



RELATÓRIO FINAL

“Contaminação por metais pesados na água utilizada por agricultores familiares na Região do Rio Doce”



COORDENADOR DO PROJETO

João Paulo Machado Torres

RESPONSÁVEIS PELO RELATÓRIO

Juliana Souza, Janeide Padilha, Gabriel Oliveira e Thais Paiva

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Março de 2017

RESUMO

Este é o relatório final do projeto de pesquisa intitulado “Contaminação por metais pesados na água utilizada por agricultores familiares na Região do Rio Doce”, financiado pelo Greenpeace, iniciado em junho de 2016 e finalizado em janeiro de 2017. Neste relatório apresentamos as atividades realizadas durante o desenvolvimento deste projeto, e descrevemos detalhadamente os resultados quantitativos e qualitativos gerados. Partes dos dados contidos neste relatório já foram previamente disponibilizados no relatório parcial do presente projeto.

Contato da pesquisa: João Paulo Machado Torres
Estrada Francisco da Cruz Nunes 11722/104 Bl.2
Itaipú, Niterói, RJ. CEP: 24340-000
E-mails: jptorres@biof.ufrj.br, joao.torres@cnpq.br

Sumário

Introdução	4
Objetivo geral	5
Objetivos específicos	5
Atividades realizadas	6
Coleta de Amostras	7
Área de estudo	7
Belo Oriente	8
Governador Valadares	10
Colatina	11
Determinação de metais pesados	12
Procedimento analítico	12
Determinação de HgT	12
Determinação dos outros metais pesados em água	13
Resultados	14
Questionário Socioambiental	20
Perfil dos entrevistados	20
Resultados	21
Divulgação dos resultados	25
Despesas	26
Referências	27
Apêndices	29

Introdução

O desastre ambiental decorrente do rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais, provocou o despejo inadequado da lama de rejeitos de minérios gerando uma drástica mudança por todo o leito do Rio Doce. Após o desastre, foram observadas alterações nas concentrações de metais pesados no meio hídrico, prejudicando o abastecimento de água para o consumo humano, a dessedentação de animais, bem como para irrigação da lavoura (ANA, 2015).

Os impactos desse desastre afetaram o equilíbrio da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, observou-se a destruição direta de ecossistemas, impactos na fauna e flora, assim como prejuízos socioeconômicos. O impacto mais expressivo relaciona-se à impossibilidade do abastecimento de água tanto para meio rural como para o urbano. Os municípios banhados pelos rios afetados tiveram suas águas diretamente afetadas pela lama, planícies fluviais também foram afetadas. Nessas áreas, o acúmulo de lama torna-se preocupante, ao passo que as várzeas possuem solo arenoso, sendo mais permeáveis. Assim, os aquíferos subterrâneos dessas áreas podem estar mais suscetíveis à contaminação por metais pesados associados à lama (IBAMA, 2015).

Em função dos impactos na calha principal do Rio Doce, pode-se destacar o prejuízo na agricultura de pequena propriedade familiar. Isto acontece, pois, os produtores rurais nos municípios no entorno da bacia hidrográfica do Rio Doce encontram dificuldades para manter a produção agrícola e pecuária devido à qualidade da água do rio. Desta forma, há necessidade de políticas públicas e intervenção estatal para a recuperação das áreas afetadas.

O controle da qualidade da água é essencial para o equilíbrio ecológico aquático da região, assim como a água destinada ao uso da irrigação na lavoura e dessedentação animal é essencial para a proteção da saúde e o bem-estar tanto animal, quanto humano (CONAMA, 2005).

Os metais pesados estão entre os poluentes que tem a capacidade de se acumular na biota. Tendo em vista que estudos apontam para a dieta como sendo uma das principais vias de exposição aos metais pesados, o ambiente particular onde determinada população vive e obtém seu alimento se constitui

em fator de intensificação para o risco humano à toxicidade por estes provocada (Walker et al., 1997). Por ser um fator preocupante à saúde pública a presença de metais pesados no meio hídrico, há a necessidade de monitoramento constante do ambiente afetado, bem como da remediação ou recuperação a ser indicada com base nos resultados dos parâmetros alterados.

Considerando as informações supracitadas, conclui-se que há demanda por pesquisas em diversas áreas referentes à poluição ambiental decorrente do desastre. Portanto, a presente proposta teve como finalidade gerar dados para melhor compreensão sobre a real situação de exposição aos metais pesados, na qual a agricultura familiar da região afetada pelo desastre enfrenta. Tal afirmação torna-se essencial à medida que altas concentrações de elementos traço, entre estes, Hg, As, Pb, Cd, Mn, Sn e Fe, foram reportadas em relatório prévio feito pela Agência Nacional de Águas (2015).

Objetivo geral

Avaliar o impacto do rompimento da barragem de Fundão, na agricultura familiar, por meio de entrevistas e determinação da concentração de metais pesados na água utilizadas por agricultores familiares da região do Rio Doce. E assim fornecer suporte científico para que os segmentos da sociedade civil organizada possam tomar decisões sobre o gerenciamento das regiões afetadas.

Objetivos específicos

- ❖ Determinar a presença dos metais pesados (Cd, Fe, Mn, Pb, Sn, Hg) e metaloide (As) na água de irrigação e consumo animal nas propriedades de agricultores familiares em Belo Oriente-MG, Governador Valadares-MG e Colatina-ES;
- ❖ Obter informações sobre as atividades econômicas e de uso da água pelos pequenos produtores antes e depois do rompimento com a barragem, por meio de um questionário socioambiental;
- ❖ Divulgar os resultados, proporcionando informações sobre os impactos gerados pelo rompimento da barragem para a população geral, em especial à local, bem como à comunidade científica por meio de relatórios, artigos e outros materiais informativos;

- ❖ Subsidiar dados para futuros projetos de biorremediação.

Atividades realizadas

Metas 1 e 2 – Realizadas com sucesso

Metas alcançadas	Atividades	Descrição
Meta 1 Reconhecimento da área	1.1 Reconhecimento da área – Realizado com sucesso	Visita as propriedades de agricultores familiares na região da bacia do Rio Doce para seleção das áreas a serem amostradas
	1.2 Questionário socioambiental - Realizado com sucesso	Aplicação de questionário para os agricultores das propriedades visitadas
Meta 2 Amostragem	2.1 Coleta de água - Realizada com sucesso	Realizar a amostragem de água por meio de coleta ativa
	2.2 Determinar as concentrações de metais pesados– Realizada com sucesso	Determinar as concentrações de Hg, As, Pb, Cd, Mn, Sn e Fe

Meta 3 – Realizada parcialmente

Metas parcialmente alcançadas	Atividades	Descrição
Meta 3 Divulgação dos resultados	3.1 Resultados do projeto para a comunidade não científica – Iniciado	Divulgar os resultados do projeto por meio de linguagem simples e acessível: <ul style="list-style-type: none"> a) Relatório final b) Infográfico c) Artigo para revista de divulgação d) Palestras

	3.2 Resultados do projeto para a comunidade científica – Não iniciado	a) Redação de artigo para revista científica específica
--	--	---

Coleta de Amostras

A primeira expedição para coleta de dados e amostras foi realizada entre 4 e 18 de julho de 2016. A expedição teve a participação de sete pesquisadores e um motorista para dirigir o veículo oficial cedido pela Reitoria da Universidade Federal do Rio de Janeiro para transporte entre as cidades (Rio de Janeiro – Belo Oriente – Governador Valadares – Colatina – Rio de Janeiro) e deslocamento nas regiões às margens do Rio Doce para coleta de amostras.

Foram coletadas amostras em 48 pontos distintos ao longo do Rio Doce, focando em 3 cidades afetadas pelo rompimento da barragem. A equipe foi muito bem recebida por todos os agricultores familiares e moradores das cidades amostradas evidenciando a carência de apoio e respostas por parte desta população.

Área de estudo

Visando verificar o impacto do rompimento da barragem em diferentes extensões do Rio Doce, foram visitadas três cidades para coleta de amostras: Belo Oriente (MG), Governador Valadares (MG) e Colatina (ES).



Figura 1 - Cidades amostradas durante o projeto. Fonte: maps.google.com.br

Belo Oriente

O Município de Belo Oriente, pertencente à Mesorregião do Vale do Rio Doce, localiza-se à aproximadamente 214 Km de Mariana. As amostras foram coletadas em Cachoeira Escura, que segundo moradores de Belo Oriente foi uma das áreas mais afetadas da cidade, onde inclusive a mídia divulgou casos de contaminação da população local associado a água do Rio Doce (Estado de Minas, 2016). Foram coletadas amostras em 16 pontos, compreendendo amostras de poços, amostras de água cedidas pela prefeitura ou Samarco e água direto do Rio em Cachoeira Escura e nos distritos de Bugre e Naque, município vizinhos de Belo Oriente e também as margens do Rio Doce (Figura 2).



