

NOTA TÉCNICA CT-GRSA nº 14/2020

Assunto: Análise técnica do documento “VOLUME 12 – APLICAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DE REJEITO NO TRECHO 16”.

1. INTRODUÇÃO E HISTÓRICO

O rio Doce no estado do Espírito Santo, percorre um trecho de aproximadamente 142 km. Visando avaliar o impacto da deposição de rejeitos provenientes do rompimento da barragem de Fundão, esse trecho foi dividido em dois, sendo geradas duas áreas de análise para aplicação do Plano de Manejo de Resíduos (PMR): o Trecho 15 e o Trecho 16.

O Plano de Manejo de Resíduos do Trecho 16 (PMR 16) compreende a região entre a sede do município de Linhares, próximo à ponte da BR 101, e a foz do rio Doce, que divide os distritos de Regência e Povoação, perfazendo 42 km de extensão e a zona costeira, entre a foz do rio Riacho (Aracruz) e a foz do rio Barra Nova (São Mateus), conforme apresentado na Figura 1.



Figura 1: Trechos 16. Fonte: *adaptado de GOLDER (2020)*.

Nesse contexto, a Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental (CT-GRSA) e a Fundação Renova realizaram 3 reuniões de alinhamentos que deram embasamento a Nota Técnica CT-GRSA nº 01/2019, a qual compilou todas as orientações discutidas e acordadas com a Fundação Renova nestas reuniões para a elaboração dos Planos de Manejo de Rejeitos dos trechos 15 e 16.

O PMR 15, intitulado “VOLUME 11 – APLICAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DE REJEITO NO TRECHO 15. Fevereiro/2020” já foi analisado sendo emitida a Nota Técnica CT-GRSA nº 06/2020, na qual constam diversas considerações que seriam aplicáveis aos trechos 15 e 16.

2. ANÁLISE TÉCNICA DO PLANO DE MANEJO DE REJEITOS DO TRECHO 16

2.1. Elementos químicos correlatos ao *EVENTO* – Rompimento da Barragem de Fundão Análise

O Termo de Transação de Ajustamento de Conduta (TTAC) define o *EVENTO* como sendo “o rompimento da barragem de Fundão, pertencente à SAMARCO, localizada no complexo minerário de Germano, em Mariana-MG, ocorrido em 5 de novembro de 2015”. Este rompimento, por sua vez, ocasionou a liberação de aproximadamente 40 milhões de metros cúbicos de rejeito com imensa energia. Estima-se que a vazão ocasionada pelo *EVENTO* foi equivalente a um Tempo de Retorno de 10.000 anos (Estigoni et al., 2020 apud Golder, 2020).

Todo esse rejeito liberado com imensa energia escavou e revolveu as calhas dos rios atingidos, ressuspensando sedimentos que estavam estabilizados e “inertes” nestes, e assim, disponibilizando os componentes químicos desses sedimentos na coluna d’água, contribuindo para a alteração da qualidade da água.

Prova indiscutível disto pode ser obtida por análise simples e rápida dos monitoramentos de qualidade de água realizados emergencialmente durante os primeiros meses do desastre, alguns até com amostras do “branco” correspondendo as coletas antes da chegada da pluma de rejeitos. Nesses monitoramentos verifica-se a presença de diversos metais em quantidade elevadas e em uma variedade que vai além dos componentes principais dos rejeitos, que são Ferro, Silício, Alumínio e Manganês.

Destaca-se aqui, para exemplificar a narrativa do parágrafo anterior, a NOTA TÉCNICA GCA/CAIA N° 031-2016, a qual analisa e compara frente a CONAMA 357 os dados de qualidade de água dos cinco pontos do rio Doce no Estado do Espírito Santo monitorados emergencialmente pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídrico, no período de novembro/2015 a março/2016. Na referida nota, além de relatar a condição de “branco”, classificam-se os parâmetros de qualidade de água que se “elevaram sua concentração com a chegada da lama” sem extrapolar os limites da classe II, e os que extrapolaram a classe II, respectivamente as colunas “Parâmetros que elevaram sua concentração com a chegada da lama” e “Parâmetro em desconformidade”. Pode-se concluir que, após a chegada da pluma de rejeitos, metais como alumínio, ferro, manganês, chumbo, cromo, cobalto, antimônio, arsênio,

bário, níquel, cobre, zinco entre outros parâmetros foram disponibilizados na coluna d'água, tanto pelo material extravasado, quanto pelo revolvimento do sedimento de fundo. Destaca-se que diversos desses metais são ditos “metais pesados” associados a efeitos deletérios a saúde humana e ao meio ambiente.

Todo o anteriormente exposto era de ciência da Fundação Renova, pois esses pontos foram discutidos, expostos e pontuados em diversas ocasiões, além de registrados em alguns documentos:

- NOTA TÉCNICA CT-GRSA nº 09/2020 - Assunto: Análise técnica do documento “PROJETO DE GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADA PARA SAÚDE E MEIO AMBIENTE (GAISMA) Março de 2020”
 - No item “3.1 Da Seleção das Substâncias Químicas de Interesse” pode-se ler:

“A versão do GAISMA - Aprimorado, apresenta uma atualização do conceito de substâncias químicas de interesse nas páginas 6, 71, 73 e 76. Desta forma, o documento define como substâncias químicas de interesse aquelas “detectadas no meio acima do padrão legal aplicável ou aquela que não possui padrão legal aplicável para um determinado meio”, em consonância com as diretrizes da Norma ABNT NBR 16209:2013 e demais referências do setor ambiental para estudos de avaliação de risco.”

Em termos práticos, em sua proposta de avaliação de risco modelo GAISMA (suspensa judicialmente), a própria Fundação Renova usa uma ampla listagem de metais, os quais estavam acima do padrão legal (classe II da CONAMA 357 por exemplo), não somente os componentes majoritários do rejeito.

No mesmo documento, pode-se ler novamente a orientação quanto ao uso ampliado de metais disponibilizados pela energia do *EVENTO*, e da correta classificação das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) que deveriam ser adotadas em função disso:

“Entre as alterações de qualidade de água do rio Doce decorrentes do EVENTO se encontram diversos metais, alguns deles podendo não ser relacionados diretamente a composição do rejeitos, porém disponibilizados pela energia do EVENTO que revolveu o leito do rio. Nesse aspecto sempre foi discutido que as substâncias químicas de interesse (SQIs) deveriam ser as que apresentaram alteração em função do EVENTO, assim, na deliberação CIF nº 374, por meio dos documentos anexos solicitava-se a classificação das Substâncias Químicas de Interesse em classes ligadas: a composição dos rejeitos, as substâncias disponibilizadas pelo EVENTO, as de não interesse e as não relacionadas ao EVENTO. Todavia isto não se concretiza ao longo do

documento, havendo apenas uma pequena sinalização no item 3 do documento em que se define “Substâncias Químicas de Interesse (SQI) não associadas à fonte primária (para áreas em que há indicação de outras substâncias não relacionadas ao rejeito);”, porém, não sendo o conceito mais abordado.”

Na Reunião Gerencial nº 29/2019 , ocorrida nos dias 12 e 13/12/2019, que incluiu a presença dos membros do MPF/Ramboll, acerca da Nota Técnica nº 23/2019 da CT-GRSA que tratou do “Relatório final de investigação complementar e estudo ambiental de avaliação de riscos à saúde humana (metodologia USEPA) – Linhares – ES. ” essa orientação também foi discutida e reiterada a Fundação Renova, no âmbito das avaliações de risco. Segue um trecho da resposta da Fundação Renova a Nota Técnica 23/2019, consolidando o que foi discutido na reunião dos dias 12 e 13/12/2019 (Resposta a NOTA TÉCNICA CT-GRSA nº 23/2019, sobre o Relatório final de investigação complementar e estudo ambiental de avaliação de riscos à saúde humana (metodologia USEPA) – Linhares – ES.) que confirma essa orientação.

“Resposta ao Parecer Técnico - Avaliação do Risco à Saúde Humana na Comunidade do Areal, Espírito Santo, emitido pela Ramboll Brasil

[...]

Identificação de Substâncias Químicas de Interesse

[Questionamento Parecer Ramboll] Conforme discutido na Seção 18.4.2 do relatório apresentado pela Fundação Renova, as Substâncias Químicas de Interesse foram selecionadas para incluir os compostos intrínsecos presentes nos rejeitos liberados da barragem (como, por exemplo, alumínio, ferro e manganês) e aquelas com concentrações acima dos limites regulatórios (valores de intervenção - VI). Considera-se que esta abordagem geral é adequada.

Recomenda-se que a Avaliação de Risco deixe claro no início desta seção se o estudo avaliou apenas as substâncias químicas originárias do Complexo de Germano da Samarco/Barragem de Fundão ou se todas as substâncias químicas foram consideradas. Além das substâncias químicas originárias da barragem, se recomenda também considerar possíveis riscos à saúde humana de quaisquer substâncias químicas cuja mobilidade possa ter sido afetada pelo rompimento da barragem (por exemplo, Amônia proveniente do uso de fertilizantes e pesticidas em culturas agrícolas).

[Resposta Fundação Renova] Quanto à recomendação de que a Avaliação de Risco inicie a seção destacando as substâncias que de fato foram contempladas, considera-se prudente a recomendação.

Conforme pode ser observada na Tabela 30 - Resultados Analíticos para Amostras de Água Subterrânea de Linhares – ES (págs. 168 a 171), a Amônia foi contemplada.

Referente às demais substâncias químicas propostas para a Avaliação de Risco à Saúde Humana e não associadas a composição do rejeito ou aos metais em geral, mas que podem ter sido mobilizadas após o rompimento da barragem (compostos presentes em fertilizantes, por exemplo), esta abordagem não foi contemplada nos trabalhos, uma vez que o intuito do estudo foi refinar e avaliar as metodologias utilizadas (estudo piloto).

Ressalta-se que por recomendação dos órgãos ambientais, para a Avaliação de Risco à Saúde Humana deveriam ser considerados os metais constituintes do rejeito, bem como os que ultrapassassem os limites normativos.”

Até mesmo em alguns documentos da Fundação Renova, admite-se que estas orientações foram seguidas. Por exemplo, na última versão reprovada do GAISMA, havia uma conceituação de Substâncias Químicas de Interesse coerente com este fato:

- PROJETO DE GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADA PARA SAÚDE E MEIO AMBIENTE (GAISMA) Março de 2020

“Substâncias Químicas de Interesse (SQI): Substâncias químicas detectadas no meio acima do padrão legal aplicável ou aquela que não possui padrão legal aplicável para um determinado meio;”

Apesar da ciência da Fundação Renova, desta que é considerada uma premissa fundamental do impacto ambiental resultante do *EVENTO*, por diversos membros da CT-GRSA para a execução dos trabalhos de avaliação de impactos e efeitos, esta não foi considerada no desenvolvimento do PMR 16, em que a Fundação Renova foca nos elementos majoritários do Rejeito de Mineração, ou seja, ferro, alumínio e manganês. O documento analisado por esta nota técnica já se fundamenta desde primeiro momento em premissa equivocada.

Requisição 1: A Fundação Renova deve considerar, em todos os trabalhos relacionados a avaliação de impactos ou riscos que desenvolve, ou vier a desenvolver, todos os elementos que sofreram alteração com o *EVENTO* (a passagem da pluma de rejeitos), com especial atenção a que extrapolaram os limite da classe II da CONAMA 357.

2.2. Da comparação entre Germano e Fundão

Um dos eixos da construção do Plano de Manejo apresentado é a comparação dos dados obtidos com a composição química do rejeito. Isto é feito pela Fundação Renova através da comparação entre os resultados do PMR 16 com os dados de Golder Associates (2016, 2017), que são dados referentes a Barragem de Germano. Estes trabalhos foram criticados em

documentos passados por não apresentarem comprovação técnica de que os rejeitos de Germano e Fundão eram equivalentes ou quimicamente muito similares.

A barragem de Germano é de construção e operação mais antiga, assim, os rejeitos ali depositados são oriundos de processo industrial mais antigo, potencialmente menos eficiente e é desconhecido se a rocha minerada possuía as mesmas características de composição química e mineralógica. Em termos práticos, é pouco razoável a premissa/hipótese considerada, na construção deste trabalho, pela Fundação Renova de que os rejeitos de Fundão e Germano são quimicamente equivalentes.

Essa hipótese pode ser refutada ao analisarmos estudos recentes, os quais caracterizam os rejeitos de Fundão e compará-los com os dados do estudo de Golder Associates (2016, 2017). Acrescenta-se ainda que estes estudos poderiam ser referenciados no Plano de Manejo de Rejeitos do Trecho 16, já que caracterizam a fonte de rejeitos propriamente dita, e não uma aproximação. Citam-se:

- Caracterização Parcial do Rejeito de Mineração do Complexo de Germano. LACTEC, 2018.
 - Ressalta-se que este é um documento de amplo conhecimento público, disponibilizado na página da Força Tarefa do MPF referente ao desastre da SAMARCO.
- Pós *EVENTO*: Relatório de Avaliação da Qualidade do Rejeito Presente na Barragem do Fundão, em Mariana – MG, e na Usina Hidrelétrica Risoleta Neves (Aterro de Candonga), em Rio Doce – MG (EPA, 2019).
 - Ressalta-se que este se trata de documento interno da Fundação Renova solicitado pela CT-GRSA por estar entre as referências do PMR 16, apesar de não utilizado como referência.

Segue a Tabela 01 comparando os dados de Germano/Golder (2016, 2017) e os dados de Fundão do trabalho de LACTEC (2018):

Tabela 01: Comparativo entre os dados da barragem de Germano com a barragem de Fundão

Parametro	Golder (2017) Coletas de 2013 a 2014 - Germano - 35 sondagens em 18 locais - 163 amostras - mg/kg - digestão ácida - Equipamento não informado					LACTEC (2018) Coletas em dias 12 e 13 de junho de 2018 - Fundão - mg/kg- Extração: ácidos nítrico e clorídrico EPA 3051A - Equipamento EPA 6010C: ICP-OES										
	COMPOSTA AE (máx 0-85m)	COMPOSTA B3 (máx 0-85m)	COMPOSTA CT (máx 0-85m)	COMPOSTA DA (máx 0-85m)	Média	301 (profundidade não informada)	302	303	304	305	306	307	308	310	312	Média
Alumínio	1.433,00	2.670,00	2.356,00	2.394,00	2.213,25	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	-
Antimônio	<1	<1	<1	<1	-	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-
Arsênio	1,40	7,26	2,50	3,87	3,76	1,58	6,23	2,75	11,19	1,12	2,28	0,76	12,80	2,05	8,76	4,95
Bário	13,30	22,90	16,50	13,90	16,65	8,33	19,35	22,54	67,07	7,47	11,47	9,32	1,73	2,58	11,37	16,12
Boro	< 4,00	< 4,02	< 4,01	< 4,01	-	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	-
Cádmio	<1	<1	<1	<1	-!	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-
Chumbo	<8	<8	<8	<8	-	<LQ	10,57	4,61	7,38	<LQ	4,30	<LQ	6,99	<LQ	8,42	7,05
Cobalto	<8	<8	<8	<8	-	0,32	0,99	1,23	105,60	0,49	21,72	0,61	14,19	<LQ	45,84	21,22
Cobre	4,89	7,99	6,10	4,26	5,81	3,78	9,75	7,25	59,63	4,41	9,89	4,63	38,08	<LQ	34,02	19,05
Cromo	9,99	37,00	13,00	11,90	17,97	3,81	21,80	11,90	32,50	4,60	14,50	3,46	33,30	2,37	43,30	17,15
Ferro	83.627,00	171.294,00	72.047,00	101.711,00	107.169,75	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	-
Manganês	141,00	553,00	242,00	265,00	300,25	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	-
Mercurio	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	-	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-
Molibdênio	<3	<3	<3	<3	-	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-
Níquel	3,20	<3	<3	<3	3,20	<LQ	<LQ	<LQ	66,50	<LQ	8,17	<LQ	22,39	<LQ	27,94	31,25
Prata	<1	<1	<1	<1	-	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-
Selênio	<1	<1	<1	<1	-	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	-
Sódio	n.a	n.a	n.a	n.a	-	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	-
Vanádio	<8	10,00	<8	<8	10,00	<LQ	3,28	<LQ	20,60	<LQ	9,35	<LQ	22,10	<LQ	21,20	15,31
Zinco	13,00	20,00	17,00	14,90	16,23	4,89	13,90	7,66	27,80	5,26	7,35	5,27	20,20	2,88	32,00	12,72

Os elementos Chumbo (Pb) e Cobalto (Co) são identificados por Lactec na composição química do rejeito, porém, por Golder ficam abaixo do limite de quantificação, já outros elementos como Vanádio (V), Níquel (Ni) e Cobre (Cu) foram encontrados por Lactec em concentrações maiores. Essas diferenças de teores elementares reiteram que os dois reservatórios são quimicamente diferentes.

A seguir consta a Tabela 02 comparando os dados de Germano/Golder (2016, 2017) e os dados de Fundação de EPA (2019).

Tabela 02: Comparativo entre os dados da barragem de Germano com a barragem de Fundão

Parâmetro	Golder (2017) Coletas de 2013 a 2014 - Germano - 35 sondagens em 18 locais - 163 amostras - mg/kg - digestão ácida - Equipamento não informado					Grupo EPA (2019) Coletas em 13 a 19 de fevereiro de 2019 - Fundão - mg/kg - Metodo de extração não informado - Equipamento USPA 6010C: ICP-AES														
	COMPOSTA AE (máx 0-85m)	COMPOSTA B3 (máx 0-85m)	COMPOSTA CT (máx 0-85m)	COMPOSTA DA (máx 0-85m)	Média	ST-01 (0-0,3m)	ST-02 (1,7-2m)	ST-02 (0-0,5m)	ST-02 (1,6-2m)	ST-03 (0-0,4m)	ST-03 (1,4-1,8m)	ST-04 (0-0,4m)	ST-04 (1,6-2,0m)	ST-05 (0-0,4m)	ST-05 (1,6-2m)	Duplicata 1 (0-0,4m)	Duplicata 1 (1,5-2,0m)	Duplicata 2 (0-0,4m)	Duplicata 2 (1,4-1,9m)	Média
Alumínio	1.433,00	2.670,00	2.356,00	2.394,00	2.213,25	1.939,10	6.604,80	290,70	199,90	2.723,30	19.169,10	844,20	191,70	1.652,90	1.938,60	855,30	500,50	860,90	15.868,30	3.831,38
Antimônio	<1	<1	<1	<1	-	<1,08	<1,37	<1,24	<1,22	< 1,15	< 1,48	< 1,10	< 1,04	< 1,16	< 1,15	< 1,14	< 1,2	<1,20	< 1,50	-
Arsênio	1,40	7,26	2,50	3,87	3,76	< 1,62	<2,05	< 1,87	<1,84	< 1,72	< 2,23	< 1,66	< 1,55	< 1,74	< 1,72	< 1,70	< 1,8	<1,80	< 2,25	-
Bário	13,30	22,90	16,50	13,90	16,65	22,70	5,42	< 2,49	< 2,45	36,60	18,90	9,35	< 2,07	19,70	15,90	3,25	< 2,40	18,50	21,50	17,18
Boro	< 4,00	< 4,02	< 4,01	< 4,01	-	<4,31	<5,48	< 4,98	< 4,90	< 4,49	< 5,93	< 4,42	< 4,14	53,90	53,20	< 4,54	< 4,80	< 4,80	< 5,99	53,55
Cádmio	<1	<1	<1	<1	-	<1,08	< 1,37	< 1,24	<1,22	< 1,15	< 1,48	< 1,10	< 1,04	3,22	3,18	< 1,14	< 1,20	< 1,20	< 1,50	3,20
Chumbo	<8	<8	<8	<8	-	9,05	13,80	2,72	< 2,45	10,80	15,50	< 2,21	< 2,07	7,86	7,18	4,70	3,49	5,54	14,00	8,60
Cobalto	<8	<8	<8	<8	-	<1,62	5,05	< 1,87	< 1,84	< 1,72	5,07	< 1,66	< 1,55	< 1,74	< 1,72	< 1,70	< 1,80	< 1,80	3,08	4,40
Cobre	4,89	7,99	6,10	4,26	5,81	< 2,16	29,20	< 2,49	< 2,45	< 2,30	23,20	4,85	< 2,07	< 2,33	< 2,30	< 2,27	< 2,4	< 2,40	25,20	20,61
Cromo	9,99	37,00	13,00	11,90	17,97	9,80	113,60	< 5,60	< 5,51	20,20	84,10	6,72	< 4,66	9,77	8,54	5,51	< 5,4	7,36	86,70	35,23
Ferro	83.627,00	171.294,00	72.047,00	101.711,00	107.169,75	18.496,80	23.061,60	21.641,80	20.783,40	20.063,10	23.219,60	1.186,20	1.129,40	2.723,30	2.495,40	20.295,10	21.468,80	21.432,90	24.371,30	15.883,48
Manganês	141,00	553,00	242,00	265,00	300,25	527,90	278,00	39,40	24,80	859,40	201,10	212,00	33,50	430,50	383,60	185,10	60,40	340,60	179,10	268,24
Mercurio	< 0,100	< 0,100	< 0,100	< 0,100	-	<0,108	<0,137	< 0,124	< 0,122	< 0,115	< 0,148	< 0,110	< 0,104	< 0,116	< 0,115	< 0,114	< 0,120	<0,120	< 0,150	-
Molibdênio	<3	<3	<3	<3	-	<2,16	< 2,74	< 2,49	< 2,45	< 2,30	< 2,97	< 2,21	< 2,07	< 2,33	< 2,30	< 2,27	< 2,40	<2,40	< 2,99	-
Níquel	3,20	<3	<3	<3	3,20	4,88	56,90	< 2,49	< 2,45	5,89	9,55	< 2,21	< 2,07	< 2,33	< 2,30	< 2,27	< 2,40	< 2,40	8,61	17,17
Prata	<1	<1	<1	<1	-	< 1,62	<2,05	< 1,87	< 1,84	< 1,72	< 2,23	< 1,66	< 1,55	<1,74	< 1,72	< 1,70	< 1,80	< 1,80	< 2,25	-
Selênio	<1	<1	<1	<1	-	< 1,62	< 2,05	< 1,87	< 1,84	< 1,72	< 2,23	< 1,66	< 1,55	< 1,74	< 1,72	< 1,70	< 1,80	< 1,80	< 2,25	-
Sódio	n.a	n.a	n.a	n.a	-	104,90	192,20	49,30	49,80	60,10	139,30	32,80	30,30	64,80	74,50	41,90	38,50	60,60	203,10	81,58
Vanádio	<8	10,00	<8	<8	10,00	10,20	87,70	< 4,98	< 4,90	11,80	57,10	9,13	< 4,14	11,30	12,30	5,30	< 4,80	6,49	56,10	26,74
Zinco	13,00	20,00	17,00	14,90	16,23	32,50	39,60	18,10	18,60	46,80	34,40	15,90	13,30	29,60	28,10	21,50	18,50	25,10	38,30	27,16

Os elementos Chumbo (Pb) , Cobalto (Co), Boro (B) e Cádmiio (Cd) são identificados por EPA na composição química do rejeito, porém, por Golder ficam abaixo do limite de quantificação. Já os elementos Alumínio (Al), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Vanádio (V), Níquel (Ni) e Zinco (Zn) foram encontrados por EPA em concentrações maiores. Essas diferenças de teores elementares reiteram que os dois reservatórios de rejeitos são quimicamente diferentes.

Reitera-se que os dois estudos de caracterização de Fundão, elaborados por Lactec e EPA, são respectivamente, documento público e documento interno da Fundação Renova, permitindo assim a utilização como referência para a composição química do Rejeito no PMR 16, ao invés de uma aproximação com o material depositado em Germano.

2.3 Bibliografia e Premissas utilizadas

O estudo lista diversos estudos, conforme requisição da Nota Técnica CT-GRSA 06/2020 - Análise do Plano de Manejo de Rejeitos do Trecho 15. Contudo, foi percebida a utilização de diversos estudos como fonte de dados secundários. Tais estudos não foram aprovados ou sequer avaliados e com as devidas recomendações acolhidas. Ainda é possível observar estudos que não são de conhecimento da CT-GRSA, sendo produtos internos da Fundação Renova.

A CT-GRSA entende que estudos reprovados não deveriam ter suas conclusões utilizadas, bem como a utilização de conclusões de estudos ainda não avaliados ou sob avaliação como no caso do Relatório do Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático (PMQQS), estudos da consultoria Bicho do Mato e das avaliações de risco. Estas últimas, ainda estando suspensas judicialmente.

Dando prosseguimento, na página 19, ainda na Introdução do referido estudo, consta que:

“Como apresentado na Figura 2, a vazão do fluxo de rejeitos e materiais associados a jusante do reservatório de Candonga foi atenuado consideravelmente e pôde ser fisicamente acomodada dentro da calha do rio Doce, que histórica e periodicamente vivenciou vazões de enchentes similares ou maiores do que a observada durante a onda de rejeitos provocou a jusantes do reservatório de Candonga foram reduzidas quando comparadas com os verificados a montante dela”

A premissa utilizada é válida quando isolamos apenas os efeitos hidrológicos, e para ser utilizada, deve ser feita com muitas ressalvas. Entretanto, mesmo que com vazão similar a cheias anteriores, o trecho abaixo da Hidrelétrica de Candonga recebeu um aporte de sedimentos finos diferentes daqueles que antes recebia, com altas concentrações de metais e semimetais em toda a sua coluna, favorecendo a disponibilização de sedimentos já estabilizados no leito do rio. Logo, mesmo que com vazões já vivenciadas, a característica desse fluído contribuiu para a deterioração da qualidade da água, alteração da qualidade dos sedimentos e das comunidades biológicas do rio.

Assim, ao fazer uso de afirmações generalistas, os detalhes que alteram as condições do meio também devem ser levantados. Para tal, sugere-se que este item seja completado com informações de granulometria e composição dos sedimentos que chegaram no trecho 16.

No Sumário, é informado que, com base nos procedimentos de identificação aplicados no presente trabalho, não foram identificados indícios da presença de rejeito em nenhum dos pontos amostrados. Entretanto também é informado que foram encontrados rejeitos somente em duas lagoas e em duas propriedades. **Destaca-se que são apresentadas alternativas de manejo para as duas lagoas, no entanto não são apresentadas alternativas de manejo para as duas propriedades impactadas.**

Causa estranheza o relatório apontar como objetivo específico “Identificar a necessidade de estudos complementares adicionais” e ao mesmo tempo descrever que **a identificação da necessidade de outros estudos complementares, que pertencem também à Fase 1B, será consequência deste relatório, uma vez realizada a devida análise pelos órgãos competentes.** Ressalta-se que a Fundação Renova é responsável por cumprir a ACP e o TTAC e não os órgãos ambientais. Os órgãos ambientais podem e devem solicitar estudos complementares, mas a necessidade de tais estudos complementares já deve ser identificada e apresentada de ofício pela Fundação Renova, conforme já descreve o Fluxograma de Gerenciamento de Manejo de Rejeito (Figura 3 do relatório, folha 21). A Fundação Renova aguarda proposição de estudos complementares pelos órgãos ambientais, quando o que deve ocorrer é o inverso, ou seja, a Fundação Renova deve propor estudos complementares e os órgãos ambientais avaliarem a pertinência ou não da realização e implementação de tais estudos no escopo do sistema CIF. Cabe frisar que a responsabilidade do sucesso dos programas em alcançar os objetivos atendendo a ACP e o TTAC são inteiramente da Fundação Renova, não

podendo ser imputado ao órgão ambiental frente a não proposição de estudo ambiental ou ação, qualquer que seja.

Faltam as referências para os dois primeiros parágrafos da página 19. Informações conclusivas na introdução precisam ser referenciadas com fontes validadas e publicadas, já que não abrangem as conclusões do relatório e fazem referências a documentos anteriores base para as discussões.

A introdução soturnamente e sem referenciar apresenta conclusões de que o rejeito e material associado pôde ser fisicamente acomodado dentro da calha do rio Doce a jusante da Usina Hidrelétrica (UHE) de Risoleta Neves (vulgo Candonga), dado que o fluxo foi atenuado pela UHE. Conclui ainda que foram observados acúmulos de sedimentos entre a UHE de Candonga e UHE de Baguari, mas que tais acúmulos também ocorriam nessas áreas anteriormente ao rompimento da barragem, inferindo que não seriam acúmulos de rejeitos. Mais adiante o documento torna afirmar que - com base em um trecho adjacente ao Parque Estadual do Rio Doce (PERD) - no *EVENTO* o rejeito foi acomodado dentro da calha do rio Doce, contradizendo a inferência anterior de que não haveriam acúmulos de rejeitos.

Nota-se ainda que em momento algum na introdução fala-se em deposição de rejeitos na porção extra-calha, mesmo informando que o rio Doce histórica e periodicamente vivência vazões de enchente similares ou maiores do que a observada durante a passagem da onda de rejeitos.

Na página 71 é apresentado um mapa com os pontos amostrais do Estudo Geoquímico. Nele, é observado que o ponto T95 está como solo, mas a sua localização coincide com um banco de areia dentro da calha do rio Doce. Deve-se conferir a real localização (ou classificação) deste ponto; questiona-se o porquê não foram usados os dados destes pontos para comparar com os resultados do PMR 16.

Ainda sobre o estudo Geoquímico, observa-se que foram realizadas análises no ambiente costeiro de praias, porém o PMR 16 não traz comparações com os dados de praia e sim com os dados da Barragem de Germano, ou seja, o ponto mais distal do ambiente costeiro.

Requisição 2: Considerando os diversos atores envolvidos na obtenção e análise de dados, bem como a busca pela transparência do plano apresentado e efetividade nas análises realizadas pelos órgãos ambientais e pelos membros do sistema CIF, a Fundação Renova deve

instruir protocolos padronizados e integrados (fluxo de processos) para produção de documentos, incluindo revisão por pares, baseando-se na metodologia científica e em normas da ABNT.

Requisição 3: A Fundação Renova deve apresentar alternativas de manejo para as propriedades impactadas.

2.4 Teste de mistura

Devido ao tempo entre o rompimento da barragem de Fundão e a execução de coleta para o Plano de Manejo de Rejeito se passaram pouco mais de 4 (quatro) anos. Associado a este fato e a característica granulométrica do rejeito, se torna difícil identificar a presença do rejeito de forma visual, como preconizado pela Deliberação nº 086/2017.

Para evitar este erro, a empresa consultora apresentou à CT-GRSA uma técnica de campo adicional e incluyente para a identificação do rejeito, sendo denominada “teste de mistura” que nada mais é do que uma solução com o rejeito coletado em Paracatu para realizar a comparação com demais amostras com concentração de 100%, 20%, 10%, 5% e 0%. Quando agitada, os sedimentos finos ficam em suspensão e a solução com rejeito possui uma cor alaranjada, característica do rejeito. Quando o material não possui o rejeito incorporado, esta solução decanta resultando em uma água mais límpida.

Afirma-se que esta, como pensada e apresentada para a CT-GRSA, seria mais uma forma de identificação de rejeito, além da granulometria e a concentração de metais, onde, se uma amostra indicasse a presença de rejeito por alguma das técnicas, o local seria indicado como depósito de rejeito, pelo princípio da precaução e não excluir a presença do rejeito na composição do solo, como aplicado pelo plano.

Observa-se que, mesmo após a decantação, existe a presença de uma ‘espuma’ bem característica (alaranjada e persistente) na porção superior da solução, indicando a presença efetiva do rejeito, fato pouco observado na solução sem rejeitos.

A análise da técnica possui melhores resultados ao ser utilizada em campo e por técnicos capacitados para a identificação visual, além de que o mesmo técnico realize todas as investigações, a fim de se diminuir o erro visual. Contudo, entende-se que através de fotografias

também é possível realizar uma plena investigação através das características empregadas e a coloração, por comparação de uma amostra com rejeito com a amostra sem rejeito.

Uma forma de evitar erros de interpretação é realizar o teste de mistura com a escala de coloração padronizada comumente empregada para determinar a cor do solo por padrão de Munsell, o que se evitaria erros de interpretação de campo e por fotografias.

Como citado em vários momentos do documento (a exemplo, páginas 267 e 268), os solos são matrizes complexas e sua composição varia em função de uma série de fatores como posição na paisagem, material de origem etc. Assim, comparar as amostras coletadas na foz do rio Doce (solos de várzea na porção fluvial, solos estuarinos, e de mangue) com amostras cuja mistura se deu em um dado solo não afetado do alto rio Doce (em que nem mesmo se comenta o ponto exato de coleta desse solo misturado ao rejeito de Paracatu, suas características, etc.) significa comparar matrizes muito distintas entre si. Sendo assim, apesar de ser uma técnica interessante, da maneira utilizada gera dúvidas sobre a sua efetividade.

Destaca-se que os resultados apresentados pela empresa em seus formulários de campo classificam quase a totalidade das amostras (extracalha, propriedades, praias e restingas) sem a presença de rejeitos, mas que ao comparar os registros fotográficos do teste de mistura, há indícios da presença de rejeitos, sendo classificado como sem indícios de rejeito. Ainda, foi verificada falta de padronização dos registros fotográficos dos testes de mistura, tanto em relação a iluminação quanto à forma, e em alguns casos não foi possível visualizar a etiqueta das amostras, ocorrendo também fotos distorcidas.

Requisição 4: A Fundação Renova deverá revisar os formulários de campo e a classificação com a presença ou não de rejeitos;

Requisição 5: A Fundação Renova deverá utilizar o solo natural da região e de cada ambiente (costeiro e dulcícola), para criar as soluções de 5%, 10% e 20% com rejeito original da barragem de Fundão, para a comparação com as amostras coletadas, em garrafas transparentes e bem etiquetadas para efetiva visualização.

Requisição 6: A Fundação deverá realizar o teste de mistura com a escala de coloração padronizada para determinar a cor do solo, sendo sugerido o padrão de Munsell.

2.5 Filtros de granulometria e teor de ferro

O PMR 16 realiza um filtro para a presença de rejeito pela granulometria e teor de ferro, contudo esta abordagem se mostrou igualmente ineficaz. A primeira parte do documento se presta a realizar um extenso levantamento bibliográfico, de trabalhos acadêmicos ou contratados e/ou desenvolvidos pela própria Fundação Renova, que mostraram indícios de presença de rejeito na região da Foz (páginas 64, 65, 77, 147, 200, 220, 230, 234, 235, 263, 272). Mas, quando aplicado o critério de avaliação granulométrica para as amostras que aparentemente continham rejeito pelo critério do teste de mistura, as conclusões foram sempre minimizadas, como exemplo do descrito na página 348:

“Como observado no gráfico acima, foram reportadas altas concentrações de finos em muitas das amostras (pontos em azul), podendo indicar que a característica textural rica em finos tem ocorrência generalizada na região. Os resultados de granulometria para o contexto se mostraram inconclusivos quanto à presença de rejeito.”; “Considerando o grande número de amostras com elevadas concentrações de finos nas quais não foram identificadas evidências visuais da presença de rejeitos (amostras do Grupo b), as distribuições granulométricas não podem ser consideradas como uma evidência da presença de rejeitos nas amostras de acordo com T16P14616-B-1, T16P25483-G-1, T16P25442-B-3 e T16P32069-G-1 a abordagem utilizada neste trabalho. Especificamente em relação às amostras T16P14616-B-1 e T16P25483-G-1, as elevadas concentrações de finos são da mesma ordem de grandeza de várias amostras do Grupo b.”

As comparações com os teores de Ferro foram realizadas com teores considerados naturais da região, utilizando-se como referência o atlas geoquímico da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Não se compreende o motivo de esforço na apresentação e discussão dos resultados de Pacheco (2015), que avaliou solos de várzea, cuja representatividade das classes de solos potencialmente impactados é maior, se não foram feitas adequadas comparações com esses teores da condição anterior ao *EVENTO*. Mesmo com as ressalvas entre diferenças metodológicas conforme será comentado, os teores totais determinados por Pacheco (2015) podem ser considerados comparáveis aos teores pseudo totais determinados nas amostras primárias coletadas no presente estudo (extração 3050B), especialmente em relação ao Ferro, por este estar em coordenação octaédrica, e não associado aos silicatos.

Ainda sobre este aspecto, a discussão acerca dos teores de elementos quantificados na amostra é realizada tão somente em relação à conformidade/desconformidade com a Resolução Conama 420/2009. Como conclusão, admite-se que a maioria se encontra dentro dos limites da

legislação, e aquelas exceções, por exemplo, o Cádmio (Cd), não podem ser associadas à composição típica do rejeito. Essa afirmação não sustenta o embasamento de presença/ausência de rejeito no solo por si só, pois é necessária a discussão com características dos solos anteriores ao *EVENTO*. Recomenda-se que os teores utilizados para tais comparações com as condições pré-existentes de solo não se limitem apenas ao fundo geoquímico natural (conforme realizado pontualmente, utilizando-se apenas amostras profundas do trabalho de Pacheco), mas também com teores que de fato representem os solos antes do rompimento da barragem (background e contribuições antrópicas anteriores, ou seja, as camadas mais superficiais).

Por fim, é questionável a ausência de trabalhos acadêmicos que eventualmente não corroboram com as afirmações contidas no documento, dentre o leque de trabalhos secundários discutidos na primeira parte do Plano - como os trabalhos de Queiroz e colaboradores (2018) e Gomes e colaboradores (2017), que efetivamente avaliaram solos e sedimentos da região da Foz do rio Doce. Entende-se que mesmo trabalhos que sejam divergentes da visão geral apresentada no Plano devem ser incorporados à discussão, apresentando-se as apropriadas discussões para as diferenças encontradas.

Ainda, sugere-se a utilização do trabalho de Vilarinho (2005) para melhor entendimento dos solos naturais da região, pois o mesmo apresenta detalhes e classifica os solos até o 4º nível categórico, com representação de mapa de reconhecimento das ordens de solo e suas associações em escala de 1:40.000, para a margem direita do estuário do rio Doce.

Requisição 7: Realizar a comparação dos dados do PMR 16 com bibliografias anteriores, como Vilarinho (2005), Gomes et al (2017), Queiroz et al (2018), dentre outros.

2.6 Análise de Risco a Saúde Humana

Inicialmente é necessário pontuar as decisões judiciais proferidas, em primeiro momento pela Desembargadora DANIELE MARANHÃO COSTA em 04/05/2020, e em segundo momento pelo Juiz Federal MÁRIO DE PAULA FRANCO JÚNIOR em 05/05/2020, a chamada proposta de avaliação de risco modelo GAISMA (Gerenciamento Ambiental Integrado Saúde Meio Ambiente) se encontra SUSPENSA, devendo a Fundação Renova retomar as Avaliações de Risco no modelo anterior a iniciativa GAISMA.

Contextualizado a suspensão do GAISMA, cabe destacar que esta metodologia não foi aprovada pelos órgãos ambientais, sendo que a planilha de cálculo de risco (equações de cálculo

de risco, receptores, vias de ingresso, parâmetros de exposição, concentrações de avaliação, parâmetros toxicológicos entre outros), ferramenta central da metodologia criada pela Fundação Renova também não se encontra validada, assim, resultados de risco ou ausência de risco, advindos da GAISMA não possuem validade.

Os resultados apresentados no documento são oriundos dos relatórios da GAISMA nas áreas alvo 04 (Areal) e 07 (Povoação), baseados em versão da GAISMA que não incorporou ou não foi aprimorada conforme os ajustes solicitados pelos órgãos ambientais (Deliberação CIF nº 374/2020).

Ante ao exposto, conclui-se como inadequada a citação destes estudos no presente documento, devendo os mesmos serem excluídos em uma eventual revisão do PMR 16, adicionalmente a CT-GRSA não se posicionará tecnicamente sobre os conteúdos de risco à saúde humana e de risco ecológico descrito no PMR 16 por este não possuir validade.

Reitera-se o caráter inadequado da citação destes documentos no PMR 16, ante ao descrito.

2.7 Qualidade da Água

Apesar de não se ter tributários que contribuam com a turbidez no rio Doce, no trecho 16, existe o monitoramento de turbidez realizado pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH), o que possibilita a comparação e utilização como linha de base. Além disso, existe o monitoramento realizado pelo IEMA, com o cenário pré-desastre e realizado no mês de novembro/2015, que possibilitaram a análise da linha de base. Estes dados não foram utilizados no PMR 16.

Em relação ao parâmetro turbidez, sabe-se que o tempo de locomoção entre a água do rio Doce para os estuários próximos varia de acordo com a dinâmica das águas oceânicas, clima, etc. Sendo assim, não é possível comparar o padrão mensal de turbidez do estuário do rio Doce com o mesmo padrão mensal de turbidez com outros estuários. Cabe o entendimento que existe o tempo de locomoção do sedimento entre o rio Doce e demais rios na costa capixaba.

Ao analisar a Figura 32, constata-se que, por exemplo, que em dezembro/2017 houve uma alta de turbidez no rio Doce, porém só foi refletido nos estuários dos rios adjacentes em janeiro/2018 (aumento de turbidez em todos os rios adjacentes, com exceção do rio Doce). Essa informação é constatada ao longo do gráfico, nos meses subsequentes.

Contudo, para se entender o impacto em cada estuário deve-se estudar a dinâmica da bacia hidrográfica em que este estuário está inserido, comparando com o índice de pluviosidade de cada bacia, uso de solos, dentre outros, a fim de se identificar que os picos de turbidez de cada estuário, subsequente ao pico de turbidez do rio Doce foram oriundos do *EVENTO* ou da contribuição da bacia.

Requisição 8: A Fundação Renova deverá realizar a análise de uso de solo da bacia de contribuição de cada estuário incluído no PMR 16.

2.8 Qualidade do Ar

Quanto a qualidade de ar, a Fundação Renova alega, no item “6.1.1.1.8 - Monitoramento de Qualidade do Ar”, que “não há evidências de que o rompimento da barragem de Fundão possa ter resultado em alterações relevantes da qualidade do ar nesse trecho” e que “não foram identificados depósitos de rejeitos potencialmente expostos à erosão eólica”.

Questiona-se sobre as áreas urbanas afetadas por inundações, como Regência e Povoação, com aparente revolvimento do material da calha e deposição desse material em áreas urbanas. O que tem sido feito para monitorar a qualidade do ar, principalmente logo após os *EVENTOs* de cheias?

Requisição 9: A Fundação Renova deverá apresentar dados e medidas mitigadoras para as áreas impactadas pelas cheias de 2016 e 2020, quanto a remobilização de material oriundo do *EVENTO* e as práticas para melhorias da qualidade do ar.

3. GEOQUÍMICA

Como descrito anteriormente, a abordagem dada para identificação das amostras e a situação de cada análise realizada – amostra com rejeito, indicativo de rejeito e sem rejeito – se mostrou ineficaz. Assim também, a identificação das amostras se mostra muito complexa e confunde o leitor.

Ao se ler todo o documento, as fichas de campo e as fichas laboratoriais mostram diferenças para o nome de cada amostra, onde amostras com siglas de constatação de rejeito, em campo, e constatadas pelos resultados laboratoriais, foram descritas pelo plano como não contendo rejeito. Ainda assim, os dados geoquímicos foram analisados e a seguir serão descritos alguns pontos de inconsistência percebidos pela CT-GRSA.

3.1 Da análise de dados pretéritos realizada no documento, em específico da Tese de PACHECO (2015)

Trataremos inicialmente da análise de dados pretéritos realizados pelo Fundação Renova.

Um “eixo” de construção do documento se baseia nos trabalho de PACHECO, A. A. (2015), “*Avaliação da contaminação em solos e sedimentos da bacia hidrográfica do rio Doce por metais pesados e sua relação com o fundo geoquímico natural*” (Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Viçosa, MG. 2015).

Do resumo deste trabalho acadêmico, o próprio autor descreve que “*Os objetivos deste estudo foram testar se as atividades humanas estabelecidas na bacia do rio Doce são responsáveis por altos níveis de metais pesados neste ambiente, e obter melhor compreensão dos processos de contaminação da bacia, a fim de melhorar a gestão dos recursos hídricos para o desenvolvimento sustentável desta bacia.*”.

Para alcançar esses objetivos foram realizadas coletas em toda a extensão do rio Doce, sendo realizadas diversas análises, dentre elas se destaca aqui, como citado pelo autor, as de “*teores totais de óxidos de Fe, Al, Si, Ti, Mn e os metais pesados V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Mo, Cd, Ba, Hg e Pb pela fluorescência de raios-X*”. O destaque no texto anterior para “*teores totais*” é tão relevante em termos técnicos que será discutido a posterior porque este trabalho deve ser usado com ressalvas e ponderações considerando esta característica.

A Resolução CONAMA Nº 420, de 28 de Dezembro de 2009, que “*Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.*”, esta especifica as técnicas analíticas para substâncias inorgânicas (metais por exemplo) a serem utilizadas, as metodologias USEPA 3051a - “*MICROWAVE ASSISTED ACID DIGESTION OF SEDIMENTS, SLUDGES, SOILS, AND OILS*” e 3050b - “*ACID DIGESTION OF SEDIMENTS, SLUDGES, AND SOILS*” ou em suas atualizações. Em ambas as versões atualizadas das normas, observa-se que relatam claramente que estas não são métodos de digestão total, ou seja, de análise do teor total e sim dos elementos “ambientalmente disponíveis”.

Em relação à metodologia 3050b extrai-se o trecho “*1.2 This method is not a total digestion technique for most samples. It is a very strong acid digestion that will dissolve almost all elements that could become ‘environmentally available.’*”; em tradução livre: 1.2 Este método não é uma técnica de digestão total para a maioria das amostras. É uma digestão ácida muito forte que dissolverá quase todos os elementos que poderiam se tornar “ambientalmente disponíveis”; já da metodologia 3051a extrai-se o trecho “*1.1 This microwave extraction method is designed to mimic extraction using conventional heating with nitric acid (HNO₃), or alternatively, nitric acid and hydrochloric acid (HCl), according to EPA Method 200.2 and Method 3050. Since this method is not intended to accomplish total decomposition of the sample, the extracted analyte concentrations may not reflect the total content in the sample.*”; em tradução livre: 1.1 Este método de extração por micro-ondas é projetado para imitar a extração usando aquecimento convencional com ácido nítrico (HNO₃) ou, alternativamente, ácido nítrico e ácido clorídrico (HCl), de acordo com os métodos EPA 200.2 e 3050. Como esse método não se destina a realizar a total decomposição da amostra, as concentrações extraídas do analito podem não refletir o conteúdo total da amostra. Em suma, somente elementos disponíveis podem ser absorvidos pela biota resultando em impactos como *e.g.* bioacumulação.

Dessa forma, enquanto a tese do autor PACHECO (2015) mensura os teores totais dos metais, a Resolução CONAMA nº 420/2009 trabalha com os teores ambientalmente disponíveis, sendo esta uma ressalva fundamental para o uso da referida dissertação. Em termos práticos, para uma mesma amostra de solo ou sedimento, analisada por ambas as metodologias, há possibilidade de se obter resultados sistematicamente mais altos com base no

trabalho de PACHECO (2015) (teor total = disponível + indisponível ambientalmente) do que nos critérios metodológicos da Resolução CONAMA nº 420 (metodologias USEPA 3050 e 3051, com teor ambientalmente disponível), sendo que em teoria, salvo erros laboratoriais, no máximo esses teores poderiam ser iguais.

Explicando de maneira simplificada, o trabalho de PACHECO, foram coletadas amostras nas profundidades de 0 - 20 cm e de 80 - 100 cm. A partir das amostras de 80 - 100 cm foi calculado o chamado “*Fundo Geoquímico Natural*”, que segundo o autor “[...] *indica a concentração natural de uma substância (ou elemento) em solos que não tenham sofrido impacto antropogênico.*”. Este valor foi comparado com as amostras de solo, representado pelas amostras de 0 - 20 cm; todas estas análises baseadas em Teores totais dos elementos.

O ponto de grande relevância do trabalho de PACHECO (2015) é que suas amostras foram **coletadas antes do Desastre da SAMARCO**, tendo em vista que sua tese foi defendida em março de 2015, portanto, se constituem de amostras de referência para a condição Pré-desastre. Ressalta-se ainda que há entre as amostras de solo de PACHECO, amostras que são compatíveis em termo de profundidade com a CONAMA 420 que prevê coleta de amostras na profundidade de 0 - 20 cm.

Em resumo, o trabalho de PACHECO (2015) possui amostras que representam a condição Pré-Desastre, nas profundidades de 80 - 100 cm, representando o Fundo Geoquímico Natural, e de amostras de solo pré-desastre, essas últimas compatíveis em termos de profundidade de 0 - 20 cm, com a CONAMA 420, mas todas as amostras do trabalho de Pacheco (2015) foram analisadas por metodologia analíticas que calcula o teor total dos elementos, incompatível com a CONAMA 420.

Todavia, ainda é possível utilizar os valores encontrados por PACHECO (2015), para comparações com resultados no padrão CONAMA 420, considerando que estes são valores já superestimados (totais), ou seja, os valores de PACHECO (2015) representam uma condição Pré-Desastre superestimada de metais pesados.

Posto isto, pode-se fazer duas comparações conservadoras, a primeira entre as amostras do PMR 16 e o Fundo Geoquímico Natural, e a segunda entre as amostras do PMR 16 e as amostras de solo de Pacheco englobadas ou próximas da área do Trecho 16.

De maneira conservadora, para a primeira comparação, e considerando a importante ressalva do trabalho de PACHECO (2015), qualquer valor de concentração de metal encontrado para o PMR 16 (que usa metodologia USEPA 3050 ou 3051, conforme Resolução CONAMA 420) acima dos valores máximos do Fundo Geoquímico Natural (profundidade de 80 - 100 cm) de PACHECO (2015), levanta a hipótese de que tenha havido algum processo que resultou em incremento da concentração deste elemento/metálico.

Para a segunda comparação, ainda de maneira conservadora, caso qualquer valor de concentração de metal encontrado para amostras do PMR 16 resulte em valores acima dos valores das amostras de solo de PACHECO (2015) coletadas na região aproximada do trecho 16 (condição superestimada de metais pré-desastre), tem-se uma comprovação de que houve um impacto por incremento destes elementos, ou seja, tem-se uma linha de evidência denexo de causalidade entre o rompimento da barragem e aumento de metais pesados no baixo Rio Doce.

Adicionalmente, vale lembrar que no trecho 16 os principais *EVENTOS* noticiados, sejam antrópicos ou naturais, desde o rompimento da barragem de Fundão até a data das coletas das amostras do PMR 16 (coletas realizadas entre novembro e dezembro de 2019), foi a cheia de janeiro de 2016, a qual inundou a planície do baixo Rio Doce com água do rio Doce ainda afetado pelo desastre, conforme pode ser verificado na NOTA TÉCNICA GCA/CAIA Nº 031-2016, em anexo, que versa sobre a qualidade de água do rio Doce de novembro de 2015 a março de 2016, e que demonstra diversos desenquadramentos do rio Doce a classe II (a qual pertence este rio).

