



FUNDAÇÃO  
**renova**

**Resposta à Deliberação CIF nº 74/2017 – Revisão 3**

**Outubro/2018**

---

## EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL POR ESTE RELATÓRIO TÉCNICO

---

<b>Profissional</b>	<b>Formação, Cargo/Função</b>	<b>Atividades</b>
Bruno Vergueiro Silva Pimenta	Biólogo, Doutor em Zoologia, Líder de Programas Socioambientais	Elaboração e Revisão do Relatório Técnico
Rodolfo Pessotti Messner Campelo	Biólogo, Mestre em Ecologia, Especialista de Programas Socioambientais	Elaboração do Relatório Técnico
Sara Juarez Sales	Engenheira Agrônoma, Gerente Executiva de Programas Socioambientais	Coordenação do Relatório Técnico

---



**Serviço Público Federal**  
**CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA -**  
**4ª REGIÃO**

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO		Data: 28/07/2017 08:40:59	
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>		Nº: 2017/00739	
<b>CONTRATADO</b>			
Nome: BRUNO VERGUEIRO SILVA PIMENTA		Registro CRBio: 030454/04-D	
CPF: 03466010616		Tel: 36465898	
E-mail: bvergueiropimenta@gmail.com			
Endereço: R MANILA N.º 90, APTO. 108, BL. 1			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: ESTRELA DALVA	
CEP: 30575-010		UF: MG	
<b>CONTRATANTE</b>			
Nome: Fundação Renova			
Registro profissional:		CPF/CGC/CNPJ: 25.135.507/0001-83	
Endereço: Av. Getúlio Vargas, 671 Sala 400			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: SAVASSI	
CEP: 30112-021		UF: MG	
Site:			
<b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>			
Natureza: Ocupação de Cargo/Função - Cargo/função técnica *			
Identificação: Especialista em Programas Socioambientais			
Município do trabalho: Bacia do rio Doce e região costeira e estuarina da foz		UF: MG	Município da sede: Belo Horizonte
Forma de participação: Individual		Perfil da equipe:	
Área do conhecimento: Ecologia		Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: GERIR E EXECUTAR AS MEDIDAS PREVISTAS NOS PROGRAMAS SOCIOAMBIENTAIS EM DECORRÊNCIA DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO, AO LONGO DE TODA A ÁREA AFETADA. COORDENAR EQUIPE DE ESPECIALISTAS, ATUAR COMO GESTOR DE CONTRATOS, ANALISAR E ELABORAR DOCUMENTOS TÉCNICOS, PARTICIPAR DE DISCUSSÕES COM ÓRGÃOS AMBIENTAIS, CONSELHOS CONSULTIVOS E COLEGIADOS, FORNECEDORES E DEMAIS ATORES ENVOLVIDOS.			
Valor: R\$ 12218,00		Carga Horária Mensal: 170	
Início: 02/01/2017		Término:	
<b>ASSINATURAS</b>			
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			Para verificar a autenticidade desta ART acesse o <b>CRBio-04 Online</b> em nosso site e depois o serviço <b>Conferência de ART</b>
Data: 02/01/2017  Assinatura do profissional		Data: / /  Assinatura e carimbo do contratante	
<b>Solicitação de baixa por distrato</b>  Data: / /  Assinatura do profissional  Data: / /  Assinatura e carimbo do contratante		<b>Solicitação de baixa por conclusão</b> Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.  Nº do protocolo: <b>18950/NET</b>  Data: / / Assinatura do profissional  Data: / / Assinatura e carimbo do contratante	

**Imprimir ART**



**ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART**

1-ART Nº  
**2-23690/17-E**

**CONTRATADO**

2.Nome: RODOLFO PESSOTTI MESSNER CAMPELO 3.Registro no CRBio-02: 48126  
4.CPF: 09301642700 5.E-mail: campelorm@gmail.com 6.Tel: (27) 3019-5480 / 99755-7931  
7.End.: R ARARIBOIA, 185 8.Bairro:CENTRO  
9.Cidade: VILA VELHA 10.UF: ES 11.Cep: 29100340

**CONTRATANTE**

12.Nome: FUNDAÇÃO RENOVA  
13.Registro Profissional: 0 14.CPF/CNPJ: 25135507000183  
15.End. AV: GETÚLIO VARGAS, 671, SALA 400  
16.Tel / E-mail: 03132899889 / ouvidoria@fundacaorenova.org 17.Bairro: SAVASSI 18.Cidade: BELO HORIZONTE 19.UF: MG 20.CEP: 30112021

**DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL**

21.1 Natureza: 21.2 Ocupação de Cargo/Função: a - Cargo/função técnica  
22. Identificação: ESPECIALISTA EM PROGRAMAS SOCIOAMBIENTAIS  
23. Localização Geográfica: 23.1- do Trabalho: ES 23.2 - da Sede: MG 24 - UF: ES  
25.Forma de participação: Individual 26.Perfil da equipe: N/D  
27.Área do Conhecimento: Ecologia 28.Campo de Atuação: Meio Ambiente e Biodiversidade Gestão Ambiental  
29.Descrição Sumária: EXECUTAR AS MEDIDAS PREVISTAS NOS PROGRAMAS SOCIOAMBIENTAIS EM DECORRÊNCIA DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO - MG, AO LONGO DE TODA A ÁREA AFETADA; ATUAR COMO GESTOR DE CONTRATOS E AUXILIAR NA GESTÃO DOS PROGRAMAS SOCIOAMBIENTAIS; ANALISAR E ELABORAR DOCUMENTOS TÉCNICOS; PARTICIPAR DE DISCUSSÕES COM ÓRGÃOS AMBIENTAIS, CONSELHOS CONSULTIVOS E COLEGIADOS, FORNECEDORES E DEMAIS ATORES ENVOLVIDOS.

30.Valor: R\$ 0,00 31.Total de horas: 170 32.Início: 7/11/2016 33.Término: 00:00:00

**34.ASSINATURAS**

**Declaro serem verdadeiras as informações acima.**

Data: 07 / 11 / 2016

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Assinatura do Profissional

Assinatura e Carimbo do Contratante

35. CARIMBO DO CRBio:  
Para autenticação da ART:  
<http://www.crbio02.gov.br/autentica.aspx>  
código **2017073019282623690**

**Marcelo Figueiredo**  
Diretor de Programas

36. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO  
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos do CRBio-02.

37. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO

Data: ____ / ____ / ____	Assinatura do Profissional	Data: ____ / ____ / ____	Assinatura do Profissional
Data: ____ / ____ / ____	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: ____ / ____ / ____	Assinatura e Carimbo do Contratante

Para autenticação do conteúdo acesse:  
<http://www.crbio02.gov.br/autentica.aspx> e informe o código  
**2017073019282623690**  
Nº Boleta Gerada 2807838000010469 | Situação da ART: Ativa  
Esta ART deve sempre ser acompanhada do recibo de pagamento do respectivo emolumento de emissão

ART Eletrônica emitida em 30/7/2017 19:28:26  
Impressão efetuada em 1/8/2017 11:06:45

## Sumário

<b>1</b>	<b>SUMÁRIO EXECUTIVO .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DA ÁREA AMBIENTAL 1 .....</b>	<b>5</b>
2.1.	Premissas .....	5
2.2	Delimitação da Área Ambiental 1 na região continental .....	7
2.3	Delimitação da Área Ambiental 1 na região costeira e marinha .....	9
2.3.1	Relatório de Levantamento Hidroceanográfico - Marinha do Brasil.....	9
2.3.2	Deposição de Rejeitos - Análise da ocorrência de deposição de rejeitos oriundos da Barragem de Fundão no ambiente marinho adjacente à foz do rio Doce .....	11
2.3.3	Monitoramento de água e sedimento .....	14
2.3.4	Avaliação do impacto da lama/pluma Samarco sobre os ambientes costeiros e marinhos (ES e BA) com ênfase nas Unidades de Conservação - 1ª Expedição do Navio de Pesquisa Soloncy Moura do CEPSUL/ICMBio. ....	16
2.3.5	Relatório Técnico-Científico – contrato 105/2016 – resultados da 2ª Expedição do Navio de Pesquisa Soloncy Moura do CEPSUL/ICMBio .....	20
2.3.6	Monitoramento da Influência da Pluma do Rio Doce após o rompimento da Barragem de Rejeitos em Mariana/MG – Novembro de 2015: Processamento, Interpretação e Consolidação de Dados .....	22
2.3.7	Processamento, Interpretação e Consolidação de Dados da Área Estuarina e Marinha na Foz do Rio Doce - ES.....	26
<b>3</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO DOS PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO E BIODIVERSIDADE.....</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>38</b>

## 1 SUMÁRIO EXECUTIVO

O Comitê Interfederativo (CIF), por meio da Deliberação CIF nº 74/2017, determinou que a Fundação procedesse com a elaboração de um mapa com a clara definição espacial da Área Ambiental 1. Conforme inciso IV da Cláusula 01 do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC), a Área Ambiental 1 é descrita como “*as áreas abrangidas pela deposição de rejeitos nas calhas e margens dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce, considerando os respectivos trechos de seus formadores e tributários, bem como as regiões estuarinas, costeiras e marinha na porção impactada pelo EVENTO*”.

A Fundação Renova, para atendimento à Deliberação 74, sistematizou os dados já adquiridos em estudos para subsidiar o entendimento sobre a Área Ambiental 1, de forma a atender aos requisitos expressos no TTAC. A primeira versão deste documento foi protocolada em 02 de fevereiro de 2018 no CIF, com cópia para a Câmara Técnica de Conservação e Biodiversidade (CTBio). Na 20ª Reunião Ordinária da CTBio, ocorrida em 14 de março de 2018, a Fundação Renova apresentou a proposta de delimitação da Área Ambiental 1 conforme documento protocolado. Nesta ocasião, foi definida a necessidade de novas discussões sobre os critérios utilizados para esta delimitação, considerando-se as especificidades da região continental e da região costeira/marinha.

Uma reunião específica sobre o tema foi então realizada em 18 de abril de 2018, entre Fundação Renova e representantes da CTBio. A Fundação propôs nova delimitação da Área Ambiental 1 na região continental, conjugando a letra “a” do item 2 da Deliberação nº 74/2017 e a abrangência geográfica do Plano de Manejo de Rejeitos apresentado pela Fundação em atendimento à Cláusula 150 do TTAC. No que tange à região costeira/marinha, a CTBio identificou que os dados utilizados pela Fundação não contemplavam resultados de estudos desenvolvidos pela Marinha do Brasil, pesquisadores e pela Coordenação Geral de Monitoramento Ambiental do IBAMA.

Foi consenso nesta reunião a necessidade de se apresentar uma nova versão desta proposta de delimitação da Área Ambiental 1, abrangendo os critérios e premissas então discutidos.

Portanto, para a delimitação da Área Ambiental 1 na região continental e zona costeira, foram utilizados critérios baseados nos estudos já executados pela Fundação Renova e aprovados pelos órgãos ambientais, além de artigos científicos, relatórios técnicos e pareceres dos órgãos ambientais, como os monitoramentos de sedimento no ambiente marinho, os limites estabelecidos pelo Programa de Manejo de Rejeitos, entre outros.

## 2 PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DA ÁREA AMBIENTAL 1

### 2.1. Premissas

O TTAC define a Área Ambiental 1 (AA1) em sua Cláusula 1ª, item IV, da seguinte maneira: *“as áreas abrangidas pela deposição de rejeitos nas calhas e margens dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce, considerando os respectivos trechos de seus formadores e tributários, bem como as regiões estuarinas, costeiras e marinha na porção impactada pelo EVENTO”*.

Depreende-se desta definição, em primeiro lugar, a necessidade de estabelecer a conceituação do termo “deposição”, de forma a se propor base terminológica que irá permear as discussões deste relatório. Para tanto, adotou-se o conceito proposto por Bucksch (1995): “ato ou processo de acomodação de material sólido proveniente de uma suspensão líquida”.

