



# COMPILAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ESTUDOS AMBIENTAIS REALIZADOS ANTES E APÓS O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DO FUNDÃO

Litoral norte do Espírito Santo

Fundação Renova



19043-0000-MOG-RL003-C

Junho, 2020

# COMPILAÇÃO E AVALIAÇÃO DE ESTUDOS AMBIENTAIS REALIZADOS ANTES E APÓS O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DO FUNDÃO

Litoral Norte do Espírito Santo  
19043-0000-MOG-RL003-C  
Junho/2020

APRESENTADO PARA

**Fundação Renova**  
[www.fundacaorenova.org/](http://www.fundacaorenova.org/)

APRESENTADO POR

**Tetra Tech**  
São Paulo – SP  
[www.tetrattech.com](http://www.tetrattech.com)

## Tipos de Emissão

EI – Emissão Inicial    PC – Para Comentários    EF – Emissão Final    CA – Cancelado    PI – Para Informação

Revisão	Tipo de Emissão	Descrição	Data
0	EI	Emissão Inicial	17/04/2020
A	EI	Revisão solicitada	08/06/2020
B	EI	Revisão solicitada	11/06/2020
C	EI	Revisão Final	29/06/2020

## Responsáveis pelo Relatório

Elaborador	Verificador	Aprovador
Equipe técnica	CENI	ACRL

A Tetra Tech é responsável pelo conteúdo deste relatório, incluindo: tecnologias, metodologias, especificações técnicas, desenhos, figuras, cópias, diagramas, fórmulas, modelos, amostras e fluxogramas.

A utilização deste material deverá ser compatível com o escopo do projeto/trabalho contratado, fazendo-se expressa menção ao nome da Tetra Tech como autora do estudo. Da mesma forma, quando a equipe técnica da Tetra Tech for incorporada na equipe técnica da empresa contratante, esta deverá ser mencionada, e referenciada, como: “consultores da Tetra Tech”. Qualquer dúvida ou alteração desta conduta deverá ser discutida entre o cliente e a Tetra Tech.

## SUMÁRIO EXECUTIVO

<b>Geral</b>	O trabalho contratado pela Fundação Renova apresentado pela Tetra Tech neste documento compreende compilar informações desenvolvidas pela Fundação RENOVA e seus subcontratados que envolvem os impactos associados ao rompimento da barragem do Fundão, em Mariana. Os principais enfoques foram relacionados a: 1) Entrada da turbidez proveniente do mar para os rios; 2) Avaliação da linha de fluxo subterrâneo e 3) Qualidade da água dos aquíferos que são utilizados para abastecimento humano.
<b>Objetivos</b>	Compilação dos estudos desenvolvidos pela Fundação Renova no litoral Norte do Espírito Santo, com atenção especial à região de Degredo, localizada no município de Linhares (ES), com o intuito de entender os impactos do rompimento da barragem que rompeu em Mariana em 2015.
<b>Área de Estudo</b>	Litoral Norte do Espírito Santo.
<b>Método</b>	Para atender aos objetivos do estudo, as informações foram divididas em: anterior ao rompimento e após o rompimento. Foi feita uma análise de todos os estudos enviados pela Fundação Renova para avaliar os que poderiam responder as questões levantadas. Para complementar o estudo, foi feito também um levantamento bibliográfico de informações da região. Os dados enviados pela Fundação Renova também foram analisados pelo Prof. Dr. João Lani.
<b>Resultados</b>	Os resultados mostraram que, em relação a turbidez, há poucas evidências que comprovam uma contaminação dos rios proveniente da água do mar. Os estudos de fluxo subterrâneos são escassos na região. Estudos mostra que há 3 fluxos principais: a maior parte indo em direção ao Rio Doce; os fluxos que mudam de direção devido a proximidade com os poços ativos e o fluxo dos aquíferos em direção ao mar à medida que se aproximam da costa. Em relação a qualidade da água dos aquíferos, foi visto que a água utilizada pela população de fato apresenta altos teores de ferro e pH variando entre muito baixo ou muito elevado. Tudo indica que estes resultados são devidos ao mau uso do solo, principalmente pela agricultura.
<b>Conclusão</b>	Conclui-se que para um melhor entendimento da região é necessário mais dados e estudos no sistema, principalmente em relação a qualidade da água. Para confirmar se há uma contaminação do sistema devido ao rompimento da barragem em 2015, é de suma importância mais informações a respeito das características da pluma em questão.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. OBJETIVOS.....	4
3. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO .....	5
4. COMPILAÇÃO DAS INFORMAÇÕES .....	7
4.1. TURBIDEZ.....	8
4.1.1. DADOS ANTERIORES AO ROMPIMENTO .....	8
4.1.2. DADOS POSTERIORES AO ROMPIMENTO.....	11
4.2. AQUÍFEROS .....	13
4.2.1. LINHA DE FLUXO SUBTERRÂNEO .....	16
4.2.1.1. Dados posteriores ao rompimento .....	16
4.2.2. ANÁLISE DE ÁGUA DOS AQUÍFEROS .....	19
4.2.2.1. Dados anteriores ao rompimento.....	19
4.2.2.2. Dados posteriores ao rompimento .....	20
4.2.2.2.1. Dados da qualidade da água dos poços analisados .....	22
5. DISCUSSÃO.....	26
6. CONCLUSÃO .....	29
7. BIBLIOGRAFIA.....	30
8. EQUIPE TÉCNICA.....	32

## LISTA DE APÊNDICES E/OU ANEXOS

<b>Apêndice A</b>	TABELAS ADICIONAIS
<b>Anexo I</b>	Dados dos poços analisados

## TABELAS

Tabela 1 – Lista dos relatórios utilizados para o presente estudo. ....	7
Tabela 2 - Localização e valores de vazão histórica (m <sup>3</sup> /s) das estações da ANA mais próximas do litoral norte do Espírito Santo. ....	9
Tabela 3 – Distância (em km) dos pontos coletados por Zon em 2008 (iniciais começando com Z) e por Lani et al. (2009) até as desembocaduras mais próximas. ....	10
Tabela 4 – Resumo dos relatos dos entrevistados sobre a qualidade das águas por região. ....	12
Tabela 5 - Resumo dos resultados apresentando o número de localidades com potencial de refluxo e sem refluxo. ....	13
Tabela 6 – Resultados dos laudos de qualidade de água dos aquíferos na região de Degredo analisados pela TETRA TECH (2019). ....	21

## FIGURAS

Figura 1 - Localização dos pontos amostrados por Zon (2008) e Lani et al. (2009). ....	10
Figura 2 – Mapas de unidades geológicas, simplificado de Silva (1987). ....	14
Figura 3 – Parâmetros hidráulicos e construtivos dos poços tubulares profundos. a) Profundidade, b) Nível Estático, c) Vazão de teste e d) Capacidade Específica. ....	15
Figura 4 – Mapa potenciométrico da região de Linhares. ....	17
Figura 5 – Uso atual dos poços tubulares não região norte do Espírito Santo. ....	20
Figura 6 – Localização dos poços e lagoas cadastrados na região de Linhares. ....	22

## 1. INTRODUÇÃO

A Tetra Tech apresenta este documento para dar suporte à Fundação Renova na compilação de informações existentes no litoral norte do Espírito Santo, relacionados à qualidade da água antes e após o rompimento da barragem do Fundão em Mariana, Minas Gerais, com atenção especial à região de Degredo, localizada no município de Linhares (ES).

Em novembro de 2015 a barragem do Fundão se rompeu, liberando um grande volume de rejeitos de mineração pelo Rio Doce até a costa do Espírito Santo. A pluma de rejeitos e sedimentos, quando chegou ao litoral, se distribuiu de acordo com a hidrodinâmica local.

Algumas comunidades litorâneas na costa do Espírito Santo alegaram que as águas que são utilizadas para o abastecimento humano estão contaminadas pelos rejeitos oriundos do rompimento.

Para avaliar este cenário é de suma importância compreender as características ambientais da região. Com isso, a análise dos impactos existentes anteriores ao rompimento da barragem, em comparação com o que se observa atualmente na região de estudo possibilita identificar as causas e efeitos advindos da descarga dos rejeitos lançados no sistema.

Os objetivos do estudo estão descritos no capítulo 2, enquanto o capítulo 3 apresenta a caracterização da região. O capítulo 4 apresenta a compilação das informações. No capítulo 5 é apresentada a discussão das informações compiladas. Por fim, no capítulo 6 é apresentada a conclusão. No capítulo 7, as referências bibliográficas e no capítulo 8 a equipe técnica responsável.

## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a partir de estudos pretéritos, as características ambientais do meio físico, particularmente nos aspectos relacionados aos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, relativo aos períodos anterior e posterior ao rompimento da barragem do Fundão. Os estudos comparativos, objetivando obter uma noção geral das possíveis consequências do aporte de rejeitos para o ambiente, tiveram como enfoque principal os seguintes tópicos:

- A turbidez no litoral do Espírito Santo e as possíveis contaminações dos rejeitos lançados no meio marinho, nos cursos fluviais que desaguam neste litoral, não ligadas diretamente a drenagem do rio Doce.
- Análise das linhas de fluxo subterrâneo na região, para entender se há uma contaminação do lençol freático para os rios ou vice-versa;
- Análise da água dos aquíferos.

Entendendo as mudanças verificadas na região, em cada um dos tópicos selecionados para análise, será possível identificar a influência do aporte dos rejeitos da barragem do Fundão, sobre os corpos hídricos superficiais e subterrâneos, submetidos a processo de alteração antrópica gerados ao longo da segunda metade do século XX, com atenção especial à região de Degredo, localizada no município de Linhares (ES).

### **3. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO**

De acordo com a bibliografia, a região litorânea do Espírito Santo apresenta em toda sua extensão, como predominante, o solo do tipo organossolo. Este tipo de solo é caracterizado por ser um solo orgânico, formado em regiões de baixa altitude, ou com depressão de relevo mais acentuada, recebendo aporte de fluxos aquosos com presença de nutrientes provenientes das regiões de maior cotas e encostas próximas. Este fluxo se constitui em suprimento de nutrientes para estas áreas, gerando um material enriquecido em nutrientes chamados de turfas ou solos orgânicos topógenos. O desenvolvimento da vegetação leva ao aumento da cota, por meio do “empilhamento” do material orgânico pouco decomposto, o que interrompe o fluxo lateral, com os nutrientes sendo reciclados no próprio ambiente (DRIESSEN, 1978; ANDRIESSE, 1984; RADAMBRASIL, 1987, RESENDE *et al.*, 2002, ZON, 2008).

Este ambiente, pobre em oxigênio, condiciona uma decomposição lenta da matéria orgânica, provocando seu acúmulo em ambiente redutor, que transforma  $Fe^{3+}$  e  $Mn^{2+}$  em formas reduzidas (solúveis), facilitando sua migração para as plantas (RESENDE *et al.*, 2002).

Com o aumento da demanda da agricultura, a partir da década de 1950, o governo federal criou o Programa Nacional de Aproveitamento de Várzeas (PROVARZEAS), com o slogan “Um hectare vale por dez”, que através do antigo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), implementou vários projetos de drenagem de terrenos alagadiços em áreas consideradas propensas à produção agrícola.

O “Vale do Suruaca”, localizado ao norte do Rio Doce (abrangendo os municípios de São Mateus, Jaguaré e Linhares), definido como uma das várzeas litorâneas, onde existem várias lagoas com grande importância natural, recebeu, a partir de 1973, por incentivo governamental, a construção de dezenas de quilômetros de canais de drenagem, visando direcionar as águas superficiais e permitir tornar o terreno agricultável. Com a supressão das águas sobre toda a superfície do terreno, a oxidação da matéria orgânica gerada pela maior disponibilidade de oxigênio no sistema, implicam que os organossolos passam a apresentar alterações em suas características geoquímicas originais. De acordo com Andriesse (1984), a extração da água e a oxidação da turfa ocasionam a destruição da matéria orgânica e a subsidência (perda de massa e volume) da superfície, cuja velocidade de ocorrência depende da natureza da turfa, da capacidade de absorção de água e da proporção de matéria mineral no solo.

Este crescimento agrícola desordenado ocasionou um processo acelerado e indiscriminado do desmatamento (com apenas 11% de remanescentes florestais), assim como um aumento do uso do solo sem considerar a sua vocação ou aptidão natural. Este quadro resultou em prejuízos para

o setor econômico e ambiental capixaba, evidenciados pela degradação do solo em áreas cultivadas, assoreamento e poluição dos recursos hídricos, bem como de redução do potencial produtivo e da área agricultável, aumentando a necessidade de irrigação e do aumento do uso de fertilizantes, destruição de estradas, entre outros (CEDAGRO, 2012).

A partir do estudo feito por Zon (2008) de análises físico-químicas das águas drenadas de várzeas contendo organossolos no Vale do Suruaca, concluiu-se que os parâmetros de qualidade de água são diretamente influenciados pela geoquímica do solo, com variações significativas entre períodos de estiagem e chuvosos.

Além da modificação dos parâmetros da água, a drenagem excessiva das águas intensifica a decomposição da matéria orgânica, elevando o processo de subsidência da camada orgânica do solo, expondo o solo a possíveis queimas espontâneas.

#### 4. COMPILAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

A Fundação Renova disponibilizou documentos referentes aos estudos realizados no litoral norte do Espírito Santo acerca dos possíveis efeitos dos rejeitos provenientes do rompimento da barragem do Fundão na região.

A lista dos relatórios que serviram de base para o presente estudo está apresentada na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Lista dos relatórios utilizados para o presente estudo.

AUTOR	DATA	TÍTULO
MDGEO	nov/16	Estudo hidrogeológico: mapa potenciométrico da região de Linhares - ES
RHAMA	nov/16	Avaliação das comunidades afetadas pela turbidez na costa do Espírito Santo
RHAMA	nov/19	Avaliação das comunidades afetadas pela turbidez na costa do Espírito Santo
Tommasi	nov/16	Relatório analítico 002-64170-147
MDGEO	nov/16	Anexo II A_fotográfico
TETRA TECH	jun/19	Relatório Técnico: Estudo e investigação das alterações dos parâmetros de qualidade da água na região de Degredo, Linhares – ES.
FEST	abr/19	Programa de monitoramento da biodiversidade aquática na área ambiental I: Relatório semestral – seção 2: Anexos 1 a 8.
FEST	abr/19	Programa de monitoramento da biodiversidade aquática na área ambiental I: Relatório semestral: seção 3: Anexo 1
IEMA	abr/18	Encarte técnico – 02 anos de monitoramento da qualidade da água bruta do Rio Doce
IGAM	nov/17	Encarte especial sobre a qualidade das águas do Rio Doce após 2 anos do rompimento de barragem de Fundão.
Golder Associates	jun/19	Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistema de Água e Sedimentos
MDGEO	mai/20	Relatório de Estudos Hidrogeológicos na Região de Degredo, Linhares/ES

Para avaliar os possíveis impactos dos rejeitos no sistema é importante entender o fenômeno a ser estudado antes do desastre ambiental. A partir do conhecimento dos fenômenos de alteração das características geoquímicas dos solos e das águas superficiais da área, entende-se que a área já sofria de impactos antrópicos decorrentes do mau uso agrícola do solo, principalmente nas regiões de várzea.

