

**RESERVADO**



**MARINHA DO BRASIL**  
**COMANDO DO 1º DISTRITO NAVAL**  
Praça Mauá, nº 65 – Centro  
CEP: 20081-240 – Rio de Janeiro - RJ  
(21)2104-6104 – secom@1dn.mar.mil.br

Ofício nº 30-04/Com1ºDN-MB  
083.2

Rio de Janeiro, 8 de janeiro de 2016.

A Sua Senhoria a Senhora  
MARILENE RAMOS  
Presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e  
dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)  
SCEN Trecho 2 Ed. Sede do Ibama  
70818-900 - Brasília - DF

**Assunto: Atividades desenvolvidas pela Marinha do Brasil no litoral do Estado do Espírito Santo, em decorrência do rompimento da barragem na cidade de Mariana-MG.**

Senhora Presidente,

1. Em atenção à solicitação desse Instituto, transmito a V. Sa. o relatório anexo que descreve as ações e resultados das pesquisas realizadas pela Marinha do Brasil em apoio às ações de mitigação ao acidente ambiental no Estado do Espírito Santo.

Atenciosamente,

  
LUIZ HENRIQUE CAROLI  
Vice-Almirante  
Comandante

**RESERVADO**

0062002.00000201/2016-32

RELATÓRIO DE LEVANTAMENTO HIDROCEANOGRÁFICO

MARINHA DO BRASIL

NAVIO DE PESQUISA HIDROCEANOGRÁFICO “VITAL DE OLIVEIRA”

**RELATÓRIO FINAL**

**LH-035/15**

**“LEVANTAMENTO AMBIENTAL EXPEDITO EM REGÊNCIA/ES”**

Diretoria de Hidrografia e Navegação

**INSTRUÇÃO ESPECIAL SIMPLIFICADA LH 035/15**

Vitória, ES

**Capitão-de-Fragata ALUIZIO MACIEL DE OLIVEIRA JUNIOR**

**Chefe da Comissão**

## RESUMO

Com o rompimento da Barragem de “Resíduos” da SAMARCO MINERAÇÃO S/A, na cidade de Mariana/MG, ocorreu o lançamento de lama de rejeito no meio ambiente, referente ao processo de mineração. A lama escoou para dentro do Rio Doce, que corta os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, alcançando sua foz, na localidade de Regência. Diante desses fatos, o Governo do Estado do Espírito Santo solicitou apoio da Marinha do Brasil, por meio dos Ministérios da Defesa e do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, a qual disponibilizou prontamente o Navio e uma equipe pluri-institucional de pesquisadores.

Em cumprimento à Instrução Especial Simplificada LH 035/15, encaminhada pelo Centro de Hidrografia da Marinha por meio das mensagens P/R-231703Z/NOV, P/R-272121Z/NOV e P/R-012311Z/DEZ, o navio iniciou o Levantamento Ambiental Expedido (LAE) em Regência, no Estado do Espírito Santo, na condição de navio escoteiro, no período de 26/11 a 05/12/2015, na região litorânea do Estado do Espírito Santo, próximo à foz do Rio Doce, na localidade de Regência.

A missão do navio era efetuar um levantamento das condições hidrobiológicas na região litorânea adjacente à foz do Rio Doce, por meio de coleta diária de dados hidroceanográficos e geológicos, a fim de realizar a caracterização preliminar dos danos causados na área.

Cabe destacar que as medições realizadas pelo navio referem-se a um período bastante limitado, de aproximadamente uma semana, poucos dias após o vazamento da lama pela foz do Rio Doce, ocorrida em 21/11/2015. Por isso, ressalta-se a importância de um monitoramento adequado, visando conferir se o cenário observado pelo navio será mantido ou alterado, incluindo nas situações em que ocorrer o aumento da vazão do rio, como nos períodos de enchente.

Considerando-se as ressalvas do parágrafo anterior, pode-se dizer que as medições realizadas pelo navio, no período entre 26/11 e 05/12/2015, apresentaram:

a) grande quantidade de sedimentos de cor laranja em suspensão em toda a coluna d'água e depositando-se no fundo nas áreas próximas da foz, num raio de até 15Km para o norte e para o sul, até a isobatimétrica de 25 metros. Ressalta-se que não foram feitas medições nas áreas de praia, com profundidades inferiores a 10 metros, onde pode ocorrer a presença de lama além do limite aqui especificado;

b) Também existe lama em suspensão próximo ao fundo um pouco além desse limite citado no item a; e

c) Por fim, pôde ser vista uma “lama flutuante” na superfície da água que se estende por vários quilômetros, onde a água por baixo da “lama flutuante” estava normalmente com coloração branca, indicando baixa quantidade de sedimentos.

O navio coletou, em várias posições estratégicas, distribuídas em torno da foz do rio, diversas amostras de água em diferentes profundidades e também amostras de sedimentos. Todas as amostras foram encaminhadas aos laboratórios do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) e da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), para realização de análises sofisticadas, destacando-se aquela referente a presença de metais.

Todos os dados coletados e analisados podem servir como ferramenta útil aos órgãos responsáveis por implementar as ações para minimizar os impactos do acidente.

## SUMÁRIO

1. INFORMAÇÕES GERAIS.....	1
1.1. SITUAÇÃO.....	1
1.2. ÁREA DO LEVANTAMENTO E OBJETIVOS.....	1
1.3. AUTORIDADES LOCAIS.....	4
2. PARTE HISTÓRICA E ESTATÍSTICA.....	4
2.1. CRONOLOGIA.....	4
2.1.1 Data do recebimento das Instruções Especiais.....	4
2.1.2 Data do recebimento da Ordem de Movimento.....	4
2.1.3 Data do início dos trabalhos de Gabinete.....	4
2.1.4 Data do início dos trabalhos de Campo.....	4
2.1.5 Data do término dos trabalhos de Campo.....	4
2.1.6 Data do término dos trabalhos de Gabinete.....	4
2.1.7 Data da remessa do Relatório Final.....	4
2.2. CHEFIA DA COMISSÃO HIDROCEANOGRÁFICA.....	5
2.3. AUXÍLIOS RECEBIDOS PELA COMISSÃO HIDROCEANOGRÁFICA.....	5
2.3.1 Organizações militares da MB.....	5
2.3.2 Repartições Públicas Federais e Estaduais.....	5
2.4. PESSOAL QUE EXECUTOU TRABALHOS DE CAMPO E GABINETE.....	5
2.4.1 Oficiais da MB.....	5
2.4.2 Praças da MB.....	5
2.4.3 Civis pertencentes a Instituições de Pesquisa.....	6
2.5. RELAÇÃO DO PESSOAL QUE PODERÁ PRESTAR INFORMAÇÕES TÉCNICAS NO FUTURO.....	7
2.5.1 Militares.....	7
2.5.2 Civis pertencentes a Instituições de Pesquisa.....	7
2.6. ESTATÍSTICA.....	7
2.6.1 Hidrografia e Oceanografia.....	7
2.6.2 Gastos na Comissão.....	7
2.6.3 Outros gastos e recursos recebidos.....	8
3. METODOLOGIAS EMPREGADAS.....	8
4. RESULTADOS ALCANÇADOS.....	8
4.1. GEODÉSIA.....	8
4.2. TOPOGRAFIA.....	8
4.3. AEROFOTOGRAMETRIA E SENSORIAMENTO REMOTO.....	8
4.4. OBSERVAÇÕES MAREGRÁFICAS E/OU FLUVIOMÉTRICAS.....	8
4.5. SONDAGEM.....	8
4.5.1 Procedimentos.....	8
4.5.2 Estações de Apoio imediato à sondagem.....	13
4.5.3 Redução das Sondagens.....	13
4.6. VARREDURA.....	14
4.7. AMOSTRAGEM DE FUNDO.....	14
4.7.1 Metodologia adotada.....	14
4.7.2 Equipamentos de coleta.....	14
4.7.3 Informações sobre as amostragens realizadas.....	15
4.7.3.1 Material Particulado em Suspensão (MPS).....	15
4.7.3.2 Parâmetros prioritários para caracterização da pluma.....	18
4.8. PERIGOS PESQUISADOS.....	19
4.9. CARTOGRAFIA.....	19

4.10.METEOROLOGIA.....	19
4.10.1 Observação Meteorológica de Superfície.....	19
4.10.2 Medições com Estação Metrológica Automática (EMS-A).....	19
4.11.OCEANOGRAFIA.....	20
4.11.1 Estações Oceanográficas.....	20
4.11.2 Oceanografia Física.....	24
4.11.2.1Lançamento de Boia de Deriva.....	24
4.11.2.2Aquisição de Dados ADCP.....	25
4.11.2.3Perfilagem horizontal com Termosalinógrafo.....	26
4.11.3 Oceanografia Química.....	27
4.11.4 Oceanografia Biológica.....	27
4.11.4.1Plâncton.....	27
4.11.4.2Bentos.....	31
4.12.SINALIZAÇÃO NÁUTICA.....	33
4.13.ATUALIZAÇÃO DO CADASTRO DE COORDENADAS E FICHAS DE DESCRIÇÃO.....	33
4.14.ATUALIZAÇÃO DA CARTA NÁUTICA.....	34
4.15.ATUALIZAÇÃO DE PUBLICAÇÕES DE SEGURANÇA DA NAVEGAÇÃO.....	34
5.MATERIAL TÉCNICO.....	34
5.1.RELAÇÃO DO MATERIAL TÉCNICO E SUA CONDIÇÃO OPERACIONAL.....	34
5.1.1 Material Técnico em boas condições operacionais.....	34
5.1.2 Material técnico avariado.....	35
5.1.3 Material técnico perdido ou inutilizado.....	35
6.CONCLUSÕES.....	35
6.1.SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS NA ÁREA PELOS DE MAIS ÓRGÃOS COMPETENTES.....	35
6.2.OBSERVAÇÕES TÉCNICAS E ASSUNTOS DE INTERESSE DO CONSELHO TÉCNICO .....	35
6.3.SEGURANÇA DA NAVEGAÇÃO.....	36
6.4.PREVISÃO AMBIENTAL.....	36
6.5.FORMAÇÃO TÉCNICO-PROFISSIONAL.....	36
6.5.1 Oficiais.....	36
6.5.2 Praças.....	36
6.5.3 Publicações de Formação Técnico-Profissional.....	36
7.ANEXOS E APÊNDICES.....	36
7.1.DOCUMENTOS ENTREGUES ANTECIPADAMENTE.....	36
7.2.DOCUMENTOS ENTREGUES JUNTAMENTE COM O RELATÓRIO FINAL.....	37
7.3.RESTITUIÇÃO DE DOCUMENTOS RECEBIDOS.....	38
7.4.DOCUMENTOS OBTIDOS EM OUTRAS FONTES.....	38
8.REFERÊNCIAS.....	38

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Foto aérea da área do Levantamento - Proximidades da Foz do Rio Doce.....	2
Figura 2: Imagem satélite mostrando a área do Levantamento.....	2
Figura 3: Planejamento da Malha Amostral na área do Levantamento.....	3
Figura 4 - Laboratório Seco - Equipamentos sendo utilizados na sondagem.....	2
Figura 5: Áreas de Sondagem.....	2
Figura 6: Lançamento do MSFFF do MVP para calibração velocidade do som do Ecobatímetro Multifeixe.....	3
Figura 7: Offsets Angulares do EM-710.....	4
Figura 8: Offsets Lineares do EM-710.....	5
Figura 9: Esquema para cálculo do valor de Waterline.....	5
Figura 10: Sondagem de área.....	6
Figura 11: Comparação entre a maré Prevista de Regência e Barra do Riacho.....	6
Figura 12: Utilização da draga Van Veen pelo bote para coleta de amostras de fundo.....	1
Figura 13: Utilização do Box Corer pelo Navio para coleta de amostras de fundo.....	1
Figura 14: Fotos do sedimento superficial coletado em seus respectivos pontos na plataforma continental adjacente ao Rio Doce.....	5
Figura 15: Gráfico comparativo das observações meteorológicas realizadas no período de pesquisa na área adjacente à foz do Rio Doce.....	6
Figura 16: Gráfico da direção e intensidade do vento próximo à foz do Rio Doce.....	7
Figura 17: Lançamento conjunto CTD e Rosette.....	8
Figura 18: Mapa das estações oceanográficas realizadas durante a primeira e a segunda pernada....	8
Figura 19: Lançamento de Boia de Deriva.....	11
Figura 20: Perfilagem com ADCP de casco OS150 a 20 metros de profundidade entre os dias 01 e 02DEZ2015.....	13
Figura 21: Perfilagem com ADCP de casco OS150 a 12 metros de profundidade no dia 04DEZ2015.....	13
Figura 22: Dados do TSG referentes à temperatura na superfície.....	14
Figura 23: Principais equipamentos semi-automáticos utilizados a bordo do NPqHo Vital de Oliveira para caracterização preliminar do Plâncton.....	15
Figura 24: Perfil vertical de contagens de partículas por segundo realizado pelo LOPC entre os pontos DOCE 02 e 04.....	16
Figura 25: Perfil vertical de contagens de partículas por segundo realizado pelo LOPC entre os pontos DOCE 02 e 04.....	17
Figura 26: Perfil em sentido Norte-Sul (esquerda-direita) da concentração de partículas. A região da foz corresponde ao quilômetro 6 (2A no alto do gráfico). Observe a alta concentração de partículas junto ao fundo e próximo à superfície a norte e a sul, mas com diferenças na dispersão.....	18
Figura 27: Número de indivíduos (ind/m-2) por sítio amostral.....	20
Figura 28: Composição taxonômica e abundância dos indivíduos (ind/m-2) de cada sítio amostral.....	20

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Pesquisadores embarcados durante a comissão.....	1
Tabela 2: Dados estatísticos de Hidrografia e Oceanografia.....	2
Tabela 3: Consumo de CLG.....	2
Tabela 4: Custos da Comissão.....	1
Tabela 5: Parâmetros geodésicos utilizados.....	4
Tabela 6: Parâmetros do sedimento avaliados durante a comissão.....	1
Tabela 7: Pontos de coleta de amostras de fundo e estações CTD correspondentes, por ordem de execução.....	4
Tabela 8: Parâmetros prioritários para a caracterização geológica da área adjacente a foz do Rio Doce.....	5
Tabela 9: Relação de estações realizadas pelo Navio com o conjunto CTD/Rosette.....	9
Tabela 10: Equipamento de coleta, tipo de análise e parâmetros medidos.....	9
Tabela 11: Números de séries e data de calibração dos sensores utilizados.....	10
Tabela 12: Controle de lançamentos das Boias de Deriva.....	11
Tabela 13: Abundância dos táxons ocorrentes em uma amostra de cada sítio amostral. Abundância sem correção para equivalência de área dos Amostradores.....	19
Tabela 14: Material técnico em boas condições operacionais.....	21

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADCP – *Acoustic Doppler Current Profiler*

BNDO – Banco Nacional de Dados Oceanográficos

CHM – Centro de Hidrografia da Marinha

CLG – Combustível, Lubrificante e Graxa

CTD – *Conductivity, Temperature and Depth*

DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação

DM – Dia de Mar

DP – Dia de Porto

DTM – *Data Telemetry Module*

EMS-A – Estação Meteorológica de Superfície Automática

ES – Estado do Espírito Santo

GEBCO – *General Bathymetric Chart of the Oceans*

GNHo – Grupamento de Navios Hidroceanográficos

GPS – *Global Positioning System*

IEAPM – Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira

IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

IES – Instrução Especial Simplificada

IT – Instrução Técnica

LAE – Levantamento Ambiental Simplificado

LOKI – *Lightframe On-sight Keyspecies Investigation*

LOPC – *Laser Optical Particle Counter*

MB – Marinha do Brasil

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MPS – Material Particulado em Suspensão

MSFFF – *Multi Sensor Free Fall Fish*

MVP – *Moving Vessel Profiler*

NPqHo – Navio de Pesquisa Hidroceanográfico

PIRATA - *Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic* - Pesquisa Piloto com Rede de Boias Fixas no Atlântico Tropical

PMV - Prefeitura Municipal de Vitória.

RES – Reservado

ROSCOP – Relatório Sumário de Comissão

SVP&T – *Sound Velocity, Pressure and Temperature*

TSG – Termosalinógrafo

UFES - Universidade Federal do Espírito Santo

UNESP - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

UNISANTOS - Universidade Católica de Santos

WGS-84 – *World Geodetic System* – 84

## **1. INFORMAÇÕES GERAIS**

### **1.1. SITUAÇÃO**

O rompimento da Barragem de “Resíduos” da SAMARCO MINERACAO S/A, na cidade de Mariana/MG, lançou no meio ambiente lama de rejeito do processo de mineração. A lama escoou para dentro do Rio Doce, que corta os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e alcançou a foz, na localidade de Regência.

Com o objetivo amplo de fazer um levantamento das condições hidrobiológicas na região litorânea adjacente à foz do Rio Doce, o Governo do Estado do Espírito Santo solicitou através dos Ministérios da Defesa e do Meio Ambiente e Recursos Hídricos o apoio da Marinha do Brasil, a qual disponibilizou o Navio de Pesquisas Hidroceanoográfico Vital de Oliveira (H-39) e uma equipe pluri-institucional de pesquisadores para realizar uma expedição de caracterização preliminar dos danos causados na área.

Desta forma, em cumprimento à Instrução Especial Simplificada LH 035/15 do CHM, encaminhada por esse centro por meio das mensagens P/R-231703Z/NOV, P/R-272121Z/NOV e P/R-012311Z/DEZ, o navio iniciou o Levantamento Ambiental Expedito (LAE) em Regência, no Estado do Espírito Santo, na condição de navio escoteiro, no período de 26 de novembro a 05 de dezembro de 2015, na região litorânea do Estado do Espírito Santo, próximo à foz do Rio Doce, na localidade de Regência. A comissão foi dividida em duas partes: a primeira de 26/11/2015 a 30/11/2015, com uma equipe de 15 pesquisadores; a segunda de 02/12/2015 a 05/12/2015, com uma equipe de 10 pesquisadores.

Participaram da pesquisa as seguintes instituições: Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Universidade Católica de Santos (UNISANTOS), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA/ES) e Prefeitura Municipal de Vitória (PMV).

### **1.2. ÁREA DO LEVANTAMENTO E OBJETIVOS**

Área marítima compreendida na região litorânea ao Estado do Espírito Santo, próximo à foz do Rio Doce, na localidade de Regência, no período de 26 de novembro a 05 de dezembro de 2015, conforme seguem as Figuras 1, 2 e 3.



Figura 1: Foto aérea da área do Levantamento - Proximidades da Foz do Rio Doce.

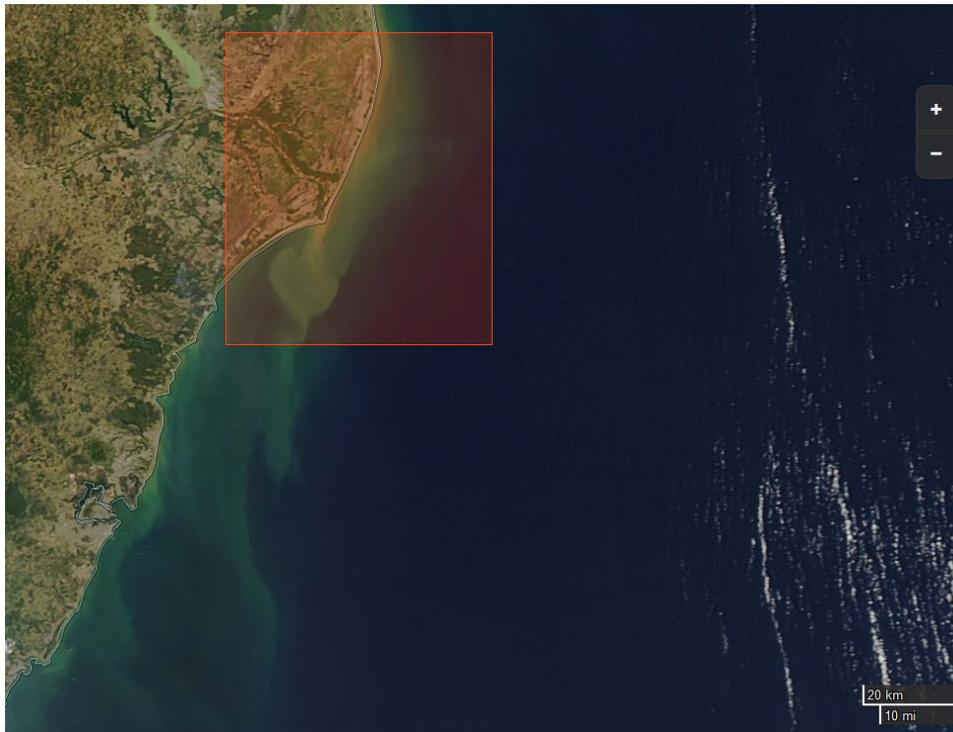


Figura 2: Imagem satélite mostrando a área do Levantamento.

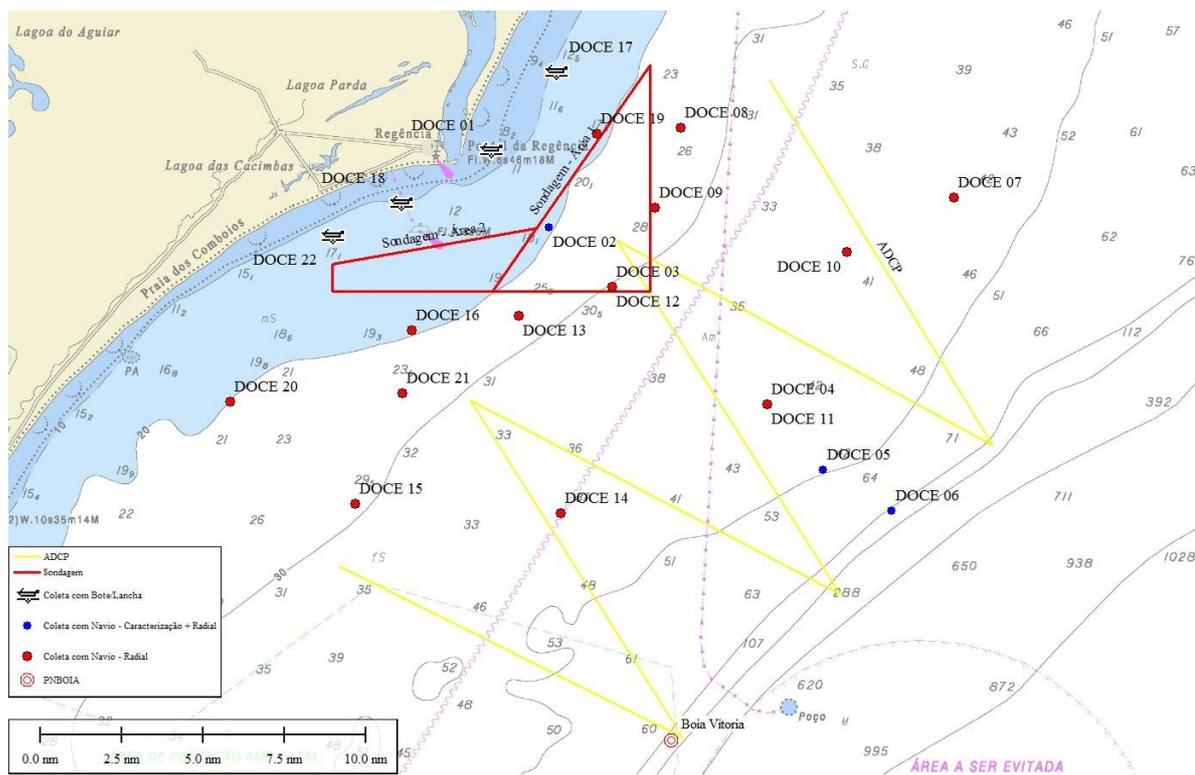


Figura 3: Planejamento da Malha Amostral na área do Levantamento.

As atividades realizadas a bordo tiveram como objetivos:

- a) realizar o levantamento dos parâmetros mais relevantes para a descrição das condições hidrobiológicas atuais, por meio da caracterização preliminar das condições físicas, químicas, biológicas e geológicas na região costeira e da plataforma defronte a foz do Rio Doce;
- b) apoiar o Governo do Estado do Espírito Santo, em ação conjunta dos Ministérios da Defesa e do Meio Ambiente e Recursos Hídricos; e
- c) subsidiar o planejamento das atividades de monitoramento ambiental pelos órgãos competentes.

### **1.3. AUTORIDADES LOCAIS**

- a) VAlte ANTONIO REGINALDO PONTES LIMA JUNIOR, Diretor de Hidrografia e Navegação;
- b) CAlte MARCOS LOURENÇO DE ALMEIDA, Diretor do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira;
- c) CMG ROGERIO FORTES PEDROZO, Comandante do Grupamento de Navios Hidroceanográficos;
- d) CMG RODRIGO DE SOUZA OBINO, Diretor do Centro de Hidrografia da Marinha;
- e) CMG ALEXEY BOBROFF DAROS, Comandante da Base de Hidrografia da Marinha em Niterói; e
- f) CMG MARCOS AURELIO DE ARRUDA, Capitão dos Portos do Espírito Santo.

## **2. PARTE HISTÓRICA E ESTATÍSTICA**

### **2.1. CRONOLOGIA**

- 2.1.1 Data do recebimento das Instruções Especiais  
23 de novembro de 2015.
- 2.1.2 Data do recebimento da Ordem de Movimento  
30 de outubro de 2015.
- 2.1.3 Data do início dos trabalhos de Gabinete  
26 de novembro de 2015.
- 2.1.4 Data do início dos trabalhos de Campo  
26 de novembro de 2015.
- 2.1.5 Data do término dos trabalhos de Campo  
5 de dezembro de 2015.
- 2.1.6 Data do término dos trabalhos de Gabinete  
5 de dezembro de 2015.
- 2.1.7 Data da remessa do Relatório Final  
7 de dezembro de 2015.

## **2.2. CHEFIA DA COMISSÃO HIDROCEANOGRÁFICA**

A Comissão foi chefiada pelo Capitão-de-Fragata Aluizio Maciel de Oliveira Junior, Comandante do NPqHo “Vital de Oliveira”.

## **2.3. AUXÍLIOS RECEBIDOS PELA COMISSÃO HIDROCEANOGRÁFICA**

### 2.3.1 Organizações militares da MB

- a) Diretoria de Hidrografia e Navegação;
- b) Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira;
- c) Grupamento de Navios Hidroceanográficos;
- d) Centro de Hidrografia da Marinha;
- e) Base de Hidrografia da Marinha em Niterói; e
- f) Capitania dos Portos do Espírito Santo.

### 2.3.2 Repartições Públicas Federais e Estaduais

- a) Universidade Federal do Espírito Santo;
- b) Universidade Católica de Santos;
- c) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”;
- d) Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos; e
- e) Prefeitura Municipal de Vitória.

## **2.4. PESSOAL QUE EXECUTOU TRABALHOS DE CAMPO E GABINETE**

### 2.4.1 Oficiais da MB

CC MARCELO DE ABREU SOUZA

CT JORGE LUIZ NASCIMENTO DE PAULA

CT ELIDES FREITAS DE JESUS JÚNIOR

CT FELIPE GABRIEL SABROZA JOSÉ

CT LEONARDO DA SILVA VIEIRA

1ºTen LEONARDO PAZOLINI RODRIGUES

1ºTen (T) CAMILLA CARICCHIO ESPINHEIRA (CHM)

2ºTen (RM2-S) CAROLINE REZENDE GUERRA (IEAPM)

### 2.4.2 Praças da MB

SO-HN 86.8048.12 JESUS NAZARENO SOARES DIAS

1ºSG-ET 86.9650.26 ANTONIO HENRIQUE BATISTA

1°SG-HN 95.1111.40 ALBERTO RÊGO CHAVES JÚNIOR  
 2°SG-HN 96.0882.49 FLÁVIO LÚCIO SANTOS DE ALMEIDA  
 2°SG-HN 96.1141.85 CELIJAILSON TAVARES SANTANA  
 2°SG-HN 97.1050.82 ALDERLEY DE SOUSA CARDOSO  
 2°SG-ET 98.0345.70 JOEL MARANHÃO DE MORAIS  
 2°SG-HN 99.2056.88 ERIC DE MELO SILVA  
 2°SG-HN 99.2046.73 RODRIGO MAGALHÃES ANDRADE (NOcAntares)  
 CB-HN 07.3547.71 VINÍCIUS MARTINS AMBRÓSIO  
 CB-HN 07.3607.11 JEFFERSON BARBOSA SILVA  
 CB-HN 07.3557.18 LUIZ EDUARDO LONATO DA SILVA JUNIOR  
 CB-RM2-QI 13.1662.72 ERICA NINA DO NASCIMENTO (IEAPM)

#### 2.4.3 Civis pertencentes a Instituições de Pesquisa

NOMES	INSTITUIÇÃO	ÁREA
LOHENGRIN DIAS DE ALMEIDA FERNANDES (CIENTISTA-CHEFE)	IEAPM	BIOLOGIA
MÁRCIO TENÓRIO	IEAPM	BIOLOGIA
ALEXANDRE KASSUGA	IEAPM	BIOLOGIA
DAGLES VIANA DOS REIS	IEAPM	QUÍMICA
ALEX CARDOSO BASTOS	UFES	GEOLOGIA
RICARDO NOGUEIRA SERVINO	UFES	OCEANOGRAFIA
MARCOS DANIEL LEITE	UFES	OCEANOGRAFIA
TAYNÁ ROSA MARTINS	UFES	OCEANOGRAFIA
JULIANO BICALHO PEREIRA	UFES	BIOLOGIA
RENATO DAVID GHISOLFI	UFES	OCEANOGRAFIA
FERNANDA PERASSOLI	UFES	OCEANOGRAFIA
RENATA CAIADO CAGNIN	UFES	BIOLOGIA
CAROLINE FIÓRIO GRILO	UFES	OCEANOGRAFIA
MARIANA MAGNAGO ALVES	UFES	OCEANOGRAFIA
LUIZ EDUARDO DE OLIVEIRA GOMES	UFES	BIOLOGIA
ALEXANDRE GUIMARÃES TRINDADE	UNISANTOS	DIREITO AMBIENTAL MARÍTIMO
RHIANI SALAMON REIS RIANI	UNISANTOS	DIREITO AMBIENTAL MARÍTIMO
PAULO HENRIQUE REIS DE OLIVEIRA	UNESP	DIREITO
CLAUDIO DALLE OLLE	IEMA/ES	BIOLOGIA
ANDREA CAMPOS ROCHA	PMV	BIOLOGIA

Tabela 1: Pesquisadores embarcados durante a comissão.

## 2.5. RELAÇÃO DO PESSOAL QUE PODERÁ PRESTAR INFORMAÇÕES TÉCNICAS NO FUTURO

### 2.5.1 Militares

#### a) Oficiais da MB

Os mesmos do item 2.4.1.

#### b) Praças da MB

Os mesmos do item 2.4.2.

### 2.5.2 Civis pertencentes a Instituições de Pesquisa

Os mesmos do item 2.4.3.

## 2.6. ESTATÍSTICA

### 2.6.1 Hidrografia e Oceanografia

Número de estações oceanográficas profundas e rasas realizadas	17
Número de lançamentos de CTD	17
Número de lançamentos de XBT	0
Número de amostras de água do mar coletadas por garrafas oceanográficas	424
Número de milhas navegadas com ADCP	540
Número de milhas navegadas com TSG	540
Área sondada, em quilômetros quadrados	73
Número de dias de sondagem efetiva	8
Número de dias de trabalhos de campo	8
Número total de dias de impedimento de trabalho, por motivos materiais	0
Número total de dias de impedimento de trabalho, por más condições meteorológicas	0
Dias de permanência fora de sede	12
Dias de Mar	8
Dias de Porto	4

Tabela 2: Dados estatísticos de Hidrografia e Oceanografia.

### 2.6.2 Gastos na Comissão

	Média DM	Média DP	TOTAL	RS
Óleo Combustível	290.400 L	9.600 L	300.000 L	747.900,00
Óleo Lubrificante	1.400 L	100 L	1.500 L	16.185,00

Tabela 3: Consumo de CLG.

### 2.6.3 Outros gastos e recursos recebidos

MAPA DE CUSTOS	
Tipo de Gasto	Valor (R\$)
Sobressalentes de Máquinas	00,00
Material Comum	24.240,90
Equipamentos de segurança	00,00
Municiamento	26.078,52
Despesas Portuárias	420,00
Serviços Indenizáveis realizados durante a comissão	0,00
Despesas variáveis de pessoal (Grat Rep VI e Loc Esp Mar)	57.461,94
Suprimento de fundos recebidos	00,00
Recursos Recebidos Extra-MB	00,00

Tabela 4: Custos da Comissão.

## 3. METODOLOGIAS EMPREGADAS

Todos os métodos usados foram os preconizados pelas Instruções Técnicas da DHN.

## 4. RESULTADOS ALCANÇADOS

### 4.1. GEODÉSIA

XXX

### 4.2. TOPOGRAFIA

XXX

### 4.3. AEROFOTOGRAMETRIA E SENSORIAMENTO REMOTO

XXX

### 4.4. OBSERVAÇÕES MAREGRÁFICAS E/OU FLUVIOMÉTRICAS

XXX

### 4.5. SONDAGEM

#### 4.5.1 Procedimentos

A sondagem regular foi realizada pelo Navio durante todo trânsito entre Vitória e a foz do Rio Doce, ambos em Regência, Espírito Santo, simultaneamente às coletas de dados de ADCP com o auxílio do K-Sync, conforme é exibido na Figura 4. Foram definidas duas áreas de sondagem prioritárias de acordo com a Figura 5. Os dados brutos de sondagem, gerados pelo *software SIS versão 4.1.8* do Ecobatímetro Multifeixe EM-710, e os projetos de processamento gerados pelo *software Caris Hips and Sips 9.1* constam no Anexo I.

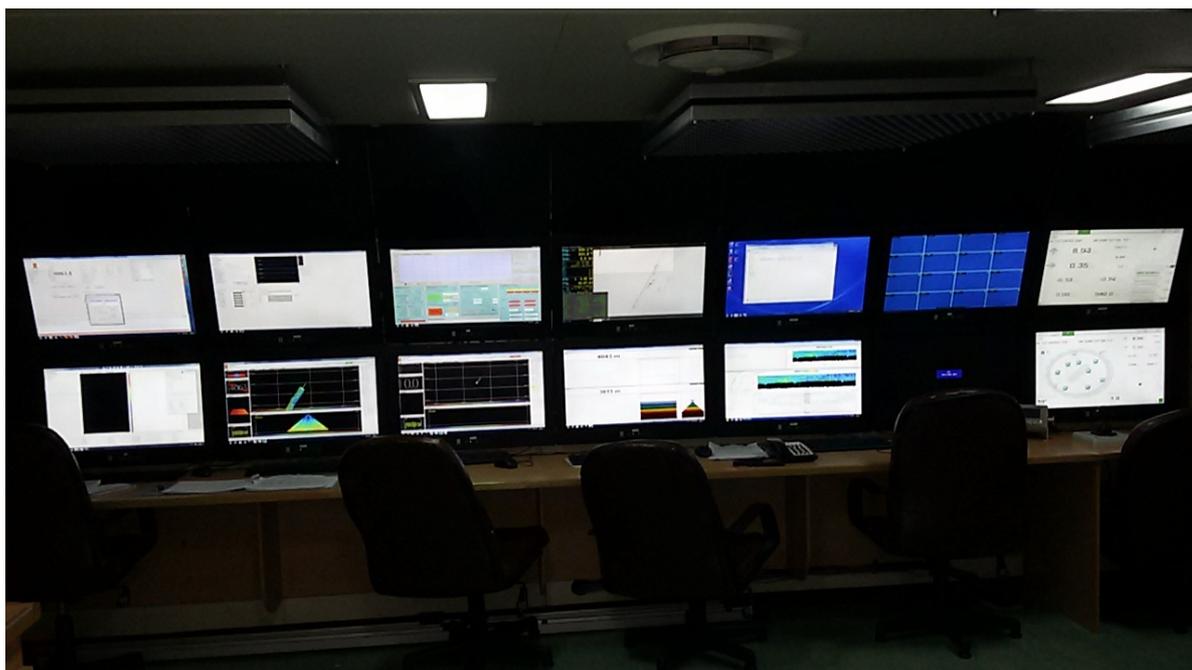


Figura 4 - Laboratório Seco - Equipamentos sendo utilizados na sondagem.



Figura 5: Áreas de Sondagem.

### Calibração e Aferição do Ecobatímetro

O Ecobatímetro EM-710 foi calibrado pela Kongsberg em Singapura. Os dados brutos das linhas usadas nos SAT seguem no Apêndice I-II. O perfil da velocidade do som foi atualizado por meio de coletas com MVP, CTD e SVP.

O MSFFF do MVP (“peixe”) - Figura 6 - pode ser configurado de duas formas principais: com a unidade DTM ou com o LOPC. Na primeira configuração o MSFFF pode ser instalado com até 3 sensores, que no caso do Navio seriam o Fluorímetro, Micro-CTD e

Micro-SVP&T. Enquanto que na segunda configuração o peixe fica limitado ao LOPC, Fluorímetro e mais um sensor (Micro-CTD ou Micro-SVP&T).

O MSFFF estava configurado para operar com o LOPC e os sensores de Micro-CTD e Fluorímetro. A profundidade de coleta dos dados para velocidade do som variaram de 20 a 100 metros.



Figura 6: Lançamento do MSFFF do MVP para calibração velocidade do som do Ecobatímetro Multifeixe.

### **Aquisição dos dados**

A aquisição dos dados batimétricos foi gerenciada pelo software SIS Versão 4.1.8, nas seguintes configurações:

Foram utilizados os seguintes parâmetros geodésicos de acordo com a Tabela 5:

<b>Pernada</b>	<b>Elipsóide</b>	<b>Projeção</b>	<b>Fuso</b>
Vitória - ES x Vitória - ES	WGS-84	Mercator	Z

Tabela 5: Parâmetros geodésicos utilizados.

Dispositivos Empregados:

- a) Profundidade: Ecobatímetro Multifeixe *Kongsberg EM-710*;
- b) Navegação e atitude: *Kongsberg Seatex SeaPath 300 com MRU-5*;
- c) Sincronizador: *Kongsberg K-Sync*;
- d) Correção diferencial de posição: *DGNSS 3710 Fugro*; e
- e) Perfilador da velocidade do som: *MVP 300-3400 Rolls-Royce*, e *SVP AML Minos-X*.

Os arquivos brutos foram gerados a partir de valores de offsets dos sensores inseridos na aquisição, conforme Figuras 7 e 8:

	Roll	Pitch	Heading
TX Transducer:	-0.024	1.52	0.081
RX Transducer:	-0.38	1.368	359.97
Attitude 1, COM2/UDP5:	0.07	0.10	0.10
Attitude 2, COM3/UDP6:	0.06	0.10	0.05
Stand-alone Heading:			0.00

Figura 7: Offsets Angulares do EM-710.

	Forward (X)	Starboard (Y)	Downward (Z)
Pos, COM1/MCAST1:	0.00	0.00	0.00
Pos, COM3/MCAST2:	0.00	0.00	0.00
Pos, COM4/UDP2/MCAST3:	0.00	0.00	0.00
TX Transducer:	14.29	1.499	9.876
RX Transducer:	12.764	1.642	9.914
Attitude 1, COM2/UDP5:	0.00	0.00	0.00
Attitude 2, COM3/UDP6:	0.00	0.00	0.00
Waterline:			4.13
Depth Sensor:	0.00	0.00	0.00

Figura 8: Offsets Lineares do EM-710.

Os valores de Waterline foram inseridos, antes de cada pernada, após medição do calado do Navio e cálculo de acordo com esquema da Figura 9.

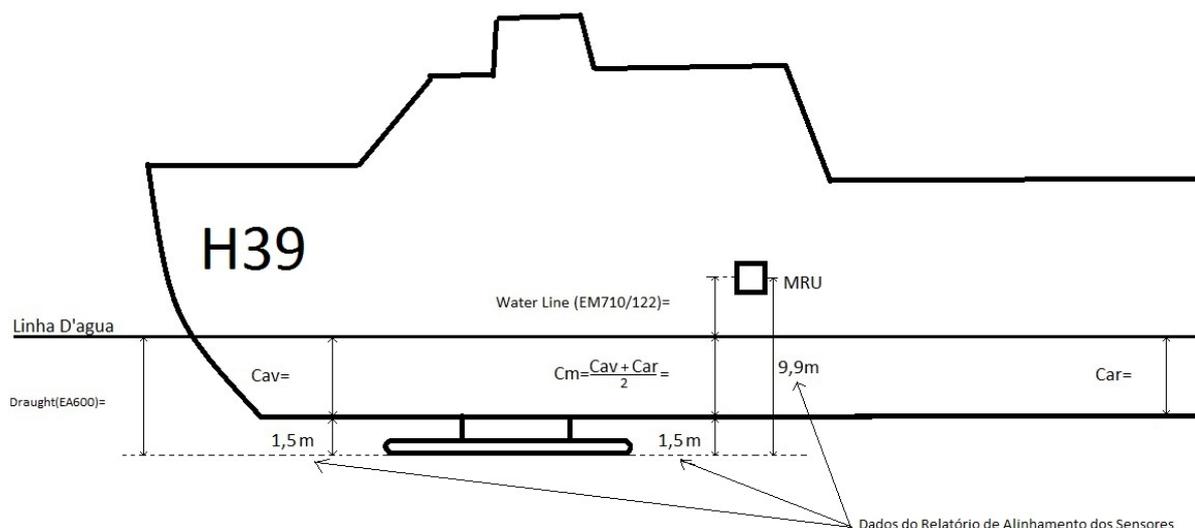


Figura 9: Esquema para cálculo do valor de Waterline.