A redação do TTAC já estabelece o critério fundamental para delimitação da AA1, que é o depósito de rejeito no ambiente. Do ponto de vista das metodologias usualmente utilizadas para a avaliação de impactos, dá-se ao local onde ocorrem modificações importantes do ambiente (como abertura de acessos, supressão vegetal, impermeabilização do solo e outras, no caso do licenciamento ambiental de empreendimentos) o nome de “Área Diretamente Afetada” - ADA (SÁNCHEZ, 2008). Considera-se que, para efeitos da avaliação de impactos, planejamento e aplicação de ações reparatórias ou compensatórias previstos no TTAC, a AA1 é análoga ao conceito de ADA.

Sabe-se, no entanto, que os efeitos dos impactos causados pelo rompimento da barragem de Fundão têm a capacidade de extrapolar os limites dos locais onde houve deposição de rejeitos. Isto se deve ao potencial de reverberação destes impactos sobre as populações humanas, a biodiversidade, os processos produtivos e outros. São vários os exemplos de ações da Fundação Renova implementadas fora da AA1, cuja aplicação é necessária para mitigar estes efeitos ou promover a melhoria de sua qualidade ambiental. Podem-se citar dentre estas iniciativas as ações de recuperação de nascentes, captação alternativa de água, restauração florestal, retomada das atividades agropecuárias, fomento ao Cadastro Ambiental Rural (CAR) e ao Programa de Regularização Ambiental (PRA), o programa de saneamento, melhorias e instalação de estações de tratamento de esgoto (ETEs), análises de solo e monitoramentos de fauna e flora, de qualidade da água e de sedimentos em territórios além dos locais de deposição de rejeitos.

Dessa maneira, percebe-se mais uma analogia entre um conceito correntemente utilizado em estudos de avaliação de impactos e a análise aqui em discussão: a necessidade de identificação e mensuração de impactos fora da ADA (SÁNCHEZ, 2008).

Sánchez (2008) entende como etapa de uma avaliação de impacto ambiental a seleção de questões relevantes, que levantam hipóteses de impactos. Para este autor, a identificação e mensuração de impactos significativos levam ao estabelecimento dos limites de seus limites geográficos, corroborando ou refutando as hipóteses inicialmente levantadas. Porém, é durante as atividades de monitoramento que se define até onde os impactos atuam de forma significativa e, conseqüentemente, são verdadeiramente delimitados. Esta delimitação pode ser modificada com a adição de mais informações oriundas do monitoramento ou outros estudos. Por conseguinte, é requisito para uma delimitação satisfatória que seja estudada porção do território abrangente o bastante para permitir a correta análise dos impactos.

Assim, um segundo conceito surge para complementar a metodologia de avaliação de impactos: o da “Área de Estudo” (AE). A AE é toda a porção do território analisada para se a identificar, mensurar e definir a abrangência dos impactos e permitir sua delimitação geográfica. Portanto, pode ser inicialmente delimitada conforme avaliação preliminar da ocorrência de impactos ao longo de um território. A AE pode ser revista ao longo do desenvolvimento dos estudos conforme o comportamento dos resultados. Ela pode ser aumentada caso se perceba que os impactos extrapolam sua delimitação inicial ou, em caso contrário, diminuída para contemplar limites mais restritos.

O conceito de AE já é explorado em estudos conduzidos pela Fundação Renova para cumprimento das Cláusulas 164, 165 e 168, entre outras, apenas para citar exemplos relacionados aos programas de Biodiversidade. Definições de Áreas de Estudo, ainda que não referenciadas desta forma, são encontradas nos Termos de Referência 1 e 4 (TR1 e TR4), emitidos pelos órgãos ambientais para orientação à condução das Cláusulas 164 e 165 do TTAC, respectivamente, e no Parecer Técnico IBAMA nº 1/2017-COREC/CGBIO/DBFLO, que define a malha de amostragem e metodologias para cumprimento da Notificação IBAMA/ES nº 678322-E.

Nos três casos citados acima, foi estipulado grande número de locais de monitoramento, distribuídos por vasta porção do território, para acompanhamento de médio e longo prazo do estado das populações de diversos grupos animais e vegetais, além de análises ambientais e de vários parâmetros físicos e químicos. Esta amplitude geográfica e de parâmetros foi justificada como requisito para se chegar a um entendimento abrangente dos impactos causados pelo

rompimento da barragem de Fundão. Estes documentos têm em comum a diretriz de discutir os resultados dos monitoramentos ao final do primeiro ano de amostragens para eventual reavaliação de seus escopos. No caso da comprovação de maior amplitude espacial ou de inexistência de impactos em determinados locais, esta reavaliação poderia incluir a abrangência geográfica destes estudos, em concordância com o conceito de AE aqui apresentado.

Observando-se o exposto acima, temos as seguintes correspondências:

- Área Ambiental 1 (locais com deposição de rejeitos) = ADA;
- Áreas de abrangência dos estudos em condução ou a serem conduzidos pela Fundação Renova com o objetivo de identificar, mensurar e delimitar a abrangência dos impactos, com base em hipótese inicial de ocorrência dos impactos = AE;

Com base nestas definições, serão apresentadas a seguir a delimitação da AA1 (ADA) e AE nas regiões continental, costeira e marinha, sendo devidamente revisitados os critérios apresentados no item 2 da Deliberação CIF nº 74/2016 para esta delimitação.

## **2.2 Delimitação da Área Ambiental 1 na região continental**

O primeiro critério da Deliberação CIF nº 74/2016 (letra “a” do item 2) é que a Fundação Renova faça *“uso de feições naturais como divisores de águas como limites da Área continental afetada, observado o contorno da própria bacia do Doce como limite máximo” (sic).*

Porém, a própria redação do TTAC impõe como limitação da AA1 *“as áreas abrangidas pela deposição de rejeitos nas calhas e margens dos rios...”*, o que impede a utilização do critério apresentado na letra “a” do item 2 da Deliberação nº 74. A proposta de delimitação apresentada a seguir segue a premissa estabelecida pelo TTAC.

Para a delimitação da AA1 na região continental foram considerados os limites estabelecidos pelo Programa de Manejo de Rejeitos em condução pela Fundação Renova. O Plano de Manejo de Rejeitos, protocolado em 01/08/2017 por meio do Ofício SEQ4497-01/2017/GJU, foi elaborado em atendimento à Cláusula 150 do TTAC, que trata da realização de *“estudos de identificação e avaliação detalhada da Área Ambiental 1, considerando a situação anterior e os efeitos derivados”* do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão.

Conforme os limites definidos no Plano de Manejo de Rejeitos, a AA1 na região continental compreende 668 km lineares de rios desde o rio Gualaxo do Norte, em Mariana-

MG, até a foz do rio Doce, em Linhares-ES, extensão na qual ocorreram alterações diversas, tanto em termos de processos como de abrangência espacial.

O Plano de Manejo de Rejeitos descreve que o rejeito liberado pelo rompimento da Barragem de Fundão entrou no sistema fluvial à jusante e, à medida que a onda de cheia fluía pelos córregos e rios, outros materiais foram sendo erodidos, carreados e depositados em planícies de inundação e calhas. Da Barragem de Fundão até a foz do rio do Carmo, quando este se encontra com o rio Piranga e forma o rio Doce, a onda de cheia contendo os rejeitos atingiu as planícies aluvionares adjacentes aos rios Gualaxo do Norte e do Carmo, formando depósitos sobre essas planícies. A deposição de rejeitos também ocorreu nas próprias calhas desses rios.

Ainda, a deposição de rejeitos ocorreu por decantação de partículas de granulometria das classes de argila e silte, suspensas no meio aquoso formado pela mistura de águas, rejeito e material detrítico remobilizados durante a passagem da onda de cheia. Deste modo, a espessura dos depósitos de rejeitos é diretamente proporcional ao tempo de inundação em cada local e raramente ultrapassou um metro nas planícies aluvionares.

Entre os municípios de Santa Cruz do Escalvado/MG e Rio Doce/MG, o reservatório da Usina Hidrelétrica Risoleta Neves (Candonga) conteve o volume da porção mais pesada do rejeito, cerca de um quarto do material que vazou de Fundão, o que ajudou a reduzir consideravelmente a velocidade com que a lama em movimento seguiu pelo rio Doce. Em Candonga, a onda de cheia contendo os rejeitos e material detrítico permaneceu por mais tempo e, adicionalmente, encontrou um regime de menor energia, o que resultou na deposição de grande parte dos sólidos transportados em suspensão. Este volume depositado em Candonga totalizou aproximadamente 10 milhões de metros cúbicos, conforme dados citados no Plano de Manejo de Rejeito. Neste processo certamente ocorreu uma segregação dos sólidos em suspensão: os sólidos de maior dimensão decantaram no reservatório e as partículas menores (essencialmente argilas em forma coloidal) seguiram rio abaixo. A jusante do reservatório até a foz foi observado que a deposição de rejeitos ficou restrita ao curso do rio, calha (incluindo ilhas fluviais) e eventuais deposições nas margens associadas aos eventos de cheia.

A delimitação da Área Ambiental 1 na região continental, conforme critérios apresentados acima, é ilustrada no mapa anexo a este relatório (“2018.10.17\_mapa\_AreaAmbiental\_1”).

## **2.3 Delimitação da Área Ambiental 1 na região costeira e marinha**

Para definir a delimitação da Área Ambiental 1 na região costeira, foram utilizados os estudos descritos a seguir.

- Relatório de Levantamento Hidroceanográfico - Marinha do Brasil. Navio de Pesquisa Hidroceanográfico “Vital de Oliveira” - Relatório Final;
- Análise da ocorrência de deposição de rejeitos oriundos da barragem e Fundão no ambiente marinho adjacente ao rio Doce, estudo desenvolvido pela Golder Associates Brasil;
- Monitoramento da água e sedimento no ambiente marinho adjacente à foz do rio Doce, estudo desenvolvido de acordo com a solicitação do Ministério Público Estadual - ES e acompanhado pelo IEMA.
- Avaliação do impacto da lama/pluma Samarco sobre os ambientes costeiros e marinhos (ES e BA) com ênfase nas Unidades de Conservação - 1ª Expedição do Navio de Pesquisa Soloncy Moura do CEPSUL/ICMBio.
- Relatório Técnico Científico – contrato 105/2016 – resultados da 2ª Expedição do Navio de Pesquisa Soloncy Moura.
- Monitoramento da Influência da Pluma do Rio Doce após o rompimento da Barragem de Rejeitos em Mariana/MG – Novembro de 2015: Processamento, Interpretação e Consolidação de Dados – UFES
- Processamento, Interpretação e Consolidação de Dados da área Estuarina e Marinha na Foz do Rio Doce-ES / 1º, 2º e 3º relatórios.

### **2.3.1 Relatório de Levantamento Hidroceanográfico - Marinha do Brasil**

A Marinha do Brasil conduziu o chamado “Levantamento Ambiental Expedido (LAE)” na região litorânea do Espírito Santo, próximo à foz do rio Doce e da localidade de Regência, entre 26/11 e 05/12/2015. O objetivo era coletar diariamente dados hidroceanográficos, biológicos e geológicos na região adjacente à foz do Doce para caracterização preliminar dos impactos do rompimento da Barragem de Fundão.

Para fins de delimitação da AA1, os dados mais importantes são aqueles relacionados ao encontro de rejeitos depositados no fundo marinho. Estes dados são apresentados no item 4.7.3.1 do referido relatório, “Material Particulado em Suspensão (MPS)”, onde se demonstra os pontos de amostragem (Figura 1) e a natureza do fundo em cada um deles.



concluir se havia ou não rejeito depositado no fundo marinho após o ponto DOCE17.