## 4.1. TURBIDEZ

### 4.1.1. DADOS ANTERIORES AO ROMPIMENTO

De acordo com Kourafalou (1996) uma pluma fluvial ou estuarina é definida como uma estrutura dinâmica proveniente da descarga de um fluido com menor densidade em fluido com maior densidade, que irá contribuir como uma fonte de quantidade de movimento. Em regiões costeiras, as plumas são resultado da descarga de rios e material continental drenado nos oceanos.

O Rio Doce é a principal fonte de sedimentos terrígenos para o litoral norte do Espírito Santo. Isto é consequência da sua grande capacidade no transporte de sedimentos desde a bacia hidrográfica até o mar. A pluma decorrente de sua descarga de sólidos em suspensão inicialmente apresenta concentrações de 4 mg/L, onde diminui para 2 a 1 mg/L em 30 km de distância da costa. A redução da concentração de partículas suspensas na coluna d'água indica uma deposição deste material ao longo da pluma, recobrando de lama os depósitos de areias terrígenas até a profundidade de 20-25 m. (SUMMERHAYES *et al.*, 1976 *apud* PRATA, 2007).

A partir do estudo feito por Pedruzzi (2011), foi concluído que o vento apresenta forte importância no padrão de distribuição da pluma na região quando este ocorre com forte intensidade. A vazão do rio está diretamente relacionada à formação de vórtices no entorno da desembocadura, predominando no movimento advectivo da pluma nas proximidades da foz, e quando elevada, influencia no aumento dispersão da pluma. A maré, por sua vez, atua no espalhamento da pluma, principalmente em condições de alta vazão do rio e em regiões distais à foz.

De acordo com a tábua de maré disponibilizada pela FEMAR (Fundação de estudos do mar), o comportamento da maré próximo a foz do Rio Doce apresenta uma amplitude média oscilando em torno de 1 m nas condições de sizígia, o que caracteriza a maré da região como micro maré.

Para avaliar o quanto o mar consegue influenciar quimicamente os rios do litoral norte do Espírito Santo, é necessário portanto saber a vazão dos rios da região, as características químicas da água do mar e a cota batimétrica dos rios.

Devido à escassez de informações na região, foi realizada uma análise preliminar com os dados encontrados antes do rompimento da barragem (Figura 1, Tabela 2 e Tabela 3)

Avaliando-se a série histórica disponibilizada pela ANA dos rios que desembocam no litoral norte do Espírito Santo (Tabela 2), nota-se que as vazões são baixas, com a média abaixo de 50 m<sup>3</sup>/s. Rios com vazões baixas estão mais suscetíveis a influência marinha, onde os componentes da água do mar podem entrar com maior facilidade no sistema.

Tabela 2 - Localização e valores de vazão histórica (m<sup>3</sup>/s) das estações da ANA mais próximas do litoral norte do Espírito Santo.

	LOCALIZAÇÃO	MÍNIMO	MÉDIA	MÁXIMO
Rio São Mateus	-18,41222; -39,9364	3,14	28,08	122,00
Rio Preto	-18,645; -40,0017	0,008	4,27	27,20

Para avaliar até onde há influência marinha nos rios da região, foram analisados os pontos coletados por Zon (2008) e Lani *et al.* (2009) mais próximos da costa e a distância correspondente da desembocadura até cada ponto (Figura 1, Tabela 3, Tabela A 1 e Tabela A 2).

O ponto 9, que se encontra apenas a 2 km da desembocadura (Figura 1), apresenta valores de salinidade característicos da água do mar, o que evidencia uma interferência direta da água marinha nesse trecho. Os outros pontos, que estão há pelo menos 5 km de distância das desembocaduras apresentam valores característicos de água doce de acordo com a Resolução 357/2005 da CONAMA, abaixo de 500 mg/L.

Considerando que a principal descarga continental de material em suspensão para o mar seja proveniente do Rio Doce e que o material em suspensão fica consideravelmente retidos nas proximidades de sua foz, os valores de turbidez provenientes do Rio Doce diminuem pelo menos a metade em 30 km de distância da costa (SUMMERHAYES *et al.*, 1976 *apud* PRATA, 2007). A desembocadura mais próxima dos pontos analisados (Figura 1) está aproximadamente a 57 km de distância da foz do Rio Doce.

Com isso, em condições naturais, pode-se perceber que de fato a água do mar consegue entrar na região, porém apenas alguns quilômetros (menos que 5 km). Avaliando apenas a entrada da

salinidade, pode-se inferir que a turbidez da água dos rios apresenta uma relação mais direta com os processos locais do que provenientes da água marinha.

Figura 1 - Localização dos pontos amostrados por Zon (2008) e Lani *et al.* (2009).



Tabela 3 – Distância (em km) dos pontos coletados por Zon em 2008 (iniciais começando com Z) e por Lani *et al.* (2009) até as desembocaduras mais próximas.

PONTO	DISTÂNCIA DO PONTO ATÉ A DESEMBOCADURA MAIS PRÓXIMA (km)
Z06	6,2
Z07	11,1
Z08	5,3
Z10	12,3
Z11	11,2
Z12	18,7
Z14	2,0
09	11,9
10	15

#### 4.1.2. DADOS POSTERIORES AO ROMPIMENTO

De acordo com o estudo realizado pela FEST (2019), a turbidez nas proximidades da foz do Rio Doce apresentou variações temporais e espaciais que são consequência de uma combinação de diferentes processos físicos que ocorrem na região. Em superfície, o campo de turbidez perto da foz mostrou uma interação direta com a vazão do rio, onde a direção preferencial do material em suspensão é regida pela atuação dos ventos, assim como foi visualizado por Pedruzzi (2011).

De maneira geral, a região próxima à foz do Rio Doce apresentou um padrão vertical repetido na maioria das campanhas realizadas pela FEST (2019). Nos perfis de turbidez obtidos pelo estudo da FEST (2019), os valores foram consideravelmente maiores próximos ao fundo se comparados aos medidos na superfície, tanto nos momentos em que o aporte fluvial se dirigia para o sul quanto para o norte, confirmando o que foi descrito por Summerhayes *et al.* (1976, *apud* PRATA, 2007).

Em geral, foram obtidos valores de turbidez junto ao fundo com uma ordem de grandeza superior ao observado na superfície. Esses resultados mostram uma saída assimétrica de sedimentos na região costeira, com o fundo apresentando turbidez consideravelmente mais elevada que a superfície.

Os resultados numéricos realizados por Pedruzzi, indicaram um padrão predominante de propagação para o sul da pluma de sedimentos do Rio Doce durante os seis meses de simulação, após a chegada na plataforma continental. Durante os eventos de alta vazão sob contínuos ventos de NE, a pluma de sedimentos propagou-se com um alcance máximo de 75 km para sul ao longo da região costeira. Essas condições foram mais comuns durante a estação chuvosa (de novembro a abril), especialmente em janeiro, quando a vazão do rio foi alta e os eventos dos quadrantes nordeste predominaram (FEST, 2019). Este padrão preferencial para Sul também tinha sido identificado por Pedruzzi (2011), em instantes de tempo anteriores ao evento de rompimento da barragem do Fundão.

Desta forma, considerando-se o conhecimento existente sobre a hidrodinâmica da região da foz do Rio Doce, temos que os valores de turbidez mais elevados, associados as descargas mais intensas de sedimentos provenientes da bacia do Rio Doce, não se deslocam significativamente ao longo da costa, permanecendo retida nas proximidades da sua desembocadura.

O estudo realizado pela RHAMA (2019) teve como objetivo fazer uma avaliação preliminar acerca dos possíveis mananciais que poderiam ser impactados pela qualidade da água do mar após o rompimento da barragem do Fundão.

Para isso, foram feitas entrevistas com a população local para obtenção de informações, identificação das localidades dentro dos municípios e dos mananciais de água que potencialmente

poderiam ser impactados e levantamento de dados hidrométricos de cada região. Os relatos resumidos apresentados nestas entrevistas são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resumo dos relatos dos entrevistados sobre a qualidade das águas por região.

MUNICÍPIO	COMUNIDADE/LOCAL	QUALIDADE DA ÁGUA*	RELATOS DOS ENTREVISTADOS
São Mateus	Ilha de Guriri	Não houve diferença	Relataram não haver diferença na qualidade da água após o rompimento
	Comunidade de Ranchinho	Não houve diferença	Apesar da redução de peixes após o rompimento, informaram que a água está em boas condições de uso.
	Barra Nova	Piora na qualidade	A água após o rompimento passou a apresentar cheiro e gosto de ferrugem
Linhares	Degredo	Piora na qualidade	Após o rompimento, ocorreram queixas de coceira, dor de estômago e problemas renais.
	Barra Seca	Não houve diferença	Apesar da redução de peixes, os entrevistados informaram que a água continua em boas condições.
	Vila de Povoação	Piora na qualidade	Alteração da captação da água para poços profundos. Antes do rompimento, a captação era realizada diretamente nas águas do rio Doce.
	Regência	Piora na qualidade	A água ficou imprópria para consumo e lavagem de roupas, com gosto e cheiro de ferrugem e causando coceiras.
Aracruz	Vila do Riacho	Não houve diferença	Apesar dos operadores da ETA informarem que houve aumento da concentração de alumínio, os moradores entrevistados informaram que a água permanece boa para uso.
	Barra do Riacho	Não houve diferença	Não ocorreram queixas relacionadas à qualidade das águas.
	Barra do Sahy	Não houve diferença	Apesar de informar que a água apresentou salinidade mais acentuada, informaram que a mesma é boa para uso
	Coqueiral	Não houve diferença	De acordo com os operadores da ETA entrevistados, não houve alteração na qualidade das água, permanecendo boa para uso.
Serra	Nova Almeida	Não houve diferença	Segundo os entrevistados, não ocorreram alterações na qualidade das águas.
Conceição da Barra	Conceição da Barra	Piora na qualidade	Aumento na salinidade das águas.
	Itaúnas	Não houve diferença	Não foram constatadas reclamações sobre a qualidade das águas.
	Riacho Doce	Não houve diferença	Não foram constatadas reclamações sobre a qualidade das águas.

\* Qualidade das águas de acordo com a opinião geral dos entrevistados.

O levantamento dos dados hidrométricos foi feito a partir de um monitoramento da maré nas estações maregráficas de cada região (Tabela A 4) e dos valores de vazão  $Q_{mip}$  e  $Q_{95}$  (Tabela A 5). Além disso foi calculado a declividade de cada seção. Com essas informações acopladas em equações para avaliação do escoamento e condições de refluxo do rio, foram definidas as regiões que apresentam potencial de ter influência marinha em diferentes condições de maré, levando em conta o cenário do rio com o  $Q_{mip}$  e  $Q_{95}$ . (Tabela A 6 a Tabela A 8).

Os resultados obtidos pela RHAMA (2019) se encontram na Tabela 5. De acordo com a RHAMA, baseado apenas nos fenômenos físicos, 22 a 28 mananciais apresentam potencial de ter refluxo em condições de maré alta e baixa vazão. Nestas condições, afirma-se que estes mananciais podem estar sujeitos, em algum momento ao efeito de refluxo com vazão negativa e alguma salinização e assim, sofrer com possível contaminação dos rejeitos da barragem do Fundão.

Vale ressaltar que para avaliar a porcentagem de tempo que estes mananciais podem ter refluxo, é necessário ter as informações da batimetria dos rios, variação de vazão de montante e dos níveis de maré. Além disso, ainda que os locais estejam sujeitos ao refluxo, este refluxo deve estar contaminado para apresentar uma influência de contaminação para o manancial.

Tabela 5 - Resumo dos resultados apresentando o número de localidades com potencial de refluxo e sem refluxo.

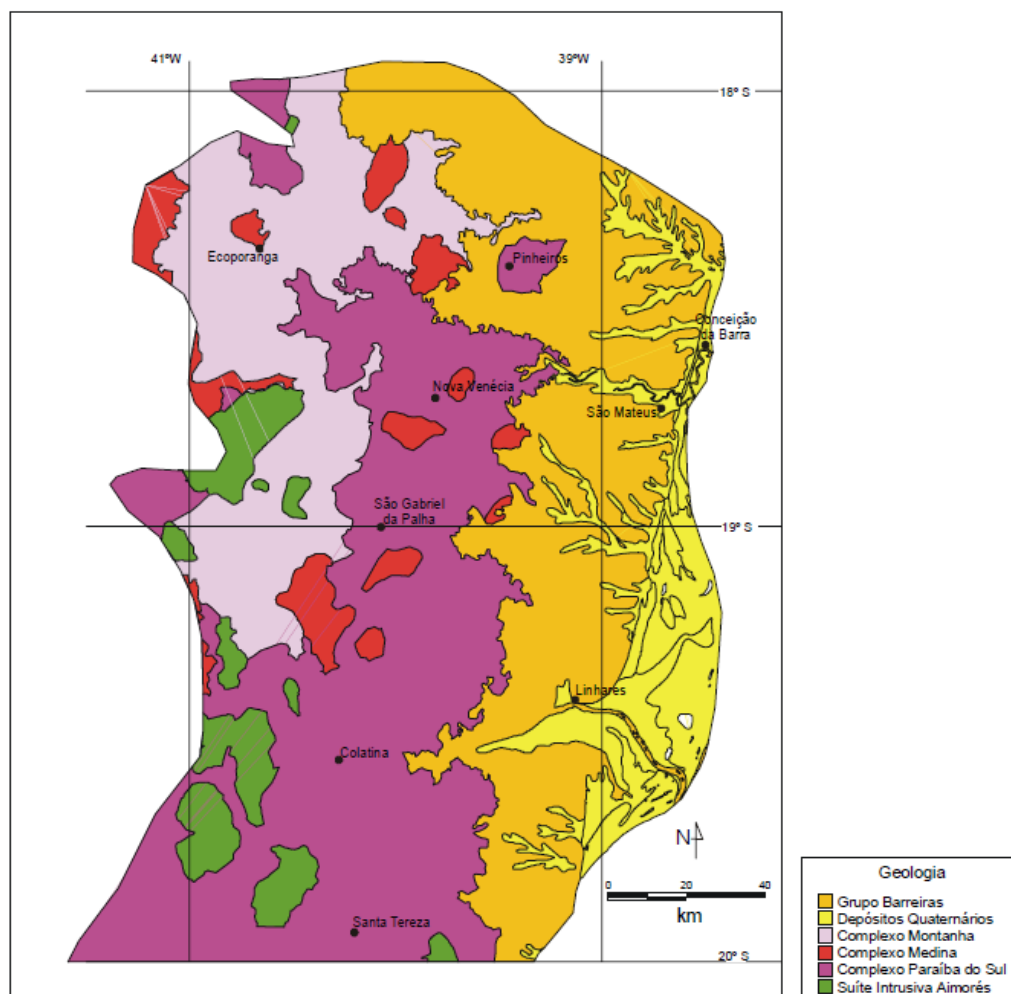
Tipo de resultado	Cenários		
	Independente da vazão de montante no manancial	$Q_{mip}$	$Q_{95}$
Com potencial para refluxo para todos os níveis de maré	28	22	28
Sem refluxo para todos os níveis de maré	3	5	4
Pelo menos um valor de maré sem refluxo	2	6	1
Total de seções analisadas	33	33	33

Fonte: RHAMA, 2019.