Figura 2 - (A) Primeiro ponto de coleta de água em Belo Oriente. (B) Garrafa utilizada por um morador para armazenar água potável. (C) Momento da entrevista com moradores impactados pela tragédia. (D) Solo utilizado para plantação coberto pela lama. (E) Amostra de lama. (F) Plantação as margens do Rio Doce impactado pela tragédia (Fotos: Fábio Torres).

Governador Valadares

Governador Valadares se encontra na margem esquerda do Rio Doce, a aproximadamente 302 km de Mariana. É uma cidade grande comparada as demais escolhidas por este projeto, no entanto assim como as outras cidades continua captando água do Rio Doce para o consumo humano e uso agropecuário. Visitamos a feira familiar onde selecionamos os locais para realizar a amostragem. Foram coletadas amostras em 16 pontos do distrito de Baguari incluindo as Ilhas Fortaleza e Pimenta (Figura 3).

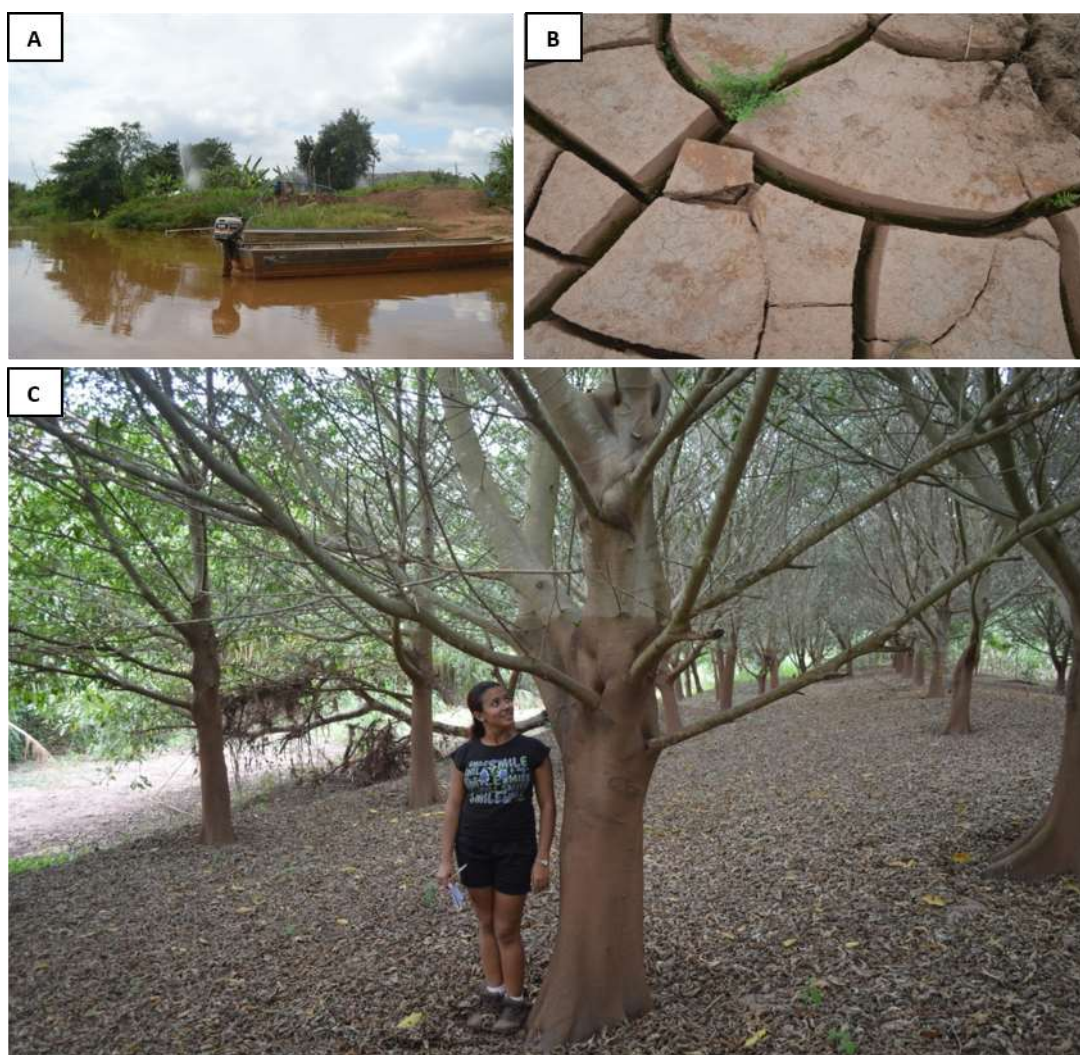


Figura 3 - (A) Plantação na margem do Rio Doce, utilizando água do rio para irrigação. (B) Lama já seca que impactou uma área de plantação. (C) Árvores ainda com a marca do alcance da lama originada pela tragédia (Fotos: Fábio Torres).

Colatina

Localizada na margem sul do Rio Doce, a aproximadamente 427 km de Mariana. Esta foi a cidade mais distante da tragédia analisada neste estudo. Diversos produtores rurais que dependiam exclusivamente do Rio Doce para irrigar as plantações, perderam lavouras inteiras depois da chegada da lama de rejeitos no Estado. A captação para uso domiciliar e irrigação com água do Rio Doce ainda é permitida e continua normalmente, apesar da qualidade da água gerar dúvidas (Melo, 2016; G1/ES, 2016). Foram amostrados 16 pontos na região, entre estes Porto Belo, Itapina e Maria da Graças (Figura 4).

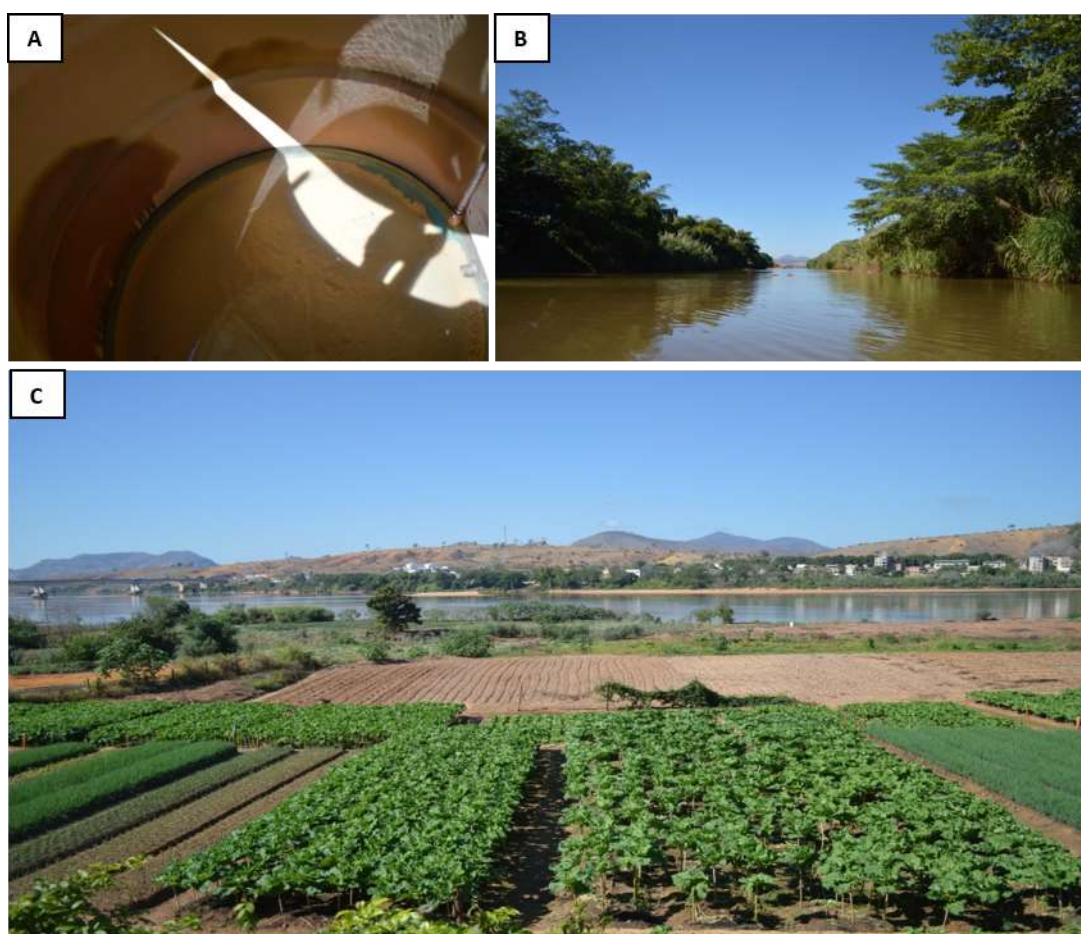


Figura 4 - (A) Caixa d'água utilizada por morador para armazenar água potável com o fundo coberto por lama. (B) Imagem do Rio Doce. (C) Plantação as margens do Rio doce (Fotos: Fábio Torres).

