



**SAMARCO MINERAÇÃO SA**

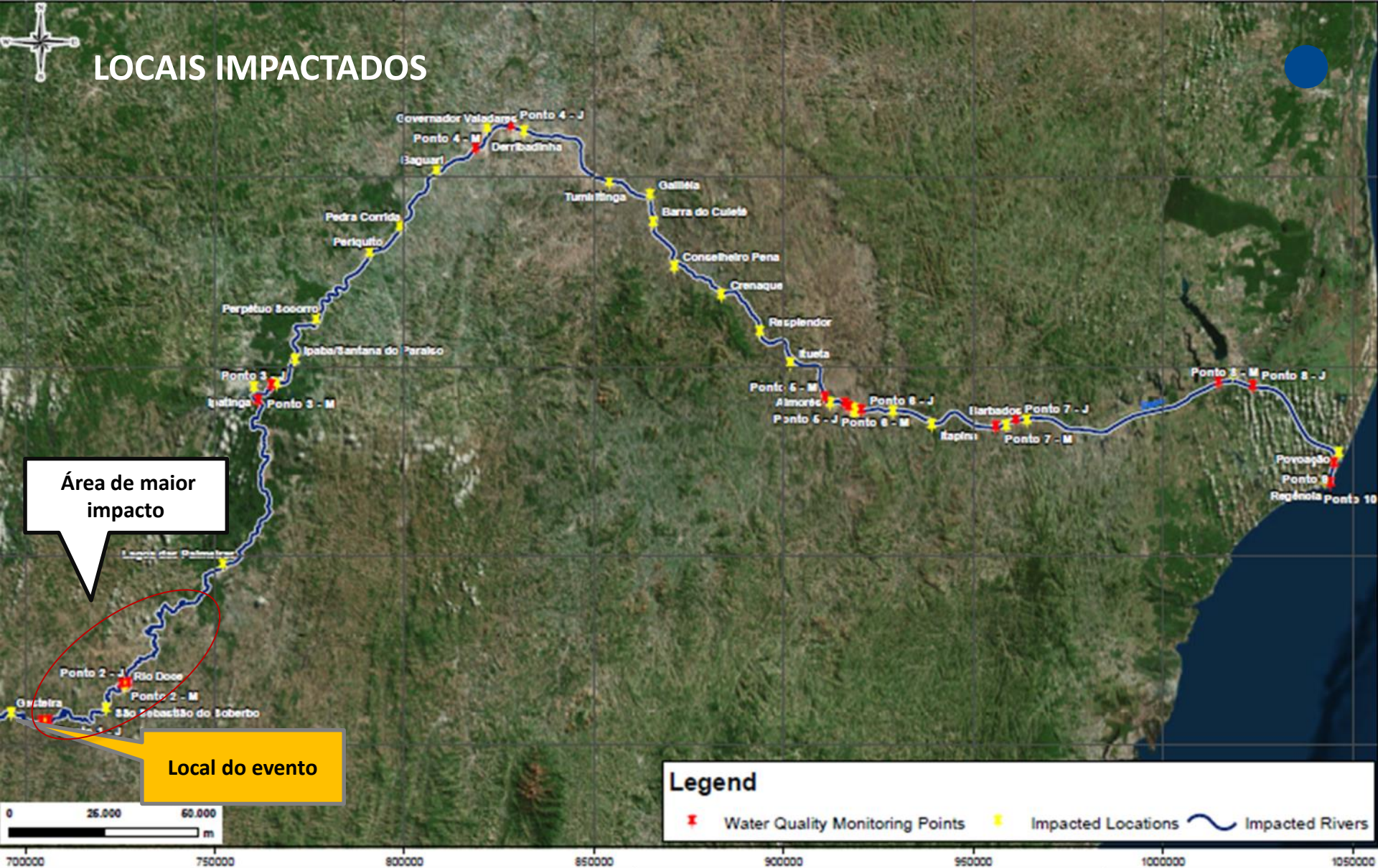
**INCIDENTE  
BARRAGEM DE FUNDÃO**

**23/11/15**





# LOCAIS IMPACTADOS



## Legend

- Water Quality Monitoring Points
- Impacted Locations
- Impacted Rivers

NOTES:  
Projection: UTM/SIRGAS 2000 - 23 0  
States: Minas Gerais and Espírito Santo  
Date: November of 2015  
Dam's Accident - Impacted Locations Aplysia

Technical Responsible:  
  
Pablo Vinícius Silva Santos  
Environmental Engineer  
Register CREA-MG: 188760/D

Scale: 1:950.000

Dam's Accident - Water Quality Monitoring Aplysia

Format:  
A3

0 25.000 60.000  
m





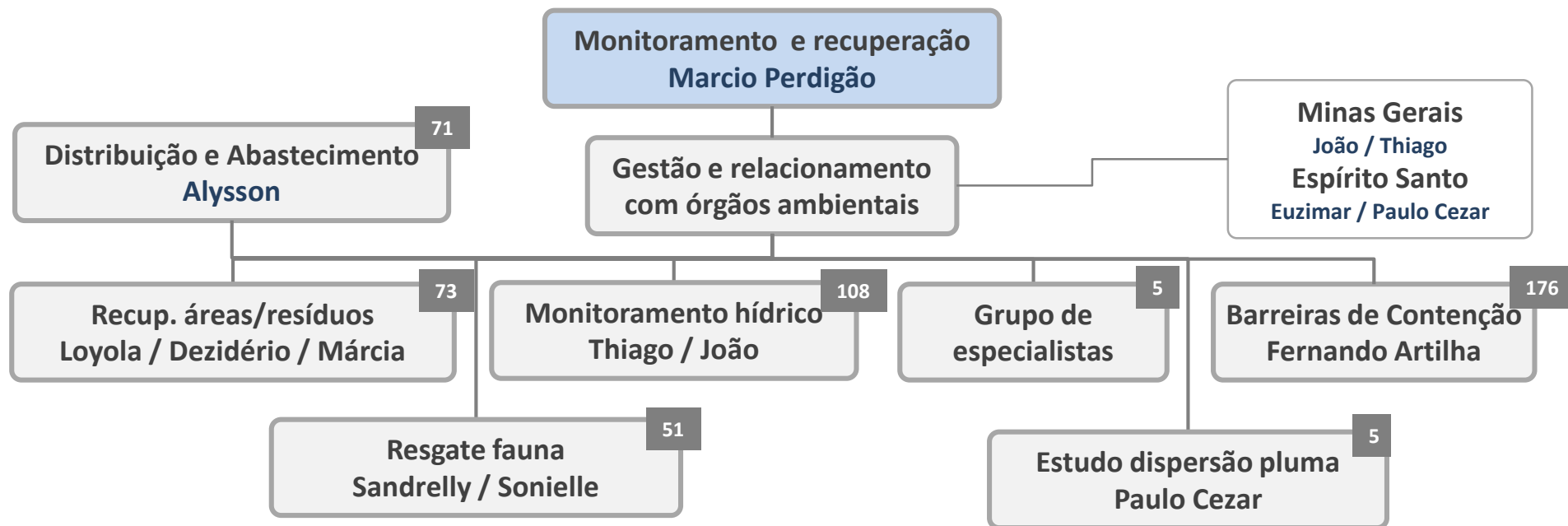
# ESTRUTURAS DE TRABALHO



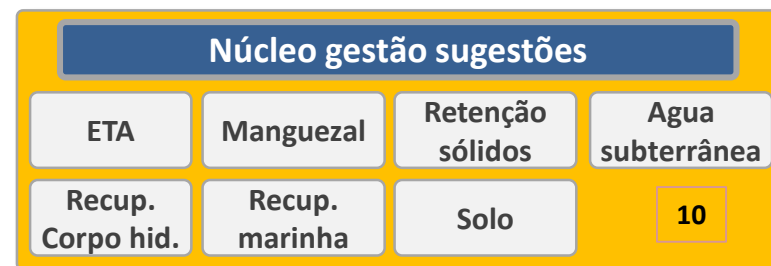
# ORGANOGRAMA MONITORAMENTO E RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO

