

Código:		PLANO DE TRABALHO	
N.º da revisão:			
Elaborador:			
Aprovador:			
Data da aprovação:			
Periodicidade da revisão:			
Classificação:			

Plano de Trabalho - Monitoramento Ecotoxicológico nos Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho - Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da Área Ambiental I.

FORMULÁRIO DE APRESENTAÇÃO DE PLANO DE TRABALHO

Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática – PMBA
 Monitoramento Ecotoxicológico nos Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho
 Vitória, 08 de Fevereiro de 2023

Código:		PLANO DE TRABALHO 
N.º da revisão:		
Elaborador:		
Aprovador:		
Data da aprovação:		
Periodicidade da revisão:		
Classificação:		

1. Identificação

1.1 Dados do Proponente:

Instituição:	Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)
Nome do Coordenador do Projeto:	Eustáquio Vinícius Ribeiro De Castro
Telefone:	(27) 98819-2070
E-mail:	eustaquiovinicius@uol.com.br
Endereço:	Av. Fernando Ferrari, 845, Campus Universitário, Bairro Goiabeiras
Cidade:	Vitória
Estado:	Espírito Santo
CEP:	29.075-910

1.2 Proponente Interveniente: (quando aplicável)

Nome do Interveniente:	Fundação Espírito-Santense de Tecnologia - FEST
Nome do Responsável:	Armando Biondo Filho
Cargo:	Superintendente
Endereço:	Av. Fernando Ferrari, 845, Campus Universitário, Bairro Goiabeiras, Vitória - ES
Telefone:	(27) 99975-4214 / 3345-7555
E-mail:	armando.biondo@fest.org.br

1.3 Área da Fundação Renova

Requisitante Fundação:	Laila Carina Campos Medeiros
Cargo:	Coordenadora da Biodiversidade
Telefone:	(31) 98413-7744
E-mail:	laila.medeiros@fundacaorenova.org

Código:		PLANO DE TRABALHO 
N.º da revisão:		
Elaborador:		
Aprovador:		
Data da aprovação:		
Periodicidade da revisão:		
Classificação:		

2. Dados do Projeto

Título do Projeto:	Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da Área Ambiental I – Monitoramento Ecotoxicológico nos Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho.
Duração (em meses):	21 meses
Projeto em Rede:	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Tipo de Pesquisa (quando aplicável):	<input type="checkbox"/> Pesquisa Básica <input checked="" type="checkbox"/> Pesquisa Aplicada <input type="checkbox"/> Desenvolvimento <input type="checkbox"/> Transferência de Tecnologia <input type="checkbox"/> Outros: Especificar _____
Valor Total (R\$):	49.016.503,04
Orçamento Aprovado?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

3. Resumo do Projeto

Trata-se do Plano de Trabalho elaborado para a continuidade do Monitoramento Ecotoxicológico nos Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho - Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da Área Ambiental I, considerando, como base, o escopo proveniente da revisão do Termo de Referência 4, realizada em 2021, visando dar continuidade à avaliação evolutiva das consequências do aporte de rejeito de mineração, oriundo do rompimento da barragem de Fundão (Mariana, MG) nos ecossistemas aquáticos e na biodiversidade associada. O presente plano de trabalho é referente ao Tema Ecotoxicologia, no âmbito do PMBA, e será desenvolvido para o período de 21 meses na malha amostral e parâmetros ambientais indicado no anexo 1.

4. Justificativa do Projeto

O presente Plano de Trabalho foi elaborado a pedido da Fundação Renova, considerando, como base, o escopo da revisão do Termo de Referência 4, referente à Cláusula 165 do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC) entre União, Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, autarquias federais e estaduais com a SAMARCO Mineração S.A., VALE S.A. e BHP BILLITON BRASIL LTDA.

O projeto insere-se no contexto da continuidade dos monitoramentos do PMBA, realizados a partir de 2018, bem como dos demais estudos ambientais que os antecederam, sejam pretéritos ou não ao rompimento da barragem de rejeitos.

O Plano de Trabalho atual decorre da necessidade de não interrupção do PMBA, bem como do interesse externado pela Fundação Renova na continuidade das atividades elencadas neste documento, com o intuito de preservar os resultados e interações até então alcançados pelo Programa. O monitoramento ecotoxicológico dos ambientes dulcícola, costeiro e marinho realizado pela Ecotoxicologia ao longo dos quatro anos do PMBA (2018 a 2022) teve como principal objetivo avaliar como a contaminação ambiental oriunda do rompimento da barragem afetou ou está afetando a saúde de organismos aquáticos que habitam a região sob influência do rompimento, de forma espacial e temporal. Para tanto, o

Código:		PLANO DE TRABALHO 
N.º da revisão:		
Elaborador:		
Aprovador:		
Data da aprovação:		
Periodicidade da revisão:		
Classificação:		

monitoramento considerou, principalmente, quatro abordagens complementares: (1) análise da concentração de metais e As em amostras de água, sedimento e biota; (2) análise de respostas biológicas em organismos de diferentes níveis da cadeia trófica, através da avaliação de diferentes biomarcadores; (3) testes de toxicidade com amostras de água e sedimento; e (4) avaliação da abundância e diversidade da microbiota bacteriana presente na água, sedimento e corais. Para amostras de músculo de pescado, e visando atender à solicitação da Fundação Renova e consultoria contratada, a quantidade da massa coletada por organismo será aumentada, aumentando assim a representatividade da amostra e possibilitando a análise em duplicatas.

Com duração prevista de 21 meses, a proposta se refere ao Monitoramento Ecotoxicológico nos Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho, que será desenvolvida a partir da coleta na malha amostral e parâmetros ambientais indicados no anexo 1 e realização de ensaios de toxicidade. Devido à curta validade das amostras, os ensaios de toxicidade deverão ser realizados em até no máximo 60 dias após a data da coleta. Por este fato, fica prevista a realização dos ensaios de toxicidade logo em seguida à coleta das amostras.

5. Justificativa da instituição e do Interesse convergente

A Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, fundada em 1954, atua em praticamente todas as áreas do conhecimento, tanto no nível de graduação como da pós graduação. A Ufes funciona em quatro Campi Universitários: Goiabeiras e Maruípe, em Vitória; Alegre e São Mateus, no interior do estado, bem como polos de ensino em mais de 70% do estado. Especificamente nas áreas do escopo do projeto em tela, a Ufes executa vários trabalhos e projetos alinhados com seu Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), necessários no cumprimento das formalidades legais. Assim, a implementação do projeto em epígrafe é de interesse institucional, sendo bastante relevante para a UFES e de grande interesse público.

Vale destacar que a Ufes participa atualmente, como anuente e gestora, da equipe multidisciplinar em diversas áreas desta universidade, relacionada à implementação do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da Área Ambiental I, porção capixaba do rio Doce e região marinha e costeira adjacente – PMBA.

Código:		PLANO DE TRABALHO 
N.º da revisão:		
Elaborador:		
Aprovador:		
Data da aprovação:		
Periodicidade da revisão:		
Classificação:		

6. Objetivos

6.1 Geral

Executar o tema Ecotoxicologia no âmbito do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da Área Ambiental I (PMBA) considerando como base o escopo proveniente da revisão do Termo de Referência 4, visando dar continuidade à avaliação evolutiva das consequências do aporte de rejeito de mineração, oriundo do rompimento da barragem de Fundão (Mariana, MG) nos ecossistemas aquáticos e na biodiversidade associada, incluindo microbiota, plâncton (fitoplâncton e zooplâncton), invertebrados bentônicos, recursos pesqueiros (peixes e crustáceos) e megafauna (aves costeiras). Isso será alcançado através dos seguintes objetivos específicos.

6.2 Específicos

- (1) Investigar os efeitos causados pelas exposições aguda e crônica ao sedimento e à água de regiões dulcícolas e marinhas, através de testes de toxicidade em laboratório, utilizando organismos dulcícolas e marinhos como bioindicadores;
- (2) Avaliar as concentrações de metais na água, no sedimento e em organismos dulcícolas, costeiros e marinhos de diferentes níveis da cadeia trófica, incluindo os produtores primários (fitoplâncton) e secundários (zooplâncton), os recursos pesqueiros (peixes e crustáceos), bem como as aves costeiras.
- (3) Analisar os biomarcadores de exposição e efeito de metais em organismos dulcícolas, costeiros e marinhos de diferentes níveis da cadeia trófica.
- (4) Avaliar a microbiota e detectar bioindicadores de impactos ambientais no sedimento e na água da calha do Rio Doce, afluente, foz do Rio Doce e região costeira adjacente, bem como em corais de recifes.

