

Nota Técnica nº 36/2020/CT-IPCT/CIF

Assunto: Análise do estudo “Compilação e avaliação de estudos ambientais realizados antes e após o rompimento da barragem de Fundão – Litoral norte do Espírito Santo” de junho de 2020 enviado pela Fundação Renova.

I. INTRODUÇÃO

A Câmara Técnica Indígena e Povos e Comunidades Tradicionais (CT-IPCT) tem a atribuição de assessorar o Comitê Interfederativo (CIF) no exercício das competências de orientar, acompanhar, monitorar e fiscalizar o Programa de Proteção e Recuperação da Qualidade de Vida dos Povos Tradicionais (PG 04), previsto na cláusula 8, I, d, do Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC), no âmbito do qual está inserida a Comunidade Remanescente de Quilombo de Degredo em Linhares, Espírito Santo

Tendo em vista o que dispõe a cláusula 51 do TTAC: “Compreende-se por Povos e Comunidades Tradicionais os grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuam formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição”.

Os programas que envolvem as comunidades tradicionais atingidas devem ter estrita observância aos preceitos definidos na Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT).

No dia 12 de agosto de 2020, a Fundação Renova apresentou na 32ª RO da CT-IPCT o Compilado de Estudos Ambientais Complementares, elaborado pela empresa Tetra Tech.

II. CONSIDERAÇÕES INICIAIS E PREMISAS

1. Contextualização

A Fundação Renova encaminhou em 20 de julho de 2020 o ofício FR.2020.1060 referente aos Estudos Ambientais Complementares (EAC) para a região da Comunidades Remanescentes de Quilombo (CRQ) do Degredo, com vistas a atender à Deliberação nº 280, item 04 do Comitê Interfederativo (CIF). Foi chamado de “Estudos Ambientais Complementares” o estudo realizado pela empresa Tetra Tech intitulado: “Compilação e avaliação de estudos ambientais realizados antes e após o rompimento da barragem de Fundão – Litoral norte do Espírito Santo” de junho de 2020 (19043-000-MOG-RL003-C). O objetivo apresentado para o estudo foi o de entender os impactos do rompimento da barragem de Fundão na região do litoral norte do Espírito Santo, em especial na região da Comunidade Quilombola do Degredo. O estudo aponta como principais resultados obtidos:

- “Há poucas evidências que comprovam uma contaminação dos rios proveniente do mar.” (p.4)
- “Os estudos de fluxos subterrâneos mostram que há três fluxos principais: a) a maior parte indo em direção ao Rio Doce; b) os fluxos que mudam de direção devido à proximidade com os poços ativos; c) e o fluxo dos aquíferos em direção ao mar à medida que se aproximam da costa.” (p.4)
- “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.” (p.4)

Entretanto o estudo não consegue comprovar a inexistência de nexos causais entre o rompimento da barragem e comprometimento da qualidade da água consumida na região do Degredo. O próprio estudo conclui que “para um melhor entendimento da região são necessários mais dados e estudos do sistema” (p.4).

1.1 Caracterização da região

A comunidade quilombola de Degredo localiza-se integralmente no município de Linhares/ES, próximo ao distrito de Pontal do Ipiranga, cerca de 21 Km da foz do rio Doce.

Degredo é considerado uma Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE do Degredo), que se caracteriza por ser um grupo de uso sustentável e de jurisdição legal da Mata Atlântica. Foi criada pela Lei Ordinária nº 2.322, de 5 de dezembro de 2002, com o objetivo de conservar o ecossistema sob a gestão da instância municipal da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos Naturais do Município de Linhares/ES (Brasil, 2002).

2. Relação entre as águas subterrâneas e o solo

As águas subterrâneas são inteiramente relacionadas ao solo, podendo se tornar contaminadas pela presença de contaminantes no mesmo (Ribeiro et al., 2007). No caso dos metais, estes podem se tornar móveis no solo dependendo do pH do solo e de sua especiação. Uma variedade de reações no solo, como por exemplo precipitação/dissolução ácido/base, oxidação/redução, sorção ou troca de íons pode influenciar na especiação e mobilidade dos metais. A taxa e extensão com que essas reações vão ocorrer depende de fatores como pH, potencial redox (Eh), complexação com constituintes dissolvidos, sorção, capacidade de troca de íons dos materiais geológicos e quantidade de matéria orgânica (Hashim et al., 2011). Por exemplo, o enxofre (S) pode estar presente como o íon sulfato de mobilidade reduzida num ambiente óxido, e alterar sua mobilidade e toxicidade quando este mesmo ambiente passar para uma condição anóxida, na qual o sulfato poderá ser reduzido a sulfeto e eventualmente ao gás sulfídrico (Jardim, 2014). Assim, dependendo das condições do meio um elemento pode se tornar mais ou menos solúvel em água e com isto uma fração da massa total destes elementos pode lixiviar e contaminar o aquífero. Afinal, a recarga dos aquíferos ocorre principalmente através da infiltração direta das chuvas (ABAS, 2020).

A empresa Golder Associates, contratada da Fundação Renova, desenvolve desde 2019 um estudo para a região deltaica do rio Doce, onde são coletadas amostras de água, solo e sedimento (Figura 1). Até o presente momento foram amostrados 32 pontos de monitoramento em duas campanhas (dezembro de 2019 e maio de 2020) nos “Complexos” de Degredo, São Matheus-Itaúnas e Comboios. Especificamente para o “Complexo” de Degredo (região que engloba a CRQ e seu entorno), foram amostrados nove pontos de monitoramento de solo, sendo que as amostragens foram realizadas em quatro profundidades 0-20; 20-40; 40-60 e 60-80cm.

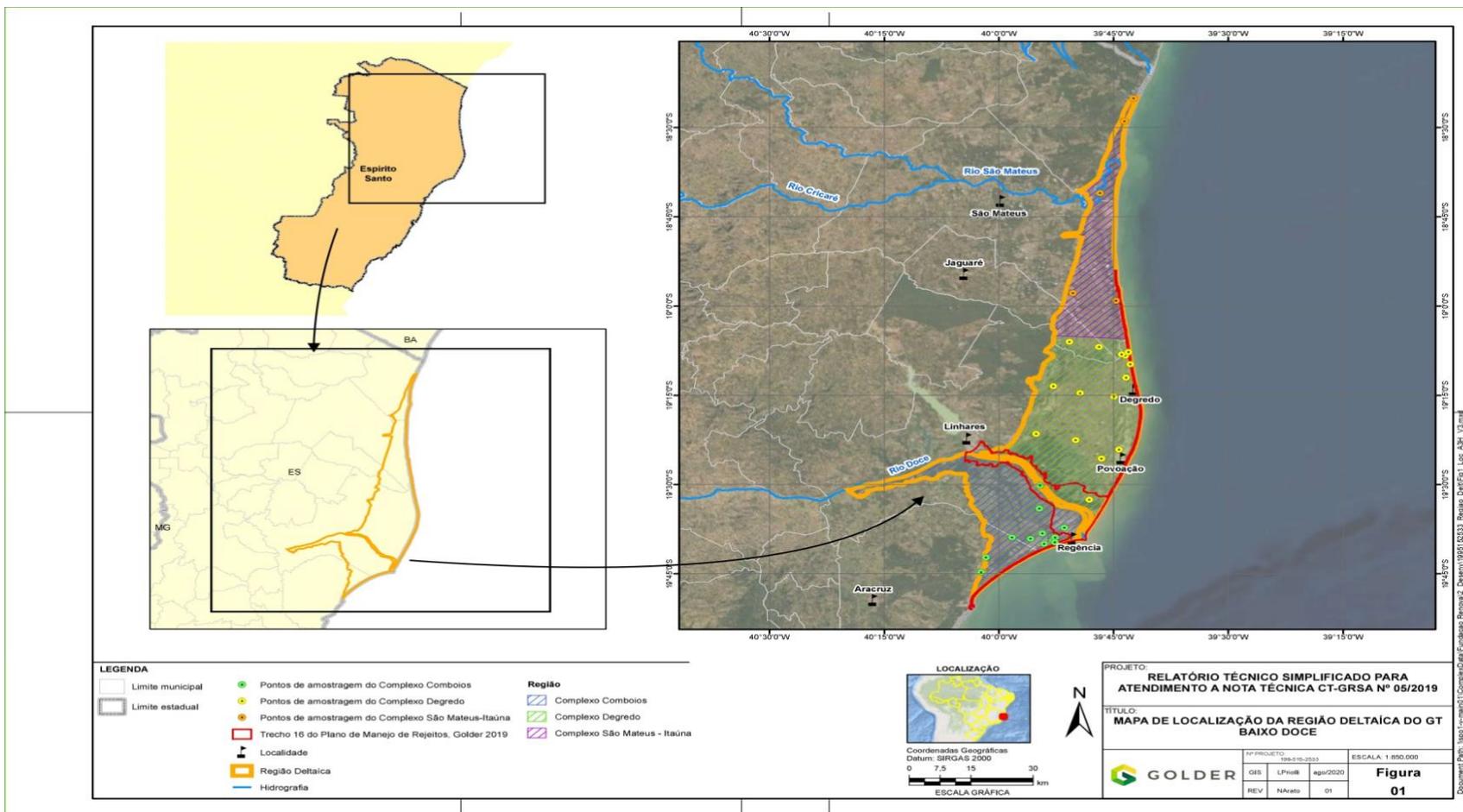


Figura 1 - Mapa de Localização dos pontos de amostragem na região Deltaica do rio Doce. Fonte: Golder (2020)

A mediana do pH dos solos do complexo de Degredo, nas duas campanhas e nas quatro profundidades amostradas, foi de 4,9 (Golder, 2020). O pH exerce forte influência na dinâmica dos íons metálicos catiônicos (Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Cr^{2+} , Co^{2+} , Pb^{2+} e Cd^{2+}), sendo estes mais móveis em condições de pH baixo, principalmente em solos com elevado grau de intemperização, onde os grupos funcionais de superfície dos componentes coloidais são, na sua maioria, pH-dependentes, especialmente os oxi-hidróxidos de ferro e alumínio (Rieuwerts et al., 2006). A mediana do potencial redox (Eh) desses solos ficou em 250,5 mV (Golder, 2020). Em função da influência nociva dos íons metálicos no ecossistema, como por exemplo, contaminação das águas, dos solos e conseqüentemente dos organismos vivos (Kowalkowski; Buszewski, 2002). Este cenário de elevada acidez e Eh levemente positivo (ambiente oxidante) contribui significativamente para a solubilização de espécies químicas, especialmente os metais Ferro (Fe), Alumínio (Al) e Manganês (Mn) (Dlamini et al., 2013; Salgado et al., 2013; Rose et al, 2012; Husson, 2013), podendo estes lixiviar para os rios e o aquífero (Tetra Tech, 2019).

Estas condições foram reportadas pelos trabalhos de Lani (1998) e Zon (2008) muito antes do rompimento da barragem de Fundão. Similarmente, Mourão et al. (2002) afirma que uma das principais características da região do litoral norte do Espírito Santo é a presença de concentrações de Fe, Mn, cor e turbidez acima dos níveis de potabilidade nas águas subterrâneas. Mourão et al. (2002) também afirma ser comum a contaminação de ordem séptica nos poços do litoral norte do Espírito Santo, pois vários são construídos sem selo sanitário. Sendo assim, há na literatura a indicação de uma possível contaminação de origem natural e/ou derivada do uso do solo na região. Entretanto, destaca-se que a adição de Fe, Al, Mn e outros elementos no solo pelo rejeito pode contribuir para o aumento da fração lixiviada para o aquífero. Tack et al. (2006) ressaltam que os eventos de umedecimento e secagem alteram os estados de hidratação, oxidação e cristalinidade dos óxidos de ferro e manganês do solo, podendo adsorver mais fortemente ou liberar os metais pesados. Sabe-se que o rejeito é constituído dos seguintes elementos, conforme Tabela 1 apresentada abaixo (Lactec, 2020a):

Tabela 1 - Resultados de ICP-MS (médios) dos rejeitos barrado e depositado, coletados nas Campanhas 1 a 5 (realizadas entre julho de 2017 e maio de 2019), avaliados em relação aos valores orientadores para solos e águas subterrâneas. Fonte: Lactec (2020).