## 4.2. AQUÍFEROS

Os aquíferos do litoral norte do Espírito Santo estão localizados em depósitos quaternários, que são bem individualizáveis na faixa costeira, ocorrendo no interior do continente apenas ao longo da calha do Rio Doce. Estes depósitos correspondem à sedimentação mais recente da área. São divididas em depósitos quaternários marinhos e continentais (MARTIN *et al.*, 1997 *apud* MOURÃO *et al.*, 2002, Figura 2).

Figura 2 – Mapas de unidades geológicas, simplificado de Silva (1987).



Fonte: MOURÃO *et al.* (2002).

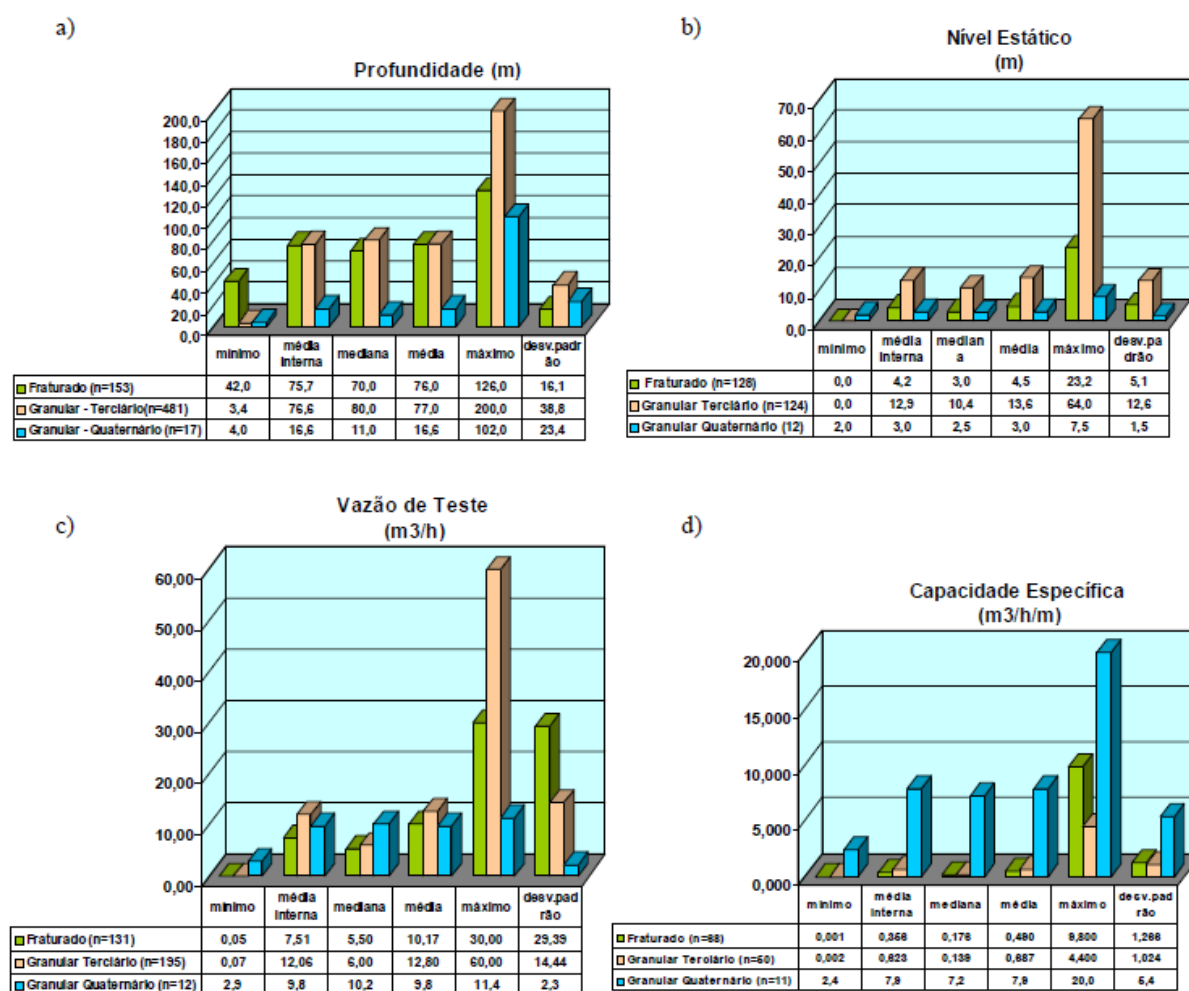
Esta região apresenta os aquíferos do tipo granulares, que são representados pelos sedimentos terciários da Formação Barreiras e sedimentos quaternários fluviais e flúvio-marinhos, cobrindo 40% da área.

Os sedimentos quaternários fluviais dos principais rios que drenam a região (Itaúnas, São Mateus, Barra Seca e Doce) são constituídos de cascalhos, areias, siltes e argilas. Dados de espessura dos poços situados próximo a foz dos rios São Mateus e Doce apresentam profundidades médias de 20 metros. Os sedimentos desta região são detríticos que tiveram origem de ambientes diversos. São reconhecidos depósitos de terraços marinhos arenosos, depósitos lagunares com natureza argilo-arenosa, depósitos de manguezais, arenitos de praia e crostas calcárias de algas e corais. Estes sedimentos apresentam uma granulometria e composição variável, o que lhes confere um alto

potencial hidrogeológico (Figura 3). A recarga dos sistemas granulares ocorre principalmente através da infiltração direta das chuvas (MOURÃO *et al.*, 2002).

De acordo com Mourão *et al.* (2012) os aquíferos granulares terciários, que são referentes à Formação Barreiras e/ou Rio Doce, apresentam uma produtividade variável, com vazões variando entre 50 e 82 m<sup>3</sup>/h na região de Linhares e capacidade específica de até 13 m<sup>3</sup>.h/m. Os aquíferos granulares aluviais e flúvio-marinhos apresentam potencial local com vazões de até 11 m<sup>3</sup>/h e capacidade específica média de até 7,2 m<sup>3</sup>/h/m.

Figura 3 – Parâmetros hidráulicos e construtivos dos poços tubulares profundos. a) Profundidade, b) Nível Estático, c) Vazão de teste e d) Capacidade Específica.



Fonte: MOURÃO *et al.* (2002).

#### 4.2.1. LINHA DE FLUXO SUBTERRÂNEO

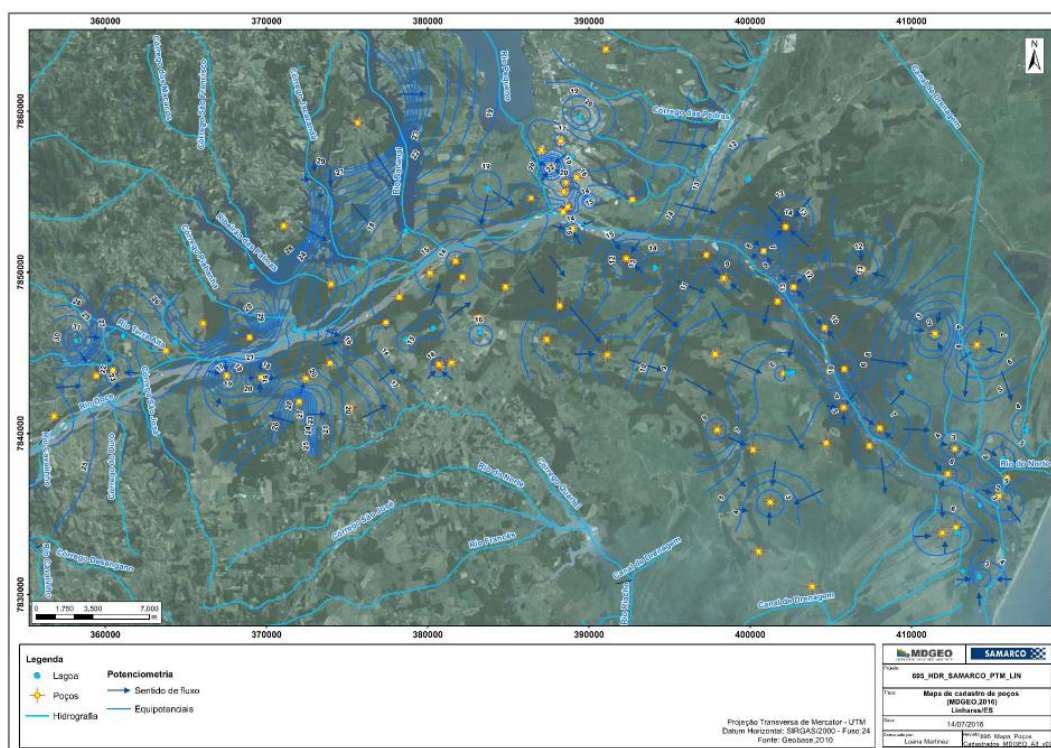
Foram considerados os estudos da MDGEO que analisam a potenciométrica da região de Linhares (MDGEO, 2016, 2019 e 2020) – outros registros ou informações sobre linha de fluxo subterrâneo, anteriores a rompimento na região, não foram disponibilizados.

##### 4.2.1.1. Dados posteriores ao rompimento

Os estudos feitos pela MDGEO (2016) tiveram como objetivo elaborar um mapa potenciométrico na região do Baixo Rio Doce, incluindo o município de Linhares – ES e distrito de Regência. Além disso foram analisados 33 poços de abastecimento para uma análise hidroquímica das águas provenientes dos aquíferos. A partir dessas análises é possível avaliar as regiões em que apresentaram influência da lama de rejeito da barragem do Fundão, que foi transportada pela calha do Rio Doce.

Para avaliar o fluxo de água subterrâneo da região, foram utilizadas cotas de nível d'água dos poços cadastrados e das lagoas que estão associadas aos aquíferos. Nas regiões em que não se tinha dados, a potenciométrica foi inferida.

Figura 4 – Mapa potenciométrico da região de Linhares.



Fonte: MDGEO, 2016

A partir dos resultados obtidos, nota-se que o fluxo nos aquíferos na região de Linhares ocorre preferencialmente de noroeste para sudeste, com tendência a convergir para o Rio Doce. Na parte mais à sudoeste, o fluxo já não apresenta o mesmo padrão em direção aos rios, fato que é explicado pela influência dos poços, que tendem a alterar a direção do fluxo devido ao gradiente hidráulico ocasionado pelo bombeamento da água, que dissipa o fluxo para outras direções.

A proximidade com o mar se torna um fator relevante, uma vez que esta passa a ser o principal ponto de descarga dos aquíferos. Em geral os principais pontos de descarga são o Rio Doce, as lagoas e o mar.

Avaliando a permeabilidade dos aquíferos, nota-se que nas porções nordeste e sul da região a água percola com maior facilidade devido a maior permeabilidade da região, fato que é evidenciado no maior espaçamento entre as linhas potenciométricas. Nas regiões com menor espaçamento entre as linhas potenciométricas provavelmente há uma menor permeabilidade da região, que resulta na menor capacidade de transmissão da água subterrânea no meio.

Esta configuração tende a variar ao longo do ano, dependendo dos períodos chuvosos ou de estiagem. O mapa em questão (Figura 4) refere-se aos meses de junho e julho de 2016, que corresponde ao período seco na região.

#### 4.2.1.1.1. Fluxo na região de Degredo

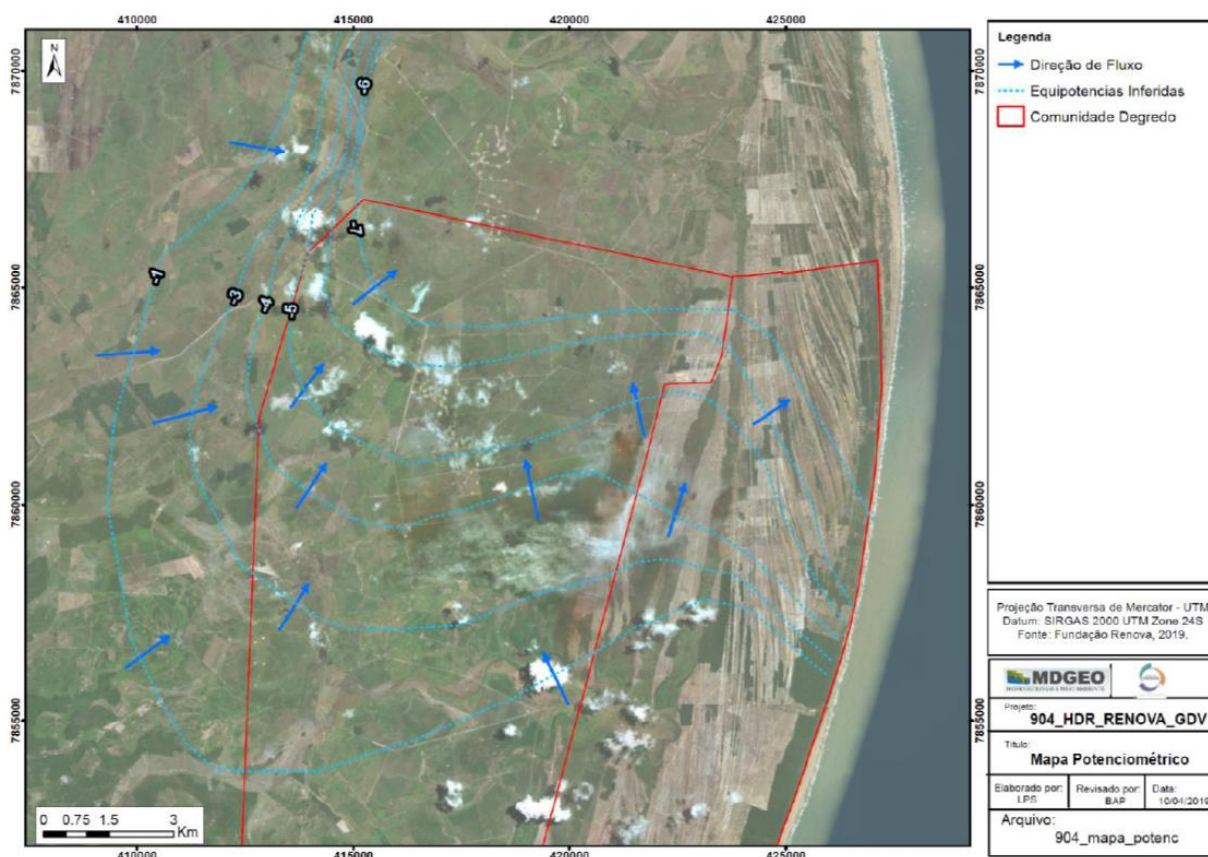
Estudos realizados pela MDGEO entre 2019 e 2020, na região de Degredo que tiveram como objetivo melhorar o entendimento do fluxo de água subterrânea na região de Degredo, construindo um mapa potenciométrico em detalhe.