Código:		PLANO DE TRABALHO 
N.º da revisão:		
Elaborador:		
Aprovador:		
Data da aprovação:		
Periodicidade da revisão:		
Classificação:		

7. Marco Lógico

Objetivo Geral	Indicadores Verificáveis Objetivamente	Meio de Verificação	Prazo final de entrega	Riscos ou Pressupostos
<p>Executar o tema Ecotoxicologia no âmbito do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da Área Ambiental I (PMBA) considerando como base o escopo proveniente da revisão do Termo de Referência 4, visando dar continuidade à avaliação evolutiva das consequências do aporte de rejeito de mineração, oriundo do rompimento da barragem de Fundão (Mariana, MG) nos ecossistemas aquáticos e na biodiversidade associada, incluindo microbiota, plâncton (fitoplâncton e zooplâncton), invertebrados bentônicos, recursos pesqueiros (peixes e crustáceos) e megafauna (aves costeiras).</p>	<p>Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação).</p> <p>Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador).</p> <p>Diversidade Microbiana.</p> <p>Índice de Toxicidade.</p>	<p>Relatórios técnico-científicos.</p> <p>Workshops técnico-científicos.</p> <p>Relatórios gerenciais.</p> <p>Banco de dados brutos.</p>	<p>Relatório Gerencial Trimestral: meses 4, 7, 11, 16 e 19.</p> <p>Relatório Técnico - Científico Semestral: mês 16</p> <p>Relatório Técnico - Científico Anual e Workshops: meses 7/8 e 21</p> <p>Banco de dados brutos atualizado nos meses 6, 12, 18, 21 e 23</p>	<p>Condições meteorológicas, hidrológicas e oceanográficas desfavoráveis que possam inviabilizar a realização de campanhas de campo.</p> <p>Fatores exógenos que impossibilitem o acesso a estações amostrais.</p> <p>Fatores exógenos que comprometam a interpretação e integração de indicadores.</p> <p>Fatores exógenos que comprometam a determinação das comunidades aquáticas referente aos temas desta proposta.</p> <p>Prejuízos/perdas de equipamentos causados por terceiros que possam ocasionar perda de dados.</p> <p>Condições sanitárias derivadas da pandemia COVID-19 que podem comprometer as coletas e análises em laboratório.</p> <p>Problemas estruturais das instituições e parceiros envolvidos no projeto.</p>

Código:		PLANO DE TRABALHO 
N.º da revisão:		
Elaborador:		
Aprovador:		
Data da aprovação:		
Periodicidade da revisão:		
Classificação:		

Objetivo Específico 1	Indicadores Verificáveis Objetivamente	Meio de Verificação	Prazo final de entrega	Riscos ou Pressupostos
Investigar os efeitos causados pelas exposições aguda e crônica ao sedimento e à água de regiões dulcícolas e marinhas, através de testes de toxicidade em laboratório, utilizando organismos dulcícolas e marinhos como bioindicadores.	Índice de Toxicidade.	Relatórios técnico-científicos. Workshops técnico-científicos. Banco de dados brutos.	Relatório Técnico - Científico Semestral: mês 16 Relatório Técnico - Científico Anual e Workshops: meses 7/8 e 21	Fatores exógenos (condições meteoceanográficas e hidrológicas) que comprometam a obtenção de dados. Condições de saúde pública. Problemas estruturais das instituições e parceiros envolvidos no projeto.
Metas	Indicadores Verificáveis Objetivamente	Meio de Verificação	Prazo final de entrega	Riscos ou Pressupostos
Realizar ensaios de toxicidade em água superficial, elutriato de sedimento e sedimento bruto da calha do Rio Doce e afluente. Realizar ensaios de toxicidade em água superficial, elutriato de sedimento e sedimento bruto da foz do Rio Doce e região marinha adjacente.	Parâmetros de toxicidade aguda e crônica da água e do sedimento (bruto e elutriato) integrados no Índice de Toxicidade.	Relatórios técnico-científicos. Workshops técnico-científicos. Banco de dados brutos.	Relatório Técnico - Científico Semestral: mês 16 Relatório Técnico - Científico Anual e Workshops: meses 7/8 e 21	Fatores exógenos (condições meteoceanográficas e hidrológicas) que comprometam a obtenção de dados. Condições de saúde pública. Problemas estruturais das instituições e parceiros envolvidos no projeto.
Objetivo Específico 2	Indicadores Verificáveis Objetivamente	Meio de Verificação	Prazo final de entrega	Riscos ou Pressupostos
Avaliar as concentrações de metais na água, no sedimento e em organismos dulcícolas, costeiros e marinhos de diferentes níveis da cadeia trófica, incluindo os produtores primários (fitoplâncton) e secundários (zooplâncton), os recursos pesqueiros (peixes e crustáceos), bem como as aves costeiras.	Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação).	Relatórios técnico-científicos. Workshops técnico-científicos. Banco de dados brutos.	Relatório Técnico - Científico Semestral: mês 16 Relatório Técnico - Científico Anual e Workshops: meses 7/8 e 21	Fatores exógenos (condições meteoceanográficas e hidrológicas) que comprometam a obtenção de dados. Condições de saúde pública. Problemas estruturais das instituições e parceiros envolvidos no projeto.
Metas	Indicadores Verificáveis Objetivamente	Meio de Verificação	Prazo final de entrega	Riscos ou Pressupostos

Código:		PLANO DE TRABALHO 
N.º da revisão:		
Elaborador:		
Aprovador:		
Data da aprovação:		
Periodicidade da revisão:		
Classificação:		

<p>Monitoramento dulcícola: parâmetros físico-químicos, água, sedimento, plâncton (fitoplâncton e zooplâncton), invertebrados bentônicos e recursos pesqueiros (peixes e crustáceos).</p> <p>Monitoramento marinho: parâmetros físico-químicos, água, sedimento, plâncton (fitoplâncton e zooplâncton), invertebrados bentônicos e recursos pesqueiros (peixes e crustáceos).</p> <p>Monitoramento costeiro: parâmetros físico-químicos, invertebrados bentônicos, recursos pesqueiros (crustáceos) e megafauna (aves costeiras).</p>	<p>Concentrações de metais e As integrados no Índice de bioacumulação (IBR bioacumulação).</p> <p>Concentrações de metais e As integrados no Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação).</p> <p>Concentrações de metais e As integrados no Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação).</p>	<p>Relatórios técnico-científicos.</p> <p>Workshops técnico-científicos.</p> <p>Banco de dados brutos.</p>	<p>Relatório Técnico - Científico Semestral: mês 16</p> <p>Relatório Técnico - Científico Anual e Workshops: meses 7/8 e 21</p>	<p>Fatores exógenos (condições meteoceanográficas e hidrológicas) que comprometam a obtenção de dados.</p> <p>Condições de saúde pública.</p> <p>Problemas estruturais das instituições e parceiros envolvidos no projeto.</p>
Objetivo Específico 3	Indicadores Verificáveis Objetivamente	Meio de Verificação	Prazo final de entrega	Riscos ou Pressupostos
<p>Analisar os biomarcadores de exposição e efeito de metais em organismos dulcícolas, costeiros e marinhos de diferentes níveis da cadeia trófica.</p>	<p>Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador).</p>	<p>Relatórios técnico-científicos.</p> <p>Workshops técnico-científicos.</p> <p>Banco de dados brutos.</p>	<p>Relatório Técnico - Científico Semestral: mês 16</p> <p>Relatório Técnico - Científico Anual e Workshops: meses 7/8 e 21</p>	<p>Fatores exógenos (condições meteoceanográficas e hidrológicas) que comprometam a obtenção de dados.</p> <p>Condições de saúde pública.</p> <p>Problemas estruturais das instituições e parceiros envolvidos no projeto.</p>
Metas	Indicadores Verificáveis Objetivamente	Meio de Verificação	Prazo final de entrega	Riscos ou Pressupostos

Código:		PLANO DE TRABALHO 
N.º da revisão:		
Elaborador:		
Aprovador:		
Data da aprovação:		
Periodicidade da revisão:		
Classificação:		