**SAMARCO** 



**Total de envolvidos 501**



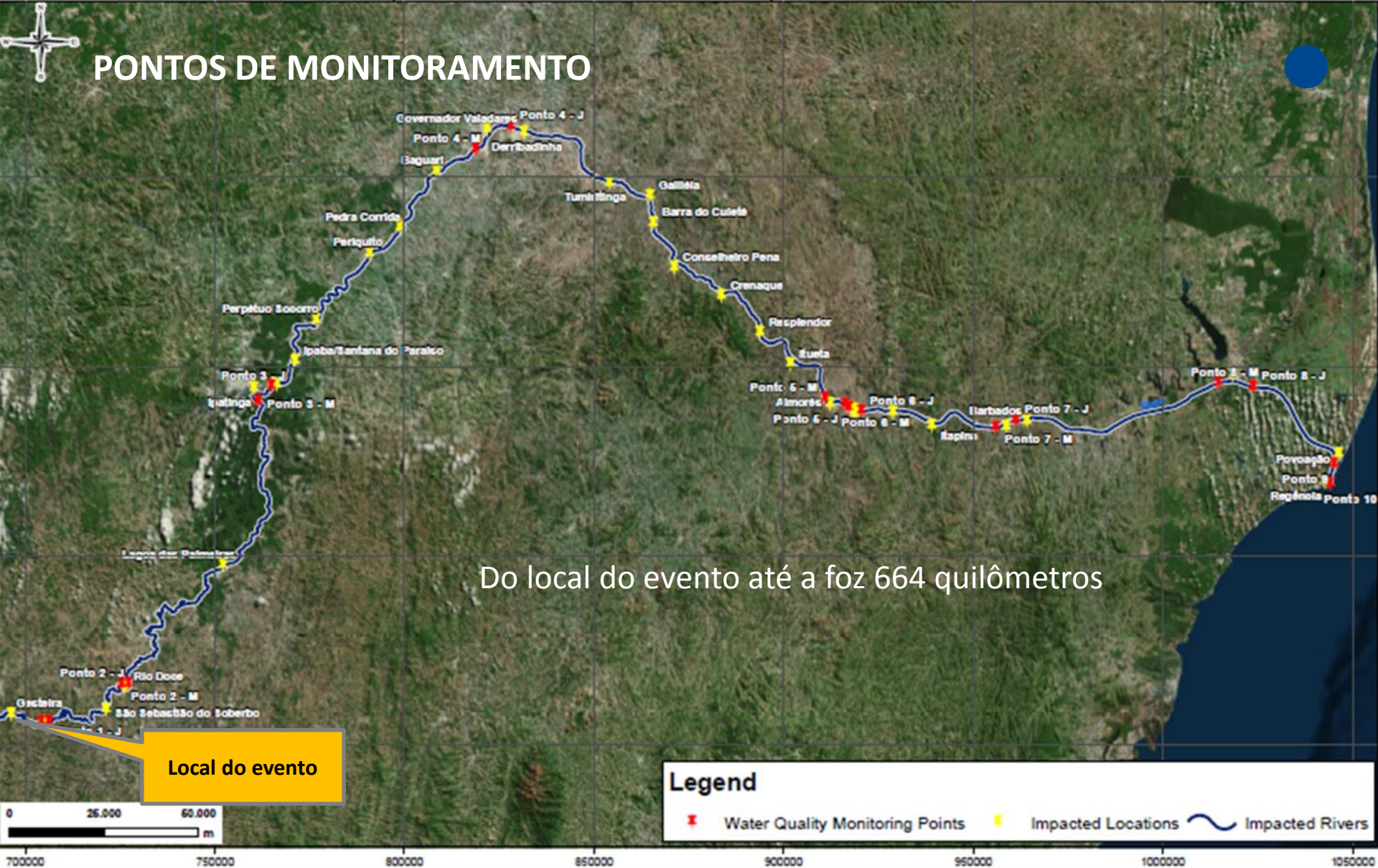
\*IPRAM – Instituto de pesquisa e reabilitação de animais



# **PLANO DE MONITORAMENTO**



# PONTOS DE MONITORAMENTO



Do local do evento até a foz 664 quilômetros

Local do evento

## Legend



Water Quality Monitoring Points



Impacted Locations



Impacted Rivers

### NOTES:

Projection: UTM/SIRGAS 2000 - 23 S

States: Minas Gerais and Espírito Santo

Date: November of 2015

Dam's Accident - Impacted Locations Aplysia

Technical Responsible:

*Pablo Vinícius Silva Santos*

Pablo Vinícius Silva Santos  
Environmental Engineer  
Register CREA-MG: 188760/D

Scale: 1:950.000

Dam's Accident - Water Quality Monitoring Aplysia

Format:  
A3

0 25.000 60.000  
m





**DIAGNÓSTICO**

**FUND.GORCEIX**

- **20 pontos de monitoramento**
- Diagnóstico Ambiental e monitoramento do local do incidente até a foz

**GEOSOL**

- NBR 1004 (Periculosidade)
- 5 Pontos de coleta (já realizados)

**MONITORAMENTO**

**LIMNUS**

- Análises físicas, químicas e biológicas
- Coleta: Todas terças e sextas
- **25 Pontos de monitoramento**

**APLYSIA**

- Análises físicas, químicas e biológicas
- Coleta: Todas segundas e quintas
- **30 pontos de monitoramento**



# PLANO DE MONITORAMENTO

## DEFINIÇÃO DAS EMPRESAS

DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO



### DIAGNÓSTICO

#### ARCADIS

- Análise de risco de saúde e meio ambiente
- Previsão conclusão do laudo: 45 após mobilização
- Portaria 2914 (Potabilidade)
- Conama 357 (Água superficial)
- Conama 420 (Sedimento)
- **80 Pontos de análise**

### MONITORAMENTO

#### EQUIP.SAMARCO

- Acompanhamento de cor, turbidez, pH e condutividade
- **20 Pontos de monitoramento**