Para avaliar o fluxo d'água subterrâneo da região, foram utilizadas cotas de nível d'água dos poços cadastrados e das lagoas que estão associadas aos aquíferos. Nas regiões em que não se tinha dados, a potencimetria foi inferida.

Para este trabalho foram cadastrados 191 pontos, sendo:

- 179 poços rasos (inferiores a 20m de profundidade);
- 04 poços profundos (superior a 20m de profundidade);
- 08 pontos d'água (lagoas, lagoa dos Cavatti, rio Ipiranga).

Figura 5 – Mapa potenciométrico da região de Linhares.



Fonte: MDGEO, 2020

Conforme é observado na Figura 5 - mapa potenciométrico de julho de 2019, de modo geral as linhas de fluxo indicam que a direção da água subterrânea vai da porção sudoeste para nordeste. No entanto, na porção mais à leste da área as linhas indicam fluxo de sul para norte (com algumas variações para nordeste e noroeste).

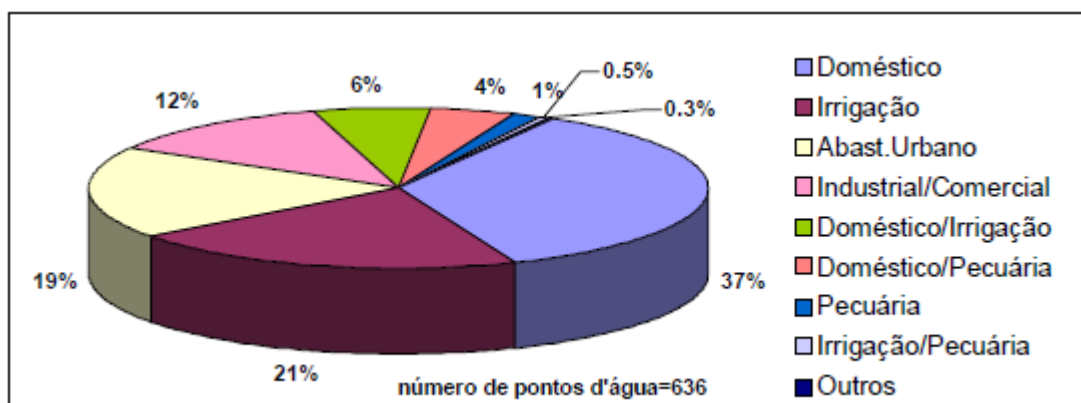
## **4.2.2. ANÁLISE DE ÁGUA DOS AQUÍFEROS**

### **4.2.2.1. Dados anteriores ao rompimento**

A utilização de água subterrânea na região norte do Espírito Santo era pouco expressiva até a década de 80 devido ao desconhecimento do potencial de exploração da região. Além disso, os recursos hídricos superficiais atendiam a demanda de consumo da época. Porém, na década de 90 houve uma expansão das atividades econômicas de forma mal planejada e estruturada em relação à capacidade hídrica, resultando uma redução significativa das vazões dos mananciais. Em 1998, com uma forte estiagem na região, levando ao comprometimento da população, principalmente as rurais, houve a perfuração de 125 poços tubulares pelo Programa de Ações Emergenciais de Combate aos Efeitos da Seca. Os resultados obtidos por esse programa apresentaram o potencial satisfatório da região, motivando diversos agricultores, pecuaristas e empresários relacionados a indústria e comércio optarem pela utilização da água subterrânea como complemento do consumo de água (MOURÃO *et al.*, 2002).

Houve um aumento considerável de perfurações no final da década de 90, onde houve 799 novos poços tubulares cadastrados, onde 57% foram perfurados entre 1998 a março de 2001. De acordo com Mourão *et al.* (2002) a água subterrânea apresenta um papel significativo no abastecimento das comunidades, núcleos rurais e áreas urbanas. Em diversos municípios os aquíferos são utilizados como um complemento ao sistema de abastecimento ou uma reserva para emergências. A proporção do uso dos aquíferos no setor norte do Espírito Santo é mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Uso atual dos poços tubulares não região norte do Espírito Santo.



Fonte: MOURÃO *et al.* (2002).

Nos estudos feitos por Mourão *et al.* (2002), observou-se uma concentração elevada de ferro nas águas subterrâneas da região norte do Espírito Santo, com teores acima do limite fixado pelo Ministério da Saúde para consumo humano (valores acima de 1,0 mg/L). Os valores altos de cor e turbidez também evidenciam que o ferro possa estar na forma solúvel e insolúvel, como hidróxidos ou óxidos, associados aos coloides, à matéria orgânica e aos materiais em suspensão. O manganês, em geral, acompanha os teores de ferro, e são verificados com frequência nos aquíferos granulares.

No entanto, de acordo com Mourão *et al.* (2002), os dados físico-químicos disponíveis e avaliados possuem um número reduzido, incompleto e sem abrangência satisfatória, não permitindo a caracterização Hidroquímica da região, portanto, mesmo com os dados disponíveis neste estudo, não é possível fazer a comparação entre os cenários de antes e depois do acidente.

#### 4.2.2.2. Dados posteriores ao rompimento

No estudo realizado pela TETRA TECH (2019), a fundação RENOVA disponibilizou 143 laudos de qualidade de água coletadas na região de Degredo, Linhares (ES). Foram analisados dados de Arsênio, Ferro, pH, Sulfato, Alumínio, Cobre, Coliformes fecais e *E. coli*, cloretos, chumbo, manganês, mercúrio e sódio. Os resultados foram avaliados de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 para a qualidade das águas doces de Classe I (Tabela 6).

Tabela 6 – Resultados dos laudos de qualidade de água dos aquíferos na região de Degredo analisados pela TETRA TECH (2019).

PARÂMETROS	AMOSTRAS QUE NÃO ESTÃO EM CONFORMIDADE COM A RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 (%)
Arsênio	11,89
Ferro	91,61
pH	59,44
Sulfato	0
Alumínio	30,07
Cobre	7,69
Coliformes fecais	80,42
E. coli	37,76
Cloretos	0
Chumbo	0,007
Manganês	11,89
Mercúrio	0
Sódio	0

Dos 13 parâmetros analisados, apenas 4 estiveram em conformidade com a Resolução CONAMA 357/2005 para águas doces de classe I em todas amostras coletadas (Sulfato, Cloreto, Mercúrio e Sódio). O parâmetro que mais esteve fora dos limites estabelecidos foi o Ferro, sendo encontrado com valores elevados em 91,61% dos poços analisados, seguido dos coliformes fecais, com 80.42% das amostras em desconformidade.

A partir das entrevistas realizadas pela RHAMA (2019, Tabela A 11), é possível resumir as reclamações da população em relação à qualidade da água nos seguintes tópicos:

- Coceiras, dor no estômago e problemas renais;
- Cor amarelada, excesso de ferro, gosto ruim;
- O sabão não espuma/amaciante de roupas sem efeito;
- Altos teores de alumínio;
- Turbidez.

Para entender as questões levantadas pela população é necessário: 1) analisar os dados analíticos obtidos, tendo em vista as características da pluma dos rejeitos da barragem, como era o ambiente antes do rompimento e sua situação atual; 2) Compreender a formação geológica da região do Delta do Rio Doce quanto aos aspectos hidrológicos; 3) Entender a formação dos solos, em especial, a



subterrâneas. Porém, a maioria dos parâmetros que ultrapassaram os valores estipulados pela norma, não ocorrem em altos teores (ANEXO A).

Os elementos que apresentaram irregularidades, de acordo com a norma 396/2008 do CONAMA, foram alumínio, bário, boro, cloreto, manganês, sódio e sulfato totais, ferro dissolvido e coliformes termotolerantes. Nitrato, nitrito e zinco não atingiram os limites da norma para nenhuma classe de uso preponderante nos pontos analisados.

Antimônio, arsênio, berílio, cádmio, cobalto, cobre, cromo trivalente, cromo hexavalente, fluoreto, lítio, mercúrio, molibdênio, níquel, prata, selênio e urânio apresentaram valores abaixo do limite detectável em todos os pontos analisados. O parâmetro vanádio foi identificado apenas na amostra do poço 17, cujo teor superou o limite de detecção (0,01 mg/L) com o valor de 0,0018 mg/L.

Dentre as amostras com concentrações superiores às determinadas pela norma, destaca-se o poço 27 (002-64161-71), que obteve níveis altos de boro, cloreto, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, manganês total, sódio e sulfato totais, onde as concentrações desses elementos ultrapassaram os limites dos tipos de uso apresentados na CONAMA 396/2008. No cadastro atual dos poços, este poço encontra-se inutilizado pelo proprietário e ainda está localizado muito próximo da região costeira, cuja a presença da cunha salinha pode contribuir também para estes resultados elevados.

Analisando a tabela 6, pode-se notar que há uma divergência muito grande entre alguns dados. Dentre eles podem ser citados:

- O pH variou de 3,94 (que mostra uma água sulfúrica) a 7,67 (que representa águas alcalinas, que demonstra uma influência marinha);
- Há parâmetros com valores extremos, como o alumínio solúvel (1362 mg/L), encontrado nas amostras de água do Poço 78;
- A água do poço 27 apresenta altos teores de sódio (1504,6 mg/L), cloreto (6922 mg/L), sulfato total (1772 mg/L) e condutividade (35960  $\mu\text{S}/\text{cm}$ );

Para a região de Degredo, foi realizada uma campanha em especial pela empresa MDGEO. A campanha de amostragem foi realizada em janeiro de 2020 e foram coletadas alíquotas de água em 37 pontos, sendo 08 de águas superficiais (rio Ipiranga, lagos e Lagoa dos Cavatti) e 29 de águas subterrâneas na região de Linhares na comunidade de Degredo.

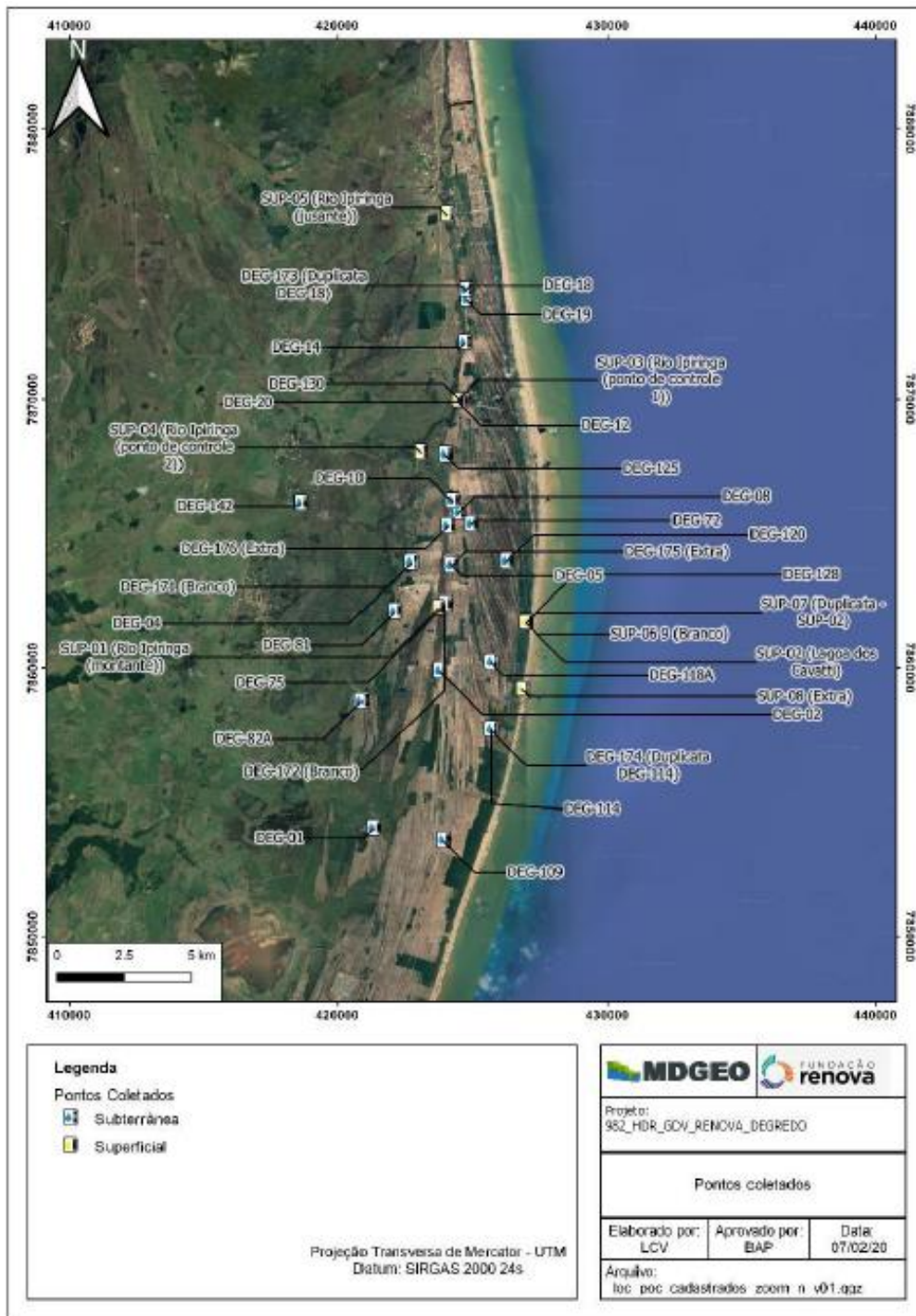
Estas amostras foram enviadas para o laboratório SGS Geosol Laboratórios Ltda, para análises químicas. Nas análises de água subterrânea os parâmetros não conformes foram: Bário Dissolvido, Chumbo Dissolvido, Cloreto, Nitrato (N), Arsênio Dissolvido, Manganês Dissolvido, Manganês Total,

Alumínio Dissolvido, Ferro Dissolvido, Ferro Total. Todos esses parâmetros têm relação com o *background* local.