<p>Monitoramento dulcícola: plâncton (fitoplâncton e zooplâncton), invertebrados bentônicos e recursos pesqueiros (peixes e crustáceos).</p> <p>Monitoramento marinho: plâncton (fitoplâncton e zooplâncton), invertebrados bentônicos e recursos pesqueiros (peixes e crustáceos).</p> <p>Monitoramento costeiro: invertebrados bentônicos, recursos pesqueiros (crustáceos) e megafauna (aves costeiras).</p>	<p>Biomarcadores integrados no Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador).</p> <p>Biomarcadores integrados no Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador).</p> <p>Biomarcadores integrados no Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador).</p>	<p>Relatórios técnico-científicos.</p> <p>Workshops técnico-científicos.</p> <p>Banco de dados brutos.</p>	<p>Relatório Técnico - Científico Semestral: mês 16</p> <p>Relatório Técnico - Científico Anual e Workshops: meses 7/8 e 21</p>	<p>Fatores exógenos (condições meteoceanográficas e hidrológicas) que comprometam a obtenção de dados.</p> <p>Condições de saúde pública.</p> <p>Problemas estruturais das instituições e parceiros envolvidos no projeto.</p>
Objetivo Específico 4	Indicadores Verificáveis Objetivamente	Meio de Verificação	Prazo final de entrega	Riscos ou Pressupostos
<p>Avaliar a microbiota e detectar bioindicadores de impactos ambientais no sedimento e na água da calha do Rio Doce, afluente, foz do Rio Doce e região costeira adjacente, bem como em corais de recifes.</p>	<p>Diversidade Microbiana.</p>	<p>Relatórios técnico-científicos.</p> <p>Workshops técnico-científicos.</p> <p>Banco de dados brutos.</p>	<p>Relatório Técnico - Científico Semestral: mês 16</p> <p>Relatório Técnico - Científico Anual e Workshops: meses 7/8 e 21</p>	<p>Fatores exógenos (condições meteoceanográficas e hidrológicas) que comprometam a obtenção de dados.</p> <p>Condições de saúde pública.</p> <p>Problemas estruturais das instituições e parceiros envolvidos no projeto.</p>
Metas	Indicadores Verificáveis Objetivamente	Meio de Verificação	Prazo final de entrega	Riscos ou Pressupostos
<p>Análise da composição da microbiota como bioindicador da presença de rejeitos de minérios.</p>	<p>Diversidade Microbiana.</p>	<p>Relatórios técnico-científicos.</p> <p>Workshops técnico-científicos.</p> <p>Banco de dados brutos.</p>	<p>Relatório Técnico - Científico Semestral: mês 16</p> <p>Relatório Técnico - Científico Anual e Workshops: meses 7/8 e 21</p>	<p>Fatores exógenos (condições meteoceanográficas e hidrológicas) que comprometam a obtenção de dados.</p> <p>Condições de saúde pública.</p> <p>Problemas estruturais das instituições e parceiros envolvidos no projeto.</p>

Código:		PLANO DE TRABALHO 
N.º da revisão:		
Elaborador:		
Aprovador:		
Data da aprovação:		
Periodicidade da revisão:		
Classificação:		

8. Descritivo das Atividades

1 - AMBIENTE DULCÍCOLA

Coordenadora: Dra. Camila de Martinez Gaspar Martins

- 1.1 - Parâmetros físico-químicos (temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido) na água do Rio Doce e estuário no estado do Espírito Santo.
- 1.2 - Concentrações de metais (Al, Ni, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Zn e Hg) e arsênio (As) em organismos do Rio Doce e estuário no estado do Espírito Santo.
- 1.3 - Biomarcadores em organismos do Rio Doce e estuário no estado do Espírito Santo.
- 1.4 - Composição da microbiota na água e no sedimento do Rio Doce e estuário no estado do Espírito Santo.
- 1.5 - Parâmetros de toxicidade aguda e crônica da água e do sedimento (bruto e elutriato) da calha do Rio Doce e afluente.

2 - AMBIENTE MARINHO:

Coordenador: Dr. Adalto Bianchini

- 2.1 - Parâmetros físico-químicos (temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido) na água da foz do Rio Doce e região marinha adjacente.
- 2.2 - Concentrações de metais (Al, Ni, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Zn e Hg) e arsênio (As) em organismos da foz do Rio Doce e região marinha adjacente.
- 2.3 - Biomarcadores em organismos da foz do Rio Doce e região marinha adjacente.
- 2.4 - Composição da microbiota na água, sedimento e corais da foz do Rio Doce e região marinha adjacente.
- 2.5 - Parâmetros de toxicidade aguda e crônica da água e do sedimento (bruto e elutriato) da foz do Rio Doce e região marinha adjacente.

3 - AMBIENTE COSTEIRO:

Coordenador: Dr. Yuri Dornelles Zebral

- 3.1 - Parâmetros físico-químicos (temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido) na água das praias e dos manguezais.
- 3.2 - Concentrações de metais (Al, Ni, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Zn e Hg) e arsênio (As) em organismos das praias e dos manguezais.
- 3.3 - Concentrações de metais (Al, Ni, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Zn e Hg), arsênio (As) e de isótopos estáveis em aves costeiras.
- 3.4 - Biomarcadores em organismos das praias e dos manguezais.

Código:		PLANO DE TRABALHO 
N.º da revisão:		
Elaborador:		
Aprovador:		
Data da aprovação:		
Periodicidade da revisão:		
Classificação:		

9. Cronograma das Atividades

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO - GERAL		Legenda:		Levantamento Semestral	Relatórios e workshops a serem entregues como produtos																					
TEMA	AMBIENTE	Ano 4												Ano 5						Ano 6		Análises / Workshops			Desmobilização	
		1 (ago22)	2	3	4	5	6 (jan23)	7	8	9	10	11	12 (jul23)	13	14	15	16	17	18 (jan24)	19	20	21	22	23		
Ecotoxicologia	Dulcícola																									
	Costeiro																									
	Marinho																									
Entregas																										
PLANO DE TRABALHO*																										
RELATÓRIO TRIMESTRAL																										
RELATÓRIO SEMESTRAL																										
RELATÓRIO / WORKSHOP ANUAL																										

*a entrega do Plano de Trabalho depende da assinatura do aditivo entre os participantes.

10. Equipe do Projeto

Nome	Formação	Instituição	Função no Projeto
Adalto Bianchini	Doutorado em Oceanologia	FURG	Pesquisador - Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho – Química Analítica e Biomarcadores; Coordenador do Ambiente Marinho
Camila de Martinez Gaspar Martins	Doutorado em Ciências Fisiológicas	FURG	Pesquisadora - Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho – Testes Toxicológicos; Coordenadora do Ambiente Dulcícola
Yuri Dornelles Zebral	Doutorado em Ciências Fisiológicas	FURG	Pesquisador - Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho – Biomarcadores; Coordenador do Ambiente Costeiro
Henrique Frago dos Santos	Doutorado em Microbiologia	UFF	Pesquisador - Ambientes Dulcícola e Marinho – Microbiota
Juliana Castro Monteiro Pirovani	Doutorado em Biologia Celular e Estrutural	UFES	Pesquisadora - Ambiente Dulcícola – Biomarcadores
Maysa do Vale Oliveira	Doutorado em Ciência de Alimentos	UFES	Pesquisadora – Ambiente Marinho – Biomarcadores

11. Orçamento sumarizado

#	Rubrica	Valor total
1	Recurso Humanos	R\$ 8.529.203,30 (oito milhões, quinhentos e vinte e nove mil, duzentos e três reais e trinta centavos)
2	Equipamento e material permanente Nacional	R\$ 505.116,80 (quinhentos e cinco mil, cento e dezesseis reais e oitenta centavos)
3	Material de consumo Importado	R\$ 5.611.174,65 (cinco milhões, seiscentos e onze mil, cento e setenta e quatro reais e sessenta e cinco centavos)
4	Material de consumo Nacional	R\$ 8.580.830,01 (oito milhões, quinhentos e oitenta mil, oitocentos e trinta reais e um centavo)

Código:		PLANO DE TRABALHO 
N.º da revisão:		
Elaborador:		
Aprovador:		
Data da aprovação:		
Periodicidade da revisão:		
Classificação:		

5	Diária	R\$ 1.092.150,00 (um milhão, noventa e dois mil, cento e cinquenta reais)
6	Viagens, deslocamentos ou transportes	R\$200.006,18 (duzentos mil, seis reais e dezoito centavos)
7	Embarcação	R\$ 4.560.632,39 (quatro milhões, quinhentos e sessenta mil, seiscentos e trinta e dois reais e trinta e nove centavos)
8	Despesa com transporte	R\$ 135.000,00 (cento e trinta e cinco mil reais)
9	Serviços de pessoa física	R\$ 253.500,00 (duzentos e cinquenta e três mil e quinhentos reais)
10	Serviço de pessoa jurídica	R\$ 12.427.238,48 (doze milhões, quatrocentos e vinte e sete mil, duzentos e trinta e oito reais e quarenta e oito centavos)
11	Serviço acessório de importação	R\$ 1.122.234,93 (um milhão, cento e vinte e dois mil, duzentos e trinta e quatro reais e noventa e três centavos)
12	Despesa operacional administrativa	R\$ 2.581.145,20 (dois milhões, quinhentos e oitenta e um mil, cento e quarenta e cinco reais e vinte centavos)
13	Ressarcimento	R\$ 3.416.271,10 (três milhões, quatrocentos e dezesseis mil, duzentos e setenta e um reais e dez centavos)
14	Total	R\$ 49.016.503,04 (quarenta e nove milhões, dezesseis mil, quinhentos e três reais e quatro centavos)

12. Contrapartida

- A chancela da Ufes, dada a sua credibilidade;
- As garantias da segurança jurídica e operacional no processo;
- O capital intelectual da Universidade;
- A experiência em atuação em projetos na área objeto da presente proposta;
- A infraestrutura dos laboratórios específicos dos ambientes marinho, costeiro e dulcícola;
- Cessão de espaços diversos para o uso de atividades correlatas ao projeto em epígrafe: bibliotecas, salas de reunião, equipamentos multimídia, entre outros.