Quantidade total de pontos  
de monitoramento

**180**



# PLANO DE MONITORAMENTO

## PRINCIPAIS PARÂMETROS MONITORADOS

DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO



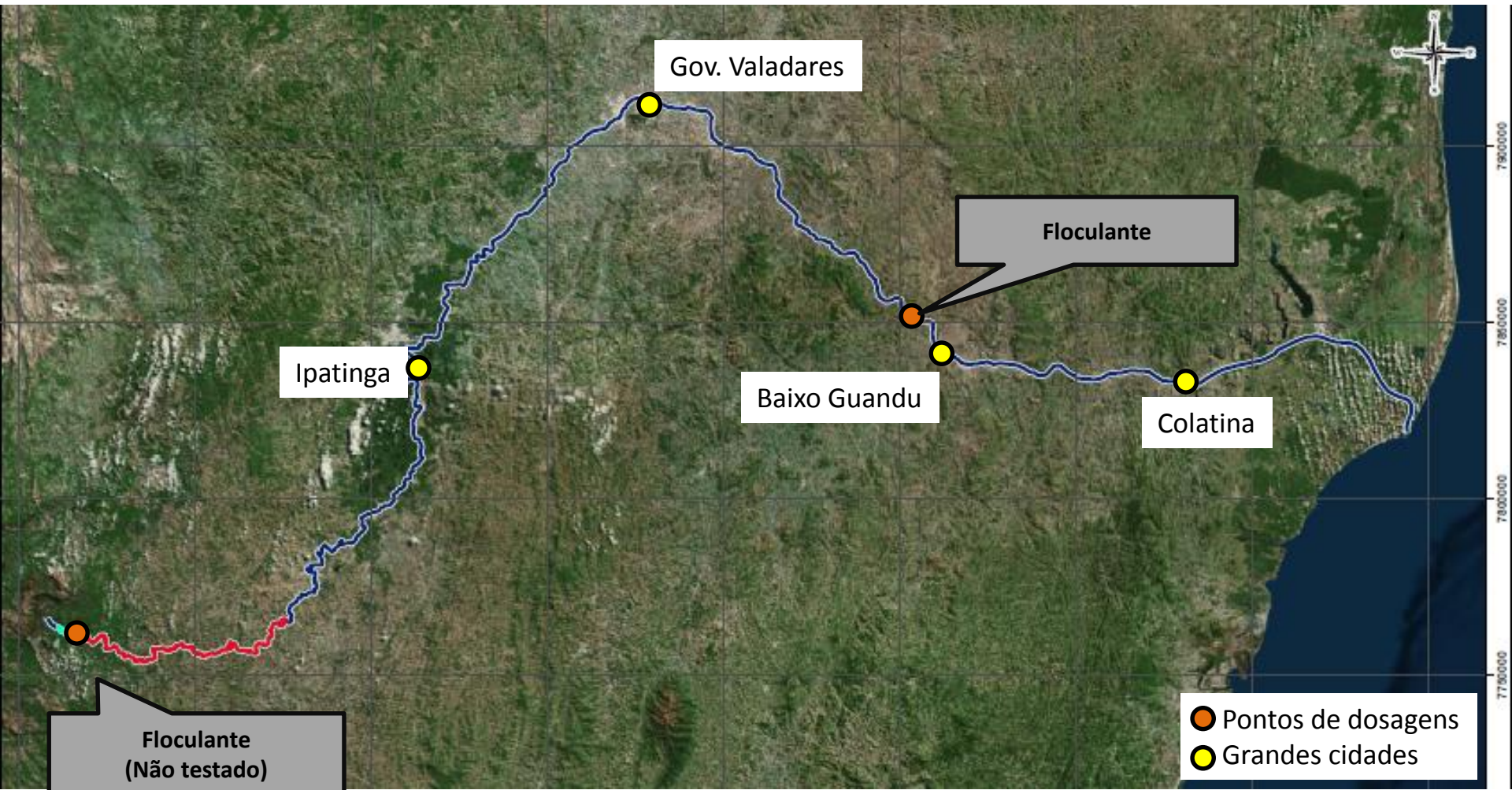
MATRIZ	Referência	PARÂMETROS
ÁGUA SUPERFICIAL	CONAMA 357/05 Classe 2 - Agua Doce	Alcalinidade de Bicarbonato; Alcalinidade total; Alumínio dissolvido; Arsênio Total; Bário Total; Boro Total; Cádmio Total; Cálcio; Chumbo total; Cianeto livre; Cianotoxinas; Cloreto total; Clorofila; Cobre Dissolvido; Coliformes Termotolerantes/E coli; Coliformes totais; Condutividade elétrica; cor verdadeira; Cromo total; DBO; DQO; Cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Estreptococos, Fenóis; Feoftina; Ferro dissolvido; Fósforo Total; zoobentos; Magnésio total; Manganês total; Mercúrio total; Níquel Total; Nitrato; Nitrito; Nitrogênio Amoniacal Total; Nitrogênio Orgânico; Óleos e Graxas, OD; pH; Potássio; Selênio Total; Sódio; Sólidos Dissolvidos; Sólidos em suspensão; Sólidos Totais; MBAS; Sulfatos; Sulfetos; Temperatura da água; Temperatura do ar; turbidez; Zinco; Carbonato; Bicarbonato; Fluoreto; Alumínio Total; Cobalto total; Cobre total; Estanho total; Ferro total; Manganês solúvel; Prato total; eH  Cloramina Total; Amina especiada (monocloramina, dicloroamina, tricloroamina, Eteramina, Nitrosaminas), Poli (cloreto de dialildimetilamonio) e Trihalometanos, cloro livre e cloro total. Ecotoxicidade aguda e crônica com Daphnia similis e Ceriodaphnia dubia e Danio rerio (peixes).  ÍNDICES: IQA, ISTO, IPMCA, IET, IVA
SEDIMENTO	CONAMA 420/09	pH, eH, Cádmio total, níquel total, zinco total, chumbo total, cobre total, cromo total, Ferro total, fósforo total, manganês, mercúrio,nitrogênio Kjeldhal total, Carbono orgânico total (%), ecotoxicidade Aguda com Hyalella sp. (sedimento total), granulometria, Zoobentos(Número de taxa, Abundância relativa, Densidade, Riqueza, Diversidade, Uniformidade, Grau de similaridade, BMWP).
Águas Salinas	CONAMA 357/05 Classe 1 - Águas salinas	Alcalinidade de Bicarbonato; Alcalinidade total; Alumínio dissolvido; Arsênio Total; Bário Total; Boro Total; Cádmio Total; Cálcio; Chumbo total; Cianeto livre; Cianotoxinas; Cloreto total; Clorofila; Cobre Dissolvido; Coliformes Termotolerantes/E coli; Coliformes totais; Condutividade elétrica; cor verdadeira; Cromo total; DBO; DQO; Cianobactérias; Dureza de cálcio; Dureza de magnésio; Dureza total; Estreptococos, Fenóis; Feoftina; Ferro dissolvido; Fósforo Total; zoobentos; Magnésio total; Manganês total; Mercúrio total; Níquel Total; Nitrato; Nitrito; Nitrogênio Amoniacal Total; Nitrogênio Orgânico; Óleos e Graxas, OD; pH; Potássio; Selênio Total; Sódio; Sólidos Dissolvidos; Sólidos em suspensão; Sólidos Totais; MBAS; Sulfatos; Sulfetos; Temperatura da água; Temperatura do ar; turbidez; Zinco; Carbonato; Bicarbonato; Fluoreto; Alumínio Total; Cobalto total; Cobre total; Estanho total; Ferro total; Manganês solúvel; Prato total; eH  Cloramina Total; Amina especiada (monocloramina, dicloroamina, tricloroamina, Eteramina, Nitrosaminas), Poli (cloreto de dialildimetilamonio) e Trihalometanos, cloro livre e cloro total. Ecotoxicidade aguda e crônica com Daphnia similis e Ceriodaphnia dubia e Danio rerio (peixes).



