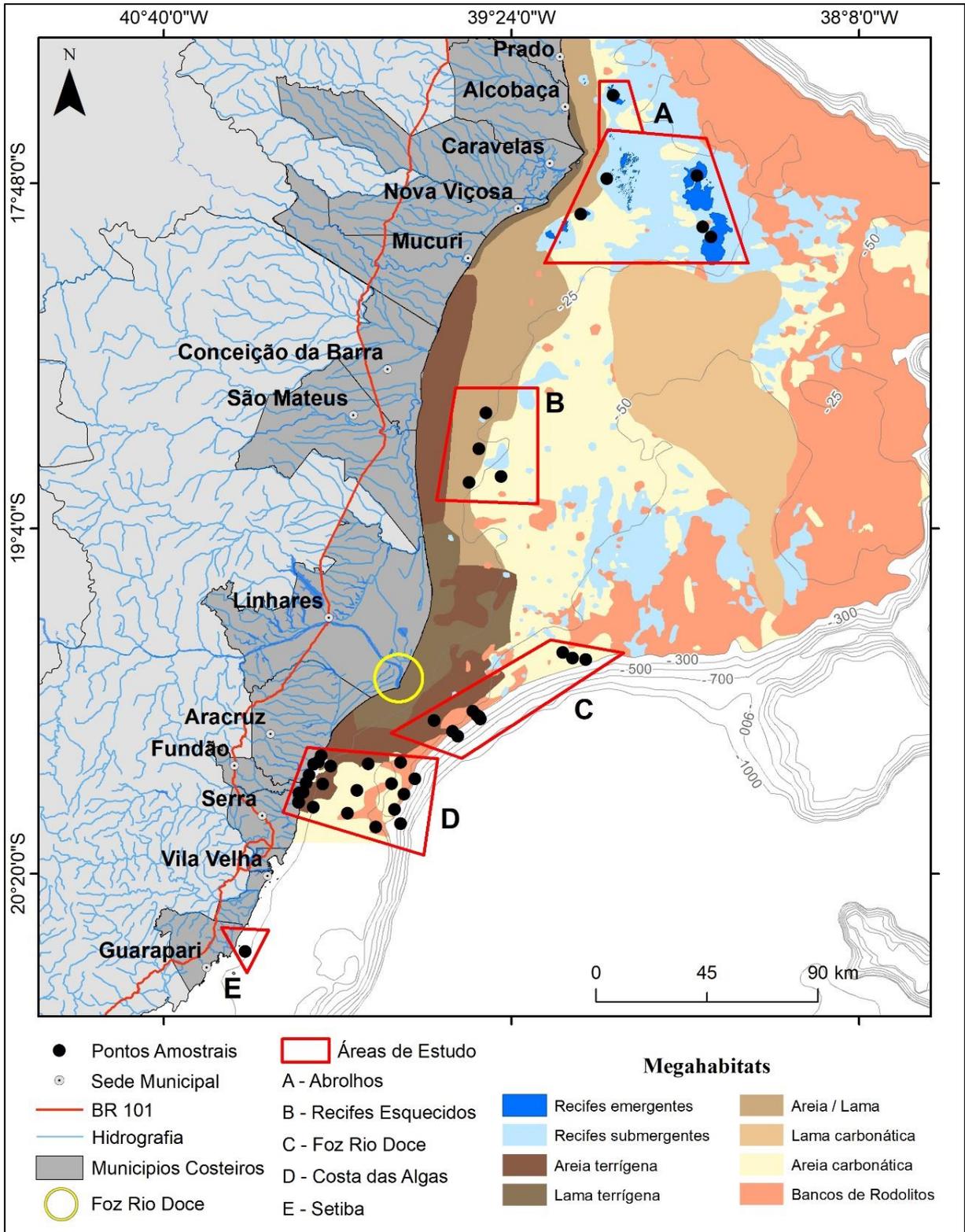


Figura 20: Da direita para a esquerda: Mapas da área que será analisada por meio do sensoriamento remoto, da área que será analisada via modelagem numérica e localização dos quatro fundeios lançados no final de outubro e início de novembro abordados no sub-projet