Determinação de metais pesados

As amostras de águas e solos coletados foram transportadas pela equipe até o Laboratório de Radioisótopos Eduardo Penna Franca. No laboratório, as amostras foram cadastradas e processadas de acordo com as metodologias e os parâmetros de qualidade descritas abaixo.

Procedimento analítico

Determinação de HgT

Garrafas de cor âmbar, previamente descontaminadas com período de 24h em banho de detergente ultrapuro diluído em água deionizada, seguido por período de 24h em banho de ácido nítrico a 5%. Após o processo de descontaminação, desde a coleta até a análise foi utilizada o método 1966 para análise de água descrito pela agência de proteção ambiental dos Estados Unidos (EPA, 1996). Em acordo com este, as águas foram acondicionadas nas garrafas em concentração ácida de HCl à 0,5%.

Para a quantificação da concentração Mercúrio Total (Hgt) contido nas amostras de água foi utilizado o Espectrofotômetro de Fluorescência Atômica por Vapor Frio (CVAFS), sistema automatizado MERX (BrooksRands Lab). O procedimento de preparação da amostra foi realizado conforme o protocolo certificado da EPA 1631. O mercúrio total (HgT) corresponde a todo mercúrio contido na amostra.

No processo, adiciona-se 25g da amostra em um tubo falcon de 50ml. Em seguida, 100ul de BrCL é adicionado para digestão/oxidação das amostras, a fim de converter todas as formas de mercúrio para Hg(II). Após a etapa anterior, adiciona-se 100ul de hidroxilamina, seguido de 100ul de cloreto estano e então os tubos são imediatamente fechados para não perder o Hg já volatilizado.

A curva de calibração foi produzida a partir da solução estoque "Total Mercury standard" (1ppm, Brooks Rand LLC., Seattle). Em todas as análises utilizamos branco analíticos e brancos de campo para quantificar possíveis contaminações em nosso método laboratorial e em campo e descontar das

amostras. Além disso, utilizamos pontos de concentração conhecida a partir da solução padrão para aferir a precisão do método ao longo das análises.

Determinação dos outros metais pesados em água

Garrafas de cor âmbar, previamente descontaminadas com período de 24h em banho de detergente ultrapuro diluído em água deionizada, seguido por período de 24h em banho de ácido nítrico a 5%. Após o processo de descontaminação, desde a coleta até a análise foi utilizada o método 1966 para análise de água descrito pela agência de proteção ambiental dos Estados Unidos (EPA, 1996). As amostras foram coletadas e acondicionadas em temperatura ambiente. Em seguida 1L foi evaporado até o volume de 20 ml, com acidificação em ácido clorídrico para análise no espectrômetro de absorção atômica por chama. A determinação das concentrações de Cr, Cu, Ni e Zn foi realizada no espectrômetro de absorção atômica, com atomização em chama no Laboratório de Radioisótopos Eduardo Penna Franca. Para a determinação das concentrações de Fe, As, Cd, Pb, Sn e Mn, as amostras foram acidificadas com ácido nítrico a 13% e filtradas, e posteriormente analisadas no espectrômetro de massa com fonte de plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), no Laboratório de Desenvolvimento Analítico, Departamento de Química Analítica, UFRJ. Soluções-padrão dos elementos analisados com uma concentração conhecida foram utilizados como certificado e só foram consideradas válidas quando obtiveram uma recuperação de 90% a 110%. Brancos analíticos e de campo foram tratados da mesma forma que as amostras e os valores encontrados foram em $\mu\text{g L}^{-1}$ Mn (1,2), Zn (5,2), Fe (43), Ni (0,0), Cr (0,0), Cd (0,13), As (0,14), Sn (0,79), Pb (0,23), Cu (1,8).

Os valores encontrados nas águas de poços artesianos, da Samarco e de alguns pontos do Rio foram comparados com os valores estipulados como seguro para consumo humano e irrigação pelo Conselho nacional do meio ambiente (CONAMA), mais especificamente com a RESOLUÇÃO CONAMA no 396, de 3 de abril de 2008. O CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente, instituído pela Lei 6.938/81.

Resultados

Tabela 1. Média± desvio padrão das concentrações de elementos traço em águas de poços artesianos em $\mu\text{g L}^{-1}$.

Localidade	<i>n</i>	Mn $\mu\text{g L}^{-1}$	Fe $\mu\text{g L}^{-1}$	As $\mu\text{g L}^{-1}$	Cd $\mu\text{g L}^{-1}$	Sn $\mu\text{g L}^{-1}$	Pb $\mu\text{g L}^{-1}$	Zn $\mu\text{g L}^{-1}$	Ni $\mu\text{g L}^{-1}$	Cr $\mu\text{g L}^{-1}$	Cu $\mu\text{g L}^{-1}$	Hg Total $\mu\text{g L}^{-1}$
Consumo humano		100	300	10	5	-	10	5000	20	50	2000	0,2
Belo Oriente	10	61,66 ±63,83	330,49± 392,65	0,26± 0,12	0,15± 0,02	0,66± 0,09	1,63± 3,17	14,52± 3,86	1,84± 0,45	2,76± 2,03	5,16± 2,80	<0,2
Gov. Valadares	14	124,63± 161,93	1359,29± 2191,62	0,24± 0,13	0,15± 0,02	0,69± 0,08	0,63± 0,32	223,66± 243,85	2,12± 1,15	2,03± 2,41	5,48± 6,84	<0,2
Colatina	10	358,20± 544	3752,94± 5714	1,81± 3,32	0,17± 0,06	0,87± 0,23	0,67± 0,38	10,79± 8,41	3,52± 3,71	2,01± 0,56	8,79± 15,79	<0,2

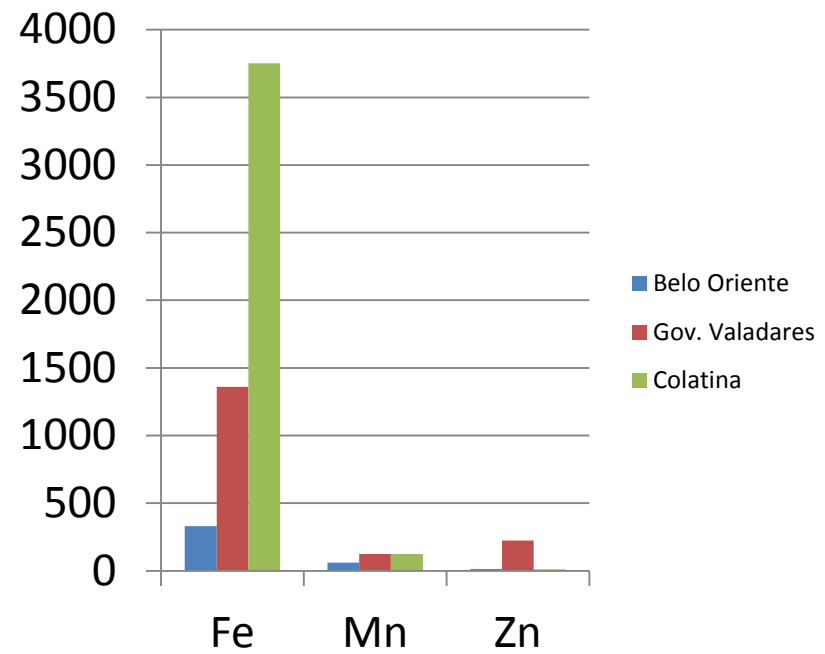
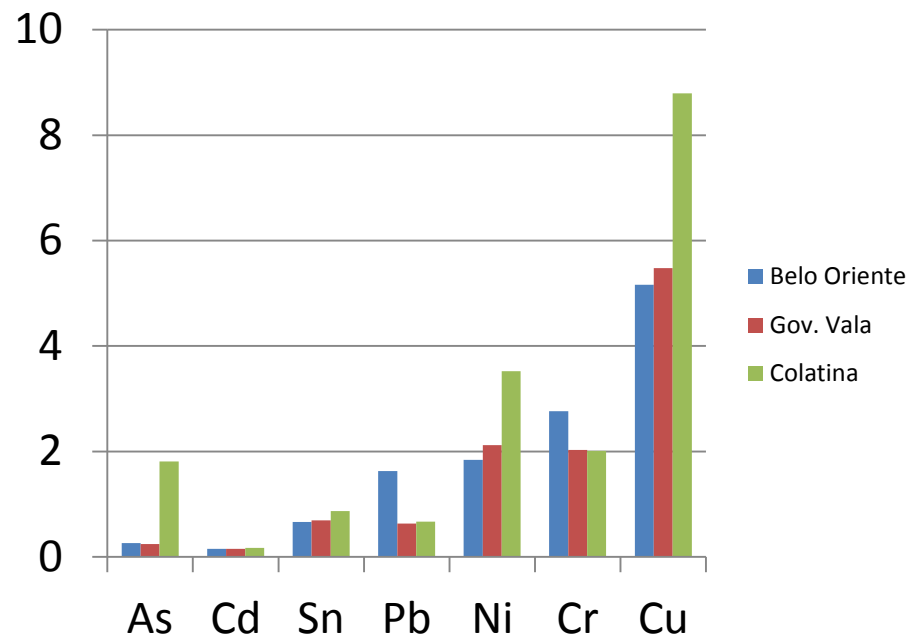


Figura 5. Concentração dos elementos traço em águas de poços artesianos em $\mu\text{g L}^{-1}$.