# RECUPERAÇÃO DO RIO DOCE

## DOSAGEM DE REAGENTES

DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO



# RECUPERAÇÃO DO RIO DOCE

## RESULTADOS OBTIDOS - TURBIDEZ

DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO

**SAMARCO**

Gráfico 01

Ipatinga - Cenibra

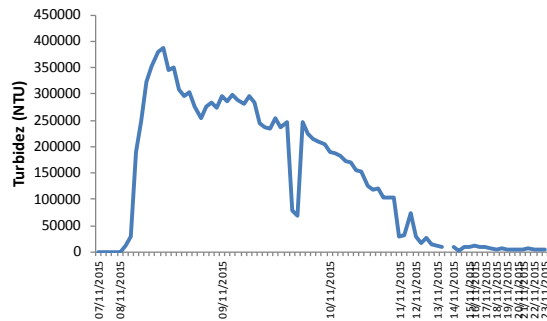


Gráfico 02

Baguari

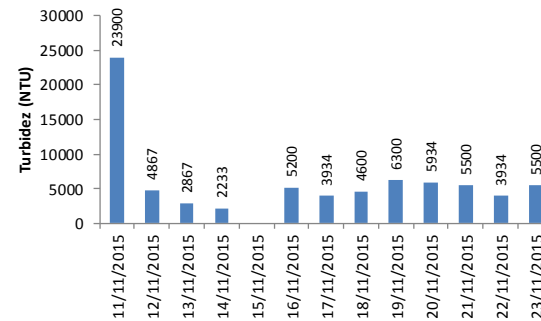


Gráfico 03

Governador Valadares

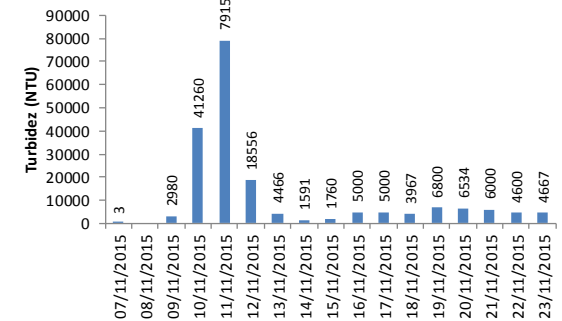


Gráfico 04

Barra Longa

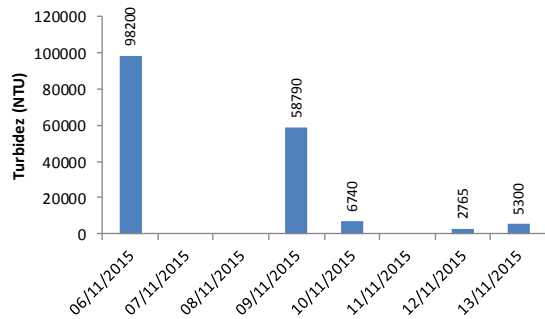


Gráfico 05

Rio Doce

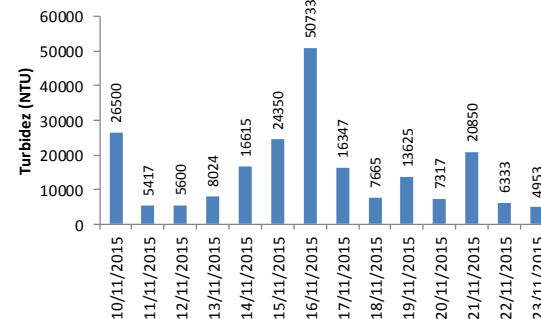
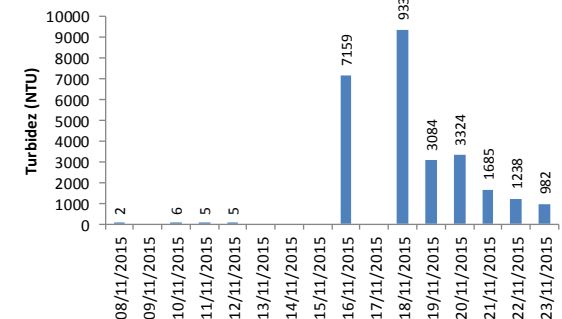


Gráfico 06

Aimorés



# RECUPERAÇÃO DO RIO DOCE

## RESULTADOS OBTIDOS - TURBIDEZ

DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO

**SAMARCO**

Gráfico 07

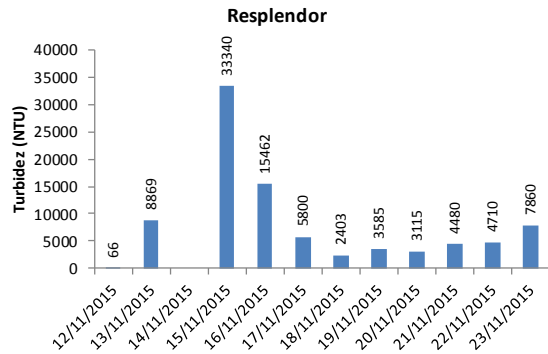


Gráfico 08

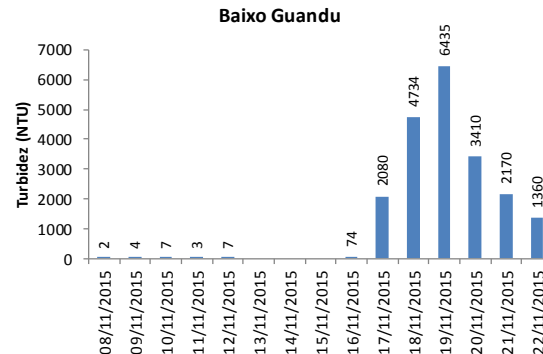


Gráfico 09

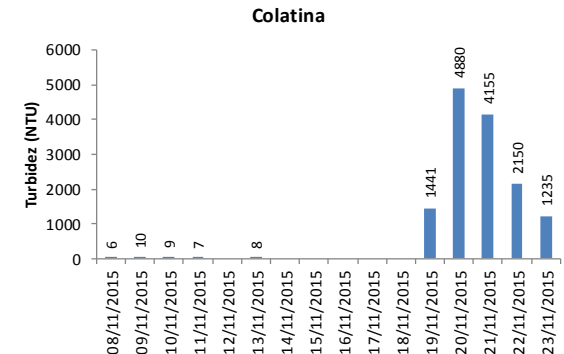


Gráfico 10

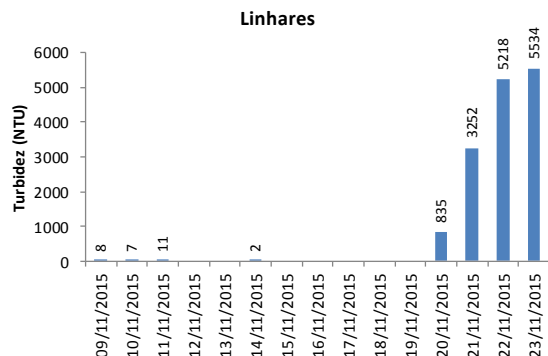
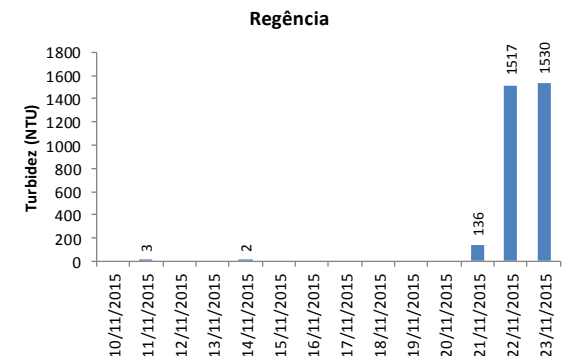


Gráfico 11



Gráfico 12





# SUPRIMENTO DE ÁGUA



LOCAL	Demanda	Nº Contratado (Caminhões)	Estimativa de Volume Fornecido
Alpercata	8 Pipas	8	240.000
Aymores	2 Pipas	3	190.000
Belo Oriente	180 Mil Lts	19	1.300.000
Baixo Guandu	5 Pipas	7	163.000
Colatina	35 Pipas (3 MM Lts)	165	12.784.000
Linhares	3 Pipas	3	188.000
Galiléia	5 Pipas	16	800.000
Governador Valadares	1,7 MM Lts	66	2.523.000
Itueta	2 Pipas	4	170.000
Periquito	2 Pipas	2	200.000
(Pedra Corrida)			
Quatituba	2 Pipas	2	170.000
Resplendor	21 Pipas	24	590.000
TOTAL CONTRATAÇÕES	-	321	19.318.000

Água Mineral:

Governador Valadares: 3,7 milhões de litros distribuídos e 2,9 milhões em estoque.