Por fim, se encontrado por amostras do PMR 16 um teor de metal abaixo dos valores de PACHECO (2015), pode-se considerar a princípio que isto não tem significado, já que os valores de PACHECO (2015) podem ser considerados uma superestimação. Todavia, apesar de a técnica utilizada por Pacheco (fluorescência de raio X, determinando teores totais) diferir da metodologia empregada para abertura das amostras coletadas no PMR 16 (EPA 3050B, representando os teores ambientalmente disponíveis), a representatividade das informações do trabalho de Pacheco é inegável.

A comparação de metodologias pode, ainda, ser considerada válida uma vez que grande parte da presença estrutural dos elementos potencialmente tóxicos no solo podem ser inferidos

a partir dos seus teores ambientalmente disponíveis, guardando-se as ressalvas e exceções de alguns elementos associados a minerais aluminossilicatos.

Isto posto, justifica-se a ampla adoção dos teores pseudo totais/ambientalmente disponíveis (sinônimos para este contexto) para o estudo de elementos potencialmente tóxicos no solo, empregando-se a abertura da matriz por meio do uso dos ácidos nítrico e clorídrico, com ou sem a utilização de forno de microondas (a depender do método escolhido, EPA 3050 ou EPA 3051). A técnica da fluorescência de raio X, nesse sentido, possui a vantagem de dispensar o emprego de reagentes químicos, e tem mostrado adequabilidade quando comparada às metodologias usuais de quantificação dos teores ambientalmente disponíveis (métodos da EPA). Como exemplos dessa correspondência, citam-se os trabalhos de Radu e Diamond (2009), Schneider *et al.* (2016) e Caporale *et al.* (2018), que apresentaram correlações acima de 0,9 entre as quantificações totais por equipamentos portáteis de raio X e as quantificações ambientalmente disponíveis obtidas por extração com água régia. No primeiro trabalho, essas correlações ($> 0,9$) se aplicam para Cromo (Cr), Cádmio (Cd), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Chumbo (Pb) e Zinco (Zn) (a partir de 766 amostras de solo); no segundo, correlações $> 0,9$ foram obtidas para Chumbo (Pb), Arsênio (As) e Cobre (Cu) (a partir de 17 amostras de solo de áreas de mineração) e um coeficiente de 0,84 foi obtido para Zinco (Zn); e ainda, no terceiro trabalho, os elementos Cobre (Cu), Ferro (Fe), Chumbo (Pb) e Zinco (Zn) apresentaram correlações superiores a 0,9, com coeficientes variando entre 0,79 e 0,89 para os elementos Bário (Ba), Cromo (Cr) e Manganês (Mn) (a partir de 215 amostras de solo). Com isso, verifica-se a possibilidade de equivalência na comparação desses métodos conforme os elementos citados, permitindo as referidas inferências entre os teores obtidos no PMR 16 e os teores totais obtidos por Pacheco, uma vez da maior representatividade da condição prévia dos solos que este estudo apresenta.

Pontuadas as importantes ressalvas ao trabalho de PACHECO (2015), e exemplificados algumas importantes comparações que se poderiam ser feitas pela Fundação Renova do documento “VOLUME 12 – APLICAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DE REJEITO NO TRECHO 16”, seguem algumas notas e observações feitas a respeito do trabalho da Fundação Renova.

A Fundação Renova descreve a respeito do trabalho de PACHECO:

“Ressalta-se que o método analítico usado por Pacheco (2015) destina-se a obtenção de concentrações totais dos parâmetros avaliados, e que essas

podem ser superiores aos resultados obtidos através dos métodos analíticos indicados na Resolução CONAMA 420/2009: [...]. Dessa forma, os resultados apresentados por Pacheco (2015) devem ser considerados como limites superiores de concentração e não podem ser comparados diretamente com resultados obtidos utilizando os métodos analíticos recomendados nas Resoluções CONAMA 420/2009 e 454/2012.”

Discorda-se desta consideração feita pela Fundação Renova. Como explanado anteriormente, essa comparação pode ser feita considerando-se as ressalvas de interpretação necessárias. Tendo em vista que as comparações subsequentes do texto têm por base esta consideração/premissa entende-se estas como inadequadas.

Requisição 10: A Fundação Renova deverá readequar as comparações dos trabalhos de Pacheco (2015) conforme as premissas adequadas e, assim, efetuar as devidas comparações.

Sob outro aspecto, a comparação da tabela 29 são pouco esclarecedoras e objetivas. Nestas são comparados valores de coletas de Pacheco (2015) - amostras P21 e P22 - em profundidades variadas, em função do “máximo” valor, com a CONAMA 420, que preconiza amostras coletadas entre 0 e 20 cm de profundidade, assim, o correto era efetuar as comparações entre amostras de mesma profundidade.

Requisição 11: A Fundação Renova deverá readequar as comparações dos trabalhos de Pacheco (2015) de acordo com as profundidades.

3.2 Do uso dos dados Pré *EVENTO*: Atlas Geoquímico da Bacia do Rio Doce (CPRM, 2016)

As concentrações de metais obtidas pelo Atlas Geoquímico da Bacia do Rio Doce foram obtidas através de coletas realizadas nos anos de 2010 e 2011. Foram coletadas 123 amostras de solo e 537 amostras de sedimento de fundo espalhadas nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Infelizmente não há nenhuma coleta realizada no trecho 16 e as concentrações indicadas no mapa geoquímico foram calculadas por tratamento estatístico.

As amostras de solo coletadas pela CPRM (2016) não possuem informações sobre os tipos de solos limitando ainda mais seu uso que necessitam de informações mais próximas aos solos que foram atingidos pela lama.

Conforme mencionado, as comparações dos teores dos elementos potencialmente tóxicos determinados nas amostras coletadas no contexto extracalha e nas propriedades agrícolas do PMR 16 com a condição do solo anteriormente ao *EVENTO*, busca traçar uma relação de causa e efeito. Seria mais assertiva se utilizada a referência de Pacheco (2015) como condição pré-*EVENTO*, mesmo com as devidas ressalvas metodológicas em relação aos métodos de extração já discutidos. Isso se dá porque Pacheco (2015) analisou solos que estão em porções da paisagem que os tornam mais representativos do ponto de vista das áreas potencialmente impactadas pela dinâmica fluvial (incluindo pontos de amostragem dentro dos limites do trecho 16). Por outro lado, os teores quantificados nos mapas geoquímicos da CPRM representam interpolações de amostras de solo provenientes de diversas porções da paisagem (e da bacia) e, portanto, de solos sujeitos a distintos processos de pedogênese (e consequentes distintas distribuições elementares entre si).

3.3 Da análise dos laudos laboratoriais

Como é esperado da ciência, quanto mais recente a tecnologia, mais precisa, avançada e confiável normalmente esta é, por refletir o que há de melhor até aquele momento. Considerando o disposto, dentre os métodos analíticas previstos na CONAMA 420, *EPA 3050 e 3051*, se tem vigentes as versões mais atuais 3050b e 3051a, datadas respectivamente de 1996 e 2007 respectivamente.

O procedimento 3050b (1997) de maneira simplificada é a abertura ácida da amostra com aquecimento por chapa, que é uma metodologia barata por não requerer equipamentos mais sofisticados, todavia, deve ser executada com grande cautela reiterando o disposto, pode-se citar o trabalho de Silva *et al.* (2013) que compara os métodos 3051a e 3050b, *Comparison of USEPA digestion methods to heavy metals in soil samples*, que conclui que método 3051a é mais eficiente para extração dos elementos Zinco (Zn), Cobre (Cu), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb) e Níquel (Ni) frente ao 3050b.

O método 3051a (2007), que utiliza microondas para digestão da amostra, além de tempo reduzido - em torno de 1h de digestão e alguns casos - é realizado colocando-se a amostra em um frasco tampado (não completamente vedado), o que auxilia na redução da perda de elementos voláteis.

A etapa abrangida pelas normas EPA citadas é a etapa de digestão ou abertura da amostra, após esta se faz necessária o uso de equipamento para a leitura da amostra.

Ainda se falando no uso do melhor disponíveis para análises laboratoriais, considerando os equipamentos disponíveis comercialmente para leitura da amostra, pode-se apontar duas técnicas o chamado *ICP-MS* (Espectrometria de Massas com Plasma Indutivamente Acoplado) e o *ICP-OES* (Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado) ou *ICP-AES* (Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma Indutivamente Acoplado). Dentre estas duas considerando critérios importantes como Limite de quantificação e Sensibilidade, que são correlatos, pode-se apontar o *ICP-MS* como o melhor equipamento, por ter menores limites de quantificação/sensibilidade, ou seja, conseguir mensurar quantidade mais baixas dos elementos. Não é reportado no PMR 16 qual instrumento foi utilizado para a detecção dos elementos.

No contexto dos trabalhos realizados pela Fundação Renova, pelos laudos analíticos constantes no Anexo 3, pode-se verificar que a metodologia de abertura/digestão das amostras é a 3050B, *EPA 3050B: Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils*, que genericamente é a abertura por aquecimento em chapa.

Adicionalmente nota-se que, nos laudos, diversos elementos têm limites de quantificação que podem ser considerados elevados, 1 mg/Kg, todavia, estes ainda são aplicáveis ao presente estudo, o que pode estar ligado a diversos fatores, entre eles o equipamento utilizado na leitura da amostra.

Ressalta-se que, tanto a norma usada na abertura quanto os limites de quantificação do trabalho da Fundação Renova estão adequados ou de acordo com o previsto pela CONAMA 420.

Vale ressaltar que tamanha a importância do presente trabalho, visto que se dá no contexto do maior desastre da história da mineração mundial, era esperado que se fosse utilizado as melhores práticas analíticas comercialmente disponíveis, no caso abertura com microondas (EPA 3051a) e leitura com ICP-MS ou OES.

Ainda da análise dos laudos, não se verifica nestes, porém é de boa prática, que estes contenham ao final dos resultados os “ensaios de recuperação”, ou de “*spike*” ou outro

equivalente que normalmente são realizados junto da leitura da amostra para comprovar a exatidão dos dados.

Ainda dos laudos, tem-se que para as matrizes solo (transectos e propriedades), está descrito em todos os laudos que a “profundidade da coleta: 0,10 - 0,50m”, ou seja, que foi descartada a parte mais superficial da amostra (0 - 0,10m), que é uma incoerência, pois estudos mais recentes da Fundação Renova indicam que a deposição de rejeitos no trecho 16 foram “centimétricas”. Sendo assim, o descarte ou não análise desta camada de 0 a 10 cm se constituiria de um grave erro de execução dos trabalhos por parte da Fundação Renova.

Requisição 12: A Fundação Renova deverá utilizar em estudos futuros as melhores práticas disponíveis em termos analíticos para atendimento a CONAMA 420 (EPA 3051a e ICP-MS ou OES).

Requisição 13: Reenviar todos os laudos laboratoriais contendo os “ensaios de recuperação” ou “spike” ou equivalente executados pelo laboratório, que comprovem a exatidão das leituras das amostras realizadas.

Requisição 14: Apresentar esclarecimento sobre a calibração, brancos e metodologia de cálculo do limite de quantificação nas amostras, bem como do tipo de equipamento utilizado.

Requisição 15 Apresentar esclarecimento de o porquê tantos elementos apresentam o mesmo limite de quantificação, 1 mg/Kg, o que não é impossível, porém, incomum.

Requisição 16: Apresentar esclarecimentos a Fundação Renova sobre o constante nos laudos, “profundidade da coleta: 0,10 - 0,50m”, se houve descarte da parte mais superficial das amostras.

Requisição 17: Apresentar esclarecimentos quanto ao uso de Antimônio (Sb) dissolvido, que não condiz com a metodologia especificada para a matriz solo.

3.4 Outras observações referentes às análises Geoquímicas

A descrição dos solos no item “6.1.1.1.4 Pedologia” não corresponde com os solos identificados no mapa (página 47), pois é constituído por cambissolo flúvico.

O último parágrafo da página 155 atesta que o fato dos metais apresentarem um padrão irregular ao longo do percurso feito pela lama, ou seja, eles não aumentaram ou diminuíram com a distância, sugere que a barragem não tenha sido fonte destes metais. Além disso alumínio e silício não foram estudados e são responsáveis, juntamente com o ferro, pela maior parte da constituição do rejeito. Cabe ainda ressaltar além do impacto de fornecer metais para o sistema, o rompimento da barragem ainda causou a dispersão de solos e sedimentos previamente contaminados.

A página 228 informa que: “Entretanto, as análises mostraram também que alguns metais não oriundos da barragem, como chumbo e manganês, apresentam elevação temporária no estuário e no mar logo após a chegada da pluma de rejeitos, provavelmente em função da remobilização do solo e sedimentos com a presença desses metais, causado pela energia de deslocamento da massa de água e sólidos resultante do rompimento (GOLDER, 2016f).”. Entretanto, manganês é um constituinte do rejeito, conforme tabela 32 do próprio PMR 16, onde as concentrações do elemento variaram de 141 a 553 mg/kg. Quanto ao chumbo, este está presente na química do rejeito se utilizados os estudos do LACTEC (2018) e Grupo EPA (2019) como reportado acima, podendo ser correlacionado aos rejeitos de Fundão.

Já na página 312 relata que: “Como apresentado na *Seção 6.2.5.4.5.1* e *Seção 6.2.5.4.2*, os resultados analíticos de bário, cobalto e, principalmente, cádmio apresentaram concentrações acima dos valores de prevenção e, pontualmente, valores de investigação agrícola preconizados na Resolução CONAMA n° 420/2009. Entende-se que tais elementos não apresentam correlação direta com a química do rejeito. Quando observados os dados químicos obtidos em amostras de rejeito de da barragem de Germano (que a Fundação Renova declara ser quimicamente semelhante ao de Fundão) coletadas pela Golder (2017), cádmio e cobalto não foram detectados acima dos limites de quantificação e bário foi detectado em concentrações máximas de 22,9 mg/kg.”. O metal Cobalto foi quantificado em relativas altas concentrações no estudo do LACTEC (2018), além de que já foi discutido que a barragem de Germano não é quimicamente semelhante à barragem de Fundão.

Por fim, a análise de fertilidade de solo ficou solta no PMR 16, da página 321, sem se identificar o objetivo da análise, comparação dos dados pretéritos ou outros estudos da Fundação Renova.

4. ANÁLISE TÉCNICA DA CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

4.1 Ambiente Fluvial Intracalha e Extracalha

A análise dos ambientes intra e extracalha foram realizadas, em conjunto, com as análises de geoquímica. Além da geoquímica, destes ambientes, constata-se que o estudo informa que a Agência Nacional de Águas (ANA) autorizou a UHE Aimorés a realizar a manobra de *passing through* (tradução livre “*abertura de comporta de fundo*”) do reservatório nos períodos chuvosos de 2014/2015, 2016/2017, 2017/2018 e 2018/2019.

Entretanto, não é citado no texto se essa manobra foi ou não realizada, visto que a autorização significa apenas que a companhia hidrelétrica pode realizar, mas para tal é necessário uma série de condições hidráulicas e de licenças de outros órgãos, além do monitoramento da qualidade da água antes, durante e após a manobra. Logo, **solicita-se que tais informações sejam adicionadas ao item.**

Quanto ao teste de mistura e considerando as devidas ressalvas do item 2.4, constata-se que diversas amostras possuem indícios de rejeitos, mesmo sendo analisadas por fotografias. Além da cor existem amostras com uma porção coloidal na parte superior, com indicação de presença de rejeito e que não foi considerada pela Fundação Renova.

Não foram discutidos os resultados de screening com a draga Van Veen, sendo necessária apenas uma rápida análise das fichas de campo desta amostragem.

Requisição 18: Informar os períodos da manobra de *passing through* realizada pela UHE Aimorés e qual o efetivo impacto no trecho 16.

Requisição 19: Rever as informações entre o teste de mistura com as fichas de campo. Padronizar a identificação de cores, conforme requisições contidas no item 2.4 desta Nota Técnica.

Requisição 20: Apresentar as análises técnicas referente ao screening realizado no trecho 16.

Constata-se ausência da análise técnica e ficha de campo do ponto do ponto T16T08 e não são apresentadas justificativas técnicas sobre a execução da amostragem deste ponto.

Como já mencionado nesta Nota Técnica, foi constatado que os primeiros centímetros das amostras não foram analisados, conforme as fichas laboratoriais. Esta prática causa um grave erro de amostragem e análise para todo o PMR 16, o que invalida toda a campanha de campo e de laboratório.

Além disso, não fica claro para o leitor os efetivos critérios para a escolha da localização da amostragem extracalha, em propriedades. Na página 234 o documento aponta que foram considerados “locais mais propícios à deposição”. Os citados critérios não são mencionados, gerando-se dúvida quanto ao efetivo uso da mancha do TR de 2 anos para a avaliação do contexto extracalha, conforme o trecho da página 223:

“O período de elevadas chuvas do primeiro trimestre de 2016 resultou em liberações residuais de rejeitos da barragem de Fundão. Nesse período o nível do rio Doce no Trecho 16 sofreu elevação e as margens e planícies de inundação tiveram contato com água do rio (WALM, 2018). Desta maneira, os rejeitos provenientes do rompimento da barragem de Fundão poderiam atingir as regiões extracalha carregados pela elevação do nível d’água principalmente nos EVENTOS de cheia de janeiro de 2016, quando a água do rio Doce ainda apresentava elevadas concentrações de sólidos em suspensão contendo rejeito. Seriam formados, então, depósitos nas planícies de inundação que posteriormente estariam expostos a processos naturais intempéricos e antrópicos atuantes em superfície que, por sua vez, contribuiriam para processos posteriores de remobilização e carregamento.”

Por fim, a discussão deste ambiente quanto a premissa de granulometria, é tratada superficialmente e confunde o leitor. O PMR 16 traz como premissa de que os rejeitos são constituídos por sedimentos finos, com fração de argila a areia fina (0,002 - 0,2mm). Contudo, a apresentação e discussão dos dados tratam as areias como uma única assembleia, não dividindo as areias muito finas e areias finas. Como já discutido insistentemente, a granulometria sozinha não é capaz de identificar a presença ou ausência dos rejeitos. A Associação de ferramentas, como morfologia do grão e mineralogia é capaz de realizar a diferenciação. Para evitar este erro, a Fundação Renova trataria todo os sedimentos finos incluídos nos trechos 15 e 16 como rejeito, porém, tal premissa não foi aplicada neste estudo.

Requisição 21: Apresentar justificativa técnica da definição dos pontos em propriedade e da ausência de amostragem do ponto T16708.

Requisição 22: A Fundação Renova deverá realizar a análise de granulometria e apresentar gráficos e tabelas conforme a premissa adotada.

Requisição 23: A Fundação Renova deverá realizar as análises de morfologia de grão e mineralogia.

4.1.1 Mancha de Inundação

A estruturação do plano de Manejo de Rejeitos dos trechos 15 e 16 foram construídos de forma conjunta, entre a CT-GRSA e a Fundação Renova. À época, em meados de 2018 e início de 2019, ainda não existiam estudos avançados sobre a mancha de inundação, por parte da Fundação Renova.

O estudo elaborado pela Walm, com o objetivo específico de atender os barramentos das lagoas Nova e Juparanã, como descrito no estudo: *“Esse estudo visa especificamente definir a planície de inundação do rio Doce para, com os resultados obtidos, definir a abrangência das cheias do Doce na região das lagoas e caso ocorra contato das águas do rio Doce com as lagoas qual é a elevação da lâmina de água da inundação. Dessa forma, os resultados desse estudo irão subsidiar o projeto de viabilidade dessas estruturas de contenção.* Nesse sentido, para modelagem das cheias, serão determinadas as vazões referentes a diferentes tempos de retorno no rio Doce” (sic).

Por ser o único estudo disponível e pela informação de que o Tempo de Recorrência (TR) das chuvas de 2016 foi de 1,7 anos, a CT-GRSA concordou em utilizar o estudo da Walm (2018), com o TR de 2 anos para o PMR do Trecho 16.

Durante o ano de 2019 e, antes da execução das atividades de campo do PMR 16 pela empresa consultora, as discussões sobre o estudo da Mancha de inundação foram avançando, com a contratação da empresa SRK, para desenvolver os estudos da mancha de inundação na porção capixaba e percebeu-se que o mesmo possuía vários erros de premissas e o estudo da Walm com o TR de 2 anos que não atenderia o PMR Trecho 16. As premissas em desacordo para a calha do rio Doce inserido no Trecho 16, foram:

- Não utilizar a série fluviométrica completa da estação no estudo hidrológico, ou seja, não foram utilizados os últimos 30 anos e, assim, não contempla a grande cheia de 2013, que alterou todo o cálculo de TR no rio Doce, a partir do ano de 2013;
- Definição de forçantes de maré não é baseada em modelos globais disponíveis, como FES 2014;

- Ausência de imagem com a delimitação do domínio do modelo;
- Resolução espacial da malha do modelo de 40 x 40m, que pode ser grande para áreas com canais delgados. O estado do Espírito Santo disponibiliza, gratuitamente, resolução com espaçamento menor;
- Ausência de considerações sobre os critérios de altura de secagem (dry) e molhagem (wet) nas células do modelo.

Por conta disso, afirmações concluídas no plano, sobre o estudo, não são condizentes, principalmente quando afirmado que “a vazão do rio para um período de retorno de 100 anos é de 10.173 m³/s, atingida uma vez durante o período analisado (1938-1994)”, pois o estudo da Walm não realizou a análise da série histórica dos últimos 30 anos.

Para que não houvessem atrasos com os estudos que necessitaria da mancha de inundação, no baixo rio Doce, foi requisitado que a Mancha de Inundação fosse trabalhada através do estudo da Walm com o TR de 10 anos, pois este, mesmo com premissas em desacordo, se aproxima da realidade, conforme a Ata da 38ª Reunião Ordinária da CT-GRSA, em anexo. Este estudo seria aceito até que a Fundação Renova realizasse as investigações e produzisse o estudo da mancha de inundação com maior fidelidade, tanto para a cheia de 2016 quanto para a cheia de 2020.

Por conta disso, ficou acordado que, quando finalizado os estudos relacionados à mancha de inundação, o PMR Trecho 16 irá ser revisado quanto a extensão dos impactos pelas cheias de 2016 e 2020.

Ao analisar o PMR do Trecho 16, a Fundação Renova não seguiu a requisição e aplicou o estudo em questão com uma mancha de inundação subdimensionada, ou seja, com o estudo da Walm (2018) com o TR de 2 anos.

Sendo assim, a porção extra calha do rio Doce foi analisado, mesmo considerando que a área de estudo está subdimensionada.

Requisição 24: A Fundação Renova deverá reavaliar a área de impacto com as cheias de 2016 e as cheias de 2020 com os estudos mais recentes disponíveis, para que seja investigada a área real de impacto.

4.1.2 Comunidade Bentônica

Com relação à comunidade de invertebrados bentônicos, pode ser referenciada a sua ampla relação às características do sedimento, que constituem parte de seu habitat, sendo assim as características do rejeito, principalmente por granulometria fina, tem capacidade de interferir nestas comunidades.

De acordo com os estudos executados pela Rede Rio Doce Mar (2019), as análises da dispersão de espécies no setor foz, evidenciou a interferência do tipo de substrato e profundidade na ocorrência dos organismos bentônicos, demonstrando que há separação das amostras em dois grupos principais, estando está relacionada ao sedimento de fundo mais cascalhoso e grãos mais grossos, daqueles de areias mais finas e lama. Além disso, apesar de na região da foz do rio Doce terem sido registrados 20 grupos taxonômicos em 40 amostras analisadas, apenas dois deles ocorreram em todas as amostras: valva de Bivalvia e Polychaeta, sendo estes organismos conhecidos por apresentarem resistência a variações ambientais inerentes à impactos.

Quanto ao estudo executado pela Econservation (2019), no trecho do Baixo rio Doce, também foi pontuado que as diferenças na estrutura da comunidade também podem estar correlacionadas, dentre outros fatores, com as características granulométricas do sedimento, sendo estas, importantes como elemento na estruturação da comunidade bentônica. Conforme também colocado, as estações amostrais afetadas demonstraram uma fauna com correspondência positiva com areia muito fina e silte para a maior parte das campanhas.

4.2 Ambiente Lacustre

O ambiente lacustre compreende a análise das Lagoas Monsarás, Pandolfi, Areal e lagoas marginais impactadas, de acordo com a mancha de inundação com o TR de 2 anos. Quanto à este item é informado que *“as sondagens realizadas tiveram profundidades distintas, sendo realizadas até que se encontrasse o substrato natural, que permitisse a delimitação da espessura da camada de rejeito, quando presente, ou quando tivesse a suspeita deste material depositado na camada superior do sedimento.”*

Contudo, mesmo com esta premissa, não foram identificadas as amostras das sondagens que abrangem a porção do substrato natural. Também, não foram apresentados os locais onde

não foram verificados indícios visuais do rejeito e quais outras análises foram realizadas nessas amostras.

Os quantitativos de rejeitos estimados para as lagoas Areal, Pandolfi e Monsarás, constantes na tabela 86, foram realizadas, de acordo o estudo, através das sondagens realizadas nas lagoas. Como as sondagens para a lagoa Monsarás não foi possível identificar nenhuma camada consistida de rejeitos (sedimentos com a coloração laranja), o volume estimado para tal lagoa foi zero. Entretanto, não é comentado que boa parte do leito da lagoa Monsarás e do seu canal de ligação com o rio Doce é de areia, o que facilita a percolação dos finos (rejeitos), dificultando a identificação visual deste.

Acrescenta-se ainda que essa lagoa recebeu água do Doce ainda com elevados percentuais de sólidos (e rejeitos) tanto nas chuvas de janeiro de 2016 quanto em dezembro de 2016, e o canal de ligação desta com o Doce permaneceu com coloração laranja durante todo o ano de 2016, tal qual é reportado em Nota Técnica elaborada pelo IEMA e citada no estudo.

Já a contaminação das lagoas Areal e Pandolfi só foi identificada pelo IEMA em 31 de março de 2016, e as coletas para verificação da qualidade das águas destas lagoas só foi possível a partir de maio de 2016. Logo, não se tem dados pretéritos destas lagoas, mas é sabido que o uso do solo no entorno imediato foi afetado após o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, visto que a comunidade tradicional que ali reside deixou de usá-la como manancial e para atividades recreativas.

No tocante a descrição dos impactos, o fato de não se ter dados das comunidades biológicas não significa que estas não foram afetadas para alteração da qualidade da água e dos sedimentos das lagoas. Logo, as tabelas que tratam destes impactos devem ser revistas, mesmo que muitos sejam prováveis impactos.

Em relação ao item de identificação dos objetivos específicos, é possível observar que garantir os usos do corpo hídrico é uma premissa. Mas não é encontrado qualquer pesquisa de percepção ambiental com os usuários para diagnosticar quais foram os principais usos impactados, e assim reforçar medidas que possuem como objetivos o retorno a estes.

4.2.1 Lagoa Monsarás

A afirmativa de não haver impacto na lagoa Monsarás devido a não ter sido encontrado rejeito no sedimento coletado nas campanhas da CH2M, é muito frágil, levando em consideração que a própria mancha de inundação utilizada no estudo mostra o contato da água do rio Doce com a lagoa Monsarás através do canal de ligação e a Nota Técnica do IEMA confirma esta condição.

Ainda sobre os impactos na lagoa devido ao desastre, estranha-se a não utilização de mais dados que foram gerados pela Fundação Renova para a contextualização da análise, sabendo que esta lagoa é monitorada pelo PMQQS e pela RRDM, e dados do monitoramento emergencial do IEMA, dados estes com maior espaço temporal, de continuidade de informações e não foram levados em consideração pelo estudo.

Requisição 25: Realizar a comparação dos dados do PMR 16 com outros dados disponíveis para comparação dos efeitos.

4.2.2 Lagoa Pandolfi

O fato por si só de não terem sido encontradas diferenças significativas entre as camadas A e B não é o suficiente para concluir que a camada A não seja de rejeito. É possível inferir que a camada A da Lagoa Pandolfi - e até mesmo a camada B - possuam rejeito em sua composição por analogia aos resultados obtidos para a Lagoa Areal.

Se tanto a Lagoa Areal quanto a Lagoa Pandolfi tiveram suas áreas inundadas no ano de 2016, questiona-se o que fez com que a Lagoa Areal apresentasse rejeito e a Lagoa Pandolfi não, ou seja, o que impediu que o rejeito alcançasse a Lagoa Pandolfi.

Requisição 26: Apresentar justificativa técnica da não contaminação da lagoa Pandolfi, uma vez que a Lagoa Areal e os dados do IEMA mostram impacto do rejeito na lagoa Pandolfi.

4.2.3 Lagoa Areal

Quando avaliada a Tabela 24 na página 121, observa-se que por diversas vezes a Fundação Renova indica que:

“Dessa forma, não se verificam padrões de distribuição espacial que possam indicar que contribuições do rio Doce tenham afetado as concentrações de cobre dissolvido nos demais estuários no período avaliado.”

Sugere-se que inferências deste tipo não sejam utilizadas, pois apesar de ser explicado, no final de toda a tabela que “(a) Avaliação restrita ao período a partir de setembro de 2017, quando outros estuários (além do rio Doce) localizados no Trecho 16 passaram a ser monitorados.” Este tipo de frase pode induzir os leitores a crer que antes deste período não havia impacto. Hipótese esta que não pode ser confirmada ou refutada pelos dados obtidos uma vez que segundo autores do relatório, “não há baseline disponível para este trecho” (Tabela 90, página 365).

No entanto, a ausência de dados pretéritos, ao longo tempo decorrido desde o *EVENTO* e a condição prévia de degradação da bacia não permitem associar ou dissociar a condição atual aos efeitos do rompimento da barragem. Bem, como é feito em vários impactos levantados na tabela 91, página 367 quando se referem aos danos das comunidades zooplantonicas, perifítica, de macroinvertebrados e de peixes.

Requisição 27: Apresentar estudo de delimitação da bacia de drenagem das lagoas, bem como, diagnóstico de fatores de pressão que podem impactar nas alterações dos parâmetros que apresentam desconformidade com a legislação vigente.

4.2.4 Lagoas Marginais

A Fundação Renova identificou que algumas lagoas foram impactadas através da análise da mancha de inundação com o TR de 2 anos (Walm, 2018). Mesmo utilizando um estudo subdimensionado foi percebido uma grande extensão de possíveis impactos.

Os resultados apresentados sobre as lagoas marginais são incipientes e inconclusivo, onde os impactos percebidos são resultados da geologia local e das atividades do entorno, porém não é apresentado nenhum estudo do uso do solo do entorno das lagoas e da bacia de contribuição.

Sendo assim, não é possível perceber a extensão dos impactos resultantes do *EVENTO* do rompimento da barragem de Fundão, assim como os impactos do entorno das lagoas marginais.

Requisição 28: A Fundação Renova deverá realizar e apresentar a análise de impactos ambientais e o uso dos solos das lagoas marginais e sua bacia de contribuição.

4.3 Ambiente Costeiro

A formação do ambiente costeiro é resultante de diversos processos geológicos e geomorfológicos, que depende do tipo de aporte sedimentar e do ambiente em que se encontra. Os sistemas deltaicos são caracterizados por um conjunto de processos dominantes e formas diferentes daqueles de praia, de sistemas de barreiras ou de costas rochosas. Dessa maneira, ao se caracterizar um sistema qualquer, deve-se procurar identificar os fatores dominantes neste sistema, lembrando que geralmente os sistemas costeiros envolvem mútua integração entre o ar, a água e a terra.

Para o estudo do ambiente costeiro da foz do rio Doce, deve-se ter um pleno conhecimento do ambiente, como um todo, se ter as premissas bem definidas e dados brutos e/ou informações bibliográfica eficientes para o contexto costeiro.

A deposição dos sedimentos no delta do rio Doce é dominada principalmente por ondas, razão pela qual a morfologia costeira é caracterizada por cordões litorâneos. Deltas de onda ocorrem em costas com domínio de processos de onda, em que a carga de sedimento fluvial recebida na barra de desembocadura é rapidamente redistribuída pela ação de ondas. Estes deltas são constituídos por sucessões de cordões litorâneos, dispostos paralelamente à costa, ou seja, transversalmente à direção de progradação (BACOCOLI, 1971; SUGUIO, 1992). Desta forma, amostragens e posteriores interpretações realizadas nesta região, devem levar em consideração a estratigrafia resultante destes processos sedimentares.

As correntes de deriva obviamente impõem ainda grande complexidade no retrabalho e deposição dos sedimentos ao longo da costa do ES, principalmente devido a predominância de ventos nordeste (NE) que resulta em uma sedimentação preferencial para sul, mas também a ocorrência de entradas de frentes frias e tempestades tropicais, que devido às ondulações resultantes, ressuspendem os sedimentos de fundo, os quais são transportados, retrabalhados e depositados ao longo da costa para direção norte da foz do rio Doce, como aconteceu entre os períodos de 2016 a 2020.

Além disso, a comparação do estudo atual com outros estudos do período pós-*EVENTO*, como o estudo “*Avaliação da Qualidade de Sedimentos em Praias Arenosas sob Influência da Pluma de Sedimentos do Rio Doce* (Golder, 2016)”, apenas reafirma o impacto existente na

zona costeira. Para a efetiva comparação, deveriam ser utilizados estudos pretéritos disponibilizados pelas academias.

De maneira geral, o estudo trata o ambiente costeiro de maneira genérica, com erros básicos de amostragem e tratamento de amostras, sem trazer grandes contribuições quanto a um possível manejo dos rejeitos nesta área.

O documento traz as informações dos programas PG26 (recuperação de 40.000 ha de APPs) e PG27 (recuperação de 5.000 nascentes). Ressalta-se que tanto o PG26 quanto o PG27 são programas compensatórios e tratam de restauração ambiental e não de conservação ambiental, ou seja, as áreas que se enquadram no PG26 e PG27 são áreas degradadas nas quais são implementadas alternativas de recuperação.

Conforme o TTAC e Deliberações do sistema CIF, o PG 26 e o PG27 devem ter as suas ações direcionadas a áreas de tributários para produção de água. Além disso, existem estudos, no âmbito da CT-Flor, que indicam os locais mais propícios para estas ações, visto que os programas são de cunho compensatório. Caso existam ações que se enquadram nestes programas, deverão ser realizados pelo PG 23 com o acompanhamento e diretrizes da CT-Flor. Dado que o PMR 16 é de cunho reparatório.

Requisição 29: As ações de recuperação de APP e nascentes apontadas dentro do PG 23 deverão ser executados conforme orientação da CT-Flor e incluídos no PG 23 como reparatórias.

4.3.1 Praias e Restinga

A Nota Técnica CT-GRSA nº 01/2019 não apresenta uma diretriz clara para os ambientes de praias e restingas, pois não houve grandes discussões com a Fundação Renova à época, ficando a execução e determinação de premissas à cargo da empresa consultora, desde que bem justificadas.

Ao analisar o documento constata-se que não foram apresentadas justificativas técnicas para a utilização de 2 transectos em restinga e 3 transectos em praias ou se haveria possibilidade de aumento de amostragem, de acordo com características identificadas em campo. Entende-se que, para a praia, a Fundação Renova buscou coletar corretamente um transecto em cada região (supratidal, intertidal e subtidal).

A granulometria da região de praia e de restinga, esta, principalmente, com função de estabilização de dunas, apresenta uma característica singular. Essas áreas tendem a ser constituídas por sedimentos arenosos com taxa superior à 90%, o que foi encontrado na grande maioria das amostras. As dunas tendem a ser caracterizadas por sedimentos de areia bem selecionados enquanto as praias tendem a ser compostas por areias mal selecionadas.

Contudo, ao visitar a área de amostragem, na primeira quinzena de dezembro, pelo IEMA, constata-se uma fina camada de sedimento fino, com cor alaranjada que recobre os sedimentos de praia e das dunas e restingas. Esses sedimentos são oriundos do *spray* marinho, que contém os rejeitos de mineração, foco do estudo.

Ao analisar os gráficos de granulometria (figuras 68 e 69) constata-se uma feição interessante, principalmente entre os pontos TN-RE-04 e TN-RE-05, do qual a houve visita de campo por parte do IEMA.

O ponto TN-RE-05 é caracterizado por dunas frontais, com uma vegetação de restinga arbustiva, na forma de moitas, e com pequena altura, enquanto que o ponto TN-RE-04 é constituído por uma pequena faixa de restinga de porte arbustiva, contudo, formando uma espécie de cortina vegetal, protegendo as dunas.

Observa-se, no plano, que a granulometria desses pontos - TN-PR-04 - as sondagens 01 e 02 quase não possuem as granulometrias finas devido à ação das ondas, enquanto a sondagem 03, que possui maior ação do *spray* marinho, possui uma maior quantidade de silte e argila. Ao analisar os dados coletados na restinga do ponto TN-RE-04, constata-se uma pequena concentração de material fino, devido a cortina vegetal que impede a passagem do *spray* marinho.

Durante o campo foi constatada, de fato, uma fina camada de sedimento fino com concentração é milimétrica a centimétrica, nos transectos do TN-RE-05, tendo em alguns pontos com 2 cm de depósito e que não é comum na região, como demonstram nas fotos 01 e 02. Em áreas mais distais da ação da maré, não são observados sedimentos alaranjados. No campo, foi identificado que as moitas de restinga cobertas com uma fina camada de sedimento alaranjado e algumas folhas amareladas e/ou amarronzadas.



Fotos: 01 - Vista geral de dunas e praias com sedimento alaranjado, de granulometria muito fina.
02 - Moita de restinga com folhas amareladas e camada superficial de sedimento alaranjado de granulometria fina

Após a vistoria de campo, por parte dos membros da CT-GRSA, na primeira quinzena de dezembro de 2019, foi emitido um ofício (CT-GRSA nº 102/2019) orientando que as análises de cada transecto fossem realizadas por profundidade, ou seja, separando os 2 primeiros centímetros para quantificação de granulometria e metais. Contudo, tal orientação não foi acatada com justificativa de limitação da análise de laboratório, sem que a Fundação Renova realizasse esforço de atendimento e realizasse a correta coleta de campo e análise laboratorial que possibilitaria o pleno alcance dos objetivos propostos.

Em relação à quantificação de metais destes ambientes, constata-se elevado teor para os metais de ferro (Fe), vanádio, vanádio (Vn), alumínio (Al), zinco (Zn), chumbo (Pb) (próximo à foz do rio Doce) e manganês (Mn). A simples comparação dos valores médios de cada ambiente, como realizado pelo estudo, não é suficiente para determinar a presença ou não do rejeito. Para ser uma análise mais criteriosa e assertiva, a análise deveria ser realizada por testemunho e horizonte pré-determinado. Sendo assim, tal análise realizada pelo plano e a simples comparação com os valores das barragens de Germano é errônea e inconclusiva para os objetivos propostos em ambientes de praia e restinga. Seria mais assertivo a comparação com os dados de praia presentes no mesmo estudo Geoquímico (Golder, 2017).

Vale ressaltar que a empresa de consultoria realizou uma análise composta entre as duas sondagens, ou seja, uniu dois transectos do ambiente restinga. Esta prática é

incompatível com a análise de solos. Caso houvesse necessidade da análise composta, deveriam ser coletadas mais amostras dos locais pré-definidos e não misturar os testemunhos. Esta prática inviabiliza os resultados do trabalho, podendo também indicar que houve erro de execução.

Além disso, o texto traz apenas as informações de “cascalho, areia, silte e argila”. Ao utilizar a premissa de que os rejeitos que impactam a área de estudo são caracterizados por sedimento finos, abaixo de 0,2mm, as informações deveriam ser apresentadas com tal premissa, ou seja, além da amostragem e das atividades laboratoriais não estarem corretas, a apresentação dos gráficos e tabelas estão em desacordo com as premissas utilizadas. Estes fatos dificultam a análise criteriosa do documento.

É importante que as amostras, principalmente relacionadas à restinga, sejam coletadas de acordo com a estratigrafia, sendo priorizadas os dois primeiros centímetros do solo (amostra simples ou composta, para se atingir o mínimo necessário exigido pelo laboratório), para se ter uma análise mais precisa do real impacto do rejeito no ambiente analisado.

Uma premissa importante, mas que fora descartada pela consultoria é que as coletas foram realizadas em período de pouquíssimas chuvas e, por isso, menor intensidade de turbidez. Como consequência, ao serem submetidos ao ‘teste de mistura’, eram de se esperar que as amostras, uma vez que não possuíssem materiais muito finos (argila e silte) em suspensão, após o período de decantação. Ao analisar as imagens fotográficas foram constatadas que as amostras de praia (zonas supratidal, intertidal e subtidal) apresentaram material em suspensão, incoerente com o sedimento natural (como identificadas em outras amostras aplicadas ao teste de mistura).

Ainda em relação às restingas, constata-se a ausência de fichas de campo (ponto TN-RE-04, ambos os transectos) e de imagem fotográfica do ambiente (ponto TN-RE-05, ambos os transectos).

Sendo assim, apesar de não se ter apresentado valor de *background* através de estudos anteriores, **devido a associação da granulometria, visitas de campo e da quantificação do teor de metais, pode-se inferir que há presença de rejeito, nestes ambientes.**

4.3.2 Estuários e Manguezais

De acordo com o plano apresentado houve alteração das premissas básicas do plano de manejo de rejeitos, para estuários e manguezais. Ao invés de utilizarem 13 amostragens por

transecto foram utilizadas 6 amostragens, sem apresentar justificativa técnica para a exclusão de pontos principalmente na porção central da intracalha.

Os resultados granulométricos para estuário e manguezal estão condizentes com os ambientes de coleta, como relatado pela consultoria. Contudo, para melhor amostragem do solo de cada ambiente, as análises deveriam ser realizadas por horizontes de identificação e não o testemunho total.

As áreas indicadas para análise do PMR 16 foram impactadas pelos rejeitos de mineração oriundo de Fundão, como, por exemplo, os manguezais de Barra Nova e Barra Seca, como constatada pela consultoria Golder Associates, em 2016, no estudo ‘Manguezais: Níveis de referência e Potenciais Impactos’. Nos estudos foram identificadas concentrações de rejeito e houve a recomendação, no âmbito da CT-Bio, de realizar o monitoramento da área, pois a concentração identificada em 2016 não indicava necessidade de retirada de rejeito, mas se houvesse maior aporte, seria necessária realizar manutenção.

Esperava-se que os atuais estudos destas áreas indicassem o manejo dos rejeitos destes manguezais e estuários impactados ou se o rejeito foi incorporado ao solo e quais os possíveis impactos atuais e suas mitigações. Porém, o plano informa que não houve impacto pelos sedimentos oriundos do *EVENTO*, ou seja, informação inconsistente com a realidade, com os dados realizados pela Samarco S.A., em 2016, e com a população local.

Apesar da análise total do testemunho, a quantificação de metais, nestes ambientes, identificou altos teores de metais, principalmente ferro, alumínio e manganês, como relatado pelo diagnóstico ambiental do plano. **Mesmo não tendo referência de trabalhos anteriores, pode-se afirmar que houve depósito de rejeitos nestes ambientes, até porque já há constatação de depósito em manguezais e estuários, desde o ano de 2016.**

Para apresentar uma análise mais criteriosa e assertiva, a análise deveria ser realizada por profundidade pré-determinada e/ou horizonte. Sendo assim, tal análise realizada pelo plano e a simples comparação com os valores das barragens de Germano é errônea e inconclusiva para os objetivos propostos em ambientes de manguezal e estuarino.

Além disso, é importante se perceber em qual camada há maior impacto, utilizando as premissas adotadas, que o rejeito é composto por sedimentos finos: areia muito fina a argila, alta concentração de metais de ferro, alumínio e manganês e coloração alaranjada (estas

características foram constatadas nas amostras de manguezal e estuário) pela Fundação Renova e realizando as análises de granulométrica e laboratório através de cada horizonte e/ou análise estratigráfica e/ou delimitação por profundidade, ou seja, análise de solo por profundidade pré-determinada, conforme orientação da CT-GRSA ou padrão PMQQS.

Após a análises das fichas laboratoriais foram identificadas apenas 4 análises laboratoriais das amostras de estuário e manguezal, ao invés das 6 amostras coletadas, ou seja, para as áreas de extracalha (margem de estuários e manguezais), as amostras foram misturadas, **o que representa um grave erro de amostragem executada pela Fundação Renova e descaracteriza toda a amostragem destes ambientes. Esta prática pode ser mais um causador de subdimensionamento do impacto (já constatados em no ano de 2016) em estuários e manguezais.**

Existe grande confusão na identificação das amostras com os resultados identificados. A identificação das amostras indica que, caso haja a letra “F” na amostragem é indicação da presença de rejeito. As amostras de estuário possuem a indicação, porém o plano indica que não há depósitos de rejeitos em estuários.

Adicionalmente, é importante estudar a bacia de contribuição de cada estuário e manguezal analisado, para se perceber o real impacto do rejeito, nestes ambientes, e se tomar a melhor ação do manejo de rejeito.

Já para área de manguezal, devido à grande atividade de matéria orgânica, era de se esperar que o ‘teste de mistura’ possuísse uma coloração escura, porém foi constatada que algumas amostras possuem uma coloração diferente, alaranjada, indicando que não possui apenas a composição natural, como em outras amostras não impactadas. Não foram aplicados os testes de mistura nos transectos de estuário.

Como relatado pela empresa de consultoria, a identificação visual por teste de mistura causa grande dificuldade por conta de fotografias e, até mesmo em campo. As características singulares do ambiente manguezal dificulta a aplicabilidade do teste de mistura o que se faz pensar a eficácia do mesmo, neste ambiente.

Como mencionado anteriormente, o solo natural do delta do rio Doce é diferente do solo natural de Paracatu e este não poderia ser aplicado como comparação nesta região. Para efetiva utilização do teste de mistura, deverá ser separado o solo de cada ambiente costeiro e misturar

com porcentagens pré-definidas (5%, 10% e 20%, como proposto) para que a comparação seja próxima da realidade.

Requisição 30: Rever a premissa de dispersão de sedimentos da costa capixaba.

Requisição 31: Apresentar a influência do *spray* marinho na área estudada.

Requisição 32: Apresentar gráficos e tabelas com a separação das frações de areia.

Requisição 33: Apresentar justificativa técnica de realizar menos sondagens em estuários e manguezais.

Requisição 34: Realizar amostragem e análise laboratorial dos 2 primeiros centímetros em ambientes de praia e restinga separadas.

Requisição 35: A Fundação Renova não deverá misturar as sondagens, como ocorrido em restinga, manguezal e estuário.

Requisição 36: Realizar amostragem através de profundidade pré-determinada (a cada 20cm, por exemplo), ou por horizonte.

Requisição 37: Realizar comparação do ‘teste de mistura’ com o solo natural, para estuário.

Requisição 38: Revisar a identificação das amostras com as fichas de campo e o texto do PMR 16. As informações são conflitantes.

5. DA ANÁLISE INDEPENDENTE DOS DADOS PELA CT-GRSA

5.1 Da análise do comparativo com os dados de Pacheco (2015)

Devido aos diversos erros percebidos ao longo do documento e da frágil discussão técnica sobre o Plano de Manejo de Rejeitos do Trecho 16, os membros da CT-GRSA realizaram uma análise independente sobre os dados disponibilizados e comparações baseadas em premissas adequadas. Esses disponibilizados no PMR 16 causam um claro subdimensionamento nos resultados, como descrito nesta Nota Técnica, ou seja, os impactos percebidos poderão ser ampliados e melhor delimitados.

Com os dados apresentados é possível realizar a relação denexo de causalidade entre o *EVENTO* e o impacto ambiental nos ambientes estudados, contudo não é possível quantificar o aporte de material oriundo do *EVENTO*, sendo necessária a realização de novas coletas e análises por parte da Fundação Renova.

De todas as fontes de dados pretéritos citadas considera-se que Pacheco (2015) é a melhor em termos de representatividade e temporalidade (são as amostragens mais próximas ao *EVENTO*) para comparação com dados atuais.

Conforme exposto nesta nota técnica no item “*Da análise de dados pretéritos realizada no documento, em específico da Tese de PACHECO (2015)*”, após as devidas considerações o trabalho de PACHECO (2015) pode ser utilizado para comparações e respostas.

Reitera-se aqui as considerações feitas nesta mesma Nota Técnica:

“Todavia, ainda é possível utilizar os valores encontrados por PACHECO (2015), para comparações com resultados no padrão CONAMA 420, considerando que estes são valores já superestimados (totais), ou seja, os valores de PACHECO (2015) representam uma condição Pré-Desastre superestimada de metais pesados.

Posto isto, pode-se fazer duas comparações conservadoras, a primeira entre as amostras do PMR 16 e o Fundo Geoquímico Natural, e a segunda entre as amostras do PMR 16 e as amostras de solo de Pacheco englobadas ou próximas da área do Trecho 16.

De maneira conservadora, para a primeira comparação, e considerando a importante ressalva do trabalho de PACHECO (2015) frente a Resolução CONAMA nº 420/2009, qualquer valor de concentração de metal encontrado para o PMR 16 (que usa metodologia USEPA 3050 ou 3051, conforme

Resolução CONAMA 420) acima dos valores máximos do Fundo Geoquímico Natural (profundidade de 80 - 100 cm) de PACHECO (2015), levanta a hipótese de que tenha havido algum processo que resultou em incremento da concentração deste elemento/metal.

Para a segunda comparação, ainda de maneira conservadora, caso qualquer valor de concentração de metal encontrado para amostras do PMR 16 resulte em valores acima dos valores das amostras de solo de PACHECO (2015) coletadas na região aproximada do trecho 16 (condição superestimada de metais pré-desastre), tem-se uma comprovação de que houve um impacto por incremento destes elementos, ou seja, tem-se uma linha de evidência denexo de causalidade entre o rompimento da barragem e aumento de metais pesados no baixo Rio Doce.

Adicionalmente, vale lembrar que no trecho 16 os principais EVENTOS noticiados, sejam antrópicos ou naturais, desde o rompimento da barragem de Fundão até a data das coletas das amostra do PMR 16 (coletas realizadas entre novembro e dezembro de 2019), foi a cheia de janeiro de 2016, a qual inundou a planície do baixo Rio Doce com água do rio Doce ainda afetado pelo desastre, conforme pode ser verificado na NOTA TÉCNICA GCA/CAIA Nº 031-2016, em anexo, que versa sobre a qualidade de água do rio Doce de novembro de 2015 a março de 2016, e que demonstra diversos desenquadramentos do Rio Doce a classe II (a qual pertence este rio).”

Tendo em vista que estas importantes e assertivas comparações não foram realizadas pelos autores, a equipes responsável por esta nota técnica realizou uma releitura dos dados apresentando no PMR 16 e realizou estas comparações, visando dar respostas e celeridade ao processo.

A tabela 03 a seguir apresenta os dados de PACHECO (2015) para o Fundo Geoquímico Natural e da amostra de Cambissolo Háplico, este último o mais próximo das amostras coletadas em Propriedades pelo PMR 16 (2020), as quais se equivalem a solo (e não Neossolo, que será analisado a posterior).