Elemento Químico (ICP-MS)	Análise estatística dos resultados (mg/kg)				
	Rejeito Barrado				Rejeito Depositado
	Germano Argiloso	Germano Arenoso	Fundão	Santarém	Trecho Santarém - UHE Risoleta Neves
Arsênio Total (MS)	27,51	2,40	11,72	9,90	7,59
Cádmio Total (MS)	0,04	0,01	0,03	0,02	0,01
Cromo Total (MS)	99,10	299,43	79,91	192,98	15,58
Cobre Total (MS)	11,06	3,15	20,44	9,20	5,67
Ferro Total (MS)	240.259,29	100.690,09	115.474,55	175.378,56	88.286,50
Mercúrio Total (MS)	0,45	0,12	0,13	0,17	0,13
Manganês Total (MS)	1.731,30	129,02	606,23	715,45	570,49
Chumbo Total (MS)	6,51	0,79	5,75	5,31	3,32
Zinco Total (MS)	38,23	16,64	76,17	32,65	19,79
Níquel Total (MS)	18,61	12,17	19,54	17,02	8,47
Alumínio Total (MS)	6.262,50	559,22	5.145,64	4.191,25	2.881,70
Prata Total (MS)	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02
Bário Total (MS)	99,92	6,87	22,10	40,98	45,78
Cobalto Total (MS)	4,71	1,26	15,67	4,13	2,28
Antimônio Total (MS)	1,49	0,46	0,84	0,77	0,41
Selênio Total (MS)	1,43	0,53	2,14	1,17	0,00
Estanho Total (MS)	4,96	7,89	4,45	4,96	3,77

Há indícios que o contato das terras de Degredo com o rejeito se deu de duas formas: pelo mar e por terra. Pelo mar, os estudos Tetratex (2016), Magris et al. (2019), COPPETEC (2020) e Lactec (2020a) demonstram uma deposição na Costa de Degredo. Segundo Lactec (2020a), “a extensão (aproximada) na pluma branda junto a costa foi de 93 km para norte (até o município de São Mateus – ES) e 325 km para o sul (até o município de Campos dos Goytacazes – RJ), e uma largura (avanço para o mar) variável de 12 a 23 km. A pluma intensa se estendeu junto a costa de 30 km para o norte da foz e 118 km para o sul (balneário Ponta da Fruta) e com uma largura variável de 4 a 21 km aproximadamente” (Figura 2).

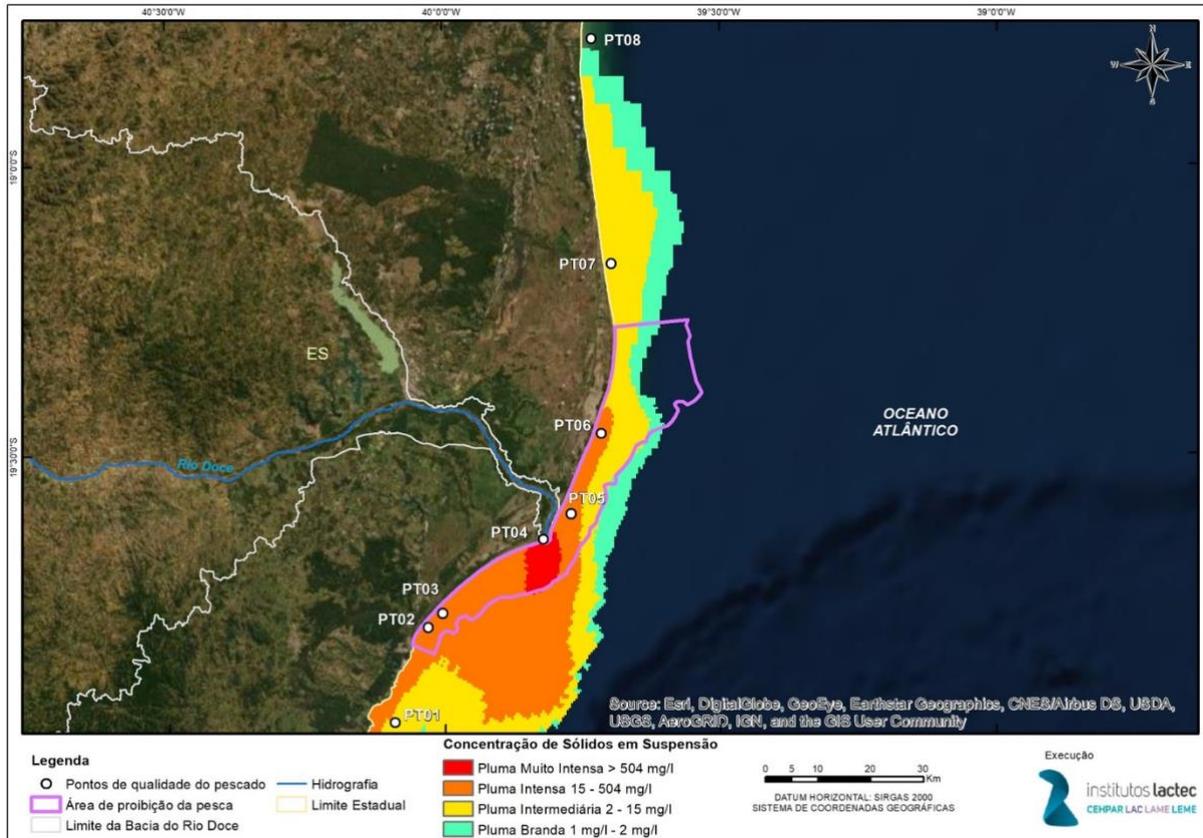


Figura 2 – Concentração de Sólidos em Suspensão, quanto mais vermelho, maior a concentração. Percentil 95% da diferença de concentração de traçador (com desastre menos sem desastre), definida como área de passagem da pluma de rejeitos de Fundão. Fonte: Lactec (2020a).

Além disso, cabe citar que há relatos de extravasamento da água do mar para a Lagoa Cavati¹ (MDGEO, 2020). Destaca-se outras cinco lagoas litorâneas Lagoa do Joaquim Borges (ou do Petróleo), Lagoa do Junco, Lagoa dos Paus (ou Maria Viúva) (Figura 3), Lagoa dos Carneiros, e Lagoa dos Pinheiros, que tem contato com o mar em regimes de preamar ou maré cheia, tiveram contato com a pluma de rejeitos oriunda da barragem de Fundão (Nota Técnica (NT) n° 14/2018- GTECAD/ ÁGUAS INTERIORES- CTIPCT).

¹ Também conhecida como Lagoa do Bilino, ou Lagoa Cavatti.



Figura 3 - Lagoa Maria Viúva. Fonte: ATI Asperqd (2020).

Por terra, há indícios de que houve a penetração do Território de Degredo através de valas e/ou paleocanais (Figura 4) saindo do rio Doce e conectando com o rio Ipiranga que banha o Território de Degredo, segundo representantes da comunidade.

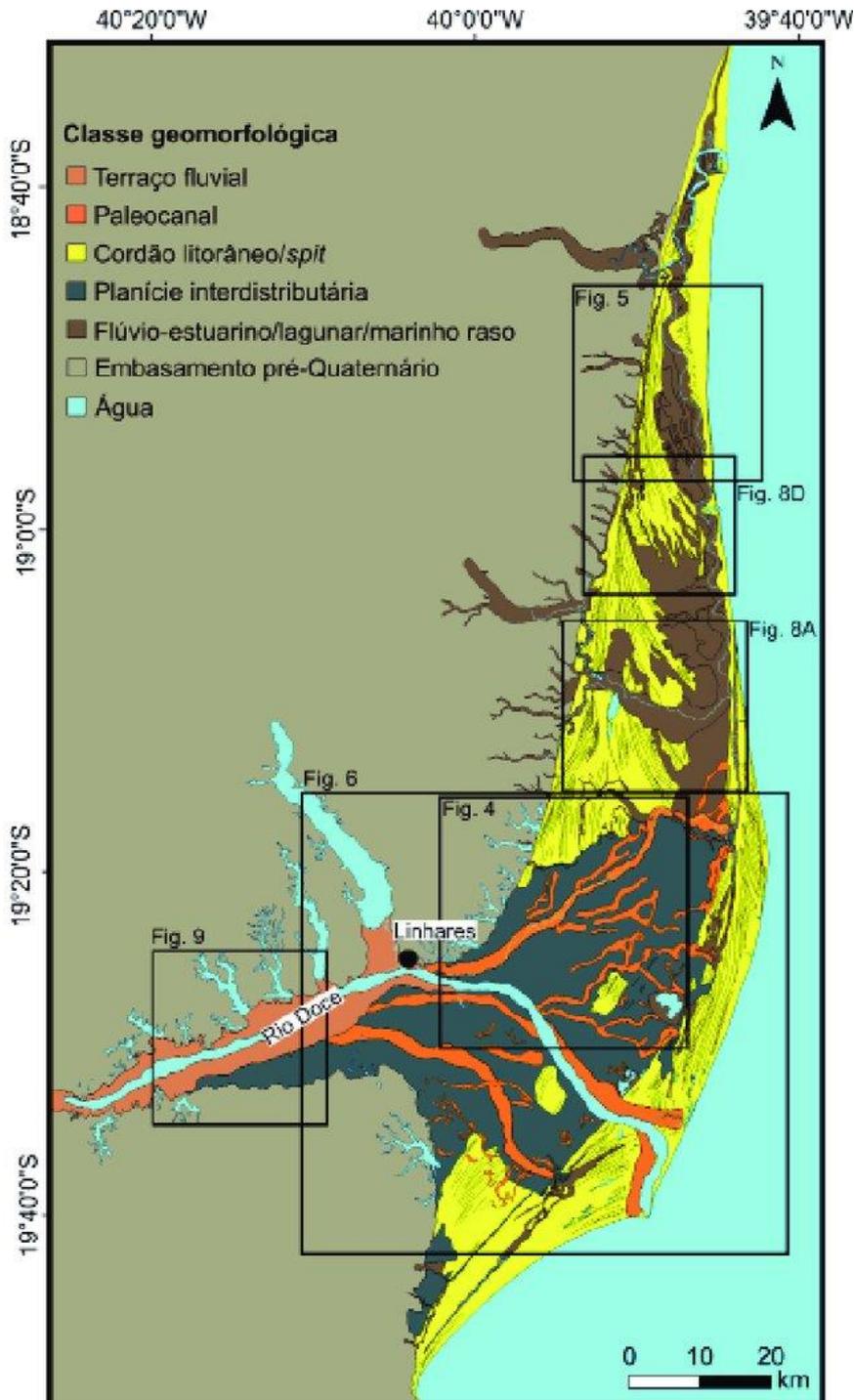


Figura 4 – Mapa geomorfológico do Delta do rio Doce (Polizei & Rossetti, 2014)

Ademais, a região deltaica do Rio Doce é composta por planícies que “estão sujeitas à formação de zonas alagadas, que junto a intercomunicação dos rios e drenagens superficiais no escoamento podem alterar a qualidade da água” (Tetra Tech, 2019) (p. 92). Segundo Lactec (2020b) essa é uma condição para uma eventual contaminação das águas subterrâneas, conforme é apresentado a seguir.

3. Água superficial

Os poucos dados disponíveis de antes do rompimento quando comparados com os dados de depois do rompimento da barragem, demonstram um incremento (células destacadas na tabela) de Al e Fe na água superficial, quando comparados o ponto Z08 de Zon (2008) e o ponto GT-BD-21 de Golder (2020). Estes pontos estão localizados um pouco ao norte da CRQ do Degredo (Figura 5, Tabela 2).