Tabela 2. Concentração de elementos traço presente na água distribuída pela Samarco em $\mu\text{g L}^{-1}$.

Localidade		Mn $\mu\text{g L}^{-1}$	Fe $\mu\text{g L}^{-1}$	As $\mu\text{g L}^{-1}$	Cd $\mu\text{g L}^{-1}$	Sn $\mu\text{g L}^{-1}$	Pb $\mu\text{g L}^{-1}$	Zn $\mu\text{g L}^{-1}$	Ni $\mu\text{g L}^{-1}$	Cr $\mu\text{g L}^{-1}$	Cu $\mu\text{g L}^{-1}$	Hg Total $\mu\text{g L}^{-1}$
Consumo humano		100	300	10	5	-	10	5000	20	50	2000	0,2
Belo Oriente	Água Samarco	35	114	0,21	0,24	0,76	1,2	166,57	2,86	0,42	2,68	<0,2
Colatina	Água da Samarco	11	169	0,39	0,14	0,69	0,47	4,86	1,96	1,90	3,66	<0,2
Colatina	Água da Samarco	62	675	0,38	0,14	1,4	0,96	12,21	2,18	1,42	5,98	<0,2
Colatina	Água Samarco	35	837	0,28	0,14	0,59	0,36	4,96	2,72	2,70	10,88	<0,2

Tabela 3. Concentração de elementos traço em $\mu\text{g L}^{-1}$ em água coletada do Rio Doce.

Localidade	Mn $\mu\text{g L}^{-1}$	Fe $\mu\text{g L}^{-1}$	As $\mu\text{g L}^{-1}$	Cd $\mu\text{g L}^{-1}$	Sn $\mu\text{g L}^{-1}$	Pb $\mu\text{g L}^{-1}$	Zn $\mu\text{g L}^{-1}$	Ni $\mu\text{g L}^{-1}$	Cr $\mu\text{g L}^{-1}$	Cu $\mu\text{g L}^{-1}$	Hg Total $\mu\text{g L}^{-1}$
Consumo humano		100	300	10	5	-	10	5000	20	50	0,2
Belo Oriente	116	220	0,21	0,13	0,56	0,42	11,11	1,12	0,48	7,28	<0,2
Belo Oriente	36	259	0,19	0,14	0,74	0,51	3,48	0,78	1,68	3,26	<0,2
Ilha Fortaleza (Baguari), Gov. Valadares	23	418	0,37	0,14	0,64	0,46	9,49	1,70	3,92	4,14	<0,2
Ilha da Joelma (Baguari) Gov. Valadares	76	699	0,39	0,13	0,65	0,58	12,45	1,76	1,58	5,84	<0,2
Colatina	16	173	0,31	0,14	0,71	0,62	8,04	1,80	3,90	3,78	<0,2
Colatina	12	148	0,26	0,13	1,3	0,35	3,62	1,98	2,54	3,62	<0,2
Colatina	9,7	132	0,35	0,18	0,74	0,97	23,61	2,34	3,04	41,96	<0,2

Colatina	11	159	0,24	0,13	0,75	0,34	5,17	1,86	1,68	3,60	<0,2
----------	----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------

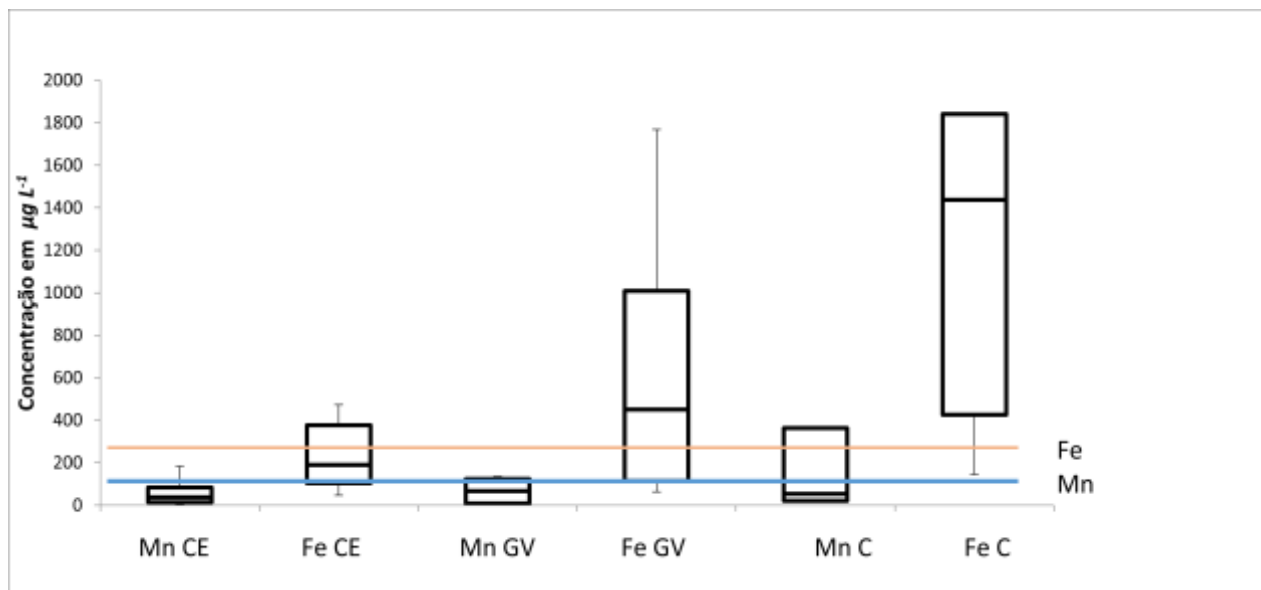


Figura 6. Concentração de ferro e manganês em $\mu\text{g L}^{-1}$ em água de poços artesianos em Cachoeira Escura (CE), Governador Valadares (GV) e Colatina (C). Os traços em laranja e azul representam os valores de ferro e manganês, respectivamente, estipulados como seguros pelo CONAMA para consumo humano.

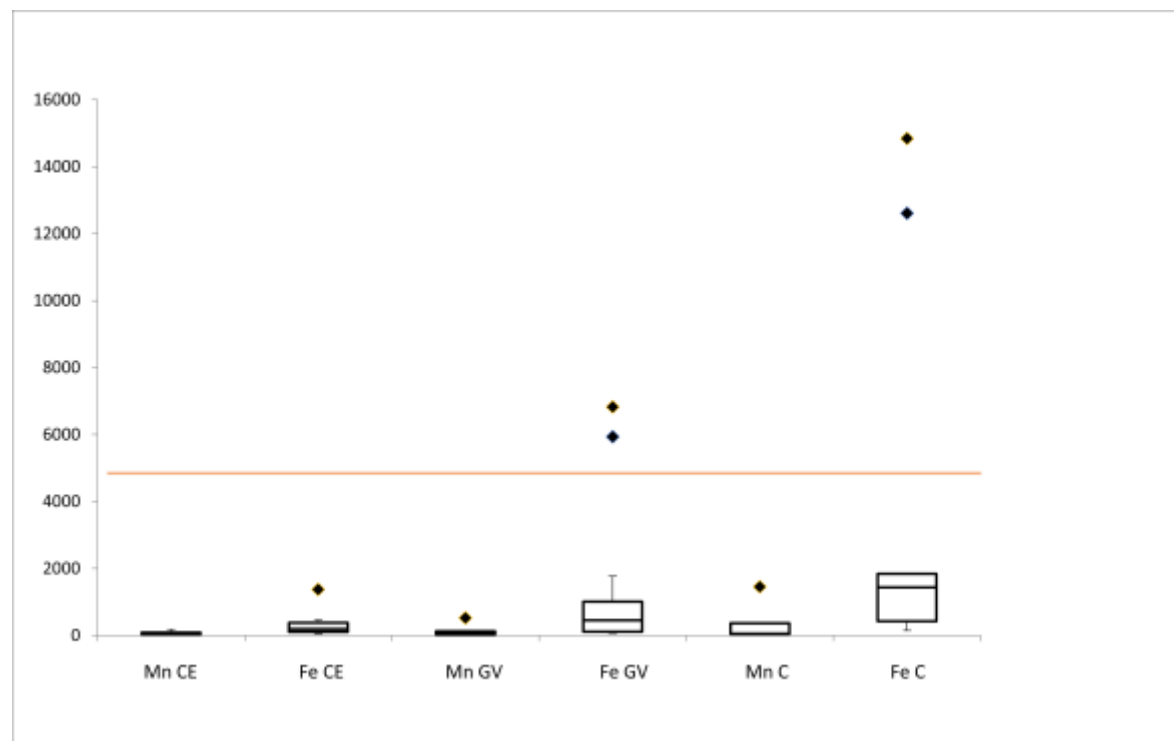


Figura 7. Concentração de ferro em $\mu\text{g L}^{-1}$ em água de poços artesianos em Cachoeira Escura (CE), Governador Valadares (GV) e Colatina (C). O traço em laranja representam os valores de Fe estipulados como seguros pelo CONAMA para consumo humano.