Tabela 03: Comparação entre Pacheco (2015) e dados brutos do PMR 16

Elementos (mg/kg)	Pacheco (2015)		PMR 16 (2020)		
	FGN (80-100cm)	Cambissolo Háplico P11 (0-20 cm)	Propriedades (máx 0 - 1,2m)		
			min	mediana	máx.
Al	n.a.	228903,6	271	7665	30400
Fe	n.a.	51233	954	17250	34400
Mn	n.a.	636,3	1,73	406	962
V	163,4	119,5	2	36,65	107
Cr	152,2	103,4	1,25	26,55	73,5
Cd	2,8	2,7	1,05	1,69	3,21

Elementos (mg/kg)	Pacheco (2015)		PMR 16 (2020)		
	FGN (80-100cm)	Cambissolo Háplico P11 (0-20 cm)	Propriedades (máx. 0 - 1,2m)		
			min	mediana	máx.
Se	0,6	1	<1	<1	<1
Mo	2,3	1,5	1,06	1,095	1,13
Ba	177,6	489,4	1,93	78,7	271
Hg	n.d	n.d	<0,2	<0,2	<0,2
Pb	41,1	51,4	2,1	13,4	49

n.a. = não analisado.

n.d. = não detectado.

Considerando todas as ressalvas necessárias, as quais foram explanadas e reiteradas nesta nota técnica, é possível fazer comparações conservadoras. Adicionalmente, apenas se faz necessário, esclarecer que as concentrações de Ferro (Fe), Alumínio (Al) e Manganês (Mn) apresentadas na tabela acima foram obtidas a partir da proporção estequiométrica das concentrações de Fe_2O_3 , Al_2O_3 e MnO_2 . Neste caso a ressalva precisa ser colocada porque as concentrações na tabela não representam a concentração total destes elementos, mas algo aproximado.

Comparando inicialmente o FGN (80 - 100 cm de profundidade) e os valores máximos obtidos no PMR 16 (solo propriedades rurais), pode-se observar que as amostras do PMR 16 apresentam maiores teores dos elementos Zinco (Zn), Arsênio (As), Cádmio (Cd), Bário (Ba) e Chumbo (Pb), indicando assim um processo de enriquecimento desses elementos.

Comparando a amostra de Cambissolo Háptico de Pacheco (2015) e os valores máximos obtidos no PMR 16 (solo propriedades rurais), pode-se observar que as amostras do PMR 16 apresentam maiores teores dos elementos Manganês (Mn), Arsênio (As) e Cádmio (Cd), indicando assim um processo de enriquecimento desses elementos em momento posterior as coletas de Pacheco. Considerando que em janeiro de 2016, com a qualidade das águas do rio Doce ainda afetadas pelo desastre, conforme pode verificar pela NOTA TÉCNICA GCA/CAIA Nº 031-2016, ocorreu um cheia que inundou estas planícies adjacentes ao rio Doce, área em que estas amostras foram coletadas, pode-se considerar este enriquecimento **uma comprovação de houve um impacto por incremento destes elementos, ou seja, tem-se uma evidência de nexos de causalidade entre o rompimento da barragem e aumento de metais pesados no baixo Rio Doce.**

Já para as amostras extracalha coletadas pelo PMR 16, as amostras de Pacheco que mais se aproximam destas são as amostras de Neossolo Flúvico. Segue então tabela 40 com as mesmas comparações entre as amostras extracalha do PMR 16, o FGN e as amostras de Neossolo Flúvico de Pacheco (2015).

Tabela 04: Comparação com os dados de Pacheco (2015) com os dados brutos do PMR16

Elementos (mg/kg)	Pacheco (2015)			PMR 16 (2020)		
	FGN (80-100cm)	Neossolo Flúvico	Neossolo Flúvico	Extracalha (máx 0-1,2m)		
		P21 (0-13 cm)	P22 (0-25 cm)	min	mediana	max
Al	n.a.	77027,69	97473,54	172	6225	17200
Fe	n.a.	40523	30590	1060	15400	33700
Mn	n.a.	428,4	315	44,2	446,5	5660
V	163,4	37,1	26,4	1,9	28,7	75,4
Cr	152,2	85,9	66,3	1,26	23,95	54,4
Co	18,6	11	11	1,39	8,26	40,9
Ni	66,9	67	58,5	1,04	8,855	18,1

Elementos (mg/kg)	Pacheco (2015)			PMR 16 (2020)		
	FGN (80-100cm)	Neossolo Flúvico	Neossolo Flúvico	Extracalha (máx 0-1,2m)		
		P21 (0-13 cm)	P22 (0-25 cm)	min	mediana	max
Cu	28,2	13,8	14,6	4,12	12,8	26
Zn	62,5	45,8	35,3	2,48	30,4	56,2
As	1,8	10	4,8	1,01	1,34	3,92
Se	0,6	n.d	n.d	<1	<1	<1
Mo	2,3	23,3	22,3	1,04	1,07	1,08
Cd	2,8	2,5	2,8	1,04	1,61	3,27
Ba	177,6	490,9	496,1	1,32	81,35	311
Hg	na	n.d	n.d	<0,2	<0,2	<0,2
Pb	41,1	22,3	17,1	1,77	10,9	47

Comparando inicialmente o FGN (80 - 100 cm de profundidade) e os valores máximos obtidos no PMR 16 (extracalha), pode-se observar que as amostras do PMR 16 apresentam maiores teores dos elementos Cobalto (Co), Arsênio (As), Cádmio (Cd), Bário (Ba) e Chumbo (Pb), indicando assim um processo de enriquecimento desses elementos.

Comparando as amostras de Neossolo Flúvico de Pacheco (2015) e os valores máximos obtidos no PMR 16 (extracalha), pode-se observar que as amostras do PMR 16 apresentam maiores teores dos elementos Ferro (Fe), Manganês (Mn), Vanádio (V), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Cádmio (Cd) e Chumbo (Pb), indicando assim um processo de enriquecimento desses elementos em momento posterior as coletas de Pacheco. Considerando que em janeiro de 2016, com a qualidade das águas do rio Doce ainda afetadas pelo desastre, conforme pode verificar pela NOTA TÉCNICA GCA/CAIA N° 031-2016, ocorreu um cheia que inundou estas planícies adjacentes ao rio Doce, área em que estas amostras foram coletadas, pode-se considerar este enriquecimento **uma comprovação de que houve um impacto por incremento destes elementos, ou seja, tem-se uma evidência denexo de causalidade entre o rompimento da barragem e aumento de metais pesados no baixo Rio Doce.**

Já quando se compara os dados intracalha do PMR (sedimento) frente com os de Pacheco (2015) verifica-se que nenhum elemento este acima das concentrações pretéritas, conforme pode-se verificar na tabela 05 abaixo.

Tabela 05: Comparação com os dados de Neossolos de Pacheco (2015) com os dados brutos do PMR 16

Elementos (mg/kg)	Pacheco (2015)						PMR 16 (2020)		
	S11				S12		Intracalha (máx 0-1,6m)		
	esquerda (antes de Linhares) 0-30cm	Direita (antes de Linhares) 0-17cm	esquerda (depois de Linhares) 0-14cm	direita (depois de Linhares) 0-17cm	esquerda 0-22cm	direita 0-19cm	min	mediana	máx.
Al	41822,74	45970,10	97653,40	121379,05	127377,91	95680,23	95,60	491,50	1260,00
Fe	17605,00	18179,00	39620,00	42399,00	44674,00	34853,00	508,00	3255,00	5710,00
Mn	176,40	384,30	478,80	453,60	510,30	661,50	22,50	81,30	157,00
V	23,60	18,70	37,00	59,30	55,40	49,20	1,67	4,92	8,17
Cr	33,20	31,50	63,80	61,40	65,80	62,60	2,04	5,08	15,40
Co	n.d	11,00	11,00	24,60	15,30	11,00	1,11	1,65	3,03
Ni	23,80	24,30	40,30	41,70	46,20	38,30	1,22	2,04	3,31
Cu	6,10	5,50	11,70	15,50	17,40	17,10	2,46	5,17	12,10
Zn	23,90	28,90	44,90	53,30	67,10	41,90	1,80	5,31	30,50
As	3,10	4,50	4,90	1,50	4,90	6,00	1,00	1,01	1,02
Se	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	<1	<1	<1
Mo	1,10	1,10	2,60	2,10	1,80	0,60	<1	<1	<1
Cd	2,90	2,50	2,40	2,20	2,70	3,00	<0,175	<0,189	<0,200
Ba	318,70	429,70	589,50	517,50	713,20	437,40	1,99	6,19	16,90
Hg	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	<0,012	<0,012	<0,013
Pb	22,90	10,80	21,80	27,60	31,40	24,90	1,02	1,42	2,44

5.2 Da qualidade de água do Rio Doce entre novembro de 2015 e março de 2016

Reitera-se que entre as coletas de Pacheco (2015) e do PMR 16 (2020) o maior *EVENTO* antrópico que impactou a Bacia do Rio Doce foi o rompimento da Barragem de Fundão da mineradora Samarco, e que o único *EVENTO* de cheia ocorrido neste período foi entre os dias 23 de janeiro de 2016 e 18 de fevereiro de 2016, momento o qual as águas do rio Doce impactadas pelo desastre extrapolaram sua calha inundando as planícies adjacentes na região do baixo Doce, trecho 16.

Neste contexto, tem-se que o IEMA realizou um monitoramento emergencial da qualidade das águas e sedimentos do rio Doce, por meio de recursos próprios, nos primeiros meses do desastre. Estes dados são públicos, estados disponíveis no site da ANA.

As coletas de amostras foram realizadas em cinco pontos distintos, antes e durante a passagem da lama. Os pontos de monitoramento são apresentados abaixo:

Ponto 1 – Ponte de Baixo Guandu – Coordenadas WGS 84 24K 288653/7841918

Ponto 2 – Ponte de Itapina – Coordenadas WGS 84 24K 309626/7839453

Ponto 3 – Ponte de Colatina – Coordenadas WGS 84 24K 328865/7839572

Ponto 4 – Ponte de Linhares – Coordenadas WGS 84 24K 388120/7853419

Ponto 5 – Foz do Rio Doce – Coordenadas WGS 84 24K 328865/7839572

No âmbito deste monitoramento o IEMA emitiu diversas notas técnicas, destacando-se aqui a NOTA TÉCNICA GCA/CAIA N° 031-2016. Esta nota analisou os dados de qualidade de água das amostras coletadas nos dias:

- Novembro de 2015: dias 09, 10, 11, 17, 18, 24, 25, 26, 27, 28 e 30;
- Dezembro de 2015: dias 01, 02, 03, 04, 05, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 28 e 29;
- Janeiro de 2016: dias 04, 05, 06, 07, 08, 09, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29 e 30.
- Fevereiro de 2016: dias 1, 2, 11, 12, 15, 16, 22 e 23.

- Março de 2016: dias 1, 7, 8, 14, 15, 21, 22, 28, 29.

Pode-se extrair da nota “Nas coletas realizadas nos dias 17 e 18 de novembro, a frente da pluma de contaminação tinha alcançado os pontos 1 e 2, mas ainda não tinha alcançado o ponto 3. Porém, nas coletas dos dias 24/12/2015 em diante, a pluma já havia alcançado a foz do Rio Doce, passando por todos os pontos de coleta.” (IEMA, 2016).

“Os resultados preliminares das análises qualitativas da água foram comparados com a Resolução Conama 357/2005, onde estabelece a qualidade da água requerida para os diversos usos previstos dos recursos hídricos. O Rio Doce está classificado como corpo hídrico de águas doce classe II [...]”

A Nota Técnica, ainda lista “os parâmetros que estão em desconformidade com a qualidade requerida para os usos da água de um corpo hídrico classe II - água doce, e os parâmetros que tiveram um considerável incremento em sua concentração na água do rio com a passagem da lama, porém, sem extrapolar o limite de qualidade da classe de enquadramento.” (IEMA, 2016).

Analisando qualitativamente os dados apresentados pela Nota Técnica supracitada, ou seja os elementos que estavam aumentados pós desastre na água, com os elementos que tiveram incremento após o desastre, indicando impacto e nexos de causalidade conforme discutido no item anterior, pode-se verificar que os elementos Manganês (Mn), Vanádio (V), Zinco (Zn) e Chumbo (Pb) também estavam elevados na qualidade de água do rio Doce em decorrência do Desastre, reiterando a existência do impacto e reforçando o nexos de causalidade desta impactos para estes elementos.

5.3 Da reanálise dos dados do PMR frente a Duarte (2020)

O trabalho desenvolvido por Duarte (2020) teve por objetivo geral “[...] avaliar o impacto dos resíduos oriundos da Barragem de Fundão nos sedimentos do Rio Doce no trecho entre Aimorés (MG) e Linhares (ES).”.

Duarte coletou amostras pré-desastre em 2013 e as comparou com amostras pós-desastre, coletadas em maio de 2016, chegando a importantes conclusões:

“As variações encontradas nas características texturais dos sedimentos fluviais pós-desastre indicam que houve influência do resíduo oriundo do rompimento da barragem, introduzindo partículas finas nos sedimentos

arenosos, possivelmente devido ao fluxo de lama que remobilizou os sedimentos aluviais.

Essa influência é corroborada pelo aumento nos teores de ferro e alumínio observado nos sedimentos pós-desastre ambiental, como também nos teores de arsênio e cádmio, por vezes superiores aos Níveis 1 e 2 estabelecidos pelo CONAMA (2012), bem como cromo, titânio e manganês, extraídos dos sedimentos pós-desastre e dos resíduos depositados na planície aluvionar do rio.”

Tendo em vista que as amostras de sedimento coletadas por Duarte (2020) foram coletadas às margens do Rio Doce, considerou-se mais adequado compará-las com as amostras extracalha, as quais foram também coletadas às margens do Rio Doce, e não com os sedimentos intracalha do PMR 16, coletados no meio do rio. Segue Tabela 07 comparativa.

Tabela 07: Comparação dos dados de Duarte (2020) com os dados brutos do PMR 16

Elementos	Duarte (2020) - EPA 3051A						PMR 16 (2020) - EPA 3050B		
	pré-desastre (03 e 06 de julho de 2013) (0-1m)			pós-desastre (02 e 05 de maio de 2016) (0-1m)			Extracalha (máx 0-1,2m)		
	min	mediana	max	min	mediana	máx	min	mediana	max
Al	2.260,90	3.344,89	9.943,76	1.972,05	10.757,83	21.137,00	172,00	6.225,00	17.200,00
Fe	8.028,88	12.867,22	20.352,00	6.007,88	17.441,37	31.570,60	1.060,00	15.400,00	33.700,00
Mn	88,16	117,45	195,30	80,44	136,42	164,86	44,20	446,50	5.660,00
V	13,08	16,56	26,92	11,95	41,01	50,94	1,90	28,70	75,40
Cr	19,33	23,64	39,43	17,99	35,54	42,81	1,26	23,95	54,40
Co	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	1,39	8,26	40,90
Ni	5,83	6,66	14,11	4,67	11,03	12,04	1,04	8,86	18,10
Cu	4,33	10,50	29,48	3,07	9,86	77,23	4,12	12,80	26,00
Zn	14,93	20,20	37,58	11,32	34,81	49,19	2,48	30,40	56,20
As	7,64	9,99	15,55	5,80	10,85	18,77	1,01	1,34	3,92
Se	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	<1	<1	<1
Mo	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	1,04	1,07	1,08
Cd	0,21	0,46	0,76	0,78	2,97	4,66	1,04	1,61	3,27
Ba	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	1,32	81,35	311,00
Hg	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	<0,2	<0,2	<0,2
Pb	11,24	12,97	20,75	5,74	10,71	37,94	1,77	10,90	47,00
Ti	118,84	152,31	298,53	64,80	255,95	306,20			
Ca	288,44	522,11	690,91	173,80	355,90	409,54			
K	240,32	321,23	1.430,23	221,02	2.123,91	2.706,32			
Mg	174,94	205,44	620,45	149,81	921,81	1.073,55			
P	88,55	125,00	199,69	110,70	266,08	413,01			

n.a. = não analisado

Comparando os elementos que tiveram aumento pós-desastre segundo Duarte de com os dados de 2019 do PMR 16 (2020), pode-se verificar um incremento acima das amostras de 2016 para os elementos Ferro (Fe), Cromo (Cr) e Manganês (Mn).

Apesar de não citado por Duarte, Vanádio (V), Zinco (Zn) e Chumbo (Pb) também apresentaram tendência de aumento com o passar do tempo.

Tanto as conclusões de Duarte (2020), quanto a comparação de seus dados com os do PMR 16 (2020) comprovam a tendência de aumento para alguns metais pesados, **reiterando o impacto por incremento destes elementos.**

5.4 Da reanálise dos dados do ambiente costeiro

Para os ambientes costeiros foram realizadas análises das fichas de campo e das fichas de laboratório. Foi percebido que, mesmo por registro de fotografias, 19 amostras mostraram indícios de rejeitos pelo teste de mistura, apesar de utilizado um solo argiloso, de Paracatu de Baixo, como comparação. Quanto a quantificação de metais, grande quantidade de amostras apresentaram altos teores de metais de ferro, alumínio e manganês (relacionados ao rejeitos), além de vanádio, cobre e chumbo.

Para o ambiente praias, são identificados 4 (quatro) amostras em que o teste de mistura se mostrou positivo para presença de rejeito: TN-PR-01-02; TN-PR-02-02, TN-PR-03-02 e TS-PR-04-01). As amostras localizada ao norte, entre o ponto 04 e o ponto 08, apresentaram os maiores índices de metais e granulometria fina, com amostras variando de 5% à 53% de finos, conforme premissa utilizada pela Fundação Renova (0,002/0,2mm - argila, silte, areia muito fina e areia fina).

Ao comparar os resultados do PMR 16 com o estudo do Geoquímico da Golder, observa-se um incremento dos metais de alumínio, chumbo, cobre e cromo. As amostras que tiveram o maior incremento localizam-se na porção norte da foz do rio Doce, tanto próximo do rio Doce, como próximo aos rios Barra Nova e Barra Seca. Vale lembrar que o estudo foi realizado em uma época pós-desastre.

Para o ambiente restinga, onde são constatadas dunas com restinga estabilizadoras, são constatados altos teores de metais de ferro, alumínio, manganês, vanádio, cobre e chumbo. Dentre as 12 amostras analisadas, 7 indicam a presença de rejeito, através do teste de mistura.

São as amostras: TN-RE-01, TN-RE-02, TN-RE-04, TN-RE-06, TN-RE-08, TS-RE-03 e TS-RE-03.

Utilizando a premissa apresentada pela Fundação Renova, de que a granulometria do rejeito varia de 0,002mm a 0,2mm, 7 amostras apresentaram altas concentrações de finos, variando entre 20% a 50%. São as amostras: TN-RE-02, TN-RE-03, TN-RE-04, TN-RE-05, TN-RE-06, TN-RE-07 e TN-RE-08.

Os ambientes de manguezal e estuário já foram comprovados o depósito de rejeito, como relatado nesta Nota Técnica. Constata-se que o teste de mistura é ineficiente para o manguezal, devido à grande quantidade de matéria orgânica deste ambiente, o que pode mascarar os resultados, tanto para presença como para a ausência. No manguezal foram constatadas amostras com altos teores de granulometria fina nas amostras: TN-MA-01-04, TN-MA-01-FC, TN-MA-02-03, TN-MA-02-04, TN-MA-02-BC, TN-MA-01-FC e TS-MA-01-03. A concentração de finos variaram de 23% à 97%. As maiores concentrações de materiais finos e metais foram nos manguezais dos rios Barra Nova e Barra Seca.

Os estuários possuem 5 amostras com indicativo de rejeito, através das imagens do teste de mistura. São as amostras: TN-ES-01-04, TN-ES-01-BC, TN-ES-03-FC, TS-ES-01-03 e TS-ES-01-BC. Já as amostras TN-ES-01-04, TN-ES-01-BC, TN-ES-01-FC, TN-ES-02-03, TN-ES-02-BC, TN-ES-02-FC, TN-ES-03-03, TN-ES-03-04, TS-ES-01-03 e TS-ES-01-BC com concentração de finos variando entre 27% e 80%, também tendo os estuários dos rios Barra Seca e Barra Nova com maiores valores de sedimentos finos e concentrações de metais.

Sendo assim, empregando as premissas utilizadas pelo estudo PMR 16 percebe-se o nexó de causalidade entre o *EVENTO* do rompimento da barragem de Fundão com a zona costeira capixaba, sendo o maior impacto na porção norte da foz do rio Doce. Como relatado nesta Nota Técnica, a porção norte foi impactada pelos rejeitos oriundos da barragem de Fundão e apresentados, pela Samarco S.A., no âmbito do sistema CIF.

Existe uma grande dificuldade de percepção do real impacto na zona costeira do Espírito Santo devido à escassez de trabalhos anteriores, para se obter uma referência precisa. Somado à isso, os dados presentes são insuficientes para determinar tal dimensão de impacto.

A dimensão de impacto ambiental do *EVENTO* de rompimento só é percebido através da relação de diversos estudos como granulometria, concentração de metais, mineralogia,

morfologia de grãos, dentre outros. Assim para a continuidade da investigação da zona costeira é recomendada a realização correta das atividades de campo, com a separação dos primeiros centímetros da camada de solo (praia e restinga) e do horizontes de camadas de deposição ou profundidade pré-determinada à cada 20 cm (manguezal) e a análise laboratorial de cada sondagem, sem a mistura de amostras. Contudo, as áreas estudadas já possuem uma comprovação donexo de causalidade através de trabalhos entregue, pela Fundação Renova, no âmbito do Sistema CIF.

6. ATENDIMENTO À NOTA TÉCNICA 01/2019

Como citado na Nota Técnica, o Plano de Manejo de Rejeitos dos Trechos 15 e 16 foram construídos de maneira conjunta, entre a CT-GRSA e a Fundação Renova. O resultado das reuniões gerou a Nota Técnica CT-GRSA nº 01/2019, que é orientativa para a construção do PMR 16.

A Nota Técnica CT-GRSA nº 01/2019 possui 7 requisições, das quais a requisição 04 não foi acatada pelo CIF e as requisições 02 e 06 não cabem para a discussão nesta Nota Técnica.

Constata-se que de todas as requisições, apenas a requisição 05 não foi atendida por completo. A Requisição solicitava que os estudos no ambiente costeiro atingissem o buffer mínimo de 300 metros, porém a área amostras do ambiente restinga não atingiu esta delimitação.

Além disso, das orientações constantes na nota técnica, não foram informadas se houve propriedades impactadas pelas águas do rio Doce, através da irrigação e qual as medidas mitigatórias, de acordo com as orientações dos estudos relacionados à cláusula nº 180.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante do exposto nesta nota técnica, sobretudo devido ao uso inadequado de premissas, das incoerências de execução de campo e análises laboratoriais, da não atenção às orientações passadas pela CT-GRSA, dentre outros, acarretam incertezas e subdimensionamento dos resultados apresentados que contribuem para tornar inevitável a reprovação do documento “VOLUME 12 – APLICAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DE REJEITO NO TRECHO 16”.

Ressalta-se que, apesar dos membros da CT-GRSA realizarem uma análise completa do documento, esta não foi realizada a exaustão. Isso se deve ao fato de a quantidade de inadequações encontradas no documento ser acima do esperado, pela equipe técnica, quando solicitado dilação de prazo para análise. Em caso de prazo adicional, certamente seria possível tecer mais considerações ao documento, ou citar outros estudos importantes como o de GOMES *et al.* (2017) que avalia os sedimentos antes e depois do *EVENTO*, bem como citar notas técnicas de qualidade de sedimento do IEMA.

Diante de diversas inconsistências trazidas pelo documento, a CT-GRSA, buscando dar celeridade ao processo, realizou uma releitura dos dados brutos e utilizou as premissas propostas pelo documento da Fundação Renova (PMR 16), bem como as aplicáveis observadas na avaliação do PMR 15, chegando a conclusões opostas aos apresentados pela Fundação Renova.

Pode-se afirmar que houve impacto e nexo de causalidade frente ao incremento de metais/elementos potencialmente tóxicos como Zinco (Zn), Cobalto (Co), Cádmio (Cd), Arsênio (As) e chumbo (Pb), dentre outros, de granulometria muito fina e presença de rejeitos, sejam nas planícies de inundação do rio Doce, na zona costeira, até o rio Barra Nova, em São Mateus e nas lagoas do baixo Doce.

De acordo com os objetivos propostos pelo PMR 16, entende-se que o documento entregue não cumpriu com o proposto, uma vez que a caracterização ambiental foi realizada com estudos e informações defasadas, quanto à mancha de inundação e o *buffer* da zona costeira. Assim, a área caracterizada foi subdimensionada. Além disso, as premissas adotadas não foram cumpridas e a identificação do material oriundo do *EVENTO* não foi identificado.

Pontua-se que a Fundação Renova é diretamente responsável pela garantia da qualidade dos estudos entregues, tendo em vista que esta foi criada com a finalidade de atendimento ao

TTAC, todavia, o documento entregue referente ao trecho 16 (bem como o do 15) demonstra um retrocesso em termos de qualidade técnica. Foram empregados cerca de 8,8 milhões de reais na execução do Plano e foram constatadas diversas falhas de premissas e, principalmente, de amostragem, o que é desproporcional como a exclusão dos 10 centímetros superficiais e a mistura de sondagens de solos. Estas práticas inviabilizam os resultados obtidos, pelo estudo.

Diante do exposto, se faz necessária a realização de um novo estudo, contendo novas campanhas de caracterização ambiental e análises laboratoriais, atendendo as solicitações técnicas trazidas por esta Nota Técnica. A CT-GRSA coloca-se à disposição para realizar reuniões técnicas com a Fundação Renova, desde que aprovadas/indicadas pelo juízo da 12ª Vara Federal e pelo sistema CIF.

Quadro 01 – Requisições para revisão do Plano de Manejo de Rejeitos Trecho 16

Requisição	Conteúdo
Requisição 1	A Fundação Renova deve considerar, em todos os trabalhos relacionados a avaliação de impactos ou riscos que desenvolve, ou vier a desenvolver, todos os elementos que sofreram alteração com o EVENTO (a passagem da pluma de rejeitos), com especial atenção a que extrapolaram os limite da classe II da CONAMA 357.
Requisição 2	Considerando os diversos atores envolvidos na obtenção e análise de dados, bem como a busca pela transparência do plano apresentado e efetividade nas análises realizadas pelos órgãos ambientais e pelos membros do sistema CIF, a Fundação Renova deve instruir protocolos padronizados e integrados (fluxo de processos) para produção de documentos, incluindo revisão por pares, baseando-se na metodologia científica e em normas da ABNT.
Requisição 3	A Fundação Renova deve apresentar alternativas de manejo para as propriedades impactadas.
Requisição 4	A Fundação Renova deverá revisar os formulários de campo e a classificação com a presença ou não de rejeitos;
Requisição 5	A Fundação Renova deverá utilizar o solo natural da região e de cada ambiente (costeiro e dulcícola), para criar as soluções de 5%, 10% e 20% com rejeito original da barragem de Fundão, para a comparação com as amostras coletadas, em garrafas transparentes e bem etiquetadas para efetiva visualização.
Requisição 6	A Fundação deverá realizar o teste de mistura com a escala de coloração padronizada para determinar a cor do solo, sendo sugerido o padrão de Munsell.

Requisição 7	Realizar a comparação dos dados do PMR 16 com bibliografias anteriores, como Vilarinho (2005), Gomes et al (2017), Queiroz et al (2018), dentre outros.
Requisição 8	A Fundação Renova deverá realizar a análise de uso de solo da bacia de contribuição de cada estuário incluído no PMR 16.
Requisição 9	A Fundação Renova deverá apresentar dados e medidas mitigadoras para as áreas impactadas pelas cheias de 2016 e 2020, quanto a remobilização de material oriundo do evento e as práticas para melhorias da qualidade do ar.
Requisição 10	A Fundação Renova deverá readequar as comparações dos trabalhos de Pacheco (2015) conforme as premissas adequadas e, assim, efetuar as devidas comparações.
Requisição 11	A Fundação Renova deverá readequar as comparações dos trabalhos de Pacheco (2015) de acordo com as profundidades
Requisição 12	A Fundação Renova deverá utilizar em em estudos futuros as melhores práticas disponíveis em termos analíticos para atendimento a CONAMA 420 (EPA 3051a e ICP-MS ou OES);
Requisição 13	Reenviar todos os laudos laboratoriais contendo os “ensaios de recuperação” ou “ <i>spike</i> ” ou equivalente executados pelo laboratório, que comprovem a exatidão das leituras das amostras realizadas
Requisição 14	Apresentar esclarecimento sobre a calibração, brancos e metodologia de cálculo do limite de quantificação nas amostras, bem como do tipo de equipamento utilizado.
Requisição 15	Apresentar esclarecimento de o porquê tantos elementos apresentam o mesmo limite de quantificação, 1 mg/Kg, o que não é impossível, porém, incomum
Requisição 16	Apresentar esclarecimentos a Fundação Renova sobre o constante nos laudos, “profundidade da coleta: 0,10 - 0,50m”, se houve descarte da parte mais superficial das amostras.
Requisição 17	Apresentar esclarecimentos quanto ao uso de Antimônio (Sb) dissolvido, que não condiz com a metodologia especificada para a matriz solo.
Requisição 18	Informar os períodos da manobra de <i>passing through</i> realizada pela UHE Aimorés e qual o efetivo impacto no trecho 16.
Requisição 19	Rever as informações entre o teste de mistura com as fichas de campo. Padronizar a identificação de cores, conforme requisições contidas no item 2.4 desta Nota Técnica

Requisição 20	Apresentar as análises técnicas referente ao screening realizado no trecho 16
Requisição 21	Apresentar justificativa técnica da definição dos pontos em propriedades e da ausência de amostragem do ponto T16708.
Requisição 22	A Fundação Renova deverá realizar a análise de granulometria e apresentar gráficos e tabelas conforme a premissa adotada
Requisição 23	A Fundação Renova deverá realizar as análises de morfologia de grão e mineralogia.
Requisição 24	A Fundação Renova deverá reavaliar a área de impacto com as cheias de 2016 e as cheias de 2020 com os estudos mais recentes disponíveis, para que seja investigada a área real de impacto.
Requisição 25	Realizar a comparação dos dados do PMR 16 com outros dados disponíveis para comparação dos efeitos.
Requisição 26	Apresentar justificativa técnica da não contaminação da lagoa Pandolfi, uma vez que a Lagoa Areal e os dados do IEMA mostram impacto do rejeito na lagoa Pandolfi
Requisição 27	Apresentar estudo de delimitação da bacia de drenagem das lagoas, bem como, diagnóstico de fatores de pressão que podem impactar nas alterações dos parâmetros que apresentam desconformidade com a legislação vigente
Requisição 28	A Fundação Renova deverá realizar e apresentar a análise de impactos ambientais e o uso dos solos das lagoas marginais e sua bacia de contribuição
Requisição 29	As ações de recuperação de APP e nascentes apontadas dentro do PG 23 deverão ser executados conforme orientação da CT-Flor e incluídos no PG 23 como reparatórias.
Requisição 30	Rever a premissa de dispersão de sedimentos da costa capixaba.
Requisição 31	Apresentar a influência do <i>spray</i> marinho na área estudada
Requisição 32	Apresentar gráficos e tabelas com a separação das frações de areia.
Requisição 33	Apresentar justificativa técnica de realizar menos sondagens em estuários e manguezais

Requisição 34	Realizar amostragem e análise laboratorial dos 2 primeiros centímetros em ambientes de praia e restinga separadas.
Requisição 35	A Fundação Renova não deverá misturar as sondagens, como ocorrido em restinga, manguezal e estuário
Requisição 36	Realizar amostragem através de profundidade pré-determinada (a cada 20cm, por exemplo), ou por horizonte.
Requisição 37	Realizar comparação do “teste de mistura” com o solo natural, para estuário.
Requisição 38	Revisar a identificação das amostras com as fichas de campo e o texto do PMR 16. As informações são conflitantes.

8. DAS SOLICITAÇÕES E CRITÉRIOS QUE DEVEM SEREM ATENDIDOS PARA A NOVA CAMPANHA DE CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

Tendo em vista que é imperativo uma nova campanha de campo e estudo, a CT-GRSA teceu algumas solicitações orientativas e critérios a serem obrigatoriamente abordados pela Fundação Renova na execução de seus trabalhos.

- Deve-se atender nesta nova campanha todas as solicitações dispostas ao longo desta Nota Técnica;
- Deve-se realizar a análise das assembléias minerais (mineralogia) e morfologia dos grãos (grau de arredondamento). Enfatiza-se que é necessário subdividir a fração areia em: areia muito fina, fina, média, grossa e muito grossa;
- O teste de mistura deverá ser realizado com solo natural do trecho e os rejeitos da barragem de Fundão, em garrafas transparentes e utilizando a escala de cor conhecida, para se evitar erros de interpretação;
- Realizar a caracterização ambiental utilizando os estudos e informações mais recentes sobre a mancha de inundação, com as cheias de 2016 e 2020;
- Para a zona costeira realizar a coleta e análise dos 2 primeiros centímetros. As coletas de solo destes ambientes devem ser realizadas por horizontes ou profundidades pré-determinadas (2-20cm, 20-40cm etc.);
- Os transectos da zona costeira não deverão ser misturados, para realizar análise composta, como ocorreu para restinga e extracalha de manguezal e estuário;

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACOCOLI, G. Os deltas marinhos holocênicos brasileiros: uma tentativa de classificação. *Boletim Técnico da Petrobrás*, n. 14, p. 5-38, 1971.
- CAPORALE, A.G.; ADAMO, P.; CAPOZZI, F.; LANGELLA, G.; TERRIBILE, F.; VINGIANI, S. Monitoring metal pollution in soils using portable-XRF and conventional laboratory-based techniques: Evaluation of the performance and limitations according to metal properties and sources. *Science of the Total Environment*, v. 643, p. 516-526, 2018.
- ECONSERVATION. 2019. Programa De Monitoramento Da Ictiofauna Do Rio Doce Nos Estados De Minas Gerais E Espírito Santo – Atendimento A Notificação Ibama No. 678311/2015 – Relatório Final. Relatório Técnico – RT-ECV-422/18.
- ESTIGONI, M.V.; NELSON, A.D.; DUFFICY, A.; TORREALBA, S.F., LIMA, G. Sediment Transport Assessment for Rio Gualaxo Do Norte After the Fundão Dam Failure. *Society of environmental toxicology and chemistry*. 2020. <https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ieam.4293>
- GOMES, L.E.O.; CORREA, L.B.; SÁ, F.; NETO, R.R.; BERNARDINO, A.F. The impacts of the Samarco mine tailing spill on the Rio Doce estuary, Eastern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, v. 120, p. 28-36, 2017.
- PACHECO, A. A. Avaliação da contaminação em solos e sedimentos da bacia hidrográfica do rio Doce por metais pesados e sua relação com o fundo geoquímico natural. Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Viçosa, MG. 2015.
- QUEIROZ, H.M.; NÓBREGA, G.N.; FERREIRA, T.O.; ALMEIDA, L.S.; ROMERO, T.B.; SANTAELLA, S.T.; BERNARDINO, A.F.; OTERO, X.L. The Samarco mine tailing disaster: a possible time-bomb for heavy metals contamination? *Science of the Total Environment*, v. 637-638, p. 498-506, 2018.
- RADU, T.; DIAMOND, D. Comparison of soil pollution concentrations determined using AAS and portable XRF techniques. *Journal of Hazardous Materials*, v. 171, p. 1168-1171, 2009.
- REDE RIO DOCE MAR (RRDM). 2019. Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da Área Ambiental I – Porção Capixaba do Rio Doce e Região Marinha e Costeira Adjacente. Anexo 3 Marinho – Bentos de sedimento inconsolidado.
- SCHNEIDER, A.R.; CANCÈS, B.; BRETON, C.; PONTHEIU, M.; MORVAN, X.; CONREUX, A.; MARIN, B. Comparison of field portable XRF and aqua regia/ICPAES soil analysis and evaluation of soil moisture influence on FPXRF results. *Journal of Soils and Sediments*, v. 16, p. 438-448, 2016.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L. Evolução da planície costeira do rio Doce (ES) durante o quaternário: influência das flutuações do nível do mar. In: SIMPÓSIO DO QUATERNÁRIO NO BRASIL, 4., 1982, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: CTCQ-SBG, 1982. p. 93-116.
- VILARINHO, E.S. **Solos e indicadores ambientais na região do canal Caboclo Bernardo, Sul do Delta do rio Doce, ES**. 2005. 145 p. Dissertação (Mestrado Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Belo Horizonte, 01 de julho de 2020.

Equipe Técnica responsável pela elaboração desta Nota Técnica:

- Adelino da Silva Ribeiro Neto (IEMA);
- Emilia Brito (IEMA);
- Jamara Gonçalves Jesus da Silva (Prefeitura de Linhares/ES);
- Jessica Luiza Nogueira Zon (IEMA);
- Josemar de Carvalho Ramos (IBAMA MG);
- Paulo Marcio Alves de Oliveira (IEMA);
- Thales Del Puppo Altoé (IEMA).



Gilberto Fialho Moreira
Coordenação da CT GRSA

Lista de Anexos

Anexo 1 - Deliberação nº 86, de 04 de agosto de 2017

Anexo 2 - Deliberação nº 180, de 30 de julho de 2018

Anexo 3 - Deliberação CIF nº 273, de 23 de abril de 2019

Anexo 4 - Deliberação CIF nº 374, de 21 de janeiro de 2020

Anexo 5 - Ata da 38ª Reunião Ordinária da Câmara Técnica de Gestão dos Rejeitos e Segurança Ambiental

Anexo 6 - NOTA TÉCNICA GCA/CAIA Nº 031-2016

Anexo 7 - NOTA TÉCNICA CT-GRSA nº 01/2019

Anexo 8 - NOTA TÉCNICA CT-GRSA nº 23/2019

Anexo 9 - NOTA TÉCNICA CT-GRSA nº 09/2020

Anexo 10 - Ofício FEAM/CT - GRSA nº 102/2019

Anexo 11 - SÍNTESE DE REUNIÃO CT-GRSA GERENCIAL NO 29/2019

Anexo 12 - PROJETO DE GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADA PARA SAÚDE E MEIO AMBIENTE (GAISMA) Março de 2020

Anexo 13 - Resposta a NOTA TÉCNICA CT-GRSA nº 23/2019, sobre o Relatório final de investigação complementar e estudo ambiental de avaliação de riscos à saúde humana (metodologia USEPA) – Linhares – ES

COMITÊ INTERFEDERATIVO

Deliberação nº 86, de 04 de agosto de 2017

Ratificar as análises emanadas no âmbito da Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental referentes ao PLANO DE MANEJO DE REJEITOS – protocolado pela Fundação Renova, conforme listagem das Notas Técnicas e Parecer relacionados.

Em atenção ao TERMO DE TRANSAÇÃO E DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA - TTAC, entre União, estados de Minas Gerais, Espírito Santo e as empresas Samarco Mineração S/A, Vale S/A e BHP Billiton Brasil LTDA.; e

Considerando o definido nas Cláusulas 150 a 157 do TTAC e nas atribuições deste órgão colegiado, o **COMITÊ INTERFEDERATIVO** delibera:

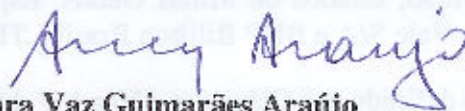
Deliberação do CIF:

- 1) **Ratificar a avaliação** dos Órgãos Ambientais no âmbito da Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental, conforme listagem das Notas Técnicas e Parecer abaixo relacionados, **referentes ao Plano de Manejo de Rejeitos – protocolado pela Fundação Renova em 20/04/2017 e respectiva complementação protocolada no dia 05/06/2017.**
 - a. Nota Técnica IBAMA/SISEMA/IEMA nº 002/2017 de 22 de junho de 2017 e seus anexos;
 - b. Anexo I: Fluxograma de Gerenciamento;
 - c. Anexo II: Nota Técnica IBAMA-SISEMA Nº 001-2017 de 22 de junho de 2017;
 - d. Anexo III: Nota Técnica do Plano de Manejo de Rejeitos da Região de Bento Rodrigues;
 - e. Anexo IV: Nota Técnica Conjunta GTECAD/IEMA nº 07/2017 de 05 de junho de 2017 e sua atualização Nota Técnica Conjunta GTECAD/IEMA Nº 07/2017 de 03 de julho de 2017;
 - f. Anexo V: Relatório Técnico GESAD/GERAC nº 02/2017 de 01 de junho de 2017;
 - g. Anexo VI: Nota Técnica DPRE/GEMOQ nº 11/2017 de 08 de junho de 2017;
 - h. Anexo VII: Nota – MEMO.GBCCCR/DCRE/IEF/SISEMA nº 23/17 de 07 de junho de 2017;

- i. Anexo VIII: Parecer Técnico nº 7/2017- COREC/CGBIO/DBFLO de 12 de junho de 2017; e
- j. Nota Técnica nº 2/2017/SUPES-MG de 07 de julho de 2017 – referente às complementações encaminhadas até a data de 05/06/2017.

2) O manejo de rejeitos deverá ser executado em conformidade com as diretrizes do Plano de Manejo de Rejeitos, suas revisões e respectivos cronogramas, devidamente validados pelos órgãos ambientais, de gestão de recursos hídricos e pelo CIF.

Belo Horizonte, 04 de agosto de 2017.



Suely Mara Vaz Guimarães Araújo
Presidente do COMITÊ INTERFEDERATIVO

Bibliografia do CIF:

- 1) Relatório e avaliação dos Órgãos Ambientais no âmbito do Comitê Técnico de Gestão de Rejeitos e Separação Ambiental, conforme disposto no Parecer Técnico e Parecer Técnico Relacionais referidos no Plano de Manejo de Rejeitos - protocolado pela Fundação Renova em 20/06/2017 e respectivas complementações protocoladas no dia 08/08/2017.
- a. Nota Técnica IBAMA/SISREMA nº 002/2017 de 22 de junho de 2017 e suas alterações;
- b. Anexo I: Fluxograma de Gerenciamento;
- c. Anexo II: Nota Técnica IBAMA-SISREMA nº 001-2017 de 22 de junho de 2017;
- d. Anexo III: Nota Técnica do Plano de Manejo de Rejeitos de Rejeitos de Bento Rodrigues;
- e. Anexo IV: Nota Técnica Conjunta GTECABRERA nº 07/2017 de 05 de junho de 2017 e sua atualização Nota Técnica Conjunta GTECABRERA nº 07/2017 de 05 de julho de 2017;
- f. Anexo V: Relatório Técnico GESA/GERAC nº 02/2017 de 01 de junho de 2017;
- g. Anexo VI: Nota Técnica DPRENIMOG nº 11/2017 de 08 de junho de 2017;
- h. Anexo VII: Nota - MEMO GBOC/CRIB/SISREMA nº 2/2017 de 07 de junho de 2017;



COMITÊ INTERFEDERATIVO

Deliberação nº 180, de 30 de julho de 2018

Estabelece diretrizes para execução de ações para mitigação dos impactos socioeconômicos derivados da implementação da barragem no rio Pequeno e lagoa Juparanã.

Em atenção ao TERMO DE TRANSAÇÃO E DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA - TTAC, entre União, estados de Minas Gerais, Espírito Santo e as empresas Samarco Mineração S/A, Vale S/A e BHP Billiton Brasil LTDA.;

Considerando os autos da Ação Civil Pública (ACP) nº 0017045-06.2015.8.08.0030, ajuizada no Tribunal de Justiça do Estado do Espírito Santo; e

Considerando a Deliberação CIF nº 167, o Relatório Técnico Defesa Civil / SEMUMA – GLA nº 01/2018, que trata do levantamento da situação da enchente na localidade de Comendador Rafael (Patrimônio da Lagoa) – Sooretama/ES, o “Plano de Ação para atendimento aos impactados pela instalação e manutenção de barramento no rio Pequeno, em atendimento à Deliberação 167”, a vistoria realizada *in situ* por técnicos e gestores da SETADES, SEAMA, IEMA, SEAG e Prefeituras Municipais de Linhares/ES e Sooretama, e nas atribuições deste órgão colegiado, o **COMITÊ INTERFEDERATIVO** delibera:

Deliberação do CIF:

- 1) A Fundação Renova deverá assumir, em **30 (trinta) dias**, o pagamento de aluguel para as famílias já identificadas pela Defesa Civil de Linhares e Sooretama como atingidas pelo alagamento da lagoa Juparanã nos Municípios de Linhares e Sooretama causado pelo barramento no rio Pequeno, arcando com a logística envolvida nos processos de remoção.
- 2) A Fundação Renova deverá elaborar, em **20 (vinte) dias**, um Plano de Contingência contemplando ações para assegurar a remoção e o abrigo das famílias a serem indicadas pela Defesa Civil, bem como o apoio para as ações de preparação, resposta e recuperação.
- 3) Após a apresentação da documentação pela Prefeitura de Linhares, a Fundação Renova deverá realizar, em **60 (sessenta) dias**, o ressarcimento dos custos comprovados pelo pagamento de aluguel social e outros benefícios sociais às pessoas atingidas pela enchente causada pelo barramento, observados os procedimentos adotados nos processos de ressarcimento às Prefeituras Municipais.



- 4) No tocante aos procedimentos descritos no item 3, deverá ser considerada a data de início efetivo do pagamento dos aluguéis pela Fundação Renova, não se aplicando a data que consta nas diretrizes para ressarcimento.
- 5) Deve ser observado que a remoção dessas famílias das áreas de risco não as exclui da situação de pessoas atingidas, nem exime a Fundação Renova do cumprimento dos demais itens elencados na Deliberação CIF nº 167.
- 6) A Fundação Renova, a partir dessa deliberação, fará diretamente a execução e suas tratativas em relação ao aluguel e outras ações que se fizerem necessárias para atendimento das famílias impactadas identificadas pelas Defesa Civil de Linhares e Sooretama.

Brasília, 30 de julho de 2018.



Marcelo Belisário Campos
Presidente do COMITÊ INTERFEDERATIVO



COMITÊ INTERFEDERATIVO

Deliberação CIF nº 273, de 23 de abril de 2019.

Elaboração do Plano de Manejo de Rejeitos - Trechos 15, 16 e 17.

Em atenção ao TERMO DE TRANSAÇÃO E DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA (TTAC), e ao TERMO DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA GOVERNANÇA (TAC-Gov), celebrados entre órgãos e entidades da União, dos Estados de Minas Gerais e do Espírito Santo, Ministérios Públicos, Defensorias Públicas e as empresas Samarco Mineração S/A, Vale S/A e BHP Billiton Brasil Ltda.; e

Considerando o definido nas Cláusulas 151 e 152 do TTAC, na Deliberação CIF nº 86/2017, na Nota Técnica nº 01/2019 da Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental (CT-GRSA), e as atribuições deste órgão colegiado, o **COMITÊ INTERFEDERATIVO** delibera:

1. **Aprovar** as conclusões e requisições constantes da Nota Técnica nº 01/2019 da CT-GRSA, ressalvada a retirada do critério do *buffer* mínimo de 500 metros a partir da margem do Rio, para delimitação da área de estudo dos Trechos 15 e 16.
2. Aprovar o desmembramento do Plano de Manejo de Rejeito Piloto das Lagoas do Espírito Santo.
 - 2.1. As Lagoas Areal, Pandolfi e Monsarás serão tratadas no PMR Trecho 16; e
 - 2.2. As Lagoas Nova e Juparanã serão tratadas no PMR Piloto das Lagoas do Espírito Santo.
3. Alterar as Áreas Definidas no Plano de Manejo de Rejeitos, aprovadas pela Deliberação nº 86, redefinindo as áreas dos Trechos 16 e 17:
 - 3.1. As áreas de estuário, manguezal, restinga e linha de costa (*buffer* mínimo de 300 metros da linha de maior preamar, conforme Resolução CONAMA nº 303/2002), pertencentes ao Trecho 17, serão tratadas no Trecho 16.
4. A Fundação Renova deverá cumprir a redefinição dos Plano de Manejo de Rejeitos a partir da aprovação desta deliberação.

Brasília/DF, 23 de abril de 2019.

(assinado eletronicamente)

THIAGO ZUCCHETTI CARRION

Presidente Substituto do Comitê Interfederativo



Documento assinado eletronicamente por **THIAGO ZUCCHETTI CARRION, Procurador-Chefe**, em 24/04/2019, às 19:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ibama.gov.br/autenticidade>, informando o código verificador **4891512** e o código CRC **CC6BA941**.

Referência: Processo nº 02001.001577/2016-20

SEI nº 4891512



COMITÊ INTERFEDERATIVO

Deliberação CIF nº 374, de 21 de janeiro de 2020.

Delibera sobre a manifestação do CIF perante os documentos protocolados pela Renova sobre a Entrega 5.2 do Eixo prioritário 2 da Decisão Judicial expedida em 19 de dezembro de 2019 pela 2ª Vara Federal Cível de Minas Gerais.

Em atenção ao TERMO DE TRANSAÇÃO E DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA (TTAC) e ao TERMO DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA GOVERNANÇA (TAC-Gov), celebrados entre órgãos e entidades da União, dos Estados de Minas Gerais e do Espírito Santo, Ministérios Públicos, Defensorias Públicas e as empresas Samarco Mineração S/A, Vale S/A e BHP Billiton Brasil Ltda.;

Considerando a Decisão Judicial expedida em 19 de dezembro de 2019 pela 2ª Vara Federal Cível de Minas Gerais, a qual definiu eixos prioritários temáticos com o objetivo de encontrar soluções concretas e reais para os principais desafios e problemas enfrentados no âmbito do desastre de Mariana;

Considerando o prazo concedido ao Sistema CIF, de 20 dias úteis a contar do protocolo, para encaminhar ao juízo as suas considerações de ordem fática, técnica e/ou jurídica sobre os respectivos estudos, avaliações, projetos, relatórios, cronogramas, propostas, conclusões, planos de ação e planos de execução apresentados pela Fundação Renova;

Considerando a Decisão Judicial no qual cita que caberá à Presidência do CIF adotar as providências internas necessárias para o fiel cumprimento do prazo judicialmente estabelecido, o que fica, desde já, autorizado;

Considerando o disposto no PARECER DE FORÇA EXECUTÓRIA n. 00005/2019/NMAF/SAP/PFMG/PGF/AGU;

Considerando o Art. 14 do Regimento Interno do CIF, o qual é facultado ao COMITÊ INTERFEDERATIVO designar Relator, constituir Comissão Especial de membros, ou instituir Grupo de Trabalho, para emitir manifestação sobre matérias submetidas a sua apreciação, fixando prazo para o seu atendimento, conforme a complexidade da matéria, sem prejuízo das competências das CÂMARAS TÉCNICAS;

Considerando a descrição da Entrega 5.2 referente ao Eixo Prioritário nº 2 (Risco à Saúde Humana e Risco Ecológico) definida pela referida Decisão Judicial acima e considerando ainda o disposto no Relatório Técnico nº 1/FEAM/DIGA/2020, o **COMITÊ INTERFEDERATIVO** delibera o que se segue:

1. Dar como cumprida a entrega do item 5.1, por meio da apresentação do GAISMA pela Fundação Renova durante a 30ª Reunião Ordinária da CT-Saúde, no dia 05/12/2019.