13. Critérios de prestação de contas

Será realizado mensalmente conforme o ACT.

Código:		PLANO DE TRABALHO 
N.º da revisão:		
Elaborador:		
Aprovador:		
Data da aprovação:		
Periodicidade da revisão:		
Classificação:		

14. Anexos

#	Anexo	Descrição
1	Plano de Trabalho Ecotoxicologia (Anexo 1), Fest_UFES_ Monitoramento Ecotoxicológico nos Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho.	Plano de Trabalho do Tema Ecotoxicologia desenvolvido para dar continuidade ao Monitoramento Ecotoxicológico nos Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho conforme revisão do Termo de Referência 4.

PLANO DE TRABALHO

ECOTOXICOLOGIA

1. EQUIPE TÉCNICA

Nome	Função	Instituição
Adalto Bianchini	Pesquisador: Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho (Química Analítica e Biomarcadores) - Coordenador do Ambiente Marinho	FURG
Camila de Martinez Gaspar Martins	Pesquisadora: Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho (Testes Toxicológicos) - Coordenadora do Ambiente Dulcícola	FURG
Yuri Dornelles Zebral	Pesquisador: Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho (Biomarcadores) - Coordenador do Ambiente Costeiro	FURG
Carlos Eduardo Delfino Vieira	Pesquisador: Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho (Biomarcadores)	UENP
Juliana Castro Monteiro Pirovani	Pesquisadora: Ambientes Dulcícola e Marinho (Biomarcadores)	UFES
Maysa do Vale Oliveira	Pesquisadora: Ambientes Dulcícola e Marinho (Biomarcadores)	UFES
Henrique Fragoso dos Santos	Pesquisador: Ambientes Dulcícola e Marinho (Microbiota)	UFF
Vanda Artifon Pereira	Pós-doutor	FURG
Juliana Carriconde Hernandes	Pós-doutor	FURG
Liziane Cardoso Marube	Pós-doutor	FURG
Taciana Onesorge Miranda Lopes	Pós-doutor	FURG
Thays de Andrade Guedes	Pós-doutor	FURG
Regina Coimbra Rola	Pós-doutor	FURG
Larissa Muller	Pós-doutor	FURG
Juliana da Silva Fonseca	Pós-doutor	FURG
Dennis Costa Silva	Pós-doutor	FURG
Eduardo Medeiros Damasceno	Pós-doutor	UFES
Hugo Emiliano de Jesus	Pós-doutor	UFF
Patrícia Gomes Costa	Profissional Sênior I	FURG
Leandra Márcia Pedroso Dalmas	Profissional Sênior I	FURG
Iole Beatriz Marques Orselli	Profissional Sênior I	FURG
A ser contratado	Profissional Sênior I	FURG
Priscila Plesley Alves da Silva	Profissional Pleno II / Mestre II	UFES
Josiane Araújo da Sillva	Profissional Júnior	FURG
Luiz Celestino Dalmas Neto	Profissional Júnior	FURG
Cibele Rodrigues dos Santos	Profissional Júnior	FURG
Júlia Sacramento Barbosa	Profissional Júnior	UFES
Douglas Marcelino da Silva Rocha	Profissional Júnior	UFES
Iris Pereira Fonseca	Iniciação Científica	FURG
Brenda Oliveira de Brito	Iniciação Científica	FURG
Maria Júlia Nicolau	Iniciação Científica	FURG
Maria Eduarda M. Thiesen Turna	Iniciação Científica	FURG
Jennifer Da Rosa Goulart	Iniciação Científica	FURG
Matheus de Castro Vieira	Iniciação Científica	FURG
Júlia Oliveira Ribeiro	Iniciação Científica	FURG
A ser contratado	Iniciação Científica	FURG
Luana Barbieri de Souza	Iniciação Científica	UFES
Patrik Silva Santos	Iniciação Científica	UFES
Vitória Fial do Norte	2. Iniciação Científica	UFES

Talita Cristina da Silva Castro	3. Iniciação Científica	UFES
Filipe Berbeti Rangel	Iniciação Científica	UFF
A ser contratado	Técnico Nível Médio	UFF

4. ESCOPO

O monitoramento ecotoxicológico realizado pela Ecotoxicologia ao longo dos quatro anos do PMBA (2018 a 2022) teve como principal objetivo avaliar como a contaminação ambiental oriunda do rompimento da barragem afetou ou está afetando a saúde de organismos aquáticos que habitam os ambientes dulcícola, costeiro e marinho sob influência do evento, de forma espacial e temporal. Para tanto, o monitoramento considerou quatro abordagens complementares: (1) análise da concentração de metais e arsênio em amostras de água, sedimento e biota; (2) análise de respostas biológicas em organismos de diferentes níveis da cadeia trófica, através da avaliação de diferentes biomarcadores; (3) testes de toxicidade com amostras de água e sedimento; e (4) avaliação da abundância e diversidade da microbiota bacteriana presente na água, sedimento e corais. Os resultados obtidos a partir dos estudos realizados permitiram a consolidação das respostas obtidas em quatro "Indicadores": Índice de Toxicidade, Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação), Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador) e Diversidade Microbiana. Portanto, no presente documento estão descritas as atividades a serem realizadas no escopo do novo ciclo do PMBA, visando a determinação e monitoramento, em escala espacial e temporal, destes quatro Indicadores nos Ambientes Dulcícola, Costeiro e Marinho.

5. OBJETIVO

O monitoramento ecotoxicológico tem como objetivos:

- (a) investigar dos efeitos causados pela exposição crônica e aguda ao sedimento e à água de regiões dulcícolas, costeiras e marinhas, através de testes de toxicidade em laboratório utilizando organismos dulcícolas, costeiros e marinhos como bioindicadores;
- (b) avaliar as concentrações de metais na água, no sedimento e em organismos dulcícolas, costeiros e marinhos de diferentes níveis da cadeia trófica, incluindo os produtores primários (fitoplâncton) e secundários (zooplâncton), os recursos pesqueiros (peixes e crustáceos), bem como as aves costeiras;
- (c) analisar os biomarcadores de exposição e efeito de metais em organismos dulcícolas, costeiros e marinhos de diferentes níveis da cadeia trófica;
- (d) avaliar a microbiota e detecção de bioindicadores de impactos ambientais no sedimento e na água na Área Ambiental 1 e na região costeira adjacente à foz do Rio Doce, bem como em corais de recifes.

6. METAS E JUSTIFICATIVAS

Os resultados dos estudos realizados durante o monitoramento ecotoxicológico forneceram uma análise interessante do impacto do rompimento da barragem de Fundão na qualidade da água e do sedimento, bem como nos diferentes grupos bióticos dos ambientes dulcícola, costeiro e marinho. Neste caso, foi observado que as respostas biológicas estão diretamente associadas aos processos físicos e químicos avaliados, tanto do ponto de

vista temporal quanto espacial. Neste contexto, a integração dos dados dos parâmetros físico-químicos, toxicológicos, biológicos e ecológicos obtidos nas diferentes matrizes ambientais analisadas (água, sedimento e biota) permitiu a geração de 4 Indicadores: Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação), que infere sobre a contaminação da biota da região atingida; Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador), que avalia a saúde dos organismos; Diversidade Microbiana, que fornece informações sobre a constituição da microbiota local, a qual pode ser usada como bioindicador da presença de rejeitos de minérios; e Índice de Toxicidade, que avalia a qualidade ecotoxicológica da água e do sedimento. A continuidade do monitoramento do comportamento destes índices é de crucial importância para a avaliação e o acompanhamento da qualidade da água e do sedimento, bem como da saúde dos organismos aquáticos que vivem na região sob influência do rompimento da Barragem de Fundão. Cabe destacar ainda, que, em muitos casos, os dados do monitoramento ecotoxicológico servem de suporte e/ou subsídio para a integração e interpretação dos dados gerados por outros projetos no âmbito do PMBA. Além disso, a continuidade dos estudos ecotoxicológicos certamente contribuirá significativamente para a avaliação e monitoramento da efetividade e adequação das ações de reparação, mitigação e conservação em andamento ou a serem implementadas na área de influência do referido evento quanto à evolução das condições e qualidade dos ambientes aquáticos em questão.