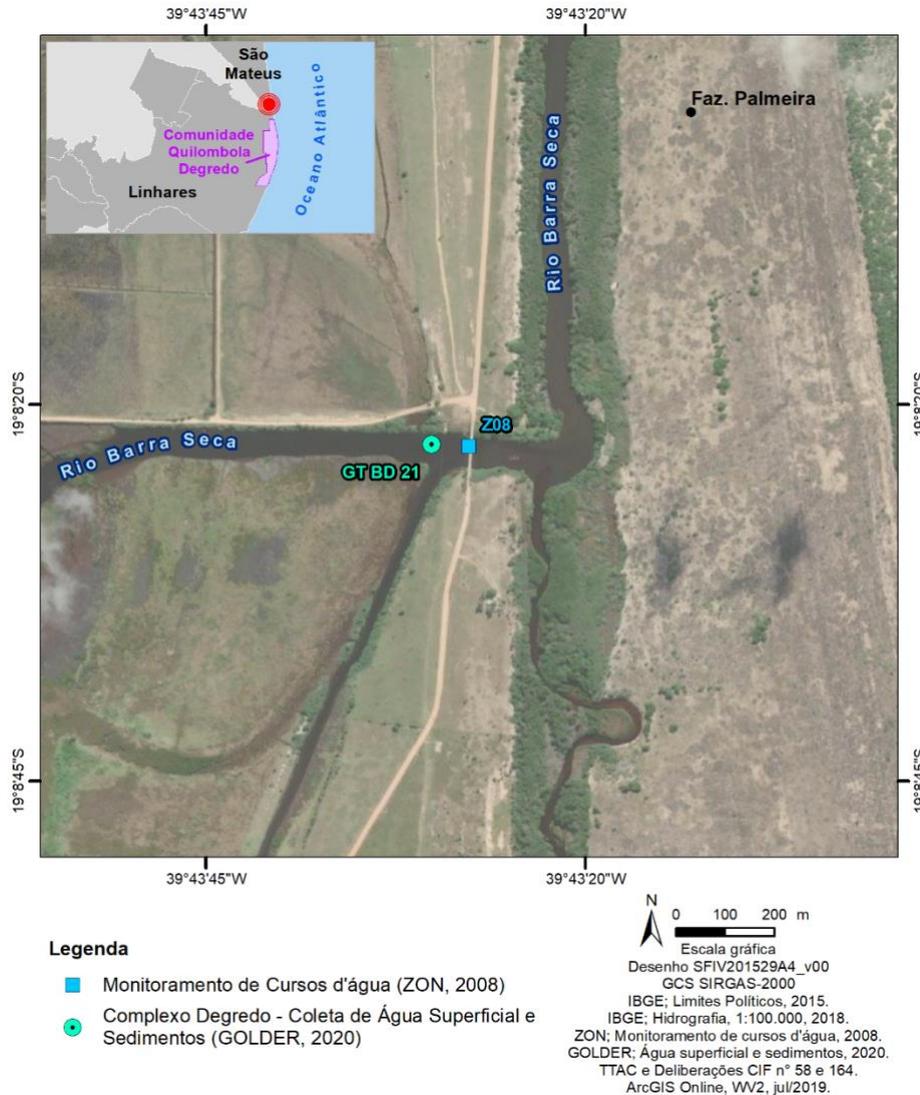


Figura 5 – Localização dos pontos de monitoramento de água superficial amostrados por Zon (2008) e o ponto de monitoramento amostrado por Golder (2020) para a Fundação Renova. Fonte: Zon (2008) e Golder (2020).

Tabela 2 - Comparação do ponto de monitoramento de água superficial Z08 (Zon, 2008) e GT-BD-21-AG (Golder, 2020).

Parâmetro	Ponto Z08 (ZON 2008)			GT-BD-21 (Golder, 2020)	
	Campanha 1	Campanha 2	Campanha 3	Campanha 1	Campanha 2
	jun/07	out/07	mai/08	dez/19	mai/20
pH	6	5,9	6,54	5,9	4,0
Condutividade - µs/cm	345	322	775	1077,0	475,0
OD - mg/L	5,5	5,8	5,3	0,8	1,6
Turbidez – NTU	12,1	12,1	34,1	61,0	15,0
Sólidos Dissolvidos - mg/L	192,1	188,36	225,18	729,0	325,0
Alumínio dissolvido - mg/L	0,1	0,08	0,13	0,4	2,9
Ferro dissolvido - mg/L	<0,3	<0,3	<0,3	2,8	1,7
N. Total - mg/L	2,3	2,24	2,24	10,1	<2
Fósforo Total - mg/L	0,09	0,07	0,09	0,0	0,0
DBO 5 - mg/L	2,1	2,3	2	3,1	9,7

Já quando se compara os pontos 2 e 3 do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) das Usinas Termoelétricas Escolha e Cacimbas (CTA, 2010) de antes do rompimento com o ponto GT BD 17 de Golder (2020), obtém-se a Figura 6 e a Tabela 3.

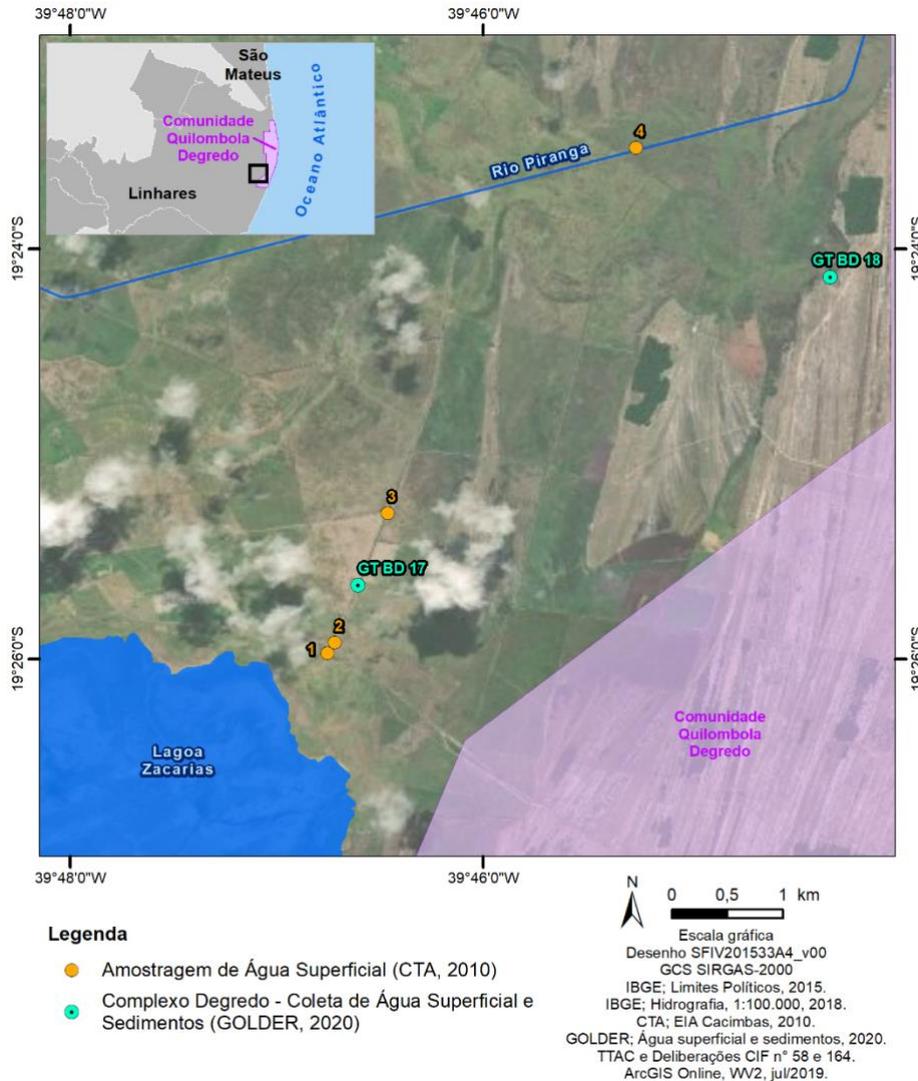


Figura 6 - Localização dos pontos de monitoramento de água superficial amostrados pelo EIA Cacimbas (CTA, 2010) e os pontos de monitoramento amostrados por Golder (2020) para a Fundação Renova. Fonte: CTA (2010) e Golder (2020).

Como pode ser observado na Tabela 3, houve um incremento (células destacadas) de Cr, Cd, Ni, Fe, Al, Mn e Zn disponíveis na água. A disponibilidade desses metais com certeza foi influenciada pela redução extrema do pH (~2,7) no momento da amostragem, mas não se pode descartar a possibilidade de influência por parte da presença em potencial do rejeito.

Tabela 3 - Comparação dos pontos de monitoramento de água superficial 2 e 3 (CTA, 2010) e GT-BD-17 (Golder, 2020).

Parâmetro	Unidade	Pontos CTA (2010)		Ponto Golder (2020)	
		2	3	GT-BD-17-AG	
		jan-10	jan-10	dez/19	mai/20
Coliformes Fecais	NMP/100mL	300	24	-	-
pH (a 20°C)	-	6,0	6,4	2,56	2,93
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg/L	2,1	6,9	26,2	90
Fosfato (como P)	mg/L	< 0,02	< 0,02	-	-
Turbidez	NTU	90	93	4,6	< 1,0
Silício	mg/L	14	10,9	-	-
Sólidos Totais	mg/L	214	700	2864	1333
Cloreto	mg/L	12	14	100,58	109,8
Condutividade	µS/cm	128	131	3416	1857
Óleos e Graxas	mg/L	2	1	-	-
Surfactantes	mg/L	< 0,1	< 0,1	-	-
Chumbo	mg/L	< 0,001	< 0,01	<0,01	<0,01
Cromo	mg/L	< 0,0002	< 0,002	0,0106	<0,005
Cádmio	mg/L	< 0,0002	< 0,002	0,00353	<0,001
Níquel	mg/L	< 0,0002	< 0,002	0,154	0,0434
Ferro	mg/L	4,63	7,45	95,2	10,2
Alumínio	mg/L	2,11	0,4974	48,4	15,9
Manganês	mg/L	0,0641	0,0964	9,36	9,56
Mercurio	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Sódio	mg/L	17,4	12,1	-	-
Zinco	mg/L	0,0138	< 0,002	0,622	0,12
Arsênio	mg/L	< 0,0002	< 0,002	< 0,008	< 0,008
DBO	mg/L	11	69	2,7	<3
DQO	mg/L	38	174	-	-

4. Relação entre a água superficial e a água subterrânea

Especialmente em aquíferos porosos e rasos, como o da região de Degredo (Depósitos Quaternários) (CTA, 2010), “a troca com o mar ou até com os rios em volta ocorre de maneira mais fácil” (Lactec, 2018) (p.7) (Figura 7). O estudo da Tetra Tech (2019) cita que “há na região que engloba o delta do rio Doce uma interação intensa de canais comunicantes em subsuperfície que influenciam, tanto a quantidade, quanto a qualidade das águas” e que, “outro fenômeno presenciado é a influência da maré” (p.24). O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) das Usinas Termoelétricas Escolha e Cacimbas coloca que “no decorrer do período chuvoso os poucos cursos d’água existentes na região contribuem para a recarga destes aquíferos ao transbordarem para as áreas adjacentes às suas calhas principais” (p. 105).

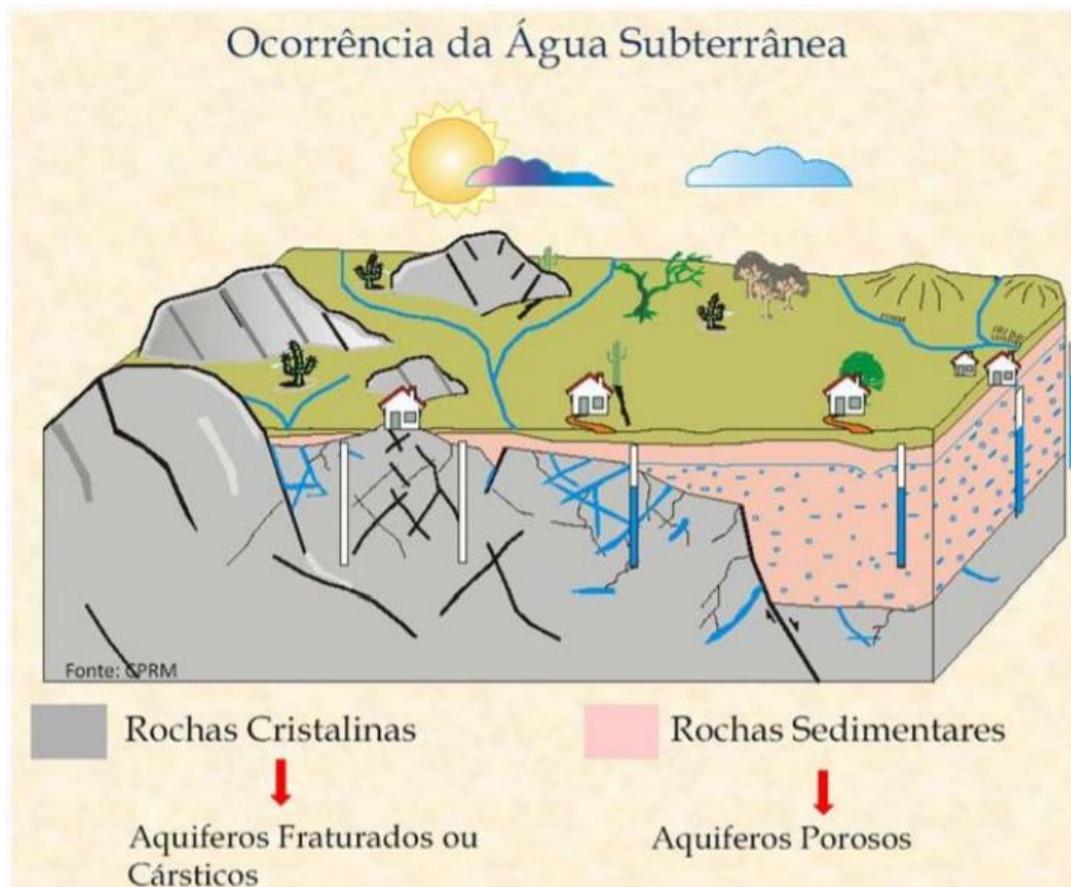


Figura 7 – Desenho esquemático dos dois tipos de aquíferos mais comuns no litoral norte do Espírito Santo. Fonte: Lactec (2018).