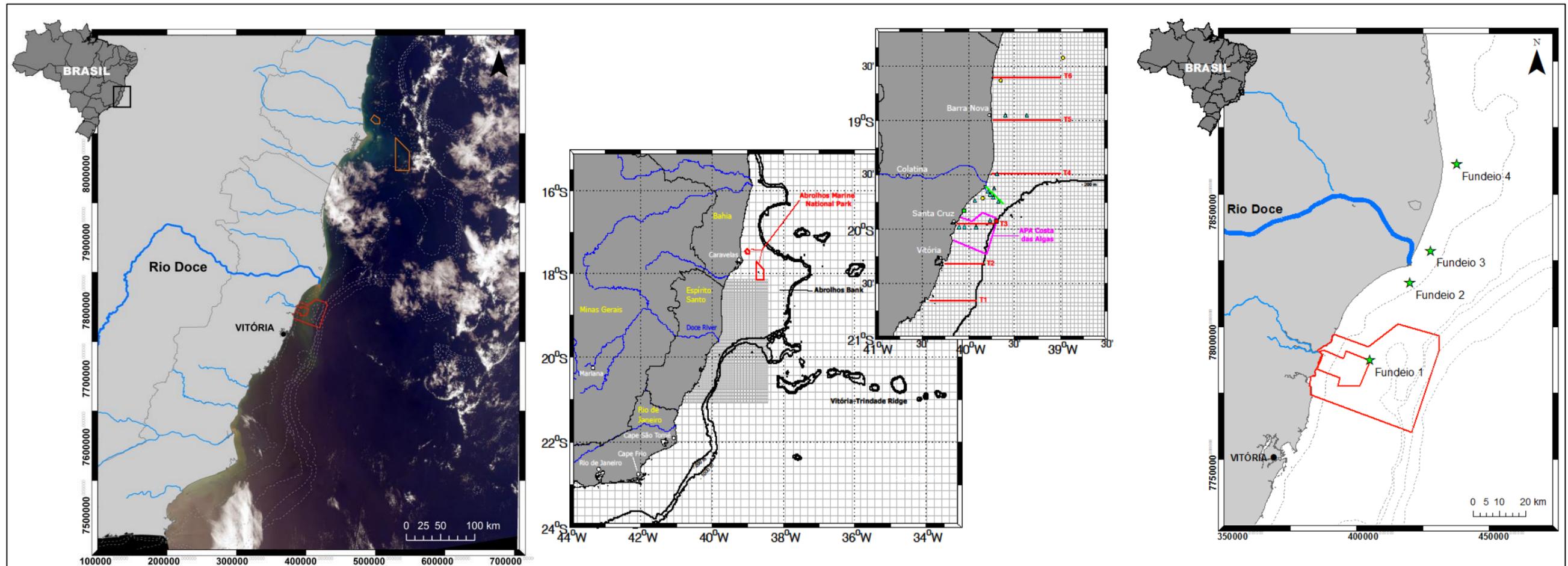
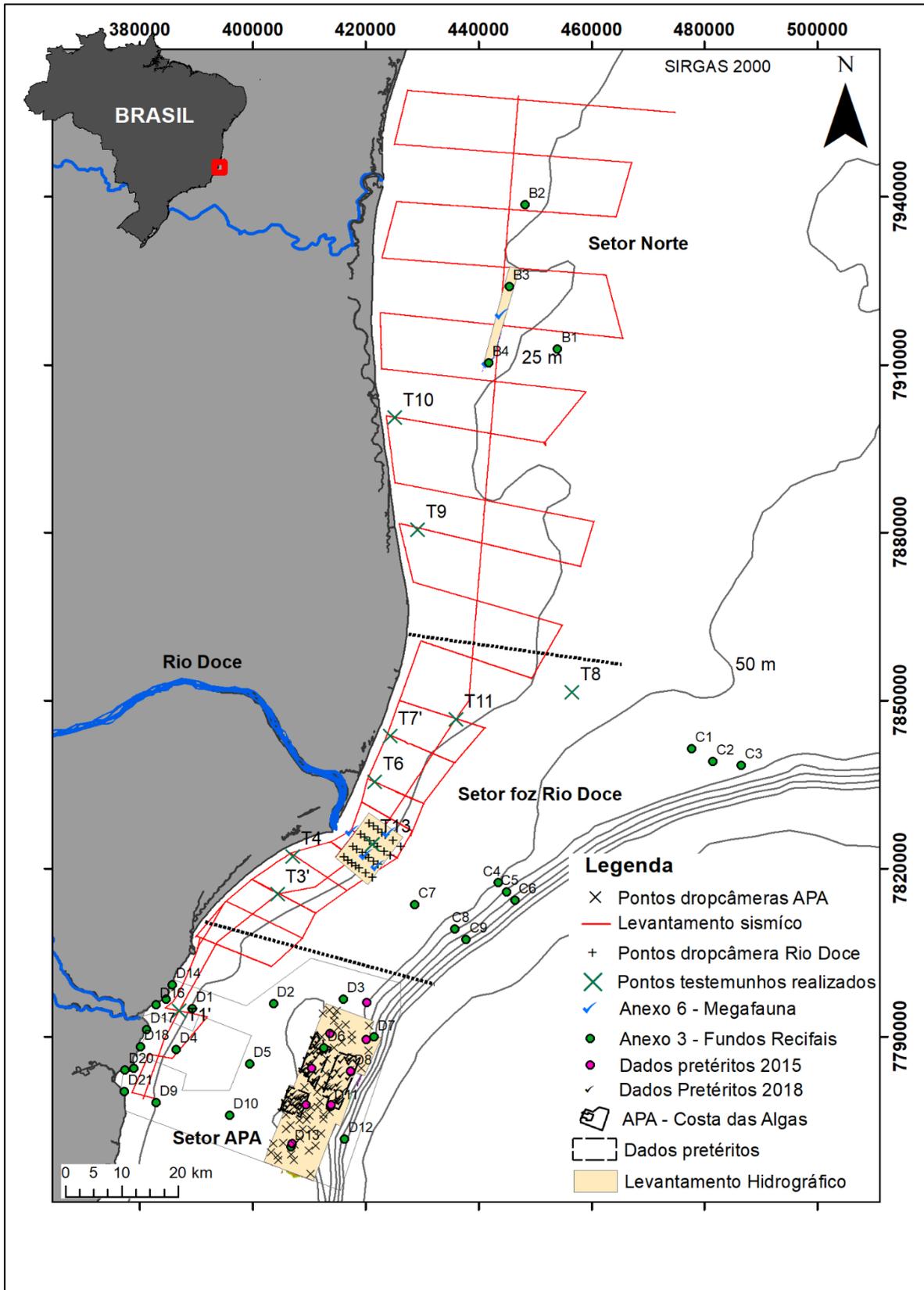