### Considerações e/ou outras informações pertinentes

Observa-se uma alteração geral na batimetria da área 2 de sondagem – área entre as isobatimétricas de 20 e 10 metros, com cerca de 2 metros mais raso que a carta (vide Figura 10). Já na área de sondagem 1, as profundidades encontradas demonstram-se coerentes com a carta náutica.

Sugere-se a realização de uma nova sondagem na área 2, após a estabilização do aporte de sedimentos.

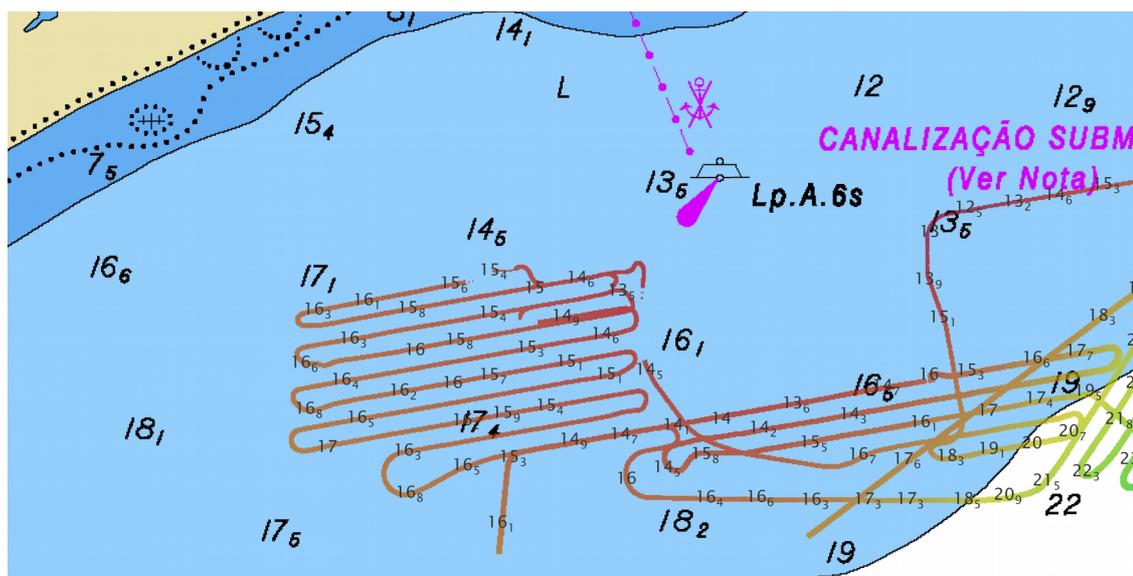


Figura 10: Sondagem da área de sondagem 2.

#### 4.5.2 Estações de Apoio imediato à sondagem

XXX

#### 4.5.3 Redução das Sondagens

O Navio recebeu do CHM as marés previstas de Barra do Riacho – ES e Regência – ES. Após a realização de comparação entre as duas marés, conforme Figura 11, e definição da área de sondagem nas proximidades da Foz do Rio Doce, optou-se pela utilização da Maré prevista de Regência - ES para a redução da sondagem.

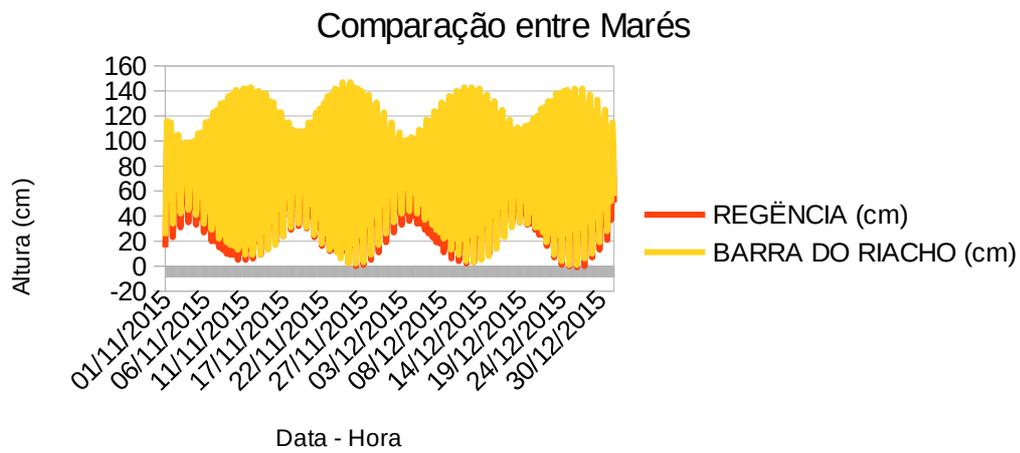


Figura 11: Comparação entre a maré Prevista de Regência e Barra do Riacho.

#### 4.6. VARREDURA

XXX

#### 4.7. AMOSTRAGEM DE FUNDO

##### 4.7.1 Metodologia adotada

As coletas de sedimento compreenderam:

- Amostragens para análise granulométrica em laboratório;
- Densidades do material depositado;
- Amostragens de sedimento para análise de metais e nutrientes em laboratório; e
- Amostragens e fixação de material para quantificação e identificação de bentos em laboratório.

Para tal, foram considerados os parâmetros constantes na Tabela 6:

	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	PARÂMETROS BIOLÓGICOS
SEDIMENTOS	Granulometria Composição Química Matéria Orgânica Geoquímica Orgânica Metal Pesado	Bentos

Tabela 6: Parâmetros do sedimento avaliados durante a comissão.

#### 4.7.2 Equipamentos de coleta

- Draga Van Veen – para amostragens realizadas por meio de bote ou lancha (Figura 12); e
- Box Corer – para amostragens realizadas a bordo do Navio (Figura 13).



Figura 12: Utilização da draga Van Veen pelo bote para coleta de amostras de fundo.



Figura 13: Utilização do Box Corer pelo Navio para coleta de amostras de fundo.

#### 4.7.3 Informações sobre as amostragens realizadas

Em cumprimento à IES do CHM referente ao LH 035/15, o Navio realizou a coleta de amostras de fundo em 22 pontos. Vale ressaltar que o grupo de pesquisadores da UFES realizou apenas o registro fotográfico e a análise preliminar de cada amostra, constantes no Anexo M e na Tabela 7, respectivamente. Cabe ressaltar que:

- Pontos da Malha Amostral: são somente pontos de planejamento, sendo nomeados como “DOCEXX”, na ordem em que foram planejados, onde “X” representa a numeração do ponto; e
- Pontos das Estações Oceanográficas: pontos onde foram realizadas as estações com o conjunto CTD/Rosette, sendo numeradas na ordem cronológica de execução, conforme preconizado na referência d, nomeadas como “DOCE\_YYY”, onde “Y”

representa a numeração da estação.

Os resultados apresentados a seguir são decorrentes das análises preliminares das amostras obtidas pelo grupo de pesquisadores da UFES.

#### 4.7.3.1 Material Particulado em Suspensão (MPS)

O MPS presente na água foi filtrado por membrana de celulose de 0,45 micrômetros de porosidade através do sistema manifold de filtragem. A classificação adotada através de descrição visual e as fotos dos filtros com MPS estão presentes no Anexo M.

Ponto da Malha Amostral	Estação CTD	Localização		Profundidade (m)	Natureza do fundo
		Latitude (S)	Longitude (W)		
DOCE01	Lancha/Bote	19° 38,89'	039° 47,86'	8,5	Areia lamosa rica em mica com sedimento fino de cor laranja vivo
DOCE02	DOCE_002	19° 41,62'	039° 46,28'	17	Lama arenosa c/ manchas de lama laranja-vivo
DOCE06	DOCE_003	19° 49,27'	039° 36,52'	91	Lama arenosa
DOCE05	DOCE_004	19° 48,20'	039° 37,71'	49	Areia fina
DOCE04	DOCE_005	19° 46,31'	039° 39,62'	44	Areia fina
DOCE03	DOCE_006	19° 42,79'	039° 44,23'	33	Areia lamosa rica em mica
DOCE13	DOCE_007	19° 43,69'	039° 46,63'	29	Lama arenosa
DOCE12	DOCE_008	19° 42,85'	039° 44,14'	33	Areia lamosa
DOCE09	DOCE_009	19° 40,60'	039° 42,88'	28	Areia lamosa
DOCE08	DOCE_010	19° 38,24'	039° 42,04'	27	Areia lamosa
DOCE19	DOCE_011	19° 38,54'	039° 44,65'	18,5	Lama arenosa
DOCE17	Lancha/Bote	19° 36,56'	039° 45,86'	12	Lama arenosa c/ sedimento fino de cor laranja vivo
DOCE02	DOCE_012	19° 41,49'	039° 46,14'	19	Lama arenosa c/ manchas de lama laranja-vivo
DOCE01	Lancha/Bote	19° 44,65'	039° 51,5'	8,5	Areia lamosa rica em mica com sedimento fino de cor laranja vivo
DOCE18	Lancha/Bote	19° 40,42'	039° 50,61'	10	Lama arenosa c/ sedimento fino de cor laranja vivo

<b>Ponto da Malha Amostral</b>	<b>Estação CTD</b>	<b>Localização</b>		<b>Profundidade (m)</b>	<b>Natureza do fundo</b>
DOCE21	DOCE_013	19° 46,04´	039° 50,61´	29	Lama arenosa c/ manchas de lama laranja-vivo
DOCE19	DOCE_014	19° 38,44´	039° 44,15´	20,7	Lama arenosa
DOCE17	Lancha/Bote	19° 36,56´	039° 45,86´	12	Lama arenosa c/ sedimento fino de cor laranja vivo
DOCE01	Lancha/Bote	19° 44,65´	039° 51,5´	8,5	Areia lamosa rica em mica com sedimento fino de cor laranja vivo
DOCE18	Lancha/Bote	19° 40,42´	039° 50,61´	10	Lama arenosa c/ sedimento fino de cor laranja vivo
DOCE02	DOCE_015	19° 41,19´	039° 46,092	22	Lama arenosa c/ manchas de lama laranja-vivo
DOCE22	Lancha/Bote	19° 41,40´	039° 52,70´	16	Lama arenosa
DOCE16	DOCE_016	19°44,16´	039° 50,28´	20	Lama arenosa / Manchas de lama laranja-vivo
DOCE21	DOCE_017	19° 45,98´	039° 50,56´	26	Lama arenosa c/ manchas de lama laranja-vivo

Tabela 7: Pontos de coleta de amostras de fundo e estações CTD correspondentes, por ordem de execução.

De acordo com Quaresma et al. (2015) eventos de maior descarga de sedimento pelo Rio Doce podem ocorrer periodicamente em virtude de fatores climáticos. Porém, o que se vê atualmente na foz do Rio Doce é um fenômeno atípico, inédito a nível global, e em condições de seca extrema. Sendo assim, as características da bacia somadas à presença do material proveniente da barragem de rejeitos assumem um caráter particular. Dessa forma, o sedimento atualmente aportado pelo rio é provavelmente, em sua maior parte, proveniente desta fonte alóctone ao rio.

Os dados de MPS e sedimento superficial aqui apresentados mostram que o material que chega do rio se divide em 3 comportamentos distintos: 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 (“pluma flutuante”). As duas plumas podem apresentar padrões de dispersão diferenciados no mesmo ponto, sugerindo que as forçantes que ditam a dispersão são diferentes. Isto é, 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. Este comportamento foi variável de um dia para outro, indicando uma mudança rápida e drástica de direcionamento de dispersão das plumas.

De modo geral, os pontos amostrados a partir da isóbata de 30 metros apresentaram características normais. Os pontos amostrados antes desta profundidade, nos quais se incluem os dois novos pontos 16 e 22, é possível delimitar dois quadrantes: um centro-norte e um centro-sul. No quadrante centro-norte observou-se momentos em que a pluma se dispersa para o norte na primeira campanha das amostras, como é visto nos pontos 17 e 02, sendo que neste último, em um dia, apresentou alto teor de MPS no fundo e já no dia seguinte o mesmo padrão já não era mais encontrado. O que foi observado no ponto 17 é confirmado por Oliveira et al. (2015) sobre a deriva litorânea do sedimento natural do rio, que tende a fluir para o norte. No quadrante ao centro-sul, para primeira amostragem, o ponto 18 apresentou alta concentração de MPS alaranjado no fundo, conforme a Figura 14, sugerindo dispersão da pluma de fundo. No entanto, este padrão não foi observado para a segunda campanha de amostragem, onde os pontos 16, 18, 21 e 22 encontraram-se limpos, com pouca turbidez.

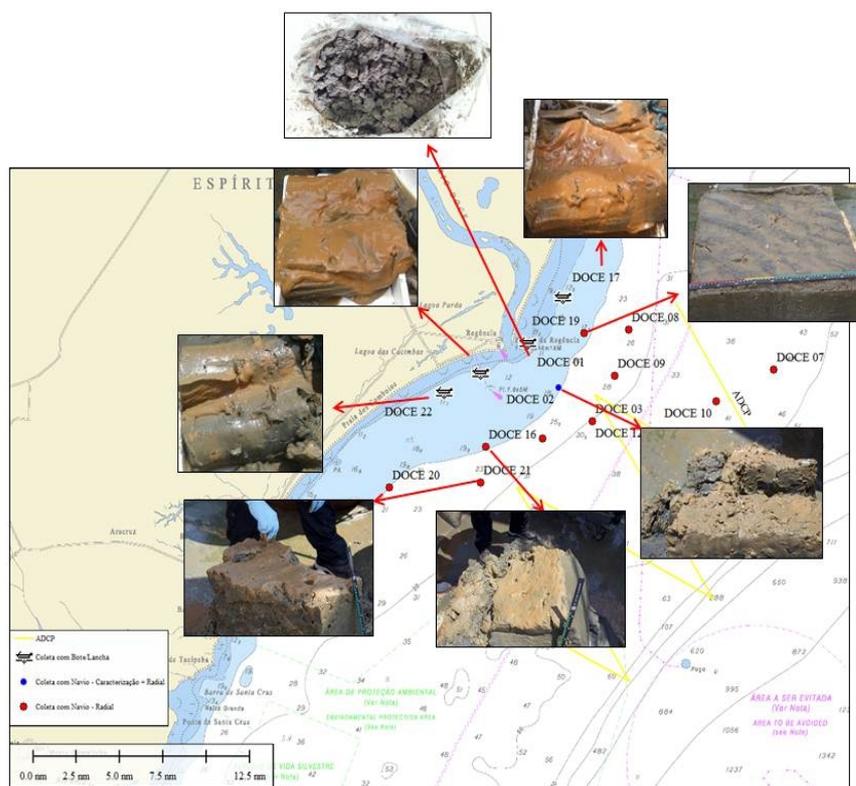


Figura 14: Fotos do sedimento superficial coletado em seus respectivos pontos na plataforma continental adjacente ao Rio Doce.

#### 4.7.3.2 Parâmetros prioritários para caracterização da pluma

Para a caracterização eficiente do comportamento desse material que chega a foz do Rio Doce e se dispersa ao longo da plataforma continental foram definidos os parâmetros geológicos prioritários que estão presentes na Tabela 8.

<b>Parâmetro</b>	<b>Característica</b>
MPS	Concentração e coloração
Sedimento Superficial	Coloração e granulometria

Tabela 8: Parâmetros prioritários para a caracterização geológica da área adjacente a foz do Rio Doce.

As amostras serão encaminhadas para a UFES e IEAPM, onde sofrerão análise mais detalhada.

#### **4.8. PERIGOS PESQUISADOS**

XXX

#### **4.9. CARTOGRAFIA**

XXX

#### **4.10. METEOROLOGIA**

##### **4.10.1 Observação Meteorológica de Superfície**

Durante toda a Comissão, foram realizadas observações meteorológicas de superfície nos horários sinóticos principais e intermediários, de acordo com a NAVEMARINST N° 10-10, e foram feitas as comparações (Anexo A) do tempo observado com o tempo previsto, como demonstrado na Figura 15, com base na NAVEMARINST N° 10-11.

Segue também no Anexo A uma planilha contendo as observações das condições meteorológicas durante as estações.

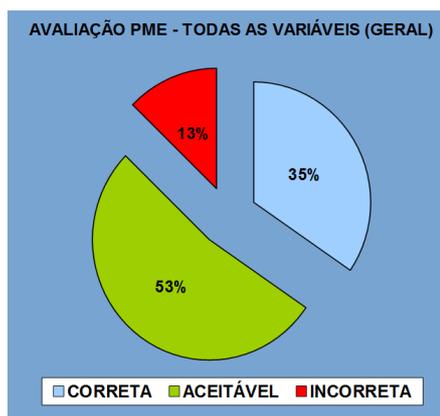


Figura 15: Gráfico comparativo das observações meteorológicas realizadas no período de pesquisa na área adjacente à foz do Rio Doce.

#### 4.10.2 Medições com Estação Metrológica Automática (EMS-A)

A EMS-A Vaisala MW41 foi empregada durante a Comissão de Travessia para obtenção de dados atmosféricos de superfície tais como: temperatura do ar, umidade relativa, ponto de orvalho, pressão atmosférica e intensidade e direção do vento relativo e verdadeiro. Os dados da EMS-A encontram-se no Anexo B. Alguns gráficos representativos, como o da Figura 16, podem ser observados também no Anexo B.

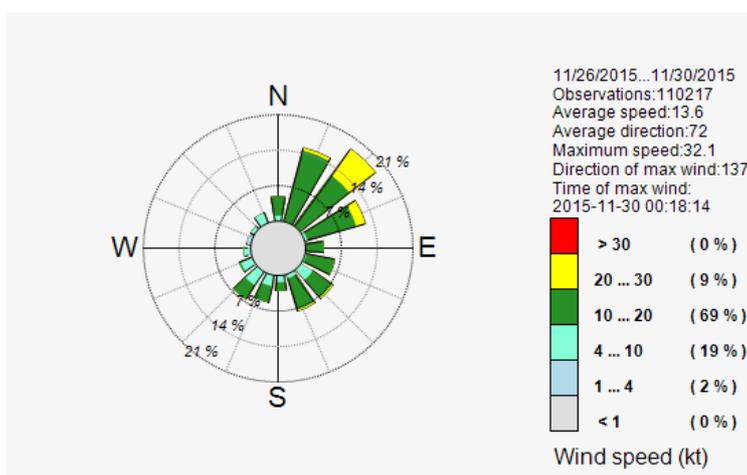


Figura 16: Gráfico da direção e intensidade do vento próximo à foz do Rio Doce.

## 4.11. OCEANOGRAFIA

### 4.11.1 Estações Oceanográficas

Em cumprimento à IES do CHM referente ao LH 035/15, o Navio realizou

perfilagens verticais em 17 (dezesete) estações oceanográficas utilizando o conjunto Rosette com 19 (dezenove) garrafas de Ninski de 12 litros e CTD 9 *Plus* (Figura 17). As estações foram realizadas nos pontos de lançamento determinados pelo coordenador científico embarcado, em locais onde a lama fosse menos abundante e onde a profundidade não colocasse em risco a segurança da navegação. Adicionalmente, quatro (04) estações mais rasas e próximas à foz do Rio Doce foram realizadas por meio de Bote e da Lancha Hidrográfica.

Foram coletadas informações de salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido, fluorescência e turbidez com o auxílio dos sensores SBE 4C (condutividade), SBE 03 PLUS (temperatura), SBE 43 (oxigênio dissolvido), fluorímetro e turbidímetro.



Figura 17: Lançamento conjunto CTD e Rosette.

A numeração das estações CTD/Rosette seguiu a ordem cronológica de realização, conforme preconizado na referência d. Porém, a numeração da malha de planejamento utilizada pelos pesquisadores não seguiu a ordem cronológica de realização. Para ilustrar, seguem na Figura 18 e na Tabela 9 as correspondências entre a numeração das estações realizadas pelo Navio e a da malha de planejamento, bem como as atividades realizadas em cada estação.

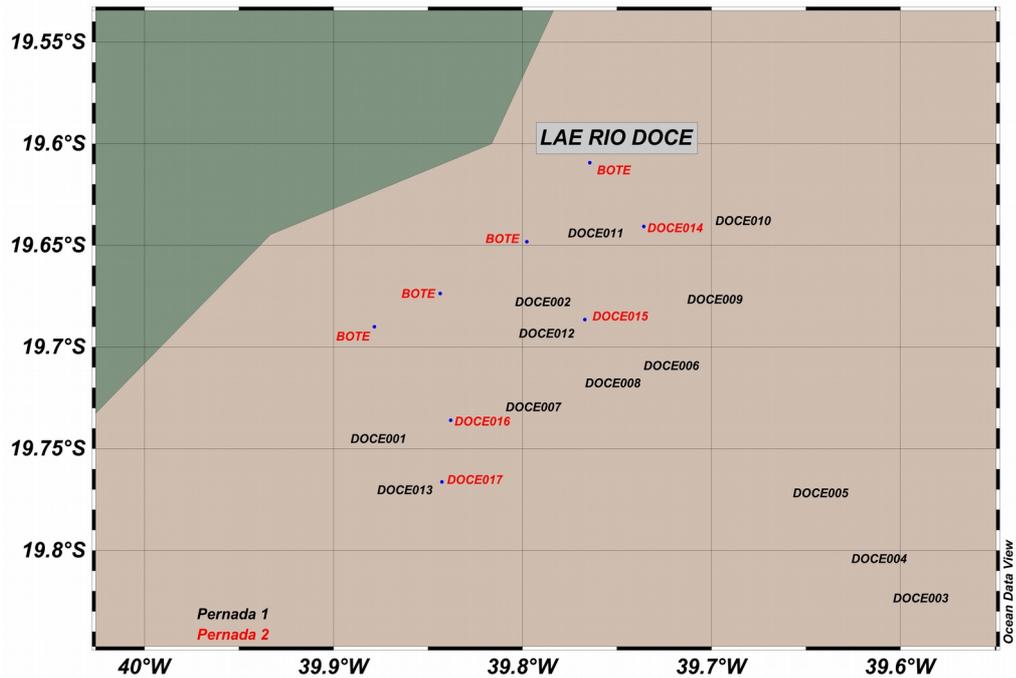


Figura 18: Mapa das estações oceanográficas realizadas durante a primeira e a segunda pernada.

Data	Estação CTD	Ponto da Malha Amostral	Localização		Profundidade (m)
			Latitude (S)	Longitude (W)	
26NOV2015	DOCE_001	XXX	19° 44,65'	039° 51,5'	21
27NOV2015	DOCE_002	DOCE02	19° 41,62'	039° 46,28'	17
	DOCE_003	DOCE06	19° 49,27'	039° 36,52'	91
28NOV2015	DOCE_004	DOCE05	19° 48,20'	039° 37,71'	49
	DOCE_005	DOCE04	19° 46,31'	039° 39,62'	44
	DOCE_006	DOCE03	19° 42,79'	039° 44,23'	33
	DOCE_007	DOCE13	19° 43,69'	039° 46,63'	29
	DOCE_008	DOCE12	19° 42,85'	039° 44,14'	33
	DOCE_009	DOCE09	19° 40,60'	039° 42,88'	28
	DOCE_010	DOCE08	19° 38,24'	039° 42,04'	27
29NOV2015	DOCE_011	DOCE19	19° 38,54'	039° 44,65'	18,5
	DOCE_012	DOCE02	19° 41,49'	039° 46,14'	19
	DOCE_013	DOCE21	19° 46,04'	039° 50,61'	29
02DEZ2015	DOCE_014	DOCE19	19° 38,44'	039° 44,15'	20,7
	DOCE_015	DOCE02	19° 41,19'	039° 46,092'	22
	DOCE_016	DOCE16	19° 44,16'	039° 50,28'	20
	DOCE_017	DOCE21	19° 45,98'	039° 50,56'	26

Tabela 9: Relação de estações realizadas pelo Navio com o conjunto CTD/Rosette.

Na Tabela 10, seguem as atividades realizadas nas estações e os parâmetros medidos em cada análise realizada após as coletas de amostras d'água. Todas as amostras d'água serão encaminhadas para a UFES e IEAPM, onde sofrerão análise mais detalhada.

<b>ATIVIDADE</b>	<b>COLETA</b>	<b>ANÁLISE</b>	<b>PARÂMETROS</b>
CTD/Rossete	Água	Clorofila Plâncton (autotrófico e heterotrófico) Material Particulado Total Bactérias	Temperatura Turbidez Fluorescência Condutividade
Disco Secchi	-	-	Transparência da água
LOKI	Água	Zooplâncton	-

Tabela 10: Equipamento de coleta, tipo de análise e parâmetros medidos.

Em cada estação também ocorreu o lançamento do Disco de Secchi, equipamento utilizado para medição de transparência da água. Próximo à foz, na altura da estação DOCE\_002, a transparência não passou dos 2 metros.

As fichas de calibração dos sensores constam do Anexo D. A Tabela 11 apresenta os sensores utilizados durante as perfilagens verticais.

<b>Sensor</b>		<b>Data de calibração</b>
<b>Tipo</b>	<b>S/N</b>	
Temperatura	6074	02/12/2014
Oxigênio Dissolvido	2952	27/11/2014
Condutividade	4403	09/12/2014
Turbidímetro	3763	12/04/2014
Fluorímetro	3763	12/04/2014
Altímetro	48774	12/04/2014
Pressão	1026	26/11/2014

Tabela 11: Números de séries e data de calibração dos sensores utilizados.

O pré-processamento dos dados coletados pelo *CTD* foi realizado da seguinte maneira:

- a) conversão dos arquivos de dados para ASCII – “DATCNV”;
- b) filtragem das variáveis selecionadas com filtro passa baixa, a fim de eliminar oscilações e ruídos de alta frequência nos dados – “FILTER”;
- c) alinhamento no tempo das medições dos sensores de condutividade,

temperatura e oxigênio em relação à pressão nos arquivos “.CNV”, para que os parâmetros possuam a mesma referência em relação a parcela de água – “ALIGN CTD”;

d) classificação e atribuição de *flag* de erro nos dados que apresentaram grandes variações ou falhas na transmissão – “WILD EDIT”;

e) correção das variações de massa sofridas pela célula de condutividade, em função do acréscimo de pressão – “CELLTM”;

f) eliminação de *loops* de profundidade, marcando o *scan* com um *flag* de erro se o mesmo não passar nos testes de reversão de pressão e de velocidade mínima – “LOOPEDIT”;

g) obtenção das variáveis derivadas de temperatura potencial (ITS-90,°C), salinidade (PSU), densidade (kg/m<sup>3</sup>) e densidade (sigma-theta, kg/m<sup>3</sup>) – “DERIVE”;

h) seleção dos valores médios dos dados por unidade de profundidade – “BINAVG”;

i) separação dos dados coletados na descida e na subida – “SPLIT”;

j) seleção de variáveis de interesse a serem exportadas e alocadas em um arquivo de saída - “STRIP”; e

k) geração de relatório sumário da posição de disparo das garrafas – “BOTTLE SUMMARY”.

Os arquivos de configuração foram gerados a cada estação na pasta “BRUTOS”, sendo nomeados com o mesmo nome da estação e com a terminação “.CON”. Os dados pré-processados, bem como os gráficos de distribuição vertical e horizontal gerados pelo *software* OCEAN DATA VIEW constam do Anexos F e J.

#### 4.11.2 Oceanografia Física

##### 4.11.2.1 Lançamento de Boia de Deriva

Em cumprimento à alínea ECHO da IES do CHM referente ao LH 035/15, foi realizado 01 (um) lançamento de Boia de Deriva, conforme consta na Tabela 12 e na Figura 19.

Nº LANÇA.	TIPO	Nº SÉRIE	DATA-HORA	POSIÇÃO (LAT/LONG)	TEMP. ÁGUA (°C)
1º	SVP	127065	272100Z/NOV/2015	19º 49,27'S e 039º 36,66'W	26,5°C

Tabela 12: Controle de lançamentos das Boias de Deriva.



Figura 19: Lançamento de Boia de Deriva.

Cabe ressaltar que o navio possuía somente uma unidade (01) de boia de deriva remanescente do Projeto PIRATA BR-XVI quando foi designado para cumprir a IES 035/15.

#### 4.11.2.2 Aquisição de Dados ADCP

Em cumprimento à alínea DELTA da IES do CHM referente ao LH 035/15, o Navio realizou aquisição dos dados de magnitude, direção e sentido das correntes por meio do ADCP de casco VMOS150, que recebe sinais NMEA GGA, VTG, ZDA e PRDID (pitch e roll) da MRU-5, via Kongsberg Seatex SeaPath 300.

A aquisição dos dados foi feita com o *software VmDAS 1.46*, utilizando-se o arquivo de inicialização “150BBNBBT.ini” e o arquivo de configuração “OS150BBDEF.txt” (águas rasas). O processamento foi realizado por meio do *banco de dados OSSI*.

As configurações usadas operam automaticamente em *bottom track* e *water track*, mantendo um intervalo de transmissão de 3 segundos, tendo o auxílio do sistema K-Sync para sincronizar a emissão dos pulsos entre o ADCP e os demais Ecobatímetros.

As planilhas de acompanhamento e controle digitalizado dos arquivos de aquisição constam no Anexo E. Os arquivos gerados constam no Anexo I. A apresentação dos dados constam no Anexo K.

As trocas dos arquivos do ADCP foram feitas, em média, a cada 24 horas de aquisição.

Conforme as Figuras 20 e 21, os resultados obtidos nas duas coletas sugerem a ocorrência de uma rápida alteração na dinâmica local podendo ou não ser decorrente de processos de mesoescala (ex., vórtices e instabilidades associados a Corrente do Brasil ou a própria presença da corrente) que estejam ocorrendo na quebra de plataforma. Por sua vez, quando ocorrem, tais processos podem condicionar o padrão hidrodinâmico sobre a plataforma externa e média da região adjacente.

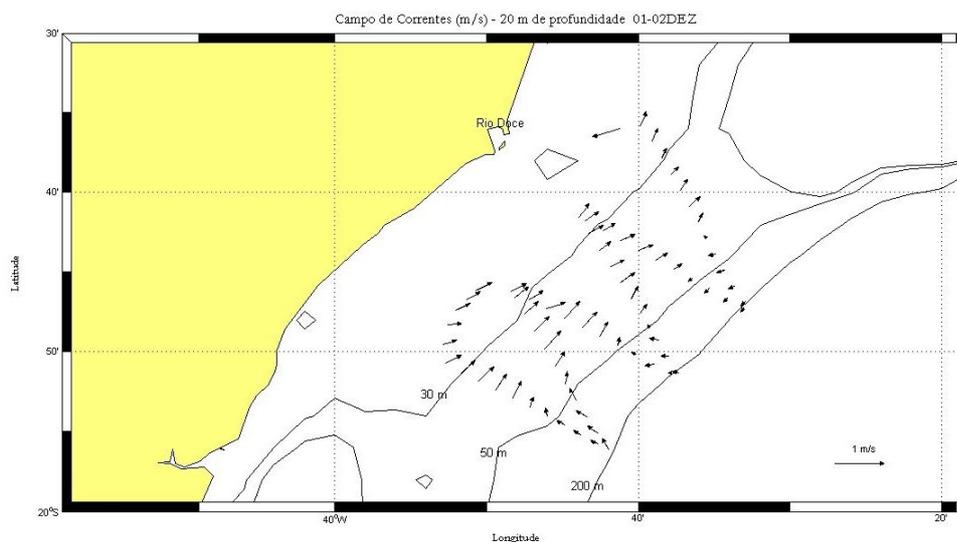


Figura 20: Perfilagem com ADCP de casco OS150 a 20 metros de profundidade entre os dias 01 e 02 DEZ 2015.

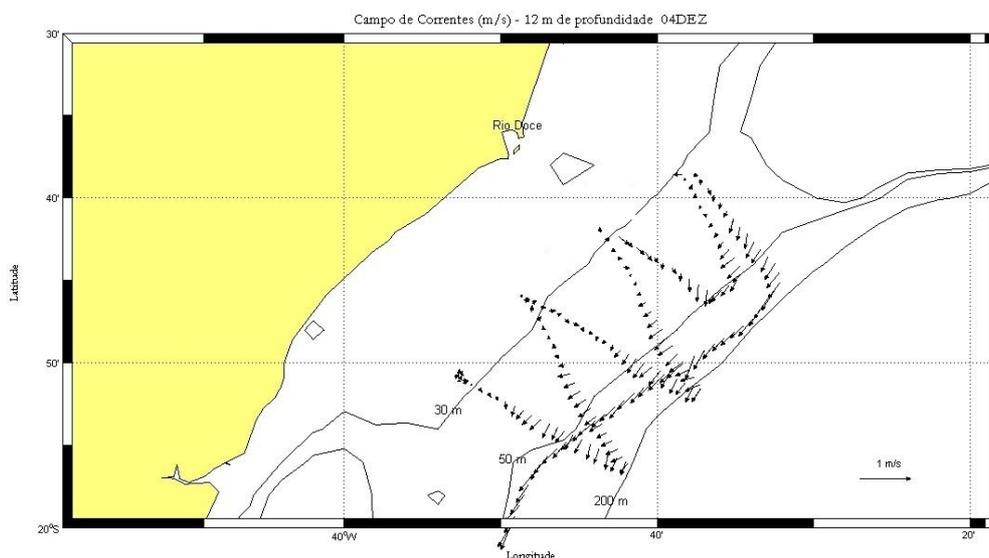


Figura 21: Perfilagem com ADCP de casco OS150 a 12 metros de profundidade no dia 04 DEZ 2015.

#### 4.11.2.3 Perfilagem horizontal com Termosalinógrafo

O Navio realizou medições em tempo real de dados na superfície de salinidade e de temperatura da água do mar ao longo de sua derrota com o Termosalinógrafo Sea-Bird SBE-21, em profundidades locais acima de 50 metros. Os dados foram adquiridos por meio do *software* Seasave Win32 (versão 5.39c) da *Sea-Bird*. Foram adotados todos os procedimentos previstos na IT L-18.

Os dados do Termosalinógrafo constam no Anexo G. Os gráficos de apresentação constam no Anexo L. Segue abaixo a Figura 22, ilustrativa da temperatura medida na superfície pelo Termosalinógrafo.

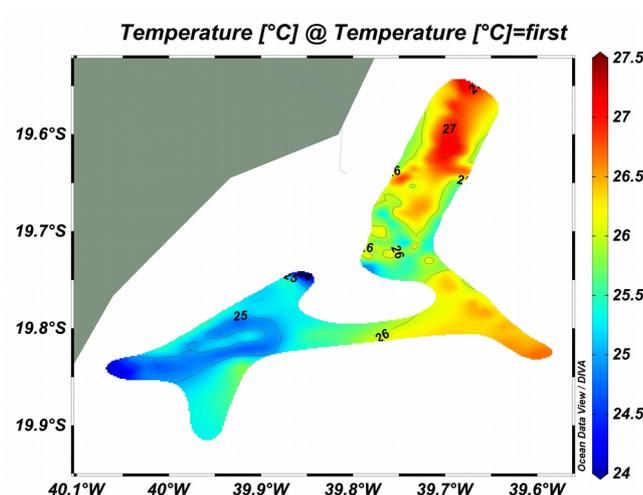


Figura 22: Dados do TSG referentes à temperatura na superfície.

#### 4.11.3 Oceanografia Química

Ainda não há resultados e as amostras d'água estão sendo processadas.

#### 4.11.4 Oceanografia Biológica

##### 4.11.4.1 Plâncton

Na caracterização das partículas em suspensão na água, identificadas previamente como um dos problemas potenciais do lançamento de rejeitos a partir do Rio Doce em direção à região costeira adjacente, foram utilizadas estratégias distintas, que detectassem elementos em uma ampla gama de tamanho.

Durante os transectos realizados pelo navio, a natureza e a concentração de

partículas foram investigadas a partir do lançamento do LOPC (*Laser Optical Particle Counter*), que tem capacidade para detectar partículas entre 100 micrômetros ( $\mu\text{m}$ , ou 1 milésimo de milímetro) e 3,5 centímetros (Figura 23). Ao LOPC foi acoplado um detector de fluorescência (fluorímetro) sensível à presença de clorofila, o principal elemento utilizado para se diferenciar microalgas de partículas não-vivas e pequenos animais.

Adicionalmente, a fim de caracterizar as partículas finas entre  $3\mu\text{m}$  e  $100\mu\text{m}$ , foram coletadas amostras de água em diferentes profundidades e pontos. Essas amostras foram processadas a bordo em um analisador de partículas FlowCam®, equipado com detector de clorofila. Para acrescentar informações úteis na caracterização das partículas maiores que  $200\mu\text{m}$ , como forma e mobilidade, foram feitos arrastos verticais desde próximo ao fundo com o LOKI (Lightframe On-sight Keyspecies Investigation). Esse equipamento é dotado de uma rede de plâncton ( $200\mu\text{m}$ ) que concentra os organismos em uma câmera fotográfica de alta-resolução e de um CTD com fluorímetro para registro de parâmetros adicionais. Aliado a isso, amostras de água e de organismos foram conduzidas aos laboratórios do IEAPM e da UFES para validação e refinamento dos resultados.

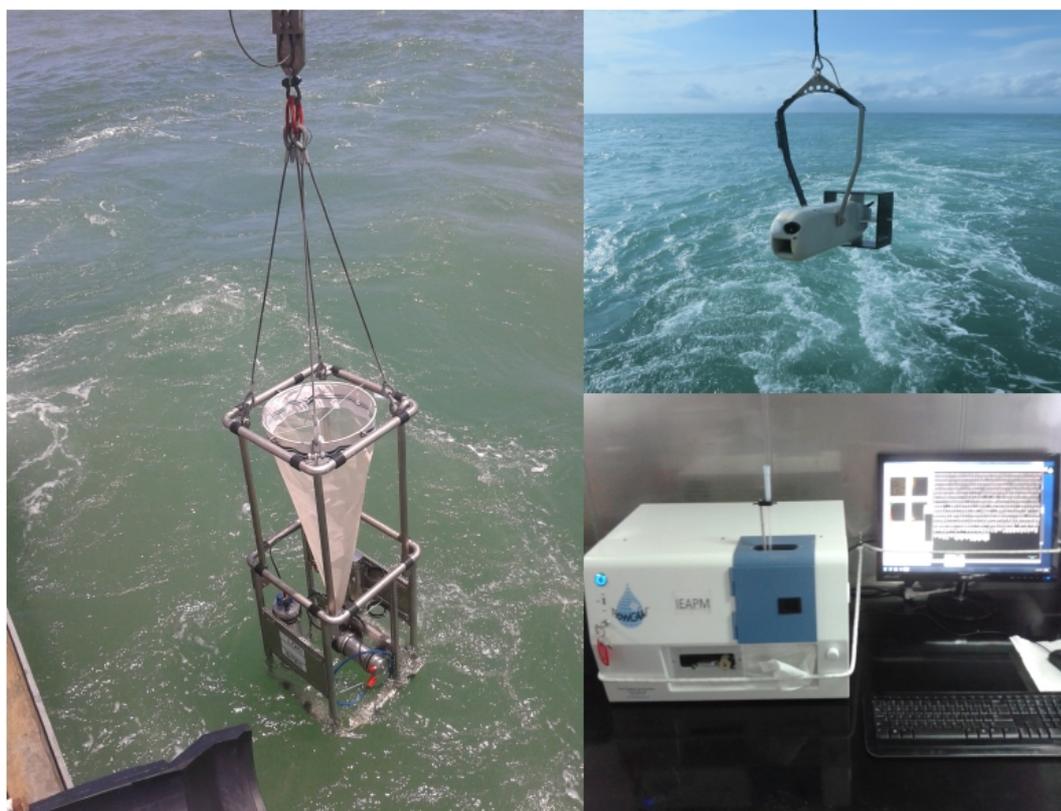


Figura 23: Principais equipamentos semi-automáticos utilizados a bordo do NPqHo Vital de Oliveira para caracterização preliminar do Plâncton.

Os resultados combinados das análises realizadas a bordo com todos os dispositivos descritos acima nos permitiram caracterizar, ainda que de forma preliminar, a natureza e a distribuição das partículas na foz do Rio Doce (DOCE01) e região adjacente (demais estações oceanográficas).

A concentração de partículas, especialmente aquelas menores que  $20\mu\text{m}$ , na região da foz (DOCE01) foi de uma a duas ordens de grandeza maior que aquela nas isóbatas de 30 metros de profundidade (Figuras 24 e 25). Diferenças também foram notadas em sentido norte-sul (Figura 26), mas que não puderam ser sintetizadas em um único cenário devido à variabilidade diária dos dados.