Este cenário de troca entre a água do mar, rios e aquífero se torna mais frequente com a intensificação do consumo de água subterrânea, que acontece na região do litoral norte do Espírito Santo desde a década de 90 (Mourão et al. 2002). O consumo exagerado ou o excesso de chuvas pode causar uma diferença de potencial e fazer com que o fluxo d'água que comumente vai da água subterrânea para a água superficial, se inverta (Oliveira et al., 2019; Fraser et al., 2001). O próprio estudo da Tetra Tech (2020) confirma que os fluxos subterrâneos podem variar “dependendo dos períodos chuvosos ou de estiagem” (p. 21), tendo sido somente apresentado dados do período seco na região. Sendo assim, além da possibilidade de contaminação das águas subterrâneas pelo solo, há também a possibilidade de contaminação pelas águas superficiais. Ademais, dos 33 mananciais estudados por Rhama (2019) na costa do Espírito Santo, 28 apresentaram potencial de refluxo para todos os níveis de maré, indicando troca entre a água do mar e dos rios, incluindo os mananciais da região do entorno da CRQ do Degredo.

Assim, discorda-se das conclusões apresentadas pelo estudo da MDGEO (2020) de que as águas subterrânea e superficial não se misturam. A medição de isótopos estáveis de hidrogênio (^2H) e oxigênio (^{18}O) realizada no estudo mostrou que a água superficial se difere da água subterrânea, afinal as concentrações desses isótopos estáveis variam com a evaporação da água. Quanto maior a evaporação, maior o percentual de evaporação de isótopos leves e maior a concentração de isótopos pesados. De tal modo, é de se esperar que a água superficial tenha mais isótopos pesados do que a água subterrânea, como claramente pode-se ver no gráfico abaixo (Figura 8). Isso não significa assim, que não haja trocas entre elas, mesmo que em pequena escala.

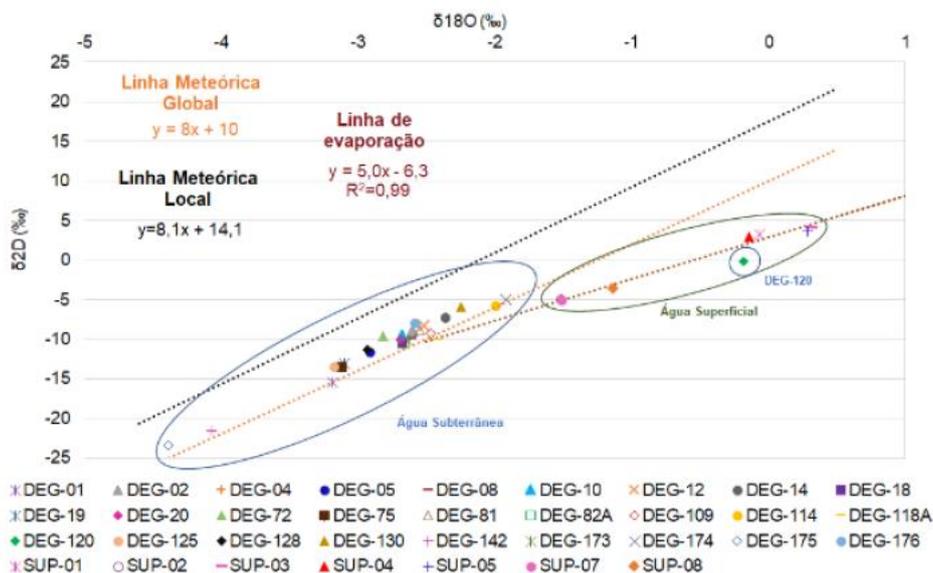


Figura 8 - Linha meteórica global e local (LMG e LML), e dados isotópicos. Fonte: MDGEO (2020).

5. Água subterrânea

A qualidade da água subterrânea na região do norte do delta do rio Doce, que inclui a CRQ do Degredo, foi monitorada nos estudos e campanhas listadas a seguir (Tabela 4):

Tabela 4 - Histórico do monitoramento da água subterrânea em Degredo.

Estudo	Período de Monitoramento	Quantidade de Pontos Monitorados
Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para Implantação das Usinas Termoelétricas Escolha e Cacimbas – Linhares/ES (CTA, 2010).	2009	4
Estudo de Impacto Ambiental (EIA) do Mineroduto Morro do Pilar/MG a Linhares/ES e Porto Norte Capixaba – Manabi (Ecology/Econservation, 2013) (ressalta-se que esse estudo foi reprovado pelo IBAMA através do Parecer “PAR. 02001.001585/2015-95 COPAH/IBAMA”).	Setembro e dezembro de 2012	4
Laudos analíticos – Laboratório Tommasi Analítica (atualmente Tommasi Ambiental) – Estudo Hidrogeológico – Mapa Potenciométrico da Região de Linhares – ES (MDGEO, 2016).	Agosto a setembro de 2016	34
Estudo do Componente Quilombola da Comunidade Remanescente de Quilombo do Degredo (Herkenhoff & Prates, 2017).	Setembro de 2017	3
IEMA/Fundação Renova (2018).	Julho de 2018	25
Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce e região costeira adjacente – TOMO II. Lactec (2020b).	Dezembro de 2018	3
Estudo e investigação das alterações dos parâmetros de qualidade da água na região de Degredo, Linhares-ES. Relatório Técnico (Tetra Tech, 2019).	2018 e 2019	143
Relatório de Estudos Hidrogeológicos na Região de Degredo, Linhares/ES (MDGEO, 2020).	Janeiro de 2020	25
Plano de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano – PMQACH (Fundação Renova, 2020).	2018 - 2020	24 (poços amostrados em 2020)

A localização dos poços monitorados nas campanhas de 2012 (EIA Manabi), 2017 (Herkenhoff & Prates), 2018 (IEMA/Fundação Renova), 2018 (Lactec) e 2020 (MDGEO e PMQACH) citadas na Tabela 4 é apresentada na Figura 9. Dos quatro poços monitorados pelo EIA Cacimbas (CTA, 2010) apenas um pode ser georreferenciado, pois não há indicação das coordenadas dos outros três no estudo.

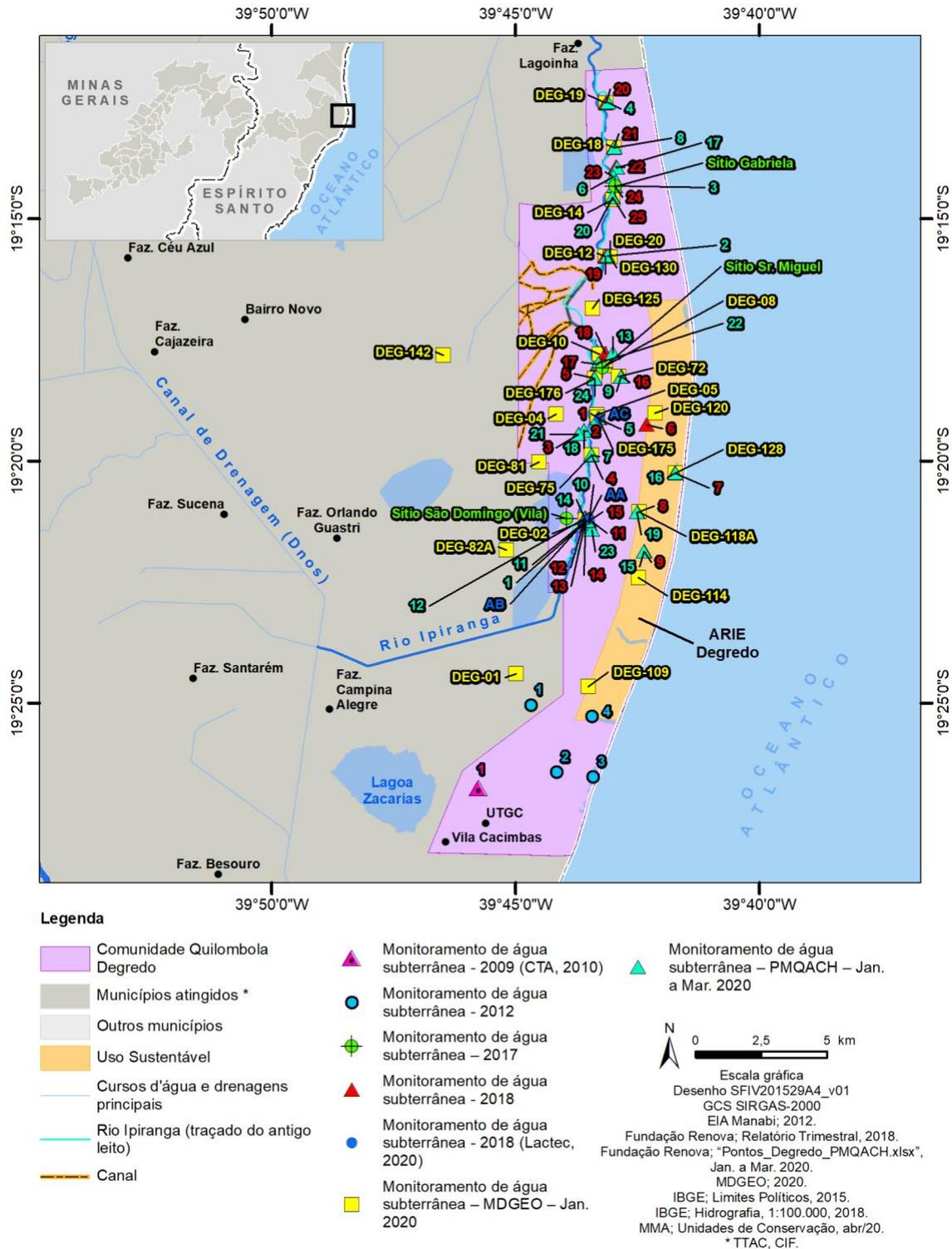


Figura 9 - Pontos de monitoramento de água subterrânea na região de Degredo. Em rosa o ponto do EIA Cacimbas (Dados de 2009), em azul com contorno preto estão os pontos do EIA Manabi (dados de 2012), em verde os pontos monitorados no âmbito do ECQ em 2017, em vermelho pontos amostrados em 2018 e em amarelo pontos amostrados em 2020 pela empresa MDGEO e os triângulos verde-água são os pontos de monitoramento do PMQACH de 2020. Fonte: Ecology/Econservation (2013), Herkenhoff & Prates (2017), Fundação Renova (2018) e (2020) e MDGEO (2020).

Em 2009 foi realizado o monitoramento do EIA para Implantação das Usinas Termoelétricas Escolha e Cacimbas – Linhares/ES (CTA, 2010), que incluiu a coleta de 4 poços na região do entorno do empreendimento. O empreendimento que fica localizado a leste da Lagoa Zacarias (ver UTGC na Figura 10), fica ao sul da CRQ do Degredo. Conforme mencionado acima nem todos os poços puderam ser georreferenciados. Uma compilação dos resultados mostrando os parâmetros que excederam a Portaria de Consolidação n° 5 do Ministério da Saúde é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 - Dados de água subterrânea do EIA Cacimbas de 2009. Compilado dos parâmetros que excederam a Portaria de Consolidação n° 5 do Ministério da Saúde (2017). Fonte: CTA (2010).

Locais	Unidade	1- Casa em frente ao site	2- Fazenda Dalla Bernardino	3- Fazenda Ilha de Santa Luzia	4 - Poço provisório no site	Valor de Referência - Portaria de Consolidação n° 5 MS
Al	mg/L	0,5096	0,3424	0,4602	1,260	0,2
Fe	mg/L	8,88	4,12	5,25	8,32	0,3
Mn	mg/L	0,1366	0,0284	0,2106	0,0693	0,1
pH	-	5,8	6,0	6,5	6,2	De 6,0 a 9,5

Os resultados mostram desconformidades para Al, Fe, Mn e pH. Os metais Chumbo (Pb), Cromo (Cr), Cádmio (Cd), Mercúrio (Hg), Arsênio (As), Zinco (Zn), Sódio (Na) e Níquel (Ni) não excederam a portaria, assim como as substâncias orgânicas mensuradas. Infelizmente, a comparação dos pontos do EIA (de antes do rompimento) com os pontos de depois do rompimento torna-se difícil uma vez que, mesmo sem as coordenadas, sabe-se que esses pontos estão mais ao sul que os pontos monitorados no pós-desastre. Ademais, é difícil a comparação de dados de poços diferentes por causa de suas particularidades construtivas, como por exemplo, profundidade, revestimento, presença ou não de filtro (CPRM, 1998).