Nesta campanha de janeiro de 2020 foram coletados, para todos os pontos, amostras de isótopos estáveis  $^2\text{H}$  (Deutério),  $^{18}\text{O}$  (Oxigênio-18).

Os isótopos deutério e oxigênio-18, foram determinados por meio do método de espectroscopia de massa de razão isotópica (IRMS), no Laboratório Beta Analytic, localizado em Miami. Com o resultado da análise, foi possível verificar que a água superficial se diferencia das águas subterrâneas. Os dados de isótopos estáveis também sugerem a não existência de conectividade entre rio-aquífero localizado na comunidade de Degredo.

Figura 8 – Localização dos poços e lagoas cadastrados na região de Degredo.



Fonte: MDGEO, 2016

## 5. DISCUSSÃO

### Turbidez

Apesar da ausência de dados de turbidez e salinidade na desembocadura dos rios após o rompimento, é possível tirar algumas observações:

- Apesar da vazão dos rios da região apresentarem valores baixos, o que indicaria maior entrada da água marinha no sistema, a maré predominante é de um regime de micromaré, ou seja, não apresenta forças tão intensas de corrente para conseguir alterar as propriedades químicas do rio. Nos dados apresentados antes do rompimento da barragem é possível verificar que a salinidade já é característica de água doce após 5 km de distância da desembocadura, mostrando que a água do mar já não tem influência naquela região;
- Os resultados apresentados pela RHAMA (2019) evidenciam que a maré consegue influenciar fisicamente grande parte dos mananciais da região. Porém, não é possível inferir se a influência física está atrelada a uma influência química. Em muitos sistemas a maré só tem a capacidade de represar a água que vem do continente, sem apresentar uma influência na qualidade da água;
- Vale ressaltar que em diversos estudos já foi comprovado que o material proveniente do Rio Doce tende a permanecer retido em sua desembocadura, devido a hidrodinâmica do sistema. O material que consegue sair do delta, tende a se dispersar para o Sul, devido ao sistema de correntes da região que é fortemente influenciado pelos ventos. Ou seja, uma pequena parcela do que sai do Rio Doce consegue chegar na região norte do Espírito Santo.

### Linha de fluxo subterrâneo

Não foram analisadas informações suficientes acerca do fluxo subterrâneo na região antes do rompimento da barragem. Os estudos que se tem conhecimento foram os realizados pela MGDEO em 2016 e 2020. Estes estudos, apesar de abranger apenas o período de seca (MDGEO, 2016) e apesar da topografia ter sido obtida por meio do tratamento de imagens de satélite, não pelo levantamento topográfico detalhado (MDGEO, 2020), mostra que o fluxo subterrâneo é preferencialmente em direção ao Rio Doce, tendo mudanças de sentido quando há poços ativos nas proximidades. Notou-se também que com a proximidade dos aquíferos do mar, há também uma mudança de sentido preferencial para a costa.

Devido a geologia da região é pouco provável que haja uma contaminação do lençol freático na região proveniente do Rio Doce, já que os poços utilizados na região tendem a ser muito rasos (menores que 10 m de profundidade), tendo uma influência maior das características locais do solo.

Além disso, o estudo da MDGEO (2020) concluiu não haver similaridade entre as águas subterrâneas e superficiais através da análise hidroquímica e de concentração de oxigênio 18 e deutério, demonstrando não haver “conectividade entre rio-aquífero localizado na comunidade de Degredo” (MDGEO, 2020).

### Qualidade da água dos aquíferos

Apesar da escassez de informações sobre a qualidade da água antes do rompimento da barragem, foi identificado que a região já sofria de problemas relacionados com altos teores de ferro na água, devido as características do solo da região. Analisando os problemas relatados pelos moradores tem-se que:

- Coceiras, dor no estômago, problemas renais – Há um fenômeno detectado por Lani (1988) em solos tiomórficos que é a produção de ácido sulfúrico em razão da presença de enxofre na forma de pirita ( $FeS_2$ ). Este composto, em contato com a água, faz com que o aquífero se torne extremamente ácido. Este fenômeno ocasiona coceiras, problemas na pele, podendo gerar inclusive sérios problemas estomacais, caso seja utilizada como água potável, devido ao seu alto poder de corrosão. Por isso, estes solos não podem ser drenados para usos agrícolas, conforme o Sistema de Aptidão Agrícola classe 6 (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995). Os problemas renais podem estar relacionados com alguma influência marinha nos aquíferos, tendo em vista que a alta quantidade de sal é um dos principais motivos de problemas nos rins.
- Cor amarelada, excesso de ferro, gosto ruim – Este fenômeno ocorre pela liberação de ferro na água pela desferrificação dos solos na região, uma vez que o lençol freático altera o seu nível, tendo então uma variação no potencial redox, transformando o  $Fe^{3+}$  em  $Fe^{2+}$ , tornando-se solúvel e afetando a qualidade da água. Para entender se há uma contaminação por ferro devido aos rejeitos da pluma ou por consequência das características locais do solo, é de extrema importância saber as características químicas da pluma da barragem.
- O sabão não espuma/ amaciante de roupas sem efeito – Provavelmente nas regiões que estão tendo este problema há uma influência marinha, já que o sabão, ao entrar em contato com a água do mar, perde sua ação de limpeza, por conta dos ácidos graxos do sabão reagirem com os sais provenientes da água do mar.

Com os dados da qualidade da água e os problemas relatados pela população é evidenciado que as águas dos aquíferos estão sendo contaminadas. Devido as características da região e a alta drenagem dos solos pela agricultura, há grandes chances de essa contaminação estar sendo proveniente do próprio solo do sistema, principalmente devido a profundidade dos poços, que não ultrapassam 20 m. Porém, deve-se avaliar as características da pluma proveniente do Rio Doce, para verificar a possibilidade de uma alteração da qualidade da água proveniente dos rejeitos do acidente de 2015, mesmo que remota.

## 6. CONCLUSÃO

As principais conclusões dos materiais compilados são:

Os estudos indicaram que há baixa probabilidade de ocorrência de contaminação, tendo em vista que para sua ocorrência é necessário o atendimento simultâneo de 3 premissas: maré anômala; redução na vazão dos rios; e a pluma de sedimentos estar no local nesse mesmo momento. Sendo assim, não há evidências suficientes para afirmar uma contaminação dos rios proveniente do mar. Os resultados mostram que mesmo com a possibilidade de ocorrer refluxo das águas marinhas para os mananciais, não há certeza de que o material em suspensão foi transportado, tampouco que exista concentrações críticas na região costeira para que isso ocorra. Os estudos que simulam a dispersão da pluma do Rio Doce mostram que a maior parte do rejeito deslocou para o Sul da foz e não para o litoral Norte (onde estão as localidades analisadas), não comprovando onexo causal.

A partir do estudo do fluxo subterrâneo é evidenciado que é pouco provável uma contaminação dos aquíferos provenientes do Rio Doce, tendo em vista que a grande maioria dos fluxos são direcionados para o Rio, exceto as regiões em que apresentam poços, que tendem a alterar o fluxo devido à pressão de retirada da água. Esta alteração de fluxos são locais e mínimas, e ocorrem somente na região de Linhares em poços de grande extração (Figura 4). O fluxo na região de Degredo, de modo geral, indica que a direção da água subterrânea vai da porção sudoeste para nordeste (Figura 5), sentido oceano. Além disso, os estudos analisados concluíram que não há similaridade entre as águas subterrâneas e superficiais através da análise hidroquímica e de concentração de oxigênio 18 e deutério, demonstrando não haver conectividade entre rio-aquífero localizado na comunidade de Degredo.

A partir das análises de qualidade da água para os poços utilizados pela população, é visto que de fato alguns parâmetros estão acima do valor de referência legal, principalmente os de Ferro e Alumínio. No entanto, tudo indica que esses parâmetros seguem as características do solo natural da região, conforme descrito ao longo do estudo. Com o aumento da drenagem destes solos, há uma forte alteração química, que provoca a liberação destes elementos na água, ocasionando a contaminação dos aquíferos.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ANDRIESSE, J.P. 1984. Uso de solos orgânicos em condições tropicais e subtropicais aliados as possibilidades brasileiras. In: Simpósio Nacional de Solos Orgânicos, Anais, Curitiba, p. 11-34.
- CEDAGRO, 2012. Levantamento de áreas agrícolas degradadas no estado do Espírito Santo. 18p.
- DRIESSEN, P. M. 1978. Peat Soils. In: Chemical and Electrochemical changes in rice soils. International Rice Research Institute, Philipines, 1978, p.763-778.
- LANI, J. L. 1988. Deltas do Rio Doce e Itapemirim: solos, com ênfase nos tiomórficos, água e impacto ambiental do uso. Tese (Doutorado). Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 169p.
- LANI, J. L.; REZENDE, S. B.; SARTAIN, J. B.; LANI, J. A. 2009. Águas da região do delta do Rio Doce com ênfase no Vale do Suruaca, Linhares -ES. GEOGRAFARES, nº 7. p. 147-160.
- MOURÃO, M. A. A.; LIMA, J. E. S.; MONTEIRO, E. A. 2002. Os sistemas aquíferos do norte do estado do Espírito Santo: Potencial de exploração e diagnóstico atual de aproveitamento. XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 21p.
- RESENDE, M.; CURI, N.; RESENDE, S. B.; CORRÊA, G.F. 2002. Pedologia: base para distinção de ambientes. 4ª ed. Viçosa, MG. 338p.
- PEDRUZZI, C. V. 2011. Interação de simulação computacional e imagem de satélite para a avaliação da dinâmica da pluma do Rio Doce/ES. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo. 100 p.
- PRATA, P.M. 2007. Caracterização do ambiente marinho do estado do Espírito Santo utilizando dados do banco nacional de dados oceanográficos. Vitória, Brasil. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo.
- PROJETO RADAMBRASIL, 1987. Levantamento de Recursos Naturais. Projeto Radambrasil. Volume 34 (Folha SE.24 Rio Doce). Fundação Instituto Brasileiro de Geografia Estatística, Rio de Janeiro.
- RAMALHO FILHO, A; BEEK, K., J. 1995. Sistema de avaliação da aptidão agrícolas das terras. 3 ed. MAARA/EMPRAPA-CNPS, Rio de Janeiro. 65p.
- TETRA TECH, 2019. Estudo e investigação das alterações dos parâmetros de qualidade da água na região de Degredo, Linhares-ES. 111p.

ZON, C. 2008. Influência de drenagem sobre solos orgânicos e parâmetros de qualidade de água. Estudo de caso: “Vale do Suruaca” Delta do Rio Doce. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Espírito Santo. 156 p.

## 8. EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Formação	Descrição do Cargo
Gabriel Clauzet	Físico, Dr.	Coordenador/Gerente técnico do projeto
Moisés G. tessler	Geólogo, Dr. Geologia	Esp. em gerenciamento de áreas degradadas e avaliação de riscos
Carlos Eduardo N. Inouye	Engenheiro Ambiental	Esp. em sistemas de lagoas/águas interiores
Marco A. Correa	Físico, Dr.	Esp. em Oceanos e Região Deltáica
Ana M. S. Haytsmann	Oceanógrafa, Ma. Oceanografia química	Esp. em Oceanos e Região Deltáica
Carolina Yumi Yonamine	Gestora Ambiental	Esp. em avaliação de impacto ambiental e socioeconômico
Prof. João Luiz Lani	Agrônomo, Dr.	Consultor PhD

## ANEXO 1 – TABELAS ADICIONAIS

Tabela A 1 - Parâmetros químicos da água na região do delta do Rio Doce (2008). Os valores em vermelho indicam as amostras que estão fora dos padrões permitidos pela Resolução 357/2005 da CONAMA em águas doces de classe I.

		pH	Turbidez (NTU)	Al (mg/L)	P (mg/L)	Na (mg/L)	Salinidade (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
<b>Z02</b>	Jun/ 07	6,04	2,7	0,11	0,07	3,70	0,18	0,09	0,01
	Out/ 07	5,84	12,3	0,10	0,08	3,40	0,14	0,09	0,01
	Mai/ 08	5,84	18,0	0,11	0,07	3,30	0,11	0,09	0,01
<b>Z03</b>	Jun/ 07	6,08	36,3	0,09	0,08	3,72	0,23	0,07	0,01
	Out/ 07	5,98	26,3	0,08	0,08	3,32	0,21	0,07	0,01
	Mai/ 08	5,10	14,3	0,11	0,1	3,30	0,11	0,09	0,01
<b>Z04</b>	Jun/ 07	5,94	38,6	0,12	0,09	3,45	0,18	0,10	0,01
	Out/ 07	6,83	18,4	0,11	0,06	3,42	0,16	0,07	0,01
	Mai/ 08	5,20	18,4	0,12	0,08	3,44	0,11	0,07	0,01
<b>Z05</b>	Jun/ 07	5,85	2,8	0,10	0,06	3,80	0,16	0,08	0,01

		pH	Turbidez (NTU)	Al (mg/L)	P (mg/L)	Na (mg/L)	Salinidade (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
	Out/ 07	5,90	16,0	0,09	0,07	3,20	0,15	0,06	0,01
	Mai/ 08	5,60	15,0	0,10	0,08	3,28	0,13	0,08	0,01
<b>Z06</b>	Jun/ 07	6,64	6,3	0,11	0,09	3,70	0,16	0,10	0,01
	Out/ 07	6,34	6,3	0,11	0,09	3,70	0,18	0,10	0,01
	Mai/ 08	5,80	45,0	0,11	0,09	3,40	0,16	0,11	0,01
<b>Z07</b>	Jun/ 07	6,10	43,2	0,11	0,07	3,20	0,21	0,09	0,01
	Out/ 07	6,15	48,2	0,10	0,09	3,48	0,15	0,10	0,01
	Mai/ 08	5,00	54,2	0,12	0,09	3,42	0,24	0,10	0,01
<b>Z08</b>	Jun/ 07	6,00	12,1	0,10	0,09	3,10	0,22	0,08	0,01
	Out/ 07	5,90	12,1	0,08	0,07	3,20	0,18	0,06	0,01
	Mai/ 08	6,54	34,1	0,13	0,09	3,28	0,43	0,08	0,01
<b>Z10</b>	Jun/ 07	6,44	16,1	0,13	0,16	2,90	0,16	0,11	0,02

		pH	Turbidez (NTU)	Al (mg/L)	P (mg/L)	Na (mg/L)	Salinidade (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
	Out/ 07	6,24	24,0	0,12	0,11	2,60	0,24	0,09	0,01
	Mai/ 08	5,20	63,0	0,11	0,11	2,45	0,16	0,09	0,01
<b>Z11</b>	Jun/ 07	7,12	82,2	0,10	0,10	2,84	0,61	0,07	0,01
	Out/ 07	6,00	23,2	0,10	0,09	1,70	0,21	0,06	0,01
	Mai/ 08	6,70	78,0	0,11	0,09	1,57	0,71	0,08	0,01
<b>Z12</b>	Jun/ 07	6,68	22,3	0,09	0,11	3,10	0,22	0,093	0,01
	Out/ 07	6,28	22,3	0,09	0,11	2,80	0,21	0,10	0,01
	Mai/ 08	6,20	47,0	0,12	0,12	2,30	0,34	0,10	0,01
<b>Z14</b>	Jun/ 07	6,72	62,2	0,09	0,11	2,86	0,92	0,06	0,01
	Out/ 07	6,62	22,0	0,09	0,11	2,86	1,18	0,06	0,01
	Mai/ 08	6,72	56,0	0,09	0,11	2,76	1,04	0,07	0,01
<b>Z15</b>	Jun/ 07	5,00	48,1	0,08	0,08	2,78	0,16	0,07	0,01

		pH	Turbidez (NTU)	Al (mg/L)	P (mg/L)	Na (mg/L)	Salinidade (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
	Out/ 07	5,00	24,6	0,09	0,10	2,64	0,16	0,09	0,01
	Mai/ 08	4,60	58,0	0,09	0,10	2,44	0,12	0,09	0,01
<b>Z16</b>	Jun/ 07	6,10	27,8	0,09	0,07	3,10	0,15	0,09	0,01
	Out/ 07	6,00	17,4	0,09	0,07	3,10	0,14	0,09	0,01
	Mai/ 08	5,80	27,0	0,09	0,08	3,04	0,09	0,09	0,01
<b>Z22</b>	Jun/ 07	6,94	71,3	0,07	0,10	3,30	0,18	0,08	0,01
	Out/ 07	6,34	23,0	0,10	0,10	2,30	0,29	0,08	0,01
	Mai/ 08	6,84	61,0	0,10	0,10	2,36	0,25	0,08	0,01