2. Dar como cumprido parcialmente o item 5.2, demandando as seguintes ações:

a) Solicitar realização de reunião entre Fundação Renova e órgãos públicos/CTs, para alinhamento das solicitações das: Nota Técnica Conjunta FEAM/SES 01/2020, Parecer Técnico Nº 1/2020-DSASTE/SVS/MS e Ofício/Nº007 e 11-2020/DP-IEMA, Nota Técnica CT-GRSA 23/2019 e Relatório Técnico Aecom PM-0001-2020, visando celeridade na revisão do “Projeto de Gestão Ambiental Integrada para Saúde e Meio Ambiente (GAISMA)”.

b) Protocolar nos autos e junto ao CIF versão revisada do “Projeto de Gestão Ambiental Integrada para Saúde e Meio Ambiente (GAISMA)”, conforme as diretrizes da Nota Técnica Conjunta FEAM/SES 01/2020, Parecer Técnico Nº 1/2020-DSASTE/SVS/MS e Ofício/Nº007 e 11-2020/DP-IEMA, Nota Técnica CT-GRSA 23/2019 e Relatório Técnico Aecom PM-0001-2020, considerando os principais tópicos:

- Adequações quanto aonexo causal e procedimentos analíticos:
- Utilização de todas as SQI acima dos limites legais, mesmo que em concentrações inferiores aos níveis basais nas áreas impactadas.
- Comparação dos padrões dos mesmos compartimentos (solo com solo)
- Comparação das concentrações identificadas com padrões legais, não com a área não impactada.
- Não elaboração de avaliação de risco para as áreas não afetadas ou região de não-exposição.
- Readequação da classificação das substâncias químicas de interesse.
- Amostragem a análise laboratorial: empresas acreditadas pelo Inmetro, com possibilidade de mais de uma etapa (detalhamento)
- Adequação quanto à equipe de execução: Inclusão de profissionais da saúde em todas as fases do GAISMA e participação de gestores públicos de saúde.
- Elaboração de dois modelos conceituais na Fase 1 do GAISMA, respeitando especificidades do setor saúde e setor meio ambiente. O modelo conceitual para a Saúde deve ser definido somente após o levantamento das informações existentes do local e do levantamento das preocupações da população, realizadas concomitantemente.
- Detalhamento da Avaliação de Risco Ecológico, com modelo conceitual e plano de amostragem específico.
- Plano de amostragem integrado com base nos três modelos conceituais.
- Validação da ferramenta de ARSH (planilhas de cálculo de risco) desenvolvida para fins de gerenciamento de áreas contaminadas.
- Revisão e detalhamento do cronograma.

3. Validar a ferramenta de ARSH (planilhas de cálculo de risco), desenvolvida para fins de gerenciamento de áreas contaminadas.

4. Para o Estado do Espírito Santo, o GAISMA deverá ser implementado, primeiramente em área piloto, comunidade do Areal.

5. Protocolar junto ao CIF todos os documentos que forem protocolados nos autos da ação judicial.

Brasília/DF, 21 de janeiro de 2020.

(assinado eletronicamente)

THIAGO ZUCCHETTI CARRION

Presidente Suplente do Comitê Interfederativo

Documento assinado eletronicamente por **THIAGO ZUCCHETTI CARRION**, Presidente do Comitê Interfederativo Suplente, em 21/01/2020, às 20:09, conforme horário oficial de Brasília, com



fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ibama.gov.br/autenticidade>, informando o código verificador **6829368** e o código CRC **8840B440**.

Referência: Processo nº 02001.001577/2016-20

SEI nº 6829368



Ata da 38ª Reunião Ordinária da Câmara Técnica de Gestão dos Resíduos e Segurança Ambiental

Data: 8 e 9 de outubro de 2019 (terça-feira e quarta-feira)

Horário: 10h às 18h - 9h às 17h 30min

Local: Golden Tulip Porto Vitória - Av. Nossa Sra. dos Navegantes, 635 - Enseada do Suá, Vitória – ES.

Nos dias oito e nove de outubro de 2019, às 10h e 9h, iniciou-se a 38ª Reunião Ordinária da Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e Segurança Ambiental (CT-GRSA), com abertura pelo seu segundo suplente da coordenação, Thales Altoé/IEMA que deu prosseguimento a pauta, conforme relatado a seguir. A reunião ocorreu no Golden Tulip Porto Vitória - Av. Nossa Sra. dos Navegantes, 635 - Enseada do Suá, Vitória – ES. Os participantes constam da lista de presença anexa. Esta ata contém o resumo dos assuntos pautados previamente e dos principais debates ocorridos, conforme previsto no Art. 19 da Deliberação 7 do Comitê Interfederativo. O evento foi gravado e está disponível na íntegra em mídia digital para consultas de eventuais interessados.

1. Projeto da sede da Defesa Civil de Mariana - Defesa Civil de Mariana

Welbert Stopa/Defesa Civil informou que o projeto da sede da Defesa Civil de Mariana está dentro do escopo do PG-34 e relatou que desde o rompimento da barragem as Defesas Civas tiveram um aumento considerável de demanda operacionais e por isso, se percebeu a necessidade de ampliar o local de trabalho tendo em vista as demais estruturas que ainda existem e a necessidade de otimizar o tempo de resposta as emergências. Ele informou que o objetivo do projeto seria a construção de uma Sede própria (centro de treinamento) e aquisição de mobiliários destinados a Defesa Civil de Mariana, onde seria alocado todos os atores municipais integrantes do sistema de Proteção e Defesa Civil local, ou seja, Secretaria de Defesa Social, Defesa Civil e Guarda Municipal, garantindo atendimento unificado e adequado ao público com o foco nas ações de prevenção, mitigação, preparação e resposta, fomentado a cultura da percepção do risco, as capacitações das comunidades e dos agentes públicos e privados, cujo o principal objetivo, que é formar um sociedade resiliente, será alcançado a médio e longo prazo, fortalecendo assim a gestão do risco e de desastre. Ele considerou que quanto mais participativa e integrada a comunidade se tornar dentro do sistema de defesa civil, as ações prevenção terão um reflexo do dia a dia da comunidade.

Ele informou que a intenção também é promover o treinamento integrado das Defesas Civas do PG-34 e da região, através de parceria com os órgãos estaduais, federais, ONGs e instituições público/privado, ter um local apropriado para receber e capacitar as escolas públicas e privadas, permitir melhores condições de atendimento ao público e proporcionar condições mínimas de trabalho para o profissional de segurança pública e defesa civil com instalações adequadas para a sua atividade específica. Ele apresentou a justificativa do pedido considerando que a ameaça (barragem de mineração), cujo risco já está instalado no município, demandando uma resposta rápida e acertada em situação de emergência, a aquisição de sede própria irá fortalecer o vínculo com as comunidades fomentando a cultura de resiliência, que este Centro de capacitação funcionara como Polo para as demais Defesas Civas inseridas na cláusula 173 e bem como as da região e que este projeto é de natureza compensatório. Como metodologia, ele informou que aconteceria a doação da área a ser construída pelo município via decreto municipal à defesa civil, assinatura de termo de aceite e compromisso, com deveres, compromissos e penalidades para todas as partes envolvidas: Município, Defesa Civil e Fundação Renova, apresentação de projeto de construção de acordo com as normas da engenharia civil e arquitetura, vistoria do local de execução da obra, contratação de empresa para prestação de serviço de construção e aquisição de mobiliário. Posteriormente, ele apresentou imagens do projeto. Welbert Stopa/Defesa Civil informou que o projeto da sede da Defesa Civil de Mariana teria valor estimado para construção e aquisição de equipamentos e mobiliário de quatro milhões e quinhentos mil reais.

Patrícia Fernandes/SEMAD informou que um dos projetos do PG-34 é a construção e/ou reforma das Sedes das Defesas Civas dos 4 municípios impactados e considerou que o projeto apresentado pela Defesa Civil de Mariana está no escopo do PG-34. Ela sugeriu que a Defesa Civil encaminhasse todo o projeto para a Fundação Renova para que ela se manifeste e posteriormente se iniciar as discussões para implementação da sede. **ENCAMINHAMENTO 38.1: A CT-GRSA enviará o Projeto da sede da Defesa Civil de Mariana para Fundação Renova, para uma análise e manifestação e posterior início de discussão sobre a implementação.**

2. Minuta de Nota Técnica sobre o Escopo do Programa 34 – CT-GRSA

Patrícia Fernandes/SEMAD apresentou detalhadamente a nota de avaliação do documento “Definição do Programa PG-034 - PROGRAMA DE PREPARAÇÃO ÀS NOTAS TÉCNICAS CT-GRSA nº 16/2019 3 EMERGÊNCIAS AMBIENTAIS - FM-GPR-001 Rev. 00” apresentado pela Fundação Renova a CT-GRSA, visando subsidiar as discussões no âmbito do CIF, para a aprovação do PG-34. Apresentou os objetivos descritos pela Fundação Renova para o PG-34 e os projetos elaborados pela Fundação Renova para atendimento ao TTAC.

Ela informou que a Fundação Renova propôs 03 (três) indicadores e estabeleceu ainda quatro critérios para encerramento do Programa, sendo eles: Instalação dos Sistemas de Alerta de Emergência e de Alerta de Cheias, bem como o treinamento da Defesa Civil na utilização dos mesmos, custeio da manutenção dos sistemas de Alerta de Emergência e de Alerta de Cheias e assessoria técnica para as Defesas Civas durante os 5 (cinco) primeiros anos de operação, transferência formal das atividades de manutenção e operação dos sistemas de Alerta de Emergência e de Alerta de Cheias para a empresa Samarco e transferência formal da atividade de realização do censo populacional para a empresa Samarco (após os 5 anos previstos na Cláusula 173). Posteriormente, ela apresentou todo histórico das ações relacionadas ao PG-34 e a análise da CT-GRSA quanto a proposta da Fundação Renova.

Em relação aos Projetos “Instalação de Sistema de Alerta de Emergência”; “Monitoramento e Manutenção do Sistema de Alerta de Emergência e “Execução de Censo Populacional e Simulados à Defesa Civil”, Patrícia Fernandes/SEMAD apresentou a contextualização das questões sobre segurança das barragens de mineração e o arcabouço legal que determina as obrigações dos empreendedores que possuem este tipo de estrutura sob sua responsabilidade. Ela considerou que todos os estudos apresentados pela Samarco a época, em atendimento a notificação proferida pelo IBAMA, estavam respaldados nas exigências da legislação Federal e continham o Plano de Barragens com todo os procedimentos que existiam na época.

Ela considerou ainda que ao iniciar discussões sobre o escopo do PG-34, percebeu-se que existem 3 programas dentro de um programa compensatório que deve ser executado pela Fundação Renova e que existem ações que são de obrigação legal da Samarco e que conseqüentemente não deveria constar do programa. Nesse sentido, ela relatou que o TTAC não deve reparar e custear obrigações que já seriam da Samarco devido a Lei Federal e considerou preocupante que mais de R\$ 14.000.000,00 do Programa PG-34, ou seja, grande parte do valor total previsto, não estejam sendo utilizados para recuperação dos danos causados pelo rompimento da barragem de Fundão, mas reinvestidos nas obrigações legais da própria Samarco. Conclui, portanto, que o escopo proposto pela Fundação Renova não atende ao disposto na Cláusula 173 do TTAC e que os projetos PF0071, PF8340 – sistema de emergência e PF8341 devem ser excluídos do Programa 34, devendo os custos já realizados serem retirados do escopo deste Programa, sendo de responsabilidade da Samarco, sejam as ações pretéritas como as futuras de manutenção e monitoramento das instalações, bem como a realização dos simulados e sensos.

Posteriormente, ela apresentou detalhes sobre os projetos “Sistema de Monitoramento e Alerta de Cheias”; “Monitoramento e Manutenção do Sistema de Cheias” que tinham o objetivo de avaliar os impactos indiretos que o desastre poderia produzir nas regiões impactadas, a partir da deposição de rejeitos, não podendo os recursos dispendidos com esta ação serem classificados como compensatórios ou como apoio e incremento das Defesas Civas. Ela relatou que CT-GRSA entende que esta ação deveria ser remetida para um

programa de cunho reparatório e se caso seja mantida no escopo do PG-34, ele deverá prever a utilização de recursos reparatórios, o que demandaria um processo de repactuação, conforme estabelecido no TTAC e que o GAT/CIF deverá ser consultado para que o mesmo se posicione e auxilie a CT-GRSA na tomada de decisão, a partir do acompanhamento do “Plano de Ação Emergencial para o Período Chuvoso” que vem sendo realizado e de como os dados deste Plano vem sendo utilizados para a recuperação da bacia do rio Doce.

Ela apresentou detalhes sobre os Projetos “Reestruturação da Defesa Civil” e “Processo de Apoio a Defesa Civil” e as propostas apresentadas pela Fundação Renova e suas respectivas análises da CT-GRSA. A CT-GRSA considerou que a Fundação Renova deverá apresentar uma proposta para revisão do documento “Definição do Programa PG-034 - PROGRAMA DE PREPARAÇÃO ÀS EMERGÊNCIAS AMBIENTAIS”, com o detalhamento dos projetos, objetivos (geral e específicos), indicadores, orçamento e cronograma. Welbert Stopa/Defesa Civil de Mariana sugeriu que após a reunião os trabalhos do Grupo de Trabalho iniciassem para iniciar discussão sobre o escopo.

Devido à ausência dos representantes da Fundação Renova do PG-34, Patrícia Fernandes/SEMAD solicitou que ficasse registrado a necessidade da Fundação Renova se organizar melhor, de forma que estejam presencialmente nas reuniões e considerou que se líderes do PG-34 estivessem na reunião a discussão seria melhor. Tereza Cristina/Fundação Renova justificou a ausência e relatou que sentiu falta do projeto onde aconteciam treinamentos com os gestores das escolas. Felipe Andrade/Fundação Renova relatou a experiência compartilhada com a CT-ECLET e considerou que as mesmas práticas poderiam ser trazidas para a CT-GRSA. **ENCAMINHAMENTO 38.2: A CT-GRSA realizará alteração da NT com inclusão do Grupo de trabalho entre Fundação Renova, Defesas Civis e membros da Câmara Técnica para discussão do PG-34.**

NT aprovada, sem objeção.

3. Peer review dos estudos feitos pela Potamos, elaborados pela Themag. Atualização do status das lagoas do ES - PMR Piloto Lagoas de Linhares

Tarsicio Celestino/Themag apresentou o resumo e objetivo da atualização, que seria a consolidação dos estudos realizados até o momento pela Themag no que tange a barragem do Rio Pequeno e relatou que a barragem do Rio Pequeno foi construída sem elaboração de projeto, sem caracterização da fundação e de materiais de construção, sem drenagem interna, sem controle de compactação, sem transições na proteção superficial e com grande heterogeneidade das características do aterro e que a segurança avaliada para Ruptura Drenada, Liquefação e Erosão Interna e calculadas probabilidades de ruína, e não apenas fatores de segurança. Posteriormente, ele apresentou as diferenças fundamentais entre os estudos da Themag e Potamos, detalhando os arranjos possíveis para uma barragem definitiva e suas alternativas. Ele relatou que em abril de 2019, a Themag comprovou o veredito da Potamos e recomendou que fossem realizadas intervenções na estrutura e que diferentes alternativas de reforço foram propostas ao longo de 2019, mas nenhuma delas se mostrou capaz de garantir condições adequadas de segurança para o período chuvoso 2019-2020. Nesse sentido, ele informou que foi concluído que a forma menos arriscada de se atravessar o próximo período chuvoso seria o descomissionando da barragem e lançando, se necessário, uma enscadeira de proteção.

Emilia Brito/IEMA relatou que os documentos referentes a este tema entregues para CT-GRSA e CIF estão em desconpasso com as informações prestadas no âmbito judicial e considerou interessante que todas as discussões fossem bem alinhadas para evitar retrabalho.

Virginia Pimentel/Themag apresentou um breve histórico dos problemas relacionados ao barramento do Rio Pequeno e descreveu as diferenças metodológicas no cálculo das vazões do Rio Pequeno, as semelhanças e diferenças metodológicas para o cálculo de vazões no Rio Doce e as diferenças metodológicas no

cálculo da probabilidade de galgamento do barramento pelo Rio Pequeno. Posteriormente, ela concluiu também que apesar dos procedimentos de cálculo terem sido diferentes, os resultados da Potamos e da Themag levam à mesma conclusão: que a barragem se encontra em condições inadequadas de segurança e que as probabilidades de ruína são demasiadamente elevadas e assim, ambas as empresas recomendaram o descomissionamento da estrutura. Ela relatou que a Themag realizou estudos posteriores recomendando que esta é a melhor alternativa e que neles mostrou-se que não é possível garantir nem intervir para garantir a segurança da estrutura e da população a jusante antes do próximo período chuvoso. A íntegra da apresentação está disponível para consulta de eventuais interessados.

Após questionamentos sobre qual estudo deve ser levado em consideração, pensando no atendimento da deliberação nº 164. Juliana Bedoya/Fundação Renova informou que para avaliação de impacto detalha em função do barramento e que subsidia o GT-Baixo Doce deve ser levado em conta o estudo da Potamos e esclareceu que todos esses estudos inicialmente foram feitos para ajudar na tomada de decisão sobre o barramento, porém a decisão foi tomada em juízo.

4. Análise da viabilidade socioambiental das opções de barramento

Charles Parreiras/AMPLO relatou que o trabalho foi desenvolvido com base na Nota Técnica 7 – aprovada em 05/10/2018 pela Câmara Técnica de Gestão de Resíduo e Segurança Ambiental – CT-GRSA e que teve por objetivo discutir possíveis restrições aos sistemas ambientais e ao uso antrópico, e os impactos potenciais no contexto das lagoas Nova e Juparanã (ES) e em seus entornos diretos em razão de interferências e perdas que podem se materializar com a implantação dos barramentos definitivos. Posteriormente, ele apresentou detalhes sobre as alternativas analisadas, conhecimento Adquirido e indícios de impactos futuros em relação aos barramentos emergências, avaliação ambiental dos barramentos definitivos e a análise FOFA ((F)orças, (O)portunidades, (F)raquezas e (A)meaças – FOFA/SWOT). Não houve questionamentos. A íntegra da apresentação está disponível para consulta de eventuais interessados.

5. Apresentação da Modelagem Hidrodinâmica das lagoas Nova e Juparanã – Potamos

Leonardo de Jesus e Fábio Piccoli/Potamos apresentaram detalhes sobre a implementação dos modelos numéricos e os resultados obtidos a partir deles e consideraram que: os resultados apresentados remetem a simulação de um evento extremo, com tempo retorno de 100 anos, monitorado pelas estações fluviométricas da Bacia do Rio Doce, quando foram encontradas incertezas notáveis nas estimativas das cargas, foram adotadas extrapolações mais conservadoras, os valores das cargas estimadas ficaram próximos ou superiores aos valores das medições realizadas pelo IEMA para o período pós-ruptura e máximos observados no PMQQS, os resultados do modelo numérico mostram que não houve um avanço das águas do Rio Doce maior que 5km para Lagoa Juparanã e maior que 1.5km para a Lagoa Nova. Para o cenário natural os resultados mostram desenquadramento (Classe1) para chumbo total, ferro dissolvido e manganês total, com relação a estes parâmetros o período de desenquadramento foi de cerca de dois dias para a Lagoa Juparanã e de um dia para a Lagoa Nova. Para os cenários com barramentos, por não haver contato das águas do Rio Doce com as lagoas, não há considerações a serem feitas com relação a entrada dos constituintes e ainda para os cenários com barramentos, há uma tendência a manter o desenquadramento quanto a concentração de ciano bactérias.

Emilia Brito/IEMA informou que o documento apresentado estava diferente do que foi protocolado anteriormente, por isso os representantes do IEMA decidiram não se manifestar.

6. Minuta de Nota Técnica Lagoas – Qualidade de água e sedimento

Emilia Brito/IEMA relatou que o Termo de Referência proposto, no ano de 2016, não tinha como objetivos a análise da capacidade de tratamento das ETAs, além de que esse não é o único uso das lagoas analisadas e que há recomendação que o ponto fosse remetido à Câmara Técnica de Segurança Hídrica e Qualidade da Água, para avaliação e posicionamento sobre o assunto. Ela informou que os técnicos responsáveis pelas análises recomendaram a aprovação do estudo revisado apresentado, referente à qualidade de água e

sedimento do baixo rio Doce e das lagoas Nova e Juparanã, devido ao atendimento da NT 07-2019 CT-GRSA e informou que dados poderão ser utilizados como *input* para a modelagem hidrodinâmica e, conseqüentemente, a percepção do impacto do rio Doce nos corpos hídricos lânticos do Baixo Doce.

A NT foi aprovada, sem objeções.

7. Minuta de Nota Técnica Lagoas – Modelagem hidrodinâmica

Emilia Brito/IEMA apresentou breve histórico e informações sobre as análises realizadas. Após amplo debate, ela considerou necessário realizar correções que alterarão as premissas e resultados do estudo proposto e que por constatar inconsistências nas concentrações dos constituintes, detalhes técnicos sobre a regressão linear e também sobre o modelo digital do terreno utilizado, o corpo técnico responsável pela análise recomendou a reprovação do estudo apresentado e solicitou que todas as dúvidas resumidas na NT fossem devidamente esplanadas, em documento oficial, acompanhada de nova modelagem hidrodinâmica com os ajustes supracitados e redefinição das condições iniciais. Juliana Bedoya/Fundação Renova solicitou que fique descrito na NT que devem ser usados dados do período chuvoso.

A NT foi aprovada, sem objeções.

No dia 9 de outubro, deu início ao segundo dia da 38ª Reunião Ordinária da Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e Segurança Ambiental (CT-GRSA). Por videoconferência estavam presentes a Sra. Patrícia Fernandes/SEMAD, Sr. Luiz Otávio/FEAM e o Sr. Ramon Lopes/EY.

Antes de dar início a pauta estabelecida, Emilia Brito/IEMA relatou que ficou claro ao final do dia anterior que a CT-GRSA e a Fundação Renova estavam discutindo estudos diferentes. Nesse sentido, Juliana Bedoya/Fundação Renova propôs entregar no dia 20 de outubro todos os estudos pendentes e solicitou que as Notas Técnicas fossem retiradas e analisadas novamente com base nos novos documentos. Emilia Brito informou que a NT não seria levada ao CIF e que antes da próxima reunião da CT-GRSA a equipe realizaria uma reunião de alinhamento com a Potamos. **ENCAMINHAMENTO 38.3: A Fundação Renova enviará estudos de modelagem 3D (ainda não entregues e apresentados na CT-GRSA) em complementação aos estudos protocolados (modelagem 2D) e o estudo atualizado de viabilidade. Prazo: 20/nov.**

ENCAMINHAMENTO 38.4: O GT-Baixo Doce realizará reunião para que os membros do GT Baixo Doce envolvidos na análise sanem as dúvidas e apresentem na CT do dia 12/11 a NT de análise destes estudos. Prazo: 11/nov.

8. Minuta de Nota Técnica Lagoas – Viabilidade Socioambiental dos barramentos

Emilia Brito/IEMA apresentou brevemente a análise realizada que trouxe como conclusão que o estudo foi considerado como não entregue devido ao não atendimento da Deliberação 25 de 20 de setembro de 2016 e sujeitos às penalidades previstas no TTAC, conforme cláusula 247.

Ela informou que os órgãos ambientais que analisaram o estudo aguardavam por questões ambientais, como: Apresentação da Área de Preservação Permanente (APP): Área afetada pela construção da estrutura atual com o respectivo Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) e área afetada por cada opção de barramento e a sua nova área de APP, contemplando a possível área perdida. Para opção sem o barramento: Área de impacto nas lagoas pela intrusão das águas do rio Doce, período estimado que a qualidade da água das lagoas não atende a legislação ambiental vigente, indicando os componentes que estão em desconformidade após contato com água do Rio Doce, quais atividades seriam impactadas e/ou cessadas no período que apresentam desconformidades e indicação das opções de remediação.

Thales Altoé/IEMA solicitou que o pedido de notificação descrito ao fim da nota fosse retirado para análise posterior da necessidade de notificação. A NT foi aprovada, sem objeções.

9. Minuta de Nota Técnica Análise do Plano de Estudo para a Região Deltaica e Planície Costeira do rio Doce

Emilia Brito/IEMA apresentou um breve histórico das discussões realizadas e informou que foram criadas diretrizes para definição da escolha dos pontos de amostragem e que os pontos que tiveram divergência em sua definição seriam analisados em campo juntamente com a equipe técnica da Fundação Renova.

Ela explicou que a partir das análises realizadas, os membros do GT Baixo Doce e da CT-GRSA sugeriram pela aprovação do plano de trabalho, com as devidas ressalvas e que eles consideraram que os pontos de coleta proposto pelo Plano de trabalho para os estudos na região deltaica do rio doce e sua planície costeira deverão ser realocados de acordo com os objetivos propostos pelo GT Baixo Doce, ou seja, de investigação dos impactos ambientais da região. Ela solicitou que o cronograma das campanhas fosse compartilhado, assim como um contato responsável pelas coletas e que fossem iniciados os trabalhos propostos, após a aprovação desta Nota Técnica pela CT-GRSA, nos pontos já aprovados e nos pontos com pequenos ajustes. Informou que a Fundação Renova deverá apresentar a revisão deste Plano de Trabalho no prazo de 15 dias a partir da aprovação.

Emilia Brito/IEMA reforçou que os pontos estão alocados em área de comunidades tradicionais e informou que os técnicos do IEMA participarão da CT-IPCT para pedir permissão para acessar a área, agendando com os representantes da comunidade uma reunião posterior junto a CT-GRSA e ao IEMA para esclarecimentos de eventuais dúvidas. Jadilson Lino/CRQ Degredo informou que se as ações da Fundação Renova não forem coerentes com as necessidades da comunidade, o território não será liberado para acesso das equipes.

A NT foi aprovada, sem objeções.

10. Minuta de Nota Técnica Análise do Estudo Expedido da Mancha de Inundação da Cheia de 2016

Emilia Brito/IEMA apresentou um breve histórico e posteriormente detalhou as análises realizadas e suas respectivas requisições e a conclusão, que diz que o estudo apresentado teve como objetivo formar base para o refinamento do volume e área de deposição de rejeitos, considerando as cheias de 2016 e que o mesmo foi atendido, mas baseada em premissas que aumentam a imprecisão dos resultados gerados.

Concluiu-se que o estudo apresentado carece de informações importantes como metodologias de análises e ausência de dados refinados, como uma topobatimetria com maior precisão e já disponibilizados para a Fundação Renova e que todos os resultados deverão ser revisados e constatou-se que o estudo não atende a Deliberação nº 25 do CIF, pois não foram apresentadas as Anotações de Responsabilidade Técnica (ARTs) dos profissionais envolvidos e não foram liberados os acessos a todos os dados utilizados para o desenvolvimento do estudo, como os arquivos *shapefiles*. Por isso, a CT-GRSA reprovou o documento “Estudo Expedido da Mancha de Inundação da cheia de 2016 no Rio Doce” apresentado e solicitou que a Fundação Renova apresentasse, no prazo de 30 dias corridos, o novo estudo considerando o TR de 10 anos para todo o trecho capixaba. Além disso que se fosse utilizado o estudo da Walm com o TR de 10 anos, que já está produzido, para dar celeridade ao processo. Houve amplo debate.

Patrícia Fernandes/SEMAD informou que a Diretoria de Gestão Territorial Ambiental (DGTA/SEMAD) em conjunto com o IGAM está produzindo Nota Técnica com a análise deste estudo que deverá ser concluída na data de 14/10/2019 e que a SEMAD realizou reunião com a Fundação Renova em 23/08/2019, tendo discutido pontos de dúvida sobre o estudo, que a Fundação Renova esclareceu. Ela considerou que não cabe, neste momento a reprovação do estudo e informou que a revisão a ser feita pela Fundação Renova deverá levar em consideração as recomendações da análise da SEMAD e IGAM, para o território mineiro, que serão encaminhadas oportunamente à Fundação Renova. Ela solicitou que a divergência fosse registrada na Nota Técnica.

Melina Alencar/Fundação Renova informou que o estudo foi apresentado no IGAM e na CT-GRSA de maio, detalhando todas as premissas. Ela informou que o estudo foi amplamente apresentado e discutido nesses dois momentos e concordou que o estudo merece um detalhamento melhor.

ENCAMINHAMENTO 38.5: A Fundação Renova enviará atualização do relatório de forma que atenda todas as requisições presentes na NT nº 21 apresentada durante a 38ª RO da CT-GRSA e os seus encaminhamentos.

A NT foi aprovada, com objeções da SEMAD.

11. Follow Up do Manejo de Resíduos

a. Ações em andamento nos PMRs aprovados

Juliana Bedoya/Fundação Renova informou que em relação aos trechos 1 ao 4 houve a apresentação dos projetos, no qual a SUPPRI emitiu a Nota Técnica Nº 03/2019, solicitando adequações aos projetos e relatórios do Cânion T3, tributários, drenagens e restauração florestal e que por se tratar de áreas dentro do limite do empreendimento, objeto do Parecer Único, e por haver a interface entre as ações solicitadas para a Fundação Renova e para a Samarco, solicitou adequação dos projetos de recuperação.

Em relação aos trechos 6 a 9, ela informou que para as manutenções de Controle de Erosão já há empresa mobilizada em campo (áreas que não necessitam de licenciamento específico) e cronograma de manutenções definido e reforçou que para regiões que precisam do licenciamento ainda está ocorrendo discussões com a SUPPRI em como isso será conduzido. Sobre a Cachoeira de Camargos, Juliana Bedoya/Fundação Renova informou que ainda não houve parecer por parte do IEF e que todo o processo de revisão do projeto já foi feito, porém é necessária autorização ambiental para iniciar as ações. Sobre a renaturalização, ela informou que foi finalizada a 3ª campanha e que agora se espera os resultados das análises. Patrícia Fernandes/SEMAD solicitou que a Fundação Renova apresentasse um relatório sucinto da situação atual do Projeto de Renaturalização e o cronograma. **ENCAMINHAMENTO 38.6: A Fundação Renova deverá apresentar um relatório sucinto da situação atual do Projeto de Renaturalização, com a atualização do cronograma e entrega dos estudos finais.**

Sobre a Estação De Tratamento Natural (ETN), ela informou que o projeto foi apresentado em reunião da CT-GRSA, que em maio a SEMAD informou sobre a necessidade de obtenção de autorização ambiental para implantar o projeto, em junho a Fundação Renova protocolou ofício com documentação técnica solicitando a dispensa de outorga e dispensa de DAIA, em julho a Fundação Renova obteve a dispensa de outorga do IGAM (Ofício IGAM/DPLR nº. 14/2019) e que em julho o IEF analisou o processo e concluiu que a ETN não está dispensada de formalização de DAIA e que por este motivo seria necessário passar pelo processo de licenciamento.

Em relação aos trechos 10 e 11, Juliana Bedoya/Fundação Renova informou que para o aterro do campo de futebol está sendo feita a regularização ambiental e que para o monitoramento da Eficácia das Ações no Rejeito foi iniciada a campanha de monitoramento dos transectos, que terão seus resultados apresentados para a CT-GRSA.

Sobre o trecho 5, Patrícia Fernandes/SEMAD informou que estão ocorrendo discussões junto a comunidade para se pensar em um novo uso para área e relatou que a Samarco protocolou junto a SEMAD um estudo de cenários, o qual ainda está sendo analisado. Ela considerou que é muito complexo para a CT-GRSA aprovar um PMR, sem a aderência desses estudos vinculados ao descomissionamento do dique e se comprometeu em fazer um documento técnico pontuando todas as questões, colocando o plano de manejo desse trecho em *stand by* ou acoplado ao TAC. Juliana Bedoya/Fundação Renova considerou que a retirada ou

permanência do dique deve ser equacionada, visto que diversos experts têm opiniões divergentes sobre essa decisão.

Juliana Bedoya/Fundação Renova que não houve muito avanço, visto a dificuldade em relação ao licenciamento e solicitou auxílio da CT-GRSA junto aos órgãos reguladores, de forma seja encontrada solução para o licenciamento. **ENCAMINHAMENTO 38.7: A Fundação Renova deverá apresentar, na próxima CT-GRSA, estudo que teve o objetivo de verificar a influência do período chuvoso nos troncos colocados pelo Projeto de Renaturalização no rio Gualaxo do Norte.**

ENCAMINHAMENTO 38.8: A Fundação Renova solicitará apresentação da Walm sobre a renaturalização.

ENCAMINHAMENTO 38.9: A Fundação Renova realizará apresentação detalhada sobre os trechos 13 e 14.

Após questionamentos sobre os posicionamentos das auditorias, foi solicitado relatórios da AECOM. **ENCAMINHAMENTO 38.10: O secretariado da CT-GRSA atualizará pasta com os relatórios da AECOM e enviará aos membros o link atualizado.**

ENCAMINHAMENTO 38.11: A Fundação Renova enviará a CT-GRSA o número de protocolo referente a documentação entregue ao IEF sobre a Cachoeira Camargos.

b. Andamento dos estudos dos PMRs dos trechos 13 a 17

Melina Alencar/Fundação Renova informou que o plano dos trechos 13 e 14 foi protocolado no dia 1/outubro e está sob análise dos técnicos da CT-GRSA. Para os trechos 15 e 16, ela informou que o protocolo está previsto para fevereiro e abril de 2020, respectivamente. Para o trecho 17, o protocolo previsto para Fevereiro/21, conforme resultados dos estudos do Professor Rosman.

Antônio Freitas/Golder informou que as principais atividades nos trechos 15 e 16 seria a amostragem complementar nos trechos, incluindo ambientes de praia, estuário, manguezal e restinga e elaborar volumes (relatórios) independentes para a Aplicação do Plano de Manejo de Rejeito nos Trechos 15 e 16 e detalhou o cronograma macro.

Ele informou que para a intracalha será realizada a reamostragem em 05 transectos (02 no Trecho 15 e 03 no Trecho 16) para avaliação temporal, a amostragem em 19 transectos adicionais (11 no Trecho 15 e 8 no Trecho 16) em áreas de com potencial de deposição de rejeitos definidos na Nota Técnica e dos 19 transectos, 06 serão definidos em campo com base no *screening* no leito do rio por (coleta em 144 pontos adicionais – 02 em cada seção transversal com draga van veen). Para extracalha será feita a amostragem em ambos os lados do rio junto aos transectos intracalha (24 transectos) e a amostragem em propriedades com base nas informações do cadastro que indicam potencial deposição de rejeito.

Posteriormente, ele apresentou detalhes sobre a previsão de complementação de Amostragem do Trecho 15 e a localização dos pontos para essas amostragens dos trechos 15 e 16. Apresentou cronograma detalhado da complementação dos trechos 15 e 16 na intracalha e extracalha e a proposta de monitoramento dessas áreas. A integra da apresentação está disponível para consulta de eventuais interessados.

12. Check List de atendimento dos encaminhamentos: 37.1; 37.2; 37.4; 37.5

Sobre o encaminhamento 37.1, Luana Lima/Fundação Renova informou que em atendimento a ele foi enviado no dia 23 de agosto o ofício nº ofício 08/20197654. Daniel Nazareth/Rosa Fortini informou que os documentos apresentados no ofício citado, não condiz com a apresentação realizada pela Fundação Renova na 37ª Reunião Ordinária da CT-GRSA.

Em relação ao encaminhamento 37.2, Luana Lima/Fundação Renova informou que o documento estava atendido, porém não foi possível encaminhá-lo. Ela garantiu que enviaria o documento no fim da reunião e o

complemento do encaminhamento 37.1. Em relação ao encaminhamento 37.4, a coordenação ficou de analisar as tratativas dadas e se não tivesse sido atendido, seria replicado.

Encaminhamento 37.5, Vinicius Brito/Fundação Renova informou que os documentos foram enviados e reforçou o inventário disponibilizado foi o feito na época do evento.

Daila Ferreira/Fundação Renova fez informe sobre a necessidade de reunião para alinhamento do Plano de Coleta em profundidade no reservatório de Candonga e áreas adjacentes e solicitou ainda que o Antônio Carlos da Comissão de Atingidos oficializasse a solicitação feita em relação a remoção de rejeitos em Novo Soberbo e Rio Doce. **ENCAMINHAMENTO 37.5: A Rosa Fortini oficializará data da próxima reunião entre o PG-23 e os interessados acima citados, a fim de dar continuidade a aprovação do Plano de Coleta em profundidade no reservatório de Candonga e áreas adjacentes, conforme os ofícios: 065/2019 e 103/2019 da Rosa Fortini.**

ENCAMINHAMENTO 37.6: A Rosa Fortini oficializará a solicitação do Sr. Antônio Carlos da Comissão de Atingidos requerida na reunião do dia 16/07/19 em Coopsoberbo, referente a remoção de rejeitos em Novo Soberbo e Rio Doce.

13. Tratativa do Cronograma UHE, referente ao ofício nº 84/2019 CT-GRSA/SEMAD

Rai Clara/Fundação Renova relatou que devido a solicitação dos membros da CT-GRSA a respeito do cronograma, a Fundação Renova internalizou essa discussão e realizou contato com a SEMAD para descrição das ações que serão realizadas na UHE, de forma que não haja confronto entre as atividades e eventuais licenciamentos que porventura serão necessários.

Daniel Nazareth/Rosa Fortini solicitou, em nome dos atingidos, solicitou que seja feito um aviso formal a comunidade sobre o início das obras na região.

14. Encaminhamento

Item	Referência	Ação	Prazo	Ação Interna ou Externa?	Responsável
38.1	Projeto da sede da Defesa Civil de Mariana	Enviar para a Fundação Renova o projeto da sede da Defesa Civil de Mariana, para uma análise e posteriormente iniciar o processo de discussão e implementação.	-	Interno	Coordenação da CT-GRSA
38.2	Minuta de Nota Técnica sobre o Escopo do Programa 34	Realizar alteração da NT com inclusão do grupo de trabalho entre Fundação Renova, Defesas Civas e membros da Câmara Técnica para discussão do PG-34.	-	Interno	Coordenação da CT-GRSA
38.3	Minuta de Nota Técnica Lagoas – Modelagem hidrodinâmica	Enviar estudos de modelagem 3D (ainda não entregues e apresentados na CT-GRSA) em complementação aos estudos protocolados (modelagem 2D) e também o estudo atualizado de viabilidade.	20/nov	Externo	Juliana Bedoya/Fundação Renova
38.4	Minuta de Nota Técnica Lagoas – Modelagem hidrodinâmica	Realizar reunião para que os membros do GT Baixo Doce envolvidos na análise sanem as dúvidas e apresentem na CT do dia 12/11 a NT de análise destes estudos.	11/nov	Interno	GT-Baixo Doce

38.5	Minuta de Nota Técnica Análise do Estudo Expedito da Mancha de Inundação da Cheia de 2016	Enviar atualização do relatório de forma que atenda todas as requisições presentes na NT n° 21 apresentada durante a 38ª RO da CT-GRSA.	30 dias corridos	Externo	Juliana Bedoya/Fundação Renova
38.6	<i>Follow Up</i> do Manejo de Resíduos	Apresentar um relatório sucinto da situação atual do Projeto de Renaturalização, com a atualização do cronograma e entrega dos estudos finais.	-	Externo	Juliana Bedoya/Fundação Renova
38.7	<i>Follow Up</i> do Manejo de Resíduos	Apresentar estudo que teve o objetivo de verificar a influência do período chuvoso nos troncos colocados pelo Projeto de Renaturalização no rio Gualaxo do Norte.	39ª RO da CT-GRSA	Externo	Juliana Bedoya/Fundação Renova
38.8	<i>Follow Up</i> do Manejo de Resíduos	Solicitar apresentação da Walm sobre a renaturalização.	39ª RO da CT-GRSA	Externo	Juliana Bedoya/Fundação Renova
38.9	<i>Follow Up</i> do Manejo de Resíduos	Realizar apresentação detalhada sobre os trechos 13 e 14.	39ª RO da CT-GRSA	Externo	Juliana Bedoya/Fundação Renova
38.10	<i>Follow Up</i> do Manejo de Resíduos	Atualizar pasta com os relatórios da AECOM e enviará aos membros o link atualizado.	Imediato	Interno	Secretariado da CT- GRSA
38.11	<i>Follow Up</i> do Manejo de Resíduos	Enviar a CT-GRSA o número de protocolo referente a documentação entregue ao IEF sobre a Cachoeira Camargos.	-	Externo	Juliana Bedoya/Fundação Renova
38.12	Resposta ao encaminhamento E 37.5	Oficializar a data da próxima reunião entre o PG23 e os interessados acima citados, a fim de dar continuidade a aprovação do Plano de Coleta em profundidade no reservatório de Candonga e áreas adjacentes, conforme os ofícios: 065/2019 e 103/2019 da Rosa Fortini.	-	Externo	Rosa Fortini
38.13	Resposta ao encaminhamento E 37.5	Oficializar a solicitação do Sr. Antônio Carlos da Comissão de Atingidos requerida na reunião do dia 16/07/19 em Coopsoberbo, referente a remoção de resíduos em Novo Soberbo e Rio Doce.	-	Externo	Rosa Fortini

Ata aprovada na 40ª Reunião Ordinária da CT-GRSA em 18/12/2019



Thales Del Puppo Altoé
Coordenador Suplente da CT-GRSA



NOTA TÉCNICA GCA/CAIA Nº 031-2016

Referência: IC nº 1.22.000.00399/2015-52

Interessado: Ministério Público Federal - Procuradoria da República no Estado de Minas Gerais

Assunto: Rompimento das Barragens – Samarco Mineração

1 APRESENTAÇÃO

Esta Nota Técnica tem como objetivo atender à solicitação do Ministério Público, formalizada através do ofício protocolo IEMA nº 2.653/16 de 16 de fevereiro de 2016. Nesta nota técnica será relatada informações sobre os laudos de análise das águas do rio Doce, coletadas por este IEMA, após o evento de rompimento das barragens da empresa Samarco Mineração.

2 CONSIDERAÇÕES

O IEMA possui disponível internamente os laudos preliminares de análise qualitativa da água do rio Doce coletada nos seguintes dias:

- **Novembro de 2015:** dias 09, 10, 11, 17, 18, 24, 25, 26, 27, 28 e 30;
- **Dezembro de 2015:** dias 01, 02, 03, 04, 05, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 28 e 29;
- **Janeiro de 2016:** dias 04, 05, 06, 07, 08, 09, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29 e 30.
- **Fevereiro de 2016:** dias 1, 2, 11, 12, 15, 16, 22 e 23.
- **Março de 2016:** dias 1, 7, 8, 14, 15, 21, 22, 28, 29.

As coletas foram realizadas em cinco pontos distintos, antes e durante a passagem da lama que ainda está correndo pelo Rio Doce. Os pontos de monitoramento são apresentados abaixo:

Ponto 1 – Ponte de Baixo Guandú – Coordenadas WGS 84 24K 288653/7841918

Ponto 2 – Ponte de Itapina – Coordenadas WGS 84 24K 309626/7839453



Ponto 3 – Ponte de Colatina – Coordenadas WGS 84 24K 328865/7839572

Ponto 4 – Ponte de Linhares – Coordenadas WGS 84 24K 388120/7853419

Ponto 5 – Foz do Rio Doce – Coordenadas WGS 84 24K 328865/7839572

Nas coletas realizadas nos dias 17 e 18 de novembro, a frente da pluma de contaminação tinha alcançado os pontos 1 e 2, mas ainda não tinha alcançado o ponto 3. Porém, nas coletas dos dias 24/12/2015 em diante, a pluma já havia alcançado a foz do Rio Doce, passando por todos os pontos de coleta.

Os resultados preliminares das análises qualitativas da água foram comparados com a Resolução Conama 357/2005, onde estabelece a qualidade da água requerida para os diversos usos previstos dos recursos hídricos. O Rio Doce está classificado como corpo hídrico de águas doce classe II, estando, então, suas águas destinadas à:

- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- à aquicultura e à atividade de pesca;
- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- à pesca amadora;
- à recreação de contato secundário;
- à dessedentação de animais;
- à navegação;
- à harmonia paisagística.



Abaixo estão listados os **parâmetros que estão em desconformidade com a qualidade requerida para os usos da água de um corpo hídrico classe II - água doce**, e os parâmetros que tiveram um considerável incremento em sua concentração na água do rio com a passagem da lama, porém, sem extrapolar o limite de qualidade da classe de enquadramento. A condição "branco" refere-se a água do Rio Doce antes da chegada da lama, e condição "lama" refere-se à coleta feita na pluma de contaminação.