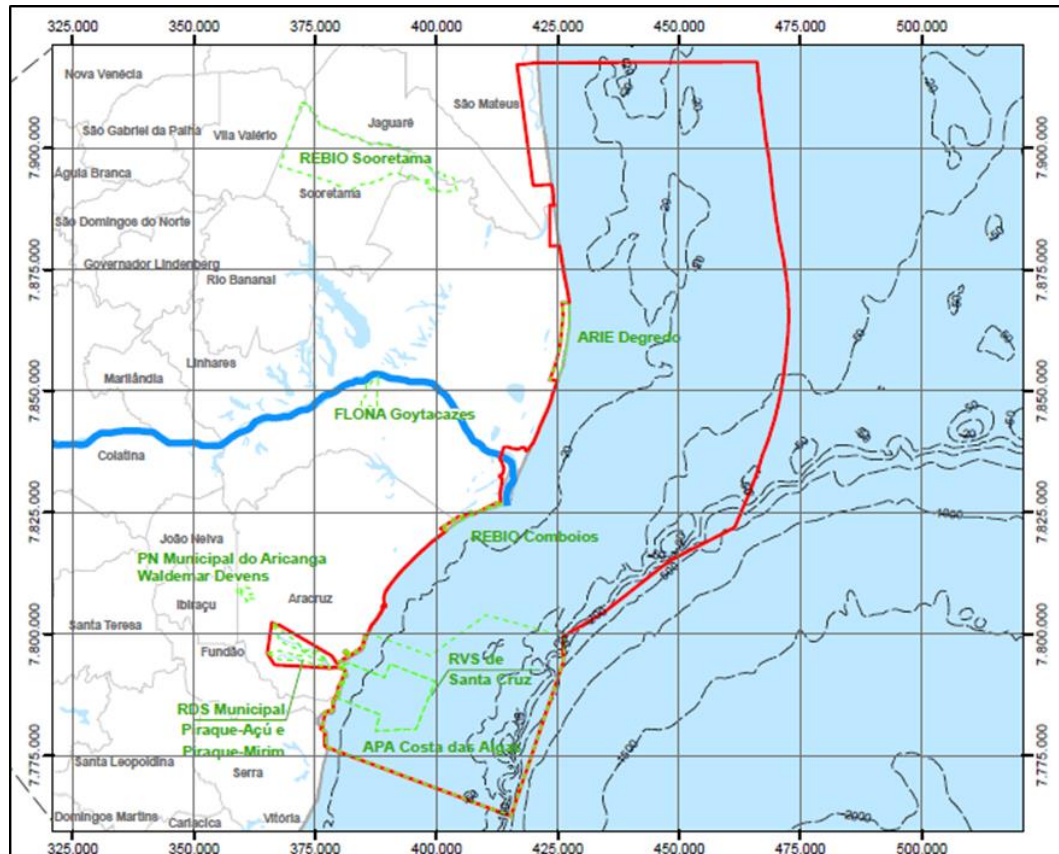
- Para sul e leste, há pontos amostrados e sem rejeito no fundo em distâncias maiores da foz quando comparados aos pontos onde há rejeito depositado (Figura 1). Desta forma, até aquela ocasião, não foi detectado depósito de rejeito para além dos pontos afetados.

O relatório traz uma informação bastante relevante para o entendimento dos impactos e delimitação da AA1. O rejeito é separado em três compartimentos diferentes: “*um sedimento denso floculado que se deposita junto a foz; uma pluma junto ao fundo; e outra pluma de sedimento fino e de longo alcance que flutua na superfície*” (sic). Afirma, ainda, que “*pontos em que a superfície mostrou-se límpida apresentaram uma pluma junto ao fundo e pontos em que apresentaram esta pluma flutuante não necessariamente tiveram uma pluma junto ao fundo*” (sic). Esta é uma observação importante que permite distinção dos impactos entre os locais onde houve deposição do rejeito (AA1 ou ADA) e a reverberação do impacto (pluma flutuante) para além destes locais.

### **2.3.2 Deposição de Rejeitos - Análise da ocorrência de deposição de rejeitos oriundos da Barragem de Fundão no ambiente marinho adjacente à foz do rio Doce**

Em maio de 2016 a empresa Golder Associates Brasil elaborou um estudo nomeado “*Análise da ocorrência de deposição de rejeitos oriundos da barragem de Fundão no ambiente marinho adjacente à foz do rio Doce*”. Este documento teve como objetivo investigar a distribuição dos rejeitos sobre o fundo marinho adjacente à foz do rio Doce.

A área analisada neste relatório é limitada a norte da foz pela localidade de Barra Nova e a sul pela APA Costa das Algas. A leste se limitou pela quebra da plataforma continental, a cerca de 45 km da foz. Esses limites foram definidos de forma a contemplar toda a zona onde foi observada a expansão dinâmica da pluma de turbidez, descrita à época segundo o monitoramento visual por sobrevoo, conforme apresentado na Figura 2.



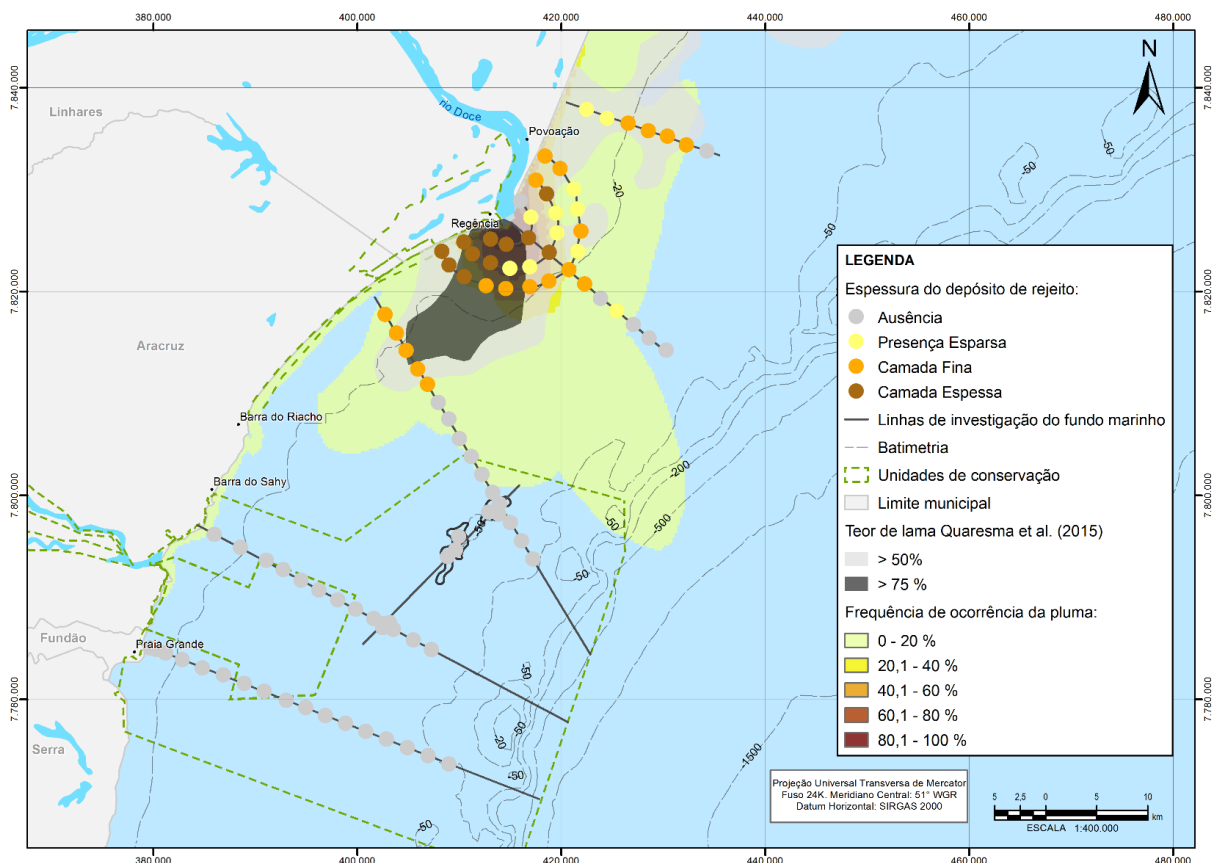
**Figura 2** - Área analisada pelo estudo de ocorrência de deposição de rejeitos no ambiente marinho adjacente à foz do rio Doce. Fonte: Golder (2016).

Este estudo trouxe como conclusão que:

- Os sedimentos próximos à foz do rio Doce são predominantemente lamosos, tornando-se gradativamente arenosos em direção a norte, leste e sul.
- Foram encontradas evidências visuais de deposição de rejeito exclusivamente sobre fundos lamosos, até a profundidade máxima de 34 metros, incluindo as seguintes áreas:
  - Ao longo de linhas de monitoramento concêntricas à foz do rio doce;
  - Ao longo do transecto feito em Povoação, limitando-se a 32 metros de profundidade;
  - Ao longo do transecto feito em Regência, limitando-se a 38 metros de profundidade;
  - Ao longo do transecto feito em Comboios, limitando-se a 29 metros de profundidade.

- Não foi encontrada evidência visual de deposição de rejeito nos pontos de vistoria localizados no interior da APA Costa das Algas e do REVIS de Santa Cruz.
- Nos pontos de vistoria dessas UCs também não foram observados indícios visuais de deposição de rejeitos e/ou impacto agudo sobre os rodolitos e macroalgas que ocorrem no ambiente bentônico.

A Figura 3 apresenta o mapa de identificação visual da deposição de rejeitos no referido estudo.



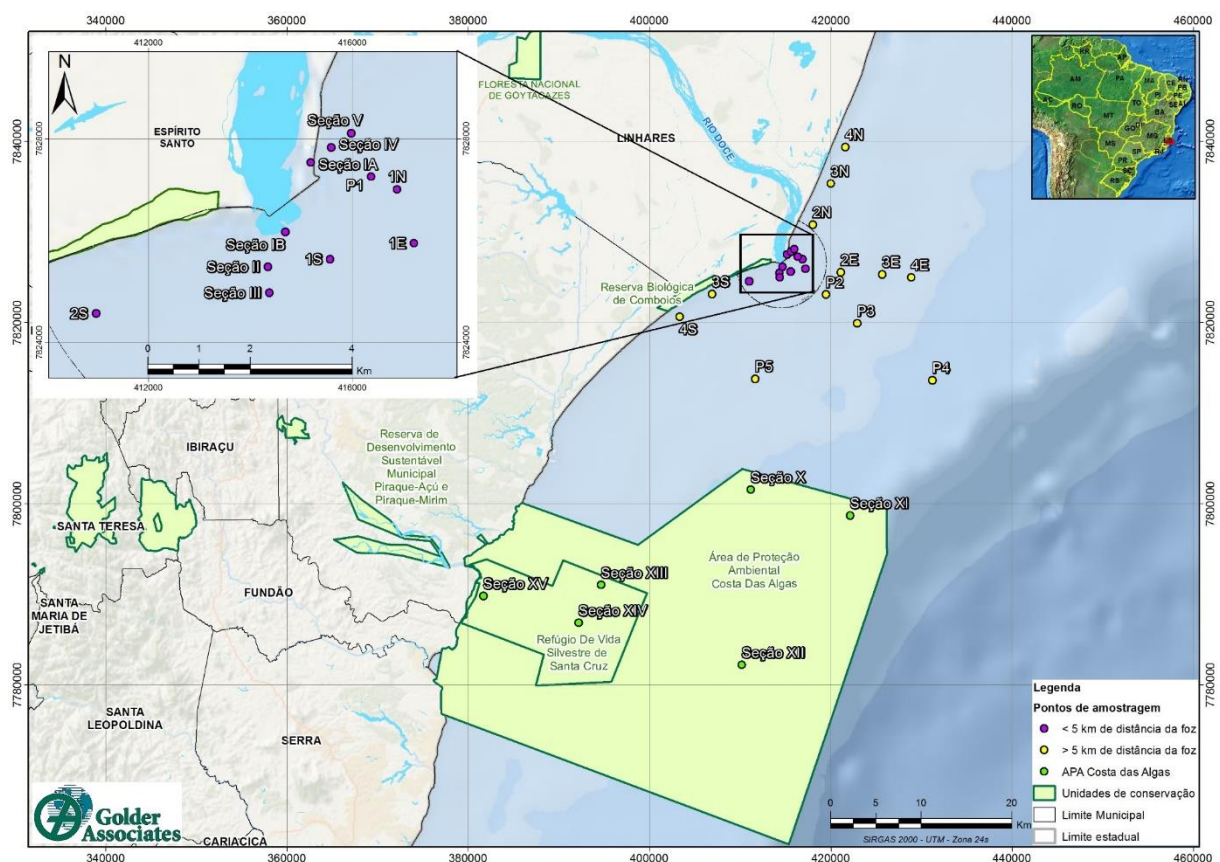
**Figura 3** - Identificação de presença e ausência de rejeitos nos transectos estudados, conjugado à frequência de ocorrência da pluma.