Fonte: ZON, 2008

Tabela A 2 - Parâmetros químicos da água na região do delta do Rio Doce (2009). Os valores em vermelho indicam as amostras que estão fora dos padrões permitidos pela Resolução 357/2005 da CONAMA em águas doces de classe I.

	pH	Turbidez (NTU)	Al (mg/L)	P (mg/L)	Na (mg/L)	Salinidade (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
01	4,3	1000	0,9	0,28	21,57	52	0,0	0,08
02	5,6	5	0,5	0,07	14,43	41	0,3	0,01
03	3,0	8	5,9	0,32	5252,59	15900	6,1	0,95
04	7,9	1	0,0	0,22	454,56	1000	0,0	0,00
05	7,8	12	0,0	0,23	526,30	1650	0,0	0,00
06	8,3	1	0,3	0,13	150,51	57	0,3	0,00
07	5,8	47	0,1	0,21	207,31	160	0,0	1,90
08	6,9	9	0,0	0,04	9,41	41	0,0	0,02
09	8,0	30	0,0	0,63	3994,58	33000	0,0	0,02
10	7,2	6	0,1	0,09	93,38	75	0,0	0,00

	pH	Turbidez (NTU)	Al (mg/L)	P (mg/L)	Na (mg/L)	Salinidade (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
11	7,2	130	1,1	0,11	11,83	30	0,3	0,00
12	3,0	25	78,6	0,18	16,47	39	8,5	1,04
13	3,4	10	12,1	0,07	15,24	35	0,9	0,63

Fonte: LANI *et al.*, 2009

Tabela A 3 - Valores permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005 em águas doces classe I.

pH	Turbidez (NTU)	Al (mg/L)	P (mg/L)	Na (mg/L)	Salinidade (mg/L)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
6,0-9,0	< 40	< 0,1	< 0,3	< 200	< 500	< 0,3	< 0,1

Tabela A 4 - Distância das localidades à estação maregráfica mais próxima.

Município	Localidades	Manancial	Seção do manancial	Distância ao mar (km)	Estação Maregráfica utilizada*
São Mateus	São Mateus (Guriri)	Rio Cricaré	P0	20,08	Conceição da Barra
			P1	37,42	Conceição da Barra
			P2	41,48	Conceição da Barra
	Ranchinho	Rio Mariricu	P0	3,24	Conceição da Barra
			P1	21,06	Conceição da Barra
			P2	33,00	Conceição da Barra
Barra Nova	Rio Mariricu	P0	19,31	Conceição da Barra	
		P1	19,89	Conceição da Barra	
Linhares	Degredo	Rio Ipiranga	P0	7,70	Conceição da Barra
			P1	16,26	Conceição da Barra
			P2	28,13	Conceição da Barra
	Barra Seca	Rio Ipiranga	P0	0,91	Conceição da Barra
			P1	4,18	Conceição da Barra
			P2	1,00	Conceição da Barra
Regência	Rio dos Comboios	P0	26,96	Terminal da Barra do Riacho	
		P1	29,76	Terminal da Barra do Riacho	
Aracruz	Vila Riacho	Rio Riacho	P0	7,30	Terminal da Barra do Riacho
			P1	11,98	Terminal da Barra do Riacho
	Barra do Riacho	Rio Riacho	P0	1,26	Terminal da Barra do Riacho
			P1	2,65	Terminal da Barra do Riacho
	Barra do Sahy	Córrego Guaxindiba	P0	0,50	Terminal da Barra do Riacho
			P1	2,22	Terminal da Barra do Riacho
Coqueiral (Sauê)	Córrego do Sauê	P0	0,44	Terminal da Barra do Riacho	
Serra	Nova Almeida	Rio Reis Magos	P0	0,31	Terminal da Barra do Riacho
			P1	2,30	Terminal da Barra do Riacho
			P2	5,35	Terminal da Barra do Riacho
Conceição da Barra	Conceição da Barra	Rio Cricaré	P0	1,00	Conceição da Barra
			P1	3,80	Conceição da Barra
			P2	5,27	Conceição da Barra
	Itaúnas	Rio Itaúnas	P1	13,24	Conceição da Barra
			P2	16,59	Conceição da Barra
	Riacho Doce	Rio sem nome	P0	0,55	Conceição da Barra
P1			2,53	Conceição da Barra	

Fonte: RHAMA., 2019

Tabela A 5 – Áreas de drenagem e vazões características nos locais escolhidos para levantamentos de informações complementares

Município	Localidade	Manancial	N	Seção do Manancial	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Qmlp (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Q95 (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )
São Mateus	São Mateus (Guriri)	Rio Cricaré	1	P0	12696,6	74,88	11,46
			2	P1	12302,8	72,71	11,14
			3	P2	12292,8	72,65	11,13
	Ranchinho	Rio Mariricu	4	P0	145,2	1,15	0,22
			5	P1	61,2	0,51	0,10
			6	P2	16,9	0,15	0,03
	Barra Nova	Rio Mariricu	7	P0	503,1	3,66	0,66
			8	P1	502,4	3,66	0,66
			9	P0	161,2	1,26	0,24
Linhares	Degredo	Rio Ipiranga	10	P1	48,6	0,41	0,08
			11	P2	15,5	0,14	0,03
	Barra Seca	Rio Ipiranga	12	P0	3166,2	20,44	3,36
			13	P1	3162,2	20,41	3,35
			14	P2	204,2	1,58	0,30
	Regência	Rio dos Comboios	15	P0	11,2	0,19	0,04
16			P1	8,5	0,14	0,03	
Aracruz	Vila Riacho	Rio Riacho	17	P0	1043,7	16,52	4,78
	Vila Riacho		18	P1	1015,4	16,08	4,64
	Barra do Riacho	Rio Riacho	19	P0	1493,3	23,56	6,98
			20	P1	1459,3	23,03	6,81
	Barra do Sahy	Córrego Guaxindiba	21	P0	42,4	0,69	0,16
			22	P1	41,5	0,68	0,16
Coqueiral (Sauê)	Córrego sem nome	23	P0	58	0,94	0,23	
Serra	Nova Almeida	Rio Reis Magos	24	P0	656	10,43	2,93
			25	P1	654,7	10,41	2,92
			26	P2	651,6	10,36	2,91
Conceição da Barra	Conceição da Barra	Rio Cricaré	27	P0	525,7	3,81	0,69
			28	P1	470,9	3,44	0,62
			29	P2	268,2	2,03	0,38
	Itaúnas	Rio Itaúnas	30	P0	4820,3	30,28	4,87
			31	P1	4788,9	30,09	4,84
			32	P2	4751,7	29,87	4,81
	Riacho Doce	Rio sem nome	33	P0	122,4	0,98	0,19
34			P1	22,5	0,20	0,04	

Fonte: RHAMA., 2019

Tabela A 6 - Diagnóstico do potencial para impacto das águas do mar considerando apenas a topografia das seções.

Município	Localidade	Manancial	Seção do manancial	Elevação da maré <sup>1 2</sup>				
				5%	10%	20%	Sizígia	Quadratura
São Mateus	São Mateus (Guriri)	Rio Cricaré	P0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
			P1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
			P2	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Ranchinho	Rio Mariricu	P0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
			P1	Sim	Sim	<b>Não</b>	Sim	<b>Não</b>
			P2	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Barra Nova	Rio Mariricu	P0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
			P1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Linhares	Degredo	Rio Ipiranga	P0	Sim	Sim	Sim	Sim
P1				Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
P2				Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Barra Seca		Rio Ipiranga	P0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
			P1	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>
			P2	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Regência		Rio dos Comboios	P0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
			P1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Aracruz		Vila Riacho	Rio Riacho	P0	Sim	Sim	Sim	Sim
	P1			Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Barra do Riacho	Rio Riacho	P0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
			P1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Barra do Sahy	Córrego Guaxindiba	P0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
			P1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Coqueiral (Sauê)	Córrego do Sauê	P0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Serra	Nova Almeida	Rio Reis Magos	P0	Sim	Sim	Sim	Sim
P1				Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
P2				Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Conceição da Barra	Conceição da Barra	Rio Cricaré	P0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
			P1	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	Sim	<b>Não</b>
			P2	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>
	Itaúnas	Rio Itaúnas	P1	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
			P2	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Riacho Doce	Rio sem nome	P0	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
			P1	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>

Fonte: RHAMA., 2019

<sup>1</sup>“Sim” significa que a localidade apresenta condições de sofrer refluxo devido à elevação do mar.<sup>2</sup>“Não” significa que a localidade não apresenta condições de sofrer refluxo devido à elevação do mar.

Tabela A 7 - Diagnóstico do potencial para impacto das águas do mar considerando as características hidráulicas das seções levantadas, utilizando a  $Q_{mlp}$ .

Localidade	Localidade	Seção do manancial	n	S (m/m)*	Elevação ( $Q_{mlp}$ )	Elevação da maré				
						95%	90%	80%	Sizígia média	Quadratura média
São Mateus	São Mateus (Guriri)	P0	0,033	3,61E-06	-0,21	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	6,78E-05	1,87	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P2	0,033	1,32E-04	2,92	Sim	Sim	<b>Não</b>	Sim	<b>Não</b>
	Ranchinho	P0	0,033	3,94E-05	3,16	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	Sim	<b>Não</b>
		P1	0,033	3,38E-05	3,09	Sim	<b>Não</b>	<b>Não</b>	Sim	<b>Não</b>
		P2	0,033	2,82E-05	1,83	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Barra Nova	P0	0,033	4,76E-04	-5,49	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
P1		0,033	4,76E-04	-2,36	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
Linhares	Degredo	P0	0,033	1,40E-05	-0,56	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	5,69E-05	-0,73	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P2	0,033	9,98E-05	-0,13	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Barra Seca	P0	0,033	2,26E-05	1,32	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	3,23E-05	6,73	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>
		P2	0,033	4,20E-05	2,76	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Regência	P0	0,033	3,22E-04	-3,29	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
P1		0,033	3,22E-04	-2,46	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
Aracruz	Vila Riacho	P0	0,033	3,44E-05	0,11	Sim	Sim	Sim	Sim	<b>Não</b>
		P1	0,033	3,44E-05	-1,25	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Barra do Riacho	P0	0,033	1,21E-04	-1,02	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	1,21E-04	-0,88	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Barra do Sahy	P0	0,033	5,08E-04	-3,22	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	5,08E-04	0,36	Sim	Sim	<b>Não</b>	Sim	<b>Não</b>
	Coqueiral (Sauê)	P0	0,033	1,00E-05	-2,39	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Serra	Nova Almeida	P0	0,033	8,51E-05	-1,78	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	1,39E-04	-2,19	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P2	0,033	1,94E-04	-1,87	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Conceição da Barra	Conceição da Barra	P0	0,033	1,04E-04	-1,01	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	2,05E-04	3,88	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>
		P2	0,033	3,05E-04	4,67	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>
	Itaúnas	P1	0,033	4,45E-05	3,97	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>
		P2	0,033	4,45E-05	1,78	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Riacho Doce	P0	0,033	2,35E-04	2,97	Sim	Sim	<b>Não</b>	Sim	<b>Não</b>
P1		0,033	2,35E-04	4,3	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	

Fonte: RHAMA., 2019

\* a declividade foi calculada com base na diferença entre a cota do nível d'água e a distância ao longo do manancial.

Tabela A 8 - Diagnóstico do potencial para impacto das águas do mar considerando as características hidráulicas das seções levantadas, utilizando a  $Q_{95}$ .

Localidade	Localidade	Seção do manancial	n	S (m/m)*	Elevação ( $Q_{95}$ )	Elevação da maré				
						95%	90%	80%	Sizígia média	Quadratura média
São Mateus	São Mateus (Guriri)	P0	0,033	3,61E-06	-2,54	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	6,78E-05	0,19	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P2	0,033	1,32E-04	1,52	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Ranchinho	P0	0,033	3,94E-05	2,68	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	3,38E-05	2,95	Sim	Sim	<b>Não</b>	Sim	<b>Não</b>
		P2	0,033	2,82E-05	1,67	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Barra Nova	P0	0,033	4,76E-04	-5,94	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
P1		0,033	4,76E-04	-2,75	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
Linhares	Degredo	P0	0,033	1,40E-05	-1,17	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	5,69E-05	-1,14	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P2	0,033	9,98E-05	-0,2	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Barra Seca	P0	0,033	2,26E-05	0,58	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	3,23E-05	5,77	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>
		P2	0,033	4,20E-05	2,41	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Regência	P0	0,033	3,22E-04	-3,4	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
P1		0,033	3,22E-04	-2,57	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
Aracruz	Vila Riacho	P0	0,033	3,44E-05	-1,32	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	3,44E-05	-2,22	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Barra do Riacho	P0	0,033	1,21E-04	-1,51	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	1,21E-04	-1,55	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Barra do Sahy	P0	0,033	5,08E-04	-3,37	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	5,08E-04	0,08	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Coqueiral (Sauê)	P0	0,033	1,00E-05	-3,25	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	
Serra	Nova Almeida	P0	0,033	8,51E-05	-2,25	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	1,39E-04	-2,52	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P2	0,033	1,94E-04	-2,35	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Conceição da Barra	Conceição da Barra	P0	0,033	1,04E-04	-1,11	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	2,05E-04	3,52	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>
		P2	0,033	3,05E-04	4,39	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>	<b>Não</b>
	Itaúnas	P1	0,033	4,45E-05	2,28	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Localidade	Localidade	Seção do manancial	n	S (m/m)*	Elevação (Q <sub>95</sub> )	Elevação da maré				
						95%	90%	80%	Sizígia média	Quadratura média
		P2	0,033	4,45E-05	-0,93	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Riacho Doce	P0	0,033	2,35E-04	2,6	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
		P1	0,033	2,35E-04	4,24	Não	Não	Não	Não	Não

Fonte: RHAMA., 2019

\* a declividade foi calculada com base na diferença entre a cota do nível d'água e a distância ao longo do manancial.