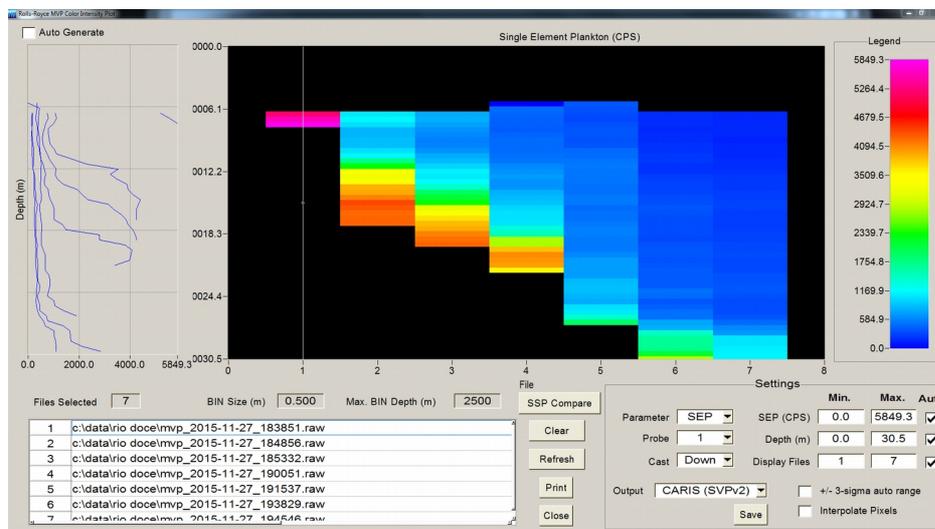


Figura 24: Perfil vertical de contagens de partículas por segundo realizado pelo LOPC entre os pontos DOCE 02 e 04.

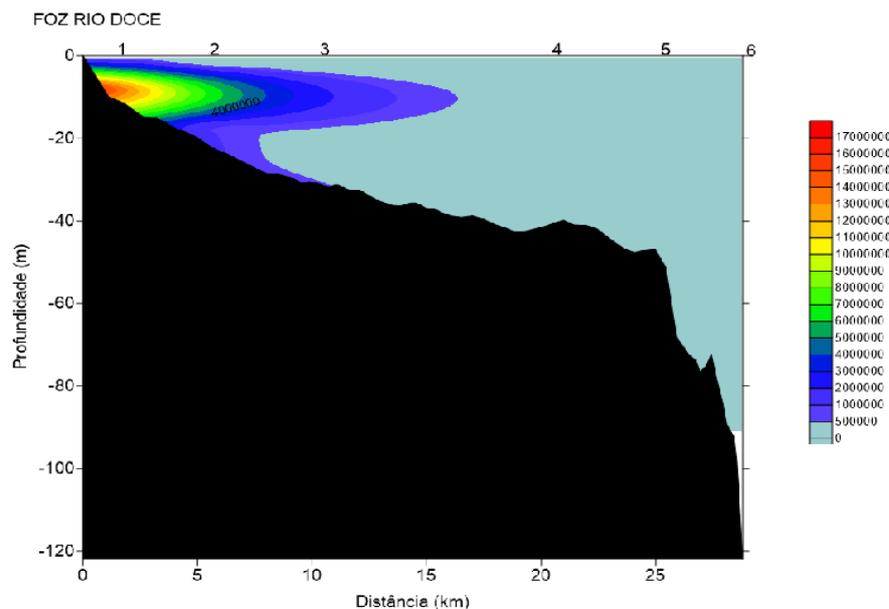


Figura 25: Perfil vertical de contagens de partículas por segundo realizado pelo LOPC entre os pontos DOCE 02 e 04.

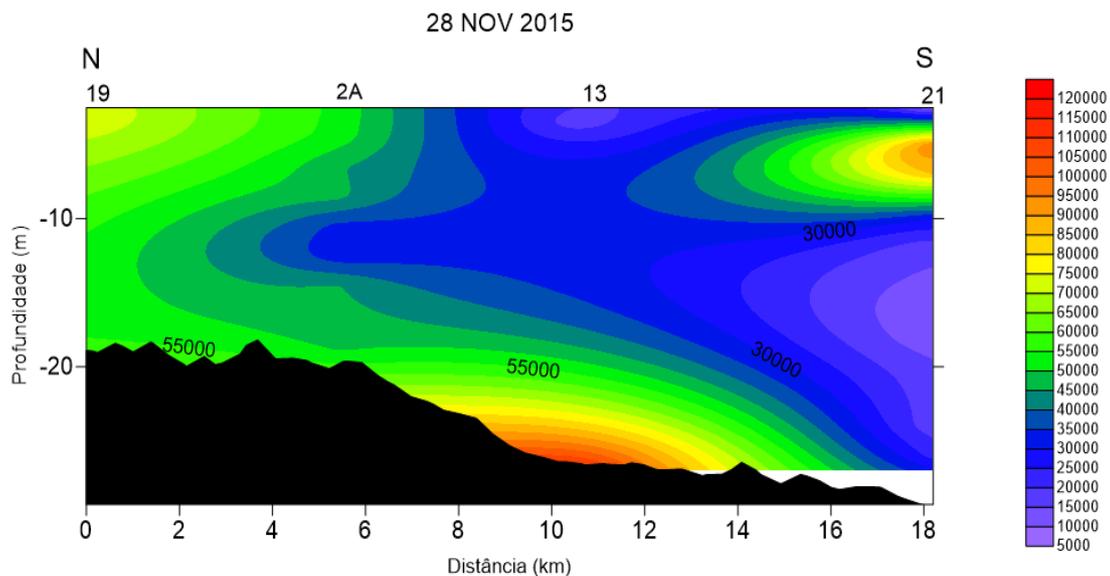


Figura 26: Perfil em sentido Norte-Sul (esquerda-direita) da concentração de partículas. A região da foz corresponde ao quilômetro 6 (2A no alto do gráfico). Observe a alta concentração de partículas junto ao fundo e próximo à superfície a norte e a sul, mas com diferenças na dispersão.

Essa variabilidade acompanhou a tendência revelada nos estudos de turbidez, que destacaram maiores concentrações próximo à foz, junto ao fundo e na ampla pluma de superfície. Ambas as plumas de superfície e de fundo são dominadas por partículas sem clorofila e menores que  $5\mu\text{m}$ . Na análise exclusivamente de partículas clorofiladas nessas plumas, foi constatada predominância de células pequenas, entre 2 e  $20\mu\text{m}$  (nanoplâncton), em detrimento das microalgas maiores (microplâncton) (Anexo Q). Apesar de menos abundantes, as microalgas marinhas maiores que  $20\mu\text{m}$  foram registradas em todas as amostras, sem evidência clara de diferença entre estações que pudesse ser associada de modo inequívoco à pluma ou à foz do Rio Doce até o presente momento.

Do mesmo modo, foram registrados diminutos animais (maiores que  $200\mu\text{m}$ ) em toda a região de estudo, mas em maior concentração aparente na superfície. Na região da foz e próximo ao fundo, esses diminutos animais foram observados em menores concentrações e nadando por entre as partículas em suspensão. Durante o período de caracterização, foram registrados os principais grupos taxonômicos esperados para a região costeira, como Crustacea (microcrustáceos copépodes, decápodes e eufausiáceos), Mollusca (larvas), Cnidaria (medusas), Annelida (larvas de poliquetos), Echinodermata (larvas), Chaetognatha e Chordata (apendicularias, ovos e larvas de peixes) (Anexo Q), com aparente dominância de copépodes.

Esses microcrustáceos são virtualmente os organismos mais abundantes ao longo

de toda a região costeira brasileira e têm papel de destaque nesses ecossistemas. Não se sabe até o momento os impactos do aporte desses rejeitos sobre as microalgas (fitoplâncton) ou sobre esses diminutos animais (zooplâncton).

Na comparação de amostras obtidas ao longo de um transecto de norte a sul – passando pela foz – em dois momentos distintos do estudo, foi notada diminuição no número total de partículas em suspensão na água, principalmente na superfície junto à foz do Rio Doce e no fundo ao sul da foz (Figura 26). É possível que essas variações estejam associadas à climatologia, ao hidrodinamismo local e à vazão do rio, que têm algum efeito potencial sobre a diluição das partículas em suspensão nas águas da região litorânea. Esses fatores foram identificados como importantes na descrição dos cenários observados nessa caracterização e têm implicações diretas na distribuição espacial e temporal do plâncton. As maiores concentrações de material particulado na região da foz em todos os momentos desse estudo confirmam que os aportes do Rio Doce são a fonte primária dessas partículas.

#### 4.11.4.2 Bentos

Os pontos amostrais aqui avaliados para o relatório parcial foram: DOCE18-R3 e DOCE17-R1 na isóbata de 10 metros e DOCE16-R1, DOCE2-R3 e DOCE19-R2 na isóbata de 20 metros, sendo analisada uma das três amostras coletadas para cada ponto amostral. O “R” após o nome do ponto refere-se ao número da réplica analisada.

Foi encontrado um total de 176 indivíduos distribuídos em 15 grupos taxonômicos. O grupo mais abundante foi poliqueta, seguido de anfípoda e outros (111, 19 e 13 respectivamente). Holoturoidea, Sipuncula e Nematoda foram os grupos menos abundantes, com um indivíduo cada (Tabela 13).

<b>Taxa</b>	<b>DOCE16 -R1</b>	<b>DOCE19 -R2</b>	<b>DOCE18 -R3</b>	<b>DOCE17 -R1</b>	<b>DOCE2- R3</b>
Polichaeta	8	59	18	18	8
Bivalvia	1	1	0	1	0
Decapoda	1	0	0	0	2
Brachiura	0	1	0	0	2
Anomura	0	1	0	0	1
Isopoda	0	0	0	0	2
Anfipoda	0	6	0	0	13
Tanaidacea	1	2	0	0	0
Cumacea	0	2	0	0	0
Ophiuroidea	1	4	0	0	2
Holoturoidea	0	1	0	0	0
Nemertea	3	1	0	1	0
Sipuncula	1	0	0	0	0
Nematoda	1	0	0	0	0
Outros	3	3	1	1	5

Tabela 13: Abundância dos táxons ocorrentes em uma amostra de cada sítio amostral. Abundância sem correção para equivalência de área dos Amostradores.

O ponto amostral com maior número de indivíduos foi o DOCE19-R2 (81000 ind/m<sup>2</sup>), localizado ao norte na isóbata de 20m e o com menor número de indivíduos o DOCE18-R3 (1900 ind/m<sup>2</sup>) localizado ao sul na isóbata de 10m. Em geral os pontos amostrais da isóbata de 10 metros (DOCE18-R3 e DOCE17-R1) apresentaram menor número de indivíduos (ind/m<sup>2</sup>) que os pontos amostrais na isóbata de 20m (DOCE16-R1, DOCE2-R3 e DOCE19-R2), sendo os pontos da isóbata de 10 metros com maior concentração visual de “lama alaranjada” (material alóctone). Os pontos amostrais localizados a norte (DOCE17-R1 e DOCE19-R2) apresentaram maior número de indivíduos (ind/m<sup>2</sup>) e os pontos ao sul (DOCE18-R3 e DOCE-R1) os menores valores em suas respectivas isóbatas (10 e 20m). O ponto central DOCE2-R3 (35000 ind/m<sup>2</sup>) apresenta valor intermediário aos outros pontos da respectiva isóbata (20m) (Figura 27).

Nos grandes grupos Poliqueta foi o grupo taxonômico mais abundante nos pontos amostrais analisados (40 a 94,74%) e ocorrendo em todos os mesmos. No ponto DOCE2-R3, Crustacea foi o mais abundante (57,14%). Sipuncula e Nematoda ocorreram somente em um ponto (DOCE16-R1), sendo cada um responsável por 5% da abundância relativa, este ponto foi o único a apresentar todos os grandes grupos presentes na análise. O ponto DOCE18-R3 teve a menor composição taxonômica (2 taxa), sendo Poliqueta responsável por 94,74% da abundância relativa (Figura 28).

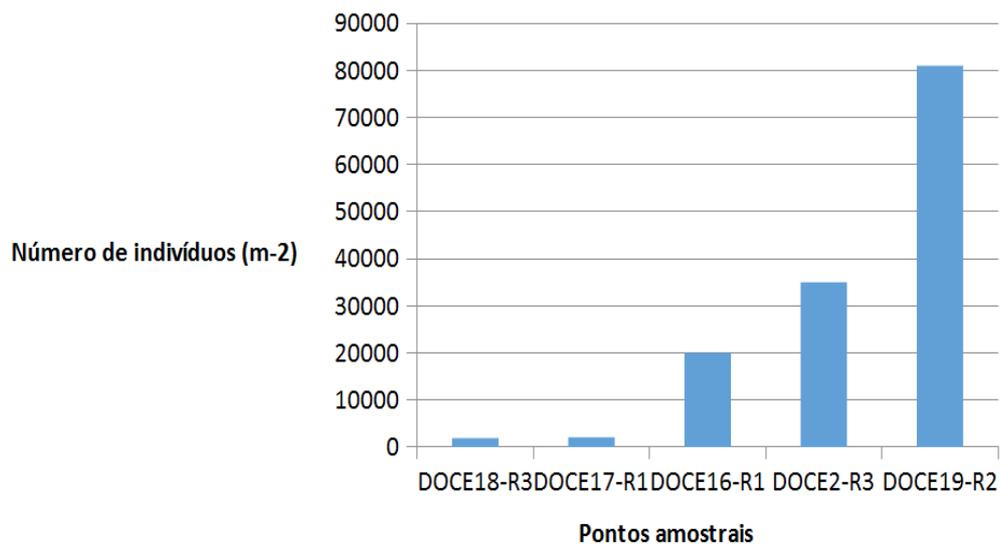


Figura 27: Número de indivíduos (ind/m-2) por sítio amostral.

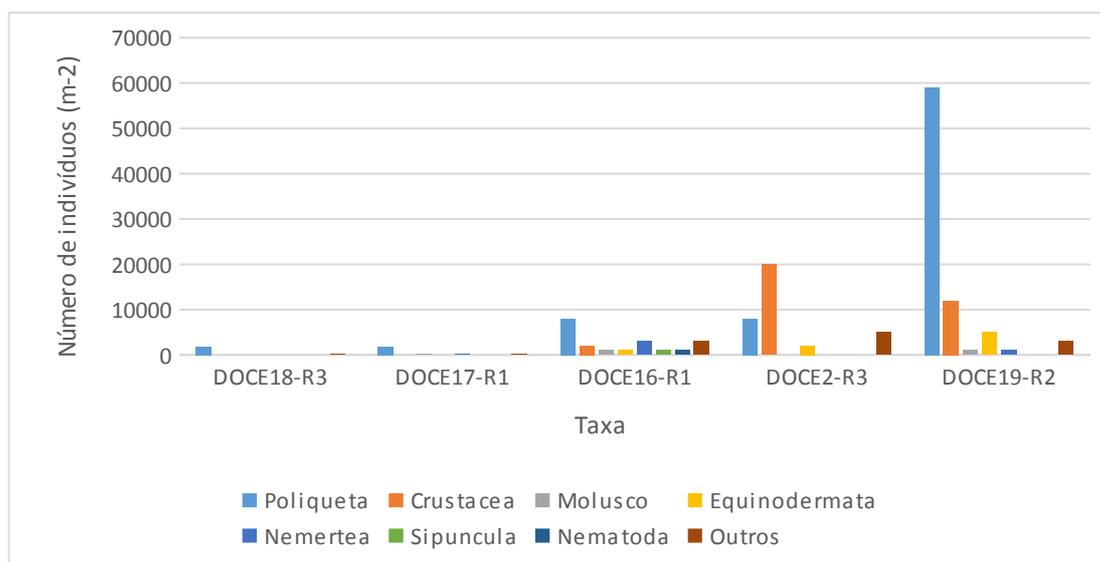


Figura 28: Composição taxonômica e abundância dos indivíduos (ind/m-2) de cada sítio amostral.

#### 4.12. SINALIZAÇÃO NÁUTICA

XXX

#### 4.13. ATUALIZAÇÃO DO CADASTRO DE COORDENADAS E FICHAS DE DESCRIÇÃO

XXX

#### 4.14. ATUALIZAÇÃO DA CARTA NÁUTICA

XXX

#### 4.15. ATUALIZAÇÃO DE PUBLICAÇÕES DE SEGURANÇA DA NAVEGAÇÃO

XXX

### 5. MATERIAL TÉCNICO

#### 5.1. RELAÇÃO DO MATERIAL TÉCNICO E SUA CONDIÇÃO OPERACIONAL

##### 5.1.1 Material Técnico em boas condições operacionais

Na Tabela 14, segue listado o material em boas condições operacionais.

EQUIPAMENTOS	
1	ACOUSTIC DATA CURRENT PROFILER ADCP MODEL OCEAN SURVEYOR 75KHZ AND ONE 150KHZ
2	AUTOSAL MODEL GUILDINE SALINOMETER 8400B
3	ECOBATÍMETRO EA600 KONGSBERG (12, 38 E 200 KHZ)
4	ECOBATÍMETRO MULTIFEIXE, KONGSBERG MODELO EM 710 E 122
5	GRAVÍMETRO MICRO LACOSTE MGS-6
6	GUINCHO DYNACON MODEL 766
7	GUINCHO OCEANOGRÁFICO DYNACON MODEL 592
8	GUINCHO OCEANOGRÁFICO DYNACON MODEL 10030
9	KLEIN SIDE SCAN SONAR MODEL 5000 V2
10	KONGSBERG SEAPATH 300 COM MRU-5
11	LARGE VAN VEEN GRAB
12	MAGNETÔMETRO MARINE MAGNETICS SeaSPY 2
13	MOCNESS PLANKTON SAMPLER, MODEL MULTINET
14	MVP 300-3400 E PLANKTON RECORDER SYSTEM LOPC-660
15	OSIL MEGA BOX CORER
16	OSIL PISTON CORER
17	PCO2 MEASURING SYSTEM MODEL 8050
18	PORTASAL MODEL GUILDINE SALINOMETER 8410A
19	ROSETTE MULTI-BOTTLE ARRAY, SEABIRD MODEL SBE-32
20	SBE 11 PLUS DECK UNIT
21	SBE 21 SEACAT THERMOSALINOGRAPH
22	SBE 9 PLUS CTD
23	SUB-BOTTOM PROFILER, KONGSBERG MODEL SBP 120
24	UNDERWAY CTD (U-CTD) SYSTEM
25	XBT DATA ACQUISITION SYSTEM, MODEL MK-21

Tabela 14: Material técnico em boas condições operacionais.

##### 5.1.2 Material técnico avariado

XXX.

### 5.1.3 Material técnico perdido ou inutilizado

XXX.

## 6. CONCLUSÕES

### 6.1. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS NA ÁREA PELOS DEMAIS ÓRGÃOS COMPETENTES

Sugere-se que qualquer trabalho realizado na região em estudo seja precedido de uma avaliação das condições meteoceanográficas reinantes na área.

### 6.2. OBSERVAÇÕES TÉCNICAS E ASSUNTOS DE INTERESSE DO CONSELHO TÉCNICO

- A dinâmica da pluma na superfície é diferente daquela no fundo.
- A extensão (área) da pluma de superfície é maior do que aquela da pluma de fundo.
- A dispersão das plumas é complexa e influenciada pelos ventos, correntes, marés, batimetria, vazão do rio e dinâmica de mesoescala.
- As partículas que estão em suspensão na água são finas, entre 0,45 e 5µm (milésimos de milímetro).

#### *Caracterização Geral*

A descrição do cenário atual da área da foz do Rio Doce foi baseada na análise dos resultados apresentados nesse relatório. A partir da inclusão de novos resultados, particularmente aqueles que serão obtidos das análises de laboratório, esse cenário poderá se tornar mais claro, abrangente e, naturalmente, mais complexo.

Assim que alcançam a foz, as águas do Rio Doce contendo rejeitos se dividem em uma pluma superficial, que ocupa apenas os primeiros metros de profundidade, e outra próxima ao fundo, mais espessa. Além da coloração, essas plumas compartilham as partículas finas em suspensão, cuja quantidade decresce gradualmente na medida em que se afastam da foz, local em que foram observadas concentrações da ordem de 1 bilhão de partículas por litro de água.

Por outro lado, essas plumas nem sempre compartilham as mesmas condições meteorológicas e oceanográficas, o que pode resultar na dispersão dos rejeitos para áreas distintas. Durante o período de caracterização, foram observados, por exemplo, cenários de dispersão da pluma de superfície para norte e, simultaneamente, de fundo para sul. Ou ainda cenários de contenção da pluma de superfície junto à foz e dispersão de fundo para nordeste.

Dentre os variados cenários descritos nesse relatório, há indícios que apontam para a vazão do Rio Doce e o regime de chuvas como parâmetros adicionais importantes, nenhum dos quais dentro da capacidade de avaliação do Navio, e que poderão ser incorporados no futuro para melhor prever a dispersão das plumas.

Respeitados os limites das análises adotadas pela equipe de pesquisadores a bordo para descrever sucintamente o cenário atual, a dispersão da pluma de superfície é maior que aquela de fundo, sendo que o Anexo P apresenta uma metodologia que pode servir como ferramenta para auxiliar no monitoramento das áreas onde ocorre maior concentração de sedimentos

### **6.3. SEGURANÇA DA NAVEGAÇÃO**

XXX

### **6.4. PREVISÃO AMBIENTAL**

XXX

### **6.5. FORMAÇÃO TÉCNICO-PROFISSIONAL**

#### **6.5.1 Oficiais**

Os mesmos do item 2.4.1.

#### **6.5.2 Praças**

Os mesmos do item 2.4.2.

#### **6.5.3 Publicações de Formação Técnico-Profissional**

XXX

## **7. ANEXOS E APÊNDICES**

### **7.1. DOCUMENTOS ENTREGUES ANTECIPADAMENTE**

XXX

## **7.2. DOCUMENTOS ENTREGUES JUNTAMENTE COM O RELATÓRIO FINAL**

ANEXO A) Quadro comparativo entre tempo previsto e tempo observado;

ANEXO B) Dados da EMS-A e gráficos associados;

APÊNDICE B-I) Registros Meteorológicos FM 12 – XI SYNOP – FM13-XI SHIP (DHN-5934-3);

ANEXO C) Croquis das estações oceanográficas;

ANEXO D) Fichas de calibração dos sensores empregados CTD e TSG;

ANEXO E) Dados de LOPC;

ANEXO F) Registros de todas as estações CTD, lançamento de Boia de Deriva, lançamentos de LOPC, aquisição com ADCP e TSG;

APÊNDICE F-I) Registros de Dados Físicos e Químicos das Estações Oceanográficas (DHN-6212-3);

APÊNDICE F-II) Registros de Observações Batitermográficas (DHN-6227-4);

APÊNDICE F-III) Planilhas de acompanhamento da aquisição de dados CTD, LOPC, TSG e ADCP;

ANEXO G) Dados do TSG e CTD;

ANEXO H) Cópias das mensagens transmitidas e recebidas durante a Comissão;

ANEXO I) Dados de ADCP e sondagem

APÊNDICE I-I) “DVD” contendo os dados do ADCP;

APÊNDICE I-II) “DVD” contendo os dados da sondagem;

APÊNDICE I-III) Planilhas de acompanhamento de sondagem;

ANEXO J) Apresentação dos Dados de CTD;

ANEXO K) Apresentação dos Dados de ADCP;

ANEXO L) Apresentação dos Dados do Termosalinógrafo;

ANEXO M) Avaliação Preliminar de Geologia;

ANEXO N) Avaliação Preliminar de Bentos;

APÊNDICE N-I) Táxons e Grandes Grupos;

ANEXO O) Avaliação Preliminar de Plâncton;

ANEXO P) Análise de imagens de satélite; e

ANEXO Q) Fotos das atividades realizadas.

## **7.3. RESTITUIÇÃO DE DOCUMENTOS RECEBIDOS**

XXX

#### **7.4. DOCUMENTOS OBTIDOS EM OUTRAS FONTES**

XXX.

#### **8. REFERÊNCIAS**

- a) Diretiva Permanente DHN 001/15;
- b) INSTRUÇÃO TÉCNICA A-03-A – Relatórios de Levantamentos Hidroceanográficos;
- c) INSTRUÇÃO TÉCNICA H-08 – Procedimentos para execução de LH com sistema automatizado de coleta e processamento de dados;
- d) INSTRUÇÃO TÉCNICA L-18 – Operação de perfiladores de condutividade, temperatura e pressão, dos tipos CTD e Mini-CTD;
- e) INSTRUÇÃO TÉCNICA L-20 – Operação do perfilador acústico de correntes (ADCP);
- f) INSTRUÇÃO TÉCNICA L-21 – Instalação, manutenção e operação do Termosalinógrafo SBE-21;
- g) NAVEMARINST 10-01B – Observações Batitermográficas; e
- h) NAVEMARINST 10-10 – Observações Meteorológicas.

ALUIZIO MACIEL DE OLIVEIRA JUNIOR

Capitão-de-Fragata

Comandante

ASSINADO DIGITALMENTE

Anexo A do Relatório Final do LAE em Regência, do NPqHoVitaldeOliveira ao GNHo.

## **ANEXO A**

### **QUADRO COMPARATIVO ENTRE TEMPO PREVISTO E OBSERVADO**

O Quadro comparativo entre o tempo previsto pelo Centro de Hidrografia e Navegação (CHM) e tempo observado encontra-se a bordo do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira (NPqHoVitaldeOliveira).

## **RESERVADO**

### **MARINHA DO BRASIL**

#### **COMANDO DO 1º DISTRITO NAVAL**

#### **RELATÓRIO DAS ATIVIDADES DA MARINHA DO BRASIL NO LITORAL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO – ROMPIMENTO DE BARRAGEM EM MARIANA-MG**

##### **1 – SITUAÇÃO INICIAL**

Em 05 novembro de 2015 ocorreu o pior acidente ambiental relacionado às atividades de mineração do País, no município de Mariana/MG. A tragédia ocorreu após o rompimento de uma barragem (Fundão) da empresa SAMARCO MINERAÇÃO S/A.

Esse rompimento provocou uma enxurrada de lama (rejeitos) que devastou o distrito de Bento Rodrigues, deixando um rastro de destruição à medida que avançava pelo Rio Doce até chegar ao litoral do estado do Espírito Santo.

Devido ao ocorrido, o Governo do Estado do Espírito Santos solicitou à Marinha do Brasil (MB) para atuar em apoio às ações de mitigação das consequências do rompimento em sua área marítima.

O Comando de Operações Navais (ComOpNav) designou o Comando do 1º Distrito Naval (Com1ºDN) como Coordenador Operacional das ações de mitigação, determinando o envio de um navio para a cena de ação e estabelecer um Centro de Operações destinado à coordenação, comando e controle das ações. Solicitou, ainda, para que a Diretoria Geral de Navegação (DGN) autoriza-se a Diretoria de Portos e Costas (DPC) prestar assessoria técnica ou de subsídios para atender aos questionamentos de órgãos de meio ambiente e que o Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) empregasse um navio de pesquisa para realização de levantamento de variações na batimetria da foz do Rio Doce e área marítima adjacente. Adicionalmente, a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (SecCTM) determinou que o Instituto de Estudos do Mar Alte Paulo Moreira (IEAPM) realizasse a verificação dos impactos oceanográficos na fauna e flora da foz do Rio Doce e do Arquipélago de Abrolhos.

##### **2 – APOIOS PRESTADOS**

O Com1ºDN designou a Capitania dos Portos do Espírito Santo (CPES) como Centro de Operações e realizou as seguintes ações/apoio:

- a) Orientação às populações ribeirinhas afetadas pelo acidente quanto à segurança da navegação e salvaguarda da vida humana no rio;
- b) Sobrevoos da foz do Rio Doce até a cidade de Colatina-ES;

**RESERVADO**

## RESERVADO

MARINHA DO BRASIL

(Continuação do Anexo do Of nº 30-02/2016, do Com1ºDN ao Governo do Estado do Espírito Santo.....)

- c) Coletas de amostra da água e sedimentos nas proximidades da foz do Rio Doce para análise laboratorial por parte do IEAPM;
- d) Realização de sondagem batimétrica na foz do Rio Doce e Levantamento Ambiental Expedido na localidade de Regência/ES;
- e) Apoio para realização de Workshop no auditório da CPES, sob a coordenação do Instituto Estadual do Meio Ambiente (IEMA), com a participação de órgãos federais e estaduais;
- f) Acompanhamento da expansão da mancha de lama;
- g) Embarque de pesquisadores civis da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e da Universidade Vila Velha (UVV) no Navio de Pesquisa Hidroceanográfico “Vital de Oliveira” (NPqHo “Vital de Oliveira”), a fim de apoiar os trabalhos de campo;
- h) Ações de Comunicação Social;
- i) Apoio logístico aos navios da MB e demais órgãos federais/estaduais; e
- j) Registro fotográfico das proximidades da foz do Rio Doce.

### 3 – PERÍODO DA OPERAÇÃO

09/NOV a 08/DEZ/2015.

### 4 – EFETIVO EMPREGADO

383 militares.

### 5 – MEIOS EMPREGADOS

- 1 Fragata (Rademaker);
- 1 NPqHo (Vital de Oliveira);
- 1 RbAM (Tridente);
- 1 ANV (UH-12/13);
- 4 VTR ADM;
- 1 Lancha Orgânica; e
- 1 Kit de coleta de material de poluição hídrica.

### 6 – EVOLUÇÃO DO APOIO

A participação da MB fez parte de um esforço conjunto entre diversos órgãos governamentais ou privados.

RESERVADO

## RESERVADO

MARINHA DO BRASIL

(Continuação do Anexo do Of nº 30-02/2016, do Com1ºDN ao Governo do Estado do Espírito Santo.....)

Até o momento não há dados que confirme a ocorrência de prejuízos à segurança da navegação.

O que se constatou é que a pluma sedimentada, durante o período da operação, encontrava-se próxima à foz do Rio Doce e que a pluma da superfície da água expandia-se para uma área maior (ao Norte, Sul e Leste da foz).

Não foi verificado nenhum animal marinho sem vida nas amostras colhidas. A colheita de amostras ao longo do Rio não está sendo feita pela MB.

O NPqHO "Vital de Oliveira" foi adquirido em parceria com outras instituições, que não interferiram nos resultados das pesquisas realizadas a bordo. Pesquisadores de diversas instituições participaram da colheita de material que serão analisados em seus respectivos laboratórios.

O NPqHO "Vital de Oliveira" retornou em 08/DEZ/2015 para o Rio de Janeiro. A vinda desse ou de outro navio da MB para novas pesquisas dependerá dos resultados obtidos nas análises, disponibilidades de meios e de recursos financeiros.

### 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na área marítima afetada pelo acidente ambiental de Mariana-MG, nas proximidades da foz do Rio Doce, não há Porto Organizado, tráfego de navios mercantes, existindo apenas colônias de pescadores que operam barcos de pequeno calado. Até o momento, não foi identificada qualquer alteração que caracterize perigo à navegação.

O Relatório de Análise dos Dados Coletados por meio do NPqHo "Vital De Oliveira", durante o levantamento ambiental em Regência/ES, cujos resultados constam no apêndice I a este anexo, descreve um cenário atual, na área da foz do Rio Doce, baseado em uma análise preliminar da área afetada, em um curto período de tempo. A partir da inclusão de novos resultados, particularmente aqueles que serão obtidos das análises de laboratório, esse cenário poderá se tornar mais claro, abrangente e, naturalmente, mais complexo. Em relação a projeções futuras, deve-se considerar que a vazão do rio deve aumentar e o padrão de ventos tende a variar menos, com predominância de ventos de NE, com a chegada do verão e da estação chuvosa.

Por fim, de acordo com o diagnóstico preliminar das condições ambientais e impactos potenciais no ambiente marinho adjacente à foz do Rio Doce (Linhares - ES), realizado pelo IEAPM, cujos resultados constam no apêndice II a este anexo, dentre os elementos metálicos identificados nas plumas três ocorreram em concentrações acima do limite estabelecido pela resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) para águas salinas do tipo I - Arsênio, Manganês e Selênio. Dois deles - Manganês e Selênio - ocorreram em alta concentração

RESERVADO

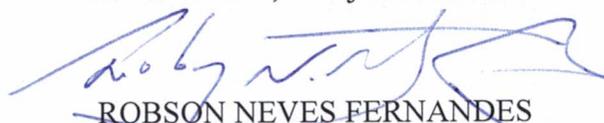
## RESERVADO

MARINHA DO BRASIL

(Continuação do Anexo do Of nº 30-02/2016, do Com1ºDN ao Governo do Estado do Espírito Santo.....)

em amostras provenientes do Rio Doce, além do Chumbo. Esses metais podem ter sérios impactos, contudo, pouco conhecidos sobre os organismos marinhos. O monitoramento dos possíveis impactos do acúmulo desses metais, principalmente aqueles em maiores concentrações, nas proximidades da foz do Rio Doce, deve ser objeto de acompanhamento pelos órgãos públicos competentes.

Rio de Janeiro, 6 de janeiro de 2016



ROBSON NEVES FERNANDES  
Capitão-de-Mar-e-Guerra  
Encarregado da Seção de Operações

Apêndices: I) Of nº 951/2015 do CHM; e  
II) Relatório do IEAPM (dezembro/2015).