Em 2012, foi realizado o monitoramento do EIA do Mineroduto Morro do Pilar/MG a Linhares/ES e Porto Norte Capixaba – Manabi (Ecology/Econservation, 2013), incluindo a coleta de amostras de água subterrânea na região de Degredo (Figura 4). O EIA Manabi foi reprovado pelo parecer do IBAMA “PAR. 02001.001585/2015-95 COPAH/IBAMA” e o empreendimento não saiu. Portanto, os dados do estudo não foram utilizados na análise. De todo modo, assim como o EIA de Cacimbas, a comparação dos pontos do EIA Manabi (de antes do rompimento) com os pontos de depois do rompimento torna-se difícil uma vez que esses pontos estão relativamente distantes uns dos outros, conforme pode ser observado no mapa apresentado na Figura 9.

Entre agosto e setembro de 2016 a empresa MDGEO, contratada da Fundação Renova, monitorou 34 poços na região do entorno do rio Doce, no âmbito do Estudo Hidrogeológico – Mapa Potenciométrico da Região de Linhares – ES (MDGEO, 2016). Cumpre destacar que apesar dos resultados deste estudo terem sido utilizados pela Fundação Renova no documento “Compilação e Avaliação de Estudos Ambientais realizados antes e após o rompimento da Barragem do Fundão” para discussão da qualidade da água e análise das regiões que apresentaram influência da lama de rejeitos, vários desses poços estão fora da área do delta do rio Doce e nenhum deles está localizado dentro dos limites da Comunidade Quilombola de Degredo, sendo que o poço mais próximo está localizado a cerca de 4,3 km do território e o poço mais distante está localizado a aproximadamente 65 km da CRQ.

Em 2017, 3 poços foram amostrados pelo Estudo do Componente Quilombola (ECQ) (Herkenhoff & Prates, 2017). A Tabela 6 a seguir apresenta um compilado dos parâmetros que excederam (células destacadas) a Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde. Infelizmente o estudo não mensurou muitos parâmetros, como por exemplo Alumínio (Al), Arsênio (As) e Cádmio (Cd). Dos parâmetros mensurados, foram encontradas desconformidades para os parâmetros sépticos, bactéria Heterotróficas e coliformes (não foi mensurado *Escherichia coli*), cor aparente e Fe total. Turbidez e pH não apresentaram desconformidades.

Tabela 6 - Dados de água subterrânea do Estudo do Componente Quilombola da Comunidade Remanescente de Quilombo do Degredo (ECQ) de setembro de 2017. Compilado dos parâmetros que excederam a Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde (2017). Fonte: Herkenhoff & Prates (2017).

Locais	Unidade	Sítio Gabriela	Sítio São Domingo (Vila)	Sítio Sr. Miguel	Valor de Referência - Portaria de Consolidação nº 5 MS
Amostras	-	9170035 ASB	9170036 ASB	9170037 ASB	-
Data	-	11/09/2017	11/09/2017	11/09/2017	-
Bactérias Heterotróficas	UFC/ml	1.800,00	3,00	> 5700	Ausência em 100mL
Coliformes Termotolerantes	UFC/100ml	Ausente	Ausente	134,00	Ausência em 100mL
Coliformes Totais	UFC/100ml	58,00	Ausente	240,00	Ausência em 100mL
Cor Aparente	mg Pt-Co/L	245,00	70,00	123,00	Máx. 15
Fe Total	mg/L	14,60	3,02	6,10	0,3

Em 2018 e 2019 foram monitorados 143 poços na região da CRQ do Degredo, citados no “Relatório Técnico – Estudo e Investigação das alterações dos parâmetros de qualidade da

água na região de Degredo, Linhares – ES”, elaborado pela Tetra Tech e Fundação Renova e apresentado em julho de 2019. Contudo, o referido relatório não apresenta os dados brutos no texto e não apresenta em seus anexos os laudos laboratoriais das 143 amostras coletadas, bem como discute os resultados da qualidade da água nos poços de monitoramento a partir dos padrões estabelecidos na Resolução CONAMA n° 357. Desta forma, solicita-se que os laudos analíticos das 143 amostras de análise da qualidade da água na região de Degredo, citados no documento apresentado pela Fundação Renova e Tetra Tech, sejam disponibilizados para validação, análise e considerações.

Em dezembro de 2018, o Lactec amostrou 3 poços na região da CRQ de Degredo. Os dados completos ainda não estão disponíveis. Dos dados disponíveis, apresenta-se a Tabela 7 .

Tabela 7 – Dados de água subterrânea do Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce e região costeira. Apenas dados disponíveis até o presente momento. Fonte: Lactec (2020b).

Parâmetros	Unidade	Locais			Valor de Referência - Portaria de Consolidação n° 5 MS
		AA	AB	AC	
Data	-	03/12/18	03/12/18	03/12/18	-
Fe dissolvido	mg/L	3,480	2,340	10,200	0,3
Mn dissolvido	mg/L	0,043	0,028	0,070	0,1
pH	-	5,96	6,01	6,06	De 6,0 a 9,5

Ainda em 2018, foi realizado o monitoramento de 25 poços amostrados pela Fundação Renova como supervisão do Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo – IEMA (IEMA/FR, 2018). A Tabela 8, a seguir, mostra um compilado dos parâmetros que excederam a Portaria de Consolidação n° 5. Os dados demonstram desconformidades para os parâmetros *E. coli*, coliformes, Al, As, Fe, Amônia (como NH₃), pH e turbidez.

Já em 2020 foram amostrados outros 25 poços (alguns aparentemente coincidentes aos amostrados pelo IEMA/FR) pela empresa MDGEO para a Fundação Renova (MDGEO, 2020). A Tabela 9 que mostra um compilado dos parâmetros que excederam a Portaria de Consolidação n° 5. Os dados demonstram desconformidades para os parâmetros Al dissolvido, As dissolvido, Ba dissolvido, Pb dissolvido, Cloreto, Fe total, Mn total, Nitrato (N), pH e turbidez. Infelizmente a empresa MDGEO não quantificou os parâmetros *E. coli*, coliformes e amônia.

Tabela 8 – Dados de água subterrânea amostrados pela Fundação Renova em julho de 2018. Compilado dos parâmetros que excederam a Portaria de Consolidação n° 5 do Ministério da Saúde (2017). Fonte: Fundação Renova (2018).

Residência	Unidade	1	3	5	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Valor de Referência - Portaria de Consolidação n° 5 MS
Data	-	Jul 2018	Jul 2018	Jul 2018	Jul 2018	Jul 2018	Jul 2018	Jul 2018	Jul 2018	Jul 2018	Jul 2018	Jul 2018	Jul 2018	Jul 2018	Jul 2018	Jul 2018	-						
<i>E.coli</i>	P/A 100m L	Ausentes	Ausentes	Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Presentes	Ausentes	Ausentes	Presentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Presentes	Ausentes	Presentes	Ausentes
Alumínio	mg/L	0,068	0,173	0,034	0,120	<0,001	0,033	0,044	0,042	0,051	0,125	0,018	0,024	0,145	0,103	0,743	0,021	0,039	0,013	0,008	0,155	0,036	0,2
Amônia (como NH3)	mg/L	0,389	0,121	0,134	<0,12	2,26	0,243	0,243	0,401	0,206	0,486	0,352	0,765	<0,12	0,352	<0,12	4,31	0,243	0,461	1,71	0,437	<0,12	1,5
Arsênio	mg/L	0,00313	0,00304	0,00293	0,0048	0,27	0,00956	0,00839	0,00908	0,00353	0,00445	0,00473	0,00611	0,0018	0,00817	<0,001	<0,00740	0,00547	0,009	0,00937	0,00392	<0,001	0,01
Coliformes	P/A 100m L	Presentes	Ausentes	Presentes	Ausentes	Presentes	Ausentes	Presentes	Presentes	Presentes	Ausentes	Ausentes	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	Presentes	Ausentes	Ausentes	Presentes	Ausentes	Presentes	Ausentes
Ferro	mg/L	9,2	2,97	<0,001	7,93	3,08	4,14	2,95	7,43	3,05	8,52	3,83	14	2	7,99	0,105	27,8	7,42	6,56	0,762	8,09	0,188	0,3
Manganes	mg/L	0,072	0,035	0,020	0,028	0,071	0,034	0,049	0,104	0,032	0,068	0,030	0,056	0,025	0,074	0,084	0,207	0,043	0,087	0,056	0,062	0,015	0,1
pH (a 25°C)		5,96	6,24	5,67	5,97	7,03	6,66	6,56	6,9	6,4	6,63	6,16	5,96	5,15	6,34	5,02	6,15	6,53	6,62	7,3	5,95	5,68	De 6,0 a 9,5
Turbidez	NTU	1,53	1,51	3,28	3,05	31,7	1,78	0,78	1,15	0,62	1,24	1,2	3,24	11,9	6,69	0,52	21,1	14,2	4,45	2,8	56,5	0,77	5

Tabela 9 - Dados de água subterrânea amostrados pela empresa MDGEO para a Fundação Renova em janeiro de 2020. Compilado dos parâmetros que excederam a Portaria de Consolidação n° 5 do Ministério da Saúde (2017). Fonte: MDGEO (2020).

Parâmetro	Unidade	DE G-01	DE G-02	DE G-04	DE G-05	DE G-08	DE G-10	DE G-12	DE G-14	DE G-18	DE G-19	DE G-20	DE G-72	DE G-75	DE G-81	DE G-82A	DE G-109	DE G-114	DE G-118 A	DE G-120	DE G-125	DE G-128	DE G-130	DE G-142	DE G-175	DE G-176	Valor de Referência - Portaria de Consolidação n° 5 MS
Data	-	Jan/2020	Jan/2020	Jan/2020	Jan/2020	Jan/2020	Jan/2020	Jan/2020	Jan/2020	-																	
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,01	0,01	0,06	0,05	0,04	0,04	0,85	0,13	0,07	0,07	0,02	0,08	0,01	0,26	0,15	0,05	0,03	0,01	0,1	0,04	0,11	3,4	0,01	0,02	0,31	0,2
Arsênio Dissolvido	mg/L	0,005	0,003	0,005	0,004	0,005	0,004	0,005	0,005	0,004	0,008	0,015	0,002	0,007	0,004	0,002	0,002	0,002	0,021	0,002	0,005	0,011	0,005	0,005	0,005	0,003	0,01
Bário Dissolvido	mg/L	1,41	0,03	0,005	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,08	0,02	0,06	0,05	0,04	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,32	0,35	0,02	0,7
Chumbo Dissolvido	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,03	0,005	0,005	0,005	0,005	0,01
Cloreto	mg/L	7,03	11	14,8	22,9	14,5	13,6	17,5	41,6	16,4	31,1	27,4	14,9	9,12	11,8	19,2	20,9	12,8	15,6	60,3	17,8	58,4	13,1	319	11,8	16,1	250
Ferro Total	mg/L	1,42	2,26	1,48	14	7,26	3,83	0,05	0,12	5,49	14,6	18,9	1,54	4,68	2,26	7,96	6,63	7,76	17,2	2,89	0,31	13,9	0,37	1,92	0,96	1,03	0,3
Mangânês Total	mg/L	0,06	0,03	0,03	0,07	0,09	0,06	0,1	0,08	0,03	0,06	0,21	0,05	0,05	0,09	0,1	0,06	0,07	0,07	0,1	0,06	0,04	0,13	0,31	0,07	0,05	0,1
Nitrato (N)	mg/L	0,07	0,45	0,17	0,01	0,44	0,12	5,74	18	0,01	0,01	3,19	0,01	0,01	0,01	0,36	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	10	0,03	0,01	3,04	10
pH	-	7,2	5,66	5,74	5,88	5,95	5,89	4,46	5,49	5,61	5,98	6,85	6,23	5,8	5,75	7,59	6,15	5,67	6,02	8,36	5,55	6,09	4,12	6,95	6,63	5,62	De 6,0 a 9,5
Turbidez	NTU	36,3	2,32	18,39	6,2	0	0	0	0	0	8,64	0	0	0	20,9	49,3	48,7	0	0	52,1	0	26,5	0	21,8	5,55	8	5

O monitoramento da qualidade da água subterrânea pela Fundação Renova no território da CRQ do Degredo também vem sendo realizado no âmbito do Plano de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano (PMQACH). As coletas estão sendo realizadas desde novembro de 2018 e foram suspensas em alguns períodos: entre junho de 2019 e janeiro de 2020, e a partir de março de 2020 em decorrência da pandemia do COVID-19. O monitoramento inicialmente foi realizado em 25 poços de monitoramento, sendo alterado para 24 pontos a partir de 2020. A Tabela 10 a seguir apresenta os resultados do monitoramento de 24 poços no âmbito do PMQACH para o período de janeiro a março de 2020 e destaca-se os parâmetros que excederam os níveis de potabilidade estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde.