Tabela A 9 – Localização dos pontos coletados por Zon (2008).

Ponto	Latitude	Longitude
Z02	19°3'20.70" S	39°52'45.54" W
Z03	19°12'5.86" S	39°51'38.29" W
Z04	19°9'42.61" S	39°51'7.53" W
Z05	19°7'44.14" S	39°50'14.07" W
Z06	19°8'21.27" S	39°43'26.30" W
Z07	19°10'55.57" S	39°45'13.08" W
Z08	19°8'21.27" S	39°43'26.30" W
Z10	19°8'0.14" S	39°44'59.86" W
Z12	19°3'52.72" S	39°43'56.75" W
Z14	19°2'41.27" S	39°44'22.91" W
Z15	18°56'11.86" S	39°50'25.34" W
Z16	18°53'54.70" S	39°53'40.78" W
Z22	18°57'59.18" S	39°46'34.62" W

Tabela A 10 – Localização dos pontos coletados por Lani et al. (2009)

Ponto	Latitude	Longitude
01	18°52'11" S	39°48'16" W
02	18°53'00" S	39°47'02" W
03	18°54'29" S	39°47'19" W
04	18°56'01" S	39°48'10" W
05	18°56'44" S	39°47'25" W
06	19°17'20" S	39°47'02" W
07	19°18'24" S	39°46'34" W
08	19°17'41" S	39°49'52" W
09	19°10'07" S	39°43'43" W
10	19°07'09" S	39°44'30" W
11	19°25'12" S	40°04'54" W
12	19°40'45" S	40°00'45" W
13	19°41'18" S	40°00'45" W

Tabela A 11 – Resumo das entrevistas com moradores e técnicos do SAAE na região do Delta do Rio Doce com os principais problemas encontrados na qualidade da água, em especial para uso doméstico e potabilidade.

NOME	FUNÇÃO	TELEFONE	FONTE – ORIGEM	COMENTÁRIOS
<b>ÁGUA DE DEGREDADO</b>				
Mônica Siva de Jesus Pazinato	Agente comunitária de saúde	(27)998175748	Poços individuais com profundidade de 6 m.	Afirmou que seu poço está próximo do rio Ipiranga e tem 6 m de profundidade. Disse que a água do poço está piorando a partir de 2016, data de perfuração do mesmo. Relata que na comunidade existem queixas de coceiras, dor no estômago e problemas renais
Adeildo de Jesus Santos	Comerciante	(27)995141468	Idem.	afirmou se o poço ultrapassar 7 m, que o poço vai "puxar" a água que vem do rio, que está toda contaminada de ferro "pesado". Diz que a análise da água da região foi feita, e que a água está toda contaminada
Pedro Leite Costa	Pescador	(27)999076781	Idem.	contou que a água era 100% saudável antes do desastre de Mariana, e que a água foi piorando após o rompimento. Afirmou que a água sai limpa de seu poço (6 m) e que após algumas horas a água fica na cor de ferrugem. Relatou que ao sair do banho sente coceiras no corpo. Bebe água mineral (7 galões/semana) fornecida pela Fundação Renova (FR). Disse ainda que a água está dando infecção urinária nas mulheres. Afirmou que o mar ainda está com ferrugem e sem peixes. E para terminar disse que até as plantas que regadas com a água do poço "morrem".
Maria Raimunda de Jesus Brito	Doméstica	(27)996218899	Idem.	Disse que a água era boa e que "sai amarela" do poço (6 m). Usa a água mineral fornecida pela FR e que são 7 galões/semana e considera a quantidade insuficiente para sua família. Queixou-se de coceiras após o banho e forte cheiro de "ovo podre".
Magno Silva da Conceição	Pedreiro	(27)998621967	Idem.	Possui um poço de 6 m de profundidade, onde a água "saia clara" e 9 meses após o rompimento de Mariana a água do mesmo piorou. relatou que bebe a água mineral fornecida pela FR (9 galões/semana). Relatou micoses, infecções urinárias e coceiras

NOME	FUNÇÃO	TELEFONE	FONTE – ORIGEM	COMENTÁRIOS
				após o banho (fato que não ocorria antes), contou também que os ventos sul levantam a lama do mar;
José leite Costa, agricultor	Agricultor	(027)998260027	Idem.	Afirmou que em seu poço antes tinha água "clarinha" que agora está amarelada, disse que a água espuma razoavelmente no banho e sem coceiras. Recebe 7 galões/semana, para beber e cozinhar. Disse também que o vento sul deixa a água na cor de barro.
<b>ÁGUA DE BARRA NOVA</b>				
Barra Nova	Comentário geral		Poços individuais de 3 a 7 m.	Segundo os moradores que após o banho (chuveiro) sentem coceira na pele.
Mateus Gomes			Idem.	Relata que tem pouca saponificação no banho, após rompimento de Mariana.
Cláudia Monteiro Teixeira			Idem.	Afirma que a água tem de gosto e cheiro de ferrugem, e também coceira após o banho.
Leuzenor Monteiro			Idem.	Os dois dizem só beberem água mineral. A água não espuma bem, dificuldade em lavar roupas brancas (amareladas)
<b>ÁGUA DE BARRA SECA</b>				
Técnico do SAAE			Poços de até 7 metros de profundidade e sem outorga.	Poços acima de 7 m, a água tem a cor amarelada. Segundo o técnico da SAAE, a cor amarela é devido à presença do ferro (geologia do solo).
Izaias Silva Santos	Comerciante	(27)998088562	Idem.	Segundo ele, a qualidade da água captada é boa, mesmo antes e após o rompimento da Barragem de Mariana.
Joselina Anselmo de Oliveira	Doméstica	(27)992237839	Idem.	Afirmou que há 3 anos a água de seu poço está mais amarela, o banho tem boa espuma e sem coceira, a lavagem das roupas sem problemas. bebe apenas água mineral.

NOME	FUNÇÃO	TELEFONE	FONTE – ORIGEM	COMENTÁRIOS
Aparecida Pereira de Oliveira	Doméstica	(27)997970326	Idem.	Disse que após o rompimento, a água ficou mais amarelada e cheiro de ferrugem, bebe apenas água mineral, lava apenas roupas de cor com a água de seu poço, terminou dizendo para o banho a água está boa
Zélio Alves Carvalho	Comerciante,	(27)992885876	Idem.	Contou que bebe somente água mineral, para o banho água está ok, notou que água ficou mais amarela, e uso cloro para lavar as roupas;
Marcos David Mariano Simões e Eneida Batista Barcelos	Proprietários da Pousada Lua Nua	(27)999845933	Idem.	Afirmaram entraram na justiça contra a Renova alegando que o movimento da pousada sofreu redução devido porque a pesca acabou no local. Eles alegam ainda dificuldade para lavar roupa, uma vez que a água piorou depois do rompimento.
Izaías e Marcos			Idem.	Confirmam o aumento da lama na embocadura do rio Ipiranga, o fim da pesca e redução do número de pessoas que visitam o local.
<b>ÁGUA DE POVOAÇÃO</b>				
Marcelo Franco dos Santos; Honario Pereira Monteiro; João Benedito de Sousa.			Captação em poço ou cisterna rasa com profundidade de 7 m.	Para eles a água está boa. <b>Para os operadores da ETA a produção é insuficiente e há necessidade de retornar à captação no rio Doce.</b> Segundo os próprios operadores da ETA houve aumento na turbidez
<b>REGÊNCIA</b>				
Maria das Graças Meireles	Doméstica		Água da ETA Linhares (50%) fornecida por caminhões pipas + Captação poço artesiano profundo (50%). 130 m.	Afirmou que o sabão não espuma, amaciante para roupas não tem ação, a pele do esposo após banho apresenta coceira, a água apresenta cheiro de ferrugem. Antes do rompimento de Mariana, a população usava a água do rio Doce que era ""boa"" e que agora não o fazem mais. Esta pessoa avalia que nem o uso da água com blend de 50/50 está funcionando para melhorar a água.

NOME	FUNÇÃO	TELEFONE	FONTE – ORIGEM	COMENTÁRIOS
Milas Alves Santos	Motorista		Idem	Segundo ele a água após ser filtrada está boa para beber, sem problemas de coceiras após banho (coceira), a saponificação é boa. Ele diz ainda que antes do rompimento de Mariana, a água era salobra e que <b>agora está muito melhor.</b>
José Almeida	Pequeno comerciante		Idem	Afirma que a água antes do rompimento de Mariana tinha um pouco de salinidade. <b>Diz também que a água era melhor antes do rompimento. Sente coceira após banho. Para ele a água tem forte cheiro de ferrugem, e que só consome água mineral.</b>
Raimundo Evaldo Moura	Não mencionado.			Antes do rompimento a água era salgada. <b>Está tendo problemas com a saponificação e sem coceiras após banho.</b> Sente cheiro de ferrugem na água.

Tabela A 12 – Poços cadastrados em campo

PONTO	E	N	COTA (m)	PROF. (m)	PROF. N.A. (m)	COTA N.A (m)	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS				
							pH	Eh <sup>1</sup>	C.E. <sup>2</sup>	T. ÁGUA <sup>3</sup>	T. AR <sup>3</sup>
Poço 01	402098	7843766	10	-	4,03	5,97	6,87	64,8	412	22,8	22,6
Poço 02	413499	7827554	7	200	Jorrante	7	6,5	-29,6	1152	27,1	23,5
Poço 03	412763	7834193	9	7	1,9	7,1	5,85	-49,6	377	25,9	20,6
Poço 04	413464	7829230	5	4	1,21	3,79	-	-	-	-	-
Poço 05	410596	7836572	10	50	1	9	7,17	59,4	869	22,7	23
Poço 06	411905	7833849	11	-	2,9	8,1	5,48	53,4	290	26,4	24,2
Poço 07	403827	7830507	7	5	2,64	4,36	4,67	68,7	664	23,4	27,2
Poço 08	400529	7832707	9	-	4,76	4,24	4,34	16,8	377	27,7	26,3
Poço 09	401241	7835763	6	-	2,74	3,26	6,14	19,7	238	25,3	25,9
Poço 10	400177	7839008	10	8	3,71	6,29	5,96	179,8	518	23,3	21,6
Poço 11	397834	7844947	13	-	3,75	9,25	6	177,4	392	26,3	21
Poço 12	405771	7841610	7	-	2,77	4,23	-	-	-	-	-
Poço 13	401699	7848214	13	-	1,92	11,08	6,44	-59,3	618	24,9	22,4
Poço 14	398366	7849646	15	6	4,48	10,52	6,07	86	454	24,8	23,7

PONTO	E	N	COTA (m)	PROF. (m)	PROF. N.A. (m)	COTA N.A (m)	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS				
							pH	Eh <sup>1</sup>	C.E. <sup>2</sup>	T. ÁGUA <sup>3</sup>	T. AR <sup>3</sup>
Poço 15	397275	7851088	18	10	4,11	13,89	6,76	105,7	262	24,5	23,2
Poço 16	392310	7850857	17	7	3,78	13,22	5,8	69	277	27,8	25,3
Poço 17	388187	7847929	21	9	3,62	17,38	5,87	64,7	251	27,1	26,5
Poço 18	387393	7845848	20	6	4,82	15,18	5,86	-25	272	26,9	23,3
Poço 19	391141	7844894	18	6	4,94	13,06	5,86	143	249	26,6	24
Poço 20	397969	7840234	15	-	3,28	11,72	6,6	158,8	283	21,9	23,4
Poço 21	404705	7839414	10	8	3,35	6,65	5,95	158,2	351	24,1	20,6
Poço 22	407374	7839238	10	3,1	2,96	7,04	6,64	-69,9	366	25,1	23,5
Poço 23	388996	7852712	19	6	3,93	15,07	6,6	114,7	429	21,2	22,4
Poço 24	386061	7850653	22	6	4,39	17,61	5,7	97,9	611	23,1	25,3
Poço 25	416661	7834795	15	6	4,33	10,67	-	-	-	-	-
Poço 26	416946	7833291	8	6	4,21	3,79	5,93	105,2	154,2	29,9	25,3
Poço 27	415247	7829256	2	-	1,4	0,6	6,56	26,4	13810	25,9	30
Poço 28	392927	7853387	27	8	4,56	22,44	6,17	151,8	307	27,1	25,4

Nota: Eh – Potencial de oxidação-redução (redox); CE – Condutividade Hidráulica; T. Água – Temperatura da água; T. Ar – Temperatura do ar.