Os resultados encontrados neste estudo ampliam a área para onde é conhecida a deposição de rejeitos quando comparados aos resultados do relatório da Marinha. Dessa maneira, os limites da AA1 no mar são estendidos para além locais amostrados pela Marinha com resultado positivo para a deposição de rejeitos, objetivando contemplar outras áreas para onde esta condição é conhecida.

### 2.3.3 Monitoramento de água e sedimento

O monitoramento marinho utilizado para embasar a discussão da AA1 é realizado desde antes da chegada da pluma de rejeitos no mar e atende a uma demanda do Ministério Público do Espírito Santo. São 28 pontos de monitoramento, conforme Figura 4.

Os pontos de amostragem foram divididos em grupos, definidos conforme frequência de ocorrência da pluma Contínua Densa, com base em Econservation (2017). Os pontos localizados em um raio de 5 km a partir da foz do rio Doce apresentam frequência de ocorrência da pluma Contínua Densa superior a 40%, enquanto os pontos que estão fora deste raio apresentam frequências inferiores a 40% (com exceção do ponto P4, onde não foi registrada a pluma Contínua Densa em nenhum momento). Nos pontos da APA Costa das Algas não foi registrada ocorrência da pluma Contínua Densa em nenhum dos sobrevoos. Deste modo, o agrupamento proposto facilitou a análise dos resultados, já que os grupos representam estações com distintas influências potenciais dos sedimentos e rejeitos oriundos da foz do rio Doce.



**Figura 4 -** Pontos de monitoramento de qualidade de água e sedimento no ambiente marinho. Fonte: Golder (2016).

Para uma avaliação mais focada na questão de deposição de rejeito, sendo esta a condição para definição da AA1 conforme estabelecido no TTAC, foram utilizados somente os resultados das análises de elementos inerentes ao rejeito, conforme caracterização realizada em estudos anteriores. Assim, para este estudo foi utilizada a fração total de Ferro, Alumínio e Manganês no sedimento. A seleção destes elementos se baseia nos dados coletados pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e citados por Golder (2017) no estudo “*Qualidade da Água e do Sedimento na Zona Costeira Próxima à Foz do Rio Doce e na APA Costa das Algas - Atualização de Maio/2017*”. A UFES realizou campanha de coleta de dados antes da chegada do rejeito, mais precisamente em 09/11/2015. A utilização dos mesmos parâmetros possibilita a comparação com dados coletados posteriormente.

Para os elementos elencados como relevantes para esta definição, nenhum deles apresentou valores de referência na Resolução CONAMA 454/2012.

Para o ferro, as concentrações no sedimento apresentaram variabilidade muito intensa, com resultados superiores a 100.000 mg/kg observados quase que exclusivamente em estações da área mais próxima à foz (< 5 km). Na APA, os resultados não alcançaram 50.000 mg/kg. Resultados elevados como os observados na área mais próxima à foz foram encontrados ao longo de toda a série temporal.

Nota-se que na maioria das estações as concentrações estão dentro da faixa de variação anterior ao rompimento da barragem, conforme relatório da Golder (2017). As exceções são as estações Seção III, 2S, 1S e 1E, todas do grupo espacial < 5 km. Porém, ressalta-se que os pontos alinhados à costa sofreram maiores variações com relação à concentração de ferro, sendo isto observado principalmente nas estações 2N e 3N.

As concentrações de alumínio nos sedimentos monitorados apresentam ampla variação, com resultados mais elevados acima de 60.000 mg/kg e os mais baixos inferiores a 500 mg/kg. Na área dentro do raio de 5 km de distância para a foz do rio, as medianas variaram entre 1.240 e 19.500 mg/kg. Os percentis 95% variaram de 7.817 a 41.102 mg/kg, sendo os maiores resultados obtidos para a estação 2S.

As concentrações de manganês nos sedimentos variaram desde resultados inferiores a 100 mg/kg, encontrados em pontos amostrais da área < 5 km, sobretudo na Seção II, até resultados mais elevados, em torno 1.200 mg/kg, encontrados tanto em < 5 km quanto em > 5 km. Para as amostras localizadas dentro do raio de 5 km da foz do rio Doce, as medianas variaram entre 93 e 746 mg/kg, com percentil 95% entre 348 e 1.017 mg/kg. Para as amostras

localizadas fora do raio de 5 km, a mediana varia entre 143 e 742 mg/kg e percentil 95% de 377 e 1.251 mg/kg. A similaridade entre os pontos de < 5 km e > 5 km sugere baixo potencial de influência da deposição de rejeitos sobre as concentrações deste metal nos sedimentos, mesmo padrão observado para o alumínio.

#### **2.3.4 Avaliação do impacto da lama/pluma Samarco sobre os ambientes costeiros e marinhos (ES e BA) com ênfase nas Unidades de Conservação - 1ª Expedição do Navio de Pesquisa Soloncy Moura do CEPSUL/ICMBio.**

Este estudo foi publicado no site do ICMBio em 28 de abril de 2016 e comunica os resultados da primeira expedição realizada pelas Universidades sob coordenação deste órgão, com coletas de campo conduzidas entre os dias 22 de janeiro e 03 de fevereiro de 2016. Teve como objetivo a avaliação e monitoramento dos possíveis impactos sobre a biodiversidade marinha (ictiofauna, carcinofauna, plâncton e bentos), com especial referência a áreas de Unidades de Conservação e seu entorno e áreas foco de planos de ação entre o Norte do Espírito Santo e o Sul da Bahia.

O estudo compreendeu quatro áreas de amostragem com 13 pontos de coleta ao longo do litoral do norte do Espírito Santo até o sul da Bahia, incluindo ambientes recifais coralíneos e algais. Os treze pontos de monitoramento se dividiram entre as seguintes áreas:

- a. APA Costa das Algas e REVIS de Santa Cruz: foram realizadas coletas de amostras de água e de material biológico em dois pontos de coleta (CA1 e CA3).
- b. REBIO Comboios - Foz do Rio Doce: foram realizadas coletas de amostras de água e de material biológico em seis pontos de coleta (RD1, RD3, RD6, RD8, RD9 e RD10).
- c. Barra Nova/São Mateus: foram realizadas coletas de amostras de água e de material biológico em dois pontos de coleta (BN1 e BN2).
- d. Região de Abrolhos: foram realizadas coletas de amostras de água e de material biológico em três pontos de coleta (AB1, AB2 e AB4).

Este estudo não contemplou avaliações sobre amostras de sedimentos para a avaliação da presença ou ausência do rejeito de mineração. Foi feita a análise da concentração de metais em amostras de água e material biológico e análise de biomarcadores de dano biológico (lipoperoxidação).

Este estudo teve como principais conclusões:

- A existência de contaminação por metais na água coletada nas diferentes áreas de estudo, sendo que em muitos casos os níveis observados representam concentrações acima dos limites permitidos para as águas de Classe I, conforme definido pela Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005;
- Foram observados padrões espaciais distintos de distribuição dos metais analisados, inclusive quando são comparadas as concentrações totais e dissolvidas destes elementos na água. Quando são consideradas as concentrações totais dos metais, fica evidente a importante contribuição da pluma da foz do rio Doce nas concentrações de todos os metais analisados (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn e Pb);
- Assim como observado nos pontos de coleta mais próximos da foz do rio Doce, foram também observadas concentrações elevadas de todos os metais analisados, à exceção do cobre (Cu), nos pontos de coleta na região de Barra Nova (BN1 e BN2), sugerindo a possível existência de outra fonte de aporte de metais nesta região, além daquela bem caracterizada pela contribuição da foz do rio Doce;
- O padrão espacial de distribuição dos valores de bioacumulação corporal dos metais no zooplâncton coincide com o padrão espacial de distribuição dos níveis de contaminação da água observado para todos os metais analisados, à exceção do cobre (Cu);
- O padrão espacial de resposta do biomarcador de estresse utilizado (lipoperoxidação corporal) coincide com os padrões observados de contaminação da água e da bioacumulação dos metais analisados, indicando que os metais associados à pluma da foz do rio Doce encontram-se disponíveis para assimilação pelo zooplâncton;
- O padrão espacial de resposta do biomarcador de estresse utilizado (lipoperoxidação corporal) no coral *Millepora alcicornis* na região de Abrolhos coincide com o padrão espacial de contaminação da água naquela região por metais, especialmente o cádmio (Cd), indicando assim a necessidade de monitorar a saúde destes organismos nos diferentes pontos de coleta na região de Abrolhos;
- Na maioria das amostras de músculo dos pescados analisados (crustáceos e peixes), os níveis de contaminação estão acima dos limites permitidos pela legislação vigente Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) nº 42, de 29 de agosto de 2013. No entanto, o relatório não esclarece sobre a distribuição das amostras contaminadas; e
- Diferentemente do observado para as concentrações corporais de metais no zooplâncton, as concentrações dos metais analisados nas amostras de músculo dos

pescados (crustáceos e peixes) cujos limites estão regulamentados pela RDC nº 42 da Anvisa não seguiram um padrão espacial de distribuição bem definido na área de estudo.

O estudo apresenta resultados importantes sobre a condição do ambiente após a chegada do rejeito no ambiente marinho, mas não traz análises de sedimento que possam complementar a avaliação de deposição de rejeito no sedimento marinho.

Além do estudo acima descrito, foi realizado também um estudo sobre a Oceanografia Geológica, encontrado no *site* do ICMBio (<http://www.icmbio.gov.br/portal/publicacoes?id=7862:documentos-rio-doce>; acesso em 12/07/2018) elaborado por equipe da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES): Prof. Alex Cardoso Bastos, Prof. Valéria da S. Quaresma, Caroline Fiorio Grilo, Daniele Peron D'Agostini, Estefânia Godinho, Geandre C. Boni, Marcos Daniel Leite, Renata Caiado Cagnin e Ricardo Bisi Jr.

Este estudo foi realizado entre os dias 27/01/2016 a 02/02/2016, com a utilização do navio Soloncy Moura, e teve como objetivo a coleta de dados na plataforma do Espírito Santo (entre a APA Costa da Algas/ Foz do Rio Doce/Barra Nova) e na Plataforma de Abrolhos para identificação e caracterização do material sedimentar aportado na região.

Foram amostrados 21 pontos de monitoramento, onde foram coletados dados biológicos, sedimento superficial para análise granulométrica, de densidade e de mineralogia de argila, além de coleta de água para determinação de concentração de Material Particulado em Suspensão (MPS).

Como resultados principais para auxílio na avaliação da AA1, foi avaliada a distribuição granulométrica do sedimento. Nas áreas adjacentes à desembocadura do rio Doce a distribuição granulométrica encontrada teve como característica principal a presença de um material muito fino nas estações SD01 e SD02. Nas estações SD03 e SD04, de maior profundidade (-30 e -40m, respectivamente), essa fração fina diminui passando a um domínio arenoso. A estação SD01 se mostra muito argilosa, o que não seria esperado devido à profundidade (-10m). A essa profundidade é muito comum o processo de ressuspensão do depósito por ondas e normalmente o material seria mais grosso, com tendência a arenoso. Mesmo quando se analisa a distribuição total (incluindo a fração arenosa), nota-se a presença marcante da fração areia muito fina. De uma forma geral se observa um aumento nos teores de argila em todas as estações e uma diminuição na proporção de silte muito fino. Observa-se então um deslocamento do pico da curva granulométrica em direção às frações mais finas.