Tabela 10 – Resultados do monitoramento da qualidade da água subterrânea realizado pela Fundação Renova no âmbito do PMQACH. Compilado dos parâmetros que excederam a Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde. Fonte: Fundação Renova (2020).

PARÂMETROS		Alumínio Total	Amônia (como NH3)	Arsênio Total	Cloro Residual Livre	Coliformes Totais	Cor Aparente	Escherichia coli	Escherichia coli (NMP/100mL)	Ferro Total	Manganês Total	pH (a 25°C)	Turbidez (saída de tratamento)
VALORES DE REFERÊNCIA		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	P/A 100mL	CU	P/A 100mL	NMP/100mL	mg/L	mg/L	---	NTU
DATA DA COLETA	PONTO	0,2	1,5	0,01	0,2 – 5	Ausentes	15(**)	Ausentes	Ausência em 100mL	0,3	0,1	6,0 - 9(*)	5(***)
14/01/2020	PMQACH 190 (SAI)	0,047	0,18	0,0027	< 0,01	Presença em 100mL	43	Presença em 100mL	-	7,6	0,057	5,75	3,72
14/01/2020	PMQACH 191 (SAI)	0,12	0,15	0,0045	< 0,01	Ausência em 100mL	8	Ausência em 100mL	-	2,9	0,04	5,6	0,74
14/01/2020	PMQACH 192 (SAI)	0,18	0,06	0,0067	0,08	Presença em 100mL	34	Ausência em 100mL	-	1,7	0,029	5,59	0,72
14/01/2020	PMQACH 193 (SAI)	0,024	0,1	0,004	0,2	Presença em 100mL	152	Ausência em 100mL	-	1,9	0,034	6,24	20
14/01/2020	PMQACH 194 (SAC)	0,076	3,4	0,0054	< 0,01	Presença em 100mL	2	Ausência em 100mL	-	0,98	0,053	5,52	0,4
14/01/2020	PMQACH 198 (SAI)	0,016	0,1	0,34	< 0,01	Presença em 100mL	53	Ausência em 100mL	-	2,2	0,18	7,63	7,59
14/01/2020	PMQACH 199 (SAI)	0,033	0,08	0,012	0,02	Presença em 100mL	3	Presença em 100mL	-	2,5	0,019	5,79	0,64
14/01/2020	PMQACH 200 (SAI)	0,034	0,05	0,0068	< 0,01	Presença em 100mL	20	Ausência em 100mL	-	4,3	0,041	5,71	2,79
14/01/2020	PMQACH 201 (SAI)	0,03	0,05	0,0084	< 0,01	Presença em 100mL	23	Presença em 100mL	-	5,5	0,067	5,92	6,31
14/01/2020	PMQACH 202 (SAI)	0,059	0,07	0,0035	< 0,01	Presença em 100mL	24	Presença em 100mL	-	2	0,02	5,83	3,36
14/01/2020	PMQACH 203 (SAI)	0,031	0,1	0,08	0,02	Presença em 100mL	20	Presença em 100mL	-	0,79	0,072	7,8	2,98
14/01/2020	PMQACH 204 (SAI)	0,045	0,09	0,0054	< 0,01	Presença em 100mL	97	Ausência em 100mL	-	4,6	0,036	5,75	4,46

Tabela 10 (continuação) – Resultados do monitoramento da qualidade da água subterrânea realizado pela Fundação Renova no âmbito do PMQACH. Compilado dos parâmetros que excederam a Portaria de Consolidação n° 5 do Ministério da Saúde. Fonte: Fundação Renova (2020).

PARÂMETROS		Alumínio Total	Amônia (como NH3)	Arsênio Total	Cloro Residual Livre	Coliformes Totais	Cor Aparente	Escherichia coli	Escherichia coli (NMP/100mL)	Ferro Total	Manganês Total	pH (a 25°C)	Turbidez (saída de tratamento)
VALORES DE REFERÊNCIA		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	P/A 100mL	CU	P/A 100mL	NMP/100mL	mg/L	mg/L	---	NTU
DATA DA COLETA	PONTO	0,2	1,5	0,01	0,2 - 5	Ausentes	15(**)	Ausentes	Ausência em 100mL	0,3	0,1	6,0 - 9(*)	5(***)
14/01/2020	Residência 16 (SAI)	0,072	0,16	0,0072	0,04	Presença em 100mL	169	Presença em 100mL	-	7,7	0,084	6,2	34,7
14/01/2020	PMQACH 206 (SAI)	0,083	0,15	0,0035	< 0,01	Presença em 100mL	23	Ausência em 100mL	-	0,92	0,018	5,58	1,31
14/01/2020	PMQACH 208 (SAI)	1,1	0,15	< 0,0010	0,01	Presença em 100mL	6	Ausência em 100mL	-	< 0,010	0,094	4,62	0,58
14/01/2020	PMQACH 213 (SAC)	0,34	0,09	0,0038	0,07	Presença em 100mL	233	Ausência em 100mL	-	7	0,038	5,72	30,9
14/01/2020	PMQACH 207 (SAI)	0,12	0,17	0,0034	0,01	Presença em 100mL	22	Ausência em 100mL	-	13	0,12	5,64	1,88
15/01/2020	PMQACH 210 (SAI)	0,11	0,05	0,0039	0,04	Ausência em 100mL	33	Ausência em 100mL	-	4,8	0,031	5,63	5,23
15/01/2020	PMQACH 211 (SAI)	0,026	0,2	0,017	0,01	Presença em 100mL	297	Presença em 100mL	-	15	0,19	6,36	8,36
15/01/2020	PMQACH 212 (SAC)	0,011	1,4	0,0088	< 0,01	Presença em 100mL	20	Ausência em 100mL	-	0,39	0,038	7,78	0,96
15/01/2020	PMQACH 214 (SAC)	0,043	< 0,015	0,0014	0,02	Presença em 100mL	20	Ausência em 100mL	-	1,3	0,033	5,59	2,36
12/02/2020	PMQACH 191 (SAI)	0,117	< 0,015	< 0,0010	0,05	Ausência em 100mL	25	Ausência em 100mL	-	2,8	0,041	5,93	2,25
12/02/2020	PMQACH 192 (SAI)	0,164	< 0,015	< 0,0010	0,02	Ausência em 100mL	101	Ausência em 100mL	-	1,8	0,031	5,84	12
12/02/2020	PMQACH 193 (SAI)	0,033	< 0,015	< 0,0010	< 0,01	Presença em 100mL	98	Ausência em 100mL	-	3,1	0,033	6,03	7,77
12/02/2020	PMQACH 197 (SAI)	0,011	< 0,015	< 0,0010	0,05	Presença em 100mL	912	Ausência em 100mL	-	21,08	0,077	6,56	12,4
12/02/2020	PMQACH 198 (SAI)	0,024	1,2	< 0,0010	0,1	Presença em 100mL	272	Presença em 100mL	-	4,2	0,074	7,45	47,8
12/02/2020	PMQACH 199 (SAI)	0,029	< 0,015	< 0,0010	< 0,01	Presença em 100mL	< 1	Ausência em 100mL	-	3,1	0,025	5,89	0,34
12/02/2020	PMQACH 200 (SAI)	0,031	< 0,015	< 0,0010	< 0,01	Presença em 100mL	< 1	Ausência em 100mL	-	4,3	0,038	5,58	0,95
12/02/2020	PMQACH 201 (SAI)	0,029	< 0,015	< 0,0010	< 0,01	Presença em 100mL	< 1	Ausência em 100mL	-	5,9	0,076	6,13	0,52

Tabela 10 (continuação) – Resultados do monitoramento da qualidade da água subterrânea realizado pela Fundação Renova no âmbito do PMQACH. Compilado dos parâmetros que excederam a Portaria de Consolidação n° 5 do Ministério da Saúde. Fonte: Fundação Renova (2020).

PARÂMETROS		Alumínio Total	Amônia (como NH3)	Arsênio Total	Cloro Residual Livre	Coliformes Totais	Cor aparente	Escherichia coli	Escherichia coli (NMP/100mL)	Ferro Total	Manganês Total	pH (a 25°C)	Turbidez (saída de tratamento)
VALORES DE REFERÊNCIA		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	P/A 100mL	CU	P/A 100mL	NMP/100mL	mg/L	mg/L	---	NTU
DATA DA COLETA	PONTO	0,2	1,5	0,01	0,2 - 5	Ausentes	15(**)	Ausentes	Ausência em 100mL	0,3	0,1	6,0 - 9(*)	5(***)
12/02/2020	PMQACH 202 (SAI)	0,054	< 0,015	< 0,0010	0,01	Presença em 100mL	23	Presença em 100mL	-	2,1	0,02	5,98	3,46
12/02/2020	PMQACH 203 (SAI)	0,029	0,8	< 0,0010	< 0,01	Ausência em 100mL	37	Ausência em 100mL	-	0,83	0,081	7,73	4,5
12/02/2020	Residência 07 (SAI)	0,057	< 0,015	< 0,0010	0,18	Presença em 100mL	211	-	16000	4,1	0,17	6,94	8,56
13/02/2020	PMQACH 194 (SAC)	0,104	0,7	< 0,0010	< 0,01	Ausência em 100mL	10	Ausência em 100mL	-	1,8	0,063	5,94	2,23
13/02/2020	Residência 16 (SAI)	0,147	< 0,015	< 0,0010	0,08	Presença em 100mL	285	Presença em 100mL	-	11	0,067	6,49	22,6
13/02/2020	PMQACH 206 (SAI)	0,071	< 0,015	< 0,0010	< 0,01	Presença em 100mL	21	Ausência em 100mL	-	0,68	< 0,010	5,93	0,95
13/02/2020	PMQACH 207 (SAI)	0,11	< 0,015	< 0,0010	< 0,01	Presença em 100mL	200	Ausência em 100mL	-	11	0,12	5,86	8,25
13/02/2020	PMQACH 208 (SAI)	0,826	< 0,015	< 0,0010	0,01	Presença em 100mL	< 1	Presença em 100mL	-	0,02	0,12	4,67	0,63
13/02/2020	Residência 20 (SAI)	0,056	3,9	< 0,0010	0,14	Presença em 100mL	265	Presença em 100mL	-	9,6	0,076	6,6	8,27
13/02/2020	PMQACH 210 (SAI)	0,111	< 0,015	< 0,0010	0,07	Ausência em 100mL	36	Ausência em 100mL	-	5,5	0,036	5,91	3,75
13/02/2020	PMQACH 211 (SAI)	0,029	< 0,015	< 0,0010	0,06	Presença em 100mL	477	Presença em 100mL	-	19	0,34	6,49	16,51
13/02/2020	PMQACH 212 (SAC)	< 0,010	< 0,015	< 0,0010	0,07	Presença em 100mL	14	Presença em 100mL	-	0,47	0,044	7,62	0,98
13/02/2020	PMQACH 213 (SAC)	0,158	< 0,015	< 0,0010	0,1	Presença em 100mL	157	Ausência em 100mL	-	7,9	0,05	5,92	19,67
13/02/2020	PMQACH 214 (SAC)	0,028	< 0,015	< 0,0010	0,03	Presença em 100mL	23	Presença em 100mL	-	1,7	0,044	5,81	2,76
13/02/2020	PMQACH 190 (SAI)	0,033	0,08	< 0,0010	0,06	Presença em 100mL	126	Presença em 100mL	-	3,104	0,033	5,76	18,51
13/02/2020	PMQACH 204 (SAI)	0,036	< 0,015	< 0,0010	< 0,01	Presença em 100mL	7	Presença em 100mL	-	4,367	0,036	5,96	1,53
11/03/2020	PMQACH 191 (SAI)	0,124	< 0,015	< 0,0010	< 0,01	Ausência em 100mL	12	Ausência em 100mL	-	3,038	0,044	5,86	1,61

Tabela 10 (continuação) – Resultados do monitoramento da qualidade da água subterrânea realizado pela Fundação Renova no âmbito do PMQACH. Compilado dos parâmetros que excederam a Portaria de Consolidação n° 5 do Ministério da Saúde. Fonte: Fundação Renova (2020).