PONTO	E	N	COTA (m)	PROF. (m)	PROF. N.A. (m)	COTA N.A. (m)	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS				
							pH	Eh <sup>1</sup>	C.E. <sup>2</sup>	T. ÁGUA <sup>3</sup>	T. AR <sup>3</sup>
Poço 29	392680	7854506	25	120	5,5	19,5	5,45	218,8	236	23,4	24,2
Poço 30	397026	7854399	13	8	3,7	9,3	5,76	273	196,8	26,3	25,2
Poço 31	401786	7857512	14	9	3,5	10,5	5,73	134,8	416	26,6	24,7
Poço 32	398663	7852523	20	6	3,57	16,43	6,1	1,6	352	26,8	27
Poço 33	398671	7852614	19	150	-		6,8	-88,3	333	26,4	25
Poço 34	400835	7851313	12	120	4,41	7,59	7,2	-1,3	348	27,3	25,6
Poço 35	402689	7849090	19	6	3,32	15,68	6	109,7	179,1	27,1	24,5
Poço 36	405816	7844027	16	60	3,08	12,92	7,4	106	528	25,6	28,1
Poço 37	408020	7840334	13	100	4,1	8,9	-	-	-	-	-
Poço 38	415426	7836129	5	4,8	3,32	1,68	6,38	117,8	213,7	26,2	25,1
Poço 39	418997	7837039	2	-	1,94	0,06	7,8	151	16816	23,3	22,8
Poço 40	416550	7836045	13	6	4	9	5,4	186,4	158,1	26,4	24
Poço 41	415912	7837273	10	5,5	3,14	6,86	6,1	34,4	312	23,8	22
Poço 42	412680	7839058	8	8	4,31	3,69	5,94	63,7	150,3	27	25,6
Poço 43	412257	7837496	11	6	3,31	7,69	5,98	26	136	26,4	24,5

PONTO	E	N	COTA (m)	PROF. (m)	PROF. N.A. (m)	COTA N.A (m)	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS				
							pH	Eh <sup>1</sup>	C.E. <sup>2</sup>	T. ÁGUA <sup>3</sup>	T. AR <sup>3</sup>
Poço 44	404608	7846582	16	-	3,78	12,22	5,8	157	213,7	25	27,8
Poço 45	414050	7845522	14	-	3,51	10,49	6,4	-36,1	1209	25	25,6
Poço 46	411455	7846202	6	60	4,54	1,46	7,1	-114,9	1582	25,6	23,3
Poço 47	406560	7848249	15	6	4,05	10,95	6,04	185	143,9	25,5	27,3
Poço 48	406980	7850166	18	5	2,9	15,1	6,2	156,7	183,3	27,1	28,8
Poço 49	402203	7852814	20	6	3,22	16,78	6,57	158,1	162,8	26,2	25,7
Poço 50	396955	7853214	18	5,5	4,12	13,88	6,05	34,9	178,4	25,6	24,3
Poço 51	394386	7854087	28	6	4,41	23,59	5,7	192,8	150,8	26	27,3
Poço 52	395787	7854228	23	-	3,72	19,28	6,4	2,8	293	26,4	25
Poço 53	404232	7853257	25	6	3,01	21,99	5,8	174	178,7	26	24,2
Poço 54	352901	7838113	35	32	2,85	32,15	6,42	-34,1	266	24,5	23,7
Poço 55	367543	7843614	28	10	8,66	19,34	6,32	154,6	243	26,6	32,2
Poço 56	373926	7844377	29	9	6,97	22,03	-	-	-	-	-
Poço 57	375037	7845709	26	10	7,5	18,5	5,9	158,1	167	26,7	27,3
Poço 58	376722	7844960	30	12	6,34	23,66	4,3	310	133,6	26,2	27,8

PONTO	E	N	COTA (m)	PROF. (m)	PROF. N.A. (m)	COTA N.A (m)	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS				
							pH	Eh <sup>1</sup>	C.E. <sup>2</sup>	T. ÁGUA <sup>3</sup>	T. AR <sup>3</sup>
Poço 59	377223	7845991	23	-	5,95	17,05	5,5	153	132,1	26,5	27,3
Poço 60	381469	7844408	28	80	9,8	18,2	4,3	243	115,1	25,3	26,2
Poço 61	377419	7846894	25	40	5,8	19,2	6,4	136,7	190,7	26,3	24,3
Poço 62	380149	7849943	23	11	6,98	16,02	6,3	171,8	138,2	26	25,5
Poço 63	378245	7848472	23	7	4,95	18,05	6,48	25,2	141,3	27	25,1
Poço 64	372018	7841980	53	100	20,41	32,59	4,4	276,7	116,5	24,6	25,2
Poço 65	368453	7839937	57	30	16,71	40,29	4,3	287,5	239	25,7	26,4
Poço 66	384805	7849104	23	10	4,2	18,8	6,33	-39,5	251	24,2	24,6
Poço 67	381722	7850692	21	9	5,6	15,4	6,3	12,1	317	25,1	23

Nota: Eh – Potencial de oxidação-redução (redox); CE – Condutividade Hidráulica; T. Água – Temperatura da água; T. Ar – Temperatura do ar.

PONTO	E	N	COTA (m)	PROF. (m)	PROF. N.A. (m)	COTA N.A (m)	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS				
							pH	Eh <sup>1</sup>	C.E. <sup>2</sup>	T. ÁGUA <sup>3</sup>	T. AR <sup>3</sup>
Poço 68	382146	7849717	22	9	6	16	5,6	122,1	149,7	25,1	23,6
Poço 69	383137	7847204	23	12	4,86	18,14	5,9	163	348	26,2	24,4
Poço 70	380785	7844271	27	8,5	7,16	19,84	7,38	127,1	436	25,1	24,4
Poço 71	380698	7844312	29	22	10,18	18,82	-	-	-	-	-
Poço 72	375180	7841590	41	150	18,19	22,81	4,7	268,3	106	23,6	22,4
Poço 73	375996	7839271	44	100	18,43	25,57	4,64	266,8	111,8	24,5	24,1
Poço 74	372424	7843437	29	30	6,16	22,84	-	-	-	-	-
Poço 75	369644	7843507	27	-	7,4	19,6	6,3	101,3	138,5	26,4	23
Poço 76	388408	7853754	30	12	13,1	16,9	-	-	-	-	-
Poço 77	391049	7863821	26	12	9,95	16,05	6,12	180,7	119,3	22,9	22,1
Poço 78	389235	7855894	26	8,1	7,4	18,6	-	-	-	-	-
Poço 79	388571	7855591	35	-	11,23	23,77	-	-	-	-	-
Poço 80	388438	7855012	36	60	12,69	23,31	4,9	221,8	134,2	26,2	25,6
Poço 81	388258	7858148	35	60	15,65	19,35	4,65	279,2	104,8	26,7	24,5

PONTO	E	N	COTA (m)	PROF. (m)	PROF. N.A. (m)	COTA N.A (m)	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS				
							pH	Eh <sup>1</sup>	C.E. <sup>2</sup>	T. ÁGUA <sup>3</sup>	T. AR <sup>3</sup>
Poço 82	387664	7856551	40	30	11,99	28,01	4,36	271,7	264	25,8	24,5
Poço 83	388689	7854059	30	-	8,02	21,98	5,01	252,9	123,7	26,5	25,7
Poço 84	387060	7857596	37	28	17	20					
Poço 85	354544	7841610	105	40	20,69	84,31	5,02	234,1	114,9	25,6	26,5
Poço 86	356839	7841067	38	-	7,36	30,64	6,6	71,9	262	25,8	23,8
Poço 87	363758	7845160	29	4	0	29	6,5	139,7	155,9	22,2	23,6
Poço 88	368951	7845983	35	10,5	6,16	28,84	6,42	50,4	228	26,8	25,6
Poço 89	359458	7843606	35	-	6,63	28,37	-	-	-	-	-
Poço 90	371069	7852884	65	84	23	42	-	-	-	-	-
Poço 91	373993	7849275	25	6	1,72	23,28	6,5	32,5	196,1	24,5	21,6
Poço 92	375655	7859294	65	80	15,35	49,65	6,28	824,1	310	26,5	26
Poço 93	366082	7846844	65	60	26,32	38,68	-	-	-	-	-
Poço 94	360465	7843947	35	-	10,56	24,44	6,74	210,2	279	27,5	26,5
Poço 95	386404	7854623	25	7	5,36	19,64	-	-	-	-	-

Unidades: <sup>1</sup> mV <sup>2</sup>µS/cm <sup>3</sup>°C.

Tabela A 13 – Lagoas cadastradas em campo.

PONTO	PONTO DE ACESSO		DESCRIÇÃO	COTA N.A (m)	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS				
	E	N			pH	Eh <sup>1</sup>	C.E. <sup>2</sup>	T. ÁGUA <sup>3</sup>	T. AR <sup>3</sup>
Lagoa 01	402633	7843802	Lagoa escavada	7	-	-	-	-	-
Lagoa 02	402310	7843760	Lagoa escavada	8	-	-	-	-	-
Lagoa 03	407847	7826144	Rio Doce	8	7,53	120,7	251	22,1	22,3
Lagoa 04	414227	7835549	Lagoa natural	5	7,33	106,4	347	20	21,9
Lagoa 05	414189	7831145	Lagoa natural	3	-	-	-	-	-
Lagoa 06	413168	7831480	Lagoa natural	7	-	-	-	-	-
Lagoa 07	412833	7833879	Lagoa escavada	8	7,27	92,9	255	22	23,3
Lagoa 08	394087	7850284	Lagoa natural	17	8,34	76,7	426	23,9	29,2
Lagoa 09	383233	7846278	Lagoa escavada /Captação SAAE	20	-	-	-	-	-
Lagoa 10	399883	7855799	Lagoa escavada	13	5,6	173,1	239	26	24,5
Lagoa 11	415655	7838463	Lagoa escavada	8	8,6	14,1	166,6	24,3	24,7
Lagoa 12	409892	7843501	Lagoa escavada	5	6,4	-120,4	598	23,7	23,9
Lagoa 13	417153	7840212	Lagoa escavada	4	7,3	142,7	239	23,5	27
Lagoa 14	389938	7854488	Lagoa escavada	15	7,6	97,4	748	24,8	24
Lagoa 15	357054	7839288	Lagoa escavada	34	8,99	47,5	188,7	24,5	26,5
Lagoa 16	359134	7839303	lagoa do Amarelo / natural	42	6,77	126,4	171	26,5	27,1
Lagoa 17	365340	7837775	Lagoa escavada	29	7,1	97,1	228	25,6	23
Lagoa 18	380345	7846549	Lagoa escavada	16	5,3	214,6	287	25,8	27,8
Lagoa 19	379674	7846279	Lagoa escavada	15	5,5	166,7	253	26	25,8
Lagoa 20	378629	7845819	Lagoa escavada	16	4,88	232	213,2	25,1	25,9
Lagoa 21	386020	7859691	Lagoa Juparanã / natural	16	8,23	115,5	148,9	25,4	24,4
Lagoa 22	389455	7859638	Lagoa natural	24	-	-	-	-	-
Lagoa 23	388944	7857175	lagoa do Meio / natural	20	-	-	-	-	-
Lagoa 24	361098	7846062	Lagoa escavada	27	7,3	109,6	152,2	24,5	23,4
Lagoa 25	364326	7845710	Lagoa natural	30	7	193,5	122,9	24,7	22,9
Lagoa 26	369103	7850369	Lagoa natural	37	6,9	94,9	127,9	26,3	25,7
Lagoa 27	375350	7850251	Lagoa natural	20	7,46	88,7	150,9	26	25,3
Lagoa 28	377561	7850623	Ribeirão Palmas	25	7,8	79,2	284	23	22,8
Lagoa 29	378654	7852563	Lagoa Nova / natural	20	8,28	312,7	138,1	27,3	27,9
Lagoa 30	383729	7855210	Lagoa escavada	23	6,6	366,5	115,9	26	25,5
Lagoa 31	371746	7846485	Rio Doce	24	-	-	-	-	-
Lagoa 32	375900	7848690	Rio Doce	23	7,68	284,3	113,9	25,5	24,6
Lagoa 33	369673	7847035	Lagoa Piabanha / natural	34	6,7	239,7	133,2	24,8	22,9
Lagoa 34	358201	7845780	Lagoa natural	37	7,4	188,1	99	25,8	28,3

Unidades: <sup>1</sup> mV <sup>2</sup>µS/cm <sup>3</sup>°C

Cota do N.A. = cota do nível de água em relação ao nível do mar.

Tabela A 14 – Parâmetros contemplados nas análises e limites de usos preponderantes de águas subterrâneas de acordo com o a norma 396/2008 da CONAMA.

PARÂMETROS	L.Q.	CONAMA 396/2008			
		CONSUMO HUMANO	DESSEDENTAÇÃO DE ANIMAIS	IRRIGAÇÃO	RECREAÇÃO
Alcalinidade carbonato (mg L-1)	5,0	-	-	-	-
Alcalinidade de bicarbonatos (mgCaCO3/L)	5,0	-	-	-	-
Alcalinidade hidróxida (mg L-1)	5,0	-	-	-	-
Alumínio dissolvido (mg L-1)	0,010	-	-	-	-
Alumínio total (mg L-1)	0,010	0,2	5	5	0,2
Antimônio total (mg L-1)	0,0010	0,005	-	-	-
Arsênio total (mg L-1)	0,0010	0,01	0,2	-	0,05
Bário total (mg L-1)	0,010	0,7	-	-	1
Berílio total (mg L-1)	0,0010	0,004	0,1	0,1	-
Boro total (mg L-1)	0,010	0,5	5	0,5	1

Cádmio total (mg L-1)	0,0010	0,005	0,05	0,01	0,005
Cálcio total (mg L-1)	0,10	-	-	-	-
Chumbo total (mg L-1)	0,01	0,01	0,1	5	0,05
Cloreto Total (mg L-1)	0,1	250	-	100 - 700	400
Cobalto total (mg L-1)	0,010	-	1	0,05	-
Cobre total (mg L-1)	0,0010	2	0,5	0,2	1
Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)	Não se aplica	Ausentes	200	-	80
Condutividade (µS/cm)	0,1	-	-	-	-
Cromo hexavalente (mg L-1)	0,01	0,05	1	0,1	0,05
Cromo trivalente (mg L-1)	0,01	0,05	1	0,1	0,05
Ferro dissolvido (mg L-1)	0,010	0,3	-	5	0,3
Fluoreto total (mg L-1)	0,4	1,5	2	1	-
Lítio total (mg L-1)	0,010	-	-	2,5	-
Magnésio total (mg L-1)	0,10	-	-	-	-
Manganês total (mg L-1)	0,010	0,1	0,05	0,2	0,1
Mercurio total (mg L-1)	0,00010	0,001	0,01	0,002	0,001
Molibdênio total (mg L-1)	0,010	0,07	0,15	0,01	-
Níquel total (mg L-1)	0,010	0,02	1	0,2	0,1
Nitrato (como N) (mg L-1)	0,23	10	90	-	10
Nitrito (como N) (mg L-1)	0,015	1	10	1	1
Ortofosfato (mg L-1P)	0,02	-	-	-	-
pH	2 a 12	-	-	-	-
Potássio total (mg L-1)	0,10	-	-	-	-
Potencial redox (susp, a 50%) (MV)	-1000 à 1000	-	-	-	-
Prata total (mg L-1)	0,0010	0,1	-	-	0,05
Selênio total (mg L-1)	0,010	0,01	0,05	0,02	0,01
Sódio total (mg L-1)	0,10	200	-	-	300
Sulfato total (mg L-1)	2,0	250	1000	-	400
Temperatura da amostra (°C)	1 a 60	-	-	-	-
Trihalometanos totais (mg L-1)	0,002	-	-	-	-
Turbidez (NTU)	0,34	-	-	-	-
Urânio total (mg L-1)	0,010	0,015	0,2	0,01	-
Vanádio total (mg L-1)	0,010	0,05	0,1	0,1	-
Zinco total (mg L-1)	0,010	5	24	2	5