Pode-se observar que Belo Oriente possui 5 pontos de coleta com valores acima do permitido pelo CONAMA, em Governador Valadares 12 pontos e em Colatina 10 pontos que se encontram com os valores acima do permitido (Apêndice 1), não sendo recomendado o uso dessas águas para consumo humano e para alguns casos não recomendado para a irrigação das plantas, como no caso de alguns pontos de Governador Valadares e Colatina (Apêndice 1 e 2). Os metais acima do permitido para alguns pontos se restringiu ao ferro e manganês.

Não podemos afirmar que os poços sofreram contaminação por conta da lama proveniente da barragem rompida da empresa Samarco por falta de estudos prévios na região. Contudo podemos afirmar que a escavação dos poços, e sua posterior utilização se deu por conta do derramamento da lama na água do Rio, que por ventura, a inutilizou.

Questionário Socioambiental

Está é uma ferramenta qualitativa para coletar informações e delinear como o rompimento da barragem em Mariana afetou a rotina diária da população de entorno do Rio Doce. A pesquisa foi realizada na forma de entrevista e o questionário foi utilizado apenas como guia para o entrevistador. Foram aplicados 44 questionários/entrevistas em propriedades distintas. De forma a minimizar possíveis vieses de interpretação das perguntas e respostas dos entrevistados, todas foram conduzidas pelo mesmo pesquisador. Resultados podem ser consultados abaixo. Os resultados apresentam as inferências acerca do problema socioambiental causado pelo rompimento da barragem e para criar material suplementar e de divulgação direcionados ao público interessado.

Perfil dos entrevistados

Foram entrevistados donos e familiares de pequenas propriedades rurais com idade entre 18 e 82 anos, de ambos os sexos e de diversos níveis escolares. Como requisito, era necessário que utilizasse o Rio Doce como meio de renda

e subsistência (Fig.9) As informações pessoais dos participantes serão mantidas em caráter confidencial.

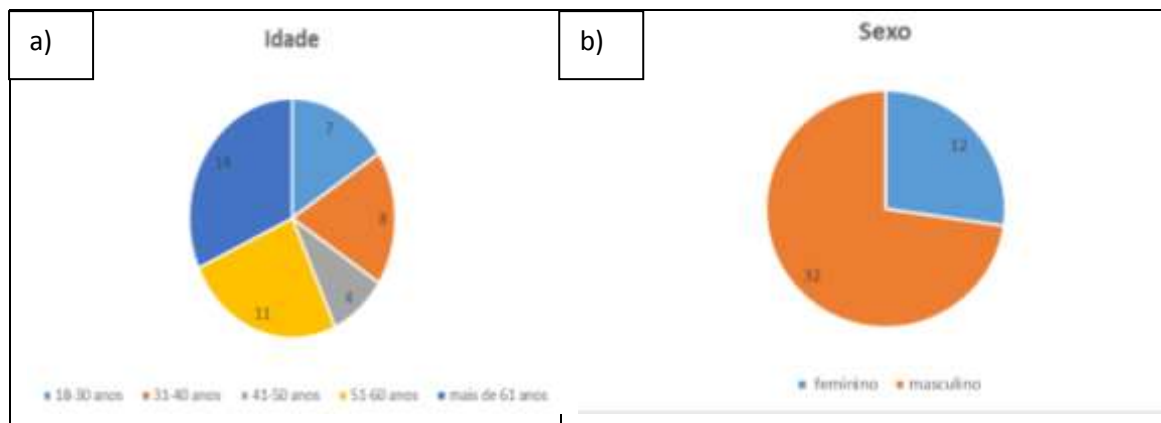


Figura 8. Idade (a) e sexo (b) dos entrevistados do questionário socioeconômico.

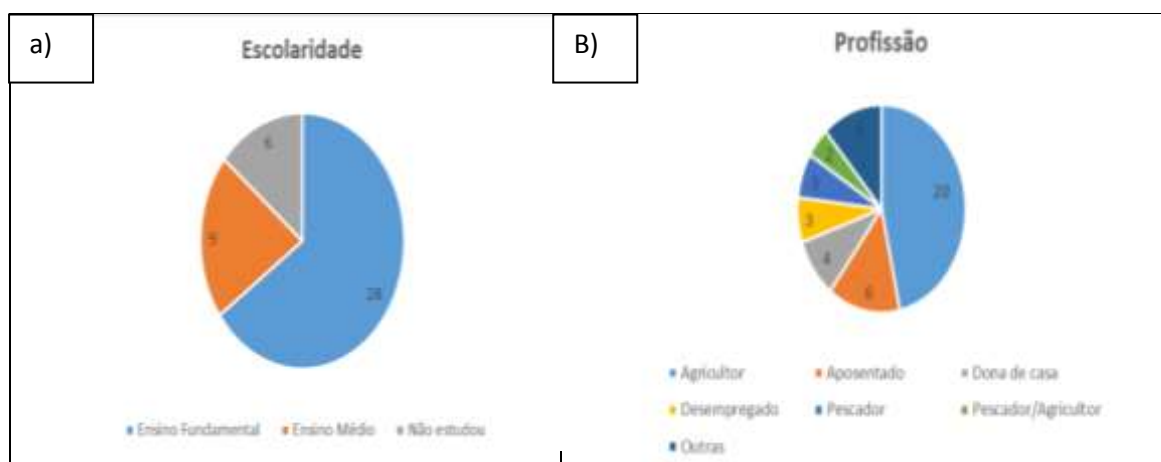


Figura 9. Perfil de escolaridade (a) e profissões dos entrevistados do questionário socioeconômico.

Resultados

A maioria dos entrevistados (93%), acompanharam as notícias do rompimento da barragem em Mariana (Fig. 10a) principalmente pelos programas de

televisão (Fig. 10b). Entretanto, 20% dos entrevistados apenas souberam do desastre no momento em que viram a lama invadindo suas propriedades.

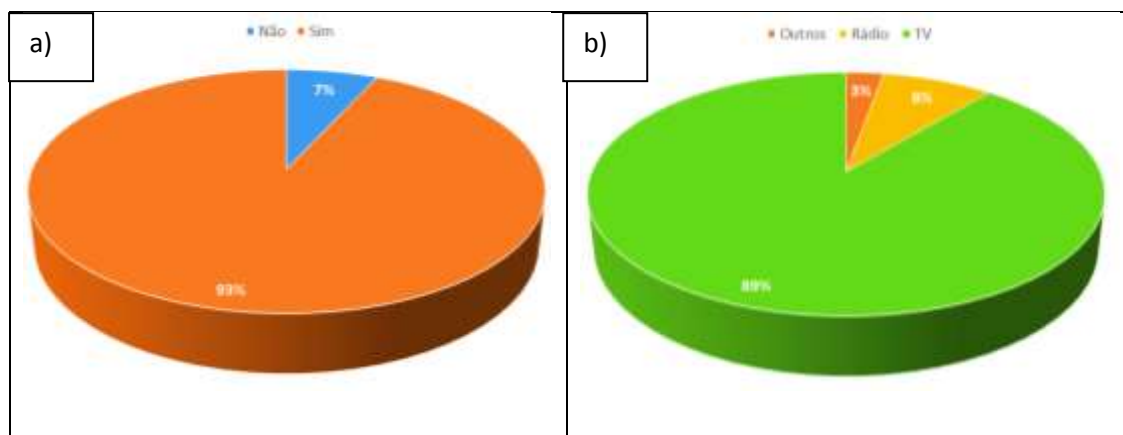


Figura 10. Respostas referentes ao acompanhamento das notícias relacionadas ao rompimento da barragem pelos entrevistados (a) e o modo de acompanhamento das notícias (b).

Quando questionados sobre quais tipos de cultivo desenvolviam para o sustento da família, 88% dos entrevistados afirmaram terem alterado o tipo de cultivo e/ou criação realizada pela família após o incidente, veja abaixo o número de agricultores e seus cultivos (Tabela 4) e criações (Tabela 5) antes e após o rompimento da barragem em Mariana.