14.1.1 META 1 – Monitoramento Ecotoxicológico do Ambiente Dulcícola

O monitoramento ecotoxicológico do Ambiente Dulcícola será realizado através da avaliação da qualidade da água, do sedimento e da biota, visando a aplicação de quatro Indicadores para a avaliação ecotoxicológica: *Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação)*, que infere sobre a contaminação da biota da região atingida; *Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador)*, que avalia a saúde dos organismos; *Diversidade Microbiana*, que fornece informações sobre a constituição da microbiota local, a qual pode ser usada como bioindicador da presença de rejeitos de minérios; e *Índice de Toxicidade*, que avalia a qualidade ecotoxicológica da água e do sedimento.

14.1.2 META 2 – Monitoramento Ecotoxicológico do Ambiente Marinho

O monitoramento ecotoxicológico do Ambiente Marinho será realizado através da avaliação da qualidade da água, sedimento e biota, visando a aplicação de quatro Indicadores para a avaliação ecotoxicológica: *Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação)*, que infere sobre a contaminação da biota da região atingida; *Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador)*, que avalia a saúde dos organismos; *Diversidade Microbiana*, que fornece informações sobre a constituição da microbiota local, a qual pode ser usada como bioindicador da presença de rejeitos de minérios; e *Índice de Toxicidade*, que avalia a qualidade ecotoxicológica da água e do sedimento.

14.1.3 META 3 – Monitoramento Ecotoxicológico do Ambiente Costeiro

O monitoramento ecotoxicológico do Ambiente Costeiro será realizado através da avaliação da qualidade da água, sedimento e biota, visando a aplicação de dois Indicadores para a avaliação ecotoxicológica: *Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação)*, que infere sobre a contaminação da biota da região atingida; e *Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador)*, que avalia a saúde dos organismos.

7. PRODUTOS

5.1. DADOS BRUTOS <i>(Listar os dados que serão entregues como produto, tanto os coletados in situ como os processados no laboratório, listados por meta apresentada)</i>	RESPONSÁVEL <i>(Pessoal Vinculado)</i>
Parâmetros físico-químicos (temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido) na água do Rio Doce, afluentes e estuário.	Adalto Bianchini
Concentrações de metais (Al, Ni, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Zn e Hg) e arsênio (As) em organismos do Rio Doce, afluentes e estuário.	Adalto Bianchini
Biomarcadores em organismos do Rio Doce, afluentes e estuário.	Adalto Bianchini, Carlos Eduardo Delfino Vieira, Juliana Castro Monteiro Pirovani, Maysa do Vale Oliveira e Yuri Dornelles Zebral,
Composição da microbiota na água e no sedimento do Rio Doce, afluentes e estuário.	Henrique Fragoso dos Santos
Parâmetros de toxicidade aguda e crônica da água e do sedimento (bruto e elutriado) do Rio Doce, afluentes e estuário.	Camila de Martinez Gaspar Martins
Parâmetros físico-químicos (temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido) na água da foz do Rio Doce e região marinha adjacente.	Adalto Bianchini
Concentrações de metais (Al, Ni, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Zn e Hg) e arsênio (As) em organismos da foz do Rio Doce e região marinha adjacente.	Adalto Bianchini
Biomarcadores em organismos da foz do Rio Doce e região marinha adjacente.	Adalto Bianchini, Carlos Eduardo Delfino Vieira, Juliana Castro Monteiro Pirovani, Maysa do Vale Oliveira e Yuri Dornelles Zebral
Composição da microbiota na água, sedimento e corais da foz do Rio Doce e região marinha adjacente.	Henrique Fragoso dos Santos
Parâmetros de toxicidade aguda e crônica da água e do sedimento (bruto e elutriado) da foz do Rio Doce e região marinha adjacente.	Camila de Martinez Gaspar Martins
Parâmetros físico-químicos (temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido) na água das praias e dos manguezais.	Adalto Bianchini
Concentrações de metais (Al, Ni, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Zn e Hg) e arsênio (As) em organismos das praias e dos manguezais.	Adalto Bianchini
Concentrações de metais (Al, Ni, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Zn e Hg), arsênio (As) e de isótopos estáveis em aves costeiras.	Adalto Bianchini
Biomarcadores em organismos das praias e dos manguezais.	Adalto Bianchini, Carlos Eduardo Delfino Vieira e Yuri Dornelles Zebral

5.2. ANÁLISE DE DADOS <i>(Relacionar as análises que serão feitas e entregues dentro da vigência do Projeto, listados por meta apresentada)</i>	RESPONSÁVEL <i>(Pessoal Vinculado)</i>
Avaliação dos parâmetros associados ao <i>Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação)</i> , <i>Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador)</i> , <i>Diversidade Microbiana</i> e <i>Índice de Toxicidade</i> para o Ambiente Dulcícola.	Adalto Bianchini, Camila de Martinez Gaspar Martins, Carlos Eduardo Delfino Vieira, Henrique Fragoso dos Santos, Juliana Castro Monteiro Pirovani, Maysa do Vale Oliveira e Yuri Dornelles Zebral

Avaliação dos parâmetros associados ao <i>Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação)</i> , <i>Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador)</i> , <i>Diversidade Microbiana</i> e <i>Índice de Toxicidade</i> para o Ambiente Marinho.	Adalto Bianchini, Camila de Martinez Gaspar Martins, Carlos Eduardo Delfino Vieira, Henrique Fragoso dos Santos, Juliana Castro Monteiro Pirovani, Maysa do Vale Oliveira e Yuri Dornelles Zebral
Avaliação dos parâmetros associados ao <i>Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação)</i> e <i>Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador)</i> para o Ambiente Costeiro.	Adalto Bianchini, Carlos Eduardo Delfino Vieira, Juliana Castro Monteiro Pirovani, Maysa do Vale Oliveira e Yuri Dornelles Zebral

8. METODOLOGIA

8.1. Malha e Frequência amostral

O monitoramento realizado pela equipe da Ecotoxicologia, nos três ambientes de estudo (Dulcícola, Costeiro e Marinho), continuará sendo SEMESTRAL, com um período de coletas durante a estação chuvosa (janeiro-fevereiro) e o outro período durante a estação seca (julho-agosto). A distribuição das estações amostrais para a continuidade do monitoramento do Ambiente Dulcícola (Tabela 1; Figura 1), Ambiente Marinho (Tabela 2; Figura 2) e do Ambiente Costeiro (Praias: Tabela 3; Manguezais: Tabela 4; Aves: descrição no texto) está apresentada a seguir.

Tabela 1.: Estações amostrais (n = 17) do Ambiente Dulcícola. Os pontos com coleta de água e sedimento para os testes de toxicidade estão indicados com “*”.

NOME DA ESTAÇÃO AMOSTRAL	CÓDIGO DA ESTAÇÃO AMOSTRAL	CURSO D'ÁGUA	COORDENADAS UTM (datum SIRGAS 2000)	
			LATITUDE	LONGITUDE
Rio Doce (Resplendor)*	RDO-10	Calha Principal (MG)	263318	7861251
Rio Manhuaçu*	RMH-01	Afluente (MG)	280205	7844306
Reservatório Aimorés	UHE AIM	Reservatório	288244	7843727
Reservatório Mascarenhas	UHE MAS	Reservatório	298103	7842623
Rio Doce (Baixo Guandu)*	RDO-11	Calha principal	288650	7841937
Rio Doce (Colatina)*	RDO-13	Calha principal	328395	7839122
Rio Doce (Linhares)	RDO-15	Calha principal	388225	7853704
Rio Doce (estuário)*	RDO-16	Calha principal	413701	7827444
Lagoa do Limão	LLM-01	Lagoa costeira	355744	7837514
Lagoa do Limão	LLM-02	Lagoa costeira	354473	7836419
Lagoa Palmas	LPA-01	Lagoa costeira	370019	7848967

NOME DA ESTAÇÃO AMOSTRAL	CÓDIGO DA ESTAÇÃO AMOSTRAL	CURSO D'ÁGUA	COORDENADAS UTM (<i>datum</i> SIRGAS 2000)	
			LATITUDE	LONGITUDE
Lagoa Palmas	LPA-02	Lagoa costeira	368813	7852892
Lago Nova	LVN-01	Lago costeiro	378757	7852636
Lago Nova	LVN-02	Lago costeiro	377328	7855880
Lagoa Monsarás	LMN-01	Lagoa costeira	415915	7837166
Lagoa Monsarás	LMN-02	Lagoa costeira	419196	7837657
Lagoa Areal	LAL-01	Lagoa costeira	413154	7834176

Figura 1: Distribuição espacial dos pontos de amostragem (n= 17) na malha amostral do Ambiente Dulcícola.
As estações indicadas no mapa como XX-0, XX-1 e XX-2 foram agora codificadas como sendo RDO-10, UHE MAS e UHE AIM, respectivamente.