RESERVADO

## ANEXO B

### DADOS DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA E GRÁFICOS

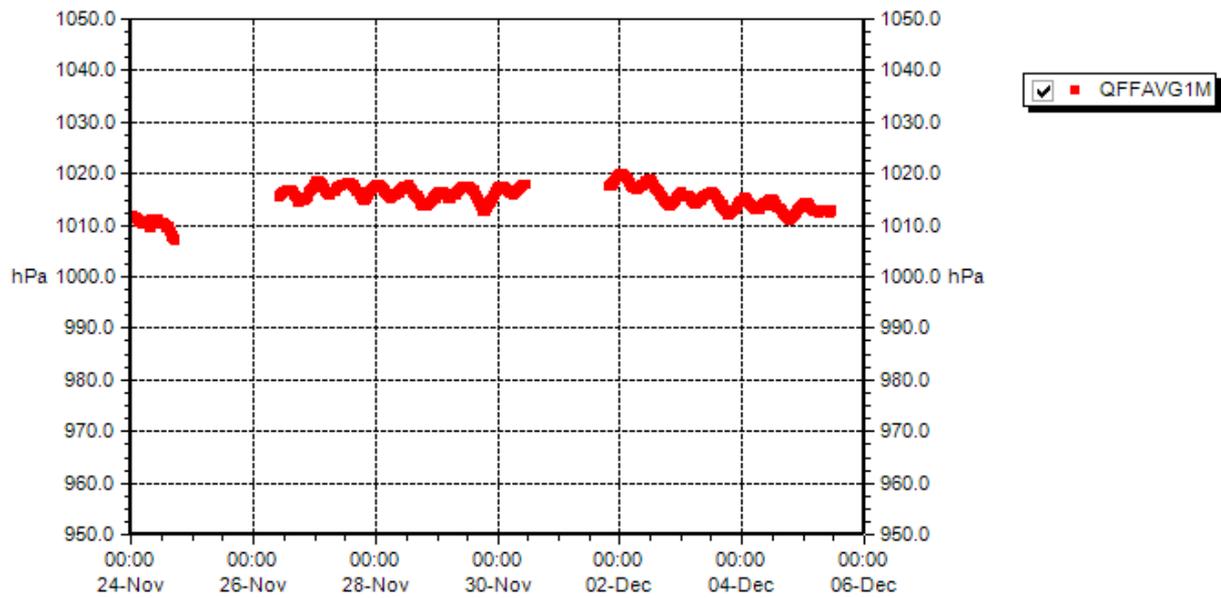


Figura 1: Pressão atmosférica ao nível do mar

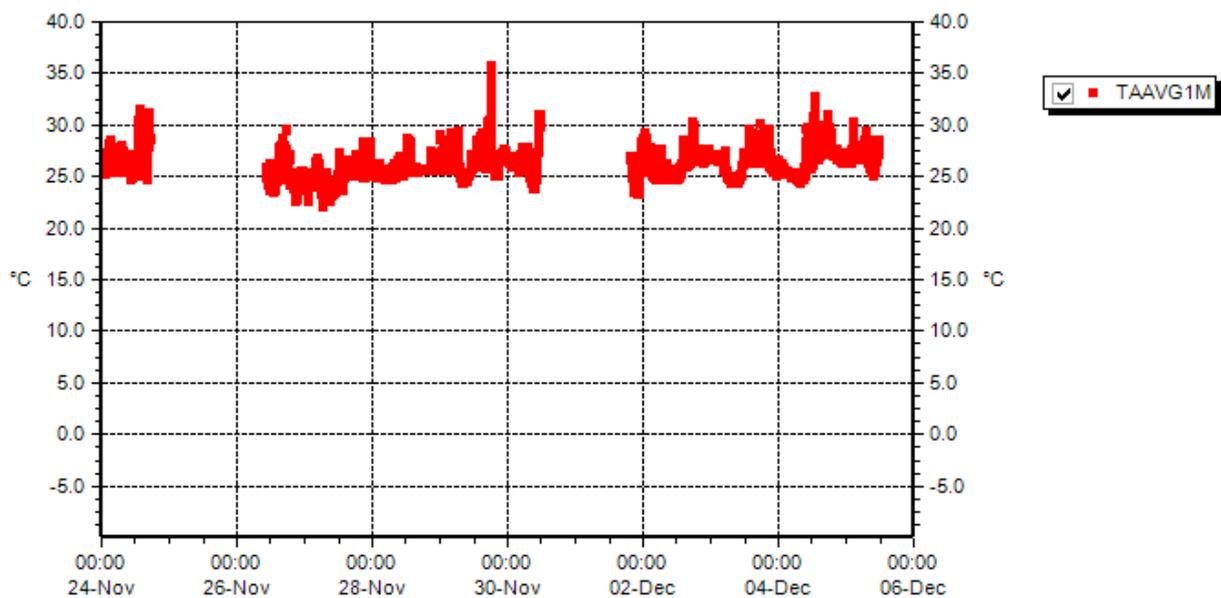


Figura 2: Temperatura

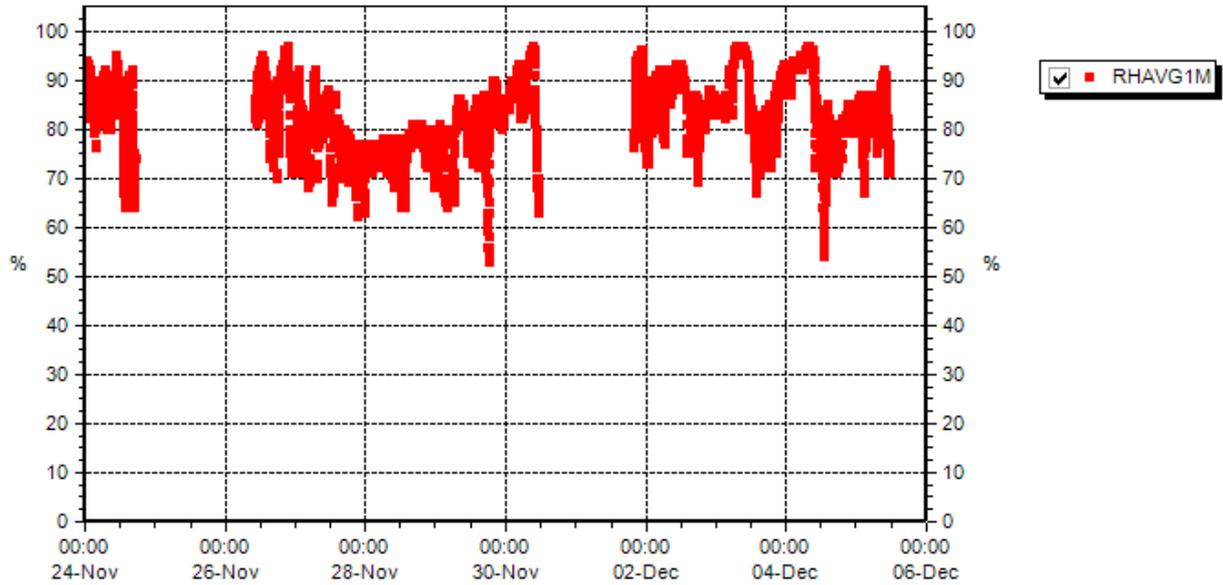


Figura 3: Umidade Relativa

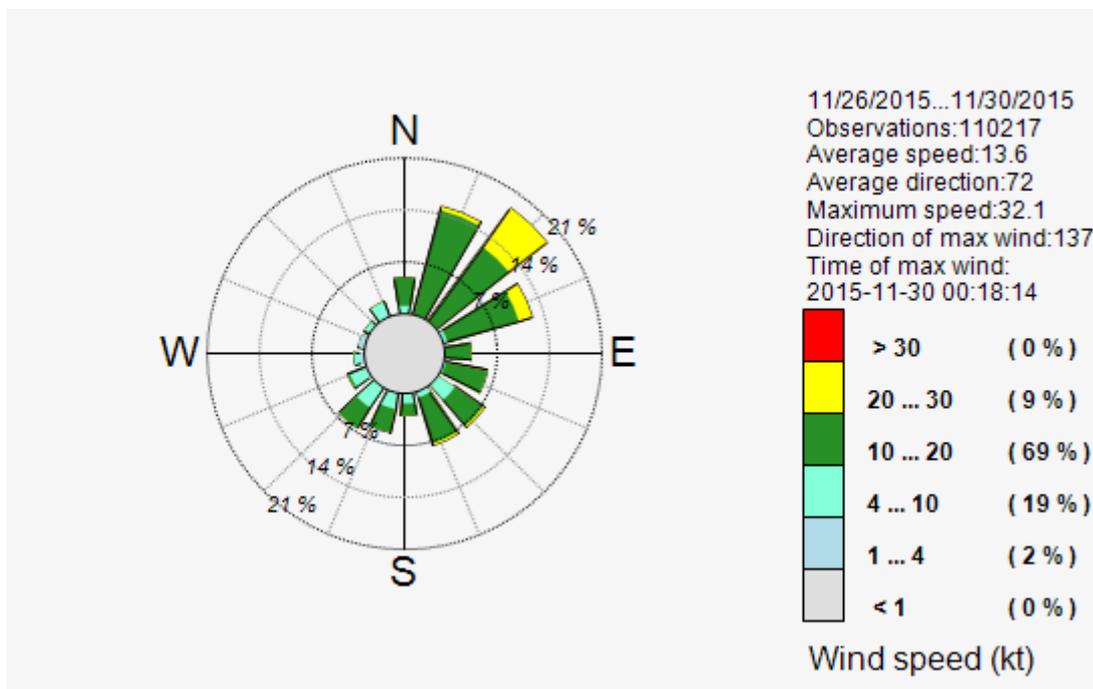


Figura 4: Velocidade do vento na superfície

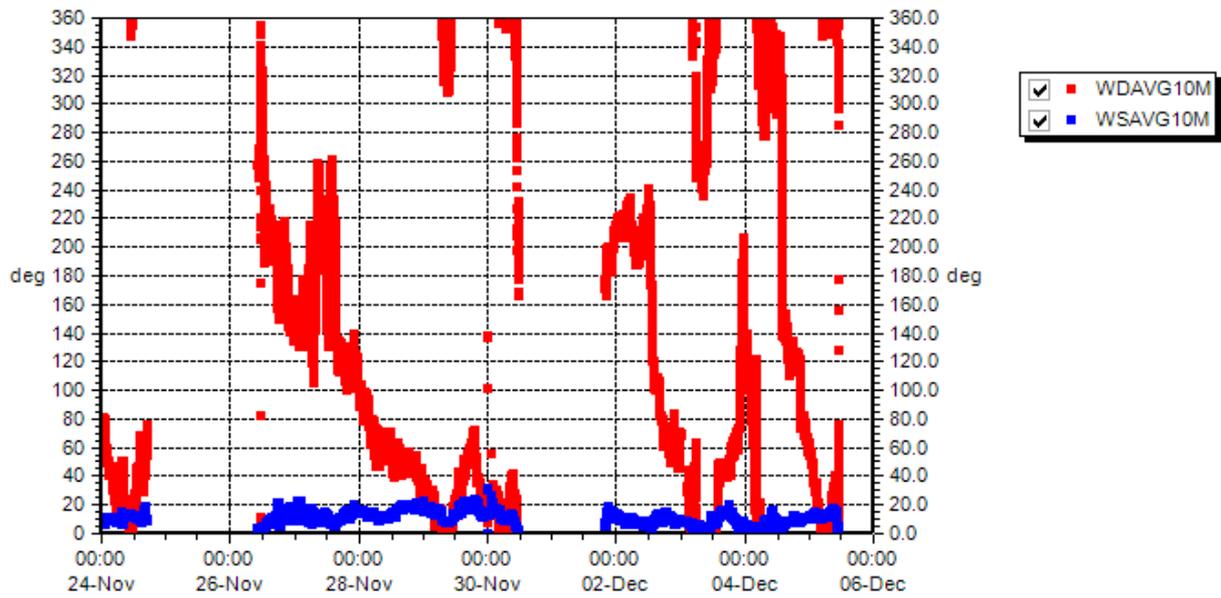
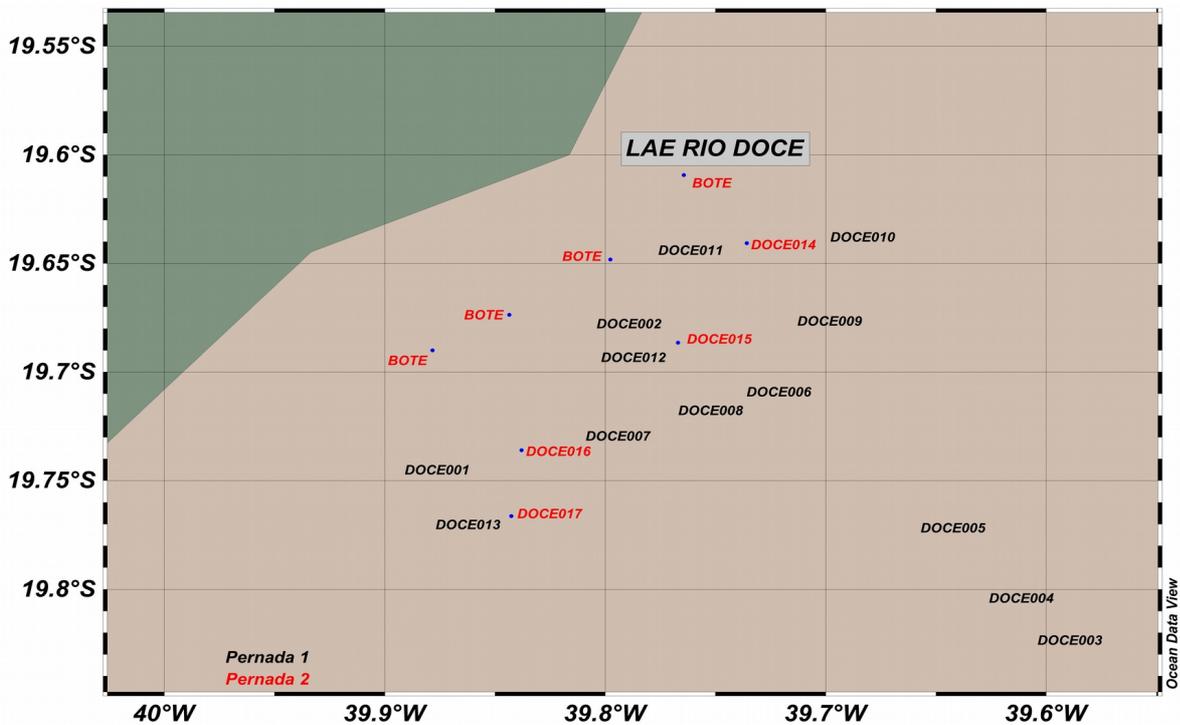
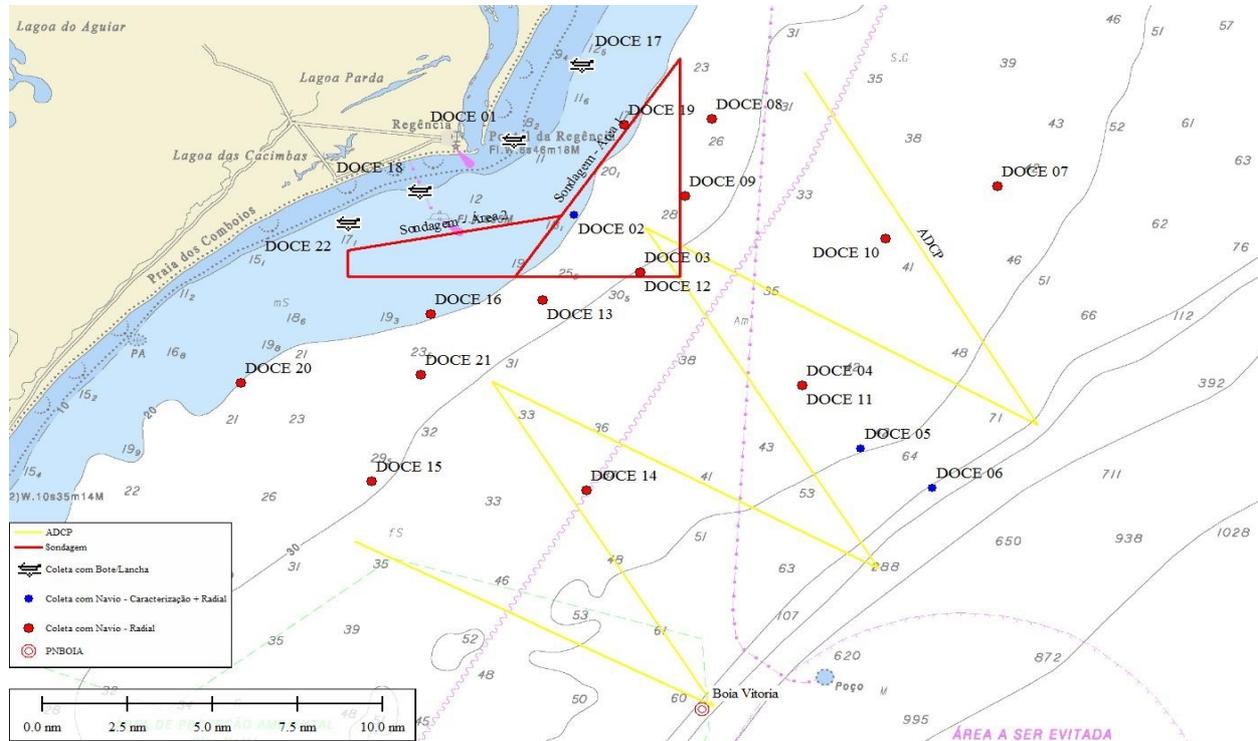


Figura 5: Direção e Intensidade Vento na superfície a cada 10 minutos

## ANEXO C

### CROQUIS DAS ESTAÇÕES OCEANOGRÁFICAS





**INSTITUTO DE ESTUDOS DO MAR ALMIRANTE PAULO MOREIRA  
GRUPO DE OCEANOGRAFIA QUÍMICA E GEOQUÍMICA**

**ANEXO D**

# **BOLETIM DE ANÁLISE**

## **Nº 05**

**Rua Kioto, 253 - Praia dos Anjos  
Arraial do Cabo - RJ / CEP 28930-000  
Fone: (22) 2622-9012 - Fax: (22) 2622-9093**



INSTITUTO DE ESTUDOS DO MAR ALMIRANTE PAULO MOREIRA  
GRUPO DE OCEANOGRAFIA QUÍMICA E GEOQUÍMICA  
Rua Kioto, 253 - Praia dos Anjos  
Arraial do Cabo – RJ / CEP 28930-000  
Fone: (22) 2622-9012 - Fax: (22) 2622-9093

**BOLETIM DE ANÁLISE Nº 05**

Página 1 de 6

<b>Cliente:</b> CAPITANIA DOS PORTOS DO ESPÍRITO SANTO	<b>Data recebimento:</b> 25/11/2015	
<b>Endereço:</b> Rua Belmiro Rodrigues da Silva, 145 – Enseada do Suá – Vitória	<b>CEP:</b> 29050-435	
<b>Fone:</b> (27) 2124-6500/2124-6536	<b>Fax:</b> (27) 2124-6506	<b>Email:</b> -----

## **1 - Introdução**

No dia 25/11/2015 foram recebidas, para análise neste Instituto, duas amostras de água do Rio Doce, oriundas do incidente causado pelo rompimento de uma barragem de contenção de rejeitos de mineração da empresa “SAMARCO”, em Mariana-MG, em 05/11/2015.

As amostras foram coletadas pelo cliente.

Os parâmetros analisados foram: Nutrientes (nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total, fosfato), Oxigênio Dissolvido, Salinidade, Sólidos Dissolvidos Totais, Material Particulado em Suspensão, pH, Turbidez e Metais Pesados (Alumínio dissolvido, Arsênio, Bário, Cádmio, Cobre dissolvido, Chumbo, Cromo, Ferro dissolvido, Manganês, Níquel, Selênio, Urânio, Zinco)

Os métodos utilizados nos ensaios baseiam-se na seguinte bibliografia:

- GRASSHOFF, K., ERHARDT, M., KREMLING, K. **Methods of Seawater Analysis**. 2nd ed., Verlag Chemie, Weinheim. 1983.
- FAO. **Manual of Methods in Aquatic Environmental Research**. Part 1. Methods for Detection, Measurement and Monitoring of Water Pollution. Fao Fisheries Technical Paper Nº 137. 1975.
- STRICKLAND, J. D. H. & PARSONS, T. R. **A Practical Handbook of Seawater Analysis**. 1st ed., J. Fish. Res. Bd. Can., bull. nº 135, 1968.
- STANDARD METHODS for the Examination of water and wastewater, 20<sup>th</sup> edition.



## 2. Identificação das amostras recebidas

Nº da Amostra	LAT / LONG da coleta	Matriz	Data da Coleta	Data do recebimento da amostra	Data do Ensaio
005/2015 Lacre 0487426	18°51.7' S / 041°56.6' W	Aquosa	19/11/2015	25/11/2015	30/11/2015
006/2015 Lacre 0487425	18°51.7' S / 041°56.6' W	Aquosa	19/11/2015	25/11/2015	30/11/2015

## 3. Metodologia

Plano/Procedimento de Análise: As amostras foram submetidas às análises físico-químicas, baseadas em bibliografias descritas na tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos e metodologia analítica empregada.

Parâmetros	Metodologia analítica
Nutrientes (nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total, fosfato, fósforo total)	Strickland e Parsons, 1972.
Oxigênio Dissolvido	SM 4500-OB (Winkler) / Sonda Multi Parâmetro
Salinidade	Salinômetro Autosal – Guildline / Sonda Multi Parâmetro
Sólidos Dissolvidos Totais	SM 2540C / Sonda Multi Parâmetro
Material Particulado em Suspensão	Strickland e Parsons, 1972.
pH	pHmetro / Sonda Multi Parâmetro
Turbidez	Turbidímetro - TB 1000 / Sonda Multi Parâmetro
Metais pesados: Alumínio dissolvido, Arsênio, Bário, Cádmio, Cobre dissolvido, Chumbo, Cromo, Ferro dissolvido, Manganês, Níquel, Selênio, Urânio, Zinco	Standard Methods 3125B



### 3.1 Nutrientes

#### 3.1.1 Nitrogênio amoniacal total (NAT)

O nitrogênio amoniacal total (NAT) é o somatório das frações inorgânicas do nitrogênio (amônia e íon amônio). A amônia e o íon amônio reagem com hipoclorito em solução ligeiramente alcalina formando monocloramina, que em presença de fenol e em excesso de hipoclorito formam o azul de indofenol. A reação é catalizada por nitroprussiato de sódio e a leitura é feita em espectrofotômetro de UV/Vis a 630 nm (Figura 2).



Figura 2 - Espectrofotômetro de UV/Vis. Determinação dos nutrientes (NAT, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, e PT).

#### 3.1.2 Nitrito (NO<sub>2</sub>)

A concentração de nitrito é determinada por meio da formação de um corante azo, de cor púrpura-avermelhado, por diazotização da sulfanilamida pelo nitrito presente na amostra em meio ácido e posterior reação com N-naftiletilenodiamina. A leitura da extinção da luz é realizada em espectrofotômetro de UV/Vis, no comprimento de onda de 543 nm.

#### 3.1.3 Nitrato (NO<sub>3</sub>)

O método para determinação de nitrato tem como base a redução do nitrato em nitrito, em coluna de cádmio (Figura 3). Após sua redução a nitrito, a análise é efetuada como descrito no item i.

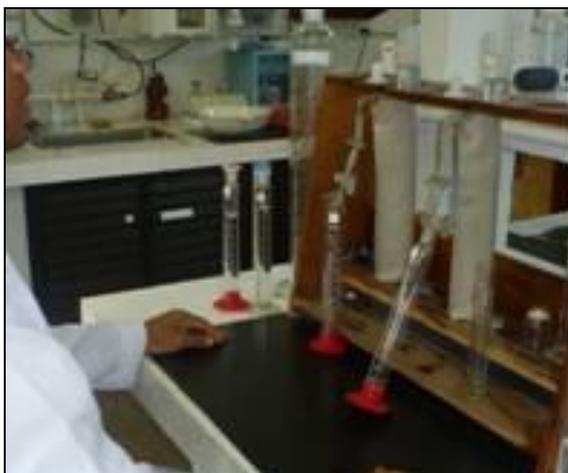


Figura 3 – Análise de nitrato - Redução em coluna de cádmio.

### 3.1.4 Fosfato ( $\text{PO}_4$ )

A concentração de fosfato é determinada por meio da formação de um complexo azulado obtido pela reação de uma mistura de ácido sulfúrico, molibdato de amônio e íons antimônio, reduzido pelo ácido ascórbico. A leitura da extinção da luz é realizada em espectrofotômetro de UV/Vis, no comprimento de onda de 885 nm.

### 3.2 Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido foi medido com a multi sonda U-52 (HORIBA). O aparelho foi configurado para realizar medições contínuas em intervalos de 1min. Cada ponto tem, no mínimo, 3 medições de oxigênio dissolvido.

### 3.3 Salinidade

A salinidade foi medida com a multi sonda U-52 (HORIBA). O aparelho foi configurado para realizar medições contínuas em intervalos de 1min. Cada ponto tem, no mínimo, 3 medições deste parâmetro.

### 3.4 Sólidos Dissolvidos Totais (SDT)

Os sólidos dissolvidos totais foram medidos com a multi sonda U-52 (HORIBA). O aparelho foi configurado para realizar medições contínuas em intervalos de 1min. Cada ponto tem, no mínimo, 3 medições deste parâmetro.



### 3.5 Material Particulado em Suspensão

O método consiste em filtrar a água para reter as partículas de tamanho superior a 0,5 µm. Os filtros são secos e pesados antes e depois da filtração. A diferença de pesos permite conhecer a massa seca total do material em suspensão em um volume filtrado correspondente.

### 3.6 pH

O pH foi medido com a multi sonda U-52 (HORIBA). O aparelho foi configurado para realizar medições contínuas em intervalos de 1min. Cada ponto tem, no mínimo, 3 medições deste parâmetro.

### 3.7 Turbidez

A turbidez foi medida com a multi sonda U-52 (HORIBA). O aparelho foi configurado para realizar medições contínuas em intervalos de 1min. Cada ponto tem, no mínimo, 3 medições deste parâmetro.

### 3.8 Metais

As amostras são digeridas por soluções ácidas e analisadas no equipamento ICP-MS (espectrômetro de massa com plasma indutivamente acoplado) onde os metais constituintes da amostra são detectados após serem ionizados por uma tocha de plasma de gás argônio.

Para a determinação dos metais totais utiliza-se a amostra integral. Já para os metais dissolvidos (Al, Cu e Fe), antes da acidificação é realizada a filtração da água em filtro de fibra de vidro 0,45 µm, sendo a determinação dos metais realizada na água filtrada.



#### 4. Resultados

Parâmetros Físico-químicos		Amostra 005/2015 Lacre 0487426	Amostra 006/2015 Lacre 0487425	Resolução CONAMA 357/2005 Água doce – classe 1
Nitrogênio Amoniacal Total - NAT (mg L <sup>-1</sup> N)		0,105	0,693	3,7
Nitrito - NO <sub>2</sub> (mg L <sup>-1</sup> N)		0,012	0,029	1,0
Nitrato - NO <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> N)		1,022	0,094	10,0
Fosfato -PO <sub>4</sub> (mg L <sup>-1</sup> P)		0,0197	0,0501	0,1 – P total
Oxigênio Dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )		8,18	11,28	≥ 6
Salinidade ( ‰)		0,10	0,20	≤ 0,5 ‰
Sólidos Dissolvidos Totais (mg L <sup>-1</sup> )		70	110	500
Material Particulado em Suspensão (mg L <sup>-1</sup> )		185,33	21,33	----
pH		6,03	6,23	6,0 – 9,0
Turbidez (NTU)		>400	57	40
Metais (µg.L <sup>-1</sup> )	Al dissolvido	65,7	37,1	100
	As	4,3	3,0	10
	Ba	269,8	132,5	700
	Cd	< LQ	< LQ	1
	Cu dissolvido	< LQ	< LQ	9
	Cr	5,3	2,9	50
	Fe dissolvido	26,5	189,0	300
	Mn	<b>2.759,0</b>	<b>1.016,5</b>	100
	Ni	4,7	0,7	25
	Pb	<b>19,1</b>	1,8	10
	Se	<b>17,5</b>	0,9	10
	U	0,094	< LQ	20
	Zn	142,2	153,4	180

< LQ: Concentração inferior ao limite de quantificação do método.

Valores em negrito: fora dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

LOCAL E DATA	GERÊNCIA TÉCNICA	
Arraial do Cabo, RJ. 16/12/2015	WILLIAM ROMÃO BATISTA Capitão de Fragata Doutor em Química Enc. Grupo Ocean. Química e Geoquímica	PEDRO PAULO DE OLIVEIRA PINHEIRO Doutor em Ciências Enc. Divisão de Química Marinha Enc. Divisão de Corrosão Marinha

Anexo E do Relatório Final do LAE em Regência, do NPqHoVitaldeOliveira ao GNHo.

## **ANEXO E**

### **DADOS LOPC (*Laser Optical Particle Counter*)**

O dados de LOPC (*Laser Optical Particle Counter*) encontram-se a bordo do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira (NPqHoVitaldeOliveira).

Anexo E do Relatório Final do LAE em Regência, do NPqHoVitaldeOliveira ao GNHo.

**ANEXO F**  
**REGISTROS DAS ESTAÇÕES**

Os registros das estações CTD, das atividades de Geologia, dos lançamentos da boia de deriva e do LOPC e das aquisições com ADCP e TSG encontram-se a bordo do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira (NPqHoVitaldeOliveira).

Anexo G do Relatório Final do LAE em Regência, do NPqHoVitaldeOliveira ao GNHo.

**ANEXO G**  
**DADOS TSG e CTD**

O dados do Termossalinógrafo e do CTD encontram-se a bordo do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira (NPqHoVitaldeOliveira).

Anexo H do Relatório Final do LAE em Regência, do NPqHoVitaldeOliveira ao GNHo.

**ANEXO H**  
**MENSAGENS DA COMISSÃO**

As mensagens da Comissão sobre o Levantamento Ambiental Expedito (LAE) em Regência encontram-se a bordo do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira (NPqHoVitaldeOliveira).

Anexo I do Relatório Final do LAE em Regência, do NPqHoVitaldeOliveira ao GNHo.

**ANEXO I**  
**DADOS DE ADCP E DE SONDAGEM**

Os dados do Perfilador Acústico de Correntes (Acoustic Doppler Current Profiler – ADCP) e dos ecobatímetros monofeixe e multifeixe encontram-se a bordo do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira (NPqHoVitaldeOliveira).

## ANEXO J

### APRESENTAÇÃO DOS DADOS DE CTD

#### 1. CONJUNTO CTD/ROSETTE

Foram realizadas 17 estações oceanográficas (Figura 1) utilizando o CTD 9plus acoplado à Rosette, com os sensores de temperatura, condutividade, oxigênio, turbidez, fluorímetro e altímetro. Durante a primeira pernada foram realizadas 13 estações e na segunda pernada foram realizadas mais 8 estações oceanográficas, sendo quatro delas ao longo da isóbata de 20 m e as outras quatro ao longo da isóbata de 10 m (com o auxílio de bote).

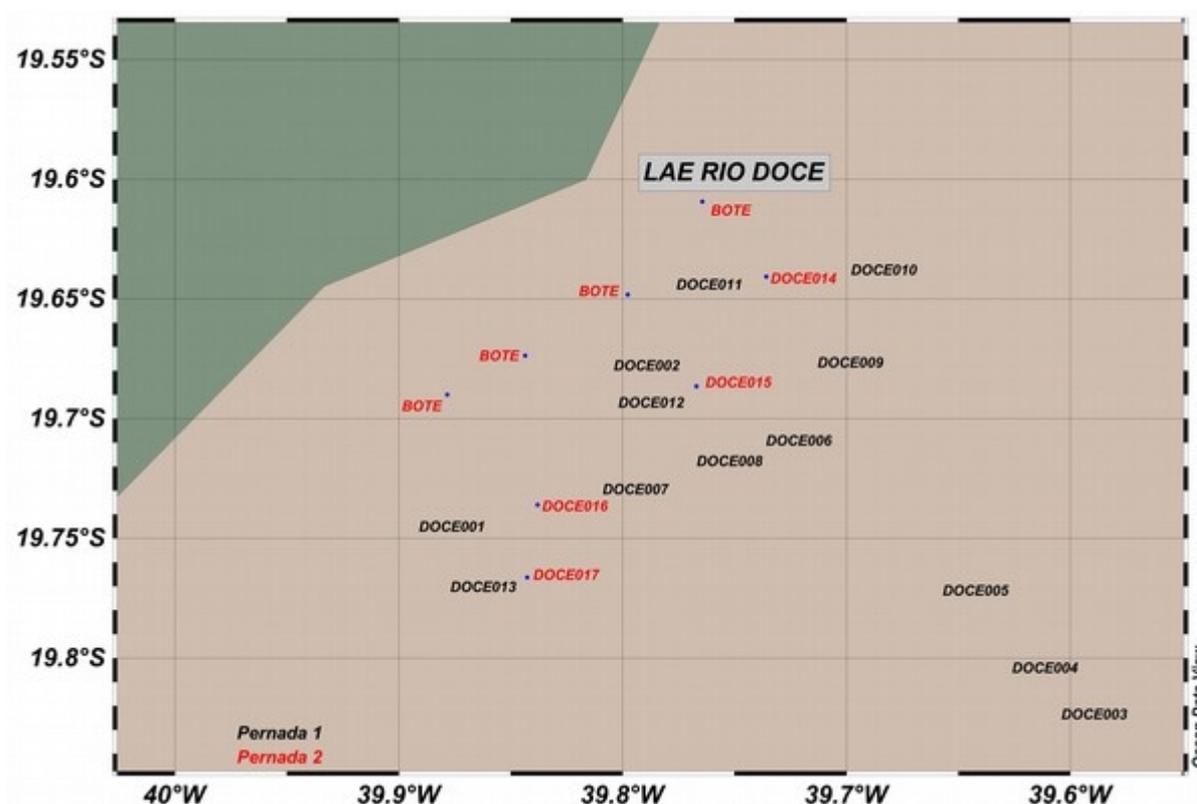


Figura 1: Mapa das estações oceanográficas realizadas durante a primeira e a segunda pernada.

#### 1.1 Primeira Pernada (26 a 30NOV)

A fim delimitar a região de ocorrência da pluma do Rio Doce, foi planejada uma radial perpendicular a foz até a isobata de 100 m e dois arcos amostrais nas isobatas de 20 e 30 metros (Figura 1).

Os resultados obtidos na radial perpendicular à costa são mostrados na Figura 2. É observado um forte gradiente termohalino vertical isolando os primeiros 10 m da coluna com águas com temperatura acima dos 23 °C e 36,5 de salinidade. Junto a foz do rio foi medida a menor salinidade superficial, ainda assim acima de 36. A intrusão de águas com temperaturas menores que 21 °C junto ao fundo decorre do processo de ressurgência (neste caso incompleta, isto é, a água fria não aflorou à superfície) de águas com características de ACAS (Água Central do Atlântico Sul) em decorrência da atuação de tensão de cisalhamento favorável e/ou do transporte de Ekman de fundo decorrente da interação da Corrente do Brasil com a topografia de fundo. O material em suspensão (medição de turbidez) se encontrava próximo ao fundo e se limitava a, aproximadamente, 20 km da foz do rio (~30m de profundidade) (Figura 2). Distribuição semelhante foi observada para os valores de oxigênio dissolvido com concentração inferior a 4,2 ml/l.

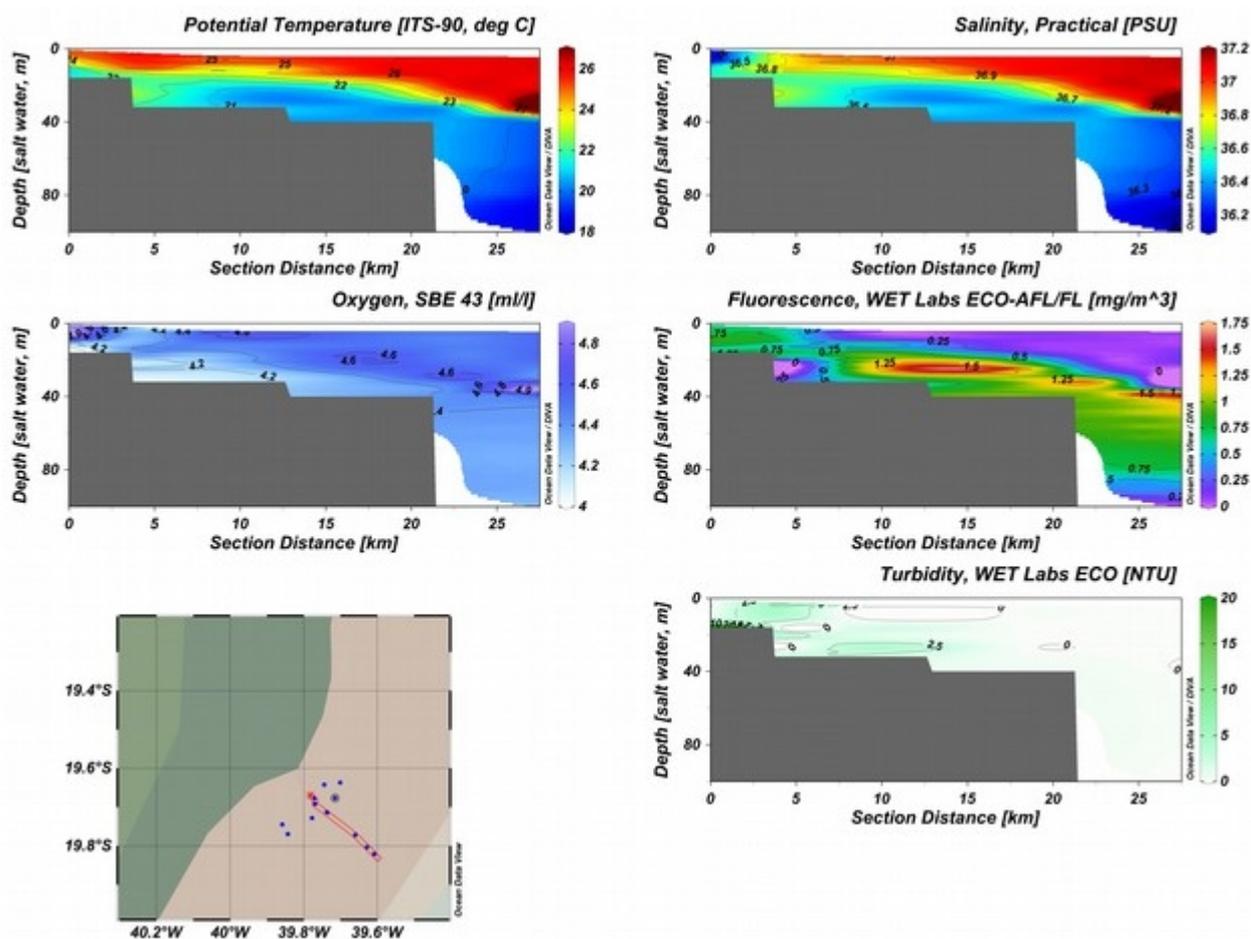


Figura 2: Seção perpendicular à foz do Rio Doce.

Nas medições realizadas ao longo do arco paralelo à costa mais raso (~20 m de profundidade) novamente se observa uma forte estratificação térmica ao longo dos 10 m de profundidade (Figura 3). Neste perfil, os valores mais altos de turbidez ocorreram nas estações em frente a desembocadura e próximo ao fundo (Figura 3). Nesses locais, a profundidade do disco de Secchi não ultrapassou os 2 metros de visibilidade, muito embora, no perfil como um todo, os valores de turbidez estiveram quase sempre acima de 2,5 NTU. Foi observada uma correlação inversa entre o oxigênio dissolvido e a turbidez, além de uma correlação direta entre fluorescência e turbidez. Cabe ressaltar que a medida de fluorescência pode ser afetada pela presença de sedimentos em suspensão na coluna d'água. Desta forma, faz-se necessário aguardar os resultados das análises a serem realizadas em laboratório com as amostras de água coletadas *in situ* para se ter um resultado correto. As maiores concentrações de oxigênio dissolvido estiveram associadas com águas menos salinas (embora com salinidade superior a 36) restritas a porção superior da coluna de água estratificada.

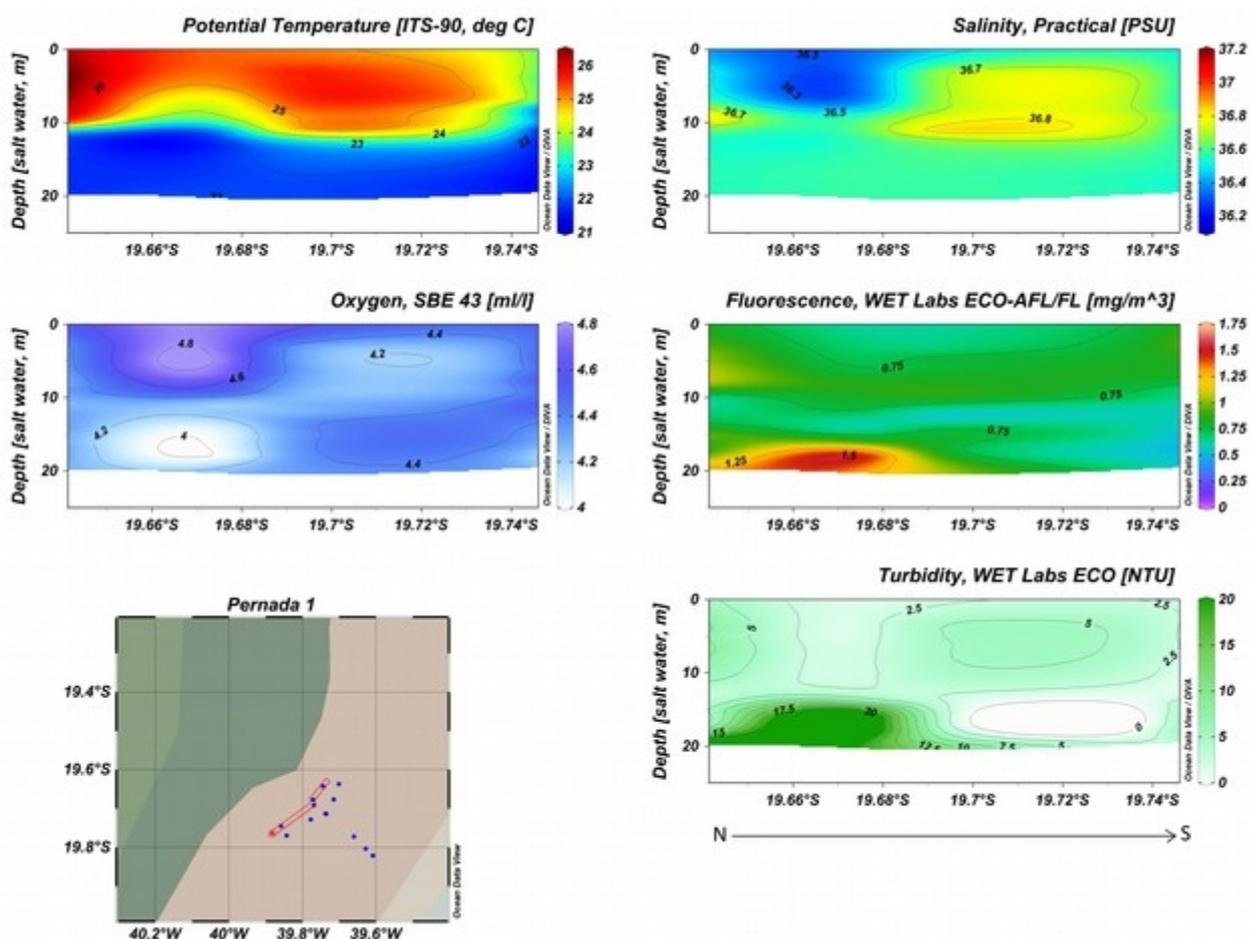


Figura 3: Primeiro perfil do arco paralelo à costa em frente à foz do Rio Doce.

Nas medições realizadas ao longo do segundo arco paralelo a costa (~30 m de profundidade), observou-se novamente a presença da pluma de turbidez localizada preferencialmente ao sul da desembocadura do rio (Figura 4) e junto ao fundo, associada com as menores concentrações de oxigênio dissolvido. A presença de águas superficiais mais quentes e salinas na porção norte do transecto sugere a advecção de águas predominantemente para sul.

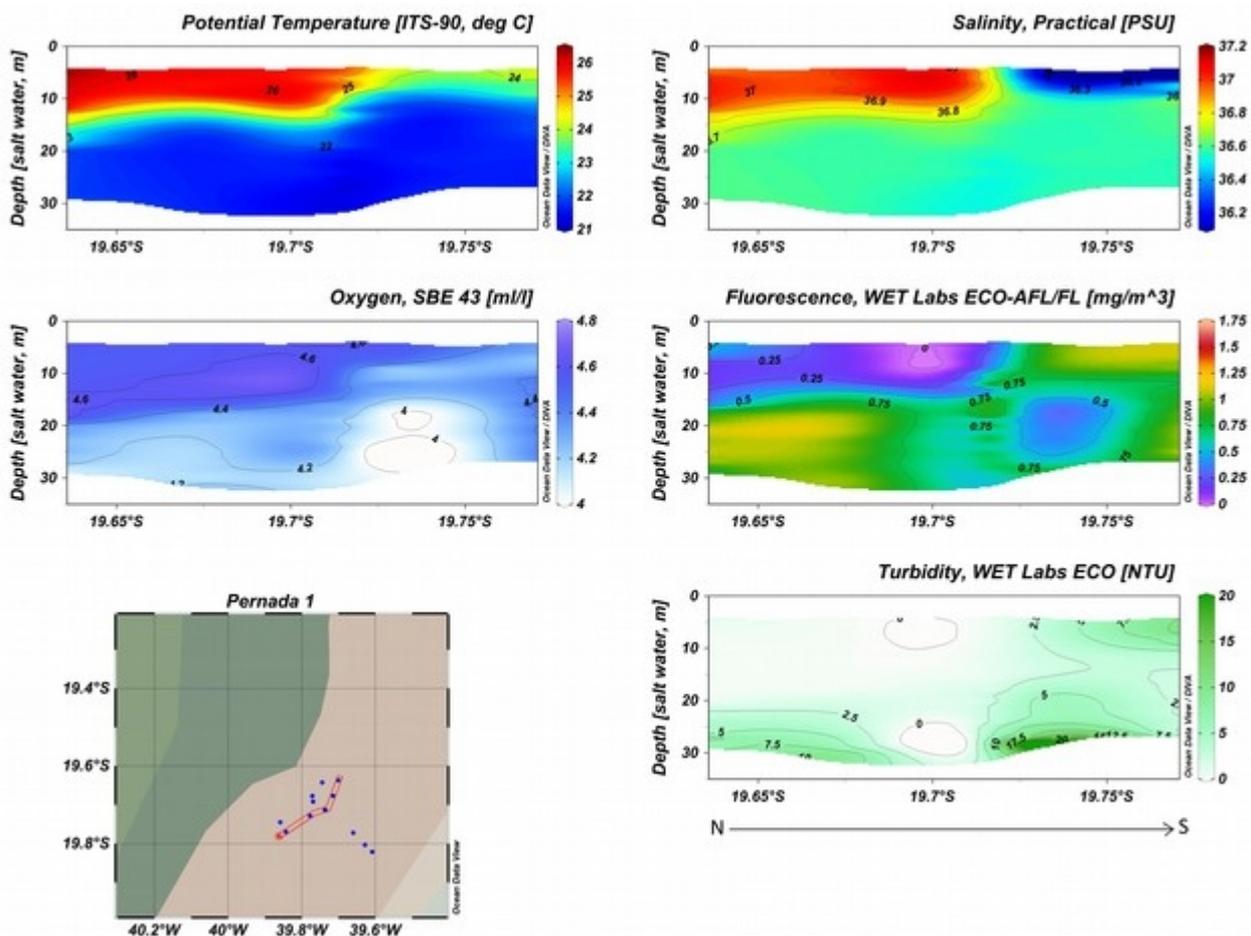


Figura 4: Segundo perfil do arco paralelo à costa em frente à foz do Rio Doce.

## 1.2 Segunda Pernada (01 a 05DEZ)

Nesta pernada foram realizadas 4 estações oceanográficas ao longo do primeiro arco paralelo à linha de costa (~20 m de profundidade). Os resultados obtidos são mostrados na Figura 5.

Nesta observação houve uma nítida redução na estratificação termohalina comparativamente aos resultados mostrados na Figura 3. Neste caso não se observou um núcleo característico de menor salinidade em frente à desembocadura do rio, a temperatura da água nos primeiros 10 m de profundidade também se reduziu e os maiores valores estiveram restritos a porção sul do transecto. Distintamente das conclusões obtidas a partir das Figuras 3 e 4, a distribuição de turbidez ao longo do fundo seguiu um padrão na direção nordeste, em oposição aquele indicado durante as amostragens da primeira pernada (ver Anexo K). Os maiores níveis de turbidez estavam localizados na porção mais ao norte da estação de amostragem (# 19 – Fig. 1), não sendo possível definir seu limite setentrional.

Durante a realização das amostragens a pluma de sedimentos superficial não estava visivelmente detectada na área do entorno do navio, sendo reportada se deslocando para norte ao longo da costa somente quando da coleta realizada com o bote ao longo da isóbata de 10 m. No entanto, na manhã do dia seguinte (03/12), uma grande área de dispersão da pluma foi observada se estendendo para norte e nordeste ao longo da costa.