Tabela 4 - Número de agricultores e seus respectivos cultivos antes e após o rompimento da Barragem em Mariana

Cultivo	Antes	Após	Cultivo	Antes	Após
Abacaxi	1	0	Fruta pão	1	0
Abóbora	7	2	Hortelã	1	1
Abobrinha	1	0	Inhame	4	0
Açaí	1	1	Jabuticaba	1	1
Agrião	1	1	Jaca	1	1
Alface	10	7	Jilo	2	3
Alho	1	1	Laranja	3	4
Almeirão	2	3	Lichia	1	1
Amendoim	2	1	Limão	6	3
Arroz	1	0	Mamão	0	1
Banana	16	10	Mandioca	11	2
Batata-doce	1	0	Manga	4	5
Beringela	1	0	Maracujá	1	0
Biri-Biri	0	1	Maxixe	1	1
Brócolis	1	1	Melancia	3	0
Cacau	2	1	Mexerica	2	2
Café	6	3	Milho	24	11

Cana-de-açúcar	13	3	Mostarda	3	3
Capim	1	0	Pepino	3	2
Cebola	4	4	Pimenta	1	2
Cebolinha	4	4	Quiabo	10	4
Cenoura	1	1	Rabanete	1	1
Coco	5	2	Repolho	2	3
Coentro	1	1	Rúcula	1	1
Couve	5	3	Salsa	1	3
Couve-flor	1	1	Serralha	1	1
Espinafre	1	1	Taioba	5	3
Feijão	17	4	Tomate	1	3

Tabela 5 - Número de agricultores e suas respectivas criações antes e após o rompimento da Barragem em Mariana

Criação	Antes	Após
Abelhas/mel	1	1
Cabras	7	1
Gado	1	2
Galinhas	1	6
Marrecos	1	0
Peixes	10	1
Porcos	5	2

Antes do rompimento da Barragem em Mariana, 98% dos entrevistados utilizavam água do Rio Doce para suas atividades diárias e econômicas, (Fig. 11). Após o rompimento da barragem apenas 36% permanecem utilizando a água do Rio Doce, destes 87% utilizam a água para irrigação.

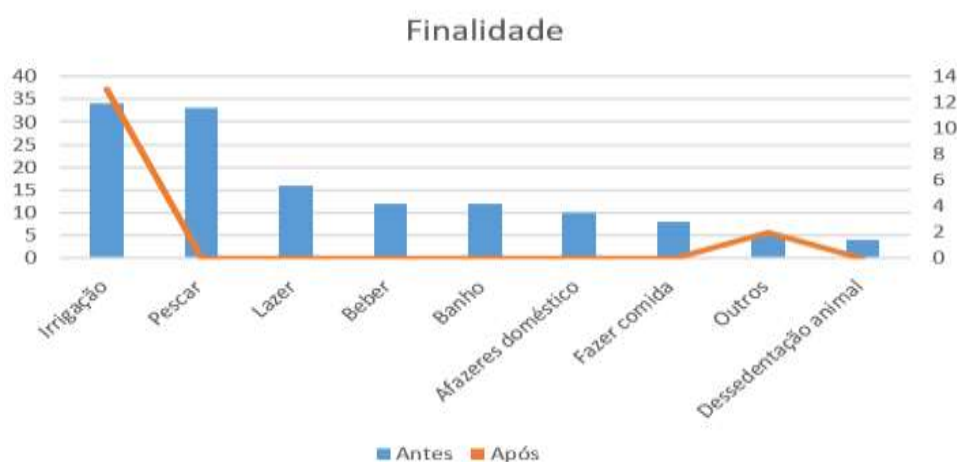


Figura 11 - Uso da água pelos agricultores antes do rompimento da Barragem em Mariana.

Isso porque 59% dos agricultores entrevistados não consideram a água do Rio Doce apropriada para consumo mesmo após tratamento (Fig.12).

APÓS TRATAMENTO A ÁGUA DO RIO DOCE SE TORNA ADEQUADA PARA O CONSUMO?



Figura 12 - Opinião dos agricultores sobre a água do Rio Doce, mesmo após tratamento.

A falta de credibilidade na água recebida pelo abastecimento das cidades faz com que a maioria dos agricultores comprem água mineral para beber e cozinhar, isto gera mais um custo na vida diária destas famílias. Apenas 41% dos entrevistados informaram receber água de algum órgão ou instituição.

Os participantes da pesquisa, pareceram bastante emocionados em fala sobre a importância do Rio Doce em suas vidas, abaixo uma nuvem de palavras com todas as frases para a pergunta “O que o Rio Doce significa/significava para você?”



Figura 13 - O que o Rio Doce significa para você (Tagul, 2017)

Divulgação dos resultados

A divulgação dos resultados foi realizada nos dias 12 a 20 de janeiro de 2017, quando os pesquisadores visitaram todos os entrevistados na fase inicial do projeto para entregar o “laudo” dos resultados (Fig. 13). Este documento além de trazer as concentrações dos elementos encontrados na água analisada, informou as concentrações consideradas seguras e permitidas pelos órgãos ambientais e saúde competentes (Apêndice 3) e os riscos associados ao uso da água do Rio Doce, espera-se que este documento sirva de informação e como evidência dos impactos causados pela SAMARCO no Rio Doce e diretamente na vida dessas famílias. Para disseminar a informação na região, foram distribuídos panfletos sobre a tragédia com os dados desta pesquisa para a população em geral, assim como disponibilizados materiais informativos em postos de saúde, escolas e associação de moradores. Os

materiais foram criados pelos pesquisadores em linguagem simples e objetiva visando facilitar o entendimento da população sobre a temática.



Figura 13. Entrega do relatório e laudo da análise de água para os entrevistados.

Despesas

Conforme solicitado na planilha orçamentária deste projeto, para pleno desenvolvimento destas atividades foram utilizados os recursos financeiros cedidos pela contratante para pagamento das despesas com coleta de amostras, análises laboratoriais e divulgação do resultado. Para mais informações ver planilha de gastos parciais anexados a este relatório.

Referências

Agência Nacional de Águas. 2015. Relatório Técnico, Análise Preliminar Sobre a Qualidade d'água e seus Reflexos sobre os usos da água.

BISINOTI, M. C.; JARDIM, W. F.; BRITO JÚNIOR, J. L.; GUIMARÃES, J. R. 2006. Um novo método para quantificar mercúrio orgânico (Hg orgânico) empregando a espectrometria de fluorescência atômica do vapor frio. Química Nova, 29(06):1169-1174.

BLOOM, N.S. 1992. On the chemical form of mercury in edible fish and marine invertebrate tissue. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 49.5: 1010-1017.

BOCKER, T.; VIZY, B. 1989. Hydrogeological Problems of Hungarian Bauxite and Coal Deposits. Paleokarst — A Systematic and Regional Review, 533–548.

CONAMA. 2005. RESOLUÇÃO No 357. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> Em/MG, > Acesso em 20 de março 2016.

ESTADO DE MINAS. 2016. Impasse de abastecimento de água em Cachoeira Escura após reunião na ALG <http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/03/11/interna_gerais,742637/impasse-de-abastecimento-de-agua-em-cachoeira-escura-continua-apos-reu.shtml> Acesso em 21 de março 2016.

FADINI, P. S.; JARDIM, W. F. 2000. "Storage of natural water samples for total and reactive mercury analysis in PET bottles." Analyst 125.3: 549-551.

G1 - Espírito Santo. 2016. Lama: Rio Doce sobe 1,72 metro no ES e turbidez aumenta com chuva. Disponível em: <<http://g1.globo.com/espírito-santo/desastre-ambiental-no-rio-doce/noticia/2016/01/rio-doce-tem-nivel-e-turbidez-da-lama-elevados-apos-chuva-no-es.html>> Acesso em: 20 de março de 2016.

G1 - Minas Gerais. 2015. Samarco não terá que distribuir água nas casas em Governador Valadares Disponível em :<<http://g1.globo.com/mg/vales-mg/noticia/2015/12/samarco-nao-tera-que-distribuir-agua-nas-casas-em-governador-valadares.html>> Acesso em: 20 de março de 2016.

G1 - Minas Gerais. 2015. Lama de barragens atinge Rio Doce e distrito de Belo Oriente fica sem água. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mg/vales-mg/noticia/2015/11/lama-de-barragens-atinge-rio-doce-e-distrito-de-belo-orientes-fica-sem-agua.html>> Acesso em: 21 de março de 2016

G1 - Minas Gerais. 2016. Linha de trem da Vale é fechada por moradores de Belo Oriente, em MG. Disponível em: <<http://g1.globo.com/minas-gerais/desastre-ambiental-em-mariana/noticia/2016/03/linha-de-trem-da-vale-e-fechada-por-moradores-de-belo-orientes-em-mg.html>> Acesso em: 21 de março de 2016

IBAMA. 2015. Laudo Técnico Preliminar, Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais.

IBGE. 2010. Governador Valadares - MG. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=312770>> Acesso em 20 de março de 2014.

INCAPER. 2011. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. Programa de assistência técnica e extensão rural – PROATER 2011- 2013, Colatina. Disponível em: <<http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Noroeste/Colatina.pdf> > Acesso em 20 de março de 2016

MELO, M. 2016. Agricultores perdem lavouras inteiras por causa da lama em Colatina, ES. G1 (Globo) Disponível em: <<http://g1.globo.com/espírito-santo/desastre-ambiental-no-rio-doce/noticia/2016/02/agricultores-perderam-lavouras-inteiras-apos-lama-em-colatina-es.html>> Acesso em 20 de março de 2016

US EPA. 2001. Water Quality Criterion for the Protection of Human Health: Methylmercury, Office of Water, EPA-823-R-01-001.