Na região da APA Costa das Algas não foi possível ter um padrão comparativo, mas se observa que na estação CA01 a distribuição granulométrica está concentrada na fração de finos, a partir da areia muito fina com altos teores de argila. Na estação CA02 observa-se uma distribuição bimodal concentrada na fração areia fina e muito fina e na fração silte muito fino e argila. Na estação CA03 os teores siltosos e argilosos diminuem, mas continuam existentes. A estação CA04 não foi avaliada, pois só foram recuperados rodolitos.

Para a região de Barra Nova, na direção norte foi observado que as duas estações têm características bem diferenciadas em termos de distribuição granulométrica. A estação BN02 (-20m) apresenta um material mais fino, concentrado na fração areia fina e muito fina, e a BN01 (-30m) apresenta material totalmente arenoso.

Para a plataforma de Abrolhos o predomínio é cascalho/arenoso e apenas em algumas estações observam-se pequenos teores de material mais fino. A presença de cascalhos nessa área está diretamente ligada à atividade biológica, com grande produção de bioclastos. Os teores de  $\text{CaCO}_3$  ainda não haviam sido determinados, mas o relatório indica que a bibliografia consultada define que a cobertura sedimentar superficial na área é mista, com presença de sedimento terrígeno próximo à costa e carbonático a partir dos 12m de profundidade, inclusive com presença de sedimento lamoso carbonático.

Este estudo trouxe uma comparação entre seus resultados e os resultados do estudo executado com o navio da Marinha:

- De forma geral o comportamento se manteve, mas com uma grande alteração em termos de valores de MPS e distribuição granulométrica;
- A granulometria do sedimento se altera em direção *offshore* com aumento dos teores de cascalho e areia. Em sentido sul ocorre um maior afinamento da granulometria com domínio de silte e argila, principalmente em regiões mais rasas;
- A grande diferença entre essas duas expedições está na concentração de MPS. Durante a expedição da Marinha a situação foi descrita como crítica e aguda, uma vez que foi realizada logo após a chegada da “onda” de rejeitos na plataforma continental do Espírito Santo. Após esse momento agudo, se observou diminuição na concentração do MPS e um aparente aumento de material fino junto ao fundo, formando depósitos sedimentares com características diferenciadas de registros pretéritos. Outro ponto a destacar é que o rio apresentava condições hidrológicas diferentes entre as duas expedições. Em Novembro/Dezembro (27/11 a 02/12) de 2015, período de expedição da Marinha, a bacia hidrográfica passava por um período de seca histórica; durante o

levantamento do Soloncy Moura a bacia já recebia chuvas intensas. Durante o período de chuvas o material aportado provavelmente estaria mais diluído do que durante a expedição da Marinha;

- Concluiu-se que a plataforma do Espírito Santo continuava em processo de busca de equilíbrio em função do aporte de rejeito. Isso se dá devido as características do material que é muito mais fino do que o material que originalmente aportaria a região, mesmo em momentos de cheia do rio. A observação principal é justamente o afinamento da granulometria do depósito de fundo. O material mais fino, dependendo das condições físicas locais, poderia continuar sendo ressuspensão e disponibilizado na coluna d'água durante muito tempo. Além disso poderia estar alterando as características dos habitats da região em questão, podendo levar a soterramento de organismos ou mesmo seu afastamento. Ressaltou-se que na foz do rio Doce é praticada a pesca de camarão por arrasto, o que contribuiria para ressuspender esse material na coluna d'água e redistribuí-lo na plataforma pelas correntes marinhas;
- Outra preocupação apontada no documento e relacionada com o afinamento da granulometria é o fato dos poluentes geralmente se associarem à granulometria de silte a argila, devido às características de ligações químicas que essas partículas propiciam. Assim, é colocado como de extrema importância o controle da fonte desse material.

Apesar dos dados recolhidos nesta primeira expedição fornecerem evidências da modificação da composição granulométrica do fundo marinho, não se comunica sobre os locais onde houve deposição do rejeito. Este estudo, portanto, não auxilia na delimitação da AA1.

### **2.3.5 Relatório Técnico-Científico – contrato 105/2016 – resultados da 2ª Expedição do Navio de Pesquisa Soloncy Moura do CEPSUL/ICMBio**

A segunda expedição do Soloncy Moura visou a coleta de amostras ambientais e biológicas em continuidade ao esforço empreendido no início de 2016. As amostragens foram realizadas no período de 19 a 27/04/2016.

Este estudo focou em quatro objetivos:

- análise de contaminantes (metais e arsênio);
- possibilidades de contaminação na área do Parque Nacional Marinho de Abrolhos e regiões relacionadas;

- análise de assinaturas geoquímica de elementos em comparação com a pluma de sedimentos do rio Doce; e
- análises de biomarcadores (lipoperoxidação).

Novamente, não são apresentados resultados sobre a presença ou ausência do rejeito de mineração no fundo marinho.

Quanto às análises de água, pôde-se observar reduções significativas nos níveis de contaminação por cádmio, cromo, cobre e chumbo, quando comparados com os resultados obtidos na expedição anterior. No entanto, houve aumento das concentrações de arsênio, ferro e manganês, especialmente em alguns pontos de coleta na foz do rio Doce e/ou região adjacente, inclusive com níveis de arsênio total e ferro dissolvido acima daqueles permitidos pela legislação vigente. A presença do gradiente decrescente nas concentrações de ferro e manganês a partir da foz do rio Doce nas amostras coletadas e analisadas tanto no presente estudo quanto no estudo anterior indicam a contribuição da foz para as concentrações desses elementos nas águas costeiras.

Quanto à contaminação do zooplâncton e do pescado (peixes e camarões) por metais, observou-se redução nas concentrações dos metais analisados, à exceção da concentração de ferro no músculo do pescado. Para arsênio, cádmio e chumbo observou-se que 99% das amostras encontravam-se em conformidade com a legislação.

Na segunda etapa do estudo foram feitas análises para identificar possíveis contaminações da pluma de rejeito na região de Abrolhos. Esta avaliação teve caráter preliminar e foi baseado em um número restrito de amostras. Os resultados obtidos a partir da análise de isótopos de Sr e Nd e microanálise elementar mostraram potencial desta técnica na identificação de assinaturas de origem de sedimentos na área costeira entre a foz do rio Doce e o Parque Nacional dos Abrolhos.

A terceira etapa visou descrever a atividade de monitoramento geoquímico para a pluma de sedimentos sobre a região do Parque Nacional dos Abrolhos. Este estudo possibilitou determinar as assinaturas radiogênicas para todas as amostras coletadas até então.

As assinaturas radiogênicas são associadas às origens mineralógicas das amostras. O formato de dipolo observado na distribuição das assinaturas das amostras de Abrolhos e da foz do Rio Doce analisadas sugere duas origens independentes dos sedimentos coletados nestas duas regiões. Os resultados mostram, para aquele momento, uma nítida separação entre as assinaturas das amostras coletadas em Abrolhos e aquelas coletadas na foz do rio Doce.

A análise de biomarcadores (lipoperoxidação) foi realizada utilizando amostras de zooplâncton e corais. Como considerações finais, é dito que os dados coletados na segunda expedição mostram redução na resposta do biomarcador de estresse avaliado (peroxidação lipídica) nas amostras de zooplâncton de todos os pontos de coleta, à exceção daqueles em Abrolhos, os quais apresentaram o menor valor médio nas amostras analisadas na primeira expedição. Este fato indica que houve uma redução no dano biológico em nível de lipídeos, sugerindo uma redução do impacto de estressores ambientais na área de estudo.

Novamente, os dados recolhidos nesta expedição não incluem uma análise ou descrição dos locais onde houve deposição do rejeito. Este estudo, portanto, não auxilia na delimitação da AA1.

### **2.3.6 Monitoramento da Influência da Pluma do Rio Doce após o rompimento da Barragem de Rejeitos em Mariana/MG – Novembro de 2015: Processamento, Interpretação e Consolidação de Dados**

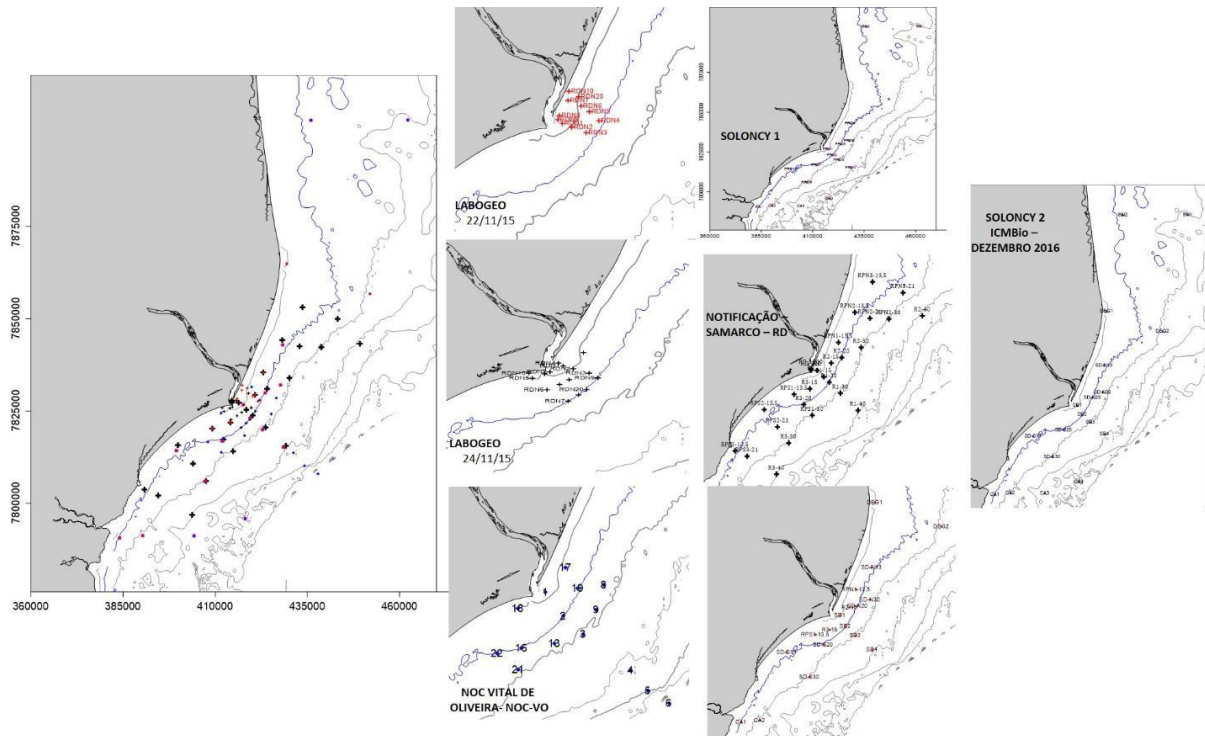
Com o objetivo de compilar os dados recolhidos nas expedições realizadas pelas Universidades e coordenadas pelo ICMBio, a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) emitiu relatório descrevendo o processamento, interpretação e consolidação dos dados. O relatório discute os resultados dos levantamentos e estudos hidro-meteoceanográficos realizados na Plataforma Continental Norte do Estado do Espírito Santo, visando avaliar a influência da pluma do Rio Doce após o aporte do rejeito.

A data de realização das expedições e a quantidade de estações de monitoramento em cada uma delas é apresentada na Tabela 1. Os pontos de amostragem são ilustrados na Figura 5.