Colatina: 950 mil litros distribuídos e 1,3 milhões de litros em estoque.



# **RESGATE E ATENDIMENTO À FAUNA NAS** **ÁREAS IMPACTADAS**

# CENTRO DE TRIAGEM PARA RECEBER E TRATAR ANIMAIS RESGATADOS

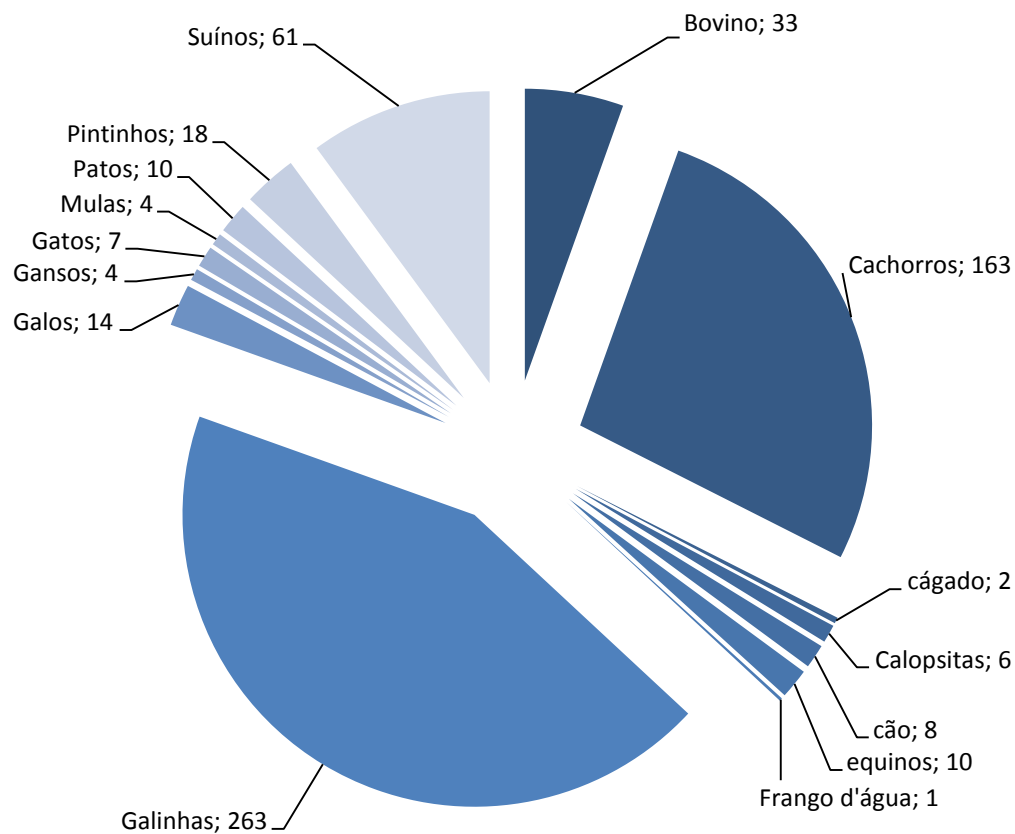
DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO

**SAMARCO** 

- Galpão
- Ferramentas
- 3 caminhonetes e combustível;
- Rádios comunicadores portáteis
- Água e alimentação para as equipes de resgate de fauna
- Lixeiras
- Energia elétrica
- Mesas e cadeiras
- Paletes de madeira
- Armário
- Frigobar
- EPIs
- Papel e pranchetas

- Veterinário
- Biólogos
- Bombeiros
- Clínica veterinária de emergência
- Rações
- Vacinas





ANIMAIS	QUANTIDADE
Bovino	33
Cachorros	163
cágado	2
Calopsitas	6
cão	8
equinos	10
Frango d'água	1
Galinhas	263
Galos	14
Gansos	4
Gatos	7
Mulas	4
Patos	10
Pintinhos	18
Suínos	61
<b>Total Geral</b>	<b>604</b>



# MONITORAMENTO E RESGATE DE ICTIOFAUNA

**Estrutura Mobilizada**, mais de 100 colaboradores :

**Especialistas:**

**Biólogos**

**Ictiólogos**

**Ecólogo/Limnólogo**

**Piscicultores**

**Veterinários**

**Tratadores de Peixes**

**Pescadores**

**150.000 PEIXES RESGATADOS**



Caminhões e caixas para transporte dos peixes



Peixes resgatados



Especialista em reunião na REBIO Comboios.



Equipe técnica e voluntários na ação de resgate de peixes

# PLANO DE RESGATE DE ICTIOFAUNA

## PONTOS DE MONITORAMENTO

DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO

**SAMARCO** 

Local	Ação	Detalhamento
Baixo Guandu	Monitoramento pela BR-259	Margem sul. Proximidades da ponte que faz a divisa ES/MG pela Avenida Santos Neves.
Fazendas locais	Monitoramento pela BR-259	Margem sul. Pontos estratégicos de acesso ao rio.
Usina Hidrelétrica de Mascarenhas	Monitoramento pela BR-259	Acesso à margem sul do rio.
Itapina	Monitoramento pela BR-259	Margem norte. Escassos pontos de acesso ao rio, com predominância de barrancos.
Colatina	Monitoramento pela BR-259, ES-446 e ES-248	Margem norte e sul. Pontos de acesso ao rio muito difíceis, com predominância de barrancos.
Colatina	Instalação de Base Principal	Ponto de apoio para monitoramento entre Baixo Guandú e Linhares.
Colatina-Linhares	Monitoramento pela ES-248	Margem norte. Maior parte do trajeto distante do rio, porém com diversos pontos de aproximação.
Linhares	Instalação de Base secundária	Ponto de apoio para monitoramento até a foz do Rio Doce (Povoação)
Linhares-Povoação	Monitoramento pela ES-248	Extensos trechos longe do rio, com poucas aproximações.