Figura 21: Mapa com as áreas de mapeamento de habitats, linhas de perfilador de sub-fundo e pontos de testemunhagem.



Os resultados referentes às amostras coletadas logo após o rompimento da barragem de Fundão, em Nov. 2015, até 2017 (período pré-PMBA) foram apresentados de forma comparativa considerando somente as estações coincidentes ou próximas amostradas nas diferentes expedições (Quadro 4).

Quadro 4: Relação dos setores amostrados com os respectivos períodos e matrizes coletadas após o rompimento da barragem de Fundão mas anterior ao PMBA.

Setores amostrados	Período de amostragem	Matrizes coletadas
Foz Norte, Foz Central e Foz Sul	22 a 24/11/2015	MPS
Foz Norte, Foz Central e Foz Sul	26/11 a 02/12/2015	MPS, sedimento, parâmetros físico-químicos, Fitoplâncton, Zooplâncton e Ictioplâncton
Foz Norte, Foz Central, Foz Sul e APA Costa das Algas	28/01 a 02/02/2016	MPS, sedimento, parâmetros físico-químicos, Fitoplâncton, Zooplâncton e Ictioplâncton
Foz Norte, Foz Central, Foz Sul e Degredo	03/2 a 05/02/2016	MPS, sedimento, parâmetros físico-químicos, Fitoplâncton, Zooplâncton e Ictioplâncton
Foz do Rio Doce	16/02 a 18/02/2016	MPS, sedimento, parâmetros físico-químicos e Fitoplâncton
Norte e Abrolhos	01/04 a 06/04/2016	MPS, sedimento, parâmetros físico-químicos, Fitoplâncton, Zooplâncton e Ictioplâncton
Foz Norte, Foz Central, Foz Sul, Norte, APA Costa das Algas e Sul	19/04 a 27/04/2016	MPS, sedimento, parâmetros físico-químicos, Fitoplâncton e Zooplâncton
Foz Norte, Foz Central, Foz Sul, Degredo e APA Costa das Algas	23/11 a 26/11/2016	MPS, sedimento, parâmetros físico-químicos, Fitoplâncton e Zooplâncton
Foz Norte, Foz Central, Foz Sul, Degredo e APA Costa das Algas	06/12 a 10/12/2016	MPS, sedimento, parâmetros físico-químicos e Fitoplâncton
Foz Norte, Foz Central, Foz Sul e APA Costa das Algas	Jun/2017	MPS, sedimento, parâmetros físico-químicos
Foz Norte, Foz Central, Foz Sul, Degredo e Abrolhos	Set/2017	MPS, sedimento, parâmetros físico-químicos)

A análise dos dados após o rompimento da barragem pré-PMBA e PMBA foi realizada baseada na variabilidade dos dados ao longo das campanhas e comparativamente com dados anteriores ao rompimento (quando existentes), dados publicados de regiões semelhantes e limites

estabelecidos por legislações ambientais brasileiras (Resoluções CONAMA 357/05 e internacionais – National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA).