**Tabela 1** - Período e número de estações de cada um dos levantamentos realizados durante o monitoramento

(Fonte: UFES, 2017)

EXPEDIÇÃO	DATA	PERÍODO	Nº DE ESTAÇÕES
LABOGEO	22/11/2015	22 DE NOVEMBRO 2015	10
LABOGEO	24/11/2015	24 DE NOVEMBRO 2015	15
NOC VITAL DE OLIVEIRA- NOC-VO	27/11/2015 à 02/12/2015	NOCVO- NOVEMBRO 2015 e NOCVO DEZEMBRO DE 2015	23
SOLONCY 1	28/01/2016 à 02/02/2016	JANEIRO 2016	21
NOTIFICAÇÃO - SAMARCO – RD	03/02/2016 à 05/02/2016	FEVEREIRO 2016	29
SOLONCY 2	19/04/2016 à 27/04/2016	ABRIL 2016	27
LABOGEO - NOVEMBRO 2016	23/11/2016 à 26/11/2016	NOVEMBRO 2016	17
ICMBio - DEZEMBRO 2016	05/12/2016 à 10/12/2016	DEZEMBRO 2016	16



**Figura 5** - Distribuição dos pontos de amostragem das expedições coordenadas pelo ICMBio. À esquerda, mapa compilando as estações de amostragem de todas as expedições. No centro e à direita, mapas com a distribuição das estações por expedição.

Para que este estudo auxiliasse na definição da AA1, a análise foi focada no item relacionado a sedimento e MPS (Variabilidade espacial e temporal de MPS e sedimento de fundo na plataforma adjacente à foz do rio Doce, após o aporte de material de rejeito de minério: 1 ano de coletas). Este item foi elaborado com o objetivo de entender a distribuição e potencial mobilidade do sedimento de fundo após o aporte do rejeito.

Foram realizadas diversas análises do ponto de vista sedimentar, como concentração de material particulado em suspensão, granulometria do sedimento superficial, densidade do sedimento superficial e mineralogia. Nem todas as expedições tiveram análises mineralógicas ou de densidade. No total, foram cerca de 600 amostras analisadas para os vários parâmetros.

Como contribuições à delimitação da AA1, destacam-se as seguintes conclusões:

- Os maiores valores de concentração de MPS predominam nas estações mais rasas e junto ao fundo. Além disso, as maiores concentrações de MPS foram documentadas na primeira semana da chegada da lama de rejeito no mar (Novembro de 2015). Estes valores chegaram a 9000 mg/L;

- A análise de MPS por profundidade mostrou que a partir de janeiro de 2016 os maiores valores foram observados ao norte da foz do rio Doce;
- Na região da APA Costa das Águas, durante a expedição “SOLONCY 1”, as estações mais profundas apresentaram valores mais elevados de concentração de MPS (próximo dos 40 mg/L);
- Na região de Degredo, os maiores valores de MPS também ficaram restritos à estação mais rasa, e próximo ao fundo. Cabe ressaltar que essas estações só foram amostradas nas expedições “SOLONCY 2” (abril de 2016) e “ICMBio - Dezembro 2016”. Os teores de areia e lama não variaram muito durante as coletas e se manteve o domínio lamoso nas duas expedições;
- Para a região de Abrolhos, os valores de MPS foram bem inferiores aos encontrados na plataforma continental adjacente à foz do Rio Doce. A plataforma de Abrolhos se manteve com predomínio na fração cascalho e areia, não apresentando diferenças entre as expedições;
- Quanto ao sedimento superficial de fundo, ao longo do monitoramento, foi observado um “afinamento” da granulometria em direção às estações localizadas ao norte da desembocadura do rio Doce. O setor Sul se apresenta mais arenoso, com tendência a “estável”;
- Os teores de areia e lama sofreram maiores variações ao sul da desembocadura, próximo aos 10m de profundidade (os teores de areia aumentaram em cerca de 70%), e ao Norte nos 30m (variação dos teores de lama de 30 a 80%);
- Na plataforma da APA Costa das Algas, foi observado um aumento no aporte de lama na expedição “SOLONCY 2” (abril de 2016). Após esse período, as estações voltaram a apresentar-se mais arenosas.

A compilação dos resultados neste estudo corrobora a ampliação da área para onde é conhecido o deslocamento de sedimento fino, que pode sugerir a presença do rejeito de mineração para além dos pontos verificados no relatório da Marinha, no relatório da Golder (2016) e à proposta de uso dos limites da pluma Contínua Densa 40-60% como limites mínimos da AA1 na região marinha. Dessa maneira, os limites da AA1 no mar são estendidos para além

desta pluma e dos locais amostrados com resultado positivo para a deposição de rejeitos, objetivando contemplar outras áreas para onde esta condição é conhecida.

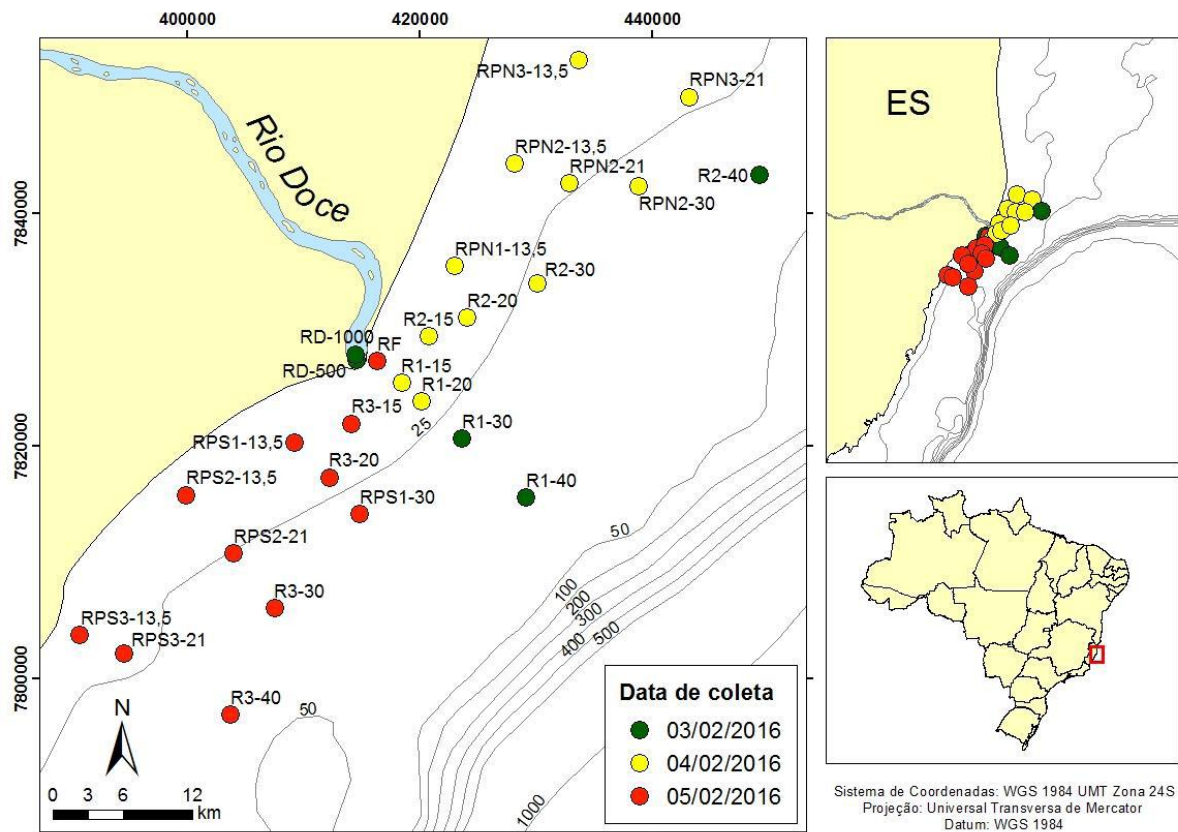
Esta compilação de estudos mostra que a presença de teores de areia e lama sofreram maiores variações ao sul da desembocadura, em região mais rasa, próximo aos 10m de profundidade, e ao Norte em região mais profunda, chegando a ser encontrada próximo aos 30m. Estes resultados corroboram com os resultados que serão apresentados no tópico 2.3.7, onde foi possível identificar os pontos de monitoramento que apresentaram maior presença de finos e, com isso, foi possível redimensionar a AA1.

### **2.3.7 Processamento, Interpretação e Consolidação de Dados da Área Estuarina e Marinha na Foz do Rio Doce - ES**

Este relatório apresenta a análise integrada dos dados coletados entre os dias 03 e 05 de Fevereiro de 2016 como parte do monitoramento da foz do rio Doce e da região marinha adjacente em atendimento à Notificação IBAMA nº 16388/série-E.

Para este estudo serão apresentados somente os resultados e conclusões referentes às análises de material particulado em suspensão e sedimento de fundo, em consonância com o objetivo de delimitação da AA1.

A descrição das ações será apresentada em três partes, pois os relatórios técnicos (RT 1, 2 e 3) foram produzidos para apresentação de resultados de três conjuntos de estações amostrais, apresentados na Figura 6.



**Figura 6** - Localização das estações amostrais do estudo “Processamento, Interpretação e Consolidação de Dados da área Estuarina e Marinha na Foz do Rio Doce - ES”.

O primeiro relatório é referente às estações amostrais RD-1000, RD-500, RF, R1-15, R1-20, R1-30 e R1-40, que compõem uma linha transversal à linha de costa, se estendendo desde o estuário do Rio Doce, a cerca de 1000m da foz (RD-1000), até 40m de profundidade na plataforma continental adjacente (R1-40).

Como resultados deste primeiro relatório técnico, destacam-se:

- Os maiores valores de MPS foram obtidos dentro do rio, conforme esperado. Nesse local o MPS está mais disperso em função da baixa salinidade, mantendo-se em suspensão por período maior;
- Quando se aproxima do oceano ocorre a floculação do MPS em função da maior salinidade. Dessa forma, o material inicia o processo de decantação e, por consequência, a concentração do MPS diminui drasticamente à medida que a pluma de MPS se desloca oceano adentro;

- O relatório ressalta que o MPS não se refere apenas à parte sedimentar mineral, mas a qualquer material que estiver na coluna d'água. Portanto, atividades de organismos apresentam influência sobre esses dados, o que provavelmente ocorreu naquela ocasião;
- A granulometria total e superficial de fundo reflete bem o comportamento do MPS. Dentro do rio observam-se os maiores teores de areia grossa e média, conforme descrito na literatura. Naquela ocasião não se verificou deposição do material mais fino no leito do rio. Este provavelmente estava em suspensão, o que é indicado pelos altos valores de MPS na coluna. No ambiente marinho os valores de MPS eram bem menores e os valores de material mais fino (lama) aumentam no sedimento de fundo, principalmente nas menores profundidades. A literatura aponta que a plataforma nesta região apresenta domínio lamoso até aproximadamente 20m de profundidade, mas que os teores de lama na região da estação R1-15 deveriam estar entre 50 e 75%. Nesta investigação os valores encontrados são próximos aos 85%. No entanto, o relatório indica que investigação e análises mais detalhadas precisavam ser realizadas.

O segundo relatório é referente às estações amostrais R3-15, RPS1-13,5, RPS2-13,5, RPS3-13,5, R3-20, RPS2-21, RPS3-21, RPS1-30, R3-30 e R3-40, que compõem área ao sul da desembocadura do Rio Doce.