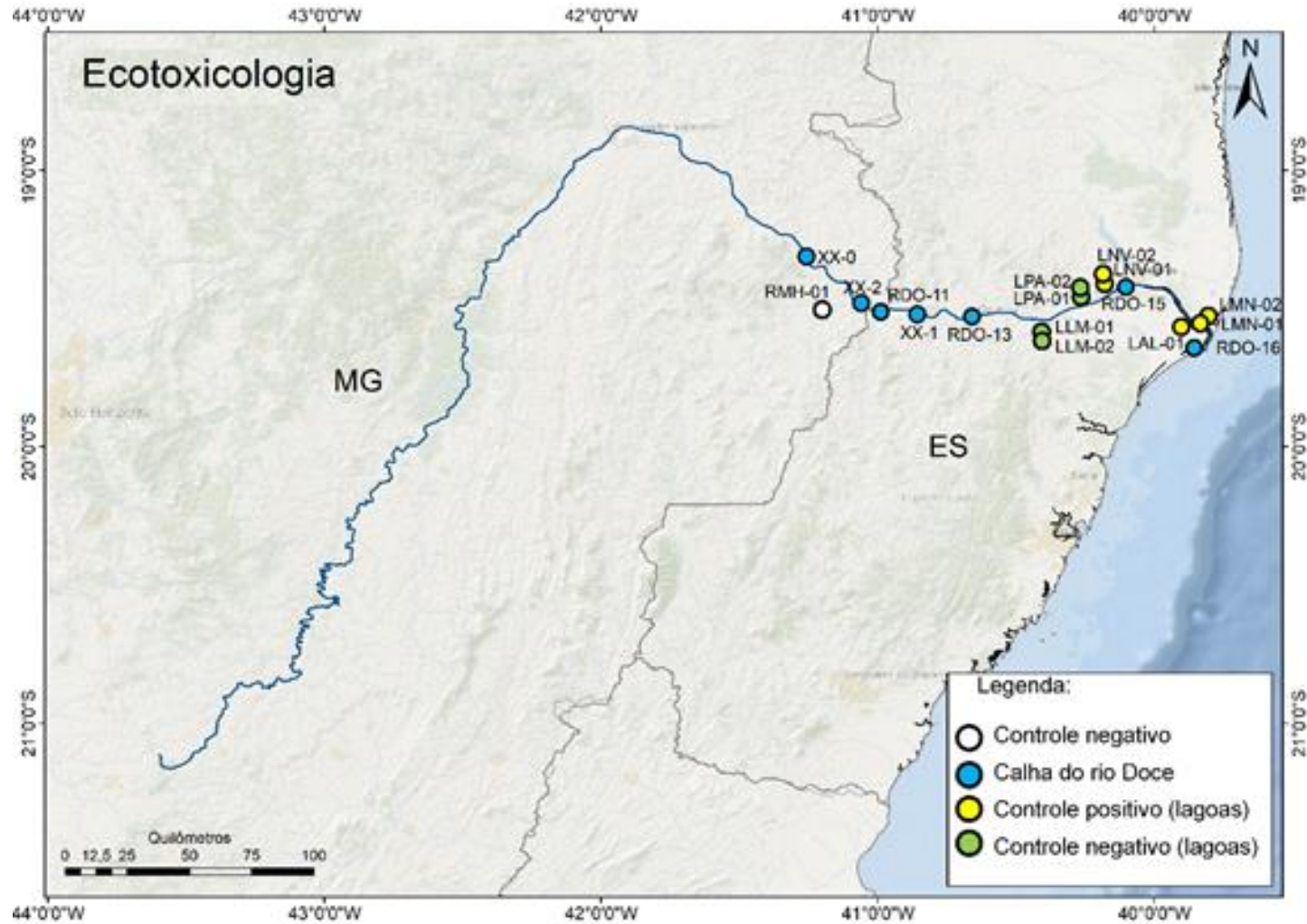


Tabela 2: Estações amostrais (n = 25) do ambiente marinho. Os pontos com coleta de água e sedimento para os testes de toxicidade estão marcados com “*”.

NOME DA ESTAÇÃO AMOSTRAL	CÓDIGO DA ESTAÇÃO AMOSTRAL	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	COORDENADAS UTM (datum SIRGAS 2000)	
			LATITUDE	LONGITUDE
Costa das Algas 1*	CA1	Revis Santa Cruz	7790616,41	384042,73
Costa das Algas 2*	CA2	Revis Santa Cruz	7787276,74	391745,12
Costa das Algas 3	CA3	APA Costa das Algas	7791153,28	404234,57
Costa das Algas 4	CA4	APA Costa das Algas	7787200,53	401010,39
Costa das Algas 5	CA5	APA Costa das Algas	7771576,57	411733,92
Foz do Rio Doce 1*	FRD1	-	7826708,46	417558,23
Foz do Rio Doce 3	FRD3	-	7819938,12	422768,53
Foz do Rio Doce 6*	FRD6	-	7832036,66	427720,85
Foz do Rio Doce 8	FRD8	-	7805922,41	407208,69
Foz do Rio Doce 9	FRD9	-	7842923,74	428268,74
Foz do Rio Doce 10	FRD10	-	7814269,72	399458,35
Barra Nova 1	BN1	-	7903774,11	435969,74
Barra Nova 2	BN2	-	7903846,12	462242,81
Barra Seca 1	BS1	-	7885331,03	427648,02
Barra Seca 2	BS2	-	7881227,13	449603,45
Degredo 1*	DEG1	ARIE do Degredo	7864891,21	429405,33
Degredo 2	DEG2	-	7856730,35	451968,38
Conceição da Barra 1	CB1	-	7933430,97	426112,49
Conceição da Barra 2	CB2	-	7923941,91	456879,51
Itaúnas 1	ITA1	Parque Estadual de Itaúnas	7964547,92	430449,27
Itaúnas 2	ITA2	-	7956840,44	463552,34
Abrolhos 1	ABR01	Resex de Cassurubá	8017006,73	475936,13
Abrolhos 2	ABR02	PARNA de Abrolhos	8010704,39	532065,56
Abrolhos 4	ABR04	APA Ponta da Baleia/Abrolhos	8022616,67	525452,49
Abrolhos Controle 1	ABRC1	-	8072874,16	498657,66

Figura 2: Distribuição espacial dos pontos de amostragem (n= 25) na malha amostral do Ambiente Marinho.