**Espaço do Centro de Reabilitação de Animais Marinhos IPRAM, AQUAAMBIENTAL e BIOMA.**

# MONITORAMENTO TERRESTRE E SEMIAQUÁTICA

DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO

**SAMARCO** 



[illegible]

**AÇÕES EMERGENCIAIS DE CONTENÇÃO,**  
**PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS**  
**AMBIENTAIS DA CHEGADA DA PLUMA DE**  
**TURBIDEZ**

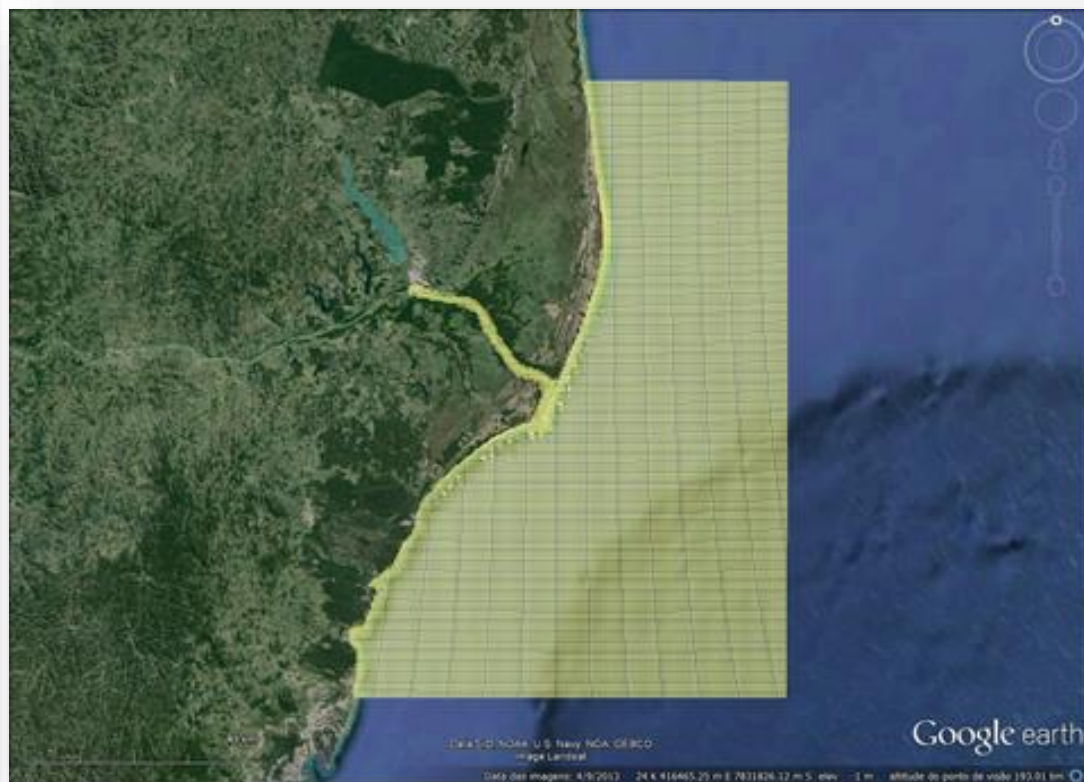


## **Objetivo:**

Mitigar o impacto ambiental da pluma de turbidez no estuário do rio Doce.

## **Ações:**

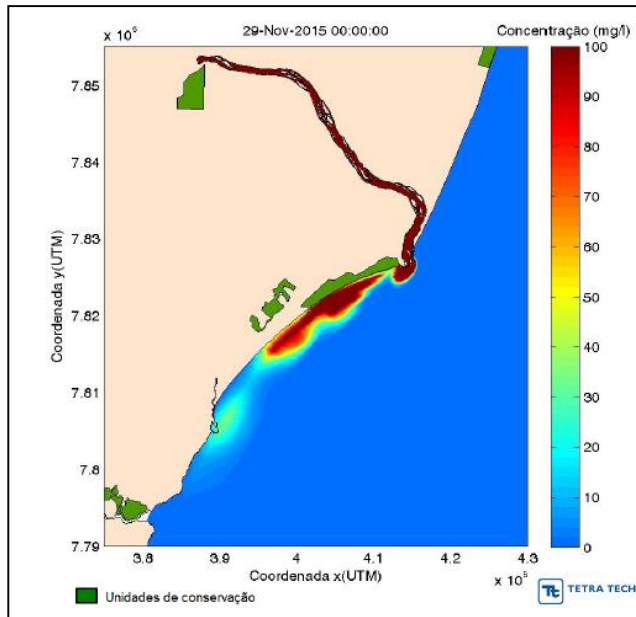
- Elaboração de Mapa de Sensibilidade com a indicação de áreas vulneráveis a serem protegidas;
- Análise em campo para instalação de barreiras de contenção;
- Envolvimento da comunidade local na ação;
- Instalação de Barreiras, protegendo as margens do estuário da foz do Rio Doce;
- Acompanhamento de especialistas em emergências ambientais antes, durante e após a instalação de barreiras de contenção;
- Acompanhamento das ações por especialista ambiental.



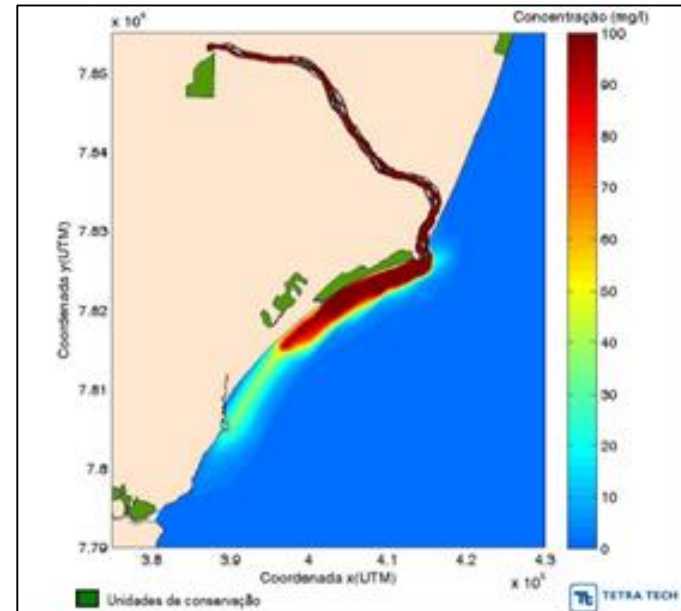
Modelo DELFT3D, desenvolvido WL | Delft Hydraulics

Para uma modelagem inicial, foi considerado um cenário extremamente conservador baseado em números atualizados pelo CPRM, considerando turbidez de 10.000 NTU, tempo de simulação de 10 dias, a foz do rio com abertura somente para o lado norte, tempo de passagem da maior concentração de oito dias, velocidade de deslocamento da pluma e vazão conforme sensor ADCP.

## Perfis de concentração de sólidos em suspensão:



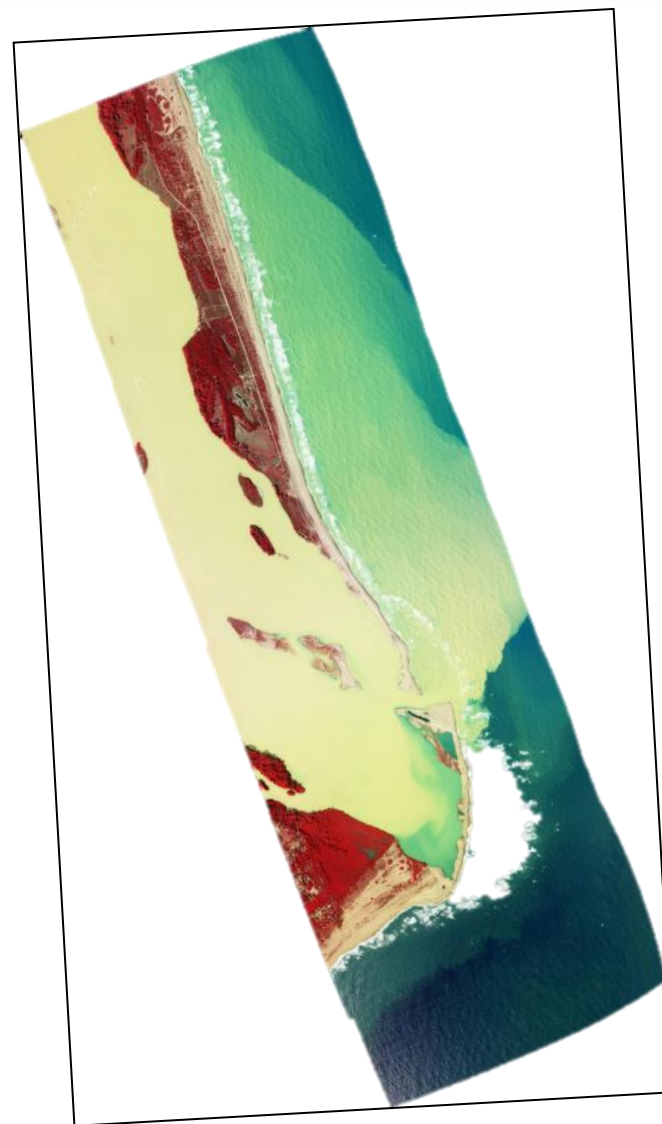
Concentração após 2 dias da chegada na foz