As saídas de campo do Anexo 3 Marinho Integrado foram, quando possíveis em razão de condições meteoceanográficas, realizadas de forma conjunta com o Anexo 2/3 Dulcícola afim de correlacionar a carga sólida e dissolvida que é exportada pelo rio com o que é observado nas estações da plataforma continental, principalmente as mais próximas da Foz do Rio Doce (Setores Foz Norte, Foz Central e Foz Sul).

Em cada setor, os parâmetros foram organizados por matriz (biota, sedimento e água) de acordo com o objeto de análise de cada subprojeto e foram apresentados como tal. Assim, na matriz Água estão apresentados: Material Particulado em Suspensão (MPS), mineralogia, perfilagens realizadas pelos equipamentos LISST (Laser In-Situ Scattering and Transmissometry; concentração e diâmetro das partículas em suspensão), concentração de metais, nutrientes e compostos orgânicos. Na matriz Sedimento Superficial estão apresentados: frações sedimentares (teores de cascalho, areia e lama), teores de Carbonato de Cálcio (CaCO_3) e de Matéria Orgânica (MO), granulometria (classes granulométricas em micrômetro), densidade, mineralogia, concentração de metais, nutrientes e compostos orgânicos. Na matriz Biológica são apresentados a taxonomia dos organismos identificados e os indicadores ecológicos. O volume de amostras de água, sedimento, matriz biológica e megabytes de dados coletados podem ser visualizadas no Quadro 5.

Quadro 5: Volume de amostras coletadas por cada subprojeto ao longo do monitoramento.

Subprojeto	Quantidade e matriz amostrada
Hidrogeoquímica	770 amostras de água 197 amostras de sedimento
Sedimentologia	770 amostras de água 497 amostras de sedimento
Fitoplâncton	506 amostras de água
Zooplâncton	506 amostras de água
Ictioplâncton	594 amostras de arrasto de rede
Bentos	197 amostras de sedimento
Fundos Recifais	124 amostras bentônicas 21 amostras de água 29 amostras de sedimento 35 amostras de armadilha
Física	17 TB de dados já coletados e processados
Mapeamento de Habitats	1178 Km de levantamento sísmico 7000 Km de levantamento batimétrico (multifeixe) Total de 6 TB de dados coletados e 12 TB de dados processados

Para o Setor Foz Central, cabe ressaltar que em momentos específicos foi observada a presença de uma interface superficial bem delimitada entre uma água de elevada turbidez de coloração alaranjada e, uma água mais transparente de coloração típica de águas marinhas da plataforma continental. Como essa interface não acontece de forma contínua, foi considerada como amostras extras (Figura 22). Ressaltamos ainda a dificuldade de delimitação desta interface em campo. Assim, foram coletadas amostras extras de água em superfície, meio e fundo, perfilagem com o LISST e condições físicas na coluna d'água através do uso do CTD . As amostragens eram realizadas na água de maior turbidez (estações SDP_d) e na água de maior transparência (estações SDP_f). Emulsões de coloração alaranjada (espuma) no limiar ar/água na superfície da coluna d'água também foram observadas e passaram a ser objeto de estudos (Figura 23; amostras SDE).

Figura 22: Foto in situ da interface entre água de elevada turbidez de coloração alaranjada e água mais transparente de coloração típica de águas oceânicas de plataforma continental.