US EPA. 1996. Method 1669: Sampling Ambient Water for Trace Metals at EPA Water Quality Criteria Levels. US Environmental Protection Agency. Office of Water, Washington, DC.

WALKER, C. H.; HOPKIN, S. P.; SIBLY, R. M.; PEAKALL, D.B. 1997. Principles of Ecotoxicology, London, Taylor & Francis

WELZ, B.; SPERLING, M. 1999. Atomic Absorption Spectrometry.

Apêndices

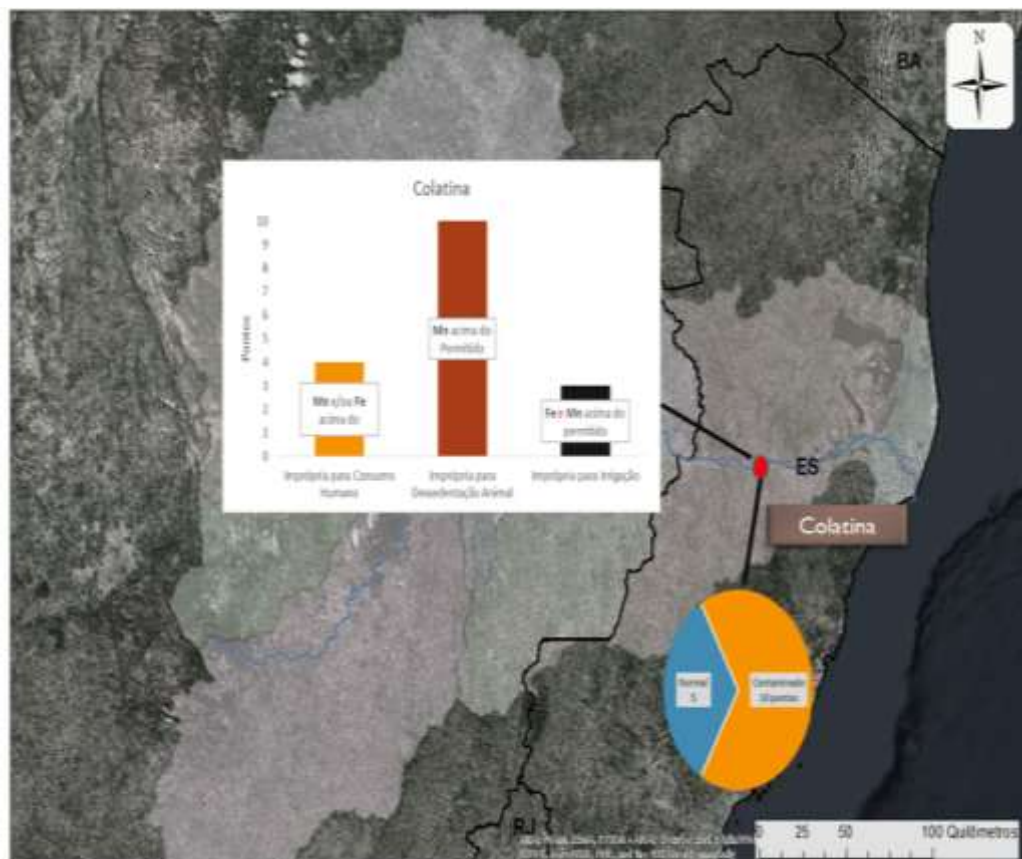
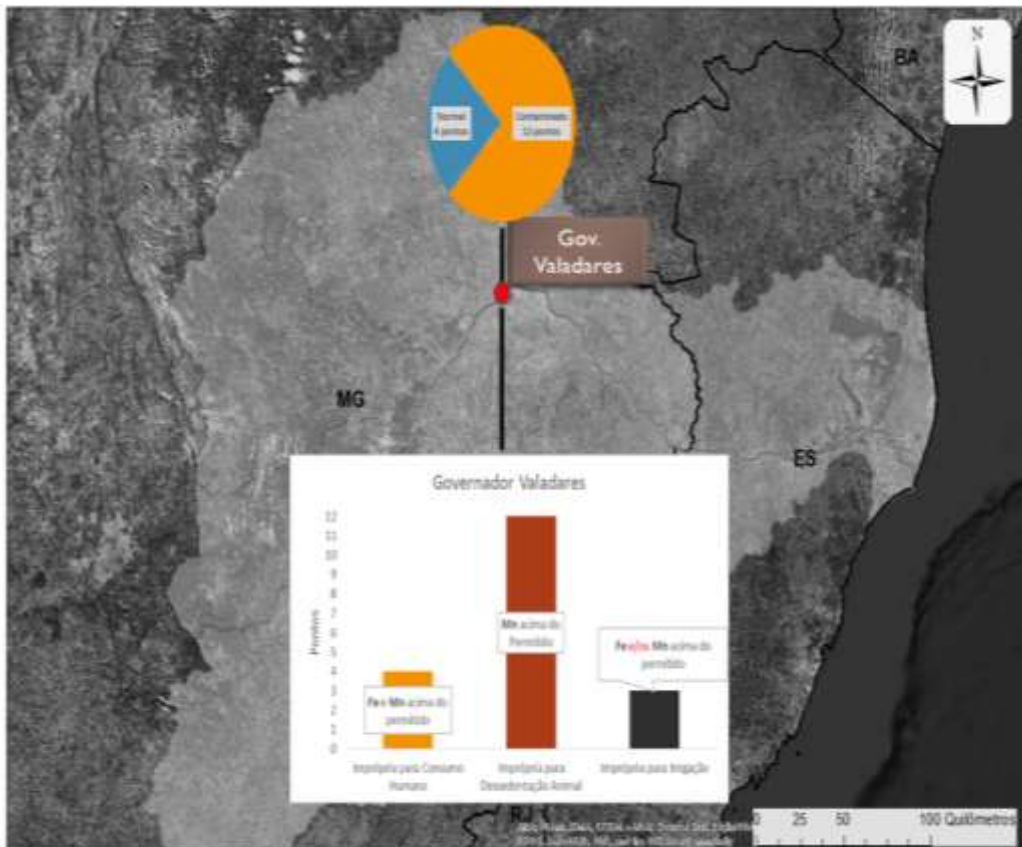
Apêndice 1. Concentrações de elementos traço em águas de poços artesianos, distribuídas pela Samarco e proveniente do Rio Doce em $\mu\text{g L}^{-1}$ para cada ponto de coleta. Em vermelho os valores que se encontram acima da concentração estipulada como segura para consumo humano pelo CONAMA. Com * as amostras que estão com concentração de elementos traço acima do estipulado pelo CONAMA para irrigação.

CONAMA			Mn	Fe	As	Cd	Sn	Pb	Cr	Zn	Ni	Cu	HgT
Consumo humano (CONAMA)			100	300	10	5	-	10	50	5000	20	2000	0,02
Irrigação (CONAMA)			200	5000	-	10	-	5000	100	2000	200	200	
Ponto	Tipo	Local	Mn	Fe	As	Cd	Sn	Pb	Cr	Zn	Ni	Cu	HgT
1	Água do rio	Cachoeira Escura, Belo Oriente	-	-	-	-	-	-	3,02	20,53	2,12	3,64	<0,02
2	Água de poço	Cachoeira Escura, Belo Oriente	-	-	-	-	-	-	0,8	7,61	0,82	2,02	<0,02
3	Água de poço	Cachoeira Escura, Belo Oriente	49	127	0,23	0,13	0,60	0,30	0,76	15,53	1,26	4,08	<0,02
4	Água de correço próximo ao Rio	Cachoeira Escura, Belo Oriente	116	220	0,21	0,13	0,56	0,42	0,48	11,12	1,12	7,28	<0,02
5	Água de poço	Cachoeira Escura, Belo Oriente	13	69	0,16	0,16	0,68	0,58	6,34	15,29	1,96	3,72	<0,02
6	Água de poço	Cachoeira Escura, Belo Oriente	28	96	0,26	0,14	0,69	0,42	5,52	8,45	1,4	3,26	<0,02
7	Água de poço	Cachoeira Escura, Belo Oriente	16	193	0,19	0,14	0,78	1,9	0,54	12,7	1,94	12,92	<0,02
8	Água de poço	Cachoeira Escura, Belo Oriente	95	473	0,49	0,21	0,82	0,92	1,2	13,11	2,54	4,84	<0,02
9	Água de poço	Cachoeira Escura, Belo Oriente	173	365	0,42	0,13	0,67	0,37	3,42	18,89	2,44	4,46	<0,02
10	Água do Rio Santo Antônio	Naque, Ipatinga	36	259	0,19	0,14	0,74	0,51	1,68	3,48	0,78	3,26	<0,02
11	Água Samarco	Cachoeira Escura, Belo Oriente	35	114	0,21	0,24	0,76	1,2	0,42	166,57	2,86	2,68	<0,02
12	Água de poço	Cachoeira Escura, Belo Oriente	183	1369	0,29	0,14	0,56	11	1,14	20,97	1,26	3,6	<0,02