Na segunda perna também foram realizadas medições de temperatura, salinidade, turbidez e fluorescência ao longo da isóbata de 10 m (Figura 6). Os resultados obtidos são mostrados na Figura 6. Próximo à costa verifica-se a entrada de águas mais salinas e mais frias próximo ao fundo de sul para norte. Os maiores valores de turbidez estiveram presentes na porção superficial e no fundo em frente à foz (#01 – Figura 1) e ao norte dela (#17 – Figura 1) novamente concordante com o padrão identificado na Figura 5. Novamente os resultados em termos de fluorescência apresentam uma certa concordância com o padrão de turbidez e resultados de análises de laboratório são necessárias para um melhor entendimento desta correlação.

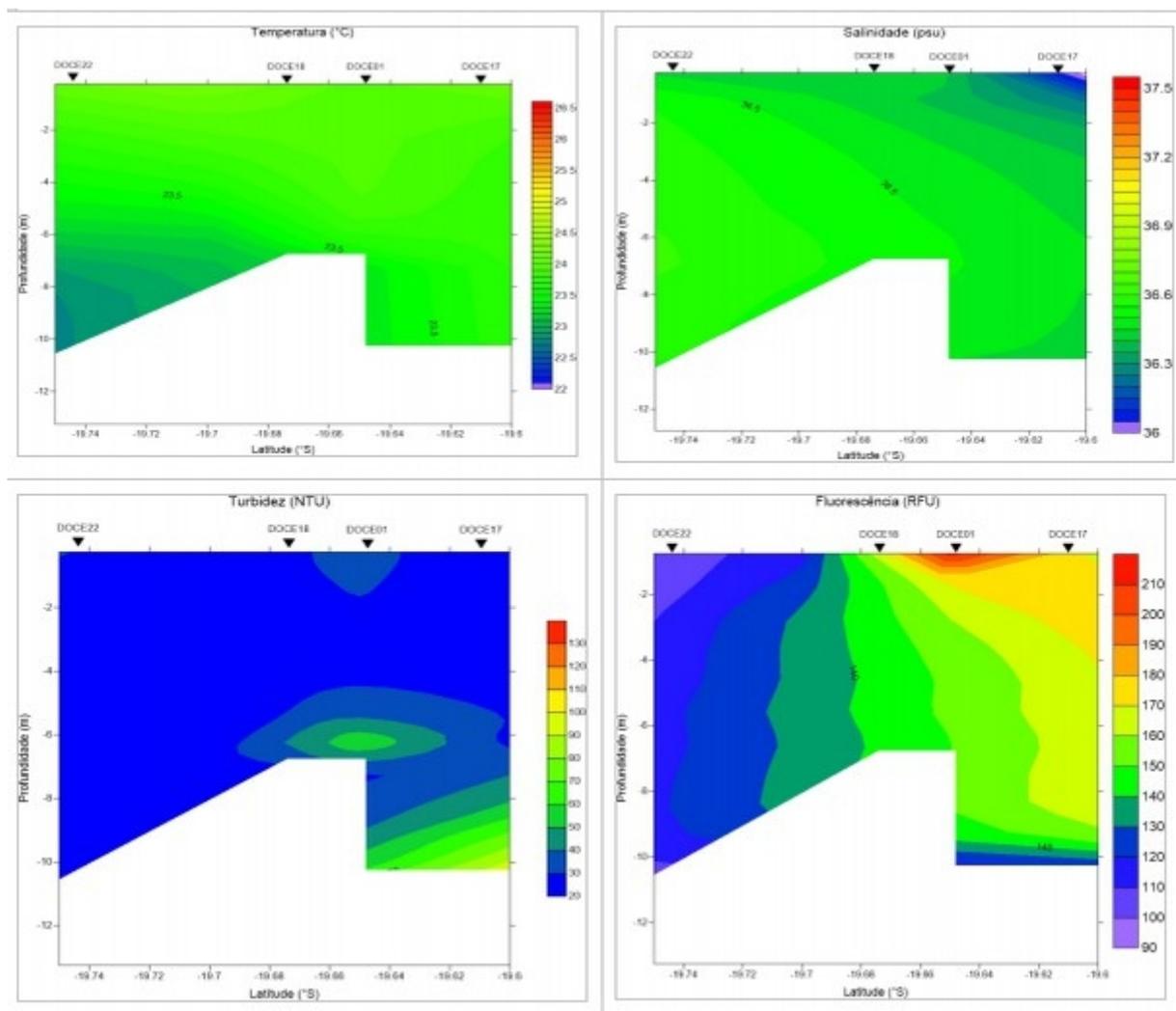


Figura 6: Arco paralelo à linha de costa amostrado na segunda perna ao longo da isóbata de 10 m. Os valores de fluorescência são apresentados em termos de Unidade de Fluorescência Relativa (RFU – Relative Fluorescence Unit).

## ANEXO K

### APRESENTAÇÃO DOS DADOS DE ADCP

#### 1. ADCP DE CASCO

Durante o LAE em Regência, na foz do Rio Doce, o navio realizou coleta de ADCP de casco, modelo OS150KHz. Devido a cena de ação estar localizada em uma área extremamente rasa (abaixo dos 30 m de profundidade), foram feitas as seguintes alterações no arquivo de configuração:

- *Broadband* ao invés de *BroadBand/Narrowband* ;
- *Blank*: de 6 m para 4m; e
- Tamanho do *Bin*: de 8 m para 4 m.

Os dados foram processados com auxílio do pacote de rotinas OSSI 1.7 e mediados a cada 5 minutos. Durante a primeira pernada (27/11 a 29/11) a coleta de dados com ADCP foi realizada por oportunidade durante o deslocamento do navio para a realização das estações oceanográficas e necessitam de maior detalhamento no processamento.

Durante a segunda pernada o navio realizou duas coletas dedicadas aos dados de ADCP ao longo de 6 radiais entre as isóbatas de 30 e 100m. Durante a primeira coleta observou-se uma corrente predominante para nordeste ao longo de toda a coluna d'água (Figura 3 a Figura 11). Durante a segunda coleta observou-se uma corrente predominante para sudoeste ao longo de toda a coluna d'água (Figura 12 a Figura 15).

#### 2. HIDRODINÂMICA

O padrão hidrodinâmico presente no período de coleta dos dados referente a 1ª pernada (27/11 a 29/11) foi inferido a partir dos dados obtidos pela boia de Vitória do Projeto PNBOIA da Marinha do Brasil localizada nas coordenadas 19°56'05"S e 39°42'06"W , pelas coletas realizadas com o CTD e observações derivadas do WaMoS (*Wave and surface Current Monitoring System WaMoS II*) que utiliza informações do radar de navegação na banda X, associadas ao anemômetro e ao ecobatímetro. Durante este período as observações obtidas com o ADCP de casco não produziram resultados válidos e não foram incorporadas nesta análise.

De acordo com as observações realizadas pela boia (Figura 2), no período de 27 a 29/11 foram observados ventos vindos do quadrante sul com intensidades médias de 5 m/s. Verticalmente, até 12 m de profundidade, aproximadamente, a corrente era sudoeste ao longo da coluna de água, aumentando sua intensidade com a profundidade. A temperatura da água a 0,5 m de profundidade se manteve entre 26 °C e 26.5 °C. Em superfície, o padrão mostrado pelas observações realizadas pelo WaMoS indicaram uma corrente norte/nordeste. Assim, enquanto em superfície a pluma se deslocou para norte/nordeste, ao longo da coluna de água o material exportado pela foz do Rio Doce seguiu na direção sudoeste até a isóbata de 30 m (limite de profundidade amostrado nas coletas oceanográficas ao longo do segundo arco paralelo à linha de costa) – Fig. 3 e 4 do Anexo J.

Na segunda pernada as coletas *in situ* foram realizadas nos dias 02 e 04 de dezembro. Segundo os dados coletados na boia (Figura 2) o vento rondou de noroeste para sudeste, enquanto que na coluna de água a corrente foi preferencialmente noroeste. Na noite do dia 02 de dezembro realizaram-se medições com ADCP de casco na região centrada em frente a foz do Rio (Figura 1) entre as isóbatas de 30 e 100 m de profundidade. Os resultados mostraram a ocorrência de correntes de noroeste na região da boia que passaram a nordeste em profundidades menores de 50 m (Figura 3). As observações realizadas com CTD na área da foz até a isóbata de 20 m ratificaram o padrão indicado pelas amostragens do ADCP, uma vez que a pluma tinha um nítido deslocamento para nordeste, quer seja nas coletas realizadas na isóbata de 10 m como ao longo da isóbata de 20 m. O padrão termohalino mostrado na Figura 5 do Anexo J também sugere uma advecção de água de sudoeste para nordeste (águas mais quentes e salinas presentes ao sul da área amostrada), em um padrão possivelmente coerente com o aumento de 2 °C na temperatura medida na boia no dia 01 de dezembro.

Ainda durante a segunda pernada, no dia 04 de dezembro, o Navio realizou outra coleta com ADCP de casco. Inversamente à primeira coleta, os resultados mostraram a ocorrência de correntes de sudoeste em profundidades menores de 50 m (Figura 12 a Figura 15).

O padrão hidrodinâmico identificado durante os dois períodos amostrados sugere que houve um desacoplamento entre o padrão de circulação superficial forçado principalmente pela tensão de cisalhamento do vento local e aquele observado ao longo da coluna de água. Essa diferenciação, no entanto, não é única, já que o padrão com vento de nordeste e corrente de sudoeste (ex., entre os dias 18/11 e 21/11) e vice-versa também foi observado. Os resultados obtidos nestas duas campanhas sugerem a ocorrência de uma rápida alteração na dinâmica local

podendo ou não ser decorrente de processos de mesoescala (ex., vórtices e instabilidades associados à Corrente do Brasil ou a própria presença da corrente) que estejam ocorrendo na quebra de plataforma. Por sua vez, quando ocorrem, tais processos podem condicionar o padrão hidrodinâmico sobre a plataforma externa e média da região adjacente.

Finalmente, deve-se ressaltar o papel da corrente de maré que foi observado visualmente no deslocamento da pluma perpendicularmente à costa. Este fator é significativamente importante durante os períodos de maré de sizígia, quando as maiores amplitudes ocorrem, e os maiores deslocamentos são esperados.

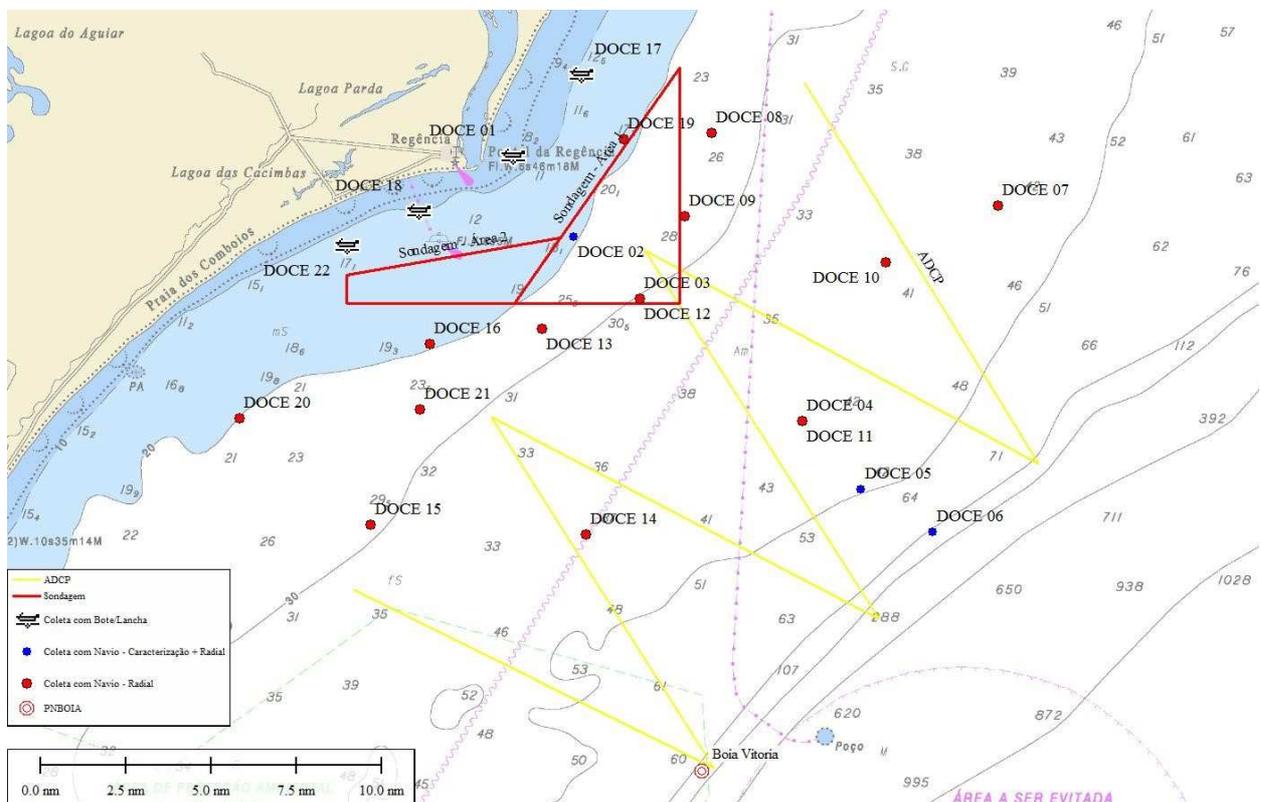


Figura 1: Trajetória do Navio durante a coleta de dados de corrente com ADCP de casco (em amarelo).

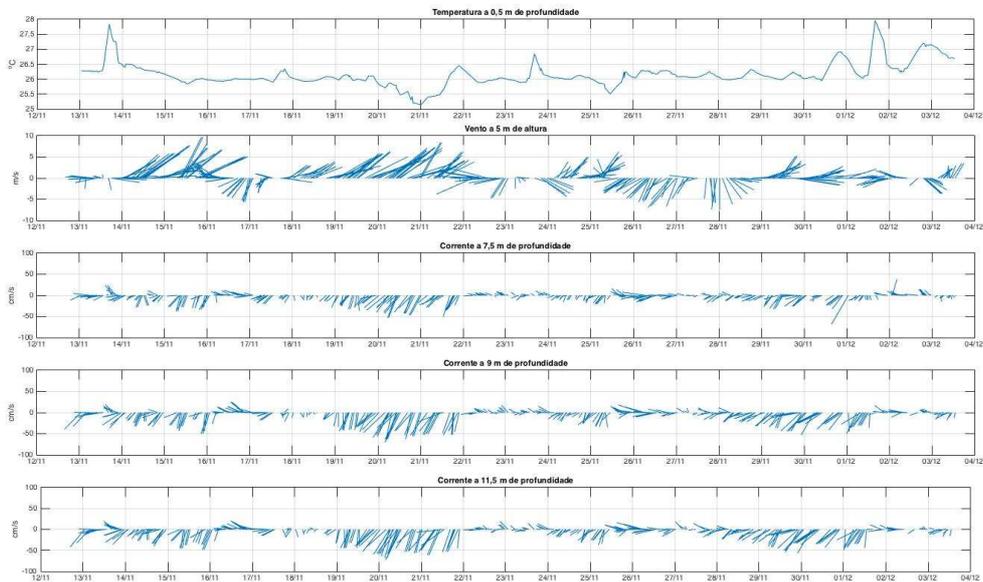


Figura 2: Dados meteoceanográficos medidos pela Boia de Vitória.

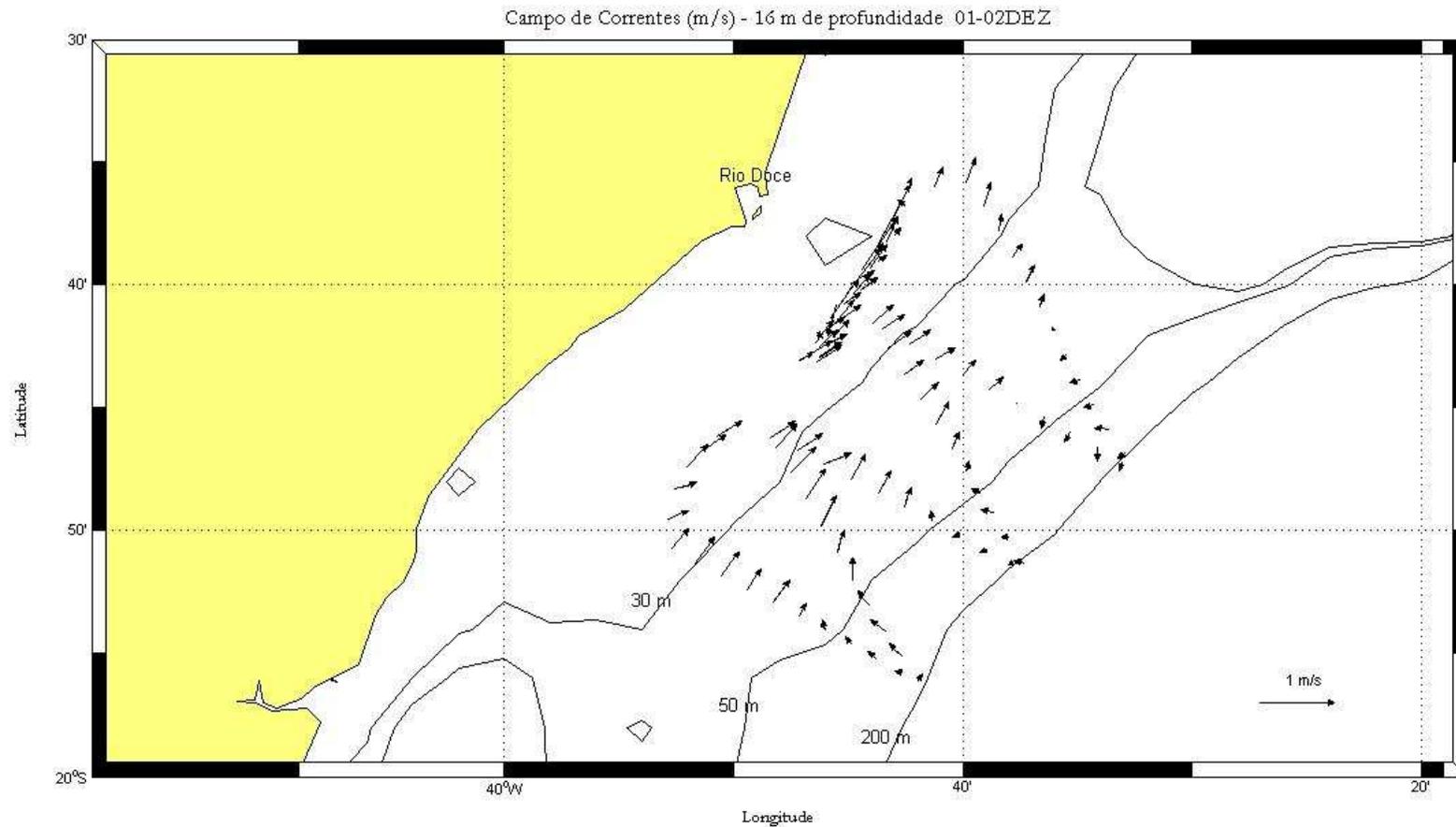


Figura 3: Campo de correntes a 16 metros de profundidade entre os dias 01 e 02DEZ.

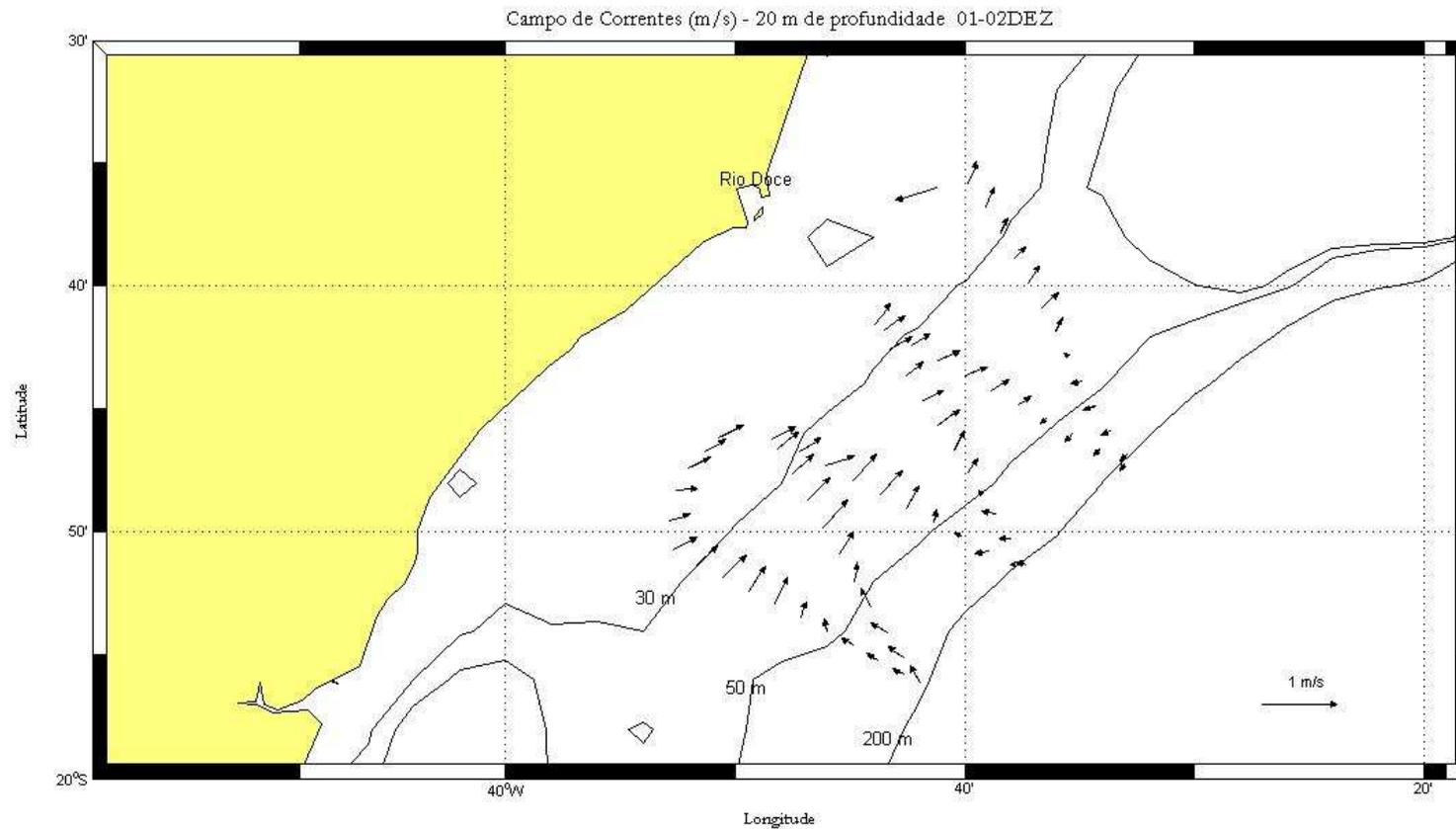


Figura 4: Campo de correntes a 20 metros de profundidade entre os dias 01 e 02DEZ.

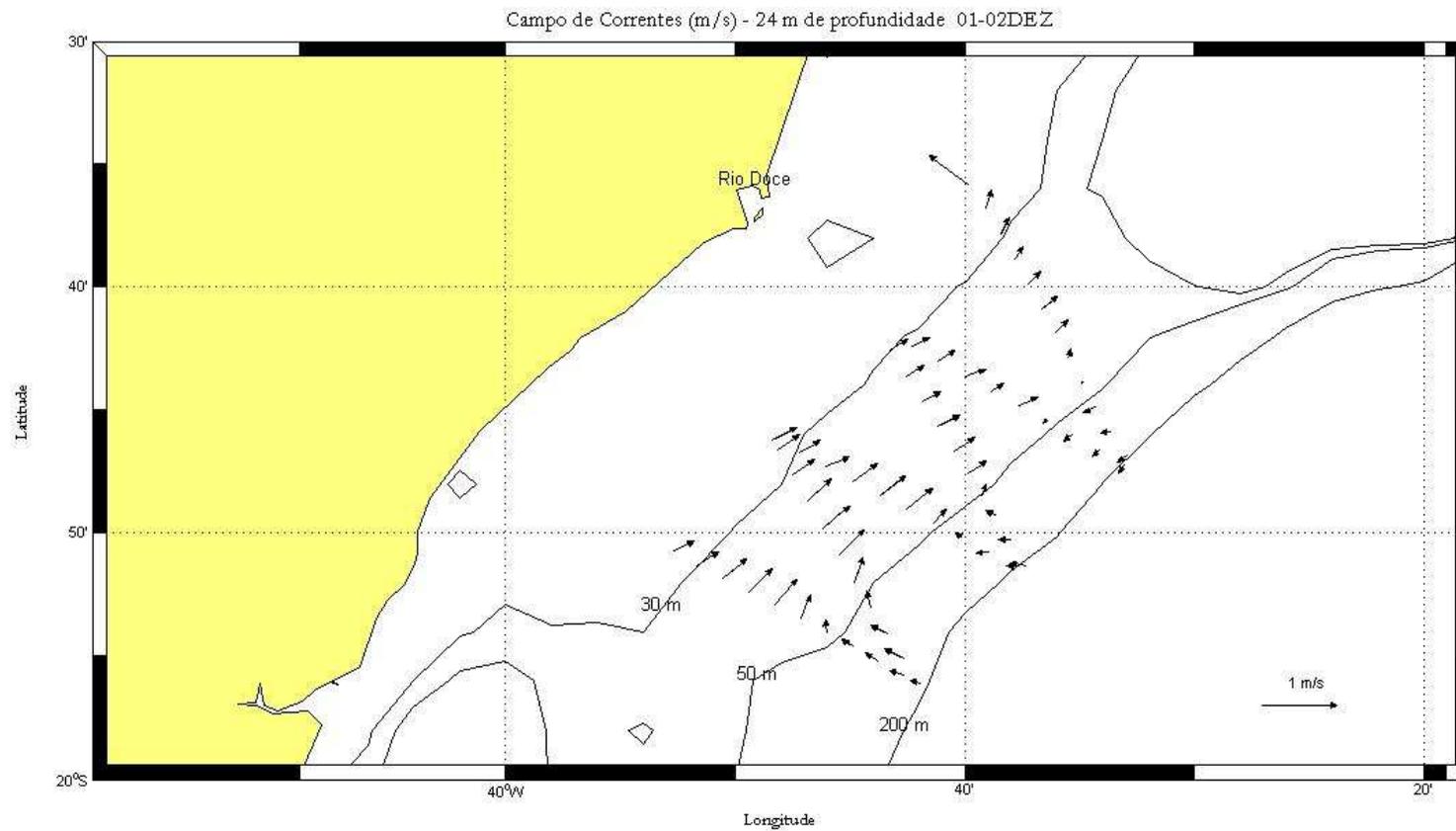


Figura 5: Campo de correntes a 24 metros de profundidade entre os dias 01 e 02DEZ.

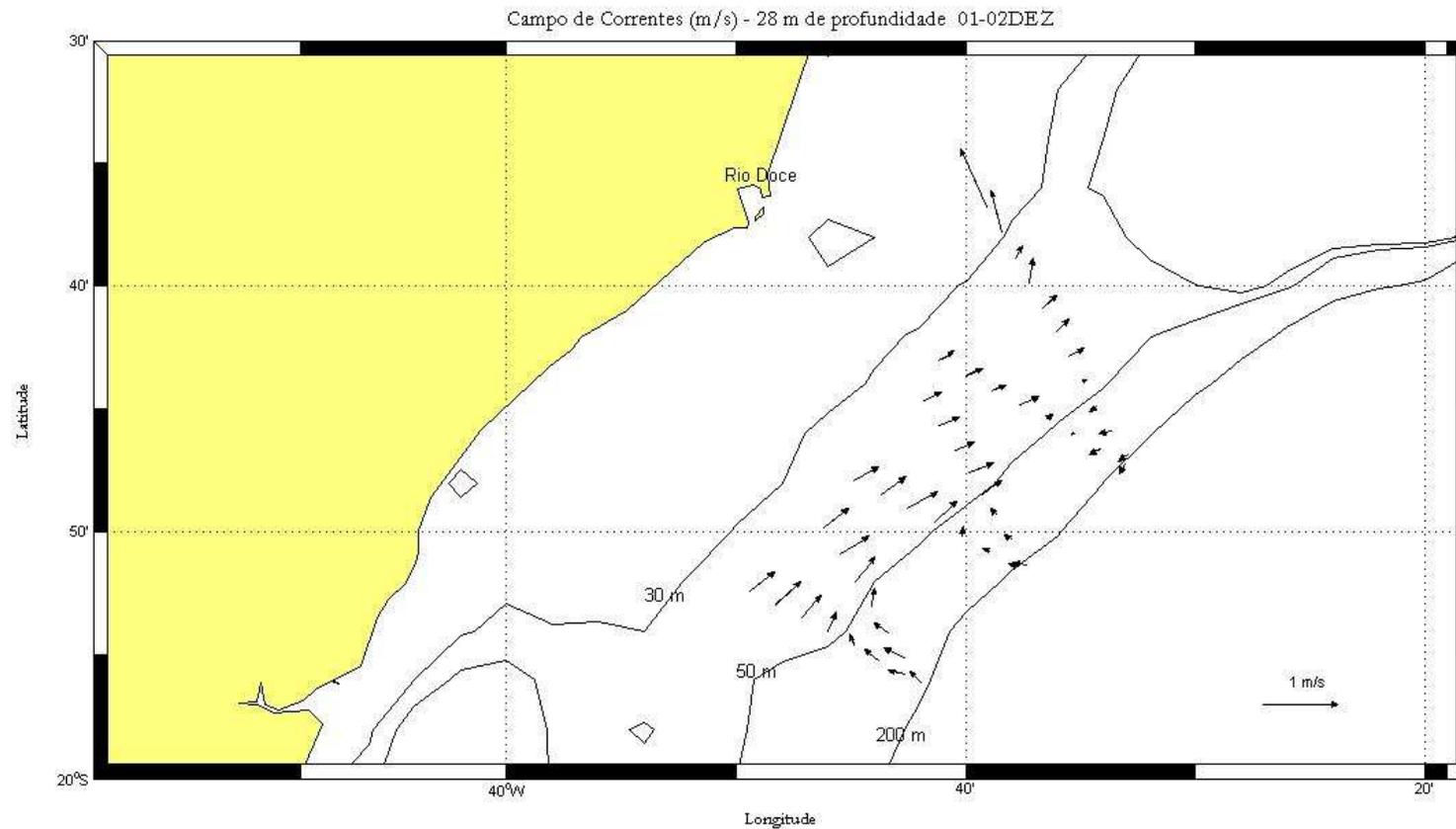


Figura 6: Campo de correntes a 28 metros de profundidade entre os dias 01 e 02DEZ.

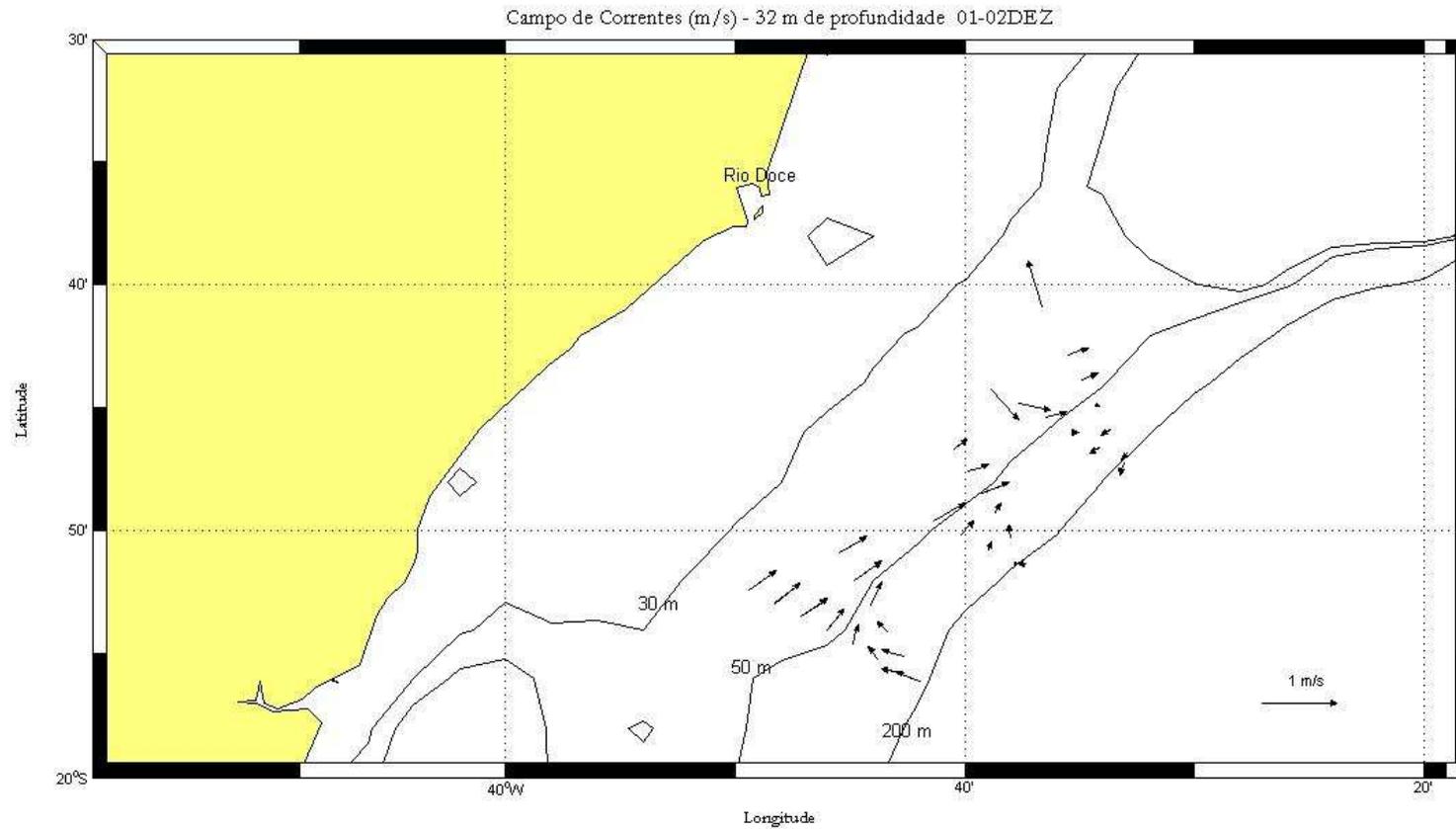


Figura 7: Campo de correntes a 32 metros de profundidade entre os dias 01 e 02DEZ.

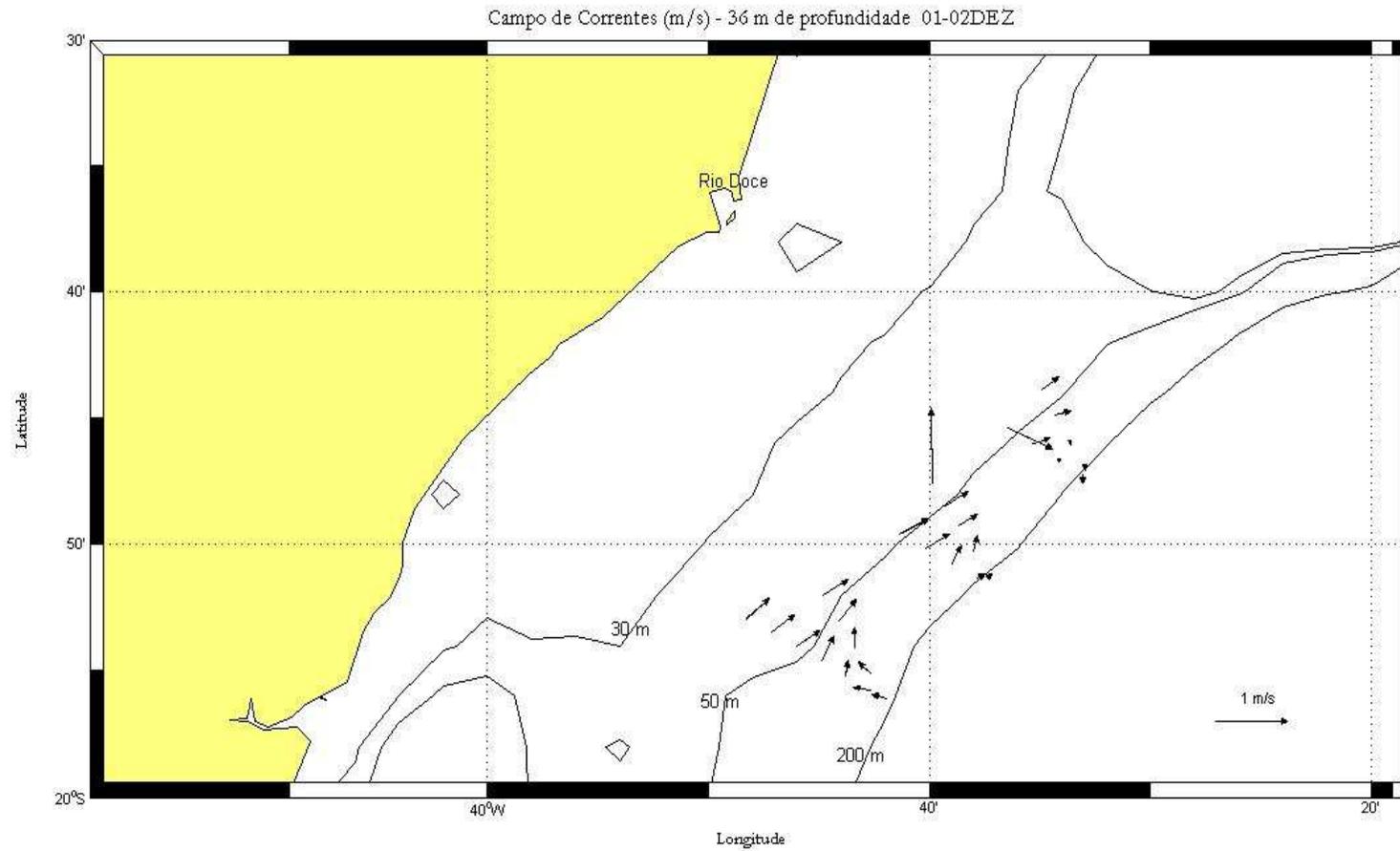


Figura 8: Campo de correntes a 36 metros de profundidade entre os dias 01 e 02DEZ.

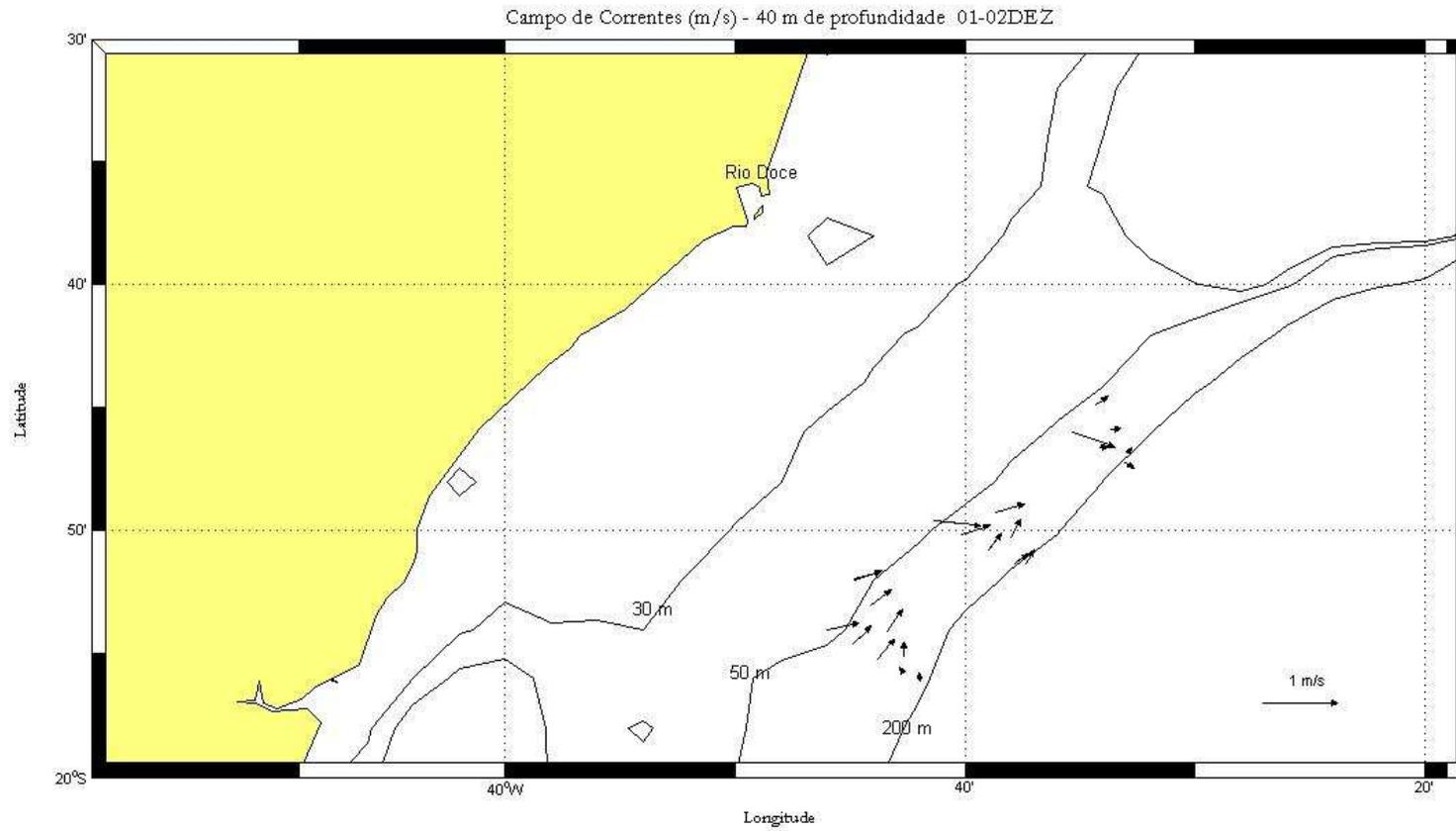


Figura 9: Campo de correntes a 40 metros de profundidade entre os dias 01 e 02DEZ.