Como resultados deste segundo relatório técnico, destacam-se:

- Os maiores valores de MPS foram obtidos em áreas mais rasas e próximas à foz do rio, conforme esperado;
- À medida que a pluma de MPS se deslocava oceano adentro para áreas mais distantes da foz, a concentração do MPS diminuía de forma rápida;
- Os maiores valores de MPS próximos ao fundo podiam indicar um processo de ressuspensão por ondas, pois a área de estudo é alvo de atividade de ondas nas regiões mais rasas;
- A granulometria total e superficial de fundo reflete bem esse comportamento do MPS. Os valores de MPS na coluna d'água caíam rapidamente e os valores de material mais fino (lama) aumentaram no sedimento de fundo, principalmente nas menores profundidades;
- Como já discutido e ressaltado anteriormente, a literatura descreve que a plataforma nesta região apresenta domínio lamoso até aproximadamente 20m de profundidade,

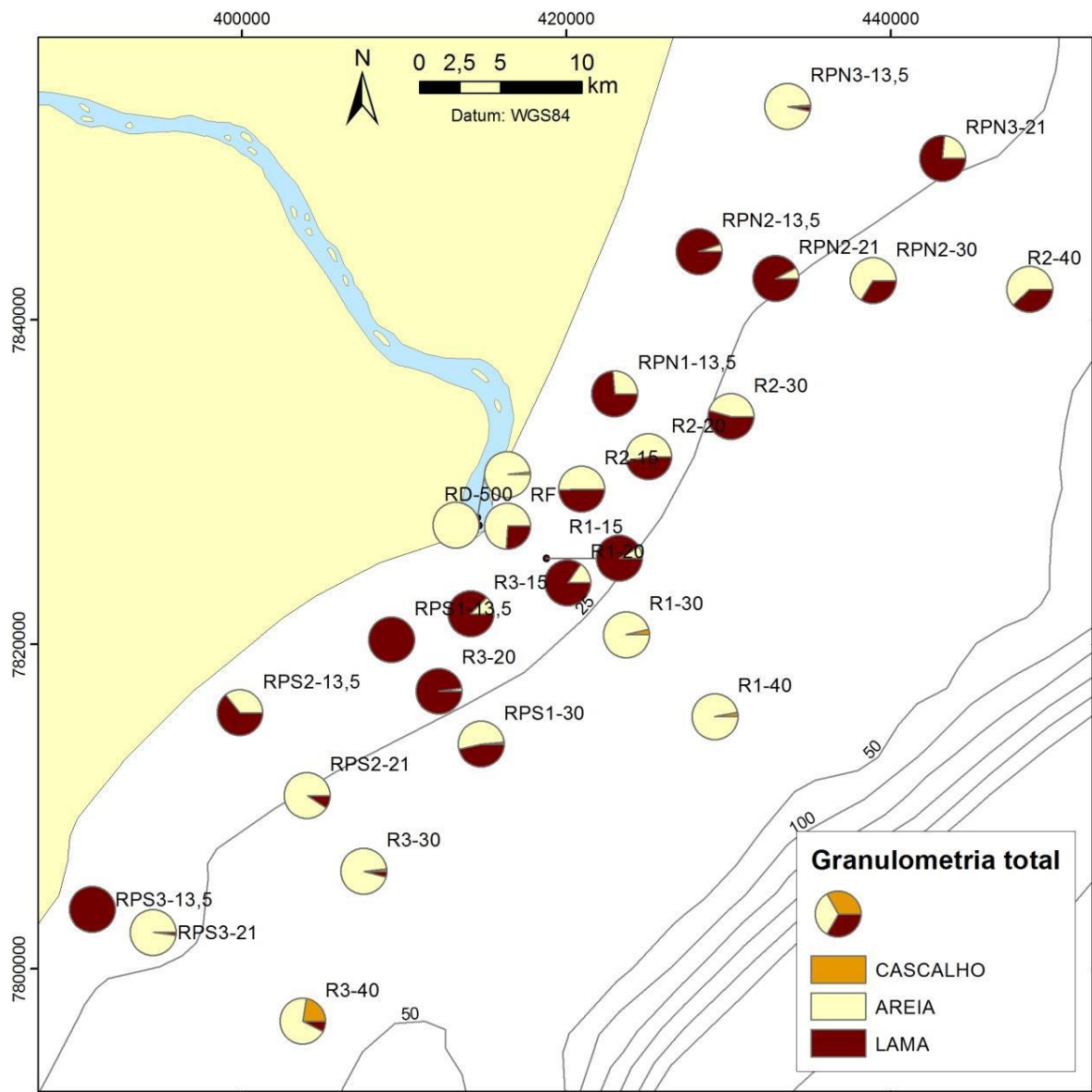
o que estava de acordo com o observado. Porém, destacava-se um afinamento bem sensível do material de fundo em relação à literatura;

O terceiro relatório é referente aos pontos amostrais R2-15, RPN1-13,5, RPN2-13,5, RPN3-13,5, R2-20, RPN2-21, RPN3-21, RPN2-20, R2-30 e R2-40, que compõem área ao norte da desembocadura do Rio Doce. As estações se distribuem entre as profundidades de 13,5m e 40m.

A discussão que será aqui apresentada se refere aos resultados de todas as estações amostrais na plataforma adjacente ao Rio Doce. Assim sendo, a plataforma em questão será avaliada de forma completa integrando os dados desse relatório e dos dois relatórios anteriores.

De forma geral, foi verificada clara espacialização da distribuição do MPS. Os maiores valores, como esperado, foram encontrados no estuário do rio Doce e imediatamente após a desembocadura. Isso ocorre (como já descrito) em função do processo de floculação que se inicia assim que esse material entra em contato com a água salina do mar. Assim, é comum encontrar um material mais disperso em um ambiente fluvial, uma vez que o processo de floculação ali existente não é tão eficiente como o que ocorre no ambiente marinho.

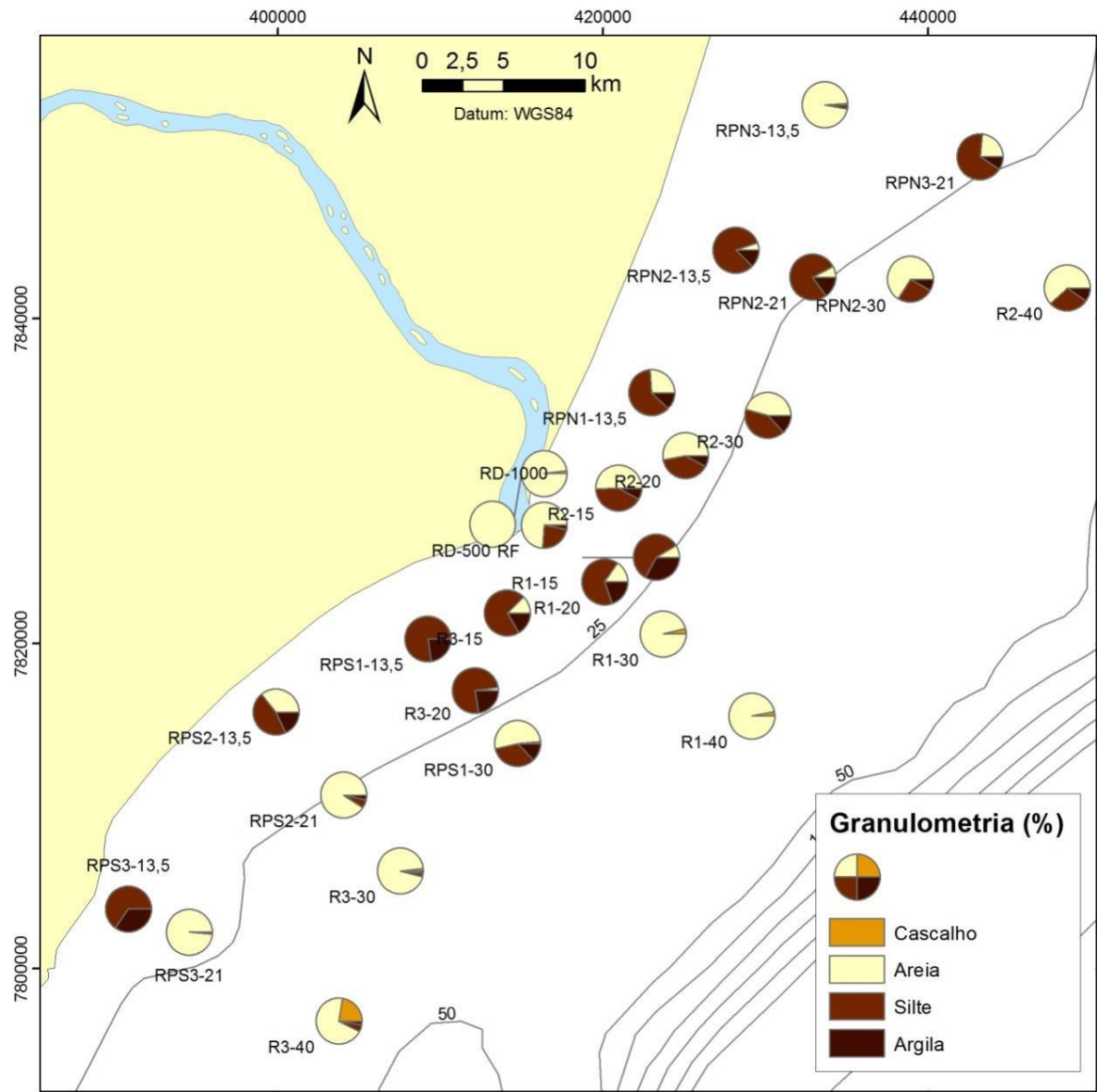
Em relação à distribuição de sedimento de fundo, novamente a espacialidade e o limite de profundidade foram evidentes em toda a área de estudo (Figura 7). As estações amostrais onde existe o domínio de lama se encontram em profundidades menores que 20 m. O relatório mostra que a literatura consultada já discutira esse aspecto e relaciona esse depósito aos processos de formação do delta submerso do rio Doce.



**Figura 7** - Mapa indicando a distribuição das estações amostrais com os teores de cascalho, areia e lama.

O que chama a atenção dos autores não é a presença da lama na área, mas sua distribuição em classes granulométricas. Quando analisada a fração silte com maior detalhe e esta é comparada com os resultados da literatura consultada, observa-se um aumento de mais

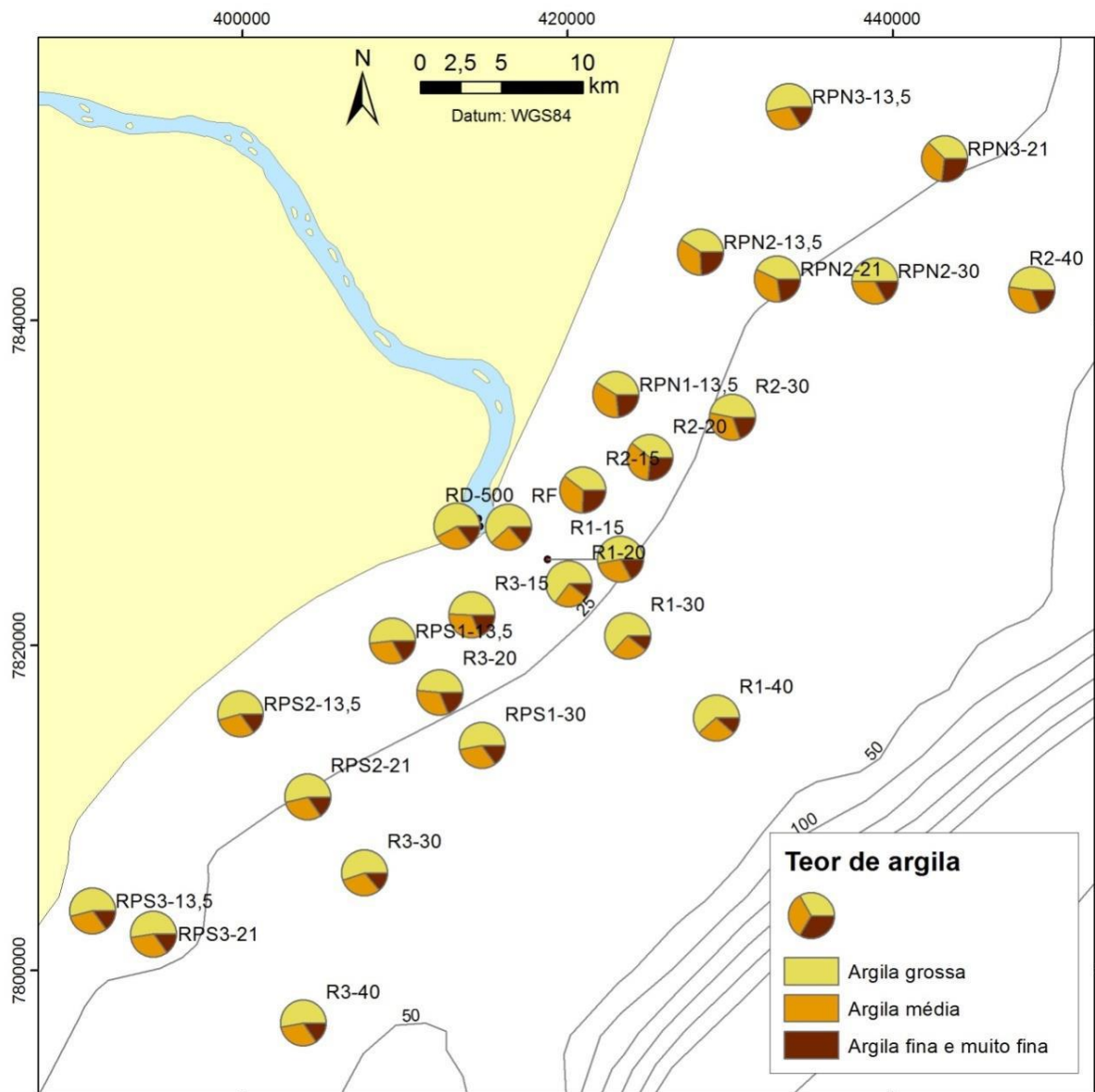
de 50%. Em alguns casos o teor de silte na amostra chegou a cerca de 80% (e.g. estação RPN2-13,5), enquanto a literatura mostra média de 50% para pontos próximos (Figura 8).