Concentração após 10 dias da chegada na foz

A partir do dia 21/11, com a chegada da pluma de turbidez na foz do Rio Doce, iniciou-se o monitoramento por sobrevoo com equipamentos de infravermelho.

O principal objetivo é gerar registros detalhados da evolução da pluma para orientação e acompanhamento das ações de alerta, proteção e recuperação.



Mapeamento por infravermelho

# MEDIDAS DE CONTENÇÃO

## MITIGAÇÃO DE PLUMA DE TURBIDEZ

DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO

**SAMARCO**



Barreiras para contenção das margens



# MEDIDAS DE CONTENÇÃO

## MITIGAÇÃO DE PLUMA DE TURBIDEZ

DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO

**SAMARCO** 



# MEDIDAS DE CONTENÇÃO

## MITIGAÇÃO DE PLUMA DE TURBIDEZ

DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO

**SAMARCO**



A abertura da Barra visa direcionar a pluma de turbidez para o mar e dispersá-la no oceano Atlântico, de forma a minimizar o impacto nas áreas de sensibilidade ambiental da foz do Rio Doce.

Foram realizadas reuniões com as comunidades de Regência e Povoação, além da Prefeitura Municipal de Linhares, para apresentação da proposta de intervenção no Rio Doce.



Primeira foz aberta na Barra



Segunda foz aberta na Barra



Visando impedir o direcionamento da pluma de turbidez para os rios e lagoas interligadas ao Rio Doce, tais como o Rio Pequeno, a Lagoa Nova, a Lagoa do Taboão e a Lagoa Limão, foram construídas barreiras físicas para obstrução temporária dos canais de acesso.

Na foz do Rio Pequeno, foi construída uma barreira com areia, fechando a interligação com o Rio Doce.



Equipamentos móveis em operação de contenção no Rio Pequeno



# RECUPERAÇÃO EMERGENCIAL DAS ÁREAS

# RECUPERAÇÃO DO RIO DOCE

## LIMPEZA EM RIO DOCE

DESENVOLVIMENTO COM ENVOLVIMENTO

**SAMARCO** 



Área destinação animais



Área destinação resíduos de madeira



Abertura de acesso e início da retirada



Abertura de acessos



Retirada dos resíduos de madeira e outros.





Local de armazenamento  
temporário



Remoção resíduos

Tabela de acompanhamento de quantitativos em campo

Parâmetros	Total diário
Trabalhadores	295
Caminhões	20
Pás-carregadeiras	8
Escavadeiras	10
Caminhões-pipa	6
Bobcat	9
Tratores	1
Total de equipamentos	54

**Tabela de acompanhamento de quantitativos em campo**

Parâmetros	Total diário em média
Trabalhadores	44
Caminhões	09
Pás-carregadeiras	02
Escavadeiras	04
Veículos leves	03
Caminhões-pipa	03
Micro ônibus	01
Vans	01
Tratores	01
Total de equipamentos	24



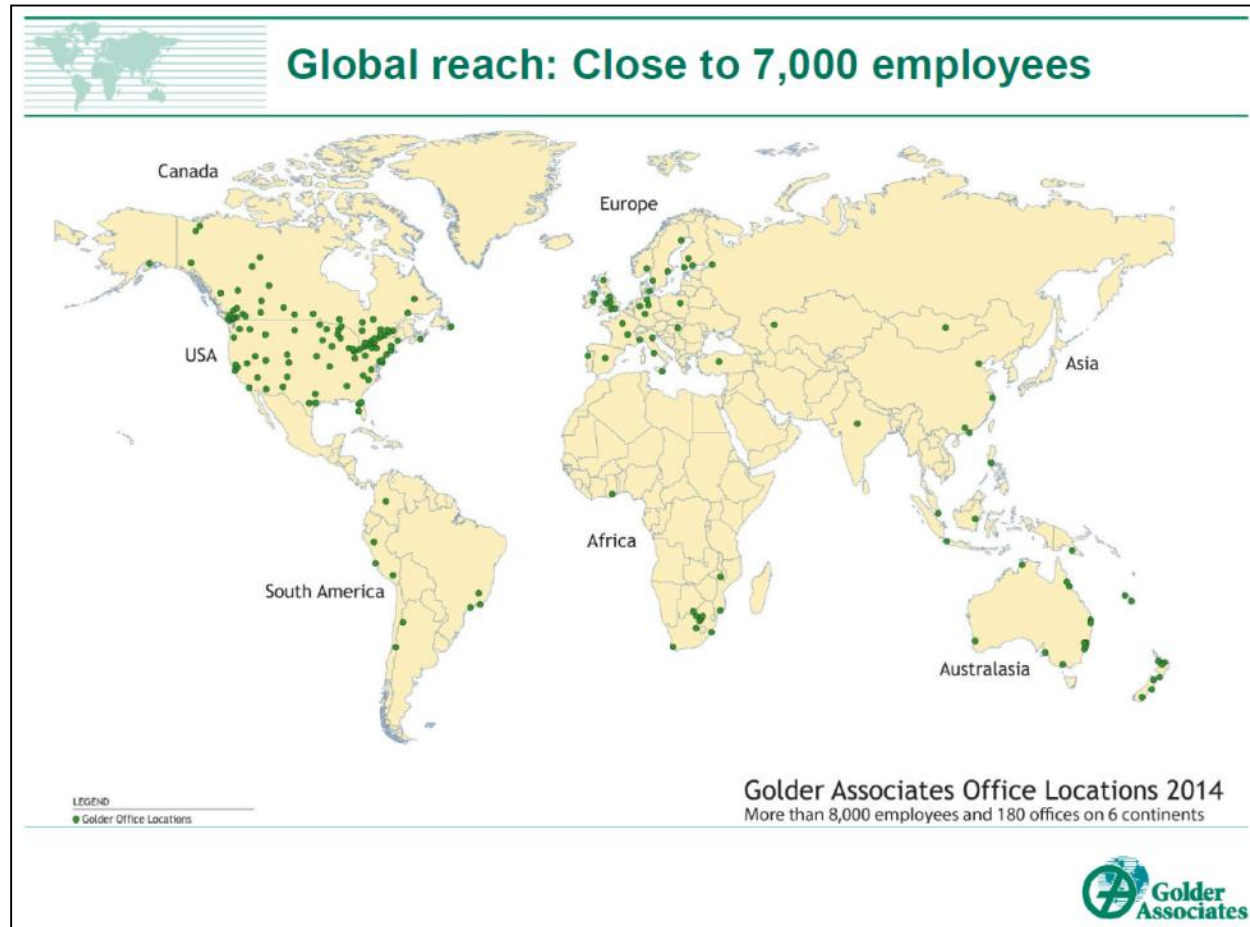
**Remoção de resíduos**



**Resgate de Cágado**



# PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL



A Samarco contratou empresa de consultoria com atuação internacional para elaboração do plano de recuperação ambiental. Profissionais brasileiros e estrangeiros, experts nesse tipo de trabalho, irão compor a equipe Golder.