PONTO 1 - ÁGUA			
Data	Parâmetro em desconformidade	Parâmetros que elevaram sua concentração com a chegada da lama	Condição
09/11/2015	Cloro residual total, coliformes fecais		Branco
11/11/2015	Cloro residual total		Branco
18/11/2015	Alumínio dissolvido, antimônio total, arsênio total, chumbo total, cor verdadeira, corante de fontes antrópicas, cromo total, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, níquel total, nitrato, oxigênio dissolvido, resíduos sólidos objetáveis, turbidez, vanádio total, zinco total	Bário total, cobalto total, cobre dissolvido, DBO, DQO, fluoreto total, nitrito, nitrogênio amoniacal, óleo e graxas total, sulfeto dissolvido	Lama
24/11/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, cor verdadeira, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, sólidos dissolvidos totais, turbidez, zinco total	cobre dissolvido	Lama
26/11/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, cromo total, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, zinco total	bário total, boro total, níquel total, nitrato, sólidos dissolvidos totais	Lama
28/11/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, cromo total, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total	Bário Total, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
01/12/2015	alumínio dissolvido, chumbo, coliformes termo tolerantes, cor verdadeira, corante de fonte antrópica, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, Boro Total, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos, Zinco Total, DQO	Lama
03/12/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, cobre dissolvido, coliformes termo tolerantes, cor verdadeira, corantes de fontes antrópicas, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, Boro Total, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
05/12/2015	alumínio dissolvido, cobre dissolvido, coliformes termo tolerantes, cor verdadeira, corantes de fontes antrópicas, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, Boro total, Fluoreto Total, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos, Zinco Total e DQO	Lama



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

08/12/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, coliformes termo tolerantes, cor verdadeira, corante de fontes antrópicas, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, Fluoreto Total, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos, Zinco Total e DQO	Lama
10/12/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, coliformes termo tolerantes, cor verdadeira, corantes de fontes antrópicas, cromo total, ferro dissolvido, fósforo total, níquel total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez, zinco	Bário Total, Boro Total, Níquel Total, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos, Zinco Total, DQO	Lama
12/12/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, coliformes termo tolerantes, cor verdadeira, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, sulfeto, turbidez	Bário Total, Boro Total, Níquel Total, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos, Zinco Total, DQO	Lama
15/12/2015	alumínio dissolvido, cloro residual total, coliformes termo tolerantes, cor verdadeira, corante de fontes antrópicas, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, Boro Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos, Zinco Total e DQO	Lama
17/12/2015	alumínio dissolvido, coliformes termo tolerantes, corantes de fonte antrópica, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, Boro Total, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos, Zinco Total, DQO	Lama
19/12/2015	alumínio dissolvido, coliformes termo tolerantes, corantes de fonte antrópica, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, Boro Total, Cor Verdadeira, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos, Zinco Total e DQO	Lama
22/12/2015	alumínio dissolvido, coliformes termo tolerantes, corantes de fonte antrópica, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, Boro Total, Cor Verdadeira, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos, Vanádio Total, Zinco Total e DQO	Lama
29/12/2015	alumínio dissolvido, coliformes termo tolerantes, corantes de fonte antrópica, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, Boro Total, Cor Verdadeira, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos, Vanádio Total e Zinco Total	Lama
05/01/2016	Alumínio Dissolvido, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cor Verdadeira, Cromo Total e Sulfeto Dissolvido	Lama
07/01/2016	Alumínio Dissolvido, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez	Bário Total, Cor Verdadeira, Cromo Total, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
09/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Condutividade, Cor Verdadeira, Cromo Total, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

12/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cor Verdadeira, Cromo Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido e Zinco Total	Lama
14/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cor Verdadeira, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
16/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cor Verdadeira, Cromo Total, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido e Zinco Total	Lama
19/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Cor Verdadeira, Cromo Total, Nitrato, Sulfetos Dissolvidos, Vanádio, Zinco Total e DQO	Lama
21/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez, Vanádio Total, Zinco Total	Bário Total, Boro Total, DQO, Nitrato, Nitrito, PH, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido	Lama
23/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário, Cor Verdadeira, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido, Vanádio e Zinco	Lama
26/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário, Boro Total, Cor Verdadeira, Cromo Total, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido, Vanádio e Zinco	Lama
28/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário, Boro Total, Cor Verdadeira, Cromo Total, DQO, Nitrato, Sulfeto Dissolvido, Vanádio e Zinco	Lama
30/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário, Boro Total, Cromo Total, DBO, DQO, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido, Zinco	Lama
02/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário, Boro Total, Cromo Total, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido, Vanádio e Zinco	Lama



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

12/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário, Boro Total, Cor Verdadeira, DQO, Fosforo Total, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido, Zinco	Lama
16/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário, Boro Total, Cor Verdadeira, Fosforo Total, Manganês Total, Sulfeto Dissolvido, Zinco	Lama
23/02/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto Turbidez	Bário, Boro Total, Condutividade, Cromo Total, DQO, Fosforo Total, Manganês Total, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido, Zinco	Lama
01/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Boro Total, Cromo Total, DQO, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
08/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Boro Total, Cor Verdadeira, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrito, Sulfeto Dissolvido	Lama
15/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Cor Verdadeira, Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrito, Sulfeto Dissolvido, Zinco Total	Lama
22/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Cor Verdadeira, Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
29/03/2016	Alumínio Dissolvido, Cloro Residual Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez	Boro Total, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrito, Sulfeto Dissolvido	Lama



PONTO 2 - ÁGUA			
Data	Parâmetro em desconformidade	Parâmetros que elevaram sua concentração com a chegada da lama	Condição
10/11/2015	Cloreto residual total, coliformes fecais		Branco
18/11/2015	Alumínio dissolvido, cor verdadeira, corantes de fontes antrópicas, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, turbidez, zinco total	Bário total, cobre dissolvido, cromo total, fluoreto total, nitrato, nitrito, óleo e graxas totais, sulfeto dissolvido, vanádio total	Lama
24/11/2015	alumínio dissolvido, boro total, chumbo total, cobre dissolvido, cor verdadeira, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, turbidez, zinco total	cromo total, níquel total, oxigênio dissolvido	Lama
26/11/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, cromo total, DBO, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, níquel total	bário total, nitrato, zinco total	Lama
28/11/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, cromo total, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total	bário total, boro total, níquel total, nitrato, zinco total	Lama
01/12/2015	alumínio dissolvido, coliformes termo tolerantes, cor verdadeira, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	bário total, boro total, níquel total, nitrato, zinco total	Lama
03/12/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, coliformes termo tolerantes, cor verdadeira, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, Cobre dissolvido, Cromo Total, DQO, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
05/12/2015	alumínio dissolvido, cobre dissolvido, coliformes termo tolerantes, cor verdadeira, corantes de fontes antrópicas, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, Cloreto Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
08/12/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, coliformes termo tolerantes, cor verdadeira, corantes de fontes antrópicas, cromo total, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, DQO, Níquel Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
10/12/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, coliformes termo tolerantes, cor verdadeira, corantes de fontes antrópicas, cromo total, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, níquel total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez, vanádio total, zinco total	Bário Total, Cloreto Total, DQO, Níquel, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

12/12/2015	alumínio dissolvido, boro total, chumbo total, cloro residual, coliformes termo tolerantes, cor verdadeira, cromo total, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, sulfeto, turbidez	Bário Total, Cloreto Total, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
15/12/2015	alumínio dissolvido, coliformes termo tolerantes, cor verdadeira, corantes de fontes antrópicas, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, Cloreto Total, DQO, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos, Sulfato e zinco Total	Lama
17/12/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, coliformes termo tolerantes, cor verdadeira, corantes de fontes antrópicas, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, DQO, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
19/12/2015	alumínio dissolvido, coliformes termo tolerantes, corantes de fontes antrópicas, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, sulfeto, turbidez	Bário Total, DQO, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
22/12/2015	alumínio dissolvido, coliformes termo tolerantes, corantes de fontes antrópicas, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, Nitrato, Sulfato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
29/12/2015	alumínio dissolvido, coliformes termo tolerantes, corantes de fontes antrópicas, ferro dissolvido, resíduos sólidos objetáveis, sulfeto, turbidez	Bário Total, Cloreto Total, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos, Vanádio e Zinco Total	Lama
05/01/2016	alumínio dissolvido, coliformes termo tolerantes, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, turbidez	Bário Total, DQO, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
07/01/2016	Alumínio Dissolvido, Ferro Dissolvido e Turbidez	Bário Total, DQO, Manganês Total e Sulfetos Dissolvidos	Lama
09/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, DQO, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Totais e Zinco Total	Lama
12/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, DQO, Manganês Total, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
14/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Cloreto Total, DQO, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
16/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, DQO, Sulfato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

19/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, DQO, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
21/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, DQO, Nitrato, Nitrito, PH, Sólidos Dissolvidos Totais	Lama
23/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Níquel Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato Total, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
26/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
28/01/2018	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez, Vanádio Total, Zinco Total	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Nitrito, Sulfato Total, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
30/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Ferro Dissolvido, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Fósforo Total, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato Total, Zinco Total	Lama
02/02/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfato Total, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
12/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, PH, Sólidos Dissolvidos Totais	Lama
16/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópica, Ferro Dissolvido, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cor Verdadeira, Fósforo Total, PH, Sólidos Dissolvidos Totais, Zinco Total	Lama



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

23/02/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrato, Nitrito, PH, Sólidos Dissolvidos Totais	Lama
01/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Boro Total, Cor Verdadeira, Cromo Total, DQO, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido	Lama
08/03/2016	Alumínio Dissolvido, Cobre Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Clorofila A, Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrato, Nitrito, Sulfeto Dissolvido	Lama
15/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Cor Verdadeira, Cromo Total, DQO, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Sulfeto Dissolvido, Zinco Total	Lama
22/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Cor Verdadeira, Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total	Lama
29/03/2016	Alumínio Dissolvido, Cloro Residual Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez	Boro Total, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido	Lama



PONTO 3 - ÁGUA			
Data	Parâmetro em desconformidade	Parâmetros que elevaram sua concentração com a chegada da lama	Condição
10/11/2015	Cloro residual total, manganês total		Branco
18/11/2015	-	-	Branco
24/11/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, cor verdadeira, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, turbidez, zinco total	bário total, boro total, cromo total, níquel total, nitrato, oxigênio dissolvido, sulfeto dissolvido	Lama
26/11/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, cromo total, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, níquel total	bário total, boro total, nitrato, sólidos dissolvidos totais, zinco total	Lama
28/11/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, cromo total, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total	bário total, boro total, níquel total, nitrato, zinco total	Lama
01/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
03/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
05/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cobre Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cloreto Total, DQO, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
08/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cloreto Total, DQO, Níquel Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
10/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez e Zinco	Bário Total, Boro Total, Cloreto Total, DQO, Níquel Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

12/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Cloreto Total, DQO, Níquel Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
15/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cloreto Total, Cromo Total, DQO, Níquel Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
17/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
19/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
25/12/2015	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos, Vanádio e Zinco Total	Lama
29/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Fósforo Total, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos, Vanádio e Zinco Total	Lama
05/01/2016	Alumínio Dissolvido, Ferro Dissolvido e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Fósforo Total e Sulfetos Dissolvidos	Lama
07/01/2016	Alumínio Dissolvido, Ferro Dissolvido e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, Fósforo Total, Nitrato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
09/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Fósforo Total, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais e Sulfetos Dissolvidos	Lama
12/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Fósforo Total, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
16/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cor Verdadeira, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrato, PH, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido, Zinco Total	Lama



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

19/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cor Verdadeira, Cromo Total, Nitrato, Oxigênio Dissolvido, PH, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
21/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez, Vanádio Total, Zinco Total	Bário Total, Boro Total, DQO, Nitrato, PH, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido	Lama
23/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Cor Verdadeira, Níquel Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
26/01/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Cromo Total, DQO, Níquel Total, Nitrato, Nitrito, Oxigênio Dissolvido, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
28/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Nitrito, PH, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total	Lama
30/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cloreto Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido, Zinco Total	Lama
02/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, Nitrato, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total, Zinco Total	Lama



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

12/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, DQO, Fósforo Total, Nitrato, Nitrito, PH, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido	Lama
16/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cor Verdadeira, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrato, PH, Sulfeto Dissolvido	Lama
23/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrato, Nitrito, PH, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido	Lama
01/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Boro Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total	Lama
08/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópica, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Boro Total, Cor Verdadeira, Cromo Total, Fósforo Total, Nitrato, Nitrito, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total	Lama
15/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Cromo Total, Fósforo Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido	Lama
22/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Fósforo Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido	Lama
29/03/2016	Alumínio Dissolvido, Cloro Residual Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez	Boro Total, Fósforo Total, Nitrato, Nitrito, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto Dissolvido	Lama



PONTO 4 - ÁGUA			
Data	Parâmetro em desconformidade	Parâmetros que elevaram sua concentração com a chegada da lama	Condição
10/11/2015	Boro total, cloreto total, cloro residual total, sólido dissolvido total, sulfato total		Branco
17/11/2015	Cloro residual total, fluoreto total		Branco
25/11/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, cor verdadeira, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, turbidez, zinco total	bário total, coliformes termo tolerantes, cromo total, níquel total, nitrato, sulfeto dissolvido	Lama
27/11/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total	bário total, boro total, cromo total, nitrato, zinco total	Lama
30/11/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
02/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, Nitrato, OD, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
04/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Cobre Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cloreto Total, Cromo Total, Nitrato, DQO, OD, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
07/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cobre Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total e Zinco	Bário Total, Cromo Total, DQO, Níquel Total, Nitrato, OD, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
09/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cloreto Total, Cromo Total, DQO, Níquel Total, Nitrato, OD, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
11/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Níquel Total, Nitrato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

14/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termo tolerantes, Cromo, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Níquel Total, Nitrato, Nitrito, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
16/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Nitrito, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
18/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, Nitrato, Nitrito, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
21/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Condutividade, Cromo Total, DQO, Nitrato, Nitrito, Sulfetos Dissolvidos, Vanádio e Zinco Total	Lama
28/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cloreto Total, Cromo Total, DQO, Nitrito, Sulfetos Dissolvidos, Vanádio e Zinco Total	Lama
04/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Manganês Total e Sulfetos Dissolvidos	Lama
06/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Manganês Total, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
08/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Sulfetos Dissolvidos, Vanádio e Zinco Total	Lama
11/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
13/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Manganês, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO e Sulfetos Dissolvidos	Lama



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

15/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
18/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Manganês, Resíduos Sólidos Objetáveis Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Nitrito e Sulfetos Dissolvidos	Lama
20/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto	Bário Total, Boro Total, Cor Verdadeira, Cromo Total, Nitrato, PH, Sulfeto Dissolvido, Turbidez, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
22/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez, Vanádio Total, Zinco Total	Bário Total, Boro Total, DQO, Nitrato, Nitrito, PH, Sulfeto Dissolvido	Lama
25/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Nitrito, PH, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
27/01/2016	Alumínio Dissolvido, Boro Total, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Cromo Total, Nitrato, Nitrito, PH, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
29/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Nitrito, PH, Sulfeto Dissolvido, Zinco Total	Lama
01/02/2016	Alumínio Dissolvido, Cobre Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, DBO, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez, Zinco Total	Bário Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, PH, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total	Lama



11/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Nitrato, PH, Sulfeto Dissolvido, Zinco Total	Lama
15/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Condutividade, Cor Verdadeira, Nitrato, PH, Sulfeto Dissolvido, Zinco Total	Lama
22/02/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Bário Total, Boro Total, Condutividade, Cromo Total, Fósforo Total, Nitrato, Nitrito, PH, Sulfeto Dissolvido, Zinco Total	Lama
07/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Boro Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
14/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Boro Total, Cromo Total, Nitrato, Nitrito, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
21/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto, Turbidez	Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total	Lama
28/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez	Boro Total, Condutividade, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrato, Nitrito, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total	Lama



PONTO 5 - ÁGUA			
Data	Parâmetro em desconformidade	Parâmetros que elevaram sua concentração com a chegada da lama	Condição
10/11/2015	Cloro residual total, sólidos dissolvidos totais		Branco
17/11/2015	Cloreto total, cloro residual total, sulfato total		Branco
25/11/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, cloreto total, cor verdadeira, ferro dissolvido, fósforo total, turbidez	bário total, cromo total, manganês total, nitrato, nitrito, sulfeto dissolvido, vanádio total, zinco total	Lama
27/11/2015	alumínio dissolvido, cloreto total, ferro dissolvido, fósforo total	bário total, boro total, fósforo total, nitrato, zinco total	Lama
30/11/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos, Sulfeto e Turbidez.	Bário Total, Cromo Total, DQO, Níquel Total, Nitrato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
02/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Cromo Total, DQO, Nitrato, Nitrito, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
04/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cobre Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Manganês Total, Sólidos Dissolvidos Totais, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Cromo Total, Nitrato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
07/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cobre Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Manganês Total, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Nitrato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
09/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cobre Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Cromo Total, Nitrato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

11/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Cromo Total, Níquel Total, Nitrato, Nitrito, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
14/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo, Coliformes Termo tolerantes, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Sólidos Dissolvidos, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Cromo Total, Níquel Total, Nitrato, Nitrito, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
16/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Cromo Total, Fluoreto Total, Nitrato, Nitrito, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
18/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Cromo Total, Nitrato, Nitrito, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
21/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez.	Bário Total, Cromo Total, Nitrato, Nitrito, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
28/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cloreto Total, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez.	Bário Total, Cromo Total, Nitrato, Nitrito, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama
04/01/2016	Boro Total, Corantes de Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez	Bário Total e Sulfetos Dissolvidos	Lama
06/01/2016		Bário Total e Sulfetos Dissolvidos	Lama
08/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Cromo Total, Ferro Total, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrato, Sulfetos Dissolvidos, Vanádio Total e Zinco Total	Lama
11/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termo tolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Cromo Total, Ferro Total, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrato, Sulfetos Dissolvidos e Zinco Total	Lama



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

13/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Cromo Total, Ferro Total, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrato e Sulfetos Dissolvidos	Lama
18/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez	Bário Total, Ferro Total, Fósforo Total, Nitrato e Sulfetos Dissolvidos	Lama
20/01/2016	Alumínio Dissolvido, Cloreto Total, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto	Cor Verdadeira, Ferro Dissolvido, Nitrato, Nitrito, Sulfeto Dissolvido, Turbidez, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
22/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez, Vanádio Total, Zinco Total	DQO, Nitrato, Nitrito, Sulfeto Dissolvido	Lama
25/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Coliformes Termotolerantes, Cromo Total, DQO, Níquel Total, Nitrato, Nitrito, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
27/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez, Vanádio Total	Cromo Total, Níquel Total, Nitrato, Nitrito, Sulfeto Dissolvido, Zinco Total	Lama
29/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Cor Verdadeira, Cromo Total, DQO, Nitrato, Sulfeto Dissolvido, Zinco Total	Lama
01/02/2016	Cobre Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, DBO, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Alumínio Dissolvido, Cor Verdadeira, Cromo Total, DQO, Nitrato, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total, Zinco Total	Lama



11/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Cor Verdadeira, Cromo Total, Nitrato, Nitrogênio Amoniacal, PH, Sulfeto Dissolvido, Zinco Total	Lama
15/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Ferro Dissolvido, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez, Zinco Total	Cor Verdadeira, DBO, DQO, Fósforo Total, Nitrato, PH, Sulfeto Dissolvido	Lama
22/02/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Cromo Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Nitrato, Nitrito, Sulfeto Dissolvido, Zinco Total	Lama
07/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópica, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto, Turbidez	Cor Verdadeira, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
14/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto, Turbidez	Cromo Total, Nitrato, Nitrito, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
21/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais, Sulfeto, Turbidez	Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal, Sulfeto Dissolvido, Vanádio Total, Zinco Total	Lama
28/03/2016	Alumínio Dissolvido, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Ferro Dissolvido, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez	Fósforo Total, Nitrato, Nitrito, Sulfeto Dissolvido	Lama

Além de extrapolar algumas características requeridas para os usos preponderantes das águas doce classe II, foi verificado que, nas coletas realizada até a data de 28 de novembro de 2015 na pluma de contaminação, a água também não apresentava as condições de qualidade requerida para os usos preponderantes das águas doce classes III. No monitoramento realizado na data de 18 de novembro no Ponto 1, a água não apresentava as condições de qualidade requerida também para os usos preponderantes previstos para



águas doce classe IV. Abaixo estão listados os parâmetros que se encontram em desconformidade com os limites preconizados para as classes III - água doce.

PONTO 1 - ÁGUA			
Data	Parâmetro em desconformidade - Classe III	Parâmetro em desconformidade - Classe IV	Condição
18/11/2015	Alumínio dissolvido, arsênio total, chumbo total, cor verdadeira, corante de fontes antrópicas, cromo total, fósforo total, manganês total, níquel total, nitrato, oxigênio dissolvido, resíduos sólidos objetáveis, turbidez, vanádio total	oxigênio dissolvido	Lama
24/11/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, cor verdadeira, fósforo total, manganês total, sólidos dissolvidos totais, turbidez	-	Lama
26/11/2015	alumínio dissolvido, cromo total, fosforo total		Lama
28/11/2015	alumínio dissolvido, cromo total, fosforo total	-	Lama
01/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
03/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Totais, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
05/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cobre Dissolvido, Coliformes Totais, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
08/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Totais, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
10/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Totais, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez		
12/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
15/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cloro Residual Total, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		



17/12/2015 Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

19/12/2015 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

22/12/2015 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

29/12/2015 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total e Turbidez

05/01/2016 Alumínio Dissolvido, Fósforo Total,
Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez

07/01/2016 Alumínio Dissolvido, Fósforo Total,
Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez

09/01/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

12/01/2016 Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

14/01/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

16/01/2016 Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

19/01/2016 Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

21/01/2016 Alumínio Dissolvido, Chumbo Total,
Coliformes Termotolerantes, Cor
Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas,
Fósforo Total, Manganês Total, Níquel
Total, Resíduos Sólidos Objetáveis,
Turbidez, Vanádio Total

23/01/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes De Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Manganês Total,
Níquel Total, Resíduos Sólidos Objetáveis,
Turbidez

26/01/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes De Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez



28/01/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes De Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez

30/01/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez

02/02/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Fósforo Total,
Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez

12/02/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes De Fontes
Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis,
Turbidez

16/02/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes De Fontes
Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis,
Turbidez

23/02/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes De Fontes
Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis,
Turbidez

01/03/2016 Coliformes Termotolerantes, Cor
Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas,
Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis,
Turbidez

08/03/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes De Fontes
Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis,
Turbidez

15/03/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes De Fontes
Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis,
Turbidez

22/03/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes De Fontes
Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis,
Turbidez

29/03/2016 Alumínio Dissolvido, Cloro Residual Total,
Coliformes Termotolerantes, Cor
Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas,
Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez



PONTO 2 - ÁGUA			
Data	Parâmetro em desconformidade - Classe III	Parâmetro em desconformidade - Classe IV	Condição
18/11/2015	Alumínio dissolvido, cor verdadeira, corantes de fontes antrópicas, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis, turbidez, zinco total	-	Lama
24/11/2015	Alumínio dissolvido, boro total, chumbo total, cor verdadeira, fósforo total, turbidez	-	Lama
26/11/2015	Alumínio dissolvido, cromo total, fósforo total, níquel total, resíduos sólidos objetáveis	-	Lama
28/11/2015	Alumínio dissolvido, corantes de fontes antrópicas, cromo total, fósforo total, manganês total, materiais sólidos objetáveis	-	Lama
01/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Totais, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
03/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
05/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
08/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
10/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Vanádio Total e Turbidez		
12/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Cloro Residual, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo Total, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
15/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		



17/12/2015 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
de Fontes Antrópicas, Fósforo Total,
Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez

19/12/2015 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

22/12/2015 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

29/12/2015 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

05/01/2016 Alumínio Dissolvido, Fósforo Total,
Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez

07/01/2016 Alumínio Dissolvido, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

09/01/2016 Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

12/01/2016 Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes
Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis e
Turbidez

14/01/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

16/01/2016 Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

19/01/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes de Fontes
Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis e Turbidez

21/01/2016 Alumínio Dissolvido, Chumbo Total,
Coliformes Termotolerantes, Cor
Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas,
Cromo Total, Fósforo Total, Manganês
Total, Níquel Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez, Vanádio Total

23/01/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Cromo Total, Fósforo
Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez

26/01/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Fósforo Total,
Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez



28/01/2018 Alumínio Dissolvido, Chumbo Total
Coliformes Termotolerantes, Cor
Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas,
Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis,
Turbidez

30/01/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez

02/02/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez

12/02/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Fósforo Total,
Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez

16/02/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes De Fontes
Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis,
Turbidez

23/02/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez

01/03/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Corantes De Fontes
Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis,
Turbidez

08/03/2016 Cobre Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez

15/03/2016 Coliformes Termotolerantes, Corantes De
Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez

22/03/2016 Coliformes Termotolerantes, Corantes De
Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez

29/03/2016 Cloro Residual Total, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez



PONTO 3 - ÁGUA

Data	Parâmetro em desconformidade - Classe III	Parâmetro em desconformidade - Classe IV	Condição
24/11/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, cor verdadeira, fósforo total, turbidez	-	Lama
26/11/2015	alumínio dissolvido, chumbo total, corantes de fontes antrópicas, cromo total, fósforo total, manganês total, níquel total, resíduos sólidos objetáveis,	-	Lama
28/11/2015	alumínio dissolvido, corantes de fontes antrópicas, cromo total, fósforo total, manganês total, resíduos sólidos objetáveis	-	Lama
01/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
03/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
05/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
08/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Cloro Residual Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
10/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
12/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo Total, Ferro Dissolvido, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
15/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
17/12/2015			
19/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		



22/12/2015	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
29/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
05/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
07/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
09/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
12/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
16/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
19/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
21/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez, Vanádio Total
23/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópica, Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
26/01/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
28/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
30/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
02/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez



12/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
16/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópica, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
23/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópica, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
01/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
08/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
15/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
22/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
29/03/2016	Alumínio Dissolvido, Cloro Residual Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez



PONTO 4 - ÁGUA

Data	Parâmetro em desconformidade - Classe III	Parâmetro em desconformidade - Classe IV	Condição
25/11/2015	alumínio dissolvido, cor verdadeira, fosforo total, turbidez	-	Lama
27/11/2015	alumínio dissolvido, corantes de fontes antrópicas, fósforo total, resíduos sólidos objetáveis	-	Lama
30/11/2015	Alumínio Dissolvido, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
02/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
04/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais e Turbidez		
07/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
09/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
11/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
14/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo Total, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
16/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo Total, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
18/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
21/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		



28/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
04/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
06/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
08/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
11/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
13/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
15/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
18/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
20/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis
22/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Cromo Total, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez, Vanádio Total
25/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
27/01/2016	Alumínio Dissolvido, Boro Total, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
29/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez



01/02/2016 Alumínio Dissolvido, Cobre Dissolvido,
Coliformes Termotolerantes, Cor
Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas,
Dbo, Fósforo Total, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez

11/02/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Fósforo Total,
Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez

15/02/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez

22/02/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Resíduos
Sólidos Objetáveis, Turbidez

07/03/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Fósforo Total,
Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez

14/03/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez

21/03/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais,
Turbidez

28/03/2016 Alumínio Dissolvido, Coliformes
Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes
De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos
Objetáveis, Turbidez



PONTO 5 - ÁGUA

Data	Parâmetro em desconformidade - Classe III	Parâmetro em desconformidade - Classe IV	Condição
25/11/2015	alumínio dissolvido, cloreto total, cor verdadeira, fosforo total, turbidez	-	Lama
27/11/2015	alumínio dissolvido, cloreto total, corantes de fontes artificiais, fosforo total, resíduos sólidos objetáveis	-	Lama
30/11/2015	Alumínio Dissolvido, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais e Turbidez		
02/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
04/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais e Turbidez		
07/12/2015	Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Sólidos Dissolvidos Totais e Turbidez		
09/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
11/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
14/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo Total, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais e Turbidez		
16/12/2015	Alumínio Dissolvido, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Cromo Total, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
18/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		
21/12/2015	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez		



28/12/2015	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais e Turbidez
04/01/2016	Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
06/01/2016	Corantes de Fontes Antrópicas e Turbidez
08/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais e Turbidez
11/01/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sulfeto e Turbidez
13/01/2016	Coliformes Termotolerantes, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais e Turbidez
15/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes de Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Total e Turbidez
18/01/2016	Corantes de Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis e Turbidez
20/01/2016	Cloreto Total, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais
22/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Manganês Total, Níquel Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez, Vanádio Total
25/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Manganês Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
27/01/2016	Alumínio Dissolvido, Chumbo Total, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
29/01/2016	Alumínio Dissolvido, Corantes De Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
01/02/2016	Cobre Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Dbo, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez



11/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
15/02/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
22/02/2016	Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
07/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Corantes De Fontes Antrópicas, Fósforo Total, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez
14/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais, Turbidez
21/03/2016	Alumínio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis, Sólidos Dissolvidos Totais, Turbidez
28/03/2016	Alumínio Dissolvido, Cor Verdadeira, Corantes De Fontes Antrópicas, Resíduos Sólidos Objetáveis, Turbidez

A partir da análise feita, pode-se concluir então que, à luz da Resolução Conama nº357/2005, as águas do rio Doce contaminadas pela lama oriunda do rompimento da barragem de rejeito da Samarco - MG, para os dias avaliados nesta nota técnica, não apresentavam condições de qualidade de forma a garantir segurança adequada para os seguintes usos:

- ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral;
- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- à proteção das comunidades aquáticas;



- à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas;
- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- à proteção das comunidades aquáticas;
- à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- à aqüicultura e à atividade de pesca;
- ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- à pesca amadora;
- à recreação de contato secundário;
- à dessedentação de animais.

A equipe técnica deste IEMA, fazendo uso do princípio da precaução, recomendou que os usos supra citados fossem suspensos em todo o Rio Doce em sua porção capixaba, até que as características da água retornassem a níveis que satisfaçam a qualidade requeridas para os usos. Esta recomendação foi encaminhada à direção deste Instituto para avaliação por meio da Nota Técnica GCA/CAIA nº 105-2015, Nota Técnica GCA/CAIA nº 109-2015 e Nota Técnica GCA/CAIA nº 113-2015.

Além disso, foi sugerido pela equipe técnica que os entes da administração pública envolvidos no gerenciamento, administração, regulação e fiscalização de atividades que dependam das águas do rio Doce, tais como Secretaria de Saúde, Secretaria de Agricultura, Instituto Estadual de Defesa Agroflorestal e Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural, fossem alertados sobre a qualidade da água do rio, e também foi sugerido que a



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

recomendação de suspensão dos usos supracitados nesta nota técnica fosse avaliada também por estes entes, sendo que estes deveriam orientar os usuários sobre a melhor forma de como proceder diante a atual situação. Estas recomendações foram encaminhadas à direção deste Instituto para avaliação, conforme Minuta de Ofício Grandes Indústrias nº 199-2015 – CAIA/GCA.

Sugerimos também encaminhar esta Nota Técnica para os órgãos supracitados.

Cariacica – ES, 02 de Junho de 2016.

NOTA TÉCNICA CT-GRSA nº 01/2019

Assunto: Orientações para elaboração dos Planos de Manejo de Resíduos dos trechos 15 e 16 localizados no Estado do Espírito Santo.

1 – INTRODUÇÃO

O rio Doce, no estado do Espírito Santo, percorre um trecho de, aproximadamente, 142 km. Visando avaliar o impacto da deposição de resíduos provenientes da barragem de Fundão esse trecho foi dividido em dois, sendo geradas duas áreas de análise para aplicação do Plano de Manejo de Resíduos (PMR): o Trecho 15 e o Trecho 16.

O PMR Trecho 15 compreende a região entre a UHE Mascarenhas e o município de Linhares, próximo à ponte da BR 101, perfazendo 100 km de extensão. Já o Trecho 16 compreende o trecho final, entre o município de Linhares e a foz do rio Doce, com 42 km de extensão (figura 1).

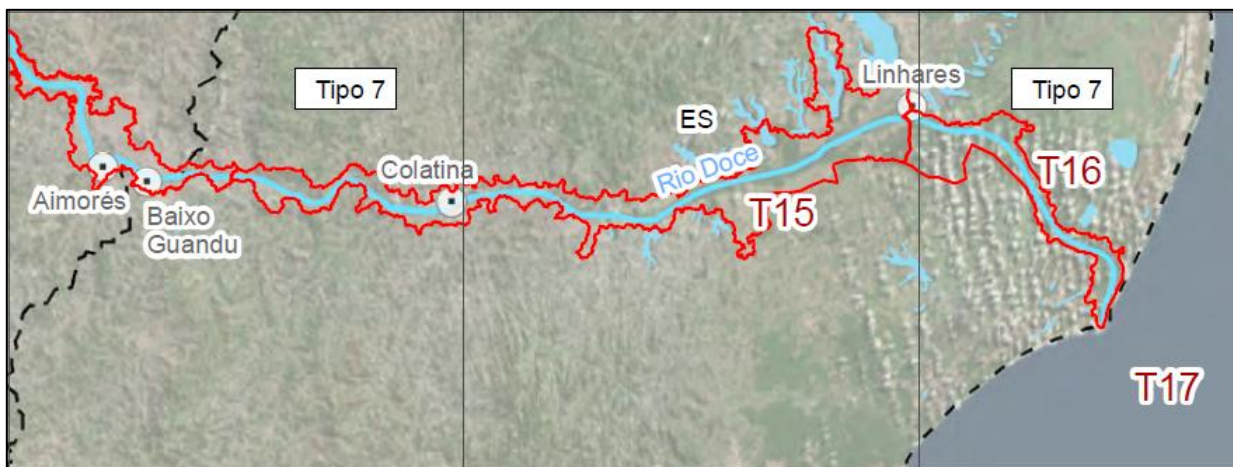


Figura 1: Trechos 15 e 16. Fonte: adaptado de JACOBS e CH2M, 2018

Em uma primeira proposta da Fundação Renova, os trechos 15 e 16 haviam sido tratados de maneira conjunta, ou seja, em um único volume do Plano de Manejo de Resíduos, justificado por se tratar de um trecho final e não serem esperados grandes volumes de deposição de resíduos. Além disso, sendo aplicada a metodologia visual, metodologia esta utilizada nos trechos mineiros, em

especial nos entre Mariana e a UHE Risoleta Neves e que ocorreram grandes deposições de rejeito. Todavia, a aplicação desta metodologia em solo capixaba não se demonstrou adequada, devido às diferenças substanciais na hidrodinâmica do baixo rio Doce e, por consequência, da forma de deposição dos rejeitos. Como exemplo tem-se a deposição e concentração de partículas, principalmente na região da foz do rio Doce, na porção intracalha.

Diante das peculiaridades da região, a CT-GRSA, através do IEMA, e a Fundação Renova vem realizando uma série de reuniões para alinharem o conteúdo que será apresentado nos estudos e a metodologia que deverá ser seguida para elaboração do Plano de Manejo de Resíduos, para o trecho capixaba.

2 – Delimitação da área de estudo e alinhamentos metodológicos

Inicialmente, a Fundação Renova tratou a área atingida do Plano de Manejo de Resíduos (PMR) como a área delimitada por Ottobacias e os Trecho 15 e 16 como um único volume do Plano de Manejo de Resíduos (PMR).

Após análises e discursões em conjunto com representantes da CT-GRSA e a Fundação Renova, entendeu-se que a metodologia de Ottobacias, isoladamente, não é a mais adequada para aplicação do PMR nos trechos 15 e 16. A tomada de decisão para descartar esta metodologia, foi em consequência do extravasamento do rio Doce ocorrido na cheia de janeiro de 2016, o que ocasionou uma deposição de rejeito no contexto extracalha do trecho 16, cuja área não é delimitada pela metodologia de Ottobacia.

Por conta disso, ficou como solicitação que a Fundação Renova realizasse o levantamento das áreas de deposição de rejeito, considerando a cheia do ano de 2016 para a delimitação da nova área de deposição.

Em resposta, a Fundação Renova realizou um levantamento por imagens de satélite, porém alegou ausência de imagens sem nuvens e/ou com boa resolução para a definição da área de cheia, além de outros aspectos técnicos de levantamento topográfico da região, o que ocasionou a não entrega do mapa de cheia de 2016, até a presente data.

Em nova abordagem, a Fundação propôs uma modelagem hidrodinâmica para delimitação

da área de cheia, conforme explanado na 30ª CT-GRSA. Todavia a Fundação Renova informou que a modelagem deve ser concluída em 3 meses, sendo que seus resultados serão utilizados para os Trechos 13 ao 16 do PMR.

Diante da nova abordagem de definição da área de cheia e a diferença de características ambiental e deposicional de sedimentos, entre os trechos 15 e 16, ficou determinado que a Fundação Renova realize as análises dos trechos capixabas, separadamente, assim como a sua entrega, ou seja, cada trecho deverá ser entregue em um volume diferente (Ata Gerencial CT-GRSA 05/2019). Adicionalmente, as discussões entre a Fundação Renova e a CT-GRSA/IEMA, levaram a concluir pela necessidade de se realizar um esforço de busca por uma metodologia não visual de identificação da presença de rejeitos. A deposição extracalha capixaba ocorreu em menor quantidade em solos de características de alta permeabilidade, o que acelera o processo de percolação dos rejeitos ao ambiente natural.

Entretanto, tais métodos ainda não foram definidos havendo algumas iniciativas em curso, porém sem prazo de início definido ou certeza de sucesso. As metodologias não visuais estão sendo avaliadas e/ou desenvolvidas pela Fundação Renova, colaboradores e pela academia.

Desta maneira, os Planos de Manejo de Resíduos para os trechos do ES devem ser realizados com a metodologia visual de amostragem, podendo sofrer uma revisão caso alguma das iniciativas resulte em uma metodologia capaz de realizar a diferenciação do resíduo. Devido a esta alternativa de realização de análises não visual, as amostras serão acondicionadas para análise posterior.

Os planos de manejo de resíduos também poderão ser revisados em função da modelagem hidrodinâmica da cheia de 2016, com conseqüente expansão da área; pelo GT do Baixo Doce ou qualquer outro estudo/informação relevante para estes trechos. Por fim, a separação dos trechos também acompanha algumas premissas em função das diferenças entre os trechos 15 e 16, que serão abordadas nos tópicos 2.1 e 2.2.

2.1 - Trecho 15

O Trecho 15 compreende uma extensão de 100 km do rio Doce, entre a UHE Mascarenhas e o município de Linhares-ES (próximo à ponte na BR 101), sendo composto por um relevo encaixado associado com porções de planícies baixas (planície fluvial ou paleocanal do rio Doce).

Sabe-se que porções dessa área passaram por um transbordamento de calha em áreas específicas, devido à cheia do rio Doce ocorrida em janeiro de 2016, porém em área bem menor que no trecho 16.

Tendo em vista a ausência dos dados da área da cheia de 2016 para este trecho e com o intuito de dar celeridade ao PMR do Trecho 15 será considerada uma área mínima de 500 (quinhentos) metros, a partir de cada margem do rio Doce, correspondente a Área de Preservação Permanente do rio, ou a ottobacia do rio, prevalecendo entre as duas a mais extensa. Vale ressaltar que o PMR dessa área deverá ser revisado a posterior pela delimitação da área de cheia do ano de 2016, pela Fundação Renova, ou a partir de novas informações relevantes.

Somado à área mínima, a equipe contratada pela Fundação Renova irá avaliar a necessidade de ampliação da área, em campo, nos casos em que as áreas de planície superem os 500 (quinhentos) metros ou em que existam propriedades impactadas (conforme o relatório gerencial – CT-GRSA nº 05/2019), além de usarem a água do rio Doce para irrigação, conforme as diretrizes e resultados dos estudos da Cláusula nº 180.

Devido à dificuldade do reconhecimento de depósito de rejeito pela técnica visual, metodologia utilizada em outras áreas do PMR, a equipe de campo da Fundação Renova deverá realizar coletas adicionais nos transectos determinados. Este material será armazenado e encaminhado para realização de análises não visuais. No momento, não existe contratação ou metodologia confirmada para a análise não visual, todavia há algumas iniciativas já em curso dentro da Fundação, em suas consultorias e pela academia independente assim, se irá buscar um consenso com a Fundação Renova e órgãos pela opção mais célere ou a que forneça melhores resultados assim que as iniciativas vierem a dar resultado.

2.2 – Trecho 16

A área de abrangência do trecho 16 está inserida no município de Linhares-ES, com um trecho de, aproximadamente 42 km, no rio Doce, sendo constituído basicamente de planícies com pequeno desnível.

A área final do rio Doce foi a que sofreu maior impacto após a cheia histórica de janeiro de 2016, ampliando a área de deposição de rejeito do primeiro evento. Por conta disso e em comum

acordo com a Fundação Renova, a área mínima de abrangência do PMR do trecho 16 será delimitada a partir do Tempo de Recorrência (TR) de 2 anos (figura 2).



Figura 2: Mapa de cheia do ano 2016, na região da foz do rio Doce. Fonte: Fundação Renova

De acordo com informações e estudos da Fundação Renova a cheia de janeiro de 2016, na qual houve deposição de rejeito na extracalha, possui um TR inferior que 2 anos. Essa informação em sinergia com a dificuldade em adquirir fotos áreas de boa qualidade e de realizar um levantamento topográfico da região, levaram a escolha do mapeamento estar vinculado ao TR de 2 anos, elaborado pelo prof. Tucci e apresentado na 2ª Reunião Ordinária do Grupo de Trabalho do Baixo Doce (GT Baixo Doce), em 19 de Fevereiro de 2019, como a área mínima de extravasamento para o PMR do trecho 16. Adicionalmente ao TR de 2 anos existente, também será mantida a área da Ottobacias, tendo o *buffer mínimo* de 500 (quinhentos) metros a partir da margem do rio Doce, para aquelas áreas em que não existem o mapeamento hidrodinâmico (Mapa de acordo com o do TR de 2 anos), ou que o mapeamento indique uma distância menor do que 500 (quinhentos) metros do rio Doce.

Vale lembrar que esta área será ampliada pela equipe de campo, principalmente em áreas planas susceptíveis à inundação, como no caso da margem oposta da Lagoa Pandolfi.

O município de Linhares possui um rico complexo lacustre marginal ao rio Doce, possuindo entre diversas outras a maior lagoa em volume de água doce do Brasil, a Lagoa Juparanã, as quais foram alvo de uma ação civil pública visando sua proteção.

Devido às características da região e da ação civil pública Tribunal de Justiça do Estado do Espírito Santo, comarca de Linhares/ES, referente às lagoas de Linhares, entende-se que o Plano de Manejo Piloto das Lagoas do Espírito Santo seja dividido para que os estudos tenham um melhor fluxo e devidos às diferenças físicas e geográficas das lagoas envolvidas.

Assim, a análise das lagoas Areal, Pandolfi e Monsarás serão remanejadas para o trecho 16, uma vez que possuem características da região do trecho 16, enquanto que as lagoas Juparanã e Nova prosseguirão no Plano de Manejo Piloto das Lagoas do Espírito Santo com o intuito de responder as questões da ação civil pública da comarca de Linhares/ES.

Ainda no trecho 16, devido às características ambientais, considera-se que neste volume sejam tratados todos os ambientes continentais e/ou transicionais (entre continente e marinho), ou seja, os ambientes de estuário, manguezal e restinga serão tratados no trecho 16 e não mais no trecho 17.

Inicialmente, serão tratados os estuários do rio Comboios (Aracruz), rio Ipiranga/Barra Seca (Linhares/São Mateus) e do rio Barra Nova (São Mateus), além da linha de costa entre esses rios. Para a linha de costa sugere-se um *buffer* mínimo de 300 (trezentos) metros da linha de maior preamar, em conformidade com a Área de Preservação Permanente citada na Resolução CONAMA nº 303/2002, ainda em vigor.

Cabe ressaltar que o PMR do trecho 16 poderá ser revisado nos casos de surgirem novos estudos e/ou em que haja identificação de deposição de rejeitos em outras áreas, além das já definidas nesta Nota Técnica.

Paralelamente, estão em ação as atividades do GT Baixo Doce que exercerá papel importante para levantamento dos impactos relativos ao delta do rio Doce. As ações do GT Baixo Doce servirão como um revisor do Plano de Manejo de Resíduos, pois no caso de identificação de deposição de rejeito, as ações serão direcionadas ao PMR Trecho 16 e, conseqüentemente, a sua área será revista. Assim, entende-se que os produtos solicitados e analisados pelos integrantes do GT do Baixo Doce servirão como **estudos complementares** do Plano de Manejo de Resíduos do

trecho 16.

Devido à dificuldade do reconhecimento de depósito de resíduo pela técnica visual, metodologia utilizada em outras áreas do PMR, a equipe de campo da Fundação Renova deverá realizar coletas adicionais nos transectos determinados. Este material será armazenado e encaminhado para realização de análises não visuais. No momento, não existe contratação ou metodologia confirmada para a análise não visual, todavia há algumas iniciativas já em curso dentro da Fundação, em suas consultorias e pela academia independente assim, se irá buscar um consenso com a Fundação Renova e órgãos pela opção mais célere ou a que forneça melhores resultados assim que as iniciativas vierem a dar resultado.

3 – CONCLUSÕES E REQUISIÇÕES

A CT-GRSA e a Fundação Renova realizaram 3 reuniões de alinhamento que deram embasamento para elaboração desta Nota Técnica. A Fundação Renova deverá apresentar as informações e documentos relacionados em cada requisição, no prazo estipulado abaixo, a partir da aprovação desta Nota Técnica em reunião ordinária da CT-GRSA e validado em reunião ordinária do CIF.

Os Planos de Manejo de Resíduos dos trechos 15 e 16 poderão ser revisados sempre que surjam novas informações, assim como a área de atuação poderá ser ampliada com o refinamento da modelagem hidrodinâmica, com a atuação do GT Baixo Doce ou outros estudos que surjam no decorrer do processo.

Ressaltamos que o descumprimento das requisições desta Nota Técnica poderão acarretar em sanções previstas no TTAC.

Com a alteração do espaço de análise, fica requisitada a implantação de um *buffer* **mínimo** de 500 (quinhentos) metros a partir da margem do rio Doce, para o trecho 15, equivalente a APP, ou a ottobacia do rio, prevalecendo o mais extenso.

Para o trecho 16, recomenda-se o uso do TR de 2 anos associada com a metodologia de Ottobacias, além de um *buffer* mínimo de 500 (quinhentos) metros a partir da calha do rio Doce, prevalecendo sempre o mais extenso.

As áreas dos PMR dos Trechos 15 e 16 deverão ser revisadas a partir da entrega do mapa hidrodinâmico da cheia de 2016.

Somado à área mínima, a equipe contratada pela Fundação Renova irá avaliar a necessidade de ampliação da área, em campo, nos casos em que as áreas de planície superem os 500 (quinhentos) metros ou em que existam propriedades impactadas (conforme o relatório gerencial – CT-GRSA nº 05/2019), além de usarem a água do rio Doce para irrigação, conforme as diretrizes e resultados dos estudos da Cláusula nº 180.

Quadro 0x – Requisitos referentes aos Planos de Manejo dos Trechos 15 e 16 a serem cumpridos pela Fundação Renova

Requisição	Prazo	Protocolo
Requisição 01: Separar a análise e entrega dos trechos 15 e 16 do PMR em volumes diferentes.	Imediato	
Requisição 02: Apresentar data de entrega da modelagem hidrodinâmica da cheia de 2016.	30/04/2019	
Requisição 03: Desmembramento do Plano de Manejo de Rejeito Piloto das Lagoas do Espírito Santo. As lagoas Areal, Pandolfi e Monsarás serão tratadas no PMR Trecho 16, enquanto que as lagoas Nova e Juparanã serão tratadas no PMR Piloto das Lagoas do Espírito Santo.	Imediato / A partir da aprovação do CIF	
REQUISICÃO 04: Utilização de um <i>buffer</i> de 500 (quinhentos) metros a partir da margem do rio Doce, equivalente a APP, para o trecho 15 ou a ottobacia, prevalecendo o mais extenso. Para o trecho 16 o <i>buffer</i> mínimo de 500 m será utilizado em áreas que não se tenham mapeamento hidrodinâmico ou que o mapeamento indique uma área menor do que 500 (quinhentos) metros.	Imediato	
Requisição 05: Redefinição das áreas dos trechos 16 e 17. As áreas de estuário, manguezal, restinga e linha de costa (<i>buffer</i> mínimo de 300 (trezentos) metros) serão tratadas no trecho 16 e não mais no 17.	Imediato / A partir da aprovação do CIF	
Requisição 06: Apresentar metodologia não visual aplicada aos trechos 15 e 16 do PMR.	30 dias, após a contratação da empresa	
Requisição 07: Considerar os encaminhamentos do GT do baixo Doce como “estudos complementares” ao PMR dos Trechos 15 e 16.	Imediato.	

Vitória, 25 de Março de 2019.

Equipe Técnica responsável pela elaboração da Nota Técnica:

- Adelino da Silva Ribeiro Neto (IEMA)
- Thales Del Puppo Altoé (IEMA)

Nota Técnica aprovada em 25/03/2019



Thales Del Puppo Altoé

Coordenador Suplente da CT-GRSA

Nota Técnica validada na 31ª Reunião Ordinária da CT-GRSA

Lista de Presença em anexo

Anexo 1 – Lista de Presença da 31ª Reunião Ordinária da CT-GRSA



Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e
Segurança Ambiental CT-GRSA

Lista de Presença

31ª Reunião Ordinária da Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental

Data: 25/03/2019, segunda-feira
Horário: 09h30min às 17h.
Local: R. Sete de Setembro, 362 - Centro, Vitória - ES

Nº DE ORDEM	NOME	MEMBRO		CONVIDADO		INSTITUIÇÃO	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
		"X"	"Y"	"X"	"Y"				
01	Thales Del Roppo Altof	X				TEMA	77 3636 2574	thales.altof@riima-es.gov.br	
02	André de Silva Ribeiro Neto	X				TEMA	77 3636 2574	ANDRE NETO@TEMA-ES.GOV.BR	
03	Myriam Souza N. Fom			X		TEMA	07 3636 2574	JESSICA.RAHO@TEMA-ES.GOV.BR	
04	Faís Raquel Mavrus			X		Secretariado	(31) 91931-4055	lais.marinho@ctf-tema.org	
05	Paulo Marcio A. Oliveira			X		GERO / TEMA	3636-2574	PAULO.ALVES@TEMA-ES.GOV.BR	
06	Aníbal da Fonseca Santiago	X				CBH-Beleza	(51) 98749459	ani@fapsp.edu.br	
07	Uelbet Stape	X				COM POC	31 98749459	stapewulbet@go.hcc.br	
08	Rilvin Bruno S. Carneiro	X				Avulso Base	31 9 52.200318	ruizcomulvent@comulventgo.mg.gov.br	
09	Leonardo de Carvalho Ribeiro	X				COM POC	(31) 99445 329	leo.carvalho@comulventgo.mg.gov.br	
10	Maria Stalling			X		EY	(11) 3121107	maria.stalling@br.ey.com	
11	Gustavo Duviz			X		EY	31 0059 3816	gustavo.duviz@br.ey.com	
12	Eliot Lagente			X		Fundo Verde	31 3445-1504	eliolagente@fundoverde.org	
13	William Fernando de A. Soares			X		Lia Marina	(31) 95602911	william.fap@hotimail.com	
14	Denise Marina Costa			X		Lia Marina	35 98894083	denise.davin@HOTMAIL.COM	



Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e
Segurança Ambiental CT-GRSA

Lista de Presença

31ª Reunião Ordinária da Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental

Data: 25/03/2019, segunda-feira
Horário: 09h30min às 17h.
Local: R. Sete de Setembro, 362 - Centro, Vitória - ES

Nº DE ORDEM	NOME	MEMBRO	CONVIDADO	INSTITUIÇÃO	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
		"X"	"X"				
15	MARCELO L. BÔNIO	X		UFMS/PATAMOS	984503332	marcelo@disa-viua.br	
16	RODRIGO BARBOSA		X	POTAMOS	(21) 99942266	+barbo@potamos.com.br	
17	Raquel Tomazello		X	POTAMOS	(22) 99231-55	raquel.tomazello@potamos.com.br	
18	AVILIO C. BEAUMORS		X	POTAMOS	(47) 999181965	beaumors@potamos.com.br	
19	Juliana Redera		X	Ruiva	(11) 9195103-695	juliana.redera@lumbertimare.org.br	
20	Juliana W. Alencar		X	Ruiva	(11) 999918555	juliana.alencar@guatamaduro.org.br	
21	Nidely Recha		X	F.R.	(31) 984542098	nicolynrecha@fundacao.org.br	
22	Guadalupe Jossinetis		X	Ruiva	(11) 92445-2832	guadalupe@guatamaduro.org.br	
23	DEZD AROCKI MED	X		Ruiva	(11) 9998262-558	dezd@ruiva.com	
24	JAVARA SILVA	X		REF. DE LINDAÍB	(11) 99983944	jarama.silva@lindaib.es.gov.br	
25	SEASSIÃO D. OLIVEIRA	X		MPE	31 21239205	soliveira@mpe.br	
26	Anelise Assis Pereira	X		UD/PMMA	31 37526157	anelise.assis@pmma.com	
27	GILBERTO FALLO FREITAS	X		UD/SEMAD	31 39151554	gilberto.falfo@semad.es.gov.br	
28	Patricia Rocha M. Femandes	X		SUGA/SEMAD	(31) 39151554	patricia.femandes@semad.es.gov.br	

mg.gov.br

**Anexo 2 – Síntese da Reunião da 5ª Reunião Gerencial da CT-GRSA - IEMA e Fundação
Renova.- Assunto: 3ª Reunião de Alinhamento das atividades e definição de área do PMR dos
trechos 15 e 16.**

SÍNTESE DE REUNIÃO CT-GRSA GERENCIAL Nº 05/2019	
Convocado por: Fundação Renova	Data: 13/03/2019
Participantes: Lista de Presença em anexo	
Assunto: Alinhamento das atividades e definição de área do PMR dos trechos 15, 16 e 17	
Assuntos Discutidos	
<p><u>- Apresentar e definir o mapa de abrangência do trecho 16 (mapa do delta apresentado e produzido pelo prof Tucci com TR 2 anos, como alinhado no dia 19/02) / GT Baixo Doce como revisor dos PMR Trecho 16 / Separação de entrega dos trechos 15 e 16:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Confirmada a entrega separada do PMR dos trechos 15 e 16. - Para o trecho 15 será aplicado um <i>buffer</i> de 500m a partir de cada margem do rio Doce para definir a área extracalha do plano de manejo de resíduo. - Para o trecho 16, na região do rio Doce também será aplicado o <i>buffer</i> de 500m a partir de cada margem do rio Doce e, paralelamente, será utilizado o TR de 2 anos apresentado pelo prof. Tucci. Quanto ao <i>buffer</i> do trecho 16, a equipe de campo irá avaliar se a área poderá ser ampliada através de questionamentos com moradores. Além disso, será verificado se o TR de 2 anos aplicado em todo trecho 16, o mesmo produzido pelo prof. Tucci, tem a abrangência, porém a área mínima de atuação será o <i>buffer</i> de 500 m. - Complementando, o Trecho 17 será desmembrado, onde a sua porção continental (estuários, manguezais e restingas) abrangendo os rios Barra Seca, Barra Nova, Ipiranga e Comboios e a linha de costa entre os rios serão tratados no trecho 16. Quanto à esta alteração, deverá ser aprovada através de deliberação do CIF, uma vez que o Plano de Manejo de Resíduos foi instaurado através de deliberação. - Já o Plano de Manejo de Resíduos Piloto das Lagoas do Espírito Santo também serão desmembrados, onde as lagoas Areal, Pandolfi e Monsarás serão tratadas no Trecho 16 e as lagoas Nova e Juparanã continuarão a ser tratadas no Plano de Manejo de Resíduos Piloto das Lagoas do Espírito Santo. - Estes critérios serão as áreas mínimas para aplicação do PMR. Após a apresentação da modelagem hidrodinâmica da cheia de 2016, a área poderá ser revista e refinada. <p><u>- Apresentar propostas e critérios técnicos para definição dos transectos intracalha do rio Doce dos trechos 15 e 16:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Adensamento nos segmentos intracalha. Reamostrar os pontos já selecionados e verificar a estratigrafia. - Trecho 16 com amostragem de 11 transectos a cada em 3,8 km (42 km de extensão) - Trecho 15 com amostragem de 13 transectos a cada 7,7 km (100km de extensão) - Durante o campo, realização de screening com draga van veen entre os transectos pré-selecionados, para verificar se há deposição de resíduo. - Além disso, realização de análises em ilhas de deposição. - Discutido que, após a identificação da presença de resíduo, faz-se necessário definir como será a forma de monitoramento, caso o processo de tomada de decisão indique uma não remoção. Foi esclarecido que uma das formas é a análise do comportamento do resíduo no leito do rio. - Coleta de material, de forma indeformada. O material será analisado pelo método visual e, posteriormente, será armazenado para refinamento de análise não visual. Como encaminhamento, será apresentado a metodologia já fechada para as coletas da parte não visual. 	

Atividade




- Propostas e critérios técnicos de metodologia para área extracalha do rio Doce (para discussão entre lema e Renova):

- Amostragem em ambos os lados do rio juntos aos transectos (2 x 5 x 20m), com 5 amostras em cada margem do rio Doce
- Amostragem em propriedades com base nas informações do cadastro e que indicam potencial deposicional de resíduo.
- Como encaminhamento, fica por parte da equipe técnica de campo analisar a melhor metodologia. Se a coleta paralela aos transectos ou realizar uma área mínima de amostragem (quadrante, por exemplo).