PARÂMETROS		Alumínio Total	Amônia (como NH3)	Arsênio Total	Cloro Residual Livre	Coliformes Totais	Cor aparente	Escherichia coli	Escherichia coli (NMP/100mL)	Ferro Total	Manganês Total	pH (a 25°C)	Turbidez (saída de tratamento)
VALORES DE REFERÊNCIA		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	P/A 100mL	CU	P/A 100mL	NMP/100mL	mg/L	mg/L	---	NTU
DATA DA COLETA	PONTO	0,2	1,5	0,01	0,2 - 5	Ausentes	15(**)	Ausentes	Ausência em 100mL	0,3	0,1	6,0 - 9(*)	5(***)
11/03/2020	PMQACH 192 (SAI)	0,167	< 0,015	< 0,0010	0,02	Ausência em 100mL	58	Ausência em 100mL	-	1,793	0,027	6,35	4,1
11/03/2020	PMQACH 193 (SAI)	0,049	< 0,015	< 0,0010	0,3	Ausência em 100mL	187	Ausência em 100mL	-	3,439	0,036	5,69	29,2
11/03/2020	PMQACH 194 (SAC)	0,083	1,01	< 0,0010	< 0,01	Ausência em 100mL	40	Ausência em 100mL	-	2,637	0,071	5,64	1,76
11/03/2020	PMQACH 198 (SAI)	0,05	1,98	< 0,0010	0,25	Presença em 100mL	288	Presença em 100mL	-	5,806	0,084	7,53	49,2
11/03/2020	PMQACH 199 (SAI)	0,047	< 0,015	< 0,0010	0,04	Ausência em 100mL	13	Ausência em 100mL	-	2,37	0,021	6,01	1,51
11/03/2020	PMQACH 200 (SAI)	0,035	2,58	< 0,0010	< 0,01	Ausência em 100mL	8	Ausência em 100mL	-	4,579	0,042	6,42	0,73
11/03/2020	PMQACH 201 (SAI)	0,033	1,17	< 0,0010	< 0,01	Presença em 100mL	17	Ausência em 100mL	-	6,396	0,086	6,31	1
11/03/2020	PMQACH 202 (SAI)	0,062	< 0,015	< 0,0010	0,09	Presença em 100mL	83	Presença em 100mL	-	2,234	0,026	5,99	10,15
11/03/2020	PMQACH 203 (SAI)	0,044	1,26	< 0,0010	0,04	Presença em 100mL	68	Presença em 100mL	-	0,896	0,1	7,71	4,63
11/03/2020	PMQACH 204 (SAI)	0,039	< 0,015	< 0,0010	< 0,01	Presença em 100mL	14	Presença em 100mL	-	4,506	0,035	5,41	1,04
11/03/2020	Residência 16 (SAI)	0,155	< 0,015	< 0,0010	0,21	Presença em 100mL	150	Presença em 100mL	-	4,058	0,069	6,03	15,13
11/03/2020	PMQACH 206 (SAI)	0,077	< 0,015	< 0,0010	< 0,01	Presença em 100mL	19	Ausência em 100mL	-	0,981	0,016	5,99	1,2
11/03/2020	PMQACH 208 (SAI)	0,978	< 0,015	< 0,0010	< 0,01	Presença em 100mL	< 1	Presença em 100mL	-	0,045	0,137	4,85	< 0,34
11/03/2020	PMQACH 214 (SAC)	0,077	< 0,015	< 0,0010	< 0,01	Presença em 100mL	53	Presença em 100mL	-	1,665	0,044	5,92	3,24

Tabela 10 (continuação) – Resultados do monitoramento da qualidade da água subterrânea realizado pela Fundação Renova no âmbito do PMQACH. Compilado dos parâmetros que excederam a Portaria de Consolidação n° 5 do Ministério da Saúde. Fonte: Fundação Renova (2020).

PARÂMETROS		Alumínio Total	Amônia (como NH3)	Arsênio Total	Cloro Residual Livre	Coliformes Totais	Cor Aparente	Escherichia coli	Escherichia coli (NMP/100mL)	Ferro Total	Manganês Total	pH (a 25°C)	Turbidez (saída de tratamento)
VALORES DE REFERÊNCIA		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	P/A 100mL	CU	P/A 100mL	NMP/100mL	mg/L	mg/L	---	NTU
DATA DA COLETA	PONTO	0,2	1,5	0,01	0,2 - 5	Ausentes	15(**)	Ausentes	Ausência em 100mL	0,3	0,1	6,0 - 9(*)	5(***)
12/03/2020	Residência 07 (SAI)	0,121	< 0,015	< 0,0010	0,15	Presença em 100mL	149	-	16000	2,045	0,032	6,7	8,11
12/03/2020	PMQACH 197 (SAI)	0,021	< 0,015	< 0,0010	0,19	Presença em 100mL	666	Ausência em 100mL	-	17,506	0,06	6,34	112
12/03/2020	PMQACH 207 (SAI)	0,108	< 0,015	< 0,0010	< 0,01	Ausência em 100mL	121	Ausência em 100mL	-	11,895	0,12	5,73	5,3
12/03/2020	Residência 20 (SAI)	0,059	3,6	< 0,0010	< 0,01	Ausência em 100mL	354	Ausência em 100mL	-	10,642	0,094	6,61	9,64
12/03/2020	PMQACH 210 (SAI)	0,099	< 0,015	< 0,0010	0,03	Ausência em 100mL	31	Ausência em 100mL	-	4,811	0,046	5,86	3,9
12/03/2020	PMQACH 211 (SAI)	0,028	< 0,015	< 0,0010	< 0,01	Presença em 100mL	253	Presença em 100mL	-	16,111	0,27	6,16	6,57
12/03/2020	PMQACH 212 (SAC)	0,024	0,5	< 0,0010	0,05	Presença em 100mL	18	Ausência em 100mL	-	0,537	0,045	7,31	1,42
12/03/2020	PMQACH 213 (SAC)	0,135	< 0,015	< 0,0010	0,01	Presença em 100mL	149	Presença em 100mL	-	8,023	0,05	5,87	28

Os resultados do monitoramento realizado em 2020 pela Fundação Renova nos poços da CRQ do Degredo indicaram os seguintes parâmetros com valores acima dos níveis de potabilidade estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde: Alumínio total, Amônia (como NH₃), Arsênio Total, Cloro Residual Livre, coliformes Totais, Cor Aparente, *E. coli*, Ferro Total, Manganês Total, pH e Turbidez.

Em relação aos metais, destacam-se as seguintes observações referentes ao monitoramento em 2020:

- Alumínio: detectado acima dos padrões de potabilidade pontualmente em 4 amostras, sendo 3 delas no mesmo poço, com concentração máxima de 1,1 mg/L.
- Arsênio: detectado pontualmente acima dos padrões de potabilidade em 2 poços com concentração máxima de 0,34 mg/L.
- Ferro: verificado acima dos níveis de potabilidade em 96% dos pontos monitorados em 2020, com concentração máxima de 21,08 mg/L.
- Manganês: detectado acima dos padrões de potabilidade em 10 amostras, com concentração máxima de 0,34 mg/L.

Apesar de não apresentados em formato gráfico nesta Nota Técnica, os poços de monitoramento localizados na CRQ do Degredo amostrados no período de novembro e dezembro de 2018, janeiro, fevereiro, março, abril e maio de 2019 no âmbito do PMQACH foram avaliados e os resultados do monitoramento indicaram os seguintes parâmetros em concentrações superiores aos níveis de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde: Alumínio, Amônia, Arsênio, Chumbo, Ferro, Sulfeto de hidrogênio, Surfactantes, Manganês, Nitrato, Cloro Residual Livre, Trihalometanos totais, pH, Turbidez, Cor, Sabor/Odor. Em relação aos parâmetros microbiológicos foram verificadas desconformidades para os parâmetros Coliformes Totais e *Escherichia coli*.

De maneira geral, percebe-se que as desconformidades dos elementos metálicos, pH, cor e turbidez são praticamente constantes, conforme previsto por Morão et al. (2002). Entretanto, não é possível descartar que as concentrações de metais tenham sido incrementadas em decorrência do rompimento da barragem, pois infelizmente não foi possível fazer uma comparação entre os pontos de antes e após o rompimento. A falta de dados prejudica a compreensão se houve ou não a contaminação da água subterrânea da região do entorno da CRQ do Degredo.

Diante das desconformidades verificadas na qualidade da água subterrânea na CRQ do Degredo que impossibilitam seu atual consumo, bem como as preocupações da comunidade relatadas no Item II.5 desta Nota Técnica, e tendo-se em vista que a CT-Saúde solicitou, através de Notas Técnicas e Deliberações do CIF, a contratação e realização de Estudo de Avaliação de Risco à Saúde Humana de acordo com as Diretrizes do Ministério da Saúde em toda a área impactada pelo desastre, entre elas o município de Linhares e a CRQ do Degredo, realizado pela empresa Ambios Engenharia e Processos e entregue à Fundação Renova em maio de 2019, é fundamental a conclusão, divulgação e devolução dos resultados, assim como a adoção de eventuais medidas de proteção à saúde decorrentes dos resultados do referido estudo.

6. Relatos de percepção ambiental da CRQD

Além do detalhamento da análise técnica, no contexto de impacto social e principalmente nos danos decorrentes de desastres ainda não totalmente estudados é de fundamental importância registrar a percepção dos grupos sociais, especialmente as populações tradicionais cujo modo de vida é associado intrinsecamente ao território e aos recursos naturais.

A seguir são apresentados alguns relatos que desvelam como a população da CRQ do Degredo vivencia o dano à água em seu território. Observa-se que os relatos apresentados complementam aqueles já colhidos e registrados no Estudo do Componente Quilombola (ECQ) da Comunidade Remanescente de Quilombo do Degredo (Herkenhoff & Prates, 2017):

- Meu nome é Ângela da Vitória Borges tenho 30 anos que moro em Degredo, sou do troco Vitória Borges, a água aqui antes era boa, não encardia a roupa, hoje não pode consumir porque está muito amarela e ela hoje está encardindo as roupas, os animais também não podem consumir, está muito ruim a água.
- Sou Marilene Borges dos Santos, tenho 21 anos que moro em Degredo, antes a água era branca, podia lavar roupa, fazer comida, molhar as plantas que não morria, já hoje ela não pode ser consumida porque ela está vindo muito amarela e as roupas que lavam ficam amarela, não tem como nem colocar roupa branca no varal e não servem para dar aos animais e nem molhar as plantas.

- Meu nome é Alice Borges de Araújo, moro em Degredo há 10 anos, pertencço ao tronco Borges Irineu, antes da chegada da lama havia várias maneiras de utilização da água, usávamos água para tudo, tínhamos o rio para tomar banho, com a água muito boa para utilização, já depois da chegada da lama modificou a água do rio e tirou o nosso único meio de sobrevivência, hoje em dia não podemos usar a água para nada.

- Meu nome é Jadilson Lino de Oliveira Gomes, faço parte do tronco da família Gomes Pinto que é uma interface da família da senhora Maria Lúcia Borges e das família Tomás, moro em Degredo a 27 anos ou seja desde quando eu nasci e a minha percepção na qualidade da água é principalmente na água de consumo, a gente notou que ela estava antes da chegada da lama, ela não tinha nenhum tipo de cheiro, nenhum tipo de gosto e com a chegada da lama a gente percebeu que ela ficou com gosto principalmente de pedra ume, a água do rio não era 100% cristalina hoje em dia ela é mais cristalina ou seja a gente percebe que tem algum tipo de anomalia dentro dela, a oxigenação nela deu uma diminuída e, é foi isso que foi percebido, antes da chegada da lama as pessoas poderiam tomar banho no rio não sentiam coceira, a água do rio hoje tem gosto de pedra ume como a gente continua dizer, e essa é a percepção.

- Meu nome é Carmecilda Borges, Moro em Degredo há 40 anos, pertencço o troco Borges Irineu, antes da chegada da lama a qualidade da água era muito boa, usávamos ela para às necessidades e para os animais, hoje vemos que ela muda de cor e tem o cheiro ruim.