13	Poço da prefeitura	São Lourenço, Belo Oriente	3,7	47	0,13	0,13	0,57	0,26	2,86	10,68	1,92	4,74	<0,02
15	-	São Lourenço, Belo Oriente	9,5	187	0,23	0,16	0,58	0,49	448,34	353,81	3,06	513,44	<0,02
16	Água de poço	São Lourenço, Belo Oriente	47	380	0,19	0,14	0,66	0,59	1,88	12,08	1,98	4,52	<0,02
17	Água de poço	Ilha Fortaleza (Baguari), Gov. Valadares	7,1	111	0,32	0,14	0,59	0,59	3,98	17,54	1,66	5,44	<0,02
18	Água de poço	Ilha Fortaleza (Baguari), Gov. Valadares	93	205	0,16	0,14	0,74	0,42	1,66	6,44	1,12	3,72	<0,02
19	Água de poço	Ilha Fortaleza (Baguari), Gov. Valadares	23	418	0,37	0,14	0,64	0,46	2,5	710,03	1,1	3,04	<0,02
20	Água do rio	Ilha dos Pimenta (Baguari), Gov. Valadares	522*	1025	0,23	0,17	0,65	0,76	3,92	9,49	1,7	4,14	<0,02
21	Água de poço	Ilha dos Pimenta (Baguari), Gov. Valadares	49	943	0,40	0,16	0,82	0,45	4,08	167,15	2,9	3,44	<0,02
22	Água de poço	Ilha dos Pimenta (Baguari), Gov. Valadares	135	5935*	0,15	0,14	0,63	0,30	1,14	581,52	1,98	2,62	<0,02
23	Água de poço	Ilha dos Pimenta (Baguari), Gov. Valadares	14	130	0,18	0,14	0,73	0,45	1,08	344,65	1,74	4,88	<0,02
24	Água de poço	Ilha da Joelma (Baguari), Gov. Valadares	76	699	0,39	0,13	0,65	0,58	1,56	295,92	3,24	3,02	<0,02
25	Água do rio	Ilha Fortaleza (Baguari), Gov. Valadares	3	71	0,12	0,17	0,69	1,0	1,58	12,46	1,76	5,84	<0,02
26	Água de poço	Ilha dos Pimenta (Baguari), Gov. Valadares	47	501	0,24	0,14	0,79	0,67	0,42	504,85	1,66	3,1	<0,02
27	Água de poço	Ilha dos Pimenta (Baguari), Gov. Valadares	4,3	63	0,16	0,13	0,57	0,45	0,16	9,16	2,02	9,52	<0,02

28	Água de poço	Ilha dos Pimenta (Baguari), Gov. Valadares	4,2	401	0,25	0,21	0,66	1,4	0,9	22,47	1,24	2,3	<0,02
29	Água de poço	Ilha dos Pimenta (Baguari), Gov. Valadares	91	961	0,19	0,15	0,73	0,48	0,52	367,39	1,3		<0,02
30	Água de poço	Baguari, Gov. Valadares	340*	1768	0,60	0,14	0,78	0,53	2,54	70,84	1,42		<0,02
31	Água de poço	Caramuzinho, Gov. Valadares	85	90	0,12	0,14	0,74	0,31	0,7	12,67	3,6		<0,02
32	Água de poço	Baguari, Gov. Valadares	351*	6826*	0,28	0,16	0,63	1,0	9,6	5,93	1,34		<0,02
33	Água de poço	Maria das Graças, Colatina	363*	14840*	0,35	0,16	0,70	0,65	1,6	32,21	4,96		<0,02
34	Água de poço	Maria das Graças, Colatina	54	426	0,41	0,31	0,75	1,6	1,56	13,73	13		<0,02
35	Água do Rio	Maria das Graças, Colatina	1455*	1635	3,0	0,14	1,3	0,32	1,98	3,74	2,14		<0,02
36	Água de poço	Maria das Graças, Colatina	1115*	12610*	10	0,15	0,93	0,53	1,5	4,722	2,02		<0,02
37	Água de poço	Itapina, Colatina	16	173	0,31	0,14	0,71	0,62	2,02	7,758	1,64		<0,02
38	Água do Rio Doce	Itapina, Colatina	23	1841	0,89	0,14	1,1	0,53	3,9	8,048	1,8		<0,02
39	Água de poço	Itapina (Ilha), Colatina	16	475	0,24	0,14	0,66	0,49	1,78	30,646	4,44		<0,02
40	Água do rio após tratamento	Itapina, Colatina	12	148	0,26	0,13	1,3	0,35	1,58	5,05	2,56		<0,02
41	Água do Rio	Itapina, Colatina	9,7	132	0,35	0,18	0,74	0,97	2,54	3,62	1,98		<0,02
42	Água do Rio	Porto Belo, Colatina	11	159	0,24	0,13	0,75	0,34	3,04	23,618	2,34		<0,02
43	Água do Rio	Porto Belo, Colatina	11	169	0,39	0,14	0,69	0,47	1,68	5,17	1,86		<0,02
44	Água da Samarco	Porto Belo, Colatina	62	675	0,38	0,14	1,4	0,96	1,9	4,86	1,96		<0,02
45	Água da Samarco	José Guidane, Colatina	35	837	0,28	0,14	0,59	0,36	1,42	12,21	2,18		<0,02
46	Água	José Guidane, Colatina	162	1437	0,51	0,20	1,1	0,89	2,7	4,96	2,72		<0,02
47	Água de poço	Baunilha, Colatina	16	368	0,28	0,14	0,68	0,60	2,5	10,15	3,34		<0,02
48	Água de poço	Baunilha, Colatina	21	145	0,29	0,14	0,68	0,46	3,14	6,59	0,68		<0,02

Apêndice 2. Pontos com valores acima do permitido pelo CONAMA para consumo humano e irrigação.



Apêndice 3. Modelo de laudo entregue aos participantes do estudo.

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Laboratório de Radioisótopos Eduardo Penna Franca
Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho
UFRJ, CCS, Bloco G, subsolo, sala 62
Cidade Universitária, Rio de Janeiro, Brasil

Nome: _____ Local: Cachoeira Escura, Belo Oriente Estado: Minas Gerais
Data da coleta: 05/07/2016 Data: 10/01/2017 Material: Água de poço
Finalidade do uso da água: Irrigação Ponto de coleta: 3

Laudo análise de água

Equipamentos:

Espectrômetro de absorção atômica com atomização em chama
Espectrometria de massa por plasma acoplado indutivamente (ICP-MS)

Ferro (Fe) 127 µg
L⁻¹

Valor estipulado pelo CONAMA como aceitável para consumo humano:

Fe 300 µg L⁻¹ Aceitável

Valor estipulado pelo CONAMA como aceitável para Irrigação:

Fe 5000 µg L⁻¹ Aceitável

Manganês (Mn) 49 µg
L⁻¹

Valor estipulado pelo CONAMA como aceitável para consumo humano:

Mn 100 µg L⁻¹ Aceitável

Valor estipulado pelo CONAMA como aceitável para Irrigação:

Mn 200 µg L⁻¹ Aceitável

Para Cromo (Cr), cádmio (Cd), selênio (Se), zinco (Zn), estanho (Sn), níquel (Ni), mercúrio (Hg), chumbo (Pb) e arsênio (As) valores seguros e muito abaixo do estipulado como perigoso tanto para consumo humano, como irrigação.



Rio de Gente

O projeto "Contaminação por metais pesados na água utilizada por agricultores familiares na região do Rio Doce" surgiu por uma iniciativa da ONG Greenpeace que com recursos obtidos pela iniciativa #SouMinasGerais criou o projeto coletivo Rio de Gente visando monitorar e investigar as consequências do derrame de rejeitos sobre a vida das pessoas e comunidades e sobre o meio ambiente em toda a extensão da Bacia do Rio Doce. São vários projetos Este é apenas uma pequena parte do projeto.

Nosso objetivo:

- ✓ Avaliar o impacto do rompimento da barragem de Fundão, na agricultura familiar, por meio de entrevistas e determinação da concentração de metais pesados na água de agricultores familiares da região do Rio Doce

Quem somos

Laboratório de Radioisótopos Eduardo Penna Franca

Localizado no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho na Universidade Federal do Rio de Janeiro se dedica ao estudo da dinâmica ambiental de contaminantes, entre estes, metais pesados há mais de 30 anos.

Projeto Rio Doce

Email: projetometaisnoriodoce@gmail.com

Web:

www.facebook.com/LREPF

Endereço

Av. Carlos Chagas Filho, 373 – CCS Bloco G,
Sala 061 subsolo. Cidade Universitária, Rio
de Janeiro, RJ. CEP: 21941-902



Realização:



Financiamento:



Contaminação por metais pesados na água utilizada por agricultores familiares na região do Rio Doce

*Laboratório de Radioisótopos
Eduardo Penna Franca
& Greenpeace*