- Andamento das análises não visuais - chumbo 210 e métodos morfológicos e mineralógicos:

- 1- Chumbo 210
- Foram realizadas 3 campanhas de amostragens para o chumbo 210, no âmbito do PMQQS.
 - Campanha 1 por cintilação líquida
 - Campanha 2 por espectrometria de emissão gama
 - Campanha 3 aguardando a análise
 - A metodologia é melhor qualificada para sedimentos de rio do que em sedimentos de lagoa, devido à diferença da taxa de sedimentação de cada ambiente. Foi apresentada as análises em lagoas (Juparanã e Areal) o que demonstraram não ter resultado efetivo devido à baixa taxa de sedimentação.

- 2- Proposta com a UFOP/ Goerceil
- Associação da mineralogia com a geoquímica do resíduo. A Ufop já possui um grande banco de dados histórico da deposição de material;
 - Espera-se obter a assinatura da mineralogia e geoquímica dos sedimentos, diferenciação entre os resíduos liberados e os sedimentos produzidos na bacia do rio Doce e a carga de sedimentos em suspensão, sendo o prazo de análise final é de 2 anos com entregas parciais a cada 6 meses. O início de trabalho previsto é de Julho de 2019.
 - Fica como encaminhamento o envio, por e-mail, dos produtos esperados do acordo entre a Fundação Renova e a UFOP (TAP), para ciência da CT-GRSA.

- Discussão do cronograma de atividades trecho 15 e 16:

- Foi informado que o contrato com a Jacobs/CH2m já foi findado. O processo de contratação terá de passar pelo conselho curador e todo o processo natural da Fundação Renova, com um prazo de 4 meses, no mínimo.

- Assim, ficou acordado como inclusão de pauta para a 31ª Reunião Ordinária da CT-GRSA, do dia 25 de março de 2019, a apresentação do cronograma para os Trechos 15 e 16.

- Após as discussões ficou acordada a produção de uma Nota Técnica sobre as alterações do PMR, para apresentação na 31ª Reunião Ordinária da CT-GRSA com a proposta de deliberação para o próximo CIF do mês de abril. Todos os participantes da reunião concordaram com o relatório.

Adelino Silva

NOTA TÉCNICA CT-GRSA nº 23/2019

Assunto: Relatório final de investigação complementar e estudo ambiental de avaliação de riscos à saúde humana (metodologia USEPA) – Linhares – ES.

1. Introdução

Esta Nota Técnica tem por objetivo avaliar o “*Relatório final de investigação complementar e estudo ambiental de avaliação de riscos à saúde humana (metodologia USEPA) – Linhares - ES*”, encaminhado pelo ofício OFI.NII.092018.4114, de 19 de novembro de 2018, além de propor adequações a metodologia aplicada.

Intrinsecamente visa-se consolidar as recomendações tanto da empresa Ramboll, assessoria técnica do Ministério Público Federal, quanto dos técnicos dos órgãos ambientais para adequação da metodologia de avaliação de risco ambiental.

2. Histórico e Apoio do MPF / Ramboll

Dentro dos projetos que compõe o Programa de Manejo de Resíduos (PMR) se encontra o Projeto de “*Gerenciamento de Áreas Contaminadas*”, o qual tem por objetivo reduzir os riscos à saúde humana por meio do conhecimento das características do local contaminado e dos impactos causados pelos contaminantes, proporcionando assim auxílio à tomada de decisão quanto as formas de intervenção mais adequadas. A metodologia de gerenciamento de áreas contaminadas é composta de dois processos: o processo de identificação de áreas contaminadas (avaliação preliminar, investigação confirmatória, investigação detalhada, avaliação de risco) e o processo de reabilitação de áreas contaminadas (plano de intervenção, remediação, monitoramento para encerramento).

Neste contexto, foram executados estudos de “*Avaliação de Risco a Saúde Humana*” em áreas piloto em Minas Gerais e Espírito Santo para ajustes da metodologia a ser implantada para toda bacia. No Espírito Santo foi entregue o documento “*RELATÓRIO FINAL DE INVESTIGAÇÃO COMPLEMENTAR E ESTUDO AMBIENTAL DE AVALIAÇÃO DE RISCOS À SAÚDE HUMANA (METODOLOGIA USEPA) - LINHARES – ES*” como entrega final à primeira etapa da avaliação de risco.

O relatório propõe uma mudança metodológica, criando um protocolo específico para a porção

impactada da bacia do rio Doce. Essa nova abordagem, apesar de estar no contexto de áreas contaminadas, foge às metodologias difundidas e apreciadas pelos órgãos no processo de licenciamento.

Nesse contexto os órgãos buscaram junto a Fundação Renova capacitação na nova proposta metodológica, bem como na nova ferramenta que está sendo construída.

Por fim buscou-se apoio dos experts do Ministério Público, por meio do ofício CT-Rejeitos nº 55/2019, de 29 de maio de 2019, entendo que a combinação dos técnicos ambientais, pós-capacitação, e dos experts do Ministério Público resultaria em uma análise robusta do documento apresentado. Sendo o pedido de apoio deferido por meio do ofício nº4106/2019/FORÇA TAREFA BARRAGENS, de 3 de junho de 2019, pelo Senhor Procurador da República José Adércio Leite Sampaio.

3. Análise do Estudo

O estudo teve como objetivo avaliar a adequação e propor ajustes à metodologia utilizada para análise de risco à saúde humana pelo contato com os rejeitos oriundos do rompimento da barragem de Fundão, tendo como área piloto aquela denominada como Área da Comunidade Areal, localizada no município de Linhares – ES.

Inicialmente, a empresa responsável pelo estudo declara que:

“No desenvolver dos estudos, verificou-se que a metodologia escolhida apresentava incompatibilidades entre a modelagem matemática aplicada pelos softwares e as peculiaridades do evento ocorrido em 2015, como, por exemplo, a dimensão da área impactada, o tipo de fonte, os transportes dos potenciais contaminantes, entre outras.

Consequentemente, os resultados deste estudo não são aplicáveis, pois foram obtidos por meio de modelagem matemática criada sobre pressupostos hipotéticos não representativos da realidade do local avaliado e sobre cenários conservadores. Assim, a metodologia não pôde ser validada, tampouco os resultados obtidos puderam ser aproveitados em sua completude.[...]”

Recomendando pôr fim a realização de nova avaliação de risco com base em uma metodologia construída em função das especificidades do desastre da Samarco.

3.1. Da caracterização Ambiental

O estudo se inicia por uma caracterização ambiental, perpassando por uma revisão bibliográfica e uma investigação complementar para aquisição dos “gaps” (“lacunas”) de dados e informações. Essa etapa envolveu as seguintes atividades:

- 93 pontos para *screening* por espectrometria de fluorescência de raio-X (FRX), objetivando-se o posicionamento das sondagens;
- 37 sondagens a trado manual;
- Amostragem de solo da área afetada;
- Instalação de 37 poços de monitoramento;
- Amostragem de água subterrânea de 34 poços de monitoramento instalados;
- Amostragem de sedimentos em 14 pontos distribuídos no Rio Doce e nas Lagoas Areal e Pandolfi;
- Amostragem de água superficial em 4 pontos do Rio Doce, 3 pontos da Lagoa Pandolfi e 4 pontos da Lagoa Areal;
- Amostragem de 10 pontos de abastecimento doméstico de água;
- Realização de ensaios de permeabilidade em 10 poços de monitoramento instalados;
- Levantamento topográfico planialtimétrico.

A respeito da técnica de *Screening* (triagem em tradução livre) por Espectrometria de Fluorescência de Raios-X (FRX), essa técnica apresenta uma boa resposta para elementos metálicos, como os principais contaminantes do Desastre da Samarco, sendo uma metodologia rápida, robusta o suficiente para ser aplicada em campo (dependendo do equipamento) e pode ser quali ou quantitativa. Tais características a tornam uma boa técnica para *Screening*, ou em termos práticos para o presente caso, uma busca rápida dos pontos com maiores concentrações de metais (ou elementos traços de interesse), como foi o relatado pelos representantes da Fundação Renova ao apresentar a proposta desta técnica.

A despeito desta técnica, outra característica importante que deve ser ressaltada é que esta mensura os *teores totais* dos elementos, conforme descrito na norma *United States Environmental Protection Agency method 6200 - SW 846*. Em contramão temos as técnicas EPA 3050b e 3051a, que mensuram apenas os “elementos ambientalmente disponíveis”, e são indicadas pela CONAMA 420 para análise em investigações de contaminação.

Apesar de a princípio parecer uma incoerência, a aplicação da técnica de *screening*, como já citado, suas características de rápida aplicabilidade, robustez, podem permitir respostas rápidas sobre a existência ou não de contaminação ou até mesmo (a depender de vários fatores) a extensão da pluma de contaminação.

Pelo já exposto, em especial pela técnica de FRX mensurar os elementos disponíveis e não disponíveis ambientalmente (teor total), essa deve ser utilizada apenas em caráter complementar. A respeito dos resultados obtidos com esta técnica, no item 6.1 (item 6.4, quando corrigida a numeração), foi utilizado para estimativa da representatividade dos pontos de amostragem a metodologia apresentada no Manual de Orientação Técnica para a Implementação do Plano de Contingência da Secretaria do Meio Ambiente no Estado do Havaí nos Estados Unidos (Hawaii HEER TGM, 2015), que utiliza a metodologia estatística de desvio padrão ou média aritmética do UCL 95% para validação do método.

Segundo a metodologia mencionada, para uma boa representatividade da amostragem, o resultado do desvio padrão calculado para o site deve ter uma magnitude de até 35%, ou seja, não deve ter uma amplitude 35 vezes maior do que a média das concentrações pontuais obtidas. A avaliação da representatividade foi feita com os resultados dos elementos Alumínio, Ferro, Manganês e Chumbo. Os resultados demonstraram uma representatividade moderada apenas para Alumínio, sendo para os demais elementos apresentada baixa ou muito baixa representatividade devido a grande variabilidade.

Solicita-se esclarecimento a respeito da escolha destes elementos para o cálculo da representatividade, tendo em vista que no item 6.3 é relatado que alumínio, ferro, manganês e níquel apresentaram as maiores amplitudes de concentração.

Retornando a ideia original de utilização da técnica de FRX para triagem de locais de maior concentração de possíveis contaminantes, sob este pressuposto qualquer decisão baseada neste deveria obter uma boa correlação entre os dados de FRX e os dados analíticos (EPA 3050b ou 3051a), assim, era esperado uma análise estatística da correlação destes dois grupos de dados.

Solicita-se em caráter suplementar, análise estatística da correlação entre os dados obtidos pela técnica de *Screening* de FRX e os dados analíticos obtidos. Esta solicitação pode ser dispensada caso a Fundação não opte mais pela realização de *Screening* de FRX, devendo ser possível pela nova técnica à análise estatística.

Acerca das análises de solo, deverá ser apresentada análise conclusiva acerca da

representatividade da amostragem realizada, a semelhança do que foi realizado para os resultados de *Screening* de FRX.

Tendo em vista que as demais recomendações dos técnicos governamentais foram também citadas pelo Parecer da Ramboll, além de recomendações adicionais, **solicita-se o cumprimento de todas as recomendações do “Parecer Técnico – Avaliação de Risco à Saúde Humana na Comunidade do Areal, Espírito Santo” de autoria da Ramboll, assessoria técnica do MPF constante no Anexo II.**

4. Das recomendações do “Parecer Técnico – Avaliação de Risco à Saúde Humana na Comunidade do Areal, Espírito Santo” de autoria da Ramboll, assessoria técnica do MPF

Como citado anteriormente os representantes do Espírito Santo buscaram o apoio do Ministério Público Federal, sob a figura de seus experts, para uma análise robusta do *“Relatório final de investigação complementar e estudo ambiental de avaliação de riscos à saúde humana (metodologia USEPA) – Linhares – ES”*, tendo em vista seu caráter norteador para todas as demais avaliações de risco a serem realizadas nas áreas afetadas pelo desastre.

Esse apoio foi materializado na forma do *“Parecer Técnico – Avaliação de Risco à Saúde Humana na Comunidade do Areal, Espírito Santo”*, datado de 13 de setembro de 2019. Este parecer contou com a análise de técnicos da Ramboll Brasil, U.S.A. e Espanha.

Todavia, devido a previsões do contrato entre as Mantenedoras (Vale, BHP e Samarco) e o Ministério Público, tal documento passou por um período de *“quarentena”* somente tendo sido disponibilizado na data de 29 de outubro de 2019.

5. Conclusão

Diante das discussões realizadas nesta Nota Técnica faz-se necessário por parte da Fundação Renova a adequação da ferramenta de avaliação de risco que está sendo construída a todas as recomendações indicadas pelo “Parecer Técnico – Avaliação do Risco à Saúde humana na comunidade do Areal, Espírito Santo” da empresa Ramboll, bem como todas as recomendações que forem aplicáveis a realidade capixaba do “Relatório Técnico nº 09/FEAM/GERAC/2019” da Gerencia de Áreas Contaminadas da Fundação Estadual de Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais.

Em função dos resultados da Avaliação de Risco, a partir da data de aprovação desta nota técnica pela CT-GRSA a Fundação Renova deve:

- Realizar reunião com o órgão de meio ambiente do Espírito Santo em no máximo 15 dias para alinhamento a respeito das recomendações desta nota técnica;
- Apresentar em 30 dias corridos a um Plano de Intervenção para a área piloto capixaba;

Vitória, 11 de novembro de 2019.

Equipe Técnica responsável pela elaboração desta Nota Técnica:

- Thales Del Puppo Altoé (IEMA/GTECAD);
- Adelino Da Silva Ribeiro Neto (IEMA/ES);
- Emília Brito (IEMA/ES);
- Paulo Márcio Alves de Oliveira (IEMA/ES).

Nota Técnica aprovada em 12/11/2019



Gilberto Fialho Moreira
Coordenação da CT GRSA

Nota Técnica validada na 39ª Reunião Ordinária da CT-GRSA (Lista de Presença em anexo)

Anexo 1 – Lista de Presença da 39ª Reunião Ordinária da CT-GRSA














Lista de Presença

39ª Reunião Ordinária da Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e Segurança Ambiental

Data: 12 de novembro de 2019

Horário: 9h 30min

Local: Canopus Office & Coworking - Rua Canopus, 11 - Santa Lúcia, Belo Horizonte/MG

Nº DE ORDEM	NOME	MEMBRO "X"	CONVIDADO "X"	INSTITUIÇÃO	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
2	URSULA FLORES C. CORNELIO		X	PROG/FR	98426001	ursule.cornelio@progen.com.br	
3	LUANA SOUZA LIMA		X	FR.	993131436	lde	
4	THALES D.P. ALFAR	X		Fema	238836255	thales.alfar@fema.org.br	
5	MAURICIO SOARES		X	FR.	(31)9888980	mauricio_souza@quadra.com.br	
6	MELINA M. ALMEIDA		X	FR.	339929988	melina.almeida@fundacao.org.br	
7	JOSE MAURICIO P. SILVA		X	COMISSÃO RIO DE JANEIRO	31955564573	jose.mauricio.eng@gmail.com	
8	ANTÔNIO EMILIO DA SILVA	COMISSÃO	X	COMISSÃO DE GESTÃO DE RESÍDUOS	31971811157	emilio.silva@comitê.org.br	
9	DIANA M. SILVA	COMISSÃO		Associação de Pedagogos		diana.m.silva@apd.org.br	
10	PATRICIA SUBTECHINSKI	COMISSÃO	X	Associação de Pedagogos	3399627483	patricia.stechinski@gmail.com	
11	FR. DA GLÓRIA F. SANTOS		X	Faculdade de Fespa	3199888942	fr.da.gloria.f.santos@gmail.com	
12	ALAN CARVALHO	COMISSÃO	X	Associação de Pedagogos	981991357	alan.carvalho@apd.org.br	
13	ELIENE SOUZA LIMA	COMISSÃO	X	Associação de Pedagogos	31996520314	eliane.souza.lima@gmail.com	
14	DANIEL CURSI		X	Rosa Fortini	31999402555	danielcursi@gmail.com	













Lista de Presença

39ª Reunião Ordinária da Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e Segurança Ambiental

Data: 12 de novembro de 2019

Horário: 9h 30min

Local: Canopus Office & Coworking - Rua Canopus, 11 - Santa Lúcia, Belo Horizonte/MG

Nº DE ORDEM	NOME	MEMBRO "x"	CONVIDADO "x"	INSTITUIÇÃO	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
16	ADELINO DA SILVA RIBEIRO NETO	X		SEMALTES	27-3636-2579	ADELINO.NETO@SEMALTES.GOV.BR	
17	JANIRA SILVA	X		PMU/UMHABRES	27-3372-2567	janamara.silva@linhabres.gov.br	
18	MARIANA S. MARCANHOS		X	FR	-	mariama.marcanhos@fundacao.org.br	
19	Carla Santos Pereira		X	Colônia Escazib	997414859	carla.santos.pereira@colonia.org.br	
20	Maria Stalling		X	EY	313232107	Maria.Stalling@br.ey.com	
21	Ramon Lopes		X	EY	31996646340	ramon.lopes@br.ey.com	
22	PAULO MÁRCIO ALVES OLIVEIRA		X	SEMALTES	27-99746-1988	PAULO.ALVES@IEMA-ES.GOV.BR	
23	Antônio Freitas		X	Goldcc	21497638619	afreitas@goldcc.com.br	
24	Emilia Bato		X	Imma/ATECAD	27-3636-2665	emilia.brte@emra.es.gov.br	
25	Petero Ivo Diogenes		X	FUNDAÇÃO	31984078403	PEDRO.BELO@FUNDAÇAOICENOVIA.ORG	
26	Thiago Toussaint		X	SRK	3149393-1112	TTAOUSSAINT@SRK.COM.BR	
27	Mariana Marquesc.Oliveira		X	BHP	31996510402	mariana.oliveira@bhp.com	
28	Juli de O. Pedraza	X		Projeto de Movimento	31985529525	juli_rubiocont@yahoo.com.br	















Lista de Presença

39ª Reunião Ordinária da Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e Segurança Ambiental

Data: 12 de novembro de 2019

Horário: 9h 30min

Local: Canopus Office & Coworking - Rua Canopus, 11 - Santa Lúcia, Belo Horizonte/MG

Nº DE ORDEM	NOME	MEMBRO "X"	CONVIDADO "X"	INSTITUIÇÃO	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
29	Alena Luz Torres	X		Prof. Mariana	3539-6924	alena.torres@gnid.com	
30	Carolina Fortes Guimarães		X	F. Renova	98446-3143	eu.ribeiro@renova.org.br	
31	Rafaela Borges F. Franca	X		Prof. Mariana	9833-0054	rafaela.borges@renova.org.br	
32	Patrícia Rocha Y. Fernandes	X		FEAM	39151554	patricia.fernandes@feam.org.br	
33	Jonas Ortiz de C. Nascimento		X	Ramboll DEFESA CIVIL	98361-0000	jonas.ortiz@ramboll.com	
34	Webster Stopa-Salvatore	X		Marianos/MG	994491459	stopa@webster.com.br	
35	Sandra R. Rêgo		X	FLC	987545175	sandra.r@flc.org.br	
36	Valéria Nakagawa		X	WORLEY/PA	1929695739	valeria.nakagawa@gnid.com	
37	DANIEL FERREIARI		X	WORLEY/FLC	1298124254	daniel.ferreiri@worley.com	
38	GLEISON XAVIER		X	Conselho Ambiental	993331992	gleison@conselhoambiental.org.br	
39	Vanessa Scardão Franco	X		SEMAO/SUPRA	33163234	vanessa.scardao@semao.org.br	
40	Isabela Aparecida Ferreira		X	f. Renova	31995827107	isabela.ferreira@renova.org.br	
41	Clarissa Toledo		X	F. Renova	31.93455.9212	clarissa.toledo@renova.org.br	
42	Mariana Marques C. Oliveira		X	BHP	31 99651-0402	mariana.oliveira@bhp.com	





Lista de Presença

39ª Reunião Ordinária da Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e Segurança Ambiental

Data: 12 de novembro de 2019

Horário: 9h 30min

Local: Canopus Office & Coworking - Rua Canopus, 11 - Santa Lúcia, Belo Horizonte/MG

Nº DE ORDEM	NOME	MEMBRO	CONVIDADO	INSTITUIÇÃO	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
		"x"	"x"				
43	ANTONIO C. BRANT		X	F. RENOVA	999679657	ACBRANT@VEL.com.br	
44	NEWTON DOS SANTOS			F.P.	999364107		
45	VANESSA RODRIGUES VAGNER		X	Agrothor	997872972	vanessa.martins@agrothor.co.br	
46	Carla Cristine dos Santos			Renova	984021547	carla.santos@fundacaoituares.org.br	
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							

**Anexo II: Parecer Técnico – Avaliação do Risco à Saúde Humana na Comunidade do Areal,
Espírito Santo.**

RAMBOLL

**ENVIRONMENT
& HEALTH**

**PARECER TÉCNICO - AVALIAÇÃO DO RISCO À SAÚDE HUMANA NA
COMUNIDADE DO AREAL, ESPÍRITO SANTO**

DR. JOSÉ ADÉRCIO LEITE SAMPAIO
PROCURADORIA DA REPUBLICA - MINAS GERAIS

Ref.: Relatório Final de Investigação Complementar e Estudo Ambiental de Avaliação de Riscos à Saúde Humana (Metodologia USEPA) - Linhares - ES

Prezado Dr. José Adércio Leite Sampaio

Em atendimento ao OFÍCIO nº 4106/2019/FORÇA TAREFA BARRAGENS de análise do relatório de Avaliação de Risco à Saúde Humana em área piloto no Espírito Santo, encaminha-se o presente documento.

Sendo o que se apresenta para o momento, colocamo-nos a disposição.

São Paulo, 13 de Setembro de 2019.

Atenciosamente,



Ricardo Camargo

Ramboll Brasil (São Paulo)



Raísa Salvi

Ramboll Ibéria (Madrid)



Kun Zhao

Ramboll US (Emeryville)



Alyne C. Chirmici

Alyne Chirmici

Ramboll Brasil (São Paulo)



Rosalind A. Schoof

Ramboll US (Seattle)



Shuo Yu

Shuo Yu

Ramboll US (Emeryville)

RAMBOLL

1. Introdução

Este documento, intitulado como Parecer Técnico, elaborado em atendimento ao OFÍCIO nº 4106/2019/FORÇA TAREFA BARRAGENS de análise do relatório de Avaliação de Risco à Saúde Humana em área piloto no Espírito Santo, elaborado pelo Grupo EPA, contratada da Fundação Renova.

A presente análise técnica é restrita a documentos oficiais, documentos fornecidos pela Fundação Renova, documentos de outras fontes e constatações *in loco*.

2. Documentos Avaliados

A seguir, é apresentada uma relação dos documentos analisados para o desenvolvimento deste Parecer Técnico:

- Fundação Renova. Relatório Final de Investigação Complementar e Estudo Ambiental de Avaliação de Riscos à Saúde Humana (Metodologia USEPA) – Linhares – ES. Novembro de 2018.
- Fundação Renova. OFI. NII.022018.2310. Encaminhamento 24.2 da CT Rejeitos – Estudo hidrogeológico contemplado no escopo do Estudo de Análise de Risco à Saúde Humana. Setembro de 2018.
- Fundação Renova. Termo de Referência - Avaliação de Riscos à Saúde Humana. Área de Abrangência: Minas Gerais e Espírito Santo. R004-16-0340-COM-D01. Março de 2017.
- Fundação Renova. Plano de Trabalho para Eliminação de "Gaps" de Informações. Áreas de Abrangência: Minas Gerais e Espírito Santo. PT03-16-0340-COM-D001. Março de 2017.
- Fundação Renova. Ofício SEQ1969/2017/GJU. Ref.: Termo de Referência para Análise de Risco à Saúde Humana. Março de 2017.

3. Histórico

A Ramboll Brasil Engenharia e Consultoria Ambiental Ltda. (Ramboll) foi solicitada pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), através de requerimento enviado ao Ministério Público Federal (MPF) para avaliar o documento "Relatório Final de Investigação Complementar e Estudo Ambiental de Avaliação de Riscos à Saúde Humana (Metodologia USEPA) – Linhares – ES", emitido pela Fundação Renova em Novembro de 2018, doravante referido como HHRA. O documento refere-se à avaliação realizada em uma área piloto, denominada Comunidade do Areal, no município de Linhares, Espírito Santo.

No contexto do Programa de Manejo de Rejeitos, o programa PG023 da Fundação Renova, a Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental solicitou a realização de uma avaliação de risco à saúde humana. Os requisitos para a análise foram estabelecidos no documento "Termo de Referência de Análise de Risco à Saúde Humana", emitido pela Fundação Renova e pela subcontratada Grupo EPA em Março de 2017.

4. Análise

Este Parecer Técnico avaliou a caracterização/avaliação ambiental e a HHRA, bem como a adequação das ferramentas e softwares utilizados na Avaliação de Risco. O documento em análise é um estudo



RAMBOLL

piloto de uma área na Bacia do Rio Doce potencialmente afetada após o rompimento da barragem de Fundão, denominada Comunidade do Areal, localizada em Linhares - ES. O objetivo deste Parecer Técnico é fornecer comentários sobre esta HHRA e recomendações para futuras Avaliações de Risco à Saúde Humana em outras áreas/comunidades potencialmente afetadas pelo rompimento da barragem. A abordagem usada para caracterização ambiental e para a HHRA, de forma geral, segue os procedimentos e metodologias recomendados pela USEPA. No entanto, alguns dos aspectos técnicos da abordagem de Avaliação de Risco e as metodologias de análise de dados detalhadas no estudo não são consistentes com as metodologias recomendadas pela USEPA, principalmente devido às limitações das três ferramentas de cálculo do risco que esta HHRA avaliou. As considerações sobre cada um desses aspectos são discutidas em detalhe nas seções seguintes.

4.1. Caracterização e Diagnóstico Ambiental

O estudo inicia com uma avaliação dos dados disponíveis e coleta de dados adicionais para preencher as lacunas de informações identificadas. Amostras de solo e sedimentos foram coletadas na área de estudo, além de amostras de águas superficiais (do Rio Doce, Lagoa Pandolfi e Lagoa de Areal) e de poços de monitoramento de água subterrânea. O abastecimento doméstico de água a partir de poços particulares também foi avaliado. Nenhum dado é relatado para vias alimentares, incluindo peixe, gado, frutas e vegetais no relatório de Avaliação de Risco. É de nosso entendimento que a amostragem de biota será realizada e os dados serão utilizados na avaliação das vias de consumo de alimentos na futura atualização desta HHRA, bem como nas futuras Avaliações de Risco à Saúde Humana para outras áreas/comunidades. Será importante incluir também amostras comparáveis de áreas que não foram afetadas pelo rompimento da barragem (pontos de *background* ou *baseline*) para determinar se as concentrações na biota em áreas diretamente afetadas pelo rompimento da barragem estão elevadas em comparação com os dados de *background*. Essa avaliação das áreas de maior impacto pode permitir a determinação da necessidade de amostragem de biota para todas as áreas/comunidades ou se certos tipos de biota não têm concentrações elevadas e não precisam de amostragem contínua.

As amostras de água subterrânea dos poços de monitoramento instalados na área piloto foram coletadas em uma única campanha de amostragem realizada na estação chuvosa (Fevereiro de 2018). Assim, as flutuações das concentrações de substâncias químicas de interesse durante as estações chuvosa e seca não foram avaliadas. Conforme recomendado na Avaliação de Risco, o monitoramento semestral das águas subterrâneas e das águas superficiais é necessário para caracterizar as flutuações sazonais nas concentrações químicas.

O documento avalia riscos crônicos à saúde (a longo prazo) devido às exposições à substâncias químicas de interesse identificadas na Avaliação de Risco, conforme discutido a seguir na Seção 4.2 do presente Parecer. As flutuações temporais das substâncias químicas no ambiente e se os dados coletados e utilizados na HHRA são representativos de exposições crônicas são tópicos que não foram discutidos no relatório avaliado e devem ser incluídos na análise.



RAMBOLL

4.2. Avaliação de Risco à Saúde Humana

Modelo Conceitual

O relatório discute os compartimentos ambientais potencialmente impactados, as populações expostas e as vias de exposição. No entanto, um diagrama completo do modelo conceitual da área (*Conceptual Site Model - CSM*) não foi desenvolvido. Recomenda-se a elaboração de um CSM completo que inclua as fontes de contaminação, mecanismos de liberação e transporte, meios de exposição, populações expostas e vias de exposição que devem ser desenvolvidas e discutidas na HHRA.

Identificação de Substâncias Químicas de Interesse

Conforme discutido na Seção 18.4.2 do relatório apresentado pela Fundação Renova, as Substâncias Químicas de Interesse foram selecionadas para incluir os compostos intrínsecos presentes nos rejeitos liberados da barragem (como, por exemplo, alumínio, ferro e manganês) e aquelas com concentrações acima dos limites regulatórios (valores de intervenção - VI). Considera-se que esta abordagem geral é adequada.

Recomenda-se que a Avaliação de Risco deixe claro no início desta seção se o estudo avaliou apenas as substâncias químicas originárias do Complexo de Germano da Samarco/Barragem de Fundão ou se todas as substâncias químicas foram consideradas. Além das substâncias químicas originárias da barragem, se recomenda também considerar possíveis riscos à saúde humana de quaisquer substâncias químicas cuja mobilidade possa ter sido afetada pelo rompimento da barragem (por exemplo, Amônia proveniente do uso de fertilizantes e pesticidas em culturas agrícolas).

Para as vias de exposição à água subterrânea, apenas os dados coletados dos poços de monitoramento foram considerados na identificação de substâncias químicas de interesse. Não está claro se os dados dos poços de monitoramento são representativos das substâncias químicas e das concentrações presentes nos poços particulares de abastecimento de água. Como foi realizada a análise de água dos poços particulares existentes na Comunidade como fonte para usos domésticos (por exemplo, água para consumo, preparação de alimentos e higiene pessoal), os dados de abastecimento de água coletados nos poços particulares também devem ser incluídos no cálculo do risco, ao invés da realização de uma análise *Tier 1*, comparando-se os resultados obtidos com os limites legislados na Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde. A importância de considerar dados de poços particulares é ilustrada nesta HHRA porque, se forem incluídos dados de poços particulares, Amônia e Zinco podem ser identificados como substâncias químicas de interesse adicionais. Cabe destacar que a Fundação Renova realizou o fornecimento de água mineral para a Comunidade, contudo, não foram identificadas evidências se esse abastecimento foi mantido.

No estudo, apenas os dados para a fração dissolvida de metais foram considerados na identificação de substâncias químicas de interesse. A fração total de metais deve ser usada na avaliação das vias de ingestão de águas subterrâneas/águas superficiais sempre que a água não for filtrada antes da ingestão humana. Para vias de contato dérmico com águas subterrâneas e superficiais, a fração dissolvida de metais deve ser usada.

Para dados de solo, a profundidade da amostra deve ser considerada ao realizar a triagem dos dados para vias de exposição específicas. Por exemplo, dados de amostras de solo coletadas em profundidades maiores que a profundidade da escavação na área de estudo não devem ser avaliados na identificação de substâncias químicas de interesse para as vias de contato direto com o solo. As amostras de solo em

RAMBOLL

profundidades maiores devem ser consideradas apenas para a avaliação da via de lixiviação do solo até a água subterrânea. Apesar disso, o uso dessa abordagem não afetaria as substâncias químicas de interesse selecionadas para esta HHRA, uma vez que nenhuma substância química de interesse foi identificada no solo, mesmo quando dados de solo até 10 metros foram considerados para todas as vias de exposição.

A especificação de metais deve ser considerada ao comparar os dados da área com os limites regulatórios (ou seja, valores de intervenção - VI). Por exemplo, apenas o Cromo Total e o Cromo Trivalente foram avaliados na etapa de triagem; no entanto, a forma mais tóxica do Cromo, o Cromo Hexavalente, não foi avaliada. Uma discussão sobre o potencial do Cromo Hexavalente estar presente nos rejeitos liberados da barragem deveria ser incluída. Os dados do Cromo Hexavalente devem ser comparados com o limite regulatório do Cromo Hexavalente, quando disponível. Para o Mercúrio, devem ser especificadas suposições sobre as formas de Mercúrio presentes em diferentes meios de exposição, mesmo que apenas o Mercúrio Total seja monitorado. É razoável considerar todo o Mercúrio como sais inorgânicos de Mercúrio na água, no solo e nos sedimentos (a menos que hajam evidências indicando que uma metilação extensa esteja ocorrendo na área de estudo). Todo o Mercúrio no tecido de peixes deveria ser considerado como Metil mercúrio.

Para os metais que não apresentam valores de referência (valores de intervenção), os valores de *screening* de outros países devem ser considerados antes de desconsiderar esses metais de outras avaliações. Por exemplo, os RSLs da USEPA para compostos de Vanádio estão disponíveis para comparação.

Avaliação da Exposição

De acordo com a Seção 18.4.5 (Vias de Ingresso) do documento "Relatório Final de Investigação Complementar e Estudo Ambiental de Avaliação de Risco à Saúde Humana (Metodologia USEPA) – Linhares – ES" (página 251):

"As vias de ingresso pelas quais as substâncias químicas de interesse (SQI) podem ingressar no organismo dos receptores potencialmente expostos são as seguintes:

- *Ingestão de água subterrânea contaminada;*
- *Contato dérmico com a água subterrânea contaminada;*
- *Inalação de vapores a partir da água subterrânea em ambientes abertos e fechados (outdoor e indoor);*

(...)"

Como discutido acima, as vias de exposição à água subterrânea devem ser avaliadas não apenas para os poços de monitoramento, mas também a partir dos resultados obtidos do monitoramento dos poços privados. Isso ocorre porque não está claro se os dados dos poços de monitoramento são representativos das substâncias químicas e das concentrações presentes nos poços privados de abastecimento de água e os poços privados constituem uma potencial fonte de água para as atividades domésticas, como ingestão de água, preparação de alimentos e higiene pessoal na Comunidade do Areal.

Conforme apresentado nas Tabelas 43 e 44 do referido documento (páginas 254 e 255), as substâncias químicas de interesse selecionadas para o estudo são compostos metálicos e, portanto, não apresentam volatilidade, com exceção do Mercúrio, que é volátil. Sendo assim, a **inalação de vapores**

RAMBOLL

a partir da água subterrânea em ambientes abertos e fechados não necessitaria ser avaliada, já que o risco para esta via de ingresso é nulo. A única exceção é que, ao incluir na etapa de triagem os dados de água de abastecimento coletados de poços privados, a Amônia seria identificada como uma substância química de interesse e a inalação de vapores de Amônia a partir da água de abastecimento de poços privados necessitaria de uma avaliação mais aprofundada.

Na área de estudo predomina o uso agrícola, e várias vias de ingestão de alimentos devem ser consideradas na Avaliação de Risco. Somente a ingestão de vegetais/frutas e peixes foi incluída na **Tabela 45**, e apenas os parâmetros de exposição para ingestão de vegetais foram apresentados na **Tabela 54**. Nenhum resultado de risco para as vias de ingestão de alimentos foi apresentado ou discutido no relatório. Nossas recomendações sobre a avaliação das vias alimentares são as seguintes:

- Na **Tabela 45**, a ingestão de vegetais e frutas irrigadas com água subterrânea contaminada foi incluída para residentes rurais e residentes temporários (turistas). No entanto, se as águas superficiais do Rio Doce e/ou das Lagoas de Areal e Pandolfi também forem utilizadas para irrigação, os dados das águas superficiais também devem ser avaliados para essa via de exposição. Além disso, na área de estudo predomina o uso agrícola e, portanto, deve-se considerar o consumo a partir de culturas/plantações além de produtos cultivados na propriedade.
- A ingestão de produtos de bovinos de corte que consomem água subterrânea ou superficial contaminada deve ser avaliada e adicionada à **Tabela 45** para residentes rurais e residentes temporários (turistas).
- Para vias alimentares (por exemplo, ingestão de produtos de plantações locais, vegetais, carne bovina e peixe), os dados do tecido da biota, medidos a partir de amostragem no campo ou previstos usando modelos de bioacumulação, devem ser usados como parâmetros de entrada no cálculo dos riscos. As incertezas dos modelos de bioacumulação ao se aplicar às condições específicas do local devem ser avaliadas.

Na **Tabela 45**, deve-se incluir o contato dérmico com as águas superficiais e os sedimentos do Rio Doce, Lagoa do Areal e Lagoa Pandolfi durante as atividades de monitoramento e restauração realizadas por trabalhadores de obras civis.

Trabalhadores em atividades de mineração, indústria de petróleo e gás e estudantes de escolas também são receptores em potencial porque podem ser expostos a substâncias químicas de interesse na água subterrânea por meio da ingestão de água e higiene pessoal.

No estudo, os parâmetros de exposição nos softwares RISC 5 e RBCA foram homogêneos considerando os valores padrão apresentados na planilha de avaliação de risco desenvolvida pela CETESB. As premissas de exposição padrão na planilha da CETESB estão disponíveis apenas para residentes rurais, trabalhadores industriais/comerciais e trabalhadores em obras civis, bem como vias de exposição limitadas (ou seja, nenhum valor padrão para as vias de ingestão de alimentos). As premissas de exposição devem ser compiladas a partir de estudos epidemiológicos específicos do local ou de fontes adicionais (por exemplo, Manual de fatores de exposição - *Exposure Factors Handbook* da USEPA) para outros receptores e outras vias de exposição não disponíveis nas planilhas de avaliação de risco da CETESB.

RAMBOLL

Toxicologia

De acordo com o *Disclaimer* do documento "Relatório Final de Investigação Complementar e Estudo Ambiental de Avaliação de Risco à Saúde Humana (Metodologia USEPA) – Linhares – ES" (página 19):

"(...) Tendo como base o software de risco da CETESB, o qual é nacional e gratuito, utilizou-se dados toxicológicos e populacionais desse software como balizador para os demais softwares de risco (RBCA e RISC) utilizados nesse trabalho, conforme acordado com os órgãos ambientais competentes."

A análise da toxicidade dos compostos químicos de interesse é de extrema importância em uma Avaliação de Risco Toxicológico à Saúde Humana. Várias agências reguladoras, tanto no Brasil quanto no exterior, analisam a toxicidade de componentes químicos presentes no meio ambiente e desenvolvem critérios para exposição aceitável de acordo com seus pontos de saturação carcinogênicos e não-carcinogênicos. O desenvolvimento de critérios toxicológicos evolui constantemente, com base em novos dados e em uma melhor compreensão dos meios de ação tóxica dos referidos compostos. Portanto, deve-se assegurar que os critérios de toxicidade mais **atuais** e **cientificamente defensáveis** são utilizados em qualquer avaliação de risco. Para tanto, recomenda-se o uso de parâmetros toxicológicos publicados nas seguintes bases de dados, conforme a hierarquia definida e apresentada na Diretiva 9285.7-53 (*Human Health Toxicity Values in Superfund Risk Assessments*), publicada em 2003 pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA OSWER):

1. IRIS (Sistema Integrado de Informações de Risco) - banco de dados eletrônico contendo informações sobre riscos à saúde e regulamentos da USEPA sobre produtos químicos específicos;
2. USEPA: *Provisional Peer Reviewed Toxicity Values* (PPRTVs) da USEPA; e
3. Outros valores de toxicidade: outras bases de informações atuais, transparentes e acessíveis ao público, tais como:
 - o Valores de Referência de Exposição Crônica (RELS) e de Potencial de Câncer publicados pela Agência de Proteção Ambiental da Califórnia (OEHHA);
 - o Valores de Níveis de Risco Mínimo (MRLs) publicados pela Agência para o Registro de Substâncias Tóxicas e Doenças (ATSDR, *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*);
 - o Parâmetros toxicológicos da HEAST publicada pela USEPA (Base de Dados de Avaliações de Efeitos à Saúde, *Health Effects Assessment Summary Tables*).

Além dos dados de toxicidade da USEPA, os valores de toxicidade recomendados por outras agências internacionais (por exemplo, Comissão Europeia, Instituto Nacional de Saúde Pública e Proteção Ambiental da Holanda, Organização Mundial da Saúde, Programa Internacional de Segurança Química, Health Canada e Conselho Nacional de Proteção Ambiental da Austrália etc.) também podem ser considerados.

Conforme se nota, na HHRA de Linhares foi utilizada como base os dados toxicológicos da Planilha da CETESB (Versão 2013). Apesar da Planilha da CETESB utilizar os parâmetros toxicológicos publicados pela USEPA, é importante reiterar que a ferramenta da CETESB data do ano de 2013 e, portanto, pode não conter os parâmetros toxicológicos mais atuais. Sendo assim, deve-se comparar os valores toxicológicos usados na planilha da CETESB com a base de dados apresentada anteriormente, de

RAMBOLL

maneira a assegurar a utilização dos dados que refletem os estudos científicos mais atuais, e alterá-los nas ferramentas RBCA e RISC conforme apropriado.

Especificamente referente ao Chumbo, este composto é singular em relação ao seu comportamento toxicológico, e existem evidências científicas que efeitos adversos podem ocorrer a partir da exposição a concentrações muito baixas deste metal. Sendo assim, a USEPA recomenda que o cálculo de risco seja realizado a partir da estimativa da concentração de chumbo no sangue humano em detrimento do cálculo clássico através da utilização da dose de referência. Tal estimativa pode ser realizada a partir de alguns modelos desenvolvidos pela USEPA, tais como o IEUBK (*Integrated Exposure Uptake Biokinetic Model for Lead in Children*) para crianças e ALM (*Adult Lead Methodology*) para adultos. Sendo assim, em vez do cálculo clássico de risco através da comparação entre a concentração no ponto de exposição e a dose de referência do chumbo, tal como foi efetuado na HHRA para a Comunidade do Areal, recomenda-se a realização da estimativa da concentração do referido composto no sangue humano, seguindo as diretrizes da USEPA. Também é útil incorporar os dados de linha de base do Chumbo nas amostras de sangue da população da região para avaliar as exposições ao Chumbo, se disponíveis. Além disso, estudos de biodisponibilidade do Chumbo específicos da região, utilizando o método de teste de biodisponibilidade *in vitro*, conforme recomendado pela USEPA (2007)¹, também podem ser considerados para refinar a modelagem de Chumbo no sangue.

Caracterização do Risco

No estudo avaliado, os resultados de risco não foram calculados para todos os tipos de receptores ou vias de exposição identificadas na avaliação da exposição. Isso se deve principalmente às limitações das três ferramentas (CETESB, RBCA e RISC) avaliadas na HHRA. O desenvolvimento de uma ferramenta mais amigável é necessário para adaptar os cálculos de risco para vários receptores e vias de exposição com base nas condições e premissas específicas da região.

Além disso, devido às limitações das três ferramentas de cálculo do risco disponíveis, as concentrações máximas aceitáveis (CMAs) e os níveis alvo específicos do local (SSTL) foram calculados apenas para as vias de exposição à água subterrânea, separadamente para ingestão e contato dérmico. O desenvolvimento de uma ferramenta mais amigável é necessário para calcular CMAs e SSTLs para cada substância química de interesse em cada compartimento ambiental, levando em consideração condições e suposições específicas da região, bem como efeitos cumulativos entre as vias de exposição.

Os dados ambientais foram coletados tanto de locais diretamente afetados pelo rompimento da barragem quanto de locais não diretamente afetados pelo rompimento da barragem (pontos de *background* ou *baseline*). Adicionalmente à avaliação dos dados já realizada no estudo, recomenda-se que os riscos da linha de base sejam identificados e comparados aos riscos associados aos dados do rompimento da barragem de Fundão.

5. Conclusão

Concorda-se com a abordagem geral usada na caracterização/avaliação ambiental e na HHRA, conforme descrito no relatório avaliado. No entanto, alguns dos aspectos técnicos detalhados para a abordagem

¹ USEPA. 2007. Estimation of relative bioavailability of lead in soil and soil-like materials using in vivo and in vitro methods. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, DC. Maio.

RAMBOLL

de Avaliação de Risco Toxicológico à Saúde Humana e das metodologias de análise de dados não são consistentes com as metodologias recomendadas pela USEPA, principalmente devido às limitações das três ferramentas de cálculo do risco que o estudo considerou. As recomendações do documento analisado incluem a revisão da abordagem utilizada para análise do risco, tendo em vista a "incapacidade" das ferramentas utilizadas (RBCA *tool kit*, RISC e Planilhas da CETESB) em realizar a modelagem "de forma satisfatória". Conforme se pode notar do estudo, nenhuma das ferramentas disponíveis suporta cálculos de risco para todos os potenciais receptores e vias de exposição identificados no modelo conceitual do local. Então, idealmente, seria preferível ter uma nova ferramenta que suporte o cálculo de riscos para todos os receptores e todas as vias. No entanto, os benefícios de ter uma nova ferramenta devem ser comparados com os custos e o tempo para o desenvolvimento de uma ferramenta e para treinar os avaliadores de risco a usá-la. Qualquer ferramenta selecionada deve estar disponível para a maioria dos avaliadores de risco, de várias partes interessadas, para acesso e uso.

O estudo avaliado apresenta algumas limitações em termos de uso, como exemplo, para testar as ferramentas de cálculo de risco disponíveis. Por exemplo, as vias de exposição relacionadas ao solo não foram avaliadas nesta HHRA, tendo em vista que nenhuma substância química de interesse foi identificada no solo para esta área de estudo. No entanto, é provável que compostos químicos de interesse no solo sejam identificados em outras áreas de estudo. Quando o solo é incluído como uma via de exposição, é possível que as vias de exposição secundárias para alimentos terrestres precisem ser quantificadas, de modo que as ferramentas de risco deveriam incluir a avaliação dessas vias.

Cabe ressaltar que a preocupação com a adequação das ferramentas de avaliação de risco e a capacitação dos órgãos ambientais na nova ferramenta, especialmente em vista da mudança de metodologia, já havia sido abordada pelo IEMA e registrada na Ata da 31ª Reunião Ordinária da Câmara Técnica de Gestão dos Rejeitos e Segurança Ambiental (CT-GRSA).

NOTA TÉCNICA CT-GRSA n° 09/2020

Assunto: Análise técnica do documento “PROJETO DE GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADA PARA SAÚDE E MEIO AMBIENTE (GAISMA) Março de 2020”

1. INTRODUÇÃO E HISTÓRICO

Em atendimento a Ação Civil Pública que trata de eixos prioritários para a recuperação do desastre ambiental da Samarco, também nomeado EVENTO pelo TTAC (Termo de Transação de Ajustamento de Conduta), foi entregue no dia 27 de março de 2020 uma nova versão do Gaisma em atendimento a decisão judicial de 02/03/2020. Entre os aspectos desta decisão pontuava que a Fundação Renova deveria realizar as adequações e ajustes na proposta do GAISMA em função da deliberação CIF n° 374.

Durante as reuniões e processo de construção da Avaliação de Risco Ambiental, que foi posteriormente integrada a da Saúde e Ecológico, virando o GAISMA, em especial junto ao Estado do Espírito Santo, foi estabelecido um “tripé” indissolúvel de aprovação da proposta do GAISMA para o Meio Ambiente, sendo este:

- Aprovação das bases teóricas e técnicas do GAISMA para o meio ambiente;
- Validação da ferramenta de cálculo de risco em desenvolvimento pela Fundação Renova;
- Aplicação desta em área piloto (válido somente para o Espírito Santo);

Prova da importância destes é que estes itens se encontram explícitos na deliberação CIF n° 374, que trata da primeira consulta ao CIF pelo juízo a respeito das bases teóricas e técnicas do GAISMA, destaca-se:

“3. Validar a ferramenta de ARSH (planilhas de cálculo de risco), desenvolvida para fins de gerenciamento de áreas contaminadas.

4. Para o Estado do Espírito Santo, o GAISMA deverá ser implementado, primeiramente em área piloto, comunidade do Areal. ”

1.1. O contexto do EVENTO

O EVENTO do rompimento da barragem do Fundão, de propriedade da mineradora SAMARCO, liberou aproximadamente 40 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração de ferro no ambiente.

O início do EVENTO se processou com uma frente de pluma de rejeitos, uma verdadeira “onda de rejeitos” em trechos mais a montante do rio Doce, que culminou em ressuspender e transportar boa parte dos sedimentos depositados ao longo de centenas de anos, disponibilizando estes na coluna d’água do rio. Esta pluma de rejeitos, devido a velocidade e distância, foi monitorada desde o primeiro momento no estado do Espírito Santo por meio de laboratório próprio certificado (dados disponíveis no site da Agência Nacional de Águas), resultando na extrapolação de diversos metais aos limites da Classe II da Resolução CONAMA 357, alguns não relacionados a composição do rejeito de Fundão, porém, disponibilizados na coluna d’água pela energia do EVENTO.

Em janeiro de 2016, ocorreu a cheia do Rio Doce, ainda com o rio muito alterado em termos de qualidade de água, no qual a água contaminada pelo evento extrapolou a calha principal, inundando as planícies do baixo Doce.

Esses breves, mas não únicos fatos, associado ao fato que ainda existem milhões de metros cúbicos de rejeitos sendo carreados pelo Rio Doce rumo ao mar, na costa capixaba, só reiteram o caráter dinâmico do EVENTO ou Desastre da SAMARCO.

Ante a contextualização de fatos importantes, se segue a informações complementares e a análise do documento.

2. POSICIONAMENTO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

O Estado de Minas Gerais fazendo o uso de suas atribuições, realizou análise em conjunto da área de meio ambiente e saúde, optando por emitir em separado uma Nota Técnica do Estado de Minas Gerais sobre o tema (Nota Técnica nº 4/FEAM/GERAQ/2020).

3 ANÁLISE DO DOCUMENTOS

3.1 Da Seleção das Substâncias Químicas de Interesse

A versão do GAISMA - Aprimorado, apresenta uma atualização do conceito de substâncias químicas de interesse nas páginas 6, 71, 73 e 76. Desta forma, o documento define como substâncias químicas de interesse aquelas “detectadas no meio acima do padrão legal aplicável ou aquela que não possui padrão legal aplicável para um determinado meio”, em consonância com as diretrizes da Norma ABNT NBR 16209:2013 e demais referências do setor ambiental para estudos de avaliação de risco.

Entre as alterações de qualidade de água do rio Doce decorrentes do EVENTO se encontram diversos metais, alguns deles podendo não ser relacionados diretamente a composição do rejeitos, porém disponibilizados pela energia do EVENTO que revolveu o leito do rio. Nesse aspecto sempre foi discutido que as substâncias químicas de interesse (SQIs) deveriam ser as que apresentaram alteração em função do EVENTO, assim, na deliberação CIF nº 374, por meio dos documentos anexos solicitava-se a classificação das Substâncias Químicas de Interesse em classes ligadas: a composição dos rejeitos, as substâncias disponibilizadas pelo EVENTO, as de não interesse e as não relacionadas ao EVENTO. Todavia isto não se concretiza ao longo do documento, havendo apenas uma pequena sinalização no item 3 do documento em que se define “Substâncias Químicas de Interesse (SQI) não associadas à fonte primária (para áreas em que há indicação de outras substâncias não relacionadas ao rejeito);”, porém, não sendo o conceito mais abordado.