- Meu nome é Andre da Silva Costa, tronco familiar Atalino Leite, tenho 31 anos, nascido e criado aqui, antes era normal a água aqui, antes do crime ambiental, água bem transparente aqui, você ia na beirada da vareda ali e cavava uma cacimba como a gente fala aqui, água bem transparente não manchava a roupa em nada hoje em dia depois desse crime aí você vai cavar um poço a água da aquela nata por cima cheia de ferrugem, aí se você vai pegar água para molhar planta as vezes mata, já matou planta aqui esses dias, já aqui na horta, não vou mexer mais com horta porque estragou tudo, tem aquela ferrugem na água, antes fazia gosto porque a agua era bem transparente, hoje em dia mal mal você lava mão, ficou feia a situação, aquele mal cheiro que dá, está triste.

- Meu nome é Aga Maria meu tronco familiar é Atalino Leite moro há 15 anos em Degredo e tenho percebido que antigamente dava para fazer muitas coisas, molhar planta etc., agora não dá para fazer porque a situação da água está amarelada não está dando para fazer mais isso.

- Meu nome Crisma Silva Costa, atualmente resíduo aqui em Degredo já tem 20 anos, desde que eu nasci, pertencço ao tronco Atalino Leite , já desde que começamos a ver a qualidade da água, visivelmente já consegue ver que ela mudou a aparência, já o gosto não é o mesmo, mesmo filtrando, em alguns tipos de filtros mais simples como o de barro, consegue sentir o gosto meio forte, odores e antes não tinha isso aí e atualmente até a caixa d'água a gente tem que estar lavando caso usa, tem que lavar diariamente, semanalmente porque a água está com a cor muito forte, que mancha a roupa se for usar roupa branca, então desse aí conseguimos ver a dificuldade que começamos a enfrentar daqui pra frente.

III. CONSIDERAÇÃO FINAL E DIRETRIZES

Corroborando o estudo da Tetra Tech (2020) para a Fundação Renova, conclui-se que não é possível descartar a contaminação da água subterrânea da região do entorno da CRQ do Degredo em decorrência do rompimento e que é necessário um maior aprofundamento e ampliação dos estudos, a fim de se compreender se houve contaminação da água e determinar qual foi sua extensão. Principalmente quando se considera que até o momento, a Fundação Renova ainda não oficializou/publicou a sua área de passagem e deposição de lama, em especial após os eventos de chuva de 2016 e 2020. Afinal, é impossível comprovar ausência de afetação sem uma prévia definição da área atingida.

Além disso, os resultados do monitoramento da qualidade da água subterrânea em Degredo e o cenário de insegurança hídrica estabelecido a partir das diversas desconformidades aos padrões de potabilidade verificadas nas análises dos poços de monitoramento existentes no território corroboram a necessidade de desenvolvimento de ações estruturantes e conclusão do Projeto Básico e a consequente instalação do sistema de abastecimento de água na comunidade, conforme as considerações apresentadas na Nota Técnica Intercâmaras nº 02/2019 – CT-IPCT/CT-SHQA/CT-Saúde e nas Deliberações CIF nº 329/2019 e 430/2020.

Registre-se que a solução definitiva do sistema de abastecimento de água dever ser providenciada independente de novos estudos.

IV. RECOMENDAÇÃO AO CIF

Diante do exposto, recomendamos ao CIF que delibere e determine à Fundação Renova que:

- a. Efetue o monitoramento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas no território da comunidade quilombola do Degredo, de modo contínuo e de forma a avaliar a evolução das concentrações ambientes;
- b. Apresente relatórios trimestrais com os resultados parciais desses monitoramentos, como já demandado pela Deliberação CIF nº 280/2018 (item 4);

Referências

ABAS – Associação Brasileira de águas subterrâneas. Águas subterrâneas o que são? Disponível em: <https://www.abas.org/aguas-subterraneas-o-que-sao/#:~:text=Um%20aq%C3%BC%C3%ADfero%20apresenta%20uma%20reserva,e%20de%20outras%20fontes%20subterr%C3%A2neas.&text=Sendo%20assim%2C%20a%20recarga%20sempre,superf%C3%ADcie%20acima%20do%20len%C3%A7ol%20fre%C3%A1tico.>

Acesso em setembro de 2020.

Brasil, 2002. Lei n. 2322, de 05 de dezembro de 2002. (2002). – Código de Meio Ambiente. Linhares, Linhares, ES.

COPPETEC. Sobre sedimentos depositados na zona costeira adjacente à foz do rio Doce, após a ruptura da barragem da Samarco em 05/11/2015. P4 – Relatório de processos sedimentológicos conexos somente ao rio Doce – Etapa 1. 2020.

CPRM. Noções básicas sobre poços tubulares. Cartilha informativa. 1998. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/publique/media/hidrologia/mapas_publicacoes/Nocoas_Basicas_Pocos_Tubulares.pdf

CTA Meio Ambiente. Estudo de Impacto Ambiental (EIA) para Implantação das Usinas Termoelétricas Escolha e Cacimbas – Linhares/ES. Capítulo V – Diagnóstico Ambiental. 2010. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/EIA-2010>

Deliberação CIF n° 355. Aprovar a solução para a distribuição de água para consumo humano na comunidade Degredo (Linhares/ES) como gastos compensatórios, conforme as considerações constantes na Nota Técnica Intercâmaras n° 02/2019 – CT-IPCT/CT-SHQA/CT-Saúde. 2019. Disponível em: http://ibama.gov.br/phocadownload/cif/deliberacoes/2019/cif_deliberacao_355.pdf

Deliberação CIF n° 329. Determinar à Fundação Renova o cumprimento do cronograma estabelecido em reunião intercâmaras referente à elaboração e entrega do Projeto Básico do Sistema de Abastecimento de Água da comunidade de Degredo, em Linhares/ES, de acordo com a Nota Técnica Intercâmaras n° 01/2019/CT-IPCT/CT-SHQA/CT-Saúde/CIF. 2019. Disponível em: http://ibama.gov.br/phocadownload/cif/deliberacoes/2019/cif_deliberacao_329.pdf

Dlamini, C. L.; Fadiran, A. O.; Thwala, J. M. A Study of Environmental Assessment of Acid Mine Drainage in Ngwenya, Swaziland. Journal of Environmental Protection. 2013. Disponível em: https://www.scirp.org/html/3-6702056_40257.htm

Ecology/Econservation. EIA – Estudo de Impacto Ambiental do Mineroduto Morro do Pilar/MG a Linhares/ES e Porto Norte Capixaba. 2013. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/EIA-2013>

Fraser, C. J. D.; Roulet, N. T., Lafleur, M. Groundwater flow patterns in a large peatland. **Journal of Hydrology**. 246. 142-154. 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169401003626>

Fundação Renova. Plano de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano – PMQACH. 2020

Golder Associates. Relatório Técnico Consolidado - resultados da 1 e 2 campanhas da região deltáica (NT-GRSA no 05/2019). 2020

Hashim, M.A.; Mukhopadhyay, S.; Sahu, J. N.; Sengupta, B. Remediation technologies for heavy metal contaminated groundwater. **Journal of Environmental Management**. 92:10, 2355-2388. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479711002064>

Herkenhoff e Prates. Estudo do Componente Quilombola da Comunidade Remanescente de Quilombo do Degredo. 2017.

Husson, O. Redox potential (Eh) and pH as drivers of soil/plant/microorganism systems: a transdisciplinary overview pointing to integrative opportunities for agronomy. **Plant Soil**. 362:389-417. 2013. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-012-1429-7>

IEMA/Fundação Renova. Relatório de vistoria GTECAD/Tecnologia e tratamento – n°02. 2018.

Jardim, W.F. Medição e interpretação de valores do potencial redox (EH) em matrizes ambientais. **Química Nova**. 37:7, 1233-1235, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422014000700020

Kowalkowski, T.; Buszewski, B. Sorption and migration of selected heavy metals in different soil matrices. **Polish Journal of Environmental Studies**, 11(2), 135-140. 2002.

Lactec. Resumo da avaliação de dados históricos (antes do desastre), voltado para as comunidades tradicionais e povos indígenas. *Ambientes Aquáticos*. 2018. Disponível em: http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/documentos/relatorios-lactec/lactec_resumo-avaliacao-pre-desastre-ambientes-aquaticos-ipct

Lactec. Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce e região costeira adjacente – TOMO I. 2020a. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/atuacao-do-mpf/pareceres-e-relatorios>

Lactec. Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce e região costeira adjacente – TOMO II. 2020b. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/atuacao-do-mpf/pareceres-e-relatorios>

Lani, J.L. Deltas dos Rios Doce e Itapemirim: solos, com ênfase nos tiomórficos, água e impacto ambiental do uso. Universidade Federal de Viçosa, 169p, 1998. (Tese de Doutorado). Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/22587>

Magris, A. R., MARTA-ALMEIDA, M., MONTEIRO, J. A.F., BAN, N. C. A modelling approach to assess the impact of land mining on marine biodiversity: Assessment in coastal catchments experiencing. **Science of the Total Environment**, 659: 828-840. 2019.

MDGEO. Estudo Hidrogeológico – Mapa Potenciométrico da Região de Linhares – ES. 2016.

MDGEO. Relatório de estudos hidrogeológicos na região de Degredo, Linhares - ES. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria de Consolidação nº 5 de 2017. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>

Nota Técnica Intercâmaras nº 02/2019 – CT-IPCT/CT-SHQA/CT-Saúde.

Nota Técnica nº 14/2018- GTECAD/ ÁGUAS INTERIORES- CTIPCT. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/cif/notas-tecnicas/CT-IPCT/2018/cif-ct-ipct-gtcadaguasinteriores-nt-2018-14.pdf>

Mourão, M. A. A.; Lima, J. E. S.; Monteiro, E. A. 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. 2002. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22814>

Oliveira, L. T.; Klammler, H.; Leal, L. R. B.; Grissolia, E. M. Analysis of the long-term effects of groundwater extraction on the water balance in part of the Urucua Aquifer System

in Bahia – Brazil. **Revista Ambiente & Água**. 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-993X2019000600307&script=sci_arttext

Polizei, S. P.; Rossetti, D. F. Caracterização morfológica do delta do rio Doce (ES) com base em análise multissensor. *Revista brasileira de geografia*. 15 (2) 311-326p. 2014.

Rhama. Avaliação das comunidades afetadas pela turbidez na costa do Espírito Santo. 2019.

Ribeiro, M. L.; Lourencetti, C.; Pereira, S. Y.; Marchi, M. R. R.; Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar. **Química Nova**. 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000300031&lng=pt

Rieuwerts, J. S.; Ashmore, M. R.; Farago, M. E.; Thornton, I. The influence of soil characteristics on the extractability of Cd, Pb and Zn in upland and moorland soils. **Science of the total Environment**. 2006. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969705005541?casa_token=yXEQtn_c3GFkAAAAA:sCvLx8ocb2Hm42k_ihPSFXry1LwppRshvut7BuDRXJjMdqNEdkGjfVqBjzfkOLybyfhCud3grn1u

Rose, A. W.; Means, B.; Shah, P.J. Methods for passive removal of manganese from acid mine drainage. 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/241846106_METHODS_FOR_PASSIVE_REMOVAL_OF_MANGANESE_FROM_ACID_MINE_DRAINAGE

Salgado, P.; Melin, V.; Contreras, D.; Moreno, Y.; Mansilla, H. Fenton reaction driven by iron ligands. **Journal of the Chilean Chemical Society**. 58:4. 2013. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-97072013000400043

Tack, F. M. G.; Van Ranst, E.; Lievens, C.; Vandenberghe, R. E. Soil solution Cd, Cu and Zn concentrations as affected by short-time drying or wetting: The role of hydrous oxides of Fe and Mn. *Geoderma*, 137(1-2), 83-89. 2006. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706106002333?casa_token=F-uYupUU-dcAAAAA:yJF24K1fE1oj53oeIfxX1oKASAUhSihp8egR8EzIz3XPQ8XwXBwhQTVbtPUxstLNoN6TMhD6t4jOX

Tetra Tech. Relatório de Controle de Atividades – Modelagem Hidrodinâmica para o período de 10 de novembro de 2015 a 07 de janeiro de 2016. Relatório Técnico – RT- ECV- ECV-009/16. Econsevation, Tetrattech e Samarco. 2016.

Tetra Tech. Estudo e investigação das alterações dos parâmetros de qualidade da água na região de Degredo, Linhares-ES. Relatório Técnico. 2019.

Tetra Tech. Compilação e avaliação de estudos ambientais realizados antes e após o rompimento da barragem de Fundão – Litoral norte do Espírito Santo. 2020.

Zon, C. Influência de drenagem sobre solos orgânicos e parâmetros de qualidade de água. Estudo de caso: “Vale do Suruaca” delta do rio Doce. Universidade Federal do Espírito Santo, 156p. 2008. (Dissertação de Mestrado). Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/3901>