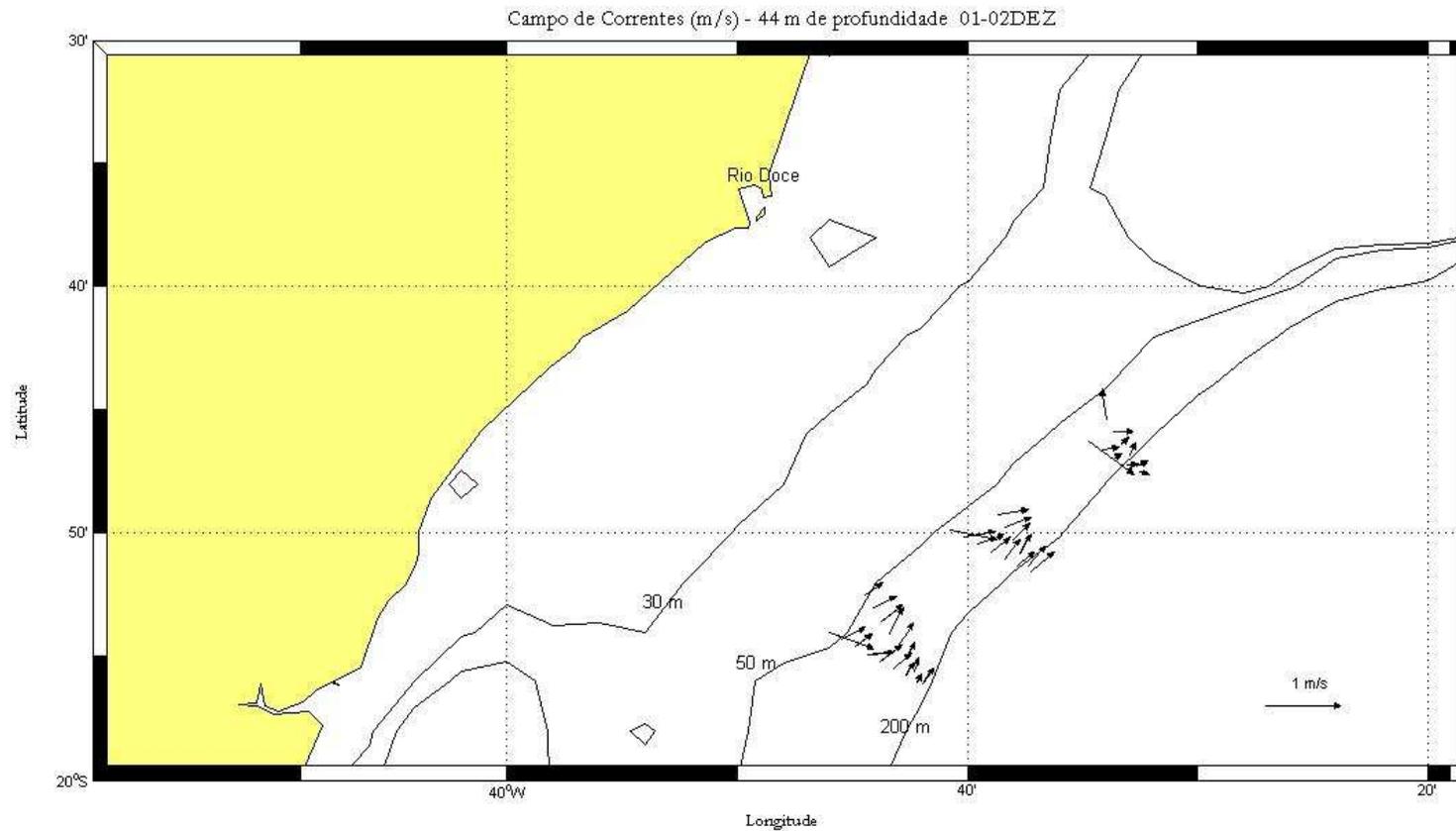


Figura 10: Campo de correntes a 44 metros de profundidade entre os dias 01 e 02DEZ.

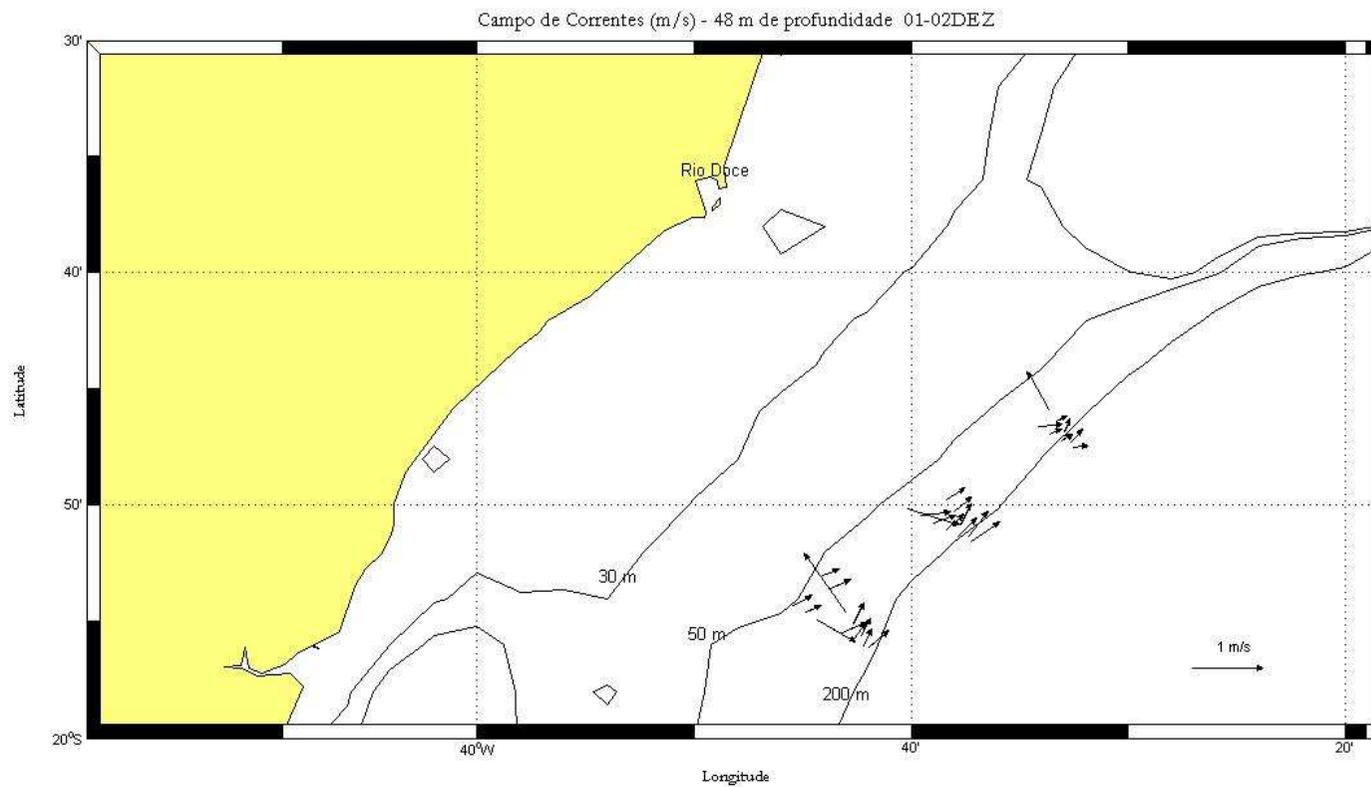


Figura 11: Campo de correntes a 48 metros de profundidade entre os dias 01 e 02DEZ.

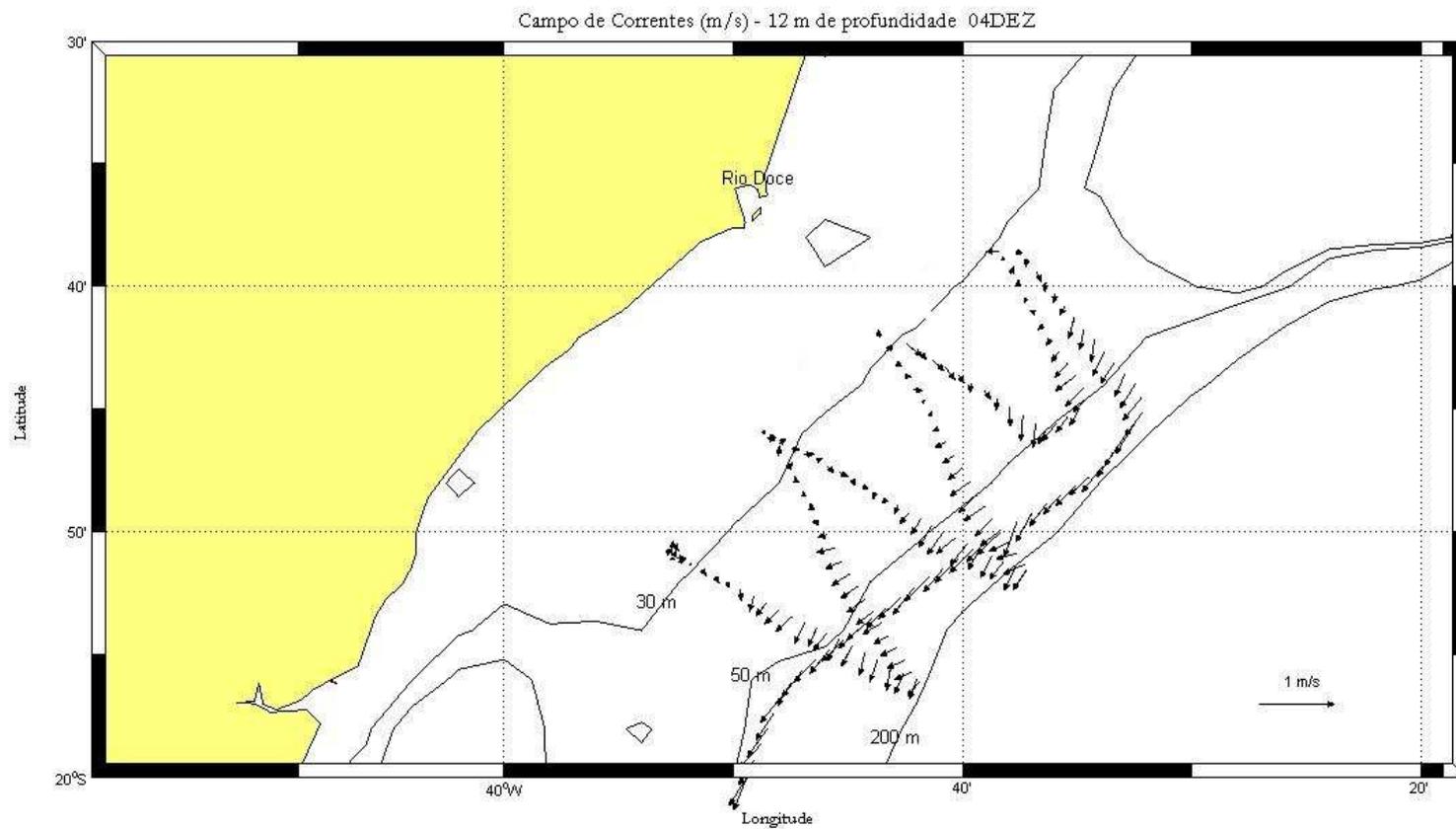


Figura 12: Campo de correntes a 12 metros de profundidade no dia 04DEZ.

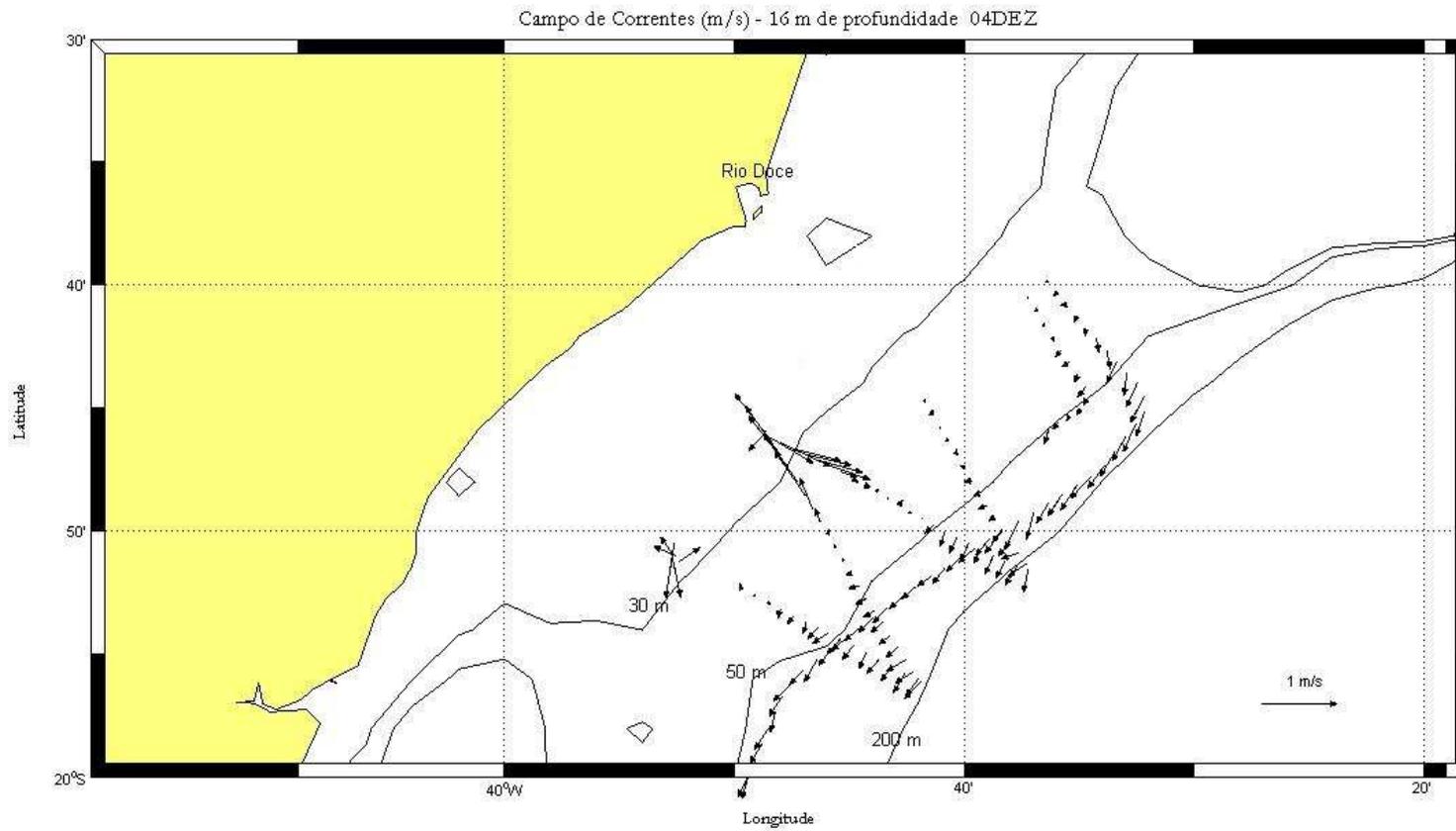


Figura 13: Campo de correntes a 16 metros de profundidade no dia 04DEZ.

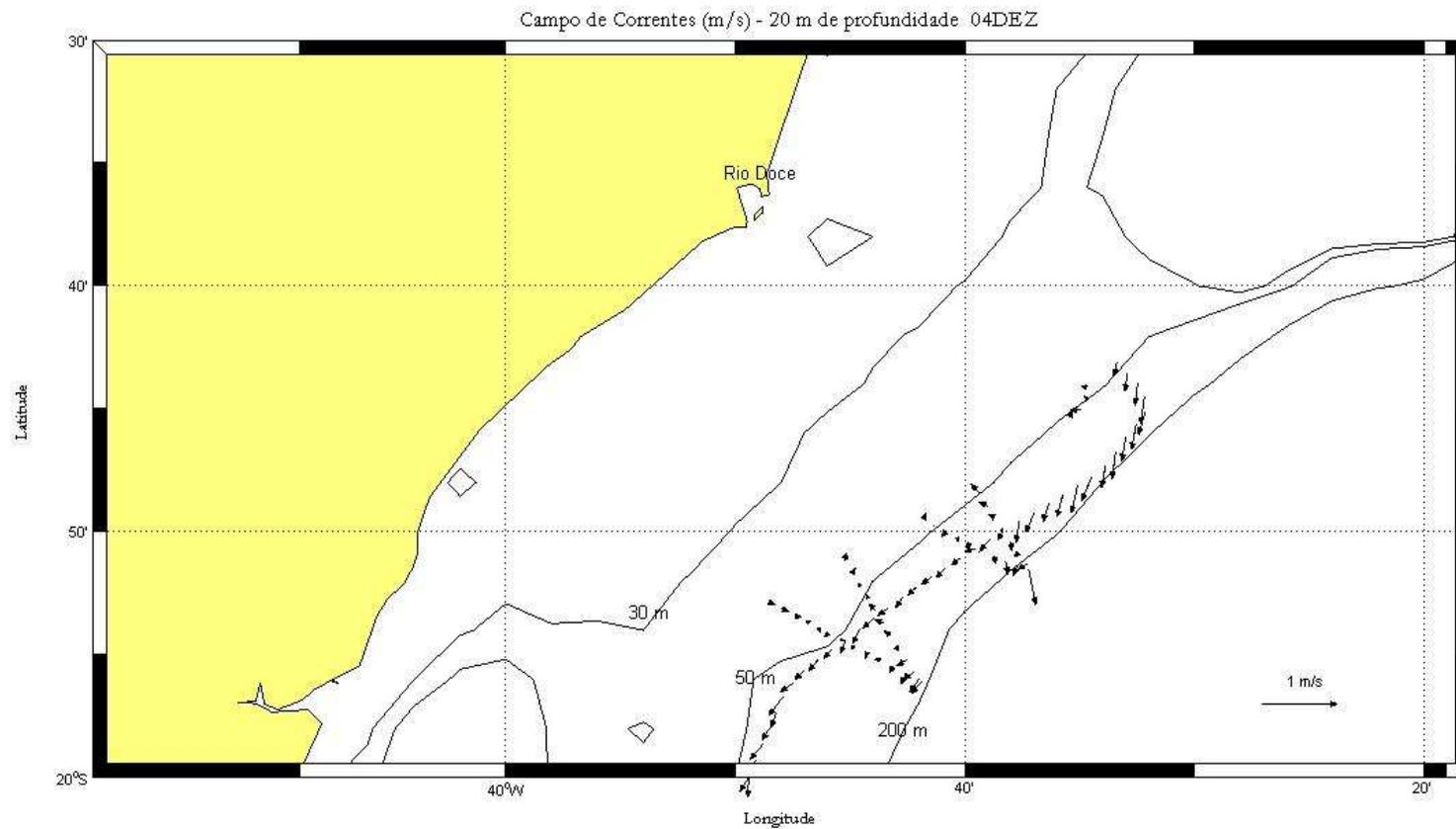


Figura 14: Campo de correntes a 20 metros de profundidade no dia 04DEZ.

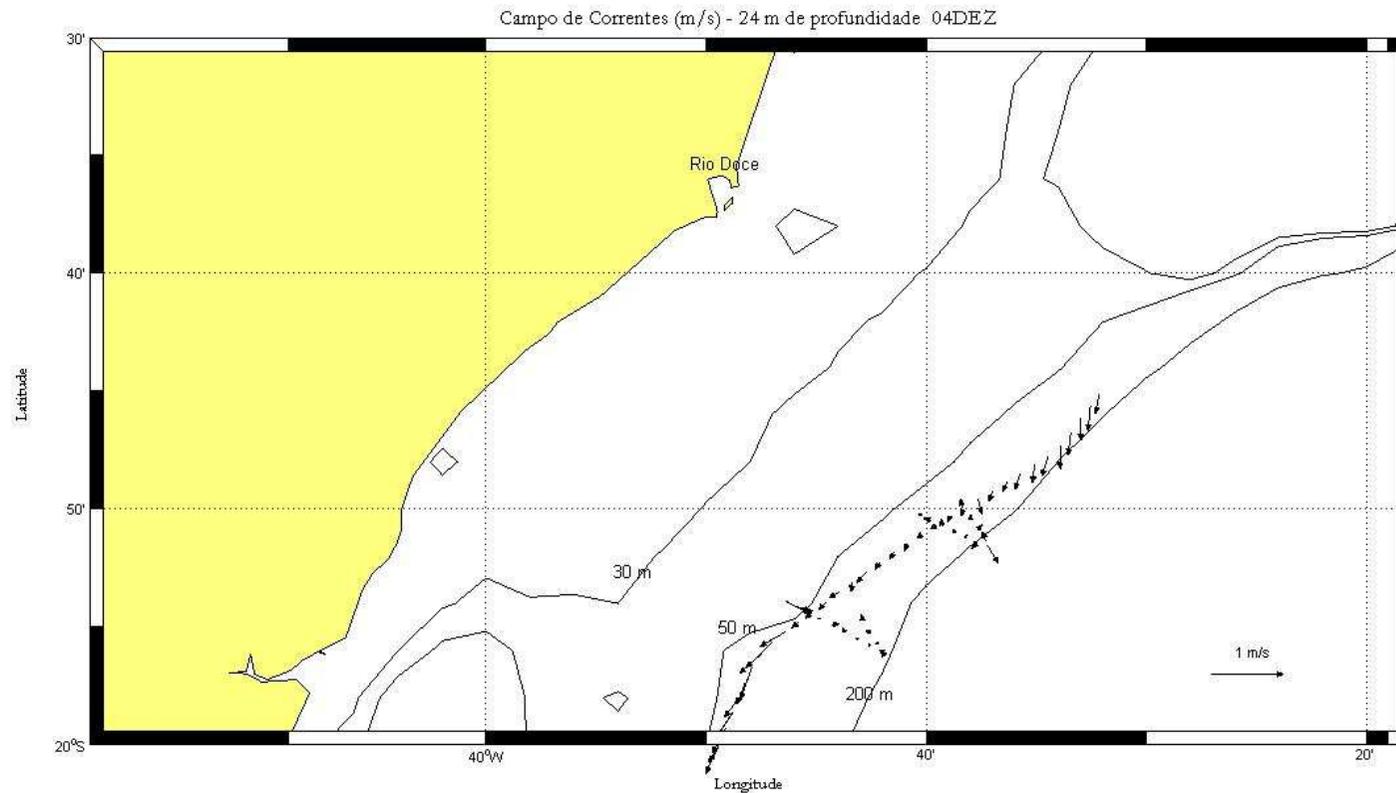


Figura 15: Campo de correntes a 24 metros de profundidade no dia 04DEZ.

## ANEXO L

### APRESENTAÇÃO DOS DADOS DE TERMOSALINÓGRAFO

Perfilagens horizontais de temperatura e salinidade foram realizadas por meio do Termosalinógrafo SBE21, da Sea Bird (Figura 1). Durante as duas pernas da comissão, foram observadas temperaturas superficiais mais frias ao sul e mais quentes ao norte da foz. Em frente a foz do Rio Doce foram encontrados os menores valores de salinidade, provenientes da vazão natural, que se dissipam para sul, na medida que as águas fluviais vão sendo misturadas pela água costeira local.

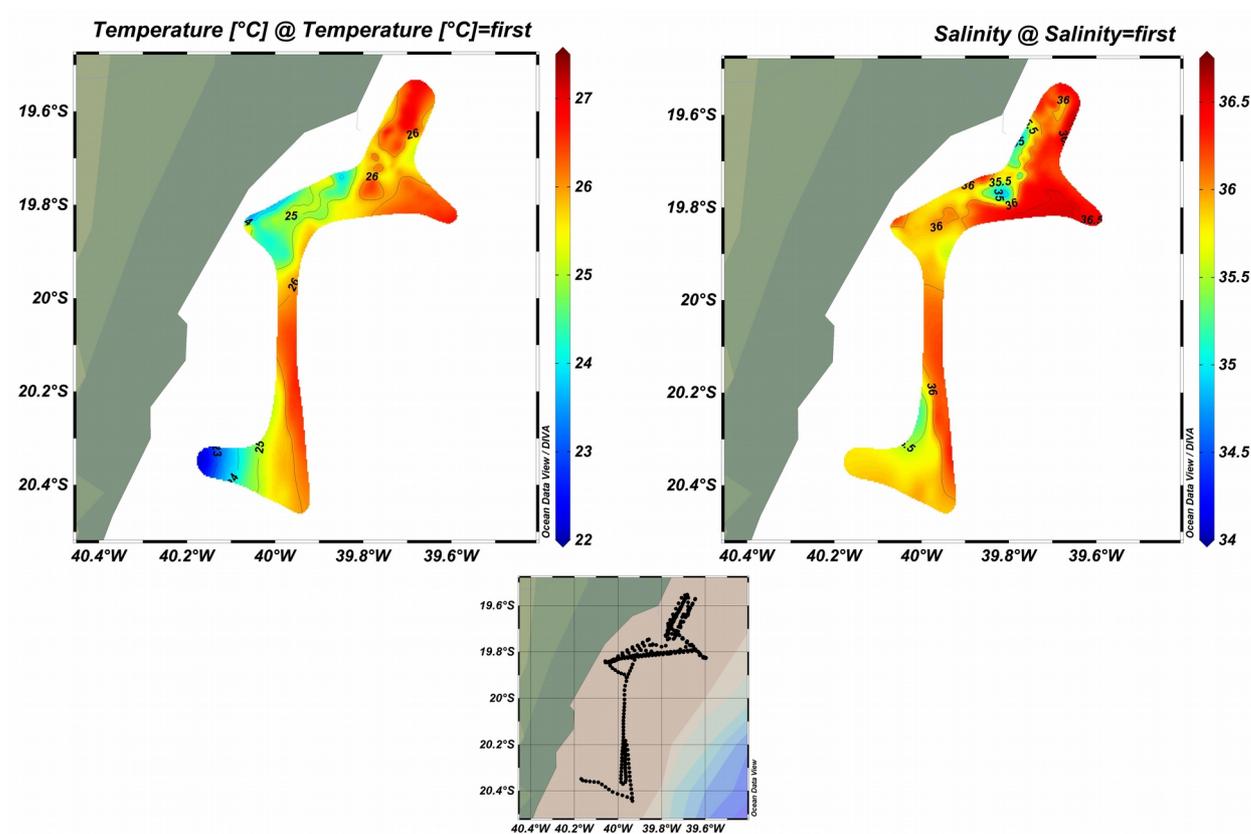


Figura 1: Distribuição Horizontal de Temperatura e Salinidade durante a primeira perna.

## **ANEXO M**

### **AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE GEOLOGIA**

#### **1. APRESENTAÇÃO**

Os dados geológicos da região costeira e da plataforma continental adjacente ao Rio Doce referentes a investigação do comportamento do material proveniente da barragem de rejeitos da Samarco, em Mariana – MG, foram coletados no período de 27 de novembro a 02 de dezembro de 2015 pela equipe do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico “Vital de Oliveira”.

Para a avaliação do material particulado em suspensão (MPS) foi utilizada uma garrafa de Van Dorn para coletas próximo a foz na margem continental e por Rosette nos pontos da plataforma interna. O sedimento superficial foi coletado por draga de Van Veen nos pontos próximos a foz e por Box Corer nos pontos da plataforma interna. O resumo das coletas pode ser observado na Tabela 1 e os pontos amostrais na Figura 1.

<b>Sedimento e Água</b>		
<b>Pontos</b>	<b>Amostradores</b>	<b>Análises</b>
DOCE 1	Van Veen e Van Dorn	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 1 - A	Van Veen e Van Dorn	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 1 - B	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 2	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 2 - A	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 2 - B	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 3	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 4	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 5	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 6	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 8	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 9	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 11	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 12	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 13	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 16	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 17	Van Veen e Van	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia

<b>Sedimento e Água</b>		
<b>Pontos</b>	<b>Amostradores</b>	<b>Análises</b>
	Dorn	
DOCE 17- A	Van Veen e Van Dorn	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 18	Van Veen e Van Dorn	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 18 - A	Van Veen e Van Dorn	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 19	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 21	Box Corer e Rosetti	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia
DOCE 22	Van Veen e Van Dorn	Descrição, granulometria, densidade, mineralogia

Tabela 1: Resumo das análises a serem feitas nas matrizes de sedimento e água e os respectivos pontos de coleta.

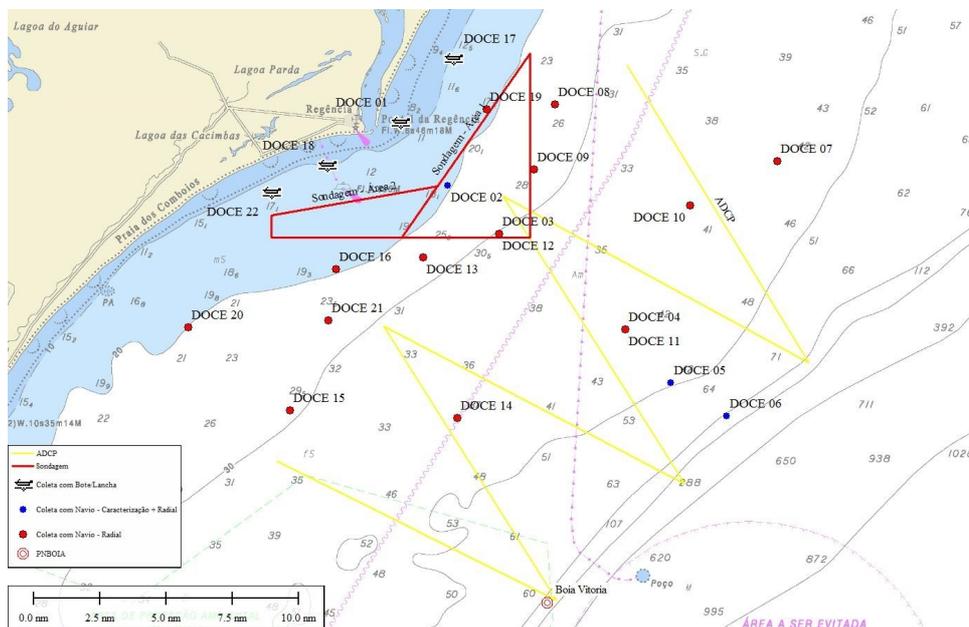


Figura 1: Pontos amostrais das campanhas de coleta de dados da pluma de sedimento do Rio Doce pós rompimento da barragem de rejeitos de minério em Mariana - MG.

## 2. ANÁLISE DESCRITIVA DO SEDIMENTO

### 2.1 Material Particulado em Suspensão (MPS)

O MPS presente na água foi filtrado por membrana de celulose de 0,45 micrometros de porosidade através do sistema manifold de filtragem. A classificação adotada através de descrição visual está presente nas Tabelas 2 e 3, e as fotos dos filtros com MPS nas Figuras 2 e 3.

Classificação da turbidez (MPS)	
Nível 1	Água clara
Nível 2	Muito pouco concentrado
Nível 3	Pouco concentrado
Nível 4	Moderadamente concentrado
Nível 5	Muito concentrado

Tabela 2: Classificação sugerida para os níveis de turbidez (concentração de MPS) encontrados para as amostras de água.

<b>Descrição</b>		
<b>Pontos</b>	<b>Nível</b>	<b>Análises</b>
DOCE 1	S – Nível 5	Descrição visual
	F – Nível 5	
DOCE 1 - A	S – Nível 5	Descrição visual
	F – Nível 4	
DOCE 1 - B	S – Nível 5	Descrição visual
	F – Nível 5	
DOCE 2	S – Nível 2	Descrição visual
	F – Nível 5	
DOCE 2 - A	S – Nível 2	Descrição visual
	F – Nível 2	
DOCE 2 - B	S – Nível 1	Descrição visual
	M – Nível 2	
	F – Nível 3	
DOCE 3	S – Nível 1	Descrição visual
	F – Nível 2	
DOCE 4	S – Nível 1	Descrição visual
	M – Nível 1	
	F – Nível 1	
DOCE 5	S – Nível 1	Descrição visual
	M – Nível 1	
	F – Nível 1	
DOCE 6	S – Nível 1	Descrição visual
	M – Nível 1	
	F – Nível 1	
DOCE 8	S – Nível 1	Descrição visual
	F – Nível 2	
DOCE 9	S – Nível 1	Descrição visual
	F – Nível 2	
DOCE 12	S – Nível 1	Descrição visual
	F – Nível 2	
DOCE 13	S – Nível 2	Descrição visual
	F – Nível 3	
DOCE 16	S – Nível 3	Descrição visual
	M – Nível 2	
	F – Nível 3	
DOCE 17	S – Nível 3	Descrição visual
	F – Nível 5	
DOCE 17- A	S – Nível 3	Descrição visual
	F – Nível 4	
DOCE 18	S – Nível 3	Descrição visual

Descrição		
Pontos	Nível	Análises
	F – Nível 5	
DOCE 18 - A	S – Nível 2	Descrição visual
	F – Nível 4	
DOCE 19	S – Nível 2	Descrição visual
	F – Nível 4	
DOCE 21	S – Nível 2	Descrição visual
	M – Nível 2	
	F – Nível 2	
DOCE 22	S – Nível 2	Descrição visual
	F – Nível 3	

Tabela 3: Agrupamento dos pontos filtrados e suas respectivas classificações em níveis de concentração de MPS, onde S significa água de superfície, M água intermediária (meio) e F água de fundo da coluna d'água.

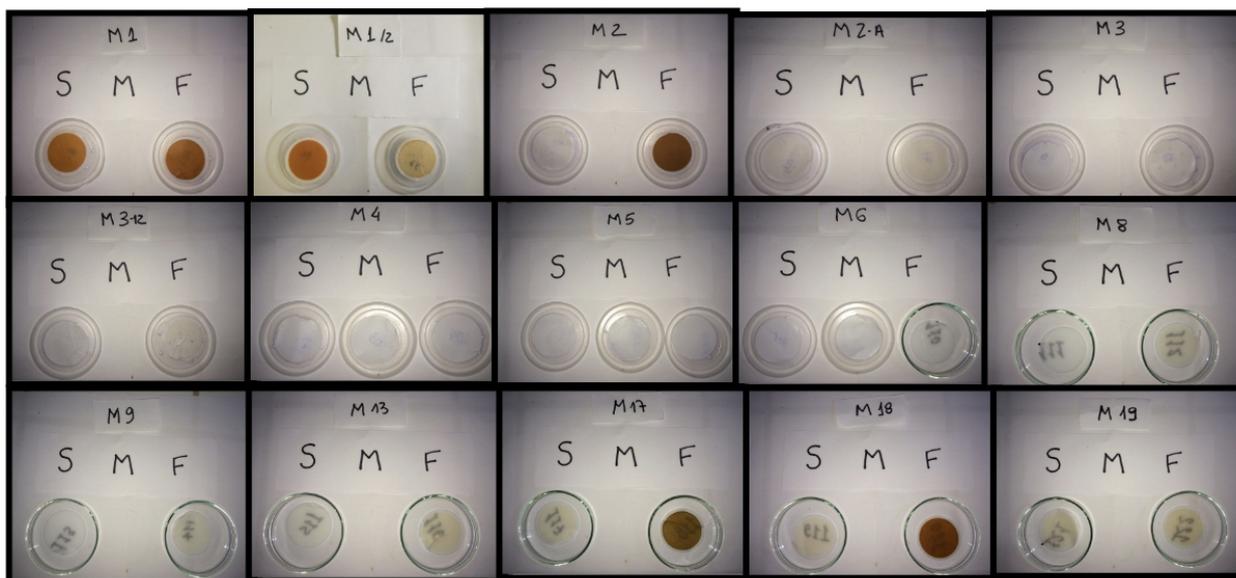


Figura 2: MPS filtrado para cada ponto de coleta da primeira campanha, sendo M1 referente à coleta no ponto 1 no dia 27/12/2015, o M1/2 coleta no ponto 1 no dia 28/12/2015, M2 coleta no ponto 2 no dia 27/12/2015, M2-A coleta no ponto 2 no dia 28/12/2015, M3 coleta no ponto 3 no dia 27/12/2015, M3-2 coleta no ponto 3 no dia 28/12/2015, M4 coleta no ponto 4, M5 coleta no ponto 5, M6 coleta no ponto 6, M8 coleta no ponto 8, M9 coleta no ponto 9, M13 coleta no ponto 13, M17 coleta no ponto 17, M18 coleta no ponto 18 e M19 coleta no ponto 19.

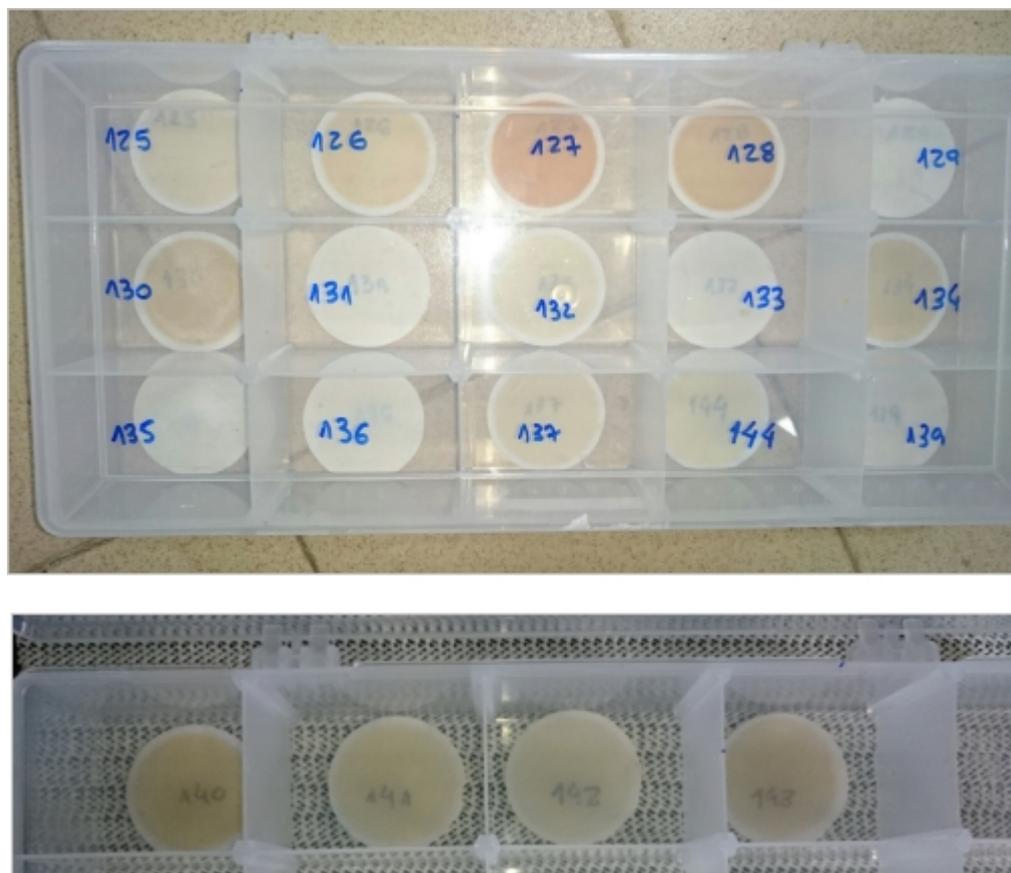


Figura 3: MPS filtrado na segunda campanha de amostragem, onde 125 e 126 correspondem ao ponto 17; 127 e 128 ao ponto 01; 129 e 130 ao ponto 18; 131 e 132 ao ponto 22; 133 e 134 ao ponto 19; 135, 136 e 137 ao ponto 02; 144, 139 e 140 ao ponto 16; e 141, 142 e 143 ao ponto 21.

É possível observar com maior nitidez os níveis propostos na figura 3 em relação a concentração de MPS, onde: 135 corresponde a “água clara” (nível 1); 129, 131, 133 e 136 a “muito pouco concentrado” (nível 2); 125, 132, 137 e 144 correspondem a “pouco concentrado” (nível 3); 126, 130 e 134 correspondem a “moderadamente concentrado”; e 127 e 128 a “muito concentrado”.

## 2.2 Sedimento Superficial

Os pontos amostrais bem como as fotografias do sedimento de superfície coletados estão presentes nas Figuras 4 e 5.