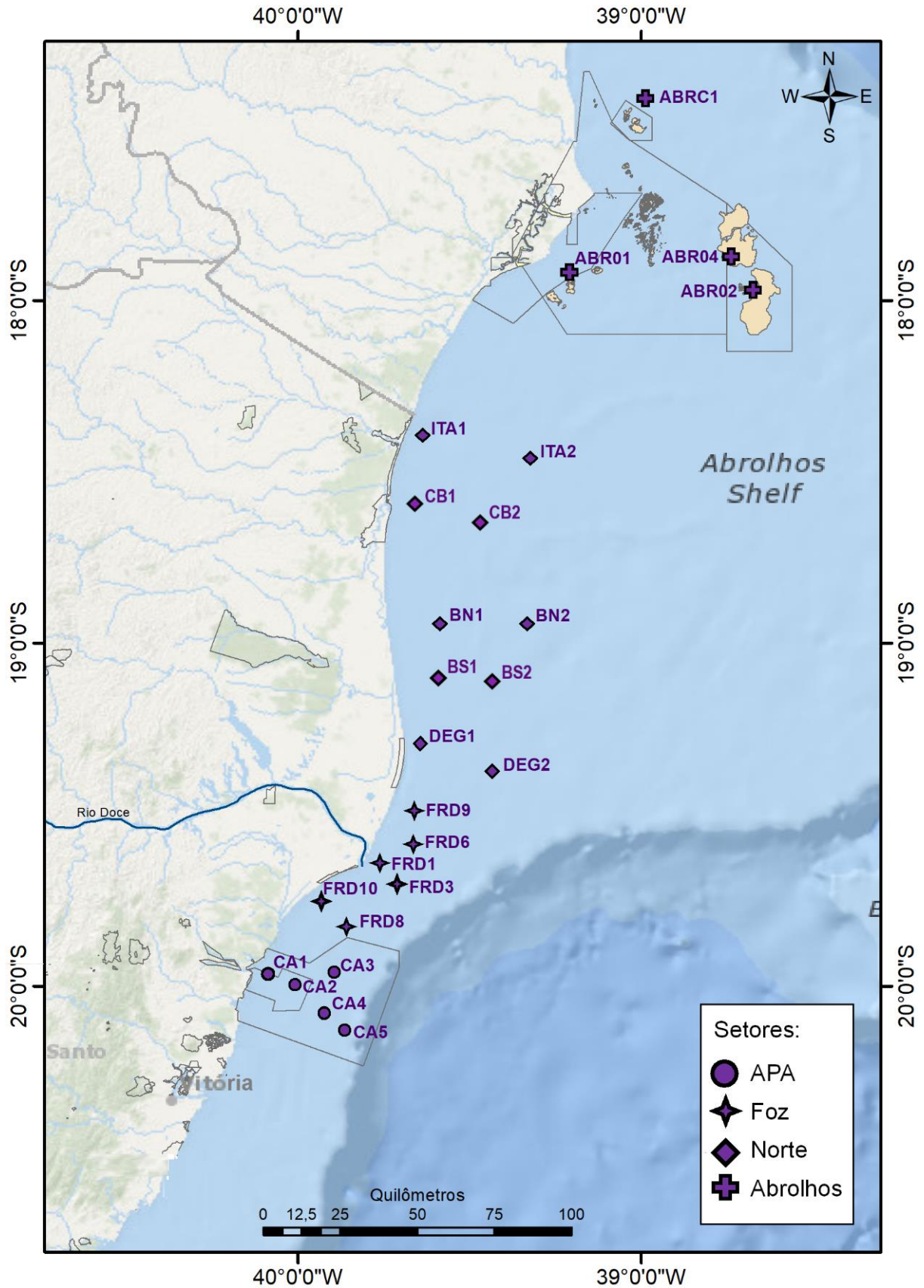


Tabela 3: Distribuição espacial dos pontos de amostragem (n = 9) na malha amostral do Ambiente Costeiro (Praias).

NOME DA ESTAÇÃO AMOSTRAL	CÓDIGO DA ESTAÇÃO AMOSTRAL	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	COORDENADAS UTM (datum SIGAS 2000)	
			LATITUDE	LONGITUDE
Aracruz 1 - Refúgio	ARR	Revis Santa Cruz	7787892,37	379908,15
Aracruz 2 - Putiri	ARP	Revis Santa Cruz	7795558,41	382269,99
Doce Sul 2 - Comboios	DSC	Reserva Indígena de Comboios	7818546,19	398483,36
Doce Sul 3 - Regência	DSR	Reserva Biológica de Comboios	7824460,93	407416,09
Doce Norte 1 - Povoação	DNP	-	7834350,26	417863,32
Doce Norte 2 – Vila de Cacimbas	DNC	ARIE do Degredo	7857980,26	426646,32
Doce Norte 3 - Pontal do Ipiranga	DNPI	-	7877396,26	425784,32
Doce Norte 4 - Urussuquara	DNU	-	7897769,26	423026,32
Doce Norte 5 - Guriri	DNG	-	7929528,26	421308,32

Tabela 4: Distribuição espacial dos pontos de amostragem (n = 7) na malha amostral do Ambiente Costeiro (Manguezais).

NOME DA ESTAÇÃO AMOSTRAL	CÓDIGO DA ESTAÇÃO AMOSTRAL	UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	COORDENADAS UTM (datum SIGAS 2000)	
			LATITUDE	LONGITUDE
Rio Piraquê-Açú	PAM	RDS Municipal Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim	7793773,70	375807,78
RVS Santa Cruz 1	RSC1	Revis Santa Cruz	7789712,90	380046,67
RVS Santa Cruz 2	RSC2	Revis Santa Cruz	7791054,80	380874,96
Foz de Regência	FRG	-	7827888,28	413724,67
Rio Urussuquara	RUR	-	7883642,67	423977,15
Rio Mariricu	RMA	-	7904064,17	421175,81
Rio São Mateus	RSM	APA Conceição da Barra	7941617,31	421850,06

O monitoramento das aves costeiras continuará sendo realizado nas 3 áreas de coleta de amostras contempladas nos anos anteriores do PMBA, a saber: estuário do rio Doce - Linhares; manguezal na foz do rio Doce - Linhares; costa adjacente à foz do Rio Doce Norte e Sul.

8.2. Meta 1 – Monitoramento Ecotoxicológico do Ambiente Dulcícola

O monitoramento ecotoxicológico do Ambiente Dulcícola será realizado através da análise da qualidade da água, do sedimento e da biota, visando a determinação e avaliação dos seguintes Indicadores: *Índice de Toxicidade*,

Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação), Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador) e Diversidade Microbiana.

- (a) a determinação e avaliação do Índice de Toxicidade serão realizadas a partir dos resultados de ensaios de toxicidade realizados com amostras de água superficial, elutriato de sedimento e sedimento bruto da calha do Rio Doce e afluente. As amostras ambientais serão coletadas nas estações amostrais indicadas com “*” na Tabela 1. Os protocolos de coleta das amostras ambientais e realização dos ensaios de toxicidade serão aqueles já descritos anteriormente no âmbito do PMBA (Fest, 2023 – Material Suplementar ADES2).
- (b) a determinação e avaliação do Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação) serão realizadas a partir dos resultados das análises das concentrações de metais e arsênio nas amostras de água, sedimento e organismos dulcícolas de diferentes níveis da cadeia trófica, incluindo os produtores primários (fitoplâncton) e secundários (zooplâncton), os recursos pesqueiros (peixes e crustáceos). As coletas das amostras serão realizadas nas estações amostrais indicadas na Tabela 1 e Figura 1. Os protocolos de coleta e análise das amostras ambientais e biológicas serão aqueles já descritos anteriormente no âmbito do PMBA (Fest, 2023 – Material Suplementar ADES2), considerando-se, no entanto, as recomendações emanadas das vistorias técnicas realizadas pela Fundação Renova junto ao Laboratório de Determinações 2 da FURG. Neste caso, foram sugeridas alterações na coleta das amostras de água, sedimento e biota destinadas as análises de arsênio e metais, conforme segue:
- (1) o volume de amostra de água a ser coletado por réplica que era de 100 mL, passará a ser de 250 mL. Sendo assim, deverá ser adicionado em cada réplica acidificada um volume de 3,5 mL de ácido nítrico Suprapur 65%. As amostras de água acidificadas serão mantidas refrigeradas e as alíquotas do ambiente dulcícola, com a especificação de congelamento, serão mantidas congeladas;
 - (2) a massa de sedimento será de, no mínimo, 200 g. Potes com capacidade total de 250 g serão preenchidos, deixando-se apenas o espaço de expansão do congelamento, para garantir a massa necessária de amostra para as determinações. As amostras de sedimentos serão mantidas congeladas, e;
 - (3) a quantidade da massa de tecido muscular coletada por organismo será aumentada, aumentando assim a representatividade da amostra e possibilitando, minimamente, a análise em duplicatas, para verificação de variações e precisão nos resultados. Isso também aumentará a robustez nas análises. Será garantida massa úmida de 0,25 g em cada amostra de músculo de pescado. Organismos pequenos deverão ser amostrados em pools, como por exemplo para os camarões de água doce. As amostras de músculo de pescado destinadas à quantificação de elementos-traço serão acondicionadas em sacos zip e mantidas congeladas, com a identificação em papel vegetal, facilitando assim a secagem e posterior armazenamento dessas amostras. As amostras de músculo serão liofilizadas e destinadas à quantificação de elementos-traço ou serão analisadas úmida.

- (c) a determinação e avaliação do Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador) serão realizadas a partir dos resultados das análises dos biomarcadores elencados na
- (d) Tabela 5. As amostras biológicas serão coletadas semestralmente nas estações amostrais indicadas na Tabela 1 e Figura 1. Os protocolos de coleta e análise das amostras biológicas, bem como de cálculo do Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador) serão aqueles já descritos anteriormente no âmbito do PMBA (Fest, 2023 – Material Suplementar ADES2).
- (e) a determinação e avaliação da Diversidade Microbiana serão realizadas a partir da análise de amostras ambientais (água e sedimento) coletadas semestralmente nas estações amostrais indicadas na Tabela 1 e Figura 1. Os protocolos de coleta e análise das amostras serão aqueles já descritos anteriormente no âmbito do PMBA (Fest, 2023 – Material Suplementar ADES2).

Tabela 5: Biomarcadores a serem analisados nas amostras de organismos coletados no Ambiente Dulcícola e que compõem o Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador).