Adicionalmente, a construção da definição das substâncias de interesse para os estudos de avaliação de risco opõe-se a proposta de divisão das áreas em Região de Exposição Direta (RED), Região de Exposição Indireta (REI), Região de Não Exposição (RNE) e, conseqüentemente, ao processo de seleção destas SQIs que, após serem comparadas com os níveis verificados em áreas de *background*, são classificadas como “SQI relacionadas ao evento” ou “SQI não relacionadas ao evento” (páginas 66, 71, 76, 77 e 78 do GAISMA Aprimorado).

Em suma, este é “**pedra fundamental**” para aprovação do GAISMA, pontuado pelo CIF em suas considerações e **não atendido pela Fundação Renova**.

3.2 Da Segmentação das Áreas em Regiões de Exposição

A ferramenta de gestão proposta pela Fundação Renova mantém em sua versão de março/2020 a segmentação do território em regiões de acordo com o tipo de exposição, classificadas como RED, REI e RNE, tal qual supracitado. Tal orientação da Fundação Renova de compartimentação das áreas não é mencionada ou indicada entre as referências, tanto do setor ambiental como do setor saúde para estudos de avaliação de risco. Inclusive, não verificado entre as diretrizes e procedimentos técnicos utilizados como base para o GAISMA, tanto em sua versão inicial como na versão aprimorada. Nota-se da análise do documento, que o estabelecimento da compartimentação visa criar subsídios para a classificação das substâncias entre aquelas relacionadas ou não com o rompimento.

Cabe ressaltar que tal segmentação das áreas está em desacordo com a solicitação de “não elaboração de avaliação de risco para as áreas não afetadas ou região de não-exposição”, apontada no item 2.b da Deliberação CIF n° 374/2020, assim, sendo mais um ponto corroborando para a não aprovação da atual proposta do GAISMA - Aprimorado.

3.3 Do Cronograma e da Validação da Ferramenta de Cálculo de Risco

O GAISMA-Aprimorado não apresenta uma nova versão do cronograma de realização dos estudos com o detalhamento por área-alvo e etapa, nem os prazos para validação da ferramenta de cálculo de risco desenvolvida pela Fundação Renova, sendo informado apenas que a ferramenta está em processo de validação por consultores externos nacionais e internacionais.

Ressalta-se que não é recomendado que tal ferramenta, em virtude da complexidade de cálculos e dados, seja aplicada antes de sua completa validação por consultores e organizações com amplo conhecimento no tema, tanto do setor ambiental como do setor saúde.

Adicionalmente pontua-se que resultados obtidos de uma ferramenta de cálculo de risco não validada não podem ser considerados válidos, em especial pela possibilidade de conter erros, e assim não podem embasar qualquer tomada de decisão.

Referente a Validação da ferramenta de cálculo de Risco, informa-se que ainda não houve nenhum documento oficial informando quais órgãos seriam responsáveis pela validação da mesma, sendo comunicado pela Fundação Renova tratativas com a CETESB e a USEPA.

3.4 Da compatibilidade com a Resolução CONAMA n.º 420/2009

Com base na decisão judicial de integração das avaliações de risco à saúde, meio ambiente e ecológico, tem-se que esta nova proposta integrada, o chamado GAISMA - Aprimorado, se obriga a cumprir todas as requisições das três normas.

Neste contexto, para o meio ambiente, a Avaliação de Risco é prevista dentro dos procedimentos de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, os quais são definidos pela Resolução CONAMA nº 420/2009. Entre suas especificações, destaca-se aqui a existência de fluxograma de gerenciamento (Anexo III), bem como das metodologias analíticas a serem utilizadas (USEPA 3050 ou 3051 e suas atualizações) para as avaliações de metais (anexo I, item 3).

No contexto do documento analisado, a Avaliação de Risco Ambiental constitui a FASE III do GAISMA-Aprimorado. Assim, em caso de identificação de algum risco conforme Resolução CONAMA nº 420/2009 a área deve sofrer Intervenção. Esta fase de Intervenção, é equivalente do GAISMA-Aprimorado: FASE IV- PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADA.

Todavia, “Nesta etapa, serão consideradas análises complementares (por exemplo, ensaios de biodisponibilidade e bioacessibilidade adicionais) além das análises realizadas anteriormente, visando estabelecer uma base detalhada para discussão sobre a ocorrência do risco potencial associado ao rompimento da Barragem de Fundão”. Tais análises não são previstas na Resolução CONAMA nº 420/2009, constituindo incompatibilidade com a mesma, já que estão sendo realizadas em separado e não em caráter complementar a FASE III - Avaliação de Risco. Analisando de maneira mais ampla, estas análises ainda poderiam ser consideradas uma segunda avaliação de risco dentro da avaliação de risco, reiterando o seu caráter de incompatibilidade com as normas brasileiras.

Em suma, o Gerenciamento de Áreas Contaminadas Ambiental tem valores de referência gerados a partir de uma metodologia analítica específica (USEPA 3050 ou 3051 e suas atualizações), bem como seu fluxograma preconiza a intervenção após a Avaliação de Risco (conforme art 23 e Anexo III), assim, pontua-se que a FASE IV apresenta incompatibilidades com o processo de gerenciamento de áreas contaminadas brasileiro.

3.5 Dos itens não aceitos pela Fundação Renova

Tendo em vista a natureza técnica da análise encaminhada pelo CIF e conforme consta explícito na decisão judicial, é recomendados que a Fundação Renova apresente justificativas técnicas para os itens que não fossem incorporados na nova versão. Os membros da CT-GRSA foram surpreendidos pela ausência de incorporação dos itens, sem uma explicação técnica para o não atendimento, pois tais assuntos já foram alinhados com a equipe técnica a Fundação Renova relacionada ao assunto, por exemplo, na reunião gerencial realizada em Dezembro/2019 (Relatório gerencial nº 29/2019), na qual na qual foram apresentados análise de todas as requisições da nota técnica CT-GRSA 23/2019.

4 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Após as análises e observações aqui realizadas é possível concluir que a versão do GAISMA-Aprimorado, apresentada em março de 2020, pela Fundação Renova, não incorporou as alterações e correções já apontadas pelo Sistema CIF, não atendendo, portanto, o item 2.b da Deliberação CIF 374/2020.

Nesse sentido, sob o aspecto de Meio Ambiente, entende-se que o GAISMA-Aprimorado apresentado pelo documento “PROJETO DE GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADA PARA SAÚDE E MEIO AMBIENTE (GAISMA) Março de 2020” não é a ferramenta adequada para realização dos estudos de avaliação de risco.

Belo Horizonte, 14 de abril de 2020.

Equipe Técnica responsável pela elaboração desta Nota Técnica:

- Adelino da Silva Ribeiro Neto (IEMA/ES);
- Emilia Brito (IEMA/ES);
- Paulo Márcio de Oliveira Alves (IEMA/ES);
- Thales Del Puppo Altoé (IEMA/ES).



Thales Del Puppo Altoé
2º Suplente da Coordenação da CT GRSA



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS
Fundação Estadual do Meio Ambiente
Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental

Ofício FEAM/CT - GRSA nº. 102/2019

Belo Horizonte, 11 de dezembro de 2019.

À Senhora

Eunice Porto Câmara

FUNDAÇÃO RENOVA.

Av. Getúlio Vargas, Nº 671, Bairro Funcionários, Belo Horizonte – MG, CEP: 30112-021

Assunto: Análises granulométricas, densidade de grãos e quantitativo de metais para a zona costeira do Plano de Manejo de Rejeitos do Trecho 16.

Referência: [Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 1370.01.0007410/2019-26].

Prezada Senhora Coordenadora do Programa de Manejo de Rejeitos,

Durante os dias de 03 (três) a 06 (seis) de dezembro de 2019 foi realizada uma vistoria técnica da equipe da CT-GRSA, do estado do Espírito Santo com o intuito de acompanhar e, caso necessário, orientar a equipe de campo nas coletas referentes ao Grupo de Trabalho do Baixo Doce e do programa do Plano de Manejo de Rejeitos.

Ocorre que, no dia 6(seis) de dezembro de 2019 foram acompanhadas as coletas do Plano de Manejo de rejeitos na região costeira, ambiente incluído no Trecho 16 conforme deliberação nº 273 de 23 de Abril de 2019.

Durante a campanha de campo foram constatados, na superfície de praias e restingas, que se destacavam por sua granulometria muito fina e cor alaranjada, o que destoava de sedimentos naturais, da região. Alguns pontos perceberam-se o acúmulo destes sedimentos em locais pontuais.

Em primeiro momento foi solicitada a equipe de campo que continuasse a coleta de campo, porém que aguardasse a abertura de testemunhos para verificar a melhor metodologia de análise, desses sedimentos. Contudo, devido ao cronograma de atividades foi comunicado à CT-GRSA a necessidade de continuidade das atividades de laboratório para que o cronograma proposto fosse atendido e assim ocorreu.

Ao analisar a bibliografia disponível, tanto em universidades como em laboratórios, constatam-se duas metodologias aplicáveis à identificação de granulometria e densidade de partículas, para a área visitada, sem a necessidade de grande quantidade de sedimentos: metodologia por pipetagem (muito utilizada

em universidades) e a difração a laser (utilizada por laboratórios). Ambos os métodos realizam a quantificação granulométrica e densidade de grãos com cerca de 10g de sedimento e poderiam ser aplicadas à situação.

Diante do relatado e das observações de campo, recomenda-se que para todas as amostras coletadas do Plano de Manejo de Rejeitos do Trecho 16, nos ambientes de praia, restinga e estuários, sejam realizadas as análises dos primeiros centímetros de testemunho, com o particionamento definido e justificado pela equipe contratada pela Fundação Renova, independente da caracterização visual. Além disso, que sejam realizadas as análises granulométricas, densidade de grãos e quantificação de metais, sendo para a quantificação de metais, caso as metodologias disponíveis sejam viáveis, para todas as amostras dos ambientes costeiros constantes no Plano de Manejo de Rejeitos do Trecho 16.

Aproveitando o ensejo, renovamos protestos de estimas e considerações.

Atenciosamente,

Thales Del Puppo Altoé

2º Suplente da Coordenação da Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental
Agente de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos - ADARH
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídrico - IEMA



Documento assinado eletronicamente por **Thales Del Puppo Altoé, Usuário Externo**, em 11/12/2019, às 15:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **9930598** e o código CRC **906BC20E**.

SÍNTESE DE REUNIÃO CT-GRSA GERENCIAL Nº 29/2019	
Convocado por: CT-GRSA (IEMA)	Data: 12 e 13/12/2019
Participantes: Lista de Presença em anexo	
Assunto: Nota Técnica CT-GRSA nº 23/2019 e correlatos	
Assuntos Discutidos	
Dia 12/12/2019 Assunto: NT CT-GRSA nº 23/2019 e correlatos Presentes: Ramboll/MPF; IEMA/CT-GRSA e Fundação Renova.	
Os registros desta reunião são sintetizados a seguir:	
<ul style="list-style-type: none">• A fundação Renova deverá apresentar Documento em resposta a NT 23/2019 até a data de 15 de Janeiro de 2020.• Encaminhamento interno: A CT-GRSA irá discutir a possibilidade de consolidar a referencia para comparação dos valores de água subterrânea, tanto cacimbas quanto poços de monitoramento.• Encaminhamento Fundação Renova: Fundação Renova deve dar resposta a respeito dos três poços de areal com valores de acima do limite, atualizando as informações disponíveis e pontuando recomendações. Prazo até 15 de janeiro/2020.• Pontua-se a necessidade de realizar uma reunião entre os experts do MP, FRE, estados e união, posterior ao documento técnico do GAISMA, base teórica e cronograma, a ser entregue no dia 16/12, para discussão e nivelamento da avaliação de risco. Data a Definir e avaliar a necessidade a nível de CT-GRSA.• Encaminhamento: ficam acordadas as datas para treinamentos acerca da ARSH 1ª semana 17 a 20/03 – geoestatística e toxicologia 2ª semana 06 a 09/04 – ferramenta FRE.• Encaminhamento: A Ferramenta de Avaliação (planilha) deve ser disponibilizada duas semanas antes dos treinamentos para apreciação dos membros da CT-GRSA.• Encaminhamento: A CT-GRSA solicita a inclusão da Ramboll no processo de validação da planilha/ferramenta de cálculo de risco da Fundação Renova, caso o MPF autorize a participação.• Proposta: discutir a possibilidade de realização de um workshop para consolidar a validação da ferramenta, entre todos os envolvidos.• Encaminhamento: Fundação deve verificar a disponibilidade do grupo da ABNT responsável pelas normas de avaliação de risco, para disponibilidade de participar da validação da ferramenta.	

- Encaminhamento: Entrega das avaliações de risco de Linhares até janeiro/20;
- Encaminhamento: as informações de atividades de campo devem ser fornecidas a CT GRSA e membros interessados, tendo em vista que estes tem interesse em fiscalizar e acompanhar as atividades. A Fundação deve encaminhar a informação atualizada sempre que julgar necessário ou minimamente uma frequência mensal.

Dia 13/12/2019

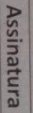
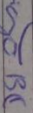
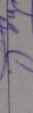
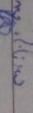
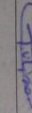


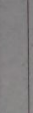
Assunto: NT CT-GRSA nº 23/2019 e correlatos

Presentes: Ramboll/MPF; GeoBases; IEMA/CT-GRSA e Fundação Renova.

Os registros desta reunião são sintetizados a seguir:

- Encaminhamento: Fundação criará um perfil no GEOBASES e irá inserir as informações que tem no geobases, as informações que necessitarem de validação serão inseridas após validação.
- Inserir os contornos dos trechos capixabas de manejo de rejeitos 14,15 e 16.
- Fundação devesa manter contato com o Geobases para poder compatibilizar a base de dados SIG da Fundação com o Geobases;

Lista de Presença			
Reunião Gerencial CT-GRSA/IEHA			
Assunto: ARSH			
Data: 12/12/19			
Horário: 13:30			
Nº	Nome	Instituição	Assinatura
1	Thales Del Pappo Altos	IEHA	Thales Altos
2	Instituto da Silva Pedreira Neto	IEHA	Adriana Silva
3	Maurício Soares	FERJOUR	Maurício Soares
4	Paulo Marcos Alves de Oliveira	SEMA	Paulo Alves
5	Thiago Secreta Corrêa	RAMBOLL	Thiago Corrêa
6	Alvine Cesar de Oliveira	RAMBOLL	Alvine Cesar
7	Alvine Cesar de Oliveira	RAMBOLL	Alvine Cesar
8	Alvine Cesar de Oliveira	RAMBOLL	Alvine Cesar
9	Marcelo J. Araújo	RAMBOLL	Marcelo Araújo
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			

Lista de Presença			
Reunião Gerencial CT-GESA/ITEM			
Competibilidade Grebass - FRL			
ARSH			
Data: 13/12/19			
Horário: 09:00			
Local: IEMA	Nº	Nome	Assinatura
	1	Maurício Soan	
	2	Thiago Bezerra Cordeiro	
	3	Myriabela F. Cassini	
	4	Alvine Cassioyler Chizzini	
	5	PAULO MAREO JUVES DE OLIVEIRA	
	6	ADELINO DA SILVA ROBERTO NETO	
	7	Thales Del Ruygo Altieri	
	8	Givuliano Gregolin	
	9		
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15		
	16		
	17		
	18		
	19		
	20		
	21		
	22		
	23		
	24		
	25		
	26		
	27		
	28		
	29		



PROJETO DE GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADA
PARA SAÚDE E MEIO AMBIENTE (GAISMA)

Março de 2020



FUNDAÇÃO
renova

Sumário

1	Introdução	7
2	Referencial Teórico	10
2.1	Referências Técnicas e Normativas	10
2.2	Engajamento das Partes Interessadas	11
3	GAISMA	13
3.1	Composição das equipes técnicas da GAISMA	16
3.2	Fase I – Modelo Conceitual e Segmentação das áreas alvo	18
3.3	Fase II – Execução do Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente, Validação de Dados e Seleção de Substâncias Químicas de Interesse 65	
3.4	Fase III – Avaliação de Risco	79
3.5	Fase IV- Plano de Gestão Ambiental Integrada	108
	Referências	118

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1: Fluxograma Geral - GAISMA.	14
Figura 3.1-1: Fluxograma - FASE I - GAISMA.....	19
Figura 3.1-2: Modelo Conceitual Geral - GAISMA.....	21
Figura 3.1-3: Ferramenta para elaboração do Modelo Conceitual para Saúde Humana - GAISMA	32
Figura 3.2-1: Fluxograma - FASE II - GAISMA.	67
Figura 3.2-2: Parâmetros patamar, amplitude e efeito pepita na adequação de um modelo a um variograma. Fonte: Correia (2010).....	70
Figura 3.2-3: Elipse de um caso anisotrópico. Fonte: Correia (2010).	71
Figura 3.3-1: Fluxograma – ARSH - FASE III - GAISMA.	82
Figura 3.3-2: Fluxograma - ARE - FASE III – GAISMA. Fonte: Adaptado de USEPA (1998).	99
Figura 3.4-1: Fluxograma - FASE IV - GAISMA.....	109
Figura 3.4-2: Interrelação de elementos para caracterizar risco potencial.....	111

ANEXOS

Apêndice 1: Guia para condução de reuniões gerais.

GLOSSÁRIO

Caminho de Exposição: percurso desenvolvido, ou que possa ser desenvolvido, por uma substância química de interesse (SQI) desde a fonte de contaminação até o receptor;

Concentração Máxima Aceitável (CMA): concentração da substância química de interesse acima da qual há necessidade de implementação de medidas de intervenção;

Concentrações basais/de Background: concentrações de origem natural ou antropogênica no meio ambiental, presentes antes da ocorrência do impacto ambiental sendo avaliado;

Evento: o rompimento da Barragem de Fundão, pertencente à SAMARCO, localizada no complexo minerário de Germano, em Mariana-MG, ocorrido em 5 de novembro de 2015 (TTAC, 2016);

Foco de Contaminação (Hot spot): porção de uma área impactada onde são detectadas as maiores concentrações das substâncias químicas de interesse;

Fonte Difusa: várias pequenas fontes de contaminação se espalham por áreas que podem alcançar de alguns m² até dezenas de km²;

Fonte Potencial de Contaminação: instalação, equipamento ou material a partir do qual as substâncias químicas de interesse podem ser liberadas para um ou mais compartimentos do meio físico;

Fonte Primária de Contaminação: instalação, equipamento ou material a partir dos quais as substâncias químicas de interesse se originam e estão sendo, ou foram liberadas para um ou mais compartimentos do meio físico;

Fonte Secundária de Contaminação: meio atingido por substâncias químicas de interesse provenientes da Fonte Primária de Contaminação, capaz de armazenar certa massa dessas substâncias e atuar como fonte de contaminação de outros compartimentos do meio físico;

Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC): procedimento que visa reduzir, para níveis aceitáveis, os riscos a que estão sujeitos a população e o meio ambiente em decorrência de exposição às substâncias provenientes de áreas contaminadas, por meio de um conjunto de medidas que assegurem o conhecimento das características dessas áreas e dos riscos e danos decorrentes da contaminação, proporcionando os instrumentos necessários à tomada de decisão quanto às formas de intervenção mais adequadas;

Gestão Ambiental Integrada de Saúde e Meio Ambiente (GAISMA): estratégia de gerenciamento constituída por etapas sequenciais, que visa reabilitar

as áreas afetadas pelo rompimento da Barragem de Fundão, baseando-se nos resultados de avaliações de risco à saúde humana e ecológica;

Lama: Mistura composta pelo rejeito de minério de ferro associado ao rompimento da Barragem de Fundão, sedimentos dos rios impactados e solo impactado pela passagem do rejeito após o rompimento;

Limite de Quantificação (LQ): a menor quantidade do analito em uma amostra que pode ser determinada com precisão e exatidão aceitáveis pelo laboratório/método;

Mapa de Risco: representação espacial das áreas onde os riscos identificados na Avaliação de Risco ultrapassaram os níveis considerados aceitáveis e/ou os padrões legais aplicáveis;

Meta de Remediação: Concentração Máxima Aceitável da substância química de interesse que deve ser atingida nos compartimentos do meio físico, por meio da execução de medida de remediação;

Modelo Conceitual: relato escrito, acompanhado de representação gráfica, dos processos associados ao transporte das substâncias químicas de interesse na área investigada, desde as fontes potenciais, primárias e secundárias de contaminação, até os potenciais ou efetivos receptores, contendo a identificação das substâncias químicas de interesse, das fontes de contaminação, dos mecanismos de liberação das substâncias, dos meios pelos quais as substâncias serão transportadas, dos receptores e das vias de ingresso das substâncias nos receptores;

Monitoramento ambiental: medição contínua ou periódica da qualidade ou características de um compartimento do meio físico, compartimento ambiental, fauna e flora;

Medidas de intervenção: conjunto de ações a serem adotadas visando à reabilitação de uma área para o uso declarado, a saber: medidas emergenciais, de remediação, de controle institucional e de controle de engenharia;

Programas: são os PROGRAMAS SOCIOAMBIENTAIS e os PROGRAMAS SOCIOECONÔMICOS quando referidos em conjunto definidos pelo TTAC;

Padrões Legais Aplicáveis: conjunto de valores orientadores definidos pela legislação vigente;

Partes Interessadas (Stakeholders): pessoas e organizações que podem ser afetadas, de forma direta ou indireta, positiva ou negativamente, pelo projeto;

Ponto de Exposição (PDE): local onde ocorre ou poderá ocorrer a exposição de um dado receptor às substâncias químicas de interesse provenientes de uma fonte de contaminação;

Receptor: indivíduo ou grupo de indivíduos, humanos ou não, expostos, ou que possam estar expostos, a uma ou mais substâncias químicas associadas a uma área contaminada;

Região de Exposição Direta (RED): região definida pelo limite físico da ocorrência da lama associada ao rompimento da Barragem de Fundão que foi distribuída no leito dos cursos d'águas superficiais;

Região de Exposição Indireta (REI): região adjacente às áreas de deposição de lama de rejeitos, que pode ser influenciada indiretamente por estas, devido à mecanismos de transporte físicos e químicos;

Região de Não Exposição (RNE): região que não possui influência direta ou indireta da deposição da lama de rejeitos do rompimento da Barragem de Fundão dentro do perímetro da área alvo em estudo;

Responsável Técnico: pessoa física ou jurídica, designada pelo Responsável Legal para planejar e executar as etapas do Gerenciamento de Áreas Contaminadas e estudos relacionados;

Risco à saúde: probabilidade de ocorrência de câncer em um determinado receptor exposto a contaminantes presentes em uma área contaminada ou a possibilidade de ocorrência de outros efeitos adversos à saúde decorrentes da exposição a substâncias não carcinogênicas;

Risco carcinogênico: probabilidade teórica de ocorrência adicional de câncer em função de um evento de exposição associado a uma contaminação ambiental, considerando a SQI e o caminho de exposição avaliado;

Risco ecológico: possibilidade de ocorrência de efeitos adversos aos organismos presentes nos ecossistemas;

Risco não carcinogênico: quociente que expressa a potencial ocorrência teórica de efeitos adversos à saúde não carcinogênicos, considerando a SQI e o caminho de exposição;

Risco: compreende o risco à saúde e o risco ecológico;

Situação anterior: situação socioambiental e socioeconômica imediatamente anterior a 05/11/2015;

Solo subsuperficial: fração de solo situada abaixo de 0,1 metro;

Solo superficial: fração de solo compreendida desde a superfície do terreno até 0,1 metro de profundidade;

Solo: todo material situado abaixo da superfície do terreno, incluindo o solo, conforme definido pedologicamente, e as rochas;

Substâncias Químicas de Interesse (SQI): Substâncias químicas detectadas no meio acima do padrão legal aplicável ou aquela que não possui padrão legal aplicável para um determinado meio;

Valores de Intervenção (VI): limites de concentrações de determinadas substâncias no meio, que determina a existência de riscos potenciais diretos e indiretos à saúde humana, considerado um cenário de exposição genérico, indicando a necessidade de ações para resguardar a saúde dos receptores;

Valores Orientadores (VO): concentrações de substâncias químicas derivadas por meio de critérios numéricos e dados existentes na literatura científica, para subsidiar ações de prevenção e controle da poluição, visando à proteção da qualidade dos solos e das águas subterrâneas e o gerenciamento de áreas contaminadas; e,

Via de Ingresso: mecanismo pelo qual uma substância química de interesse (SQI) adentra o organismo do receptor.

1 INTRODUÇÃO

O rompimento da Barragem de Fundão, de propriedade da Samarco Mineração, ocorrido em novembro de 2015, causou a liberação de aproximadamente 44 Mm³ de rejeitos de minério de ferro para o sistema fluvial a jusante, impactando cursos d'água da bacia do rio Doce numa extensão total de 670 km. A montante da Usina Hidroelétrica Risoleta Neves (Candonga), ocorreu deposição do rejeito liberado nas calhas dos rios e em planícies de inundação. A jusante da referida UHE, o impacto do rompimento ocorreu na calha do Rio Doce, observando-se pouca deposição de rejeitos nas margens até a região estuarina e costeira, próxima a foz do Rio Doce.

Em março de 2016, foi assinado o Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC), cujo objetivo é recuperar o meio ambiente e as condições socioeconômicas da área impactada pelo rompimento da barragem, bem como adotar medidas de mitigação, compensação e indenização necessárias:

CLÁUSULA 02: O presente ACORDO tem por objeto a previsão de PROGRAMAS, a serem elaborados, desenvolvidos e implementados por meio da FUNDAÇÃO, com o objetivo de recuperar o meio ambiente e as condições socioeconômicas da ÁREA DE ABRANGÊNCIA impactada pelo EVENTO observada a SITUAÇÃO ANTERIOR, além da adoção das medidas de mitigação, compensação e indenização necessárias e previstas nos PROGRAMAS, cujo cumprimento e execução serão fiscalizados e acompanhados pelos COMPROMITENTES, conforme governança, financiamento, estudos cientificamente fundamentados, se for o caso, e demais previsões contidas no presente ACORDO.

Em seu Capítulo Segundo – Programas Socioeconômicos, Subseção IV.1, o TTAC trata do Programa de Apoio à Saúde Física e Mental da População Impactada, sobre o qual cabe destacar as seguintes cláusulas:

CLÁUSULA 108: O programa deverá prever medidas e ações necessárias à mitigação dos danos causados à saúde da população diretamente atingida pelo EVENTO.

CLÁUSULA 111: Caberá à FUNDAÇÃO desenvolver um Estudo Epidemiológico e Toxicológico para identificar o perfil epidemiológico e sanitário retrospectivo, atual e prospectivo dos moradores de Mariana até a foz do Rio Doce, de forma a avaliar riscos e correlações decorrentes do EVENTO.

(...)

PARÁGRAFO SEGUNDO: Tendo sido identificados impactos do EVENTO à saúde, o estudo indicará as ações mitigatórias necessárias para garantir a saúde dos IMPACTADOS, a serem executadas pela FUNDAÇÃO.

Em seu Capítulo Terceiro – Programas Socioambientais, Subseção I.1, o TTAC trata do Programa de manejo dos rejeitos, sobre o qual cabe destacar as seguintes cláusulas:

CLÁUSULA 150: Caberá à FUNDAÇÃO realizar estudos de identificação e de avaliação detalhada da ÁREA AMBIENTAL 1, considerando a SITUAÇÃO ANTERIOR e os efeitos derivados do EVENTO.

PARÁGRAFO PRIMEIRO: A avaliação das alterações e caracterizações deverá incluir a avaliação biogeoquímica, hidrodinâmica e hidrosedimentológica.

CLÁUSULA 151: Caberá à FUNDAÇÃO realizar o manejo de rejeitos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão, conforme resultados decorrentes dos estudos previstos neste programa, bem como considerando os fatores ambientais, sociais e econômicos da região.

PARÁGRAFO ÚNICO: Inclui-se no manejo de rejeitos referido no caput a elaboração de projeto e as ações de recuperação das áreas fluviais, estuarinas e costeiras, escavação, dragagem, transporte e disposição final adequada e/ou tratamento in situ.

Ainda que o TTAC não mencione especificamente a realização de estudo de Avaliação de Risco à Saúde Humana (ARSH), esta demanda surgiu como consequência de notas técnicas e deliberações do Sistema do Conselho Interfederativo (CIF).

Em agosto de 2017, a Câmara Técnica de Saúde emitiu a Nota Técnica SUBVPS/SES-MG Nº 11/2017 que determina, dentre outras coisas, a realização de Estudo de Avaliação de Risco à Saúde Humana. A Nota Técnica determina que o estudo seja elaborado utilizando a metodologia do Ministério da Saúde, apresentada no documento "Diretrizes para elaboração de estudo de avaliação de risco à saúde humana por exposição a contaminantes químicos" (Diretrizes do MS). Conforme a nota técnica supracitada, "O estudo de avaliação de risco à saúde humana terá como objetivo a definição dos contaminantes de interesse, rotas de exposição e populações expostas e potencialmente expostas aos compostos químicos decorrentes do EVENTO".

No âmbito do programa de manejo de rejeitos, o Plano de Manejo de Rejeitos, apresentado pela Fundação Renova em abril de 2017 (CH2M, 2017), previu a realização de estudo de Avaliação de Riscos à Saúde Humana, com base

na norma ABNT NBR 16.290:2013 e na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02 de 2010. O Plano de Manejo de Rejeitos também previu a realização de estudo de Avaliação de Risco Ecológico (ARE).

Os estudos de ARSH previstos abordam pontos de vista diferentes para uma mesma questão: os impactos do rompimento no ambiente representariam riscos à saúde da população? Ainda que haja diferenças na abordagem dos programas de saúde e manejo de rejeitos, as metodologias possuem pontos em comum e complementares, em especial os cálculos de risco à saúde, que se baseiam nos mesmos princípios e equações.

Já o estudo de ARE visa estimar a probabilidade da ocorrência de efeitos adversos ao meio biótico como resultado da exposição a um ou mais agentes estressores oriundos do rompimento da barragem de Fundão.

Neste contexto, para que os estudos e – quando aplicáveis – as ações recomendadas sejam implementadas de maneira mais eficiente, é necessário que haja uma integração dos estudos de ARSH dos programas de saúde e manejo de rejeito, bem como do estudo de risco ecológico. Essa integração deriva do desenvolvimento de uma base de dados comum, que tenha origem em dados secundários disponíveis e dados primários a serem gerados por cada área a ser estudada. É desejável que, dentro do possível, as soluções e recomendações sejam integradas para os eventuais riscos identificados.

Este documento tem por objetivo apresentar o procedimento denominado GAISMA (Gestão Ambiental Integrada para Saúde e Meio Ambiente), desenvolvido pela Fundação Renova para a integração da gestão dos riscos à saúde humana e ecológicos, com base na sistematização de procedimentos de qualificação, investigação e caracterização ambiental, bem como no gerenciamento integrado do risco (ecológico e à saúde humana). Trata-se, assim, de uma solução de gestão de diferentes metodologias conceituadas de avaliação de risco, e não de uma metodologia em si.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 REFERÊNCIAS TÉCNICAS E NORMATIVAS

O presente documento foi desenvolvido utilizando os seguintes procedimentos técnicos:

- [1] ABNT NBR 16209: 2013. Avaliação de risco a saúde humana para fins de gerenciamento de áreas contaminadas;
- [2] ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Public Health Assessment Guidance Manual (ATSDR, 2005). Última atualização em dezembro de 2005 (<https://www.atsdr.cdc.gov/hac/phamannual/toc.html>);
- [3] Resolução CONAMA nº 420/2009, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas;
- [4] COPAM/CERH. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02/2010, de 6 de setembro de 2010, que estabelece diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas;
- [5] Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. (2010). Diretrizes para elaboração de estudo de avaliação de risco à saúde humana por exposição a contaminantes químicos. Brasília/2010;
- [6] US.EPA - Environmental Protection Agency (2007). Framework for Metals Risk Assessment. Washington, DC, EPA 120/R-07/001. Março de 2007;
- [7] US.EPA - Environmental Protection Agency (2014). Framework for Human Health Risk Assessment to Inform Decision Making;
- [8] US.EPA - Environmental Protection Agency. 1997. Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund: Process for Designing and Conducting Ecological Risk Assessments. Interim Final. June.
- [9] US.EPA - Environmental Protection Agency. 1989. Risk Assessment Guidelines for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/1-89/002). PART A, Volume I. Última atualização em Dezembro de 1989 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>);

[10] US.EPA - Environmental Protection Agency. 2011. Exposure Factors Handbook, Volumes I, II e III. National Center for Environmental Assessment (EPA/600/R-09/052F). Última atualização em Setembro de 2011 (<https://www.epa.gov/expobox/about-exposure-factors-handbook>).

A GAISMA utiliza os princípios apresentados pelo *Framework for Metals Risk Assessment* (USEPA, 2007), os quais têm como base propriedades fundamentais dos metais e serão abordados e incorporados em todos os três estudos de avaliação de risco a serem desenvolvidos na GAISMA:

- Os metais são constituintes que ocorrem naturalmente no meio ambiente e suas concentrações variam regionalmente;
- Todos os compartimentos do meio físico possuem ocorrências naturais de metais, sendo estes frequentemente introduzidos no ambiente como misturas;
- Alguns metais são essenciais para manter a saúde adequada de seres humanos, animais, plantas e microrganismos;
- Os metais, diferentemente dos produtos químicos orgânicos, não são criados nem destruídos por processos biológicos ou químicos; embora, esses processos possam transformar metais de uma espécie para outra (estados de valência) e convertê-los entre formas inorgânicas e orgânicas;
- A absorção, distribuição, transformação e excreção de um metal dentro de um organismo depende do metal, da forma de ocorrência do metal ou do composto metálico, e da capacidade do organismo de regular e armazenar o metal.

2.2 ENGAJAMENTO DAS PARTES INTERESSADAS

Conforme descrito na Seção 3 "*Public, Stakeholder and Community Involvement*" do documento "*Framework for Human Health Risk Assessment to Inform Decision Making*" da USEPA (2014)¹ o objetivo geral do envolvimento das partes interessadas é oferecer oportunidades para que possam contribuir ao longo de todo o processo de tomada de decisão".

O desenvolvimento do processo de engajamento das partes interessadas levou em consideração os pontos chave indicados no *Framework for Human Health Risk Assessment to Inform Decision Making* (USEPA, 2014), sendo eles: "[1] Quais

¹ Todos os conteúdos citados neste documento e provenientes de normativas escritas originalmente em língua inglesa estão sendo apresentados em versão traduzida livremente pelos autores deste documento.

são as oportunidades de participação pública, incluindo indivíduos, comunidades e órgãos governamentais? [2] Quem são as partes interessadas ou grupos comunitários? [3] Quais os tipos de produtos de comunicação que serão necessários? [4] Quais mecanismos de envolvimento serão mais eficazes para o engajamento da comunidade e do governo?”.

Durante este processo de engajamento, a equipe da GAISMA seguirá todas as recomendações descritas nas Diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010) em relação ao contato com as partes interessadas e, principalmente, com as comunidades: “Desde a etapa preparatória até a divulgação das informações à comunidade, os preceitos éticos devem permear todas as discussões, lembrando sempre que se está lidando com pessoas que não devem ser consideradas como objeto e sim como sujeito das ações” (p. 15, Diretrizes do MS).

3 GAISMA

O rompimento da Barragem de Fundão ocasionou impactos ambientais em escala regional, levando à necessidade de desenvolvimento de uma estratégia específica para diagnóstico dos impactos, avaliação dos potenciais riscos e definição de estratégias para proteção à saúde humana e reabilitação do meio ambiente.

Diversos fatores caracterizam o evento supramencionado, destacando-se:

- Caráter regional – Potencial impacto nos cerca de 670 km na Bacia do Rio Doce;
- Fonte primária corresponde à Barragem de Fundão;
- Fonte primária distante do ponto mais a jusante do impacto (região da Foz do Rio Doce);
- Fontes secundárias associadas ao processo de deposição da lama ao longo da bacia do Rio Doce;
- Fontes secundárias dispostas em diferentes localidades e em diferentes matrizes ambientais;
- Possíveis fontes diversas de contaminação (inclusive antrópicas) não relacionadas à fonte primária (rompimento da barragem de rejeitos);
- Substâncias Químicas de Interesse (SQI) associadas aos níveis de concentrações basais da região;
- Substâncias Químicas de Interesse (SQI) não associadas à fonte primária (para áreas em que há indicação de outras substâncias não relacionadas ao rejeito);
- Condições de contorno regionais de difícil fixação/caracterização;
- Cenários de exposição diversificados e específicos;
- Múltiplas partes interessadas.

A GAISMA baseia-se em uma estratégia constituída por etapas sequenciais (Figura 3-1).

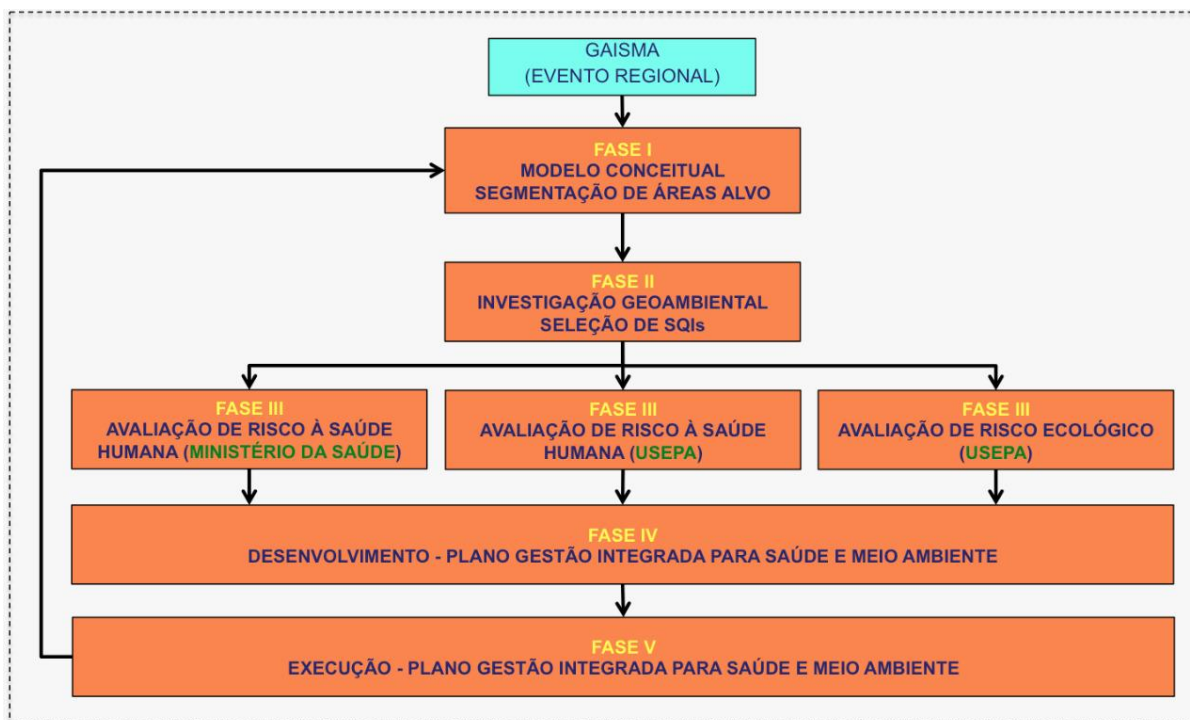


Figura 3-1: Fluxograma Geral - GAISMA.

Na GAISMA, a informação obtida em cada etapa é a base para a execução da etapa posterior, conforme descrito abaixo:

[1] FASE I – Definição dos Modelos Conceituais: Nesta etapa são definidos e consolidados o modelo conceitual para saúde humana (MC_{SH}) e o modelo conceitual ecológico (MC_{EC}) da área alvo em estudo, partindo de dados secundários e informações exposicionais ligadas à saúde pública conforme Diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010), ao meio ambiente conforme RAGS ARSH (USEPA, 1989a) e à fauna e flora conforme RAGS ARE (USEPA, 1997). Os modelos conceituais abordarão informações relativas às áreas em estudo (área alvo – AA), incluindo a localização espacial, características do meio físico, características do uso e ocupação do solo, informações e dados quanto ao impacto ambiental relacionado ao rompimento da Barragem de Fundão, bem como a caracterização preliminar dos potenciais receptores humanos e ecológicos encontrados na área de estudo. Neste momento são revisados e consolidados projetos e relatórios técnicos desenvolvidos pela FUNDAÇÃO RENOVA, incluindo os Programa de Monitoramento e estudos de caracterização ambiental, e outros estudos disponíveis em universidades, bem como em outras fontes de dados. Os produtos da FASE I são os modelos conceituais (para saúde humana e ecológico) específicos de cada AA, a consolidação da base de dados ambientais inicial para cada AA a ser avaliada, o Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente (PISMA) a ser executado na FASE II, caso

necessário, e a base de informações sobre as preocupações da comunidade com a saúde conforme item 4 das Diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010), as quais serão detalhadas e abordadas na etapa FASE III.

[2] FASE II – Execução do Plano Investigação para Saúde e Meio Ambiente (PISMA), Valida o de Dados e Sele o de Substâncias Químicas de Interesse (SQIs): Na FASE II   executado o Plano de Investiga o para Saúde e Meio Ambiente (PISMA) desenvolvido na FASE I, o qual deverá gerar todas as informa es necessárias para subsidiar a fase de Avalia o de Risco a Saúde Humana pelas metodologias da US.EPA (RAGS, 1989a) e Ministério da Saúde (MS, 2010), bem como a Avalia o de Risco Ecológico pela metodologia da US.EPA (US.EPA, 1997). Nesta etapa também   feita a Sele o de Substâncias Químicas de Interesse (SQIs) para as quais serão avaliados os riscos na Fase III.

[3] FASE III – Avalia o de Risco a Saúde Humana e Ecológico: Nesta etapa são executados, de maneira paralela e concomitante, os estudos de Avalia o de Risco com base nas Diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010), Avalia o de Risco com base no procedimento *Risk Assessment Guideline for Superfund* (RAGS) desenvolvido pela USEPA (USEPA, 1989a) e a Avalia o de Risco Ecológico com base no procedimento também desenvolvido pela USEPA (USEPA, 1997). Nesta fase são gerados três relatórios de avalia o de risco distintos, que atendem às especificidades e exigências de sua respectiva metodologia citada acima.

[4] FASE IV – Plano de Intervens o para Gestão Integrada da Saúde e Meio Ambiente: A FASE IV consolidar  todas as medidas de interven o (institucionais, de monitoramento, de engenharia e de remedia o) a serem aplicadas na área alvo, bem como os planos de monitoramento e comunica o do risco, identificadas em cada uma das 3 (três) avalia es realizadas na FASE III. As medidas contemplarão a execu o de a es de controle para a elimina o da exposi o, redu o a níveis aceitáveis dos riscos identificados na FASE III, e indica o da necessidade de a es para o setor de saúde, que podem contemplar o acompanhamento das popula es potencialmente expostas por meio de estudos adicionais epidemiológicos, toxicológicos, de seguimento populacional e capacita o dos profissionais de saúde. Também são consideradas as a es de monitoramento continuado da eficiência das medidas a serem implantadas.

[5] FASE V – Execução do Plano de Intervens o para Gestão Integrada da Saúde e Meio Ambiente: Nesta etapa devem ser executados os projetos e planos definidos na FASE IV, visando   elimina o/mitiga o da exposi o e atingimento do risco aceitável, tal como identificado em cada um dos

relatórios de avaliação de risco, bem como aplicação do Plano de Comunicação do Risco visando dar transparência a todas as ações adotadas e informar claramente às partes envolvidas.

A GAISMA será desenvolvida por uma equipe multidisciplinar, sendo que a composição da equipe poderá variar em função das complexidades e do contexto da área alvo em estudo, observando as diretrizes e normativas aplicáveis. A equipe responsável pela execução da GAISMA será composta minimamente por especialistas na área de saúde pública, comunicação, investigação ambiental, avaliação de risco (à saúde humana e ecológico) e toxicologistas. Outros profissionais da área de saúde (ex.: epidemiologistas, médicos, enfermeiros) e da área de comunicação farão parte da equipe de acordo com as especificidades de cada área alvo.

3.1 COMPOSIÇÃO DAS EQUIPES TÉCNICAS DA GAISMA

A equipe de responsáveis técnicos será montada com base nas orientações constantes na Seção 1.3 das Diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010), obedecendo a estrutura em fases de execução prevista na GAISMA. Abaixo é apresentada uma sugestão de estrutura de equipe por fases da GAISMA:

[1] FASE I

- Especialista em Avaliação de Risco;
- Especialista em Saúde Pública (comunicação e educação em saúde);
- Geólogo;
- Biólogo;
- Engenheiro Ambiental ou Gestor Ambiental;
- Estatístico.

[2] FASE II

- Especialista em Avaliação de Risco;
- Geólogo;
- Biólogo;
- Engenheiro Ambiental ou Gestor Ambiental;
- Estatístico.

[3] FASE III

- Especialista em Avaliação de Risco a Saúde Humana;

- Especialista em Avaliação de Risco Ecológico;
- Especialista em Saúde Pública (comunicação e educação em saúde);
- Médico, Farmacêutico, Biomédico Especialista em Toxicologia Humana;
- Geólogo;
- Biólogo Especialista em Fauna;
- Biólogo Especialista em Ecotoxicologia;
- Biólogo, Agrônomo ou Engenheiro Florestal Especialista em Flora;
- Engenheiro Ambiental ou Gestor Ambiental;
- Estatístico.

[4] FASE IV

- Especialista em Avaliação de Risco a Saúde Humana;
- Especialista em Avaliação de Risco Ecológico;
- Especialista em Saúde Pública (comunicação e educação em saúde);
- Médico, Farmacêutico, Biomédico Especialista em Toxicologia Humana;
- Geólogo;
- Engenheiro Civil, Agrônomo, Químico ou Florestal;
- Biólogo Especialista em Fauna;
- Biólogo Especialista em Ecotoxicologia;
- Biólogo, Agrônomo ou Engenheiro Florestal Especialista em Flora;
- Engenheiro Ambiental ou Gestor Ambiental;
- Estatístico.

A execução de todas as FASES previstas na GAISMA será acompanhada por profissionais de saúde ligados as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, bem como Sistema Único de Saúde (SUS). Estes profissionais estarão presentes nas reuniões previstas no projeto (iniciais e devolutivas) e nas etapas de coleta de dados primários em campo. A solicitação para este acompanhamento será formalmente realizada pela FUNDAÇÃO RENOVA, a partir de convite escrito com previsão de data de início e término do referido acompanhamento, sendo que ficará a cargo das Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, bem como Sistema Único de Saúde (SUS), indicarem os profissionais que farão esse acompanhamento.

3.2 FASE I – MODELO CONCEITUAL E SEGMENTAÇÃO DAS ÁREAS ALVO

A etapa de FASE I tem como objetivo inicial a definição do Modelo Conceitual Geral (MCG) para o evento do rompimento da Barragem de Fundão, o qual servirá de base para: a segmentação das áreas alvo e geração do Mapa Mosaico; o desenvolvimento dos Modelos Conceituais (para saúde humana e ecológico) para essas áreas; a definição da base de dados secundários disponíveis; e, caso necessário, a elaboração de um Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente (PISMA).

O modelo conceitual documenta todas informações relativas a como os potenciais receptores identificados na área alvo em estudo podem entrar em contato com as substâncias químicas de interesse a serem identificadas nessa área.

Os produtos da FASE I da GAISMA são:

- Identificação, descrição e classificação das preocupações da comunidade;
- Modelos Conceituais (para a saúde humana e ecológico) específicos da área alvo em estudo;
- Conjunto de dados validados para uso em ARSH e ARE;
- Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente (PISMA), quando aplicável.

A Figura 3.2-1 apresenta o fluxograma da etapa da FASE I da GAISMA. A execução dessas etapas é discutida nos itens a seguir.

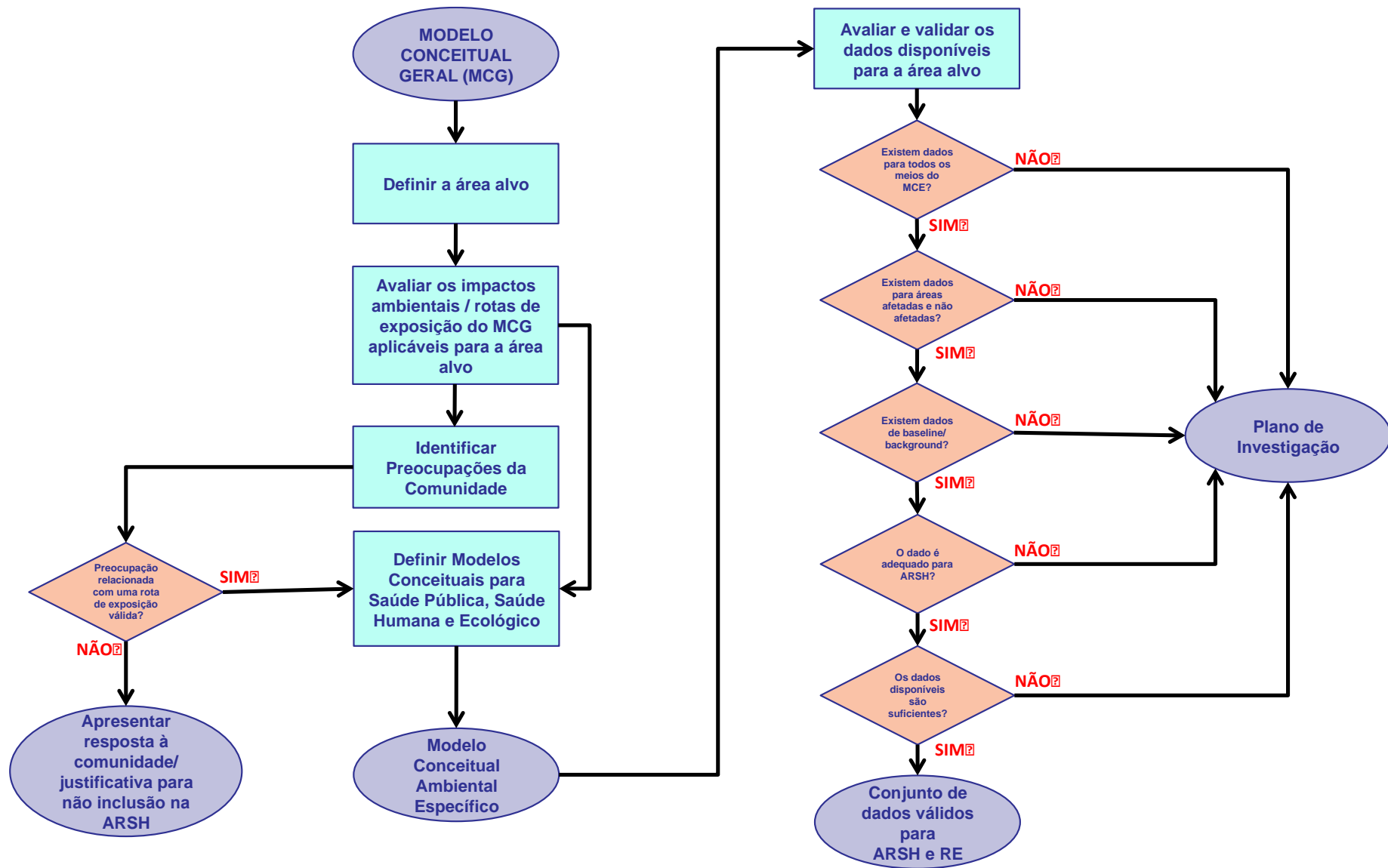


Figura 3.2-1: Fluxograma - FASE I - GAISMA.