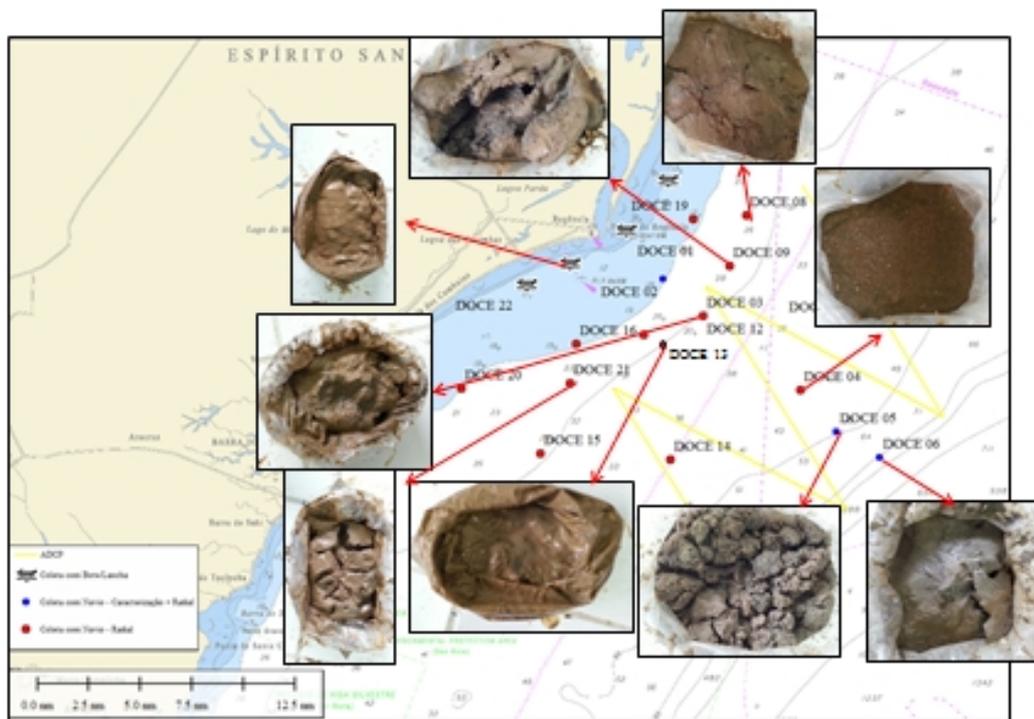


Figura 4: Fotos do sedimento superficial coletado em seus respectivos pontos na plataforma continental adjacente ao Rio Doce.

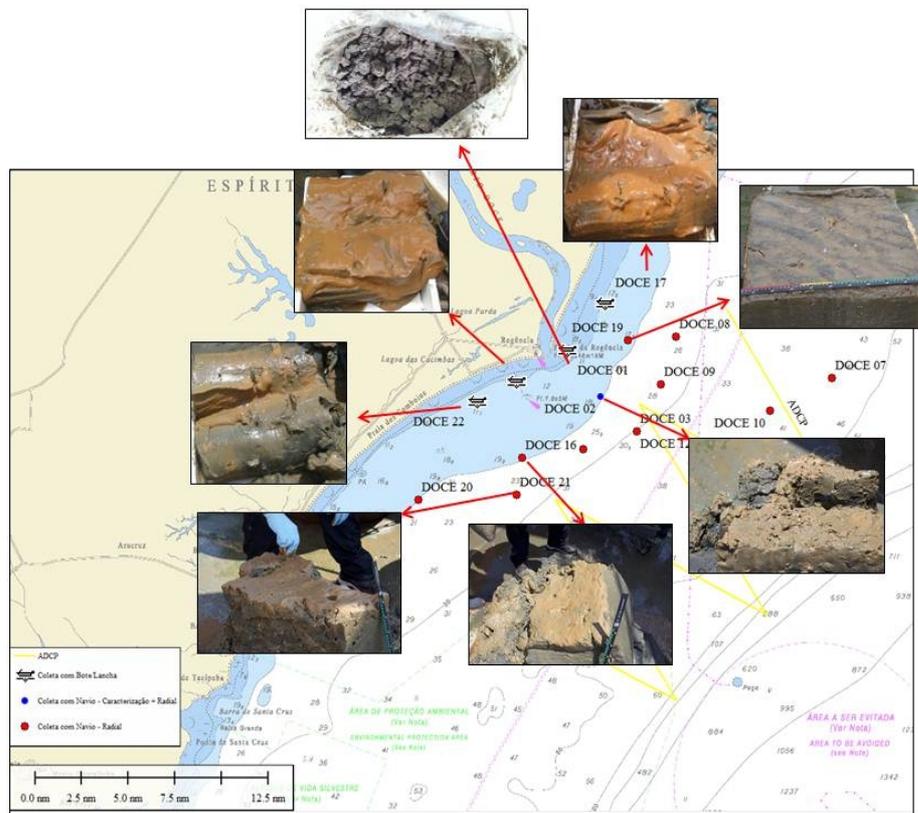


Figura 5: Fotos do sedimento superficial coletado em seus respectivos pontos na plataforma continental adjacente ao Rio Doce.

### 2.2.1 Campanhas amostrais de sedimento superficial

O sedimento superficial e suas respectivas descrições para os pontos estão presentes na Tabela 4.

<b>Sedimento</b>			
Pontos	Data	Amostradores	Descrição
DOCE 1	27NOV	Van Veen	Areia lamosa rica em mica com sedimento fino de cor laranja vivo. Sem bioclasto calcário
DOCE 1 - A	29NOV	Van Veen	Areia lamosa rica em mica com sedimento fino de cor laranja vivo. Sem bioclasto calcário
DOCE 1 - B	02DEZ	Van Veen	Areia lamosa rica em mica com sedimento fino de cor laranja vivo. Sem bioclasto calcário
DOCE 2	27NOV	Box Corer	Lama arenosa sem bioclasto calcário
			Manchas de lama laranja vivo na superfície
DOCE 2 - A	29NOV	Box Corer	Lama arenosa sem bioclasto calcário
			Manchas de lama laranja vivo na superfície
DOCE 2 - B	02DEZ	Box Corer	Lama arenosa sem bioclasto calcário
			Manchas de lama laranja vivo na superfície
DOCE 3	28NOV	Box Corer	Areia lamosa rica em mica
DOCE 4	28NOV	Box Corer	Areia fina
DOCE 5	28NOV	Box Corer	Areia fina
DOCE 6	27NOV	Box Corer	Lama arenosa
DOCE 8	28NOV	Box Corer	Areia lamosa
DOCE 9	28NOV	Box Corer	Areia lamosa
DOCE 12	28NOV	Box Corer	Areia lamosa
DOCE 13	28NOV	Box Corer	Lama arenosa
DOCE 16	02DEZ	Box Corer	Lama arenosa sem bioclasto calcário
			Manchas de lama laranja-vivo isoladas na superfície
DOCE 17	29NOV	Van Veen	Lama arenosa com sedimento fino de cor laranja vivo e presença de bioclasto calcário
DOCE 17- A	02DEZ	Van Veen	Lama arenosa com sedimento fino de cor laranja vivo

			e presença de bioclasto calcário
DOCE 18	29NOV	Van Veen	Lama arenosa com sedimento fino de cor laranja vivo
DOCE 18 - A	02DEZ	Van Veen	Lama arenosa com sedimento fino de cor laranja vivo
DOCE 19	29NOV 02DEZ	Box Corer	Lama arenosa
DOCE 21	29NOV 02DEZ	Box Corer	Lama arenosa com presença de bioclasto calcário
			Manchas de lama laranja-vivo isoladas na superfície
DOCE 22	02DEZ	Van Veen	Lama arenosa

Tabela 4: Descrição dos sedimentos superficiais e seus respectivos pontos amostrais e métodos de coleta.

A segunda campanha de amostragem contemplou maior registro fotográfico das amostras e preparação do sedimento, como a separação em fração fina (silte e argila) e areia fina por peneiramento a úmido (Figura 6).

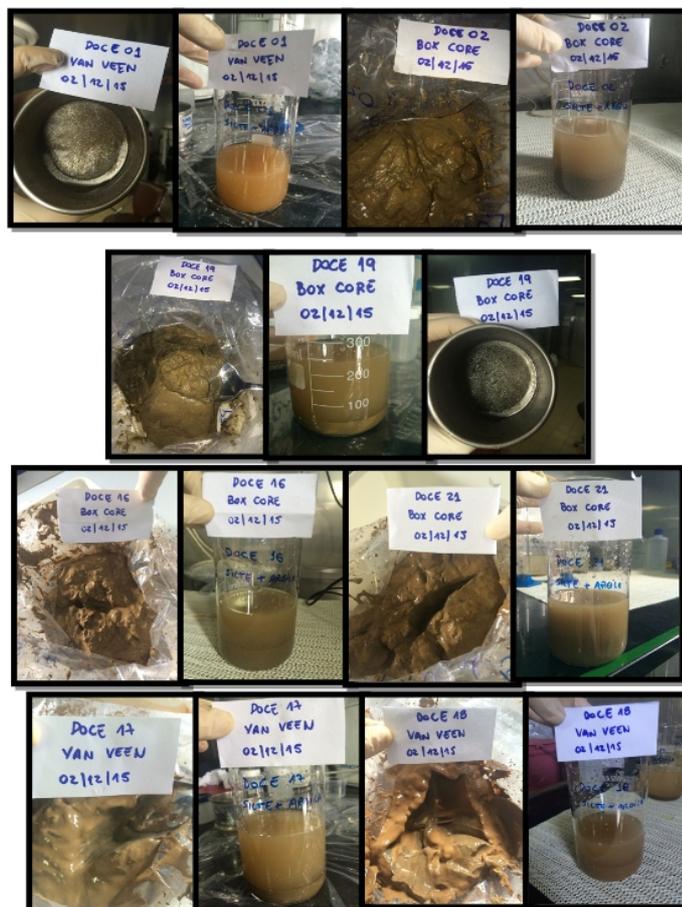


Figura 6: Fotos do sedimento superficial e do processo de peneiramento a úmido.

### 3. DIAGNÓSTICO INICIAL

De acordo com Quaresma et al. (2015) eventos de maior descarga de sedimento pelo Rio Doce podem ocorrer periodicamente em virtude de fatores climáticos. Porém, o que se vê atualmente na foz do Rio Doce é um fenômeno atípico, inédito a nível global, e em condições de seca extrema. Sendo assim, as características da bacia somadas à presença do material proveniente da barragem de rejeitos assumem um caráter particular. Dessa forma, o sedimento atualmente aportado pelo rio é provavelmente, em sua maior parte, proveniente desta fonte alóctone ao rio.

Os dados de MPS e sedimento superficial aqui apresentados mostram que o material que chega do rio se divide em 3 comportamentos distintos: 1) Um sedimento denso floculado que se deposita junto a foz; 2) Uma pluma junto ao fundo; e 3) Outra pluma de sedimento fino e de longo alcance que flutua na superfície (“pluma flutuante”). As duas plumas podem apresentar padrões de dispersão diferenciados no mesmo ponto, sugerindo que as forçantes que ditam a dispersão são diferentes. Isto é, 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. Ainda, este comportamento foi variável de um dia para outro, indicando uma mudança rápida e drástica de direcionamento de dispersão das plumas.

De modo geral, os pontos amostrados a partir da isóbata de 30 metros apresentaram características normais. Os pontos amostrados antes desta profundidade, nos quais se incluem os dois novos pontos 16 e 22, é possível delimitar dois quadrantes: 1) Um centro-norte e 2) Um centro-sul. No quadrante centro-norte observou-se momentos em que a pluma se dispersa para o norte na primeira campanha das amostras, como é visto nos pontos 17 e 02, sendo que neste último, em um dia, apresentou alto teor de MPS no fundo e já no dia seguinte o mesmo padrão já não era mais encontrado. O que foi observado no ponto 17 é confirmado por Oliveira et al. (2015) sobre a deriva litorânea do sedimento natural do rio, que tende a fluir para o norte. No quadrante ao centro-sul, para primeira amostragem, o ponto 18 apresentou alta concentração de MPS alaranjado no fundo, sugerindo dispersão da pluma de fundo principalmente para o sul. No entanto este padrão não foi observado para a segunda campanha de amostragem, onde os pontos 16, 18, 21 e 22 encontraram-se limpos, com pouca turbidez.

#### **4. PARÂMETROS PRIORITÁRIOS PARA CARACTERIZAÇÃO DA PLUMA**

Para a caracterização eficiente do comportamento desse material que chega a foz do Rio Doce e se dispersa ao longo da plataforma continental foram definidos os parâmetros geológicos prioritários que estão presentes na Tabela 5.

<b>Parâmetro</b>	<b>Característica</b>
MPS	Concentração e coloração
Sedimento Superficial	Coloração e granulometria

Tabela 5: Parâmetros prioritários para a caracterização geológica da área adjacente a foz do Rio Doce.

## ANEXO N

### AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE BENTOS

#### 1. APRESENTAÇÃO

Os dados de macrofauna bentônica da região costeira e da plataforma continental adjacente ao Rio Doce relativos ao material proveniente da barragem de rejeitos da Samarco, em Mariana – MG, foram coletados no período de 27 de novembro a 02 de dezembro de 2015 pela equipe do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico “Vital de Oliveira”.

Na segunda campanha de coleta para avaliação da macrofauna foi utilizada draga Van Veen nos pontos próximos a foz e Box Corer nos pontos da plataforma interna, com três réplicas por ponto amostral, com exceção do ponto DOCE01, onde somente uma amostra foi coletada devido a dificuldade de amostragem, totalizando 22 amostras (Tabela 1).

As amostras coletadas com draga Van Veen tem área de 0,01m<sup>2</sup> e as com Box Corer 0,001m<sup>2</sup>.

Pontos	Amostradores
DOCE 1	Van Veen
DOCE 2	Box Corer
DOCE 16	Box Corer
DOCE 17	Van Veen
DOCE 18	Van Veen
DOCE 19	Box Corer
DOCE 21	Box Corer
DOCE 22	Van Veen

Tabela 1: Pontos amostrais e equipamentos de coleta.

## 2. ANÁLISE PARCIAL

Os pontos amostrais aqui avaliados para este Relatório foram: DOCE18-R3 e DOCE17-R1 na isóbata de 10 metros e DOCE16-R1, DOCE2-R3 e DOCE19-R2 na isóbata de 20 metros, sendo analisada uma das três amostras coletadas para cada ponto amostral. O “R” após o nome do ponto refere-se ao número da réplica analisada.

Foi encontrado um total de 176 indivíduos distribuídos em 15 grupos taxonômicos. O grupo mais abundante foi poliqueta, seguido de anfípoda e outros (111, 19 e 13 respectivamente). Holoturoidea, Sipuncula e Nematoda foram os grupos menos abundantes, com um indivíduo cada (Tabela 2).

Taxa	DOCE16-R1	DOCE19-R2	DOCE18-R3	DOCE17-R1	DOCE2-R3
Polichaeta	8	59	18	18	8
Bivalvia	1	1	0	1	0
Decapoda1	1	0	0	0	2
Brachiura	0	1	0	0	2
Anomura	0	1	0	0	1
Isopoda	0	0	0	0	2
Anfípoda	0	6	0	0	13
Tanaidacea	1	2	0	0	0
Cumacea	0	2	0	0	0
Ophiuroidea	1	4	0	0	2
Holoturoidea	0	1	0	0	0
Nemertea	3	1	0	1	0
Sipuncula	1	0	0	0	0
Nematoda	1	0	0	0	0
Outros	3	3	1	1	5

Tabela 2: Abundância dos táxons ocorrentes em uma amostra de cada sítio amostral. Abundância sem correção para equivalência de área dos Amostradores.

O ponto amostral com maior número de indivíduos foi o DOCE19-R2 (81000 ind/m<sup>2</sup>), localizado ao norte na isóbata de 20m e o com menor número de indivíduos o DOCE18-R3 (1900 ind/m<sup>2</sup>) localizado ao sul na isóbata de 10m. Em geral os pontos amostrais da isóbata de 10 metros (DOCE18-R3 e DOCE17-R1) apresentaram menor número de indivíduos (ind/m<sup>2</sup>)

que os pontos amostrais na isóbata de 20m (DOCE16-R1, DOCE2-R3 e DOCE19-R2), sendo os pontos da isóbata de 10 metros com maior concentração visual de “lama alaranjada” (material alóctone). Os pontos amostrais localizados a norte (DOCE17-R1 e DOCE19-R2) apresentaram maior número de indivíduos (ind/m-2) e os pontos ao sul (DOCE18-R3 e DOCE-R1) os menores valores em suas respectivas isóbatas (10 e 20m). O ponto central DOCE2-R3 (35000 ind/m-2) apresenta valor intermediário aos outros pontos da respectiva isóbata (20m) (Figura 1).

Nos grandes grupos Poliqueta foi o grupo taxonômico mais abundante nos pontos amostrais analisados (40 a 94,74%) e ocorrendo em todos os mesmos. No ponto DOCE2-R3, Crustacea foi o mais abundante (57,14%). Sipuncula e Nematoda ocorreram somente em um ponto (DOCE16-R1), sendo cada um responsável por 5% da abundância relativa, este ponto foi o único a apresentar todos os grandes grupos presentes na análise. O ponto DOCE18-R3 teve a menor composição taxonômica (2 taxa), sendo Poliqueta responsável por 94,74% da abundância relativa (Figura 2).

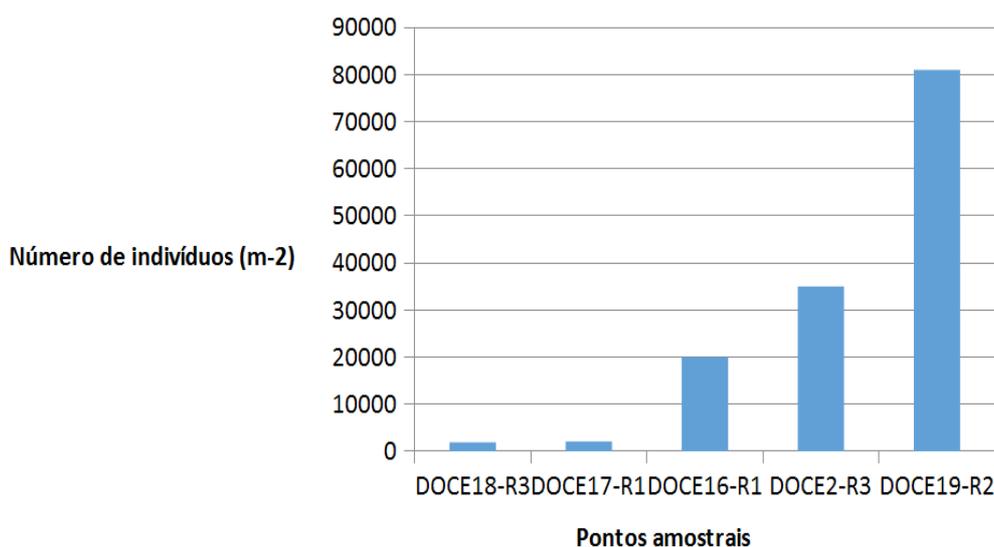


Figura 1: Número de indivíduos (ind/m-2) por sítio amostral.

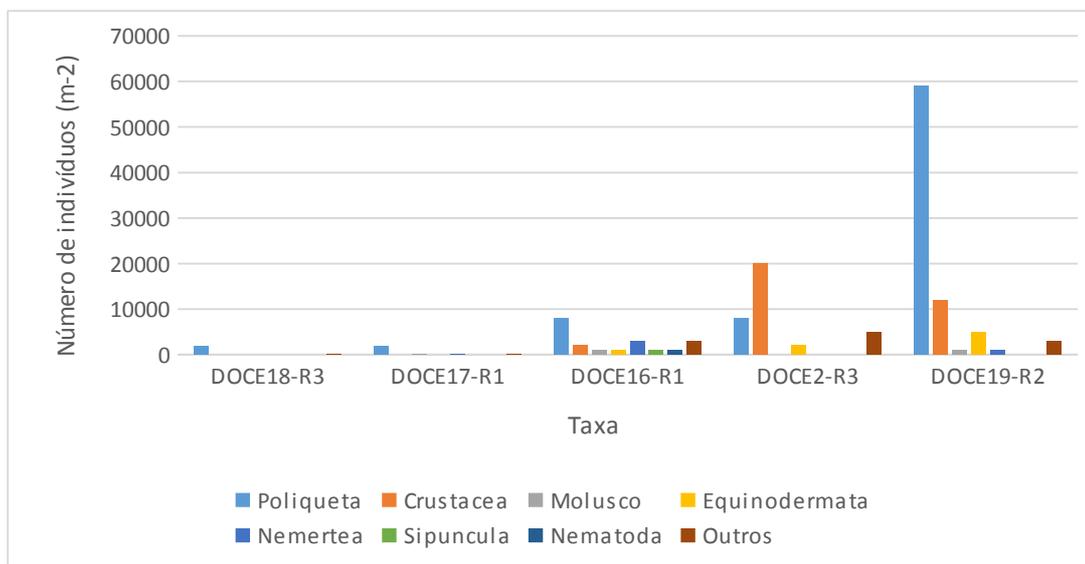


Figura 2: Composição taxonômica e abundância dos indivíduos (ind/m-2) de cada sítio amostral.

### 3. APÊNDICE

#### I – Taxons e Grandes Grupos.

Taxons					
Taxa	DOCE16-R1	DOCE19-R2	DOCE18-R3	DOCE17-R1	DOCE2-R3
Polichaeta	8	59	18	18	8
Bivalvia	1	1	0	1	0
Decapoda	1	0	0	0	2
Brachiura	0	1	0	0	2
Anomura	0	1	0	0	1
Isopoda	0	0	0	0	2
Anfipoda	0	6	0	0	13
Tanaidacea	1	2	0	0	0
Cumacea	0	2	0	0	0
Ophiuroidea	1	4	0	0	2
Holoturoidea	0	1	0	0	0
Nemertea	3	1	0	1	0
Sipuncula	1	0	0	0	0
Nematoda	1	0	0	0	0
Outros	3	3	1	1	5
Total	20	81	19	21	35

176

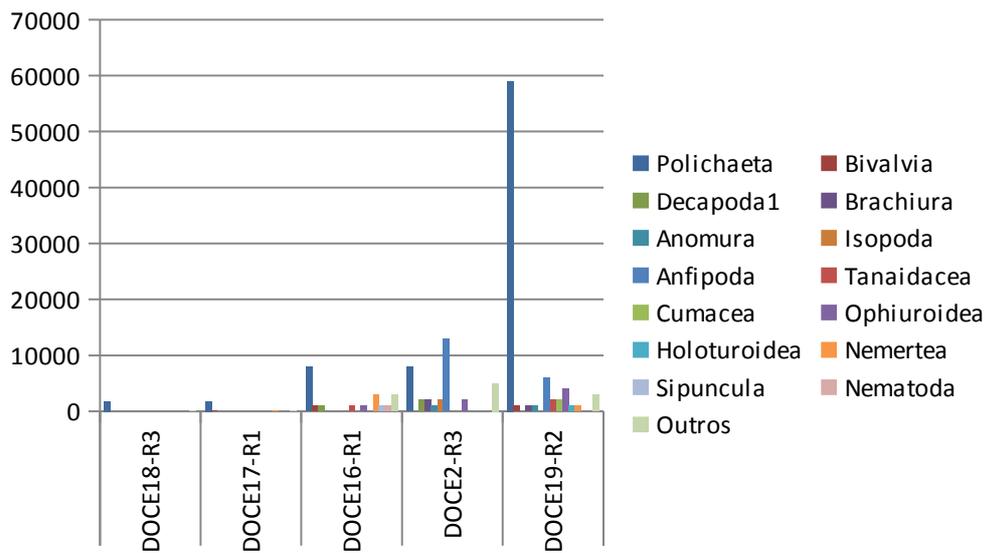
111  
3  
3  
3  
2  
2  
19  
3  
2  
7  
1  
5  
1  
1  
13  
176

Grandes Grupos					
Taxa	DOCE16-R1	DOCE19-R2	DOCE18-R3	DOCE17-R1	DOCE2-R3
Poliqueta	8	59	18	18	8
Crustacea	2	12	0	0	20
Molusco	1	1	0	1	0
Equinodermata	1	5	0	0	2
Nemertea	3	1	0	1	0
Sipuncula	1	0	0	0	0
Nematoda	1	0	0	0	0
Outros	3	3	1	1	5
Total	20	81	19	21	35

Taxons					
Taxa	DOCE18-R3	DOCE17-R1	DOCE16-R1	DOCE2-R3	DOCE19-R2
Polichaeta	1800	1800	8000	8000	59000
Bivalvia	0	100	1000	0	1000
Decapoda1	0	0	1000	2000	0
Brachiura	0	0	0	2000	1000
Anomura	0	0	0	1000	1000
Isopoda	0	0	0	2000	0
Anfipoda	0	0	0	13000	6000
Tanaidacea	0	0	1000	0	2000
Cumacea	0	0	0	0	2000
Ophiuroidea	0	0	1000	2000	4000
Holoturoidea	0	0	0	0	1000
Nemertea	0	100	3000	0	1000
Sipuncula	0	0	1000	0	0
Nematoda	0	0	1000	0	0
Outros	100	100	3000	5000	3000
Total	1900	2100	20000	35000	81000

Taxa
Poliqueta
Crustacea
Molusco
Equinodermata
Nemertea
Sipuncula
Nematoda
Outros
Total

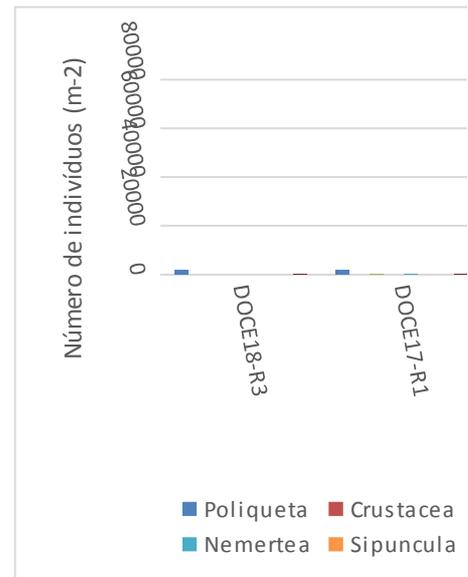
Taxa
Poliqueta
Crustacea
Molusco
Equinodermata
Nemertea
Sipuncula
Nematoda
Outros



Grandes Grupos				
DOCE18-R3	DOCE17-R1	DOCE16-R1	DOCE2-R3	DOCE19-R2
1800	1800	8000	8000	59000
0	0	2000	20000	12000
0	100	1000	0	1000
0	0	1000	2000	5000
0	100	3000	0	1000
0	0	1000	0	0
0	0	1000	0	0
100	100	3000	5000	3000
1900	2100	20000	35000	81000

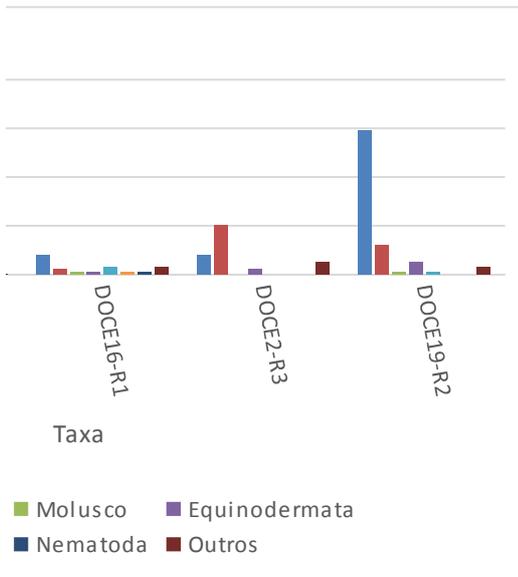
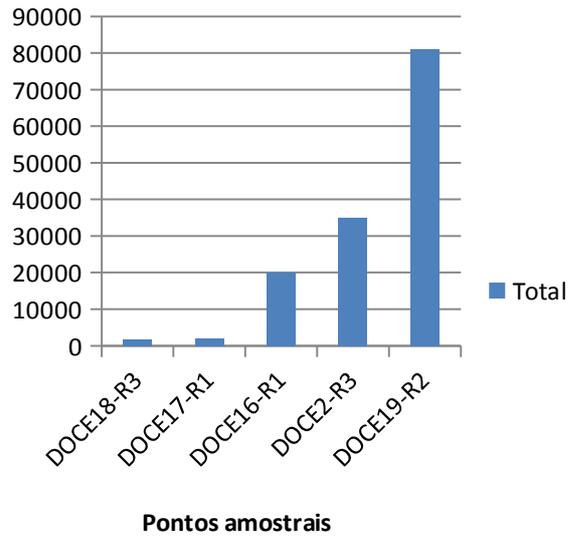
DOCE18-R3	DOCE17-R1	DOCE16-R1	DOCE2-R3	DOCE19-R2
94,7368421	85,7142857	40	22,8571429	72,839506
0	0	10	57,1428571	14,814815
0	4,76190476	5	0	1,2345679
0	0	5	5,71428571	6,1728395
0	4,76190476	15	0	1,2345679
0	0	5	0	0
0	0	5	0	0
5,26315789	4,76190476	15	14,2857143	3,7037037
	100	100	100	100

DOCE18-R:DOCE17-R:		
Total	1900	2100



DOCE16-R	DOCE2-R3	DOCE19-R2
20000	35000	81000

Número de indivíduos (m-2)



Pontos	Amostradores
DOCE 1	Van Veen
DOCE 2	Box Core
DOCE 16	Box Core
DOCE 17	Van Veen
DOCE 18	Van Veen
DOCE 19	Box Core
DOCE 21	Box Core
DOCE 22	Van Veen

## ANEXO O

### 1. DISTRIBUIÇÃO FITO E ZOOPLANCTÔNICA NA REGIÃO DO RIO DOCE

As amostras para análise fitoplanctônica foram coletadas próximas à desembocadura do Rio Doce, especificamente em 4 pontos distintos, um dos quais próximo à desembocadura (ponto 1), outro no mesmo perfil seguindo perpendicularmente a costa, mas na isóbata de 20 metros (ponto 2), e os outros dois pontos distribuídos a sul (ponto 18) e a norte (ponto 17).

Quando se observa o número de partículas clorofiladas (presença de clorofila a na estrutura da célula) a estação 1 apresenta maior número de indivíduos nanoplanctônicos, assim como na estação 2 localizada na isóbata de 20 metros (Figura 1) e as dinofíceas (dinoflagelados). A norte da desembocadura (estação 17) esses indivíduos não estavam presentes.

A observação feita do material coletado no dia 27 de novembro de 2015 revelou predominância de diatomáceas (10 espécies) contra apenas 3 espécies de Dinofíceas.

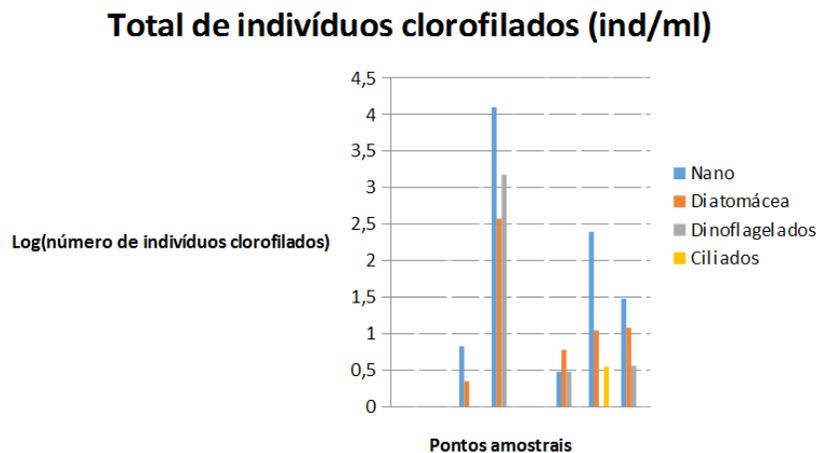


Figura 1: Distribuição dos organismos clorofilados (ind/ml) na superfície e fundo nas estações próximas à costa.

A caracterização preliminar dos organismos planctônicos registrou a presença de diferentes grupos, com sinal de clorofila nas microalgas (figura 2) e sinal de movimento no zooplâncton (vídeo anexo).

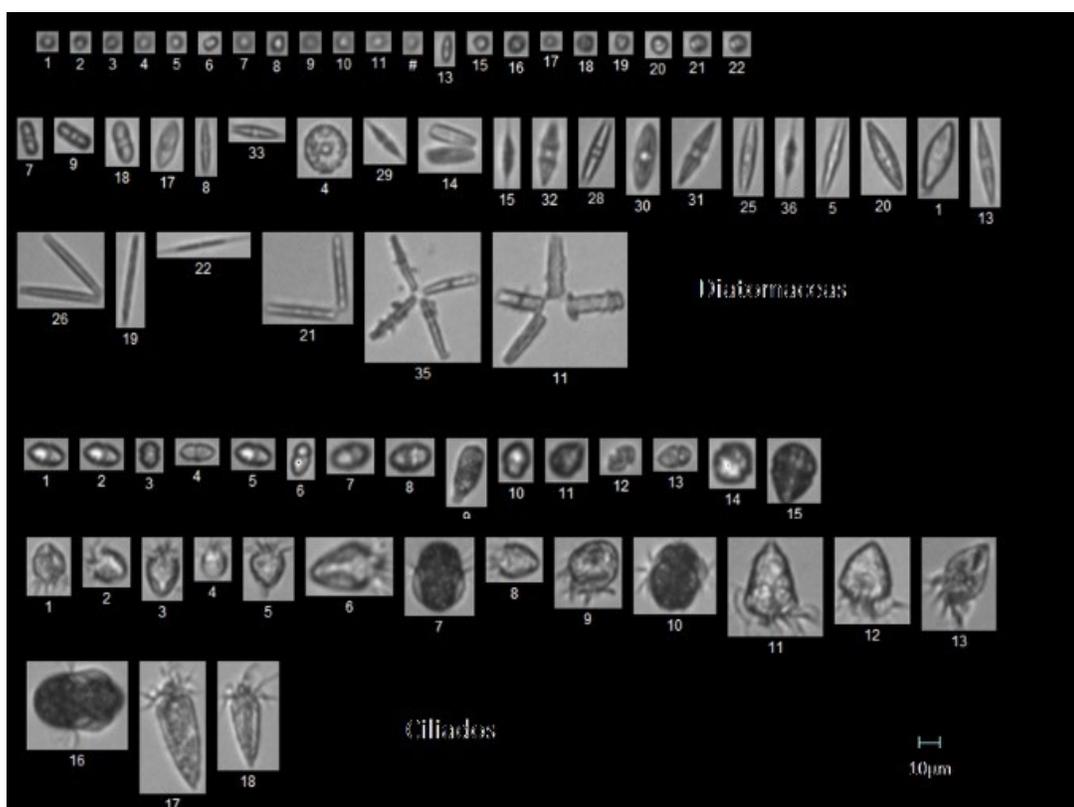


Figura 2: Fotocolagem de alguns organismos do fitoplâncton (microalgas e protistas) registrados na região de caracterização preliminar dos impactos na foz do Rio Doce.

Até o presente momento, as análises não concluíram se há ou não diferença na abundância ou riqueza de espécies do fitoplâncton ou do zooplâncton entre as estações. No entanto, na estação 1, localizada na foz do Rio Doce, análises preliminares com o detector de partículas FlowCam® identificaram maiores concentrações em relação às demais estações, mais afastadas (figura 3). Essas partículas são, em sua maioria, inferiores a 5µm (milésimos de milímetro). Em sentido Norte-Sul (figura 4), a distribuição das partículas varia diariamente em função da climatologia e hidrodinamismo local.

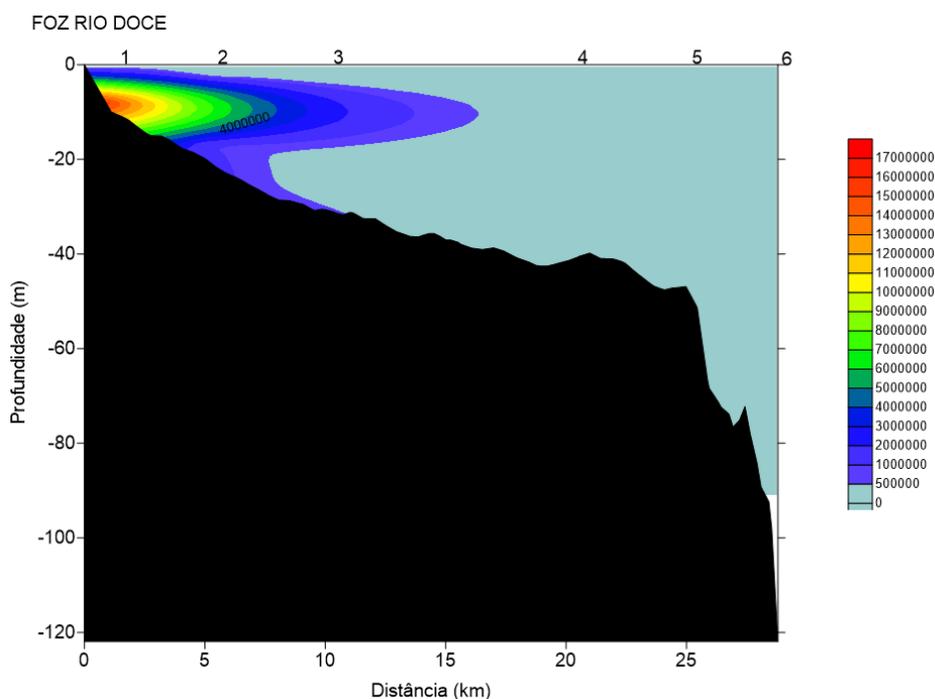


Figura 3: Perfil da dispersão das partículas (FlowCam) ao longo da primeira radial de caracterização. Escala de cores em partículas por mililitro (partículas/mL). Note-se o aumento da concentração de partículas em direção à foz do Rio Doce. Distância da foz em quilômetros.

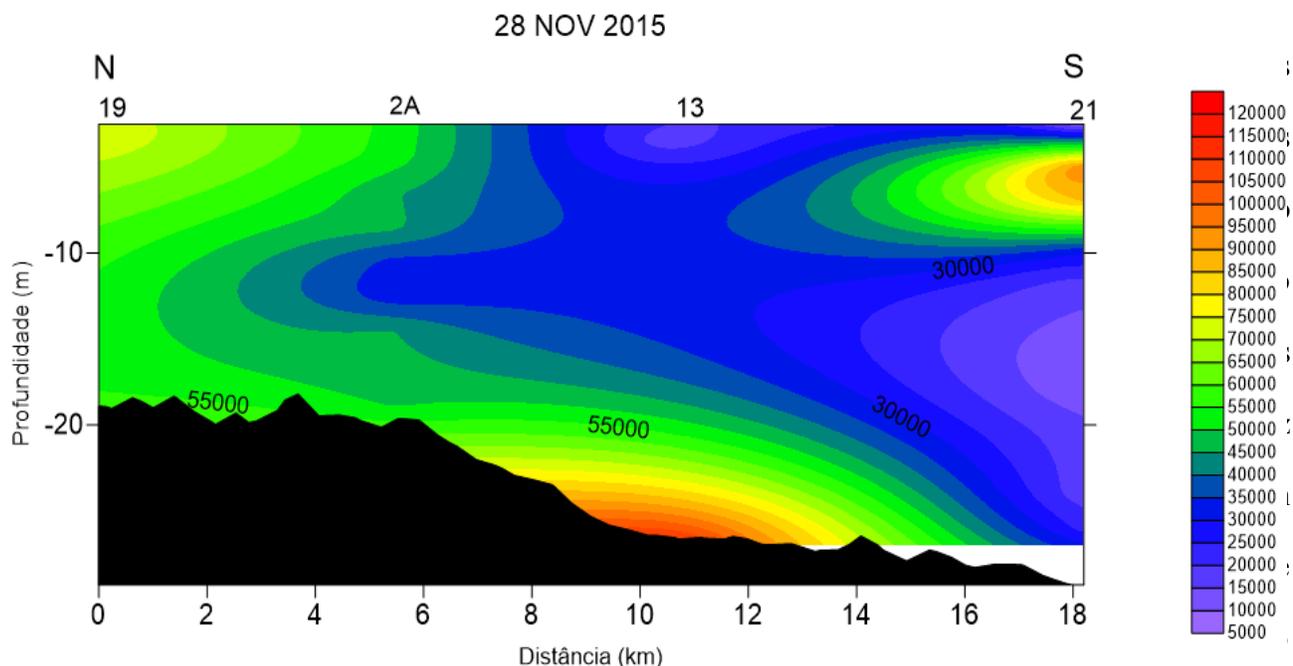


Figura 4: Perfil em sentido Norte-Sul (esquerda-direita) da concentração de partículas. A região da foz corresponde ao quilômetro 6. Observe a alta concentração de partículas junto ao fundo e próximo da superfície a norte e a sul, mas com diferenças na dispersão.

porém o maior nível de turbidez da água passou a ser na superfície do ponto DOCE01 no dia 02 de Dezembro.