## ***ESCOPO PROPOSTO PARA O TRABALHO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL***

- O escopo do trabalho de recuperação ambiental inclui os seguintes serviços:
  - Avaliação de impacto ambiental;
  - Caracterização do material liberado;
  - Caracterização dos contaminantes dos solos, água superficial e água subterrânea;
  - Caracterização dos ecossistemas impactados;
  - Avaliação de risco a saúde humana e ecológica;
  - Consultoria relacionada às ações de remediação e supervisão/execução delas.
  
- Primeira etapa:
  - Avaliação Ambiental Imediata;
  - Plano de Remediação preliminar.



## SERVIÇOS DE REMEDIAÇÃO AMBIENTAL RELACIONADOS COM O INCIDENTE DA BARRAGEM FUNDÃO

### **Fases do Projeto:**

#### Resposta Inicial

- Estabelecer condições seguras de trabalho
- Interrupção das fontes
- Identificação principal das questões de saúde humana

#### Ações de curto prazo

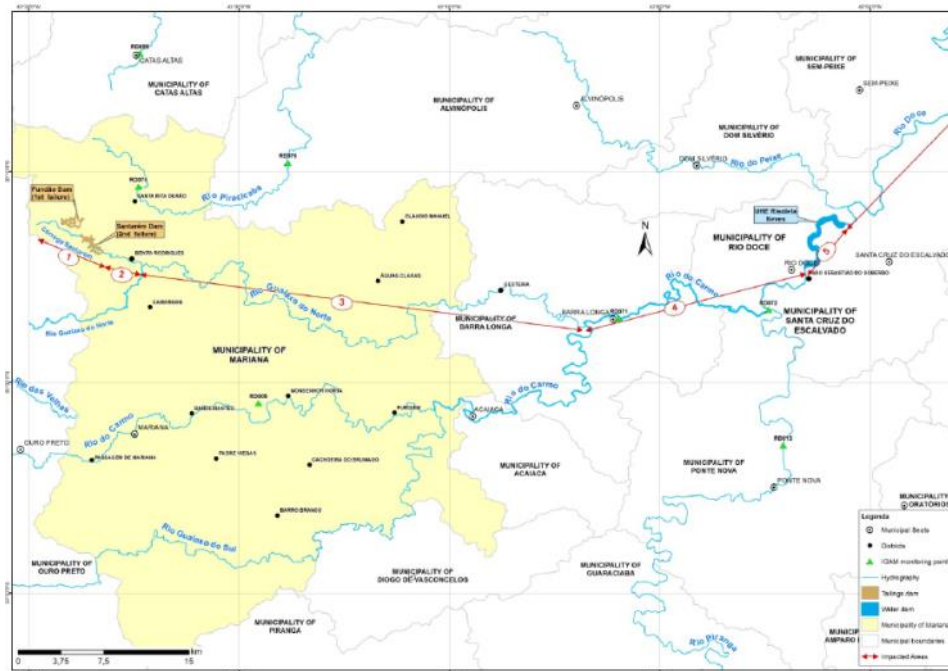
- Identificação de estressores, ambientes impactados e o grau de significância deles
- Identificação de necessidades de reabilitação no curto período
- Definição dos estudos necessários (ex.: qualidade da água e sedimento)
- Desenvolvimento de modelo conceitual (fonte-caminho-receptor)

#### Ações de longo prazo

- Objetivos de recuperação – impactos e magnitude (Avaliação do risco ecológico e para a saúde humana)
- Lista de opções para direcionar os impactos identificados
- Viabilidade e impactos dos trabalhos de recuperação
- Lista de ações

#### Monitoramento e ações de recuperação

- Decisões de remediação
- Execução do plano de trabalho
- Plano de gerenciamento ambiental
- Licenças e permissões
- Monitoramento e relatórios

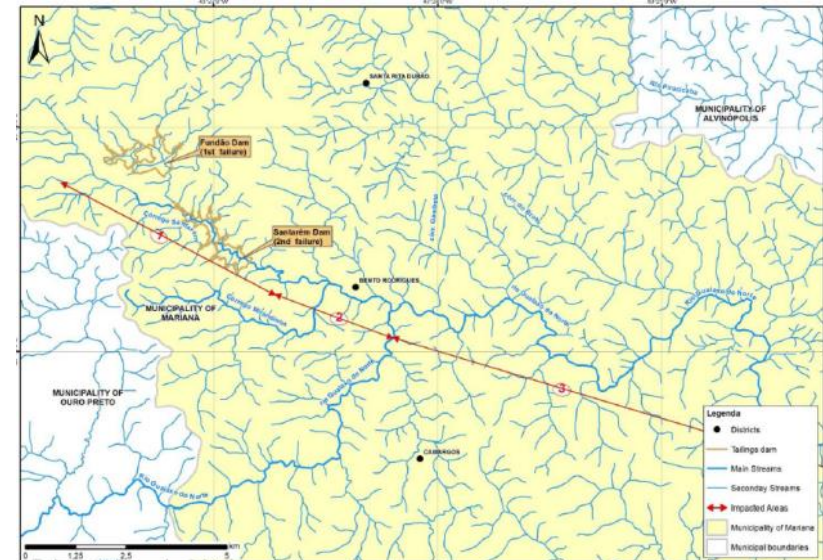


*Impacted Areas 1 – 5*

A área impactada foi dividida em 10 setores para os quais haverá uma solução específica aplicável.



*Impacted Areas 6 - 10*



*Zoom at Mariana Municipality (Impacted Areas 1 – 3).*



A proposta apresentada pelo Instituto Terra objetiva a recuperação e proteção de nascentes em toda a Bacia Hidrográfica do Rio Doce. No entanto, para facilitar a sua execução, é necessário o envolvimento de diversos parceiros, o que motivou a divisão do trabalho em grupos de sub-bacias (RECORTE):

**RECORTE A** - Sub-bacias dos Rios Guandu, Santa Maria do Doce e São José (ES) e Manhuaçu (MG);

**RECORTE B** - Sub-bacias dos Rios Piracicaba, Piranga e Santo Antônio (MG);

**RECORTE C** - Sub-bacias dos Rios Suaçui e Caratinga (MG).



Promover a recuperação, a proteção e a conservação dos recursos hídricos (nascentes e fossas sépticas) na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, contribuindo para a manutenção dos seus recursos naturais. Com foco no ser humano, mediante ações de educação ambiental, o programa também visa ampliar a consciência do público para o uso racional da água e a proteção dos mananciais, em consonância com o Plano Integrado de Recursos Hídricos do Rio Doce de 2010 (PIRH-DOCE).

Fonte: Programa Olhos D'Água  
Instituto Terra - 2015



**SAMARCO MINERAÇÃO SA**

**MUITO OBRIGADO!!!**

**MÁRCIO PERDIGÃO**