3.2.1 MODELO CONCEITUAL GERAL

O modelo conceitual constitui-se em síntese das informações relativas à extensão impactada pelo rompimento da Barragem de Fundão, onde se pode visualizar, através de texto explicativo ou ilustração, a localização da contaminação, a sua forma de propagação e a sua relação com os bens a proteger existentes. São considerados bens a proteger: saúde e bem-estar da população, fauna e flora, qualidade do solo, das águas e do ar, interesses de proteção à natureza/paisagem, ordenação territorial e planejamento regional e urbano, segurança e ordem pública (ABNT, 2013).

Em suma, o modelo conceitual permite a identificação das potenciais fontes de contaminação, mecanismos de transporte, rotas de exposição e receptores com base nas características da contaminação, do ambiente e do uso e ocupação do solo.

Para adequada aplicação do procedimento GAISMA é necessário que seja definido um Modelo Conceitual Geral (MCG), no qual todos os caminhos de exposição humana e ecológica possíveis e aplicáveis ao rompimento da Barragem de Fundão deverão estar contemplados, de forma que este sirva de base para a análise inicial e levantamento de dados em todas as áreas alvo a serem estudadas.

A Figura 3.2-2 abaixo apresenta o Modelo Conceitual Geral (MCG) definido para a aplicação da GAISMA associado ao rompimento da Barragem de Fundão. O MCG foi o mais abrangente possível e servirá de base para definição dos Modelos Conceituais da área alvo a ser investigada. O fluxograma apresentado na Figura 3.1-2 está associado aos cenários de exposição de Risco à Saúde Humana, sendo que os cenários para avaliação de Risco Ecológicos serão detalhados especificamente para cada área alvo conforme modelo conceitual ecológico definido na etapa de FASE I GAISMA.

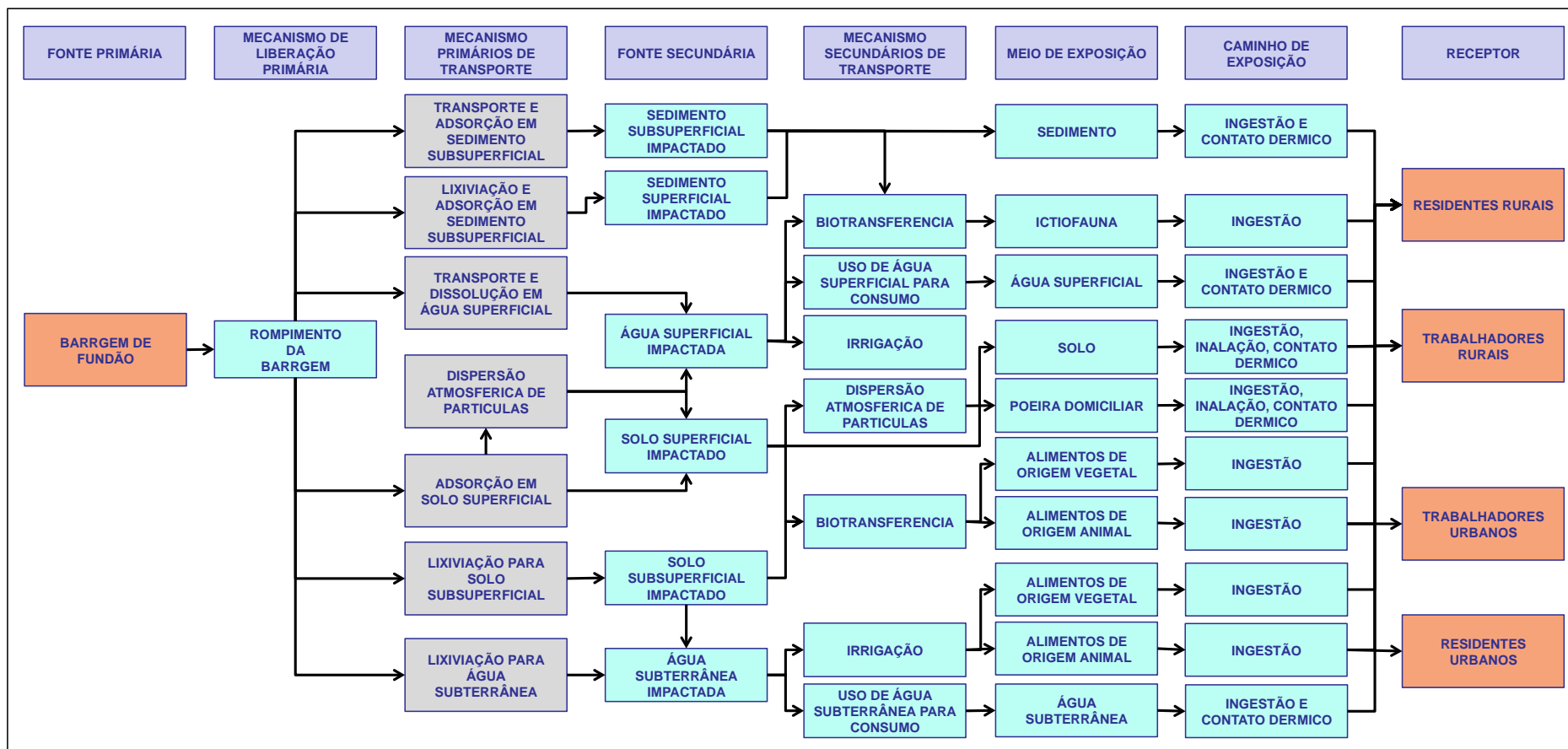


Figura 3.2-2: Modelo Conceitual Geral - GAISMA.

3.2.2 MAPA MOSAICO

O Modelo Conceitual Geral (MCG) deverá ser cruzado com a análise dos dados e informações disponíveis na FUNDAÇÃO RENOVA, em projetos, trabalhos acadêmicos, bancos de dados, entre outras fontes, que tenham sido desenvolvidos para toda a região impactada pelo rompimento da Barragem de Fundão. Serão considerados os seguintes grupos de dados regionais: Fisiografia; Geologia; Geoquímica; Hidrogeologia; Hidrogeoquímica; Hidrologia; Hidroquímica; Pedologia; Uso e ocupação do solo.

A associação do MCG com a compilação de dados dará origem ao mapa mosaico, para toda a extensão da região impactada, que será usado como base inicial de informações do meio físico para a segmentação das áreas alvo a partir da definição das macrorregiões de interesse. O mapa mosaico é um mapa representativo do conjunto de mapas das áreas alvo a serem apresentados em escala adequada para toda a extensão da região impactada.

Uma vez finalizado o mapa mosaico do meio físico, deverão ser sobrepostos a esse mapa as camadas de consolidação dos dados de uso e ocupação do solo, características populacionais e impactos ambientais (Ver Seção 3.2.3.1), segmentados por matriz ambiental.

Nesse contexto, o cruzamento do MCG e o mapa mosaico dará origem ao mapa detalhado de cada área alvo, bem como os Modelos Conceituais para essas áreas (Ver Seção 3.2.3.3).

3.2.3 DEFINIÇÃO DAS ÁREAS ALVO

Os impactos ambientais causados pelo rompimento da Barragem de Fundão têm escala regional, atingindo cerca de 670 km de cursos d'água em dois estados, Minas Gerais e Espírito Santo, além de parte da costa na região da foz do rio Doce.

Os impactos ambientais do deslocamento da onda de rejeitos e sedimentos, que compõe a lama, ao longo do trajeto entre Fundão e a foz do rio Doce foram distintos. A montante da Usina Hidroelétrica Risoleta Neves (Candonga), ocorreu deposição do rejeito liberado nas calhas dos rios e em planícies de inundação. A jusante da referida UHE, o impacto do rompimento ocorreu na calha do Rio Doce, observando-se pouca deposição de rejeitos nas margens até a região estuária e costeira, próxima a foz do Rio Doce. As características do ambiente também mudam significativamente no trajeto de Fundão até a foz. A geologia, topografia, hidrografia, cobertura vegetal, uso e ocupação do solo, variam ao longo do trecho impactado. Por estes motivos, justifica-se a segmentação da área de estudo em áreas alvo (AA).

Além das características listadas acima, os dados e resultados obtidos nos Programas de Monitoramento (PMQACH, PMQQS, entre outros) que vem sendo desenvolvidos pela Fundação Renova também servirão de base para análise regional e segmentação das áreas alvo ao longo da Bacia do Rio Doce.

A segmentação das áreas alvo possui o seguinte escopo:

- [1] Avaliação dos Impactos Ambientais;
- [2] Identificação das Preocupações da Comunidade; e,
- [3] Definição dos Modelos Conceituais (para saúde humana e ecológico) da área alvo.

3.2.3.1 Avaliação das Informações do Local e dos Impactos Ambientais

Após a definição física da área alvo, deve ser realizado um levantamento da informação do local, com base em dados secundários, de modo a identificar os impactos ambientais regionais e as rotas de exposição aplicáveis, a fim de estabelecer os modelos conceituais (para a saúde humana e ecológico) de cada área alvo a ser avaliada.

Esta etapa corresponde à primeira etapa das Diretrizes do Ministério da Saúde para ARSH - Levantamento e Avaliação da Informação do Local, bem como ao capítulo 4 do *Risk Assessment Guidance for Superfund* (RAGS) Volume I (US.EPA, 1989a). Nela serão avaliados:

1. Antecedentes: consiste em um levantamento detalhado do histórico da região, dados geográficos, informações sobre a organização político-administrativa, a descrição do local impactado, incluindo os aspectos operacionais da atividade desenvolvida no local, históricos e procedimentos reguladores, conforme item 3.1 das Diretrizes do Ministério da Saúde para ARSH (MS, 2010) e itens 4.1 e 4.2 do RAGS (USEPA, 1989a). Dentre os principais grupos de informações que serão levantadas estão:
 - a. Histórico da Região Impactada;
 - b. Dados Geográficos;
 - c. Organização Político –Administrativa;
 - d. Descrição da região impactada;
 - e. Revisão dos dados ambientais disponíveis;
 - f. Definição dos parâmetros para modelamento matemático;

- g. Definição da necessidade de dados de níveis de concentrações basais.
2. Aspectos demográficos: consiste na caracterização das populações potencialmente expostas na área alvo em estudo e das suas imediações. O objetivo será a determinação do tamanho e as características das populações que tem maiores probabilidades de no passado, no presente e, ainda, no futuro, estarem expostas aos contaminantes associados ao rompimento da Barragem de Fundão. Dentre os principais grupos de informações que serão levantadas estão:
- a. Identificação preliminar dos pontos de exposição;
 - b. Identificação preliminar dos receptores (humanos e ecológicos);
 - c. Identificação preliminar dos cenários de exposição.
3. Uso do Solo e Informação sobre o uso de Recursos Naturais: será realizado o levantamento detalhado do uso e ocupação do solo na área alvo a ser avaliada. A definição de uso e ocupação do solo irá contemplar todas as características que possam tipificar as populações potencialmente expostas presentes em toda a extensão da região impactada pelo rompimento da Barragem de Fundão, sendo consideradas as seguintes informações:
- a. Tipo de ocupação (residencial urbana ou rural, comercial, industrial, agrícola extensiva ou de subsistência, pecuária, pesca, área de preservação permanente, recreação, entre outros);
 - b. Densidade da ocupação;
 - c. Extensão da ocupação;
 - d. Populações específicas como populações indígenas, quilombolas, entre outras;
 - e. Receptores ambientais (ex.: rios, córregos) e humanos (ex.: hospitais, creches) sensíveis;
 - f. Dinâmica de uso como tipo de atividade agrícola (ex.: cacaueteira, cana de açúcar, café), tipo de indústrias identificadas, entre outras;
 - g. Bioma e seus principais representantes: a fim de verificar a relação desse com os mecanismos de transporte dos contaminantes na área. Deve se caracterizar o estágio de preservação da biota e a relação que as populações humanas

mantêm com o ecossistema, por exemplo: exploração de madeira, consumo de mariscos e peixes, utilização de produtos da floresta, garimpagem, usos medicinais;

- h. Neste momento também serão levantados dados secundários demográficos que possam servir de base para a caracterização destas populações, os quais podem ser obtidos em estudos acadêmicos, estudos de impacto ambiental (EIA/RIMA), dados disponíveis em prefeituras municipais, órgãos de saúde municipais, estaduais e federais, órgãos ambientais estaduais, IBAMA, IBGE, entre outros.
4. Contaminação Ambiental: consiste no levantamento das substâncias químicas e suas concentrações identificadas em cada matriz ambiental da área alvo em estudo. Serão considerados resultados analíticos de estudos anteriores disponíveis. Serão considerados ainda os estudos realizados pela própria FUNDAÇÃO RENOVA (ex.: Estudo de Caracterização Geoquímica de Rejeitos, Solos e Sedimentos; Planos de Manejo de Rejeitos; dados do PMQQS), bem como de fontes oficiais (CPRM, IGAM) e trabalhos acadêmicos e artigos científicos.
5. Informações sobre Rotas Ambientais: consiste, inicialmente, na análise dos dados e informações disponíveis na FUNDAÇÃO RENOVA, em projetos, trabalhos acadêmicos, bancos de dados, entre outras fontes, que tenham sido desenvolvidos para toda a região impactada pelo rompimento da Barragem de Fundão. Serão considerados os seguintes grupos de dados regionais: Fisiografia; Geologia; Geoquímica; Hidrogeologia; Hidrogeoquímica; Hidrologia; Hidroquímica; Pedologia; Uso e ocupação do Solo.
6. Dados sobre efeitos na saúde: consiste, inicialmente, na identificação de informações sobre possíveis efeitos na saúde pertinentes à área alvo que está sendo avaliada. Serão consultadas as principais fontes de informação sobre os efeitos na saúde como as secretarias de saúde do Estado de Minas Gerais e Espírito Santo, secretarias de saúde dos municípios atingidos pelo rompimento da Barragem de Fundão, e os postos de saúde locais. Além disso, serão utilizados bancos de dados sobre saúde de instituições privadas e federais. Todos os bancos de dados sobre efeitos na saúde e informação utilizados nas avaliações de saúde serão assinalados neste item, incluindo o banco de dados do Sistema Único de Saúde – SUS (<http://tabnet.datasus.gov.br/tabnet/tabnet.htm>).

3.2.3.2 Identificação das Preocupações da Comunidade

O procedimento de identificação das preocupações da comunidade estabelecido no âmbito da GAISMA, que será a base do desenvolvimento do Modelo Conceitual para Saúde Pública, segue as determinações da Seção 4 – “Levantamento das Preocupações da Comunidade com sua Saúde” das Diretrizes do MS (2010), e considera as proposições da Seção 3 – “*Public, Stakeholder and Community Involvement*” do *Framework for Human Health Risk Assessment to Inform Decision Making* da USEPA (2014). Ambos os documentos consideram a identificação das preocupações da comunidade um ponto chave e uma das principais seções de uma ARSH. As Diretrizes do MS enfatizam que esta etapa “irá subsidiar a etapa da avaliação denominada implicações para saúde pública, além de nortear a maneira de comunicar o risco às populações expostas” (Diretrizes do MS, p. 14).

Esta etapa está conectada ao engajamento da equipe da GAISMA com as partes interessadas específicas da área alvo em estudo (Seção 2.2).

Nesta etapa serão mapeadas todas as partes interessadas relacionadas à área alvo em estudo. Este mapeamento incluirá, mas não se limitará, a: comunidade das áreas alvo² e seus representantes, Relações Institucionais, Diálogo e equipes territoriais da FUNDAÇÃO RENOVA associados à área alvo; e, Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, Meio Ambiente, Agricultura, Indústria e Comércio. O mapeamento das partes interessadas irá nortear a adequação dos materiais de comunicação gerais da GAISMA, adequando-os a cada público alvo identificado.

Após a realização do mapeamento, será encaminhado um ofício às Secretarias Estaduais de Saúde e Meio Ambiente, informando sobre o início da execução da GAISMA na área alvo.

Com a formalização do início das atividades da GAISMA, será dado início a uma série de reuniões que visam ao engajamento e envolvimento de todas as partes interessadas. Todas as reuniões descritas neste documento convergem para a realização de uma Reunião Geral com participação efetiva da comunidade. Conforme descrito na Seção 2.2, o objetivo do engajamento da comunidade é

² De acordo com a Seção 4 das Diretrizes do MS (2010) “a comunidade associada a um local de risco pode ser definida como a população que vive nas suas vizinhanças e todas as pessoas que podem proporcionar ou disseminar informação pertinente sobre o local durante o processo de avaliação de saúde, além de pessoas que estiveram ou estão vinculadas com o problema. A comunidade envolvida pode incluir residente individual que vive nas proximidades ou grupos organizados da comunidade e seus representantes”.

garantir a oportunidade de participação no estudo, entretanto, é importante salientar que a participação nas reuniões é facultativa.

O processo de engajamento e comunicação com as partes interessadas é essencial para o sucesso da execução da GAISMA. Este processo é contínuo, iniciando-se na FASE I da GAISMA e seguindo nas fases subsequentes. Desta maneira, e seguindo as recomendações das Diretrizes do MS, diversas etapas de reuniões acontecerão ao longo da execução da GAISMA. Ao final das FASES I, II e III está prevista uma devolutiva à comunidade, cujo conteúdo está descrito nos subitens 3.2.6, 3.3.5 e 3.4.5. Adicionalmente, ocorrerão reuniões ao longo das etapas de FASE IV e V, conforme especificidades da execução dessas fases em cada área alvo.

Os itens a seguir descrevem as reuniões iniciais, as quais representam a etapa preparatória do levantamento das preocupações da comunidade, conforme descrito na seção 4.1 das Diretrizes do MS.

Etapa Preparatória

[1] Reunião preparatória para entrada na área alvo

- Envolvidos: Relações Institucionais, Diálogo e equipes territoriais da Fundação Renova;
- Quando: Deve ser realizada antes de qualquer contato com membros da comunidade;
- Objetivos:
 - i. Explicar a GAISMA ao público interno da Fundação Renova envolvido diretamente com área alvo em estudo;
 - ii. Apresentar o andamento da GAISMA nas demais áreas alvo;
 - iii. Identificar os representantes dos órgãos governamentais da área alvo específica que devem ser envolvidos nas reuniões com os agentes do poder público e comunidade.

[2] Reunião com agentes do poder público da área alvo:

- Envolvidos: Relações Institucionais, Diálogo e equipes territoriais da Fundação Renova, Secretarias Municipais de Saúde e Meio Ambiente e especialistas indicados pelas Secretarias Estaduais;
- Quando: É o primeiro contato da equipe da GAISMA com órgãos governamentais para tratar da área alvo em estudo. Deve ser realizada antes de qualquer contato com representantes e membros da comunidade;

- Objetivos:
 - i. Explicar a GAISMA aos órgãos governamentais das áreas alvo em estudo, juntamente com o cronograma de atividades;
 - ii. Apresentar o andamento da GAISMA nas demais áreas alvo;
 - iii. Identificar os representantes das comunidades da área alvo que devem ser envolvidos para possibilitar a efetividade das Reuniões Gerais com as comunidades na etapa de visita ao local³.

O item abaixo descreve a segunda etapa de reuniões, a qual representa a etapa de visita ao local (área alvo), conforme descrito na seção 4.2 das Diretrizes do MS.

Visita ao local

[3]Reuniões com a comunidade e agentes do poder público:

- Nível 1 – Primeiro contato:
 - Envolvidos: Relações Institucionais, Diálogo e equipes territoriais da Fundação Renova, Secretarias Municipais de Saúde e Meio Ambiente, especialistas indicados pelas Secretarias Estaduais, e representantes das comunidades das áreas alvo específicas;
 - Quando: É o primeiro contato da equipe da GAISMA com a comunidade. Deve ser realizada antes da Reunião Geral com a comunidade;
 - Objetivos:
 - i. Explicar a GAISMA aos representantes das comunidades das áreas alvos em estudo;
 - ii. Apresentar, de forma resumida, o andamento da GAISMA nas demais áreas alvo;
 - iii. Início do levantamento das preocupações da comunidade da área alvo;
 - iv. Agendar a realização da Reunião Geral com as comunidades da área alvo e explicar os objetivos desta reunião.
- Nível 2 – Reunião Geral:
 - Envolvidos: Relações Institucionais, Diálogo e equipes territoriais da Fundação Renova, Secretarias Municipais de Saúde e Meio Ambiente,

³ A etapa de visita ao local tem como objetivo a identificação das preocupações da comunidade e está descrita em detalhes na Seção “3.2.3.2” deste documento.

especialistas indicados pelas Secretarias Estaduais e comunidades das áreas alvo;

- o Quando: É o segundo contato da equipe da GAISMA com a comunidade;
- o Objetivos:
 - i. Explicar a GAISMA às comunidades das áreas alvos em estudo e qual o envolvimento da comunidade planejado;
 - ii. Apresentar, de forma resumida, o andamento da GAISMA nas demais áreas alvo;
 - iii. Apresentar o interlocutor da equipe GAISMA responsável pela comunicação com a comunidade;
 - iv. Explicar a etapa de levantamento das preocupações da comunidade da área alvo, que seguirá o apresentado no Apêndice 1;
 - v. Somente após a execução da reunião de Nível 2 ou após o consentimento dos representantes da comunidade, será formalmente considerada a entrada na área alvo.

3.2.3.2.1 Descrição e Classificação das Preocupações da Comunidade

Essa etapa tem como objetivo responder à seguinte pergunta: as preocupações da comunidade podem ser respondidas dentro do escopo do estudo de ARSH?

Todas as preocupações da comunidade serão descritas no Relatório de FASE I. Como o propósito de Avaliações de Risco à Saúde Humana é analisar “as implicações na saúde humana e as preocupações da comunidade pela exposição aos contaminantes de interesse identificados na área estudada” (p. 5, Diretrizes do MS), as preocupações da comunidade serão categorizadas em dois grupos distintos: 1) preocupações relacionadas à rotas de exposição válidas, como por exemplo preocupações quanto ao consumo de alimentos produzidos em solo com a presença rejeito e ao uso de rio atingido pelo rompimento; 2) preocupações não relacionadas à rotas de exposição válidas, como por exemplo preocupações relacionadas a ocorrências de sarampo.

As preocupações caracterizadas no grupo 1 (relacionadas a rotas de exposição válidas) serão incluídas nos modelos conceituais da área alvo (Ver Seção 3.2.3.3) e serão respondidas no Relatório de FASE III com base nas conclusões da etapa de avaliação toxicológica. As preocupações caracterizadas no grupo 2 (não relacionadas a rotas de exposição válidas) serão listadas e para cada preocupação será apresentada uma justificativa com embasamento científico para sua caracterização como não relacionada à uma rota de exposição.

O objetivo deste agrupamento é trazer transparência à comunidade e, desde a FASE I, informar a todos os envolvidos quais preocupações podem ser respondidas com base na informações já disponíveis para a área alvo em estudo. (grupo 1), quais poderão ser respondidas pela ARSH executada na Fase III da GAISMA (grupo 1) e quais precisam ser endereçadas por outros estudos (grupo 2). As conclusões dessa etapa serão incluídas na etapa de devolutiva à comunidade.

A identificação das preocupações da comunidade consiste em um produto da FASE I da GAISMA.

3.2.3.3 Definição do Modelo Conceitual

Para cada área de estudo serão desenvolvidos dois modelos conceituais: Modelo Conceitual para Saúde Humana (MC_{SH}) e o Modelo Conceitual Ecológico (MC_{EC}).

A definição do Modelo Conceitual Ecológico (MC_{EC}) é discutida na Seção 3.4.3.2 deste documento.

A definição do Modelo Conceitual para Saúde Humana (MC_{SH}) a ser desenvolvido especificamente para cada área alvo a ser estudada terá como base o modelo conceitual geral e o mapa mosaico discutidos nas Seções 3.2.1 e 3.2.2. O levantamento e identificação das preocupações das comunidades com a saúde também comporão o MC_{SH}. Sendo assim, o MC_{SH} deverá caracterizar aspectos inerentes aos impactos ambientais identificados na Seção 3.2.3.1 e as preocupações da comunidade relacionadas à rotas de exposição (Seção 3.2.3.2), identificar rotas de exposição aplicáveis a área alvo em estudo (características específicas relacionadas ao uso do solo) e os receptores humanos aplicáveis a essa área (populações a serem avaliadas), bem como características da fauna e flora presentes na área alvo em estudo, conforme descrito na Seção 3.2.3.2. O MC_{SH} será sumarizado conforme a Figura 3.2-3.

O MC_{SH} para cada Área Alvo será finalizado somente após a etapa de identificação das Preocupações da Comunidade (item 3.2.3.2), informações que constarão obrigatoriamente neste modelo, conforme orientação das Diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010).

O Modelo Conceitual para Saúde Humana (MC_{SH}), consolidará todas as informações e dados secundários disponíveis, bem como rotas de exposição (considerando todos os elementos que a compõem conforme item 3.4.1.2 e 3.4.3.2) à saúde humana, que serão a base para o desenvolvimento da Avaliação de Risco a Saúde Humana com base nas diretrizes do Ministério da Saúde (MS,

2010) e Avaliação de Risco a Saúde Humana com base no RAGS para ARSH (USEPA, 1989a).

MODELO CONCEITUAL AMBIENTAL Específico

Área Alvo: _____

Siga as instruções abaixo. Não considerar controles de engenharia ou de uso do solo quando descrever as vias de exposição

Preenchido por: _____

Data: _____

	(1) Meio	(2) Mecanismos de Transporte	(3) Caminho de Exposição	(4) Vias de Exposição		
<p>Verificar o compartimento ambiental que pode ser diretamente afetada pela lama de rejeitos</p>	<p>Verificar solo</p>	<p>Para cada compartimento ambiental (1), siga a seta superior e verifique a possibilidade de mecanismos de transporte ocorrerem. Brevemente liste outros mecanismos ou referências.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Liberação Direta para Solo Superficial <small>Verificar solo</small> <input type="checkbox"/> Migração ou lixiviação para subsuperfície <small>Verificar solo</small> <input type="checkbox"/> Migração ou lixiviação para ASB <small>Verificar água subterrânea</small> <input type="checkbox"/> Emissão de Partículas <small>Verificar ar</small> <input type="checkbox"/> Escoamento ou Erosão <small>Verificar água superficial</small> <input type="checkbox"/> Biotransferência <small>Verificar biota</small> <input type="checkbox"/> Outros (lista): _____ 	<p><input type="checkbox"/> solo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ingestão Acidental de Solo <input type="checkbox"/> Absorção Dermal de Contaminantes do Solo 		
<p>Verificar solo</p>	<p>Verificar água subterrânea</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Liberação Direta para Solo Subsuperficial <small>Verificar solo</small> <input type="checkbox"/> Lixiviação para ASB <small>Verificar água subterrânea</small> <input type="checkbox"/> Emissão de Partículas durante escavação <small>Verificar ar</small> <input type="checkbox"/> Outros (lista): _____ 	<p><input type="checkbox"/> água subterrânea</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ingestão de Água Subterrânea <input type="checkbox"/> Absorção Dermal de Contaminantes em Água Sub. <input type="checkbox"/> Inalação de Compostos Voláteis (Água de Abastecimento) 		
<p>Verificar ASB</p>	<p>Verificar ASB</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Liberação Direta para Água Subterrânea <small>Verificar ASB</small> <input type="checkbox"/> Transporte em Meio Saturado <small>Verificar ASB</small> <input type="checkbox"/> Fluxo para corpo de água superficial <small>Verificar ASP</small> <input type="checkbox"/> Fluxo para sedimento <small>Verificar sedimento</small> <input type="checkbox"/> Biotransferência <small>Verificar Biota</small> <input type="checkbox"/> Outros (lista): _____ 	<p><input type="checkbox"/> ar</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ingestão e Inalação de Partículas em Ambiente Interno <input type="checkbox"/> Ingestão e Inalação de Partículas em Ambiente Externo <input type="checkbox"/> Ingestão e Inalação de Poeira Soerguida 		
<p>Verificar água superficial</p>	<p>Verificar água superficial</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Liberação direta para Água Superficial <small>Verificar água superficial</small> <input type="checkbox"/> Recarga do Aquífero <small>Verificar água subterrânea</small> <input type="checkbox"/> Sedimentação <small>Verificar sedimento</small> <input type="checkbox"/> Biotransferência <small>Verificar Biota</small> <input type="checkbox"/> Outros (lista): _____ 	<p><input type="checkbox"/> água superficial</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ingestão de Água Superficial durante Recreação <input type="checkbox"/> Absorção Dermal de Contaminantes em Água Superficial <input type="checkbox"/> Ingestão de Água Superficial (Água de Abastecimento) 		
<p>Verificar SED</p>	<p>Verificar SED</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Liberação direta para sedimento <small>Verificar SED</small> <input type="checkbox"/> Ressusp., soerguimento, ou erosão <small>Verificar ASP</small> <input type="checkbox"/> Biotransferência <small>Verificar Biota</small> <input type="checkbox"/> Outros (lista): _____ 	<p><input type="checkbox"/> sedimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Contato Direto com Sedimento 		
<p>Verificar biota</p>	<p>Verificar biota</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Biotransferência <small>Verificar Biota</small> <input type="checkbox"/> Outros (lista): _____ 	<p><input type="checkbox"/> biota</p>	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ingestão de Comidas Naturais 		

(5)
Identifique os receptores potencialmente afetados por cada via de exposição. Coloque "A" para receptores atuais, "F" para futuros receptores, ou "A/F" para atuais e futuros.

Receptores Atuais e Futuros

- R
- Trabalhadores Rurais
- Trabalhadores de Obras Civis
- Trabalhadores Comerciais
- Visitantes, Turistas e Trabalhadores Esportivos
- Outros:

Figura 3.2-3: Ferramenta para elaboração do Modelo Conceitual para Saúde Humana - GAISMA

3.2.4 AVALIAÇÃO E VALIDAÇÃO DE DADOS AMBIENTAIS

A primeira etapa de avaliação e validação dos dados ambientais disponíveis para a área alvo em estudo consiste na compilação dos dados disponíveis para os compartimentos ambientais e rotas de exposição definidos como relevantes pelos modelos conceituais específicos para a área alvo em estudo. As seguintes fontes de dados ambientais serão utilizadas:

- Programas de Monitoramento e estudos de caracterização ambiental executados pela Fundação Renova;
- Dados de monitoramento de órgãos regulatórios (ex.: IGAM, FEAM, IEMA);
- Dados coletados por especialistas do Ministério Público relacionados ao rompimento da Barragem de Fundão;
- Trabalhos acadêmicos (ex.: Universidades, Órgãos de Pesquisa);
- Outros relatórios e estudos publicados.

Para matrizes ambientais que possuem variação temporal e sazonal, como água superficial, água para consumo humano e sedimentos, deverão ser priorizados dados coletados no âmbito de programas de monitoramento como: o Plano de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS); monitoramento de águas superficiais do Estado de Minas Gerais executado pelo IGAM; Programa de Monitoramento de Água para Consumo Humano (PMQACH). Serão buscados dados de amostras coletadas nas três regiões de exposição definidas para a área alvo em estudo: Região de Exposição Direta (RED), Região de Exposição Indireta (REI) e Região de não Exposição (RNE). Entende-se que a amostragem em área impactada (RED) permitirá identificar qualquer substância que esteja acima do padrão legal aplicável (PLA) e que possa ter relação com rompimento da Barragem de Fundão, incluindo o grupo de substâncias que podem ter sido remobilizadas pelo evento. Detalhes sobre a seleção de substâncias químicas de interesse para os estudos da Fase III e a definição de correlação com o rompimento são apresentadas na Seção 3.3.3 e 3.3.4.2.

3.2.4.1 Dados Analíticos

Para cada conjunto de dados identificados, serão realizadas as seguintes etapas de validação, conforme descrito no documento "*Guidance for Data Usability in Risk Assessment – Part A*" da US EPA (1991):

1. Identificação dos pontos de coleta de amostras

Para a validação desse item, inicialmente, serão identificadas as coordenadas dos pontos de coleta de amostra que foram reportadas. A partir dessa identificação será avaliado se as coordenadas reportadas permitem o georreferenciamento dos pontos de coleta e se esses pontos estão localizados dentro dos limites da área alvo em estudo.

Na impossibilidade de georreferenciamento dos pontos de coleta, esses pontos e seus respectivos dados não serão utilizados em um primeiro momento. Nesses casos, com o objetivo de não descartar nenhum dado disponível para a área alvo em estudo, será feito contato com a equipe responsável pela produção dos dados para verificar a possibilidade de obtenção das coordenadas que possam ser georreferenciadas.

2. Procedimentos de coleta

Os procedimentos de coleta de amostras utilizados por cada conjunto de dados serão avaliados para garantir a utilização de métodos nacionais padronizados. Para matrizes ambientais que não possuem procedimentos de coleta nacionais, serão utilizadas referências de métodos internacionais. Os procedimentos de coleta a serem priorizados são apresentados na Seção 3.2.5.2.

Adicionalmente, será avaliado se as amostras coletadas são adequadas para utilização em estudos de avaliação de risco à saúde humana e risco ecológico. Para esse fim, as seguintes referências serão utilizadas: Quadro 3 da Seção 5.8 das Diretrizes do Ministério da Saúde (2010); Tabela 3-1 do "*Public Health Assessment Guidance Manual (Update)*" da ATSDR (2005); capítulo 5 do "*Risk Assessment Guidance for Superfund*" da US EPA (1989a); e capítulo 4 do "*Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund*" da US EPA (1997).

Além disso, serão observados se procedimentos de controle e garantia de qualidade da amostragem foram utilizados para a coleta das amostras. Os seguintes documentos serão utilizados como referência de procedimentos de controle e garantia de qualidade da amostragem: Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas (2011); a norma ABNT NBR 16.435 de 2015; e os documentos "*Field Sampling Procedures Manual*" (USEPA, 2005) e "*Preparation of Soil Sampling Protocols: Sampling Techniques and Strategies*" (USEPA, 2005), observando-se o capítulo 5.4 do RAGS da US EPA (1989a).

3. Procedimentos de preservação e envio de amostras

A validação desse item ocorrerá através da avaliação das cadeias de custódia (COCs) das campanhas de amostragem de cada conjunto de dados a ser validado. A preservação e envio de amostras serão validados quando as cadeias de custódia e o check-list de recebimento de amostras são apresentados

devidamente assinados pelo laboratório utilizado para as análises químicas. Os procedimentos de preservação e envio de amostras a serem priorizados são discutidos na Seção 3.2.5.2.

Quando as cadeias de custódia e o check-list de recebimento de amostras não estiverem disponíveis, com o objetivo de não descartar nenhum dado disponível para a área alvo em estudo, será feito contato com a equipe responsável pela produção dos dados para verificar a documentação disponível que comprove a validação dos procedimentos de preservação e envio de amostras.

4. Laboratórios

Para validação deste item, a acreditação do laboratório utilizado para análises químicas e seu respectivo escopo de acreditação serão avaliadas, tendo como referência a ABNT NBR ISO 17.025:2017. Essa avaliação visa garantir que o laboratório utilizado possui escopo de acreditação para análises químicas de todas as substâncias químicas a serem analisadas em todas as matrizes ambientais amostradas.

Somente serão aceitos na GAISMA, para fins de avaliação de risco à saúde humana, resultados analíticos laboratoriais gerados por laboratórios que possuam acreditação ABNT NBR ISO 17.025:2017, considerando a lista de substâncias químicas e matrizes ambientais previstas nos modelos conceituais gerado na FASE I, os Limites de Quantificação (LQ) da amostra sempre menores que os Padrões legais Aplicáveis (PLA) correspondentes conforme item 3.3.3.1. Para a avaliação de risco ecológico, poderão ser aceitos resultados de laboratórios sem acreditação ABNT NBR 17.025:2017, desde que seja feita validação dos procedimentos laboratoriais com base nos critérios estabelecidos por essa norma.

Caso as análises químicas tenham sido realizadas em laboratórios de universidade e trabalhos acadêmicos, que podem não possuir acreditação segundo a ABNT NBR ISO 17.025:2017, essas análises não poderão ser aceitas como válidas na GAISMA, para fins de avaliação de risco à saúde humana.

5. Procedimentos Laboratoriais

A validação desse item será feita com base nos métodos analíticos utilizados para a determinação das concentrações das substâncias químicas a serem analisadas, bem como os métodos de preparação das amostras. Será garantido que os métodos analíticos utilizados pelos diferentes conjuntos de dados são comparáveis, incluindo a verificação de ensaios de recuperação, quando disponíveis.

Adicionalmente, serão avaliados os limites de quantificação e detecção dos métodos analíticos utilizados, garantindo-se que: os limites de quantificação da

amostra (LQ) são inferiores aos valores de referência regulatórios aplicáveis à matriz ambiental; os limites de detecção (LD) sejam disponibilizados sempre que disponíveis; na ocorrência de resultados inferiores ao LQ, ou seja, quando a concentração de um determinado composto não pôde ser determinada com o nível de confiança máximo do método analítico, seja reportado se houve ou não detecção do composto.

A partir da aplicação dos itens 1 a 5 descritos acima, será obtido um conjunto de dados compilados, que podem ser utilizados para caracterização ambiental das matrizes ambientais pertinentes, relacionadas aos modelos conceituais específicos da área alvo em estudo.

Tendo como base esse conjunto de dados compilados, serão avaliadas as seguintes questões:

- a. Se existem dados disponíveis para todas as matrizes ambientais que fazem parte do modelo conceitual específico da área alvo em estudo;
- b. Se, dentro dos limites da área alvo em estudo, existem dados disponíveis para áreas consideradas impactadas pelo rompimento da Barragem de Fundão e também para áreas consideradas não impactadas pelo rompimento;
- c. Se, dentro dos limites da área alvo em estudo, existem dados disponíveis que representam níveis de concentrações basais para a área alvo em estudo;
- d. Se os dados disponíveis são adequados para a utilização em estudos de avaliação de risco à saúde humana e risco ecológico;
- e. Se os dados disponíveis são suficientes em termos de representatividade para cada matriz ambiental que faz parte dos modelos conceituais específicos. A suficiência de dados será analisada conforme a avaliação de representatividade estatística e geoestatística apresentada na Seção 3.3.2.

Avaliadas essas questões, serão definidos dois produtos principais da avaliação e validação dos dados ambientais disponíveis:

- Um conjunto de dados validados para estudos de avaliação de risco à saúde humana e ecológico;
- Um Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente (PISMA), a ser definido a partir da necessidade de se obterem dados para a área alvo em estudo. O Plano de Investigação será elaborado conforme as necessidades de cada área alvo, definidas a partir da avaliação das questões "a" a "e" apresentadas acima, visando complementar as lacunas identificadas. Por exemplo, a investigação poderá ser focada em: matrizes ambientais específicas para as quais não existem dados

disponíveis; coleta de dados em regiões específicas dentro da área alvo em estudo; garantir a representatividade dos dados disponíveis; ou uma combinação de diversas lacunas. Este plano será desenvolvido de tal forma que as ações e amostragens sejam integradas e sirvam para geração da base de dados para as avaliações de risco à saúde humana e para a avaliação de risco ecológico, considerando as diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010) e RAGS ARSH (USEPA, 1989a), bem como RAGS ARE (USEPA, 1997). Amostras como a de solo superficial serão obtidas em campo de tal forma que estas sirvam para geração de resultados analíticos para as três metodologias citadas acima, ou seja, de maneira integrada e sem desconsiderar de forma alguma as indicações metodológicas que são a base da GAISMA.

3.2.4.2 Ensaio Ecotoxicológicos

Na GAISMA, os ensaios ecotoxicológicos têm por objetivo prever os possíveis impactos ou efeitos proporcionados pelos compostos presentes na lama, solo, sedimento e água superficial impactados pelo rompimento, englobando mecanismos, processos e respostas de química ambiental, ecologia e toxicologia, incluindo a distribuição, o comportamento e as alterações dos contaminantes no ambiente. Para isso, podem ser avaliados parâmetros letais e subletais, sobre espécies de diferentes níveis tróficos, com intuito de verificar os efeitos sobre os grupos biológicos distintos presentes no ambiente.

Serão empregadas em ensaios de ecotoxicidade espécies representando ecossistemas e níveis tróficos, gerando subsídios para uma melhor avaliação e caracterização dos efeitos agudos e crônicos de agentes tóxicos. Dentre os principais grupos de organismos que serão utilizados em ensaios laboratoriais, destacam-se: microalgas, microcrustáceos, peixes, macroinvertebrados e bactérias. Sendo assim, é fundamental que sejam validados os dados secundários de ensaios de ecotoxicidade considerando o descrito abaixo.

Monitoramento da Biodiversidade Aquática

Os ensaios devem ser realizados por laboratório acreditados pela NBR ISO 17025 e as amostragem deve estar em conformidade com as diretrizes estabelecidas na norma NBR ABNT 15469:2015 e o Guia nacional de coleta e preservação de amostras ANA (2011). Deverão ser incorporados ensaios de ecotoxicidade em água superficial que envolvam 4 níveis tróficos: a alga *Raphidocelis subcapitata* (ensaio crônico conforme ABNT NBR 12648:2016), os microcrustáceos *Daphnia similis* (ensaio agudo conforme 12713:2016) e *Ceriodaphnia dubia* e *Ceriodaphnia silvestrii* (ensaio crônico conforme ABNT NBR 13373:2017), o peixe *Danio rerio*

(ensaio agudo conforme ABNT NBR 15088:2016) e a bactéria *Vibrio fischeri* (ensaio agudo conforme ABNT NBR 15411:2012). Os ensaios ecotoxicológicos em sedimentos devem ser realizados com todos os organismos descritos acima (exceto *Daphnia leavis* e *Ceriodaphnia silvestrii*) e ainda com *Hyalella azteca* (ensaio agudo conforme ABNT NBR 15470:2013). As metodologias utilizadas para cada organismo, assim como as análises e métodos estatísticos, são específicos para cada espécie e descritos a seguir:

Raphidocelis subcapitata

Metodologia: "ABNT NBR 12648 – Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica - Método de ensaio com algas (Clorophyceae), 2018."

Análises estatísticas: USEPA – Short Term methods for estimating the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. 5Th Edition. EPA-821-R02-012, 2002 e USEPA – Short term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. 5Th Edition. EPA-821-R02-013, 2002.

Método estatístico: Two Sample t-Test

Daphnia similis

Metodologia: "ABNT NBR 12713 - Método de ensaio com *Daphnia* spp (Crustácea, Cladóccera), 2016".

Análises estatísticas: USEPA – Short Term methods for estimating the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. 5Th Edition. EPA-821-R02-012, 2002 e USEPA – Short term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. 5Th Edition. EPA-821-R02-013, 2002.

Método estatístico: Wilcoxon's Rank Sum

Ceriodaphnia dubia

Metodologia: "ABNT – NBR 13373 - Método de ensaio com *Ceriodaphnia* sp. (Crustácea, Cladóccera), 2017."

Análises estatísticas: USEPA – Short Term methods for estimating the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. 5Th Edition. EPA-821-R02-012, 2002 e USEPA – Short term

methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. 5Th Edition. EPA-821-R02-013, 2002.

Método estatístico: Two Sample t-Test

Ceriodaphnia silvestrii - Espécie nativa

Metodologia: "ABNT – NBR 13373 - Método de ensaio com *Ceriodaphnia* sp. (Crustácea, Cladóceras), 2017." – Não acreditado

Análises estatísticas: USEPA – Short Term methods for estimating the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. 5Th Edition. EPA-821-R02-012, 2002 e USEPA – Short term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. 5Th Edition. EPA-821-R02-013, 2002.

Método estatístico: Two Sample t-Test

Danio rerio

Metodologia: "ABNT – NBR 15088 – Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade Aguda – Método de ensaio com peixes, 2016.".

Programa estatístico: Trimmed Spearman Karber

Método estatístico: Interpolação linear

Vibrio fischeri

Metodologia: "ABNT NBR 15411-3 – Ecotoxicologia Aquática – Determinação do efeito inibitório de amostras de água sobre a emissão de luz de *Vibrio fischeri* (Ensaio de bactéria luminescente). Parte 3: Método utilizando bactérias liofilizadas. Ensaio realizado com auxílio do Microtox 500, 2012.".

Método estatístico: Interpolação linear

Hyalella azteca

Metodologia: "ABNT – NBR 15470 – Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade em sedimento – Método de ensaio com *Hyalella azteca* (Amphipoda), 2013.".

Análises estatísticas: USEPA – Short Term methods for estimating the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine

organisms. 5Th Edition. EPA-821-R02-012, 2002 e USEPA – Short term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms. 5Th Edition. EPA-821-R02-013, 2002.

Método estatístico: Two Sample t-Test

3.2.4.2.1 *Ensaio Adicionais*

Ensaio ecotoxicológicos adicionais poderão ser necessários quando pertinentes, consistentes com as rotas de exposição ecológicas e quando o risco ecológico quantificado é não negligenciável (Ver Seção 3.4.3). Poderão ser executados os seguintes ensaios:

Ensaio Ecotoxicológicos na Lama de Rejeitos

Quando necessário e consistente com o modelo conceitual específico para a área alvo em estudo, estudos de ecotoxicidade na lama de rejeitos deverão ser orientados pelo disposto nos seguintes documentos:

- Norma ABNT NBR 10.004:2004 (item 4.2.1.4), e alterações posteriores;
- NORMA ABNT NBR 15469:2015 – Ecotoxicologia – Coleta, preservação e preparo de amostras para ensaios ecotoxicológicos.
- Guia *Hazardous Waste Test Methods* / SW-846 (<https://www.epa.gov/hw-sw846/sw-846-compendium>);

Ensaio de Genotoxicidade em Solos/Sedimentos e ou Rejeitos

Quando necessário e consistente com o modelo conceitual específico para a área alvo em estudo, após conclusões da FASE III GAISMA, os ensaios de genotoxicidade devem ser realizados com base no guia OECD *Guidelines for the Testing of Chemicals*:

- Sensibilização cutânea em cobaias OECD 406 (1992)
- Teste de Micronúcleos em células de mamíferos *in vivo* OECD 407 (2008)
- Teste de Mutação Reversa em *Salmonella typhimurium* (AMES) OECD 471 (1997) ABNT NBR 15537, 2014/ABNT NBR 15469, 2015
- Toxicidade cutânea aguda para ratos OECD 402 (2017)
- Toxicidade dermal para ratos - Doses repetidas (21/28 dias) OECD 410 (1981)
- Toxicidade inalatória aguda para ratos OECD 403 (2009).

- Toxicidade para ratos doses repetidas - 28 dias - dose limite OECD 407, 2008. Toxicidade oral aguda para ratos OECD 423 (2001).

Os testes acima devem obedecer às alterações do CONCEA (setembro/2019), sendo realizados *in vitro*, quando possível, ou substituídos por testes equivalentes.

3.2.4.3 Dados do Meio Físico

A validação dos dados do meio físico disponíveis será conduzida de forma a gerar uma base de dados dos compartimentos de interesse a serem investigados na FASE II do GAISMA, caso necessário, e utilizados na FASE III. As metodologias de aquisição de dados deverão ser suficientes para geração de uma base de dados ambientais que possa ser utilizada para a Avaliação de Risco à Saúde Humana (MS, 2010), Avaliação de Risco a Saúde Humana (USEPA, 1989a) e Avaliação de Risco Ecológico (USEPA, 1997).

Os parâmetros do meio físico a serem avaliados e validados devem estar relacionados às características geológicas, hidrogeológicas e hidrológicas que podem influenciar o comportamento e o transporte do contaminante no meio físico.

Neste contexto será avaliado:

a) **Solo e rocha** - A descrição pedológica e litológica da área deve seguir o descrito na ABNT NBR 15492 (Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - Procedimento), bem como estar adequada para possibilitar a caracterização do comportamento dos contaminantes no meio físico, sendo necessário, para tanto:

- Verificar se as amostras de solo superficial foram coletadas até no máximo 10 centímetros de profundidade;
- Verificar se os pontos de amostragem nas áreas não impactadas foram definidos nas mesmas condições geomorfológicas relativas à área impactada;
- Verificar se o número e a distribuição das sondagens realizadas são adequados;
- Verificar se a descrição das sondagens ambientais foi feita pela identificação de extratos diferenciados ao longo do perfil de sondagem identificando o que é solo natural e lama de rejeitos, quando essa estiver presente;

- Verificar se para cada extrato descrito acima foi obtida amostra representativa para análise textural;
 - Verificar se as amostras de solo subsuperficial destinadas à análise química obtidas em um determinado perfil de sondagem foram coletadas para cada extrato descrito no perfil de sondagem;
 - Verificar se as profundidades alcançadas pelas sondagens ultrapassaram a espessura local da lama de rejeito, quando esta ocorrer, e se a descrição do material amostrado foi realizada adequadamente;
 - Verificar a consistência da interpretação dos dados geofísicos, quando disponíveis;
 - Verificar se na interpretação da geologia local foram levadas em consideração as características geológicas regionais;
 - Verificar se na interpretação da geoquímica local foram levadas em consideração as características geoquímicas regionais;
 - Verificar a qualidade e consistência dos dados provenientes das determinações realizadas para cada uma das camadas representativas para a caracterização do solo e rocha sã (quando aplicável), tais como granulometria, pH, potencial redox, fração de carbono orgânico, capacidade de troca catiônica (CTC), densidade aparente, umidade, permeabilidade, porosidade total e efetiva.
- b) **Aquífero** - A caracterização hidrogeológica da área alvo em estudo deve ser avaliada, quando pertinente no Modelo Conceitual da área alvo em estudo, visando ao entendimento do comportamento dos contaminantes, sendo necessário, para tanto, verificar:
- A instalação dos poços de monitoramento, conforme a ABNT NBR 15495-1 e 15495-2 (Poços de Monitoramento de Águas Subterrâneas em Aquíferos Granulares), quando existentes;
 - A classificação do aquífero, conforme a Resolução Conama nº 396/2008 e suas revisões posteriores;
 - Verificar se na interpretação da hidroquímica local foram levadas em consideração as características hidroquímica regionais;

- Quando disponível, se o mapa potenciométrico foi elaborado adequadamente, considerando o número de pontos de medição de nível d'água, a data de medição e o nivelamento dos poços