Amostra	Biomarcador	órgão / indivíduo
Fitoplâncton	Conteúdo de metalotioneínas (MT) Lipoperoxidação (LPO)	Indivíduo
Zooplâncton	Conteúdo de metalotioneínas (MT) Lipoperoxidação (LPO)	Indivíduo
Camarões	Conteúdo de metalotioneínas (MT) Lipoperoxidação (LPO)	Hepatopâncreas, Brânquia
	Oxidação de proteínas (PCO)	Hepatopâncreas, Músculo
	Danos no DNA (sítios AP)	Músculo
Peixes	Conteúdo de metalotioneínas (MT) Lipoperoxidação (LPO) Oxidação de proteínas (PCO) Atividades enzimáticas (CAT, SOD e LDH) Histopatologia	Fígado, Brânquia
	Danos no DNA (sítios AP)	Brânquia

8.3. META 2 – Monitoramento Ecotoxicológico do Ambiente Marinho

O monitoramento ecotoxicológico do Ambiente Marinho será realizado através da análise da qualidade da água, do sedimento e da biota, visando a determinação e avaliação dos seguintes Indicadores: *Índice de Toxicidade*, *Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação)*, *Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador)* e *Diversidade Microbiana*.

- (a) a determinação e avaliação do *Índice de Toxicidade* serão realizadas a partir dos resultados de ensaios de toxicidade realizados com amostras de água superficial, elutriato de sedimento e sedimento bruto da foz do Rio Doce e região costeira adjacente. As amostras ambientais serão coletadas nas estações amostrais indicadas com “*” na Tabela 2. Os protocolos de coleta das amostras ambientais e realização dos ensaios de toxicidade serão aqueles já descritos anteriormente no âmbito do PMBA (Fest, 2023 – Material Suplementar AMES2).

- (b) a determinação e avaliação do Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação) serão realizadas a partir dos resultados das análises das concentrações de metais e arsênio nas amostras de água, sedimento e organismos da foz do Rio Doce e região costeira adjacente, de diferentes níveis da cadeia trófica, incluindo os produtores primários (fitoplâncton) e secundários (zooplâncton), bem como os recursos pesqueiros (peixes e crustáceos). As coletas das amostras serão realizadas nas estações amostrais indicadas na Tabela 2 e Figura 2. Os protocolos de coleta e análise das amostras ambientais e biológicas serão aqueles já descritos anteriormente no âmbito do PMBA (Fest, 2023 – Material Suplementar AMES2), considerando-se, no entanto, as recomendações emanadas a partir das visitas técnicas realizadas pela Fundação Renova junto ao Laboratório de Determinações 2 da FURG. Neste caso, foram sugeridas alterações na coleta das amostras de água, sedimento e biota destinadas as análises de arsênio e metais, conforme segue:
- (1) o volume de amostra de água a ser coletado por réplica que era de 100 mL, passará a ser de 250 mL. Sendo assim, deverá ser adicionado em cada réplica acidificada um volume de 3,5 mL de ácido nítrico Suprapur 65%. As amostras de água acidificadas serão mantidas refrigeradas e as alíquotas do ambiente dulcícola, com a especificação de congelamento, serão mantidas congeladas;
 - (2) a massa de sedimento será de, no mínimo, 200 g. Potes com capacidade total de 250 g serão preenchidos, deixando-se apenas o espaço de expansão do congelamento, para garantir a massa necessária de amostra para as determinações. As amostras de sedimentos serão mantidas congeladas, e;
 - (3) a quantidade da massa de tecido muscular coletada por organismo será aumentada, aumentando assim a representatividade da amostra e possibilitando, minimamente, a análise em duplicatas, para verificação de variações e precisão nos resultados. Isso também aumentará a robustez nas análises. Será garantida massa úmida de 0,25 g em cada amostra de músculo de pescado. Organismos pequenos deverão ser amostrados em pools, como por exemplo para os camarões de água doce. As amostras de músculo de pescado destinadas à quantificação de elementos-traço serão acondicionadas em sacos zip e mantidas congeladas, com a identificação em papel vegetal, facilitando assim a secagem e posterior armazenamento dessas amostras. As amostras de músculo serão liofilizadas e destinadas à quantificação de elementos-traço ou serão analisadas úmida.
- (c) a determinação e avaliação do Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador) serão realizadas a partir dos resultados das análises dos biomarcadores elencados na Tabela 6. As amostras biológicas serão coletadas semestralmente nas estações amostrais indicadas na Tabela 2 e Figura 2. Os protocolos de coleta e análise das amostras biológicas, bem como de cálculo do Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador) serão aqueles já descritos anteriormente no âmbito do PMBA (Fest, 2023 – Material Suplementar AMES2).

- (d) a determinação e avaliação da Diversidade Microbiana será realizada a partir da análise de amostras ambientais (água e sedimento) e de corais e hidrocorais coletadas semestralmente nas estações amostrais indicadas na Tabela 2 e Figura 2. Os protocolos de coleta e análise das amostras serão aqueles já descritos anteriormente no âmbito do PMBA (Fest, 2023 – Material Suplementar AMES2).

Tabela 6: Biomarcadores a serem analisados nas amostras de organismos coletados no Ambiente Marinho e que compõem o Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador).

Amostra	Biomarcador	órgão / indivíduo
Fitoplâncton	Conteúdo de metalotioneínas (MT) Lipoperoxidação (LPO)	Indivíduo
Zooplâncton	Conteúdo de metalotioneínas (MT) Lipoperoxidação (LPO)	Indivíduo
Camarões	Conteúdo de metalotioneínas (MT) Lipoperoxidação (LPO)	Hepatopâncreas, Brânquia
	Oxidação de proteínas (PCO)	Hepatopâncreas, Músculo
	Danos no DNA (sítios AP)	Músculo
Corais e hidrocorais	Lipoperoxidação (LPO) Danos no DNA (sítios AP) Atividade da cálcio-ATPase (CaATP) Atividade da anidrase carbônica (AC)	Fragmento de colônia
Peixes	Conteúdo de metalotioneínas (MT) Lipoperoxidação (LPO) Oxidação de proteínas (PCO) Atividades enzimáticas (CAT, SOD e LDH) Histopatologia	Fígado, Brânquia
	Danos no DNA (sítios AP)	Brânquia

8.4. META 3 - Monitoramento Ecotoxicológico do Ambiente Costeiro

O monitoramento ecotoxicológico do Ambiente Costeiro será realizado através da análise da qualidade da água, sedimento e biota, visando a determinação e avaliação dos seguintes Indicadores: *Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação)* e *Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador)*.

- (a) a determinação e avaliação do *Índice de Bioacumulação (IBR bioacumulação)* serão realizadas a partir dos resultados das análises das concentrações de metais e arsênio nas amostras de água, sedimento e organismos das praias e manguezais, de diferentes níveis da cadeia trófica, incluindo isópodas, anfípodas e caranguejos. As coletas das amostras serão realizadas nas estações amostrais indicadas na Tabela 3 (Praias) e Tabela 4 (Manguezais). No caso das aves costeiras, as coletas serão realizadas em três áreas de coleta: estuário do Rio Doce - Linhares; manguezal na foz do Rio Doce - Linhares; costa adjacente à foz do Rio Doce Norte e Sul. Serão analisadas as concentrações de metais e arsênio nas amostras de penas e sangue das aves costeiras, bem como de isótopos estáveis nas penas destes animais. Os protocolos de coleta e análise das amostras ambientais e biológicas serão aqueles já descritos anteriormente no âmbito do PMBA (Fest, 2023 – Material Suplementar ACES2).
- (b) a determinação e avaliação do Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador) serão realizadas a partir dos resultados das análises dos biomarcadores elencados na Tabela 7. As

amostras biológicas serão coletadas semestralmente nas estações amostrais indicadas na Tabela 3 (Praias) e Tabela 4 (Manguezais). Os protocolos de coleta e análise das amostras biológicas, bem como de cálculo do Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador) serão aqueles já descritos anteriormente no âmbito do PMBA (Fest, 2023 – Material Suplementar ACES2).

Tabela 7: Biomarcadores a serem analisados nas amostras de organismos coletados no Ambiente Costeiro e que compõem o Índice de Resposta Biológica (IBR biomarcador).

Amostra	Biomarcador	Órgão/indivíduo
Isópodas e anfípodas (praia)	Conteúdo de metalotioneínas (MT) Lipoperoxidação (LPO)	Indivíduo
Caranguejos (manguezal e praia)	Conteúdo de metalotioneínas (MT) Lipoperoxidação (LPO)	Hepatopâncreas, Brânquia
	Oxidação de proteínas (PCO)	Hepatopâncreas, Músculo
	Danos no DNA (sítios AP)	Músculo

9. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

FEST, Fundação Espírito-santense de Tecnologia. Relatório Semestral de Evolução do PMBA/Fest - Síntese Integrativa entre Ambientes. RT-42. Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática, Fundação Espírito-santense de Tecnologia. 204 pag. 2023.