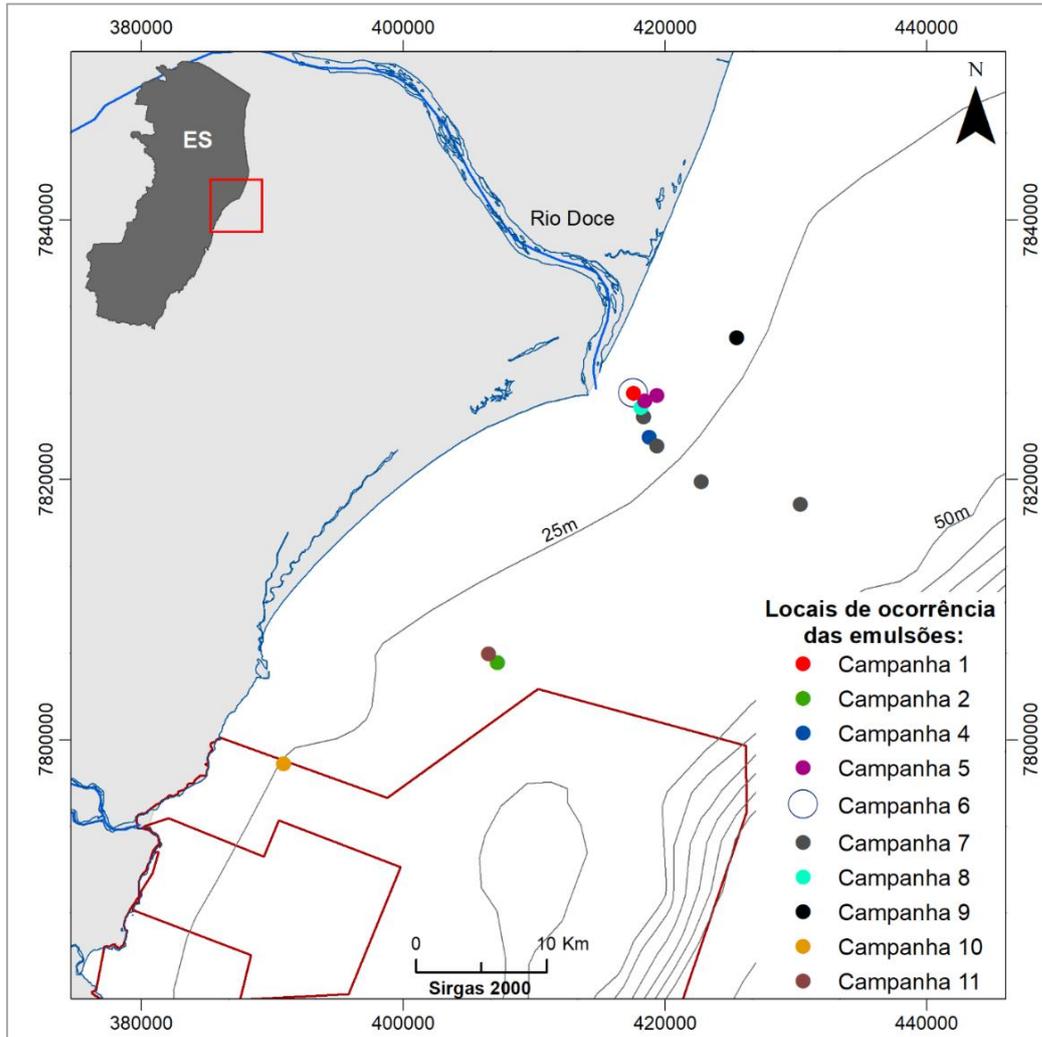


Figura 23: Foto in situ de uma emulsão na interface ar/água durante alguns embarques realizados para a coleta de água e sedimento.



Essas emulsões foram amostradas na interface ar/água e apresentaram características diferentes de amostras de água, sendo assim consideradas uma matriz à parte. As localizações destas emulsões foram georreferenciadas sempre que encontradas durante observação de bordo nos períodos de amostragem (Figura 24). As amostras das emulsões estão sendo investigadas em termos de composição, formação e origem. Fotos com câmera de alta resolução e com microscopia ótica também estão sendo utilizadas para auxiliar no entendimento desse material. Uma análise à parte foi feita para os dados gerados a partir das coletas desse material nos subprojetos Hidrogeoquímica e Sedimentologia.

Figura 24: Mapa de avistamento de emulsões em superfície durante os períodos de amostragem.



Outra discussão que foi adicionada ao relatório devido sua relevância para os parâmetros analisados no Anexo 3 foi acerca da ocorrência da passagem do Iba (ciclone tropical) na região da plataforma continental adjacente ao Rio Doce. A tempestade tropical atuou entre o litoral sul da Bahia e o litoral norte do Rio de Janeiro entre os dias 23 e 28 de Março de 2019, modificando as condições de ventos, ondas e descarga fluvial do Rio Doce. Este tipo de evento apresenta potencial de alteração dos padrões hidrodinâmicos e da dinâmica sedimentar. Como a embarcação já havia feito a amostragem dos Setores Foz Central e Foz Sul antes da chegada do ciclone, uma nova amostragem desses dois setores foi realizada logo após a sua passagem afim de identificar alterações nos padrões hidrogeoquímicos e sedimentares. A amostragem após à passagem do ciclone foi nomeada de Campanha Pós-Iba e foi comparada com a amostragem anterior, nomeada de Campanha 6.

Dessa forma, a seguir serão apresentados todos os resultados dos diferentes sub-projetos com uma discussão integrada de todos os resultados dos 9 sub-projetos.