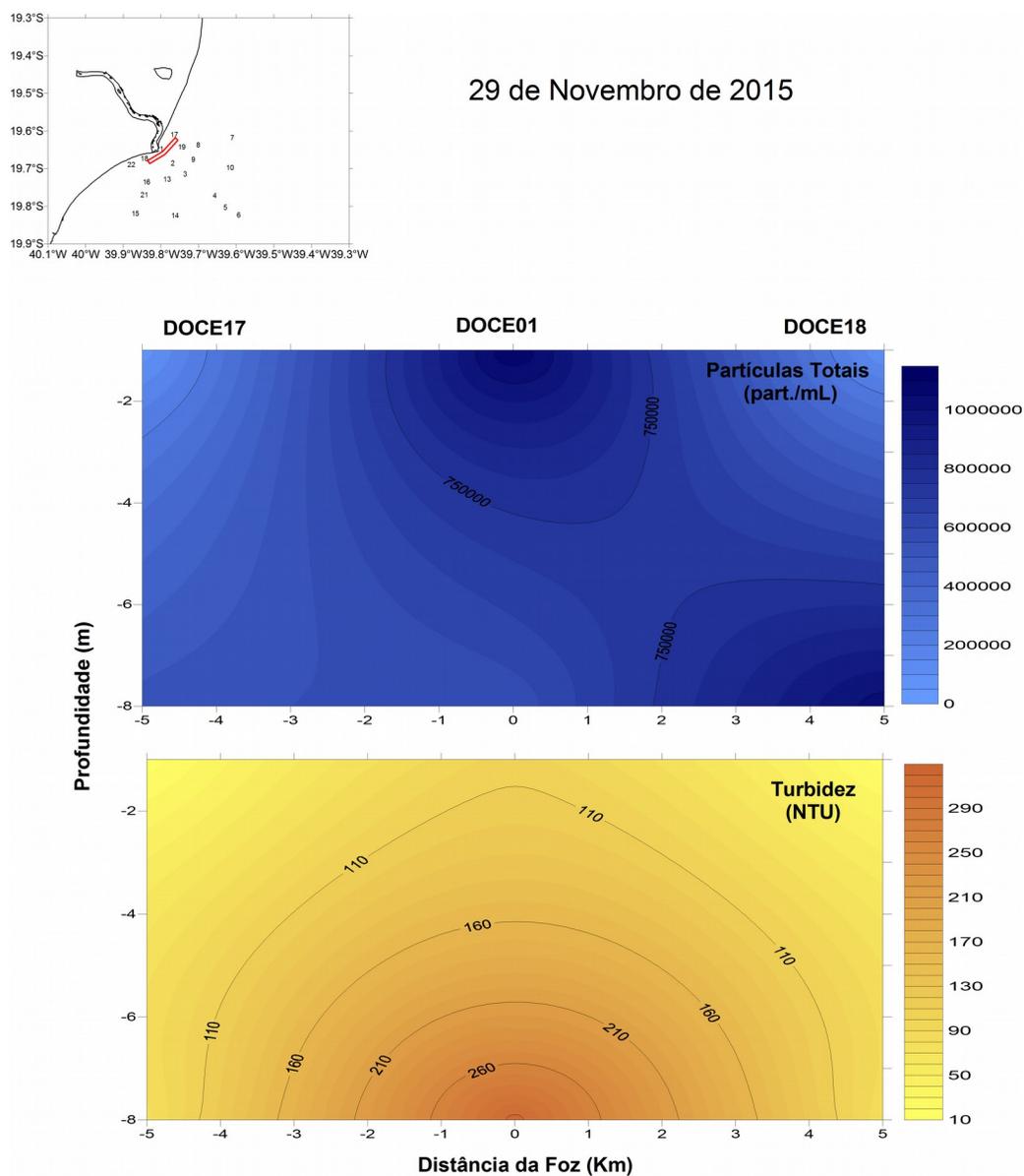


Figura 5: Gráficos representando a quantidade de partículas totais por mililitros (azul) e turbidez (marrom), por profundidade, nos pontos DOCE17, DOCE01 e DOCE18 no dia 29 de Novembro. Observou-se uma maior concentração de partículas totais na superfície próximo a foz do Rio Doce (DOCE01) e no fundo ao sul da foz (DOCE18), acompanhado de uma maior turbidez no fundo, principalmente na região próxima à foz.

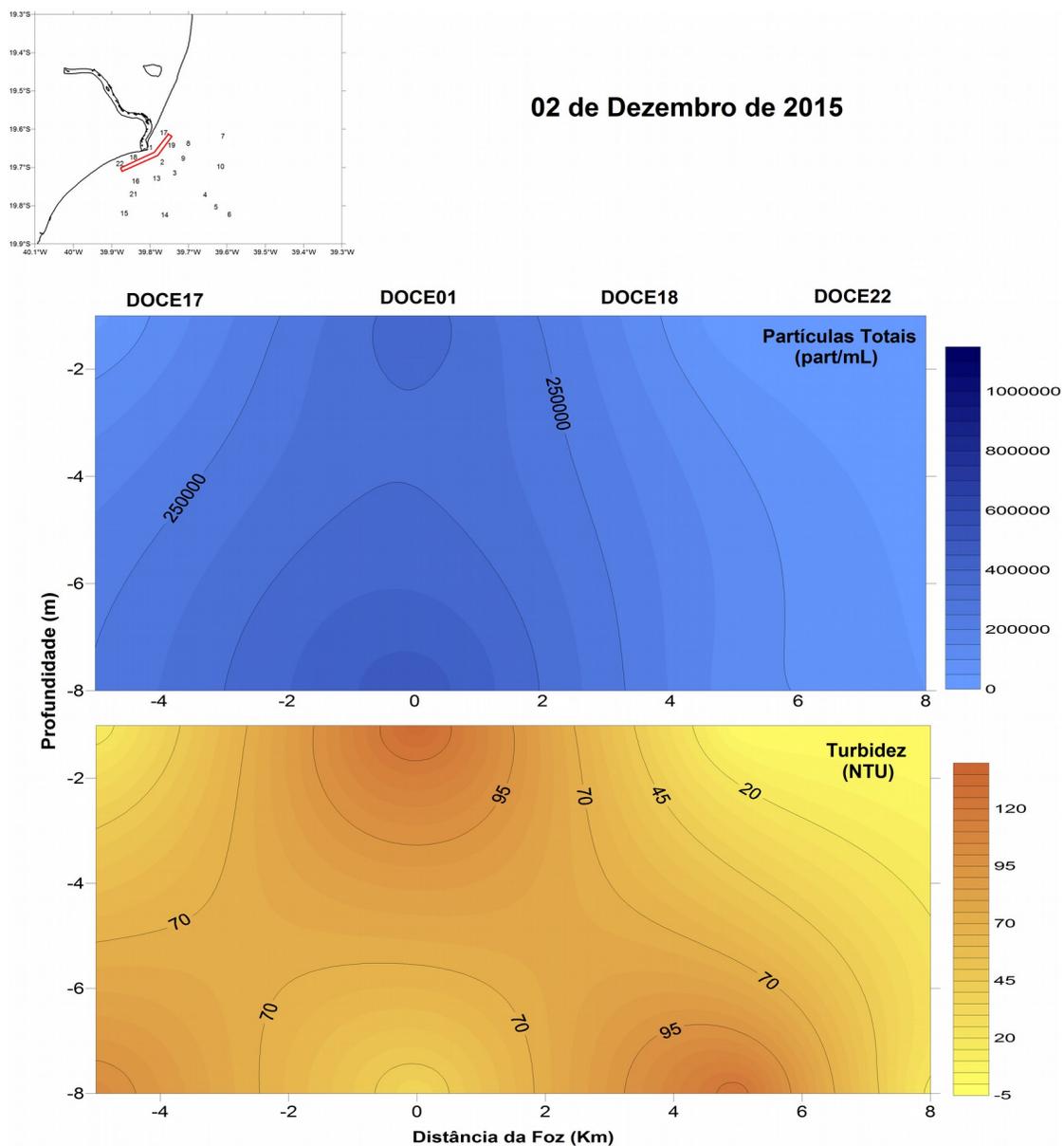


Figura 6: Gráficos representando a quantidade de partículas totais por mililitros (azul) e turbidez (marrom), por profundidade, nos pontos DOCE17, DOCE01, DOCE18 e DOCE22 no dia 02 de Dezembro. Observou-se uma menor quantidade de partículas totais em comparação com o dia 29NOV, no entanto a maior concentração continuou sendo na região mais próxima à foz do Rio Doce e uma maior turbidez na superfície dessa mesma região.

As imagens e amostras de organismos zooplanctônicos foram obtidas com rede LOKI de 0,60 m de diâmetro de boca e 200 m de abertura de malha, provida de fluxômetro para estimativa do volume de água filtrado (Figura 7). Os arrastos foram verticais e o material coletado foi fixado a bordo em formol 4 % neutralizado.

Nesse primeiro momento, a estação DOCE 02 foi selecionada para uma análise preliminar do zooplâncton por ser a mais próxima da foz do rio Doce.

Inicialmente foram triadas mais de 17.000 fotografias obtidas nas camadas de água de superfície e fundo nos dias 27/11/2015 e 02/12/2015.

No ponto 2, o mais próximo da foz para as análises com o Loki®, foi registrada a presença de vários animais do zooplâncton (figura 8) e nenhuma discrepância evidente até o momento em relação às demais estações. As análises do plâncton são preliminares e nos fornecem apenas uma visão superficial do cenário atual. Informações complementares obtidas das amostras que serão conduzidas aos laboratórios poderão nos ajudar a descrever com mais profundidade a distribuição desses organismos na região de impacto.



Figura 7: Rede LOKI para coleta e registro fotográfico do zooplâncton.

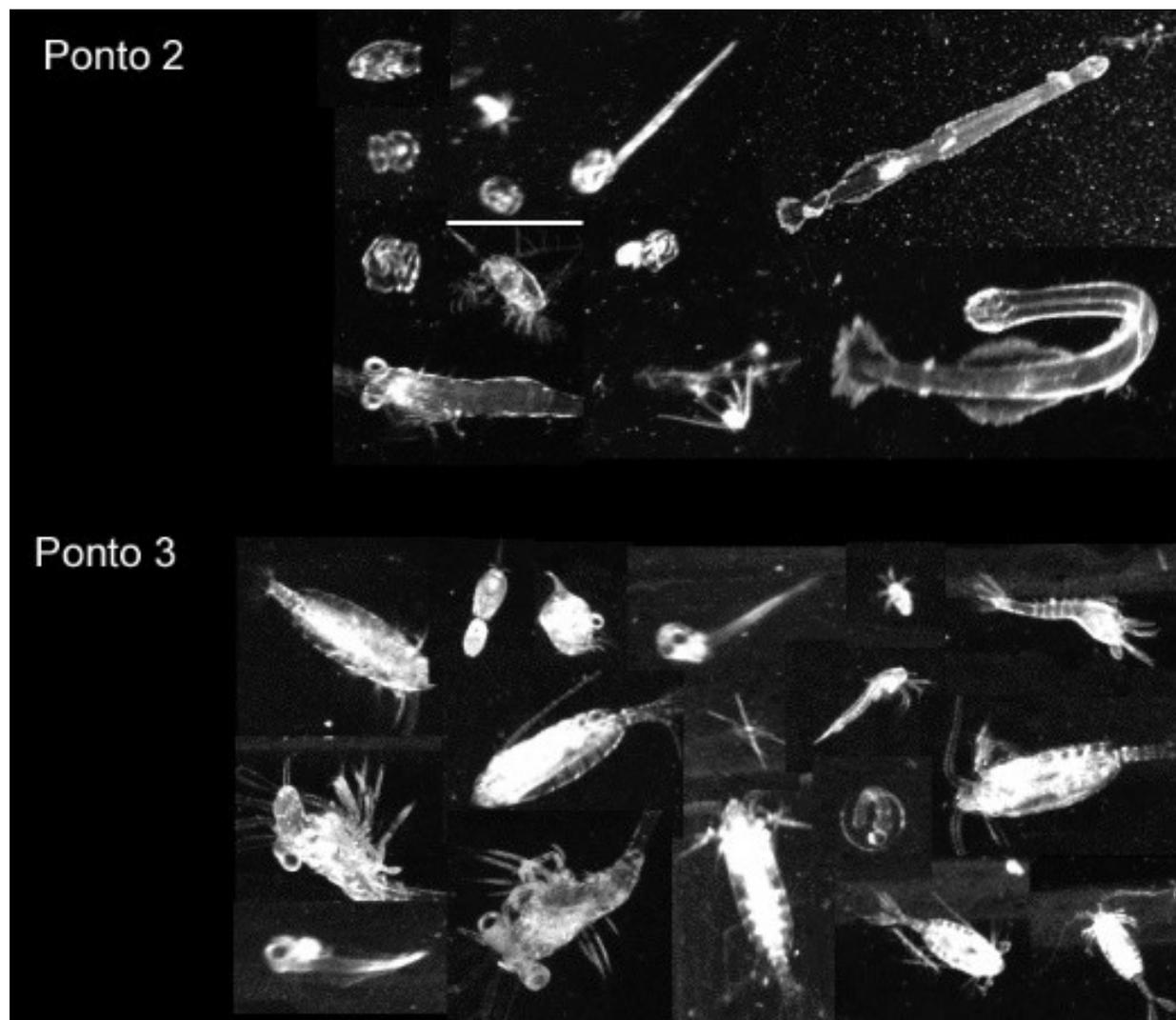


Figura 8: Fotocolagem de organismos do zooplâncton registrados em dois dos pontos de caracterização preliminar. Escalas variadas.

Simplificadamente, a composição da comunidade zooplanctônica mostrou-se típica de ambientes costeiros, sendo dominada pelos Copepoda. A comunidade registrada foi composta por organismos em fases iniciais de desenvolvimento (larvas) e adultos, sendo também observado a presença de indivíduos portando ovos. Foram identificados espécimes pertencentes aos filos Arthropoda (Subfilo Crustacea), Mollusca, Cnidaria, Annelida, Echinodermata, Chaetognatha e Chordata (Subfilo Urochordata) (Figura 9).

No presente trabalho, a avaliação preliminar das imagens obtidas nos dias 27 de novembro e 02 de dezembro (Figura 10) sugere uma maior concentração de material particulado em suspensão (MPS) no dia 27 de novembro em relação ao dia 02 de dezembro. A avaliação da distribuição vertical da MPS na coluna de água mostrou que em ambos os dias houve maior concentração na camada de fundo quando comparada com a camada superficial da coluna de água. Em contraposição, com relação aos organismos registrados, as imagens indicam, de forma preliminar, uma maior abundância zooplanctônica na camada superficial da coluna de água quando comparada com a camada de fundo.

Deve-se salientar, por fim, que o presente estudo encontra-se em fase inicial, sendo necessárias a triagem, contagem e identificação de todos os organismos presentes nas amostras coletadas nas diversas estações amostrais, bem como o tratamento estatístico dos dados gerados. Ainda, o resultado obtido reflete a característica da comunidade zooplanctônica em um período distinto, porém de extrema importância para formação de um banco de dados para futuras análises e correlações ambientais.

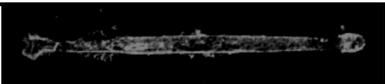
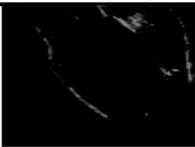
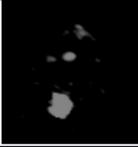
			
Copepoda – Arthropoda (fêmea ovada de <i>Oncaea</i> sp.)	Cope Arth (larva		
			
			

Figura 9: Espécimes registrados na campanha de avaliação preliminar realizada entre os dias 26 de novembro e 05 de dezembro de 2015.

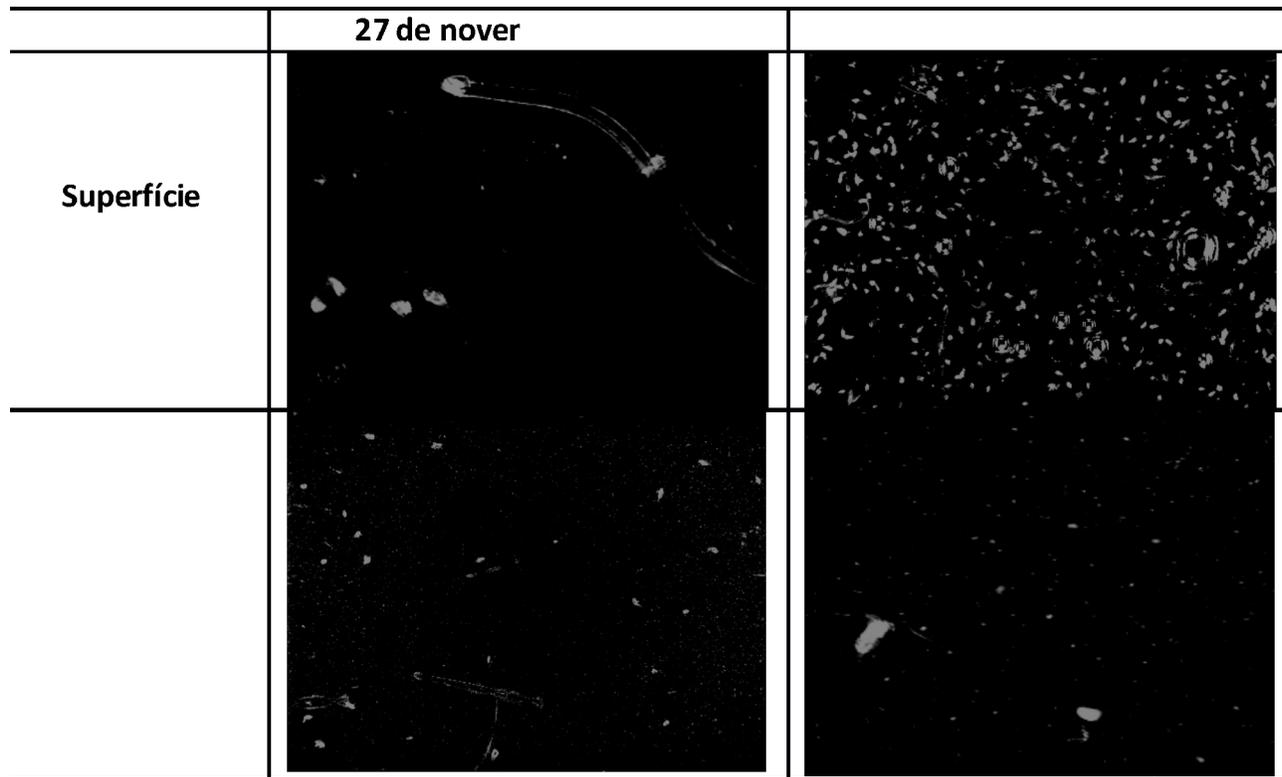


Figura 10: Organismos zooplantônicos registrados nas camadas de superfície e fundo, nos dias 27 de novembro e 02 de dezembro de 2015.

## 2. APÊNDICE

I – Vídeo do LOKI sobre mobilidade do zooplâncton.

## ANEXO P

### ANÁLISE DE IMAGENS SATÉLITE

#### 1. IMAGENS SATÉLITE

Foram obtidas imagens de satélite da região mostrando períodos antes e após a saída da lama pela foz do Rio Doce, conforme apresentado nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

#### ANTES DA SAÍDA DA PLUMA PELA FOZ

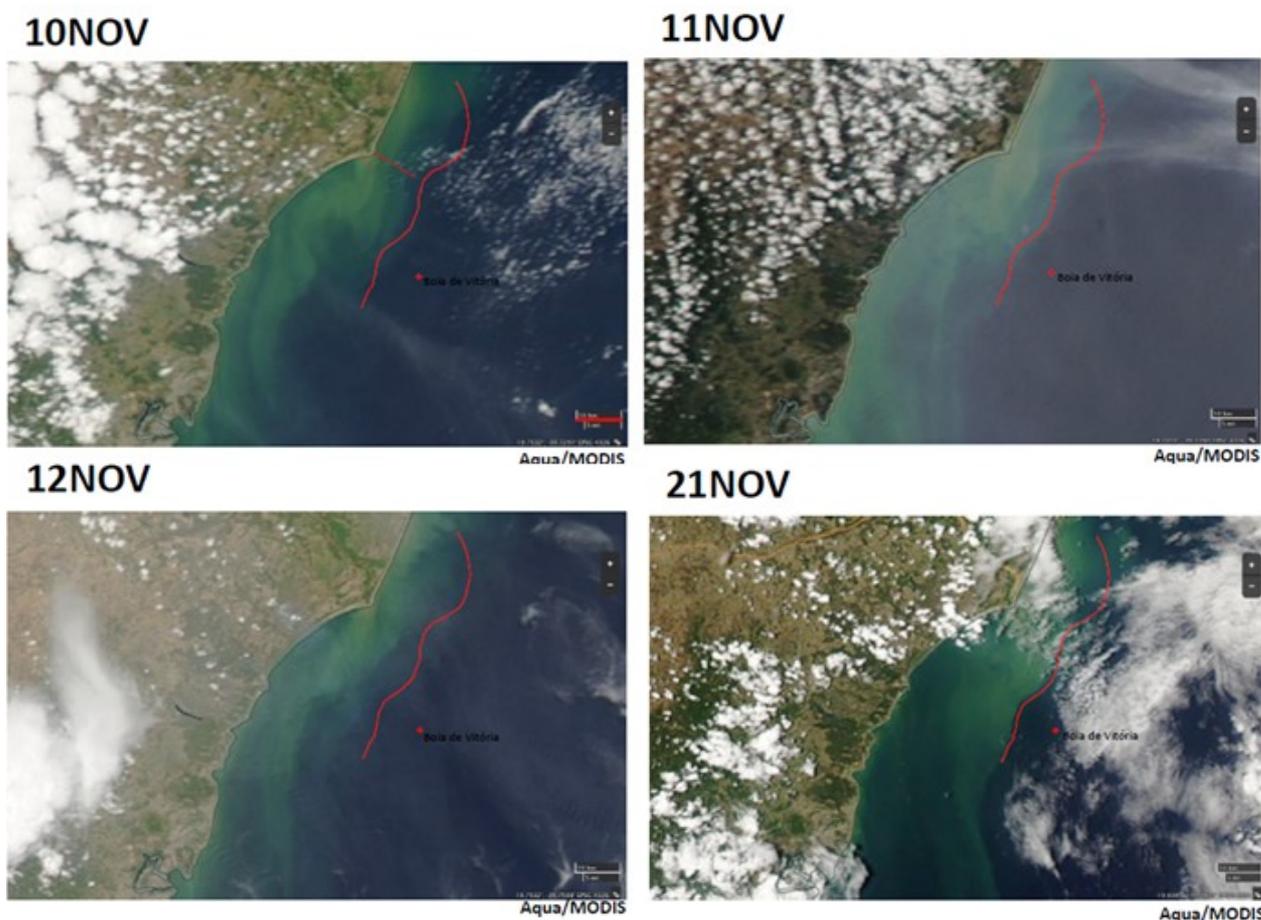


Figura 1: Imagem de satélite tirada antes da saída da lama pela foz do Rio Doce.

Na Figura 1, que corresponde às imagens anteriores à saída da lama, identificam-se duas colorações de água: azul (região oceânica) e verde (região costeira), essa última típica de estuários. A imagem do dia 21NOV corresponde ao dia em que a lama encontrou o mar, apresentando o rio com coloração marrom.

A Figura 2 apresenta diversas imagens tiradas após a saída da lama para o mar. Nessas imagens passa a existir áreas de coloração marrom, além daquelas de coloração azul e verde, citadas anteriormente.

A cada dia, a área marrom altera de posição, “pulsando” para o norte e sul. Supõe-se que esse fenômeno seja ocasionado por fatores meteoceanográficos, tais como correntes, marés, vento e onda, dentre outros. Também existe a suposição de que a extensão da área marrom seja aumentada caso ocorra maior aporte de sedimentos na foz do rio, ocasionados por períodos de cheia ou aumento de vazão do rio.

### APÓS A SAÍDA DA PLUMA PELA FOZ

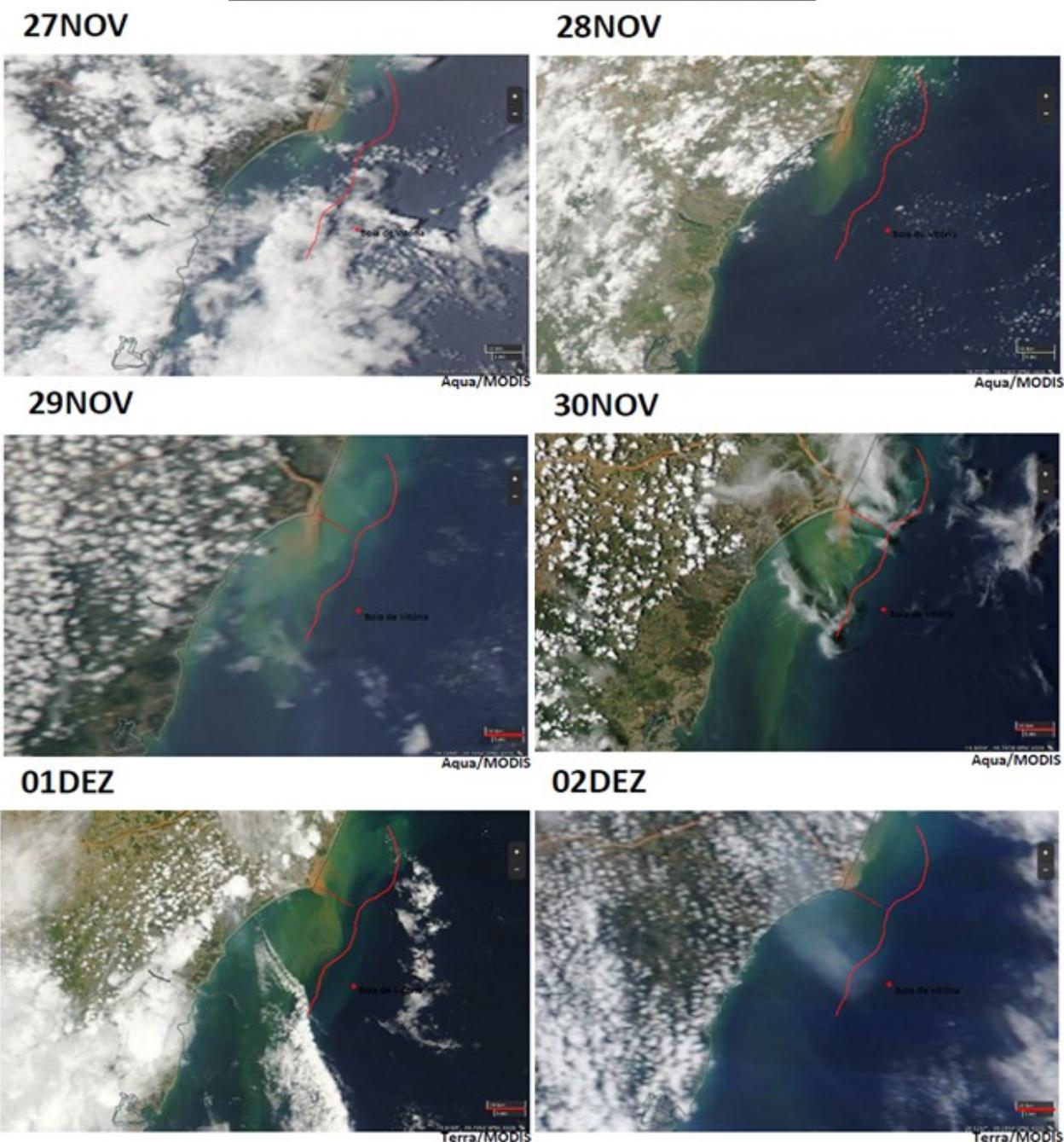


Figura 2: Imagem de satélite tirada após a saída da lama pela foz do Rio Doce.

Cabe destacar que algumas dessas imagens correspondem aos dias em que o navio operou na área.

## 2. COMPARAÇÃO DAS IMAGENS SATÉLITE COM AMOSTRAS DE ÁGUA

Essas imagens satélite foram comparadas às amostras de água coletadas pelo navio, produzindo os resultados mostrados na Figura 3.

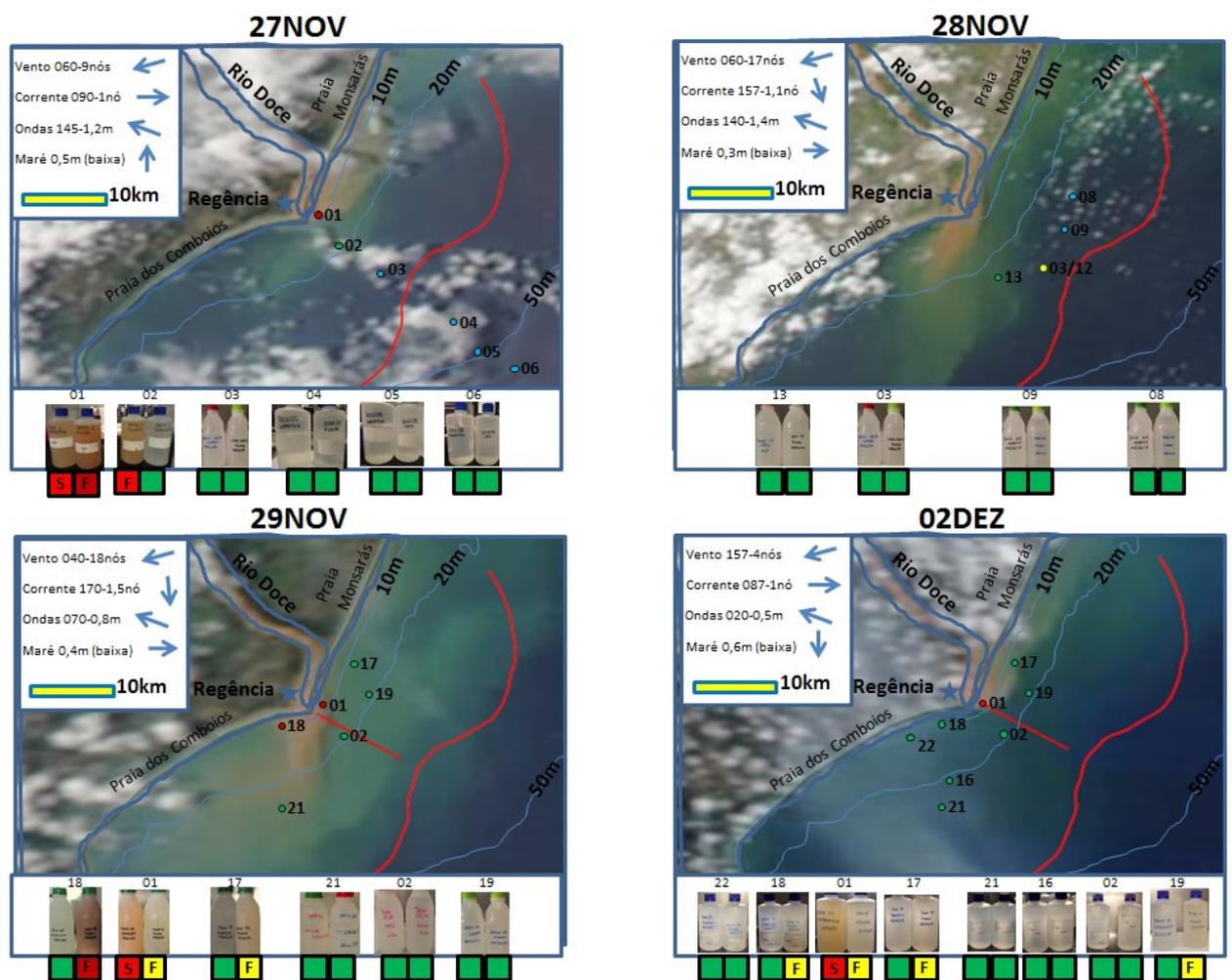


Figura 3: Comparação das imagens satélite com as amostras de água coletadas pelo navio.

Na Figura 3, as posições das estações de coleta de água estão indicadas por pontos numerados na imagem. As fotos das garrafas de água coletadas em cada estação estão posicionadas na parte de baixo de cada imagem.

As diferentes colorações da água foram classificadas segundo o seguinte critério:

<b>Coloração da água</b>	<b>Classificação</b>
Laranja intenso	Vermelho (maior quantidade de sedimentos suspensos)
Laranja claro	Amarelo (menor quantidade de sedimentos suspensos)
Branca	Verde (pouca quantidade de sedimentos suspensos)

As águas com coloração laranja intenso e claro, também possuem as descrições:

<b>Descrições da água</b>	<b>Explicação</b>
(S) superfície	água coletada próximo da superfície do mar
(F) fundo	água coletada próximo ao fundo

Comparando-se as imagens de satélite com as amostras de água, verificou-se que:

- As amostras de água com coloração laranja intenso predominam nas regiões onde a imagem de satélite mostra a água na cor marrom. Essa correlação indica que essa metodologia de utilização de imagens de satélite poderia servir como uma ferramenta adicional no monitoramento da pluma de fundo mais densa presente na região, porém precisa ser testada para produzir resultados mais precisos.

- As amostras de águas com coloração laranja intenso e laranja claro também foram identificadas algumas vezes em áreas adjacentes aquela representada pela cor marrom nas imagens satélite, indicando a possibilidade da lama escorrer em suspensão próximo do fundo oceânico, evitando que a mesma seja identificada nas imagens satélite. Outra possibilidade seria a pluma de maior densidade estar localizada nesta posição em datas anteriores e ainda permanecer em suspensão somente próxima ao fundo na data em que a imagem satélite foi tirada, já tendo sido dissipada na superfície.

- O navio visualizou várias regiões com uma “capa de sedimentos” ou “pluma flutuante” na superfície do mar, facilmente identificadas pois a água apresentava uma coloração marrom claro ou verde claro, distinta da coloração mais azulada presente nas regiões mais oceânicas. Nestas regiões de pluma flutuante, as amostras de água coletadas em camadas inferiores à superfície apresentavam coloração branca, demonstrando ausência ou pouca quantidade de lama em suspensão. Essas regiões normalmente se estendem por vários quilômetros, por isso não puderam ser delimitadas com precisão pelo navio, sendo recomendado o uso de imagens aéreas ou de satélites para esse serviço. O navio também realizou a coleta do material que se encontrava em suspensão nessa “pluma flutuante” para posterior análise em laboratórios de terra.

Anexo Q do Relatório Final do LAE em Regência, do NPqHoVitaldeOliveira ao GNHo.

**ANEXO Q**  
**FOTOS DAS ATIVIDADES REALIZADAS**

As fotos referentes às atividades realizadas durante a Comissão sobre o Levantamento Ambiental Expedito (LAE) em Regência encontram-se a bordo do Navio de Pesquisa Hidroceanográfico Vital de Oliveira (NPqHo Vital de Oliveira).



**MARINHA DO BRASIL**  
**COMANDO DO 1º DISTRITO NAVAL**  
Praça Mauá, nº 65 – Centro  
CEP: 20081-240 – Rio de Janeiro - RJ  
(21)2104-6104 – secom@1dn.mar.mil.br

Ofício nº 30-24/Com1ºDN-MB  
083.2

Rio de Janeiro, 18 de abril de 2016.

A Sua Senhoria a Senhora  
MARILENE RAMOS  
Presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e  
dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)  
SCEN Trecho 2 Ed. Sede do Ibama  
70818-900 - Brasília - DF

**Assunto: Alteração do Grau de Sigilo**

Senhora Presidente,

1. Participo a Vossa Senhoria que o Ofício nº 30-04/2016 e seus apensos deste Comando, que versou sobre - "Atividades desenvolvidas pela Marinha do Brasil no litoral do Estado do Espírito Santo, em decorrência do rompimento da barragem na cidade de Mariana-MG", cujo o grau de sigilo era RESERVADO foi desclassificado, a partir desta data, passando a ser OSTENSIVO.

Atenciosamente,

  
LEONARDO PUNTEL  
Vice-Almirante  
Comandante

62002.003152/2016-77



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS  
Gabinete da Presidência  
SCEN Trecho 2 Ed. Sede do Ibama - Brasília - DF  
CEP: 70818-900 e 61) 3316-1001 at 1003  
www.ibama.gov.br

OF 02001.004165/2016-41 GABINETE DA PRESIDENCIA/IBAMA

Brasília, 20 de abril de 2016.

Ao Senhor  
BRUNO MORETTI  
Secretário-Executivo Adjunto da Casa Civil da Presidência da República  
Palácio do Planalto, 4º Andar  
BRASÍLIA - DISTRITO FEDERAL  
CEP.: 70150900

Assunto: **Análise do Ibama sobre os documentos da Marinha encaminhados por meio do Ofício nº 30-04/Com1ºDN-MB, de 08 de janeiro de 2016.**

Senhor Secretário-Executivo Adjunto,

1. Cumprimtando-o, faço referência ao Ofício nº Ofício nº 30-04/Com1ºDN-MB, de 08 de janeiro de 2016, por meio do qual a Marinha do Brasil encaminhou ao Ibama os documentos: "Diagnóstico Preliminar das Condições Ambientais e Impactos Potenciais no Ambiente Marinho Adjacente à Foz do Rio Doce (Linhares - ES) em Decorrência do Extravasamento dos Rejeitos de Mineração da Barragem de Fundão (Mariana - MG)" e "Levantamento Ambiental Expedito em Regência/ES".
2. Sobre os referidos documentos, encaminho a seguir análise desta Autarquia, feita em janeiro deste ano:
  - 2.1. A Marinha do Brasil, por meio do Navio de Pesquisas Oceanográficas "Vital de Oliveira", fez levantamento de dados oceanográficos e coletas de amostras de água e de sedimento na região oceânica no entorno da foz do Rio Doce entre os dias 26/11 a 05/12/2015, período logo após a chegada ao mar da onda de rejeitos decorrentes do rompimento da Barragem do Fundão. As amostras coletadas foram analisadas pelo Instituto de Estudos do Mar Amiranante Paulo Moreira - IEAPM.
  - 2.2. Além destas amostras, o IEAPM analisou também de amostras encaminhadas pela Capitania dos Portos do Espírito Santo, provenientes do Rio Doce no trecho próximo a Governador Valadares.



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS  
Gabinete da Presidência  
SCEN Trecho 2 Ed. Sede do Ibama - Brasília - DF  
CEP: 70818-900 e 61) 3316-1001 at 1003  
www.ibama.gov.br

2.3. Os relatórios apresentam dados de oceanografia física (perfis e gradientes de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, fluorescência e turbidez e descrição de campos de correntes), química (distribuições espaciais de nutrientes e de metais na água, além de valores de pH e turbidez e concentração de nutrientes, clorofila, oxigênio dissolvido, sólidos dissolvidos totais e material particulado em suspensão), geológica (frações granulométricas do sedimento) e biológica (densidade e tamanho do material particulado, padrões de dispersão das partículas e distribuição dos organismos do fito e zooplâncton e da macrofauna bêntica).

2.4. Entre as informações apresentadas, o relatório traz o resultado das análises da concentração de diversos parâmetros físico-químicos da água, provenientes de amostras coletadas em:

a) Área da região litorânea próxima à foz do rio Doce: foram apresentados resultados de análises físico-químicas para 9 pontos, amostrados em três diferentes profundidades (superfície, meio e fundo) correspondendo a um total de 21 amostras analisadas;

b) Área próxima à cidade de Governador Valadares (MG): foram apresentados resultados de análises físico-químicas para duas amostras obtidas na porção do corpo d'água do rio Doce.

2.5. Os resultados das análises foram comparados com os padrões preconizados na Resolução CONAMA 357/2005. Na área litorânea, na amostra de água proveniente do Ponto 18 - fundo, situado junto a foz do rio Doce, foram encontrados valores de concentração superiores aqueles preconizados na Resolução CONAMA 357/2005 para águas salinas classe 1 para o arsênio, selênio e manganês. As demais 17 amostras não apresentaram violação aos padrões. Considera-se que, face a variabilidade temporal e espacial destes parâmetros no ambiente, principalmente em uma área de mistura de corpos d'água, típica de áreas próximas a estuários, um evento único de não conformidade não é representativo de todo o sistema em estudo.

2.6. Para os resultados das duas amostras provenientes do rio Doce, em Governador Valadares, foram encontrados valores de concentração superiores àqueles preconizados na Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces Classe 2, para os parâmetros turbidez, manganês, chumbo e selênio, sendo que os dois últimos em apenas uma amostra. Inicialmente, a interpretação destes resultados deve considerar a proximidade do ponto de coleta da cidade de Governador Valadares, núcleo urbano que exerce significativa influência antrópica sobre o corpo hídrico adjacente e a possibilidade de revolvimento de sedimentos depositados no leito do rio pela passagem da onda de lama.



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS  
Gabinete da Presidência  
SCEN Trecho 2 Ed. Sede do Ibama - Brasília - DF  
CEP: 70818-900 e 61) 3316-1001 at 1003  
www.ibama.gov.br

2.7. Relatório da Marinha do Brasil constitui-se uma fonte de informações importante, que retrata de forma criteriosa um instantâneo da qualidade ambiental da região litorânea próxima à foz do rio Doce, após o acidente na barragem de Fundão. Os dados apresentados, notadamente os que se referem à presença de metais dissolvidos na água, servem de base para futuros estudos que permitam inferir a qualidade ambiental local e os impactos causados pelo acidente.

3. Sem mais para o momento, coloco esta Autarquia a disposição para prestar as informações complementares que julgar necessárias.

Atenciosamente,



**MARILENE RAMOS**  
Presidente do IBAMA