**Figura 8** - Mapa indicando a distribuição das estações amostrais e teores de cascalho, areia, silte e argila.

Analisando-se a Figura 9, observa-se que dentro da fração argila os teores de argila fina a muito fina foram consideráveis e, segundo a literatura, não eram esperados. Em algumas estações a argila fina e muito fina chega a representar cerca de 20% do total da fração argila (e.g. estações R2-15, R2-20 e RPN1-13,5). O relatório reporta que essa quantidade de material em classe tão fina não era comum para a área de estudo. Segundo a literatura consultada, essa

classe de argila não passava de 1%, o que demonstra uma alteração da distribuição das classes granulométricas na área de estudo. Este material seria teoricamente de fácil ressuspensão pela atividade hidrodinâmica e poderia impactar na característica de fundo, no padrão da dinâmica sedimentar local e nas características de habitats, refletindo sobre as comunidades de organismos bentônicos.



**Figura 9** - Mapa indicando a distribuição das estações amostrais com suas diferentes classes de argila.

Os resultados encontrados neste estudo ampliam a área onde há deposição de rejeitos, quando comparados aos resultados dos relatórios da Marinha e da Golder (2016). Dessa maneira, os limites da AA1 no mar são estendidos para além dos locais previamente

amostrados. Esta ampliação utilizou como base a alteração sedimentar que ocorreu nas estações de monitoramento, onde foi possível observar uma alta porcentagem de finos. Esta área se limita a Sul no ponto RPS 3 - 13,5 e a Norte no ponto RPN 3 - 21 (Figuras 6 a 9). Tendo em vista que estes monitoramentos ocorreram no ano de 2016, espera-se que com o monitoramento contínuo no âmbito da Cláusula 165, seja possível a realização de um desenho mais preciso sobre a área de deposição de rejeitos, desta forma contribuindo para uma avaliação mais assertiva sobre a AA1.

### **3 ÁREA DE ESTUDO DOS PROGRAMAS DE CONSERVAÇÃO E BIODIVERSIDADE**

Apesar da AA1 proposta neste documento ser limitada às regiões onde se têm evidências de deposição de rejeito, conforme está descrito no TTAC, os estudos de biodiversidade e avaliação de impacto foram estruturados para atuar em uma área mais abrangente, com o objetivo de se ter uma avaliação ampla dos sistemas marinhos e terrestre, de forma a dar mais subsídios sobre os impactos do rejeito sobre os ambientes.

Dessa maneira, é relevante considerar que os estudos em condução ou a serem conduzidos pela Renova não se limitam à AA1, mas podem extrapolar esta delimitação para permitir comparações entre áreas afetadas e não-afetadas e para uma compreensão completa dos efeitos do rompimento da Barragem de Fundão sobre a biota e os ambientes. Assim, deve-se apresentar, em conjunto com a proposta de delimitação da AA1, a área de estudo dos Programas de Conservação e Biodiversidade, onde são ou serão executadas atividades voltadas à condução das Cláusulas 164, 165, 168, 181 e 182.

A Fundação optou por esta alternativa em lugar de considerar os recortes geográficos ou oceanográficos dos termos de referência para execução do Programa de Conservação da Biodiversidade Aquática (item 2, letra b, da Deliberação CIF nº 74/2016), pois estes recortes incluem, em grande parte, localidades onde não se verificou, até o momento, a deposição do rejeito.

Com isso, a área de estudo dos programas de biodiversidade na região costeira e marinha ficou definida entre a região sul da Bahia, em Porto Seguro, até o município de Marataízes para o sul, em consonância com a área geográfica abrangida pelo Termo de Referência 4 (TR4), que define escopo dos monitoramentos em atendimento à Cláusula 165, e às Deliberações CIF nº 36/2016 e 179/2018, que definem as Unidades de Conservação que devem passar por estudos de avaliação de impacto ambiental.

Para os estudos de biodiversidade terrestre, foi apresentada uma área de estudo que compreende 5 km a partir de cada margem do rio, desde a barragem de Fundão até a foz do rio Doce. Quando há a presença de uma Unidade de Conservação nesta área demarcada, a área é aumentada de forma a compreender toda a unidade de conservação, em atendimento ao Parecer

Técnico IBAMA 01/2017-COREC/CGBIO/DBFLO, que define o escopo do monitoramento de fauna e flora terrestre em atendimento à Notificação IBAMA/ES nº 678322-E.

Além disso, será avaliada a ocorrência, magnitude e abrangência de eventuais impactos em unidades de conservação em atendimento à Cláusula 181 e Deliberações CIF nº 36/2016 e 179/2018. Estas unidades estão representadas por áreas de responsabilidade dos Governos Federal, Estadual e Municipal, bem como por Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), também contempladas pelo limite ilustrado no mapa anexo (“2018.10.17\_Area\_Estudo\_Biodiversidade”).

## 4 CONCLUSÃO

Após análise dos estudos acima mencionados, a Fundação Renova recomenda alguns critérios a serem utilizados para a identificação da Área Ambiental 1:

- Considerando a limitação geográfica já dada pelo TTAC sob o critério de deposição de rejeitos para reconhecimento da AA1;
- Considerando as condições elencadas nas premissas deste documento sobre a analogia entre AA1 e Área Diretamente Afetada (ADA) e a definição de Área de Estudo (AE);
- Considerando que foram encontradas evidências visuais de deposição de rejeito até a profundidade máxima de 34 metros, com dados do início do ano de 2016 recolhidos pela Marinha e por Golder (2016), e até profundidades similares conforme compilação dos estudos feitos pela UFES (Monitoramento da Influência da Pluma do Rio Doce após o rompimento da Barragem de Rejeitos em Mariana/MG – Novembro de 2015: Processamento, Interpretação e Consolidação de Dados);
- Considerando que os estudos relacionados à granulometria e MPS na foz do rio Doce apontaram para a presença de sedimentos finos mais próximos a regiões rasas para o sul e se distanciando da costa a norte (vide Figura 3);
- Considerando o aumento considerável dos teores de argila fina a muito fina em algumas estações amostrais, que chegou a representar cerca de 20%, do total da fração argila;
- Considerando que a escolha dos elementos para direcionar a identificação da AA1 foi subsidiada pelo estudo da Golder “*Qualidade da Água e do Sedimento na Zona Costeira Próxima à Foz do Rio Doce e na APA Costa das Algas – Atualização de Maio de 2017*” e que esses elementos têm apresentado alteração persistente ao longo do tempo;
- Considerando que, no caso do ferro e do alumínio, tratam-se de metais que apresentam concentração elevada nos rejeitos, ao passo que o manganês tem concentração baixa, mas maior mobilidade;
- Considerando que diversos parâmetros apresentaram elevações devido à chegada de rejeitos na zona costeira e nos subsequentes eventos de chuvas na bacia do rio Doce;

- Considerando que há uma relação forte entre fins e o aumento dos elementos elencados como prioritários para a identificação do rejeito;

Sugere-se que a Área Ambiental 1 seja configurada conforme mapa anexo (“2018.10.17\_mapa\_AreaAmbiental\_1”).

Ressalta-se que, como os estudos e monitoramentos em condução ou a serem realizados pela Fundação Renova abrangem uma área maior do que a AA1 aqui proposta, esta seja periodicamente revisada à medida que novas informações sobre a região sejam disponibilizadas. Isto se justifica pelo fato de a dinâmica marinha e a variação de aporte de material pelo rio Doce poderem alterar a ocorrência e acúmulo de material no ambiente; por isso, os estudos que estão sendo realizados podem trazer respostas que resultem em mais embasamentos para os entendimentos sobre esta área. A revisão da AA1 e da AE, tanto na região continental quanto na região costeira/marina, pode acontecer sempre que for finalizado um ciclo de monitoramentos, preferencialmente após o período de um ano.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUCKSCH, H. 1996. **Dictionary of Geotechnical Engineering / Wörterbuch GeoTechnik: Volume I: English - German / Band I: Englisch - Deutsch.** Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 688 p.

ECONSERVATION. 2017. **Análise Integrada dos Contornos do Deslocamento das Plumas de Turbidez no Meio Marinho.** Auto de Intimação IEMA nº 12.371/2015 - RT ECV 138/17.

FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DO RIO GRANDE – FAURG, 2016. **Relatório Técnico Científico Contrato 105/2016.** Rio Grande: Relatório Técnico, 63 p.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL. 2016. **Análise da ocorrência de deposição de rejeitos oriundos da Barragem de Fundão no ambiente marinho adjacente à foz do rio Doce – RT\_011-159-515-2282\_00-B.**

GOLDER ASSOCIATES BRASIL. 2016. **Qualidade da água e do sedimento na zona costeira próxima à foz do rio Doce e na APA Costa das Algas – Atualização julho 2016 – RT\_017-159-515-2282\_01-J.**

GOLDER ASSOCIATES BRASIL. 2017. **Qualidade da Água e do Sedimento na Zona Costeira Próxima à Foz do Rio Doce e na APA Costa das Algas – Atualização de Maio 2017 – RT-048\_159-515-2282\_01-B.**

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2016. **Avaliação do impacto da lama/pluma Samarco sobre os ambientes costeiros e marinhos (ES e BA) com ênfase nas Unidades de Conservação** 1ª Expedição do Navio de Pesquisa Soloncy Moura do CEPSUL/ICMBio. 62 p.

OLIVEIRA-JUNIOR, A. M. O. 2016. **Relatório de Levantamento Hidroceanográfico - Marinha do Brasil.** Navio de Pesquisa Hidroceanográfico “Vital de Oliveira” - Relatório Final. Vitória: Diretoria de Hidrografia e Navegação, 131 p.

SÁNCHEZ, L. E. 2008. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 495 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO (UFES), 2016a. **Processamento, Interpretação e Consolidação de Dados da área Estuarina e Marinha na Foz do Rio Doce - ES - PRIMEIRO RELATÓRIO.** 107 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO (UFES), 2016b. **Processamento, Interpretação e Consolidação de Dados da área Estuarina e Marinha na Foz do Rio Doce - ES - SEGUNDO RELATÓRIO.** 140 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO (UFES), 2016c. **Processamento, Interpretação e Consolidação de Dados da área Estuarina e Marinha na Foz do Rio Doce - ES - TERCEIRO RELATÓRIO.** 213 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPIRITO SANTO (UFES) 2017. **Monitoramento da Influência da Pluma do Rio Doce após o rompimento da Barragem de Rejeitos em Mariana/MG – Novembro de 2015: Processamento, Interpretação e Consolidação de Dados.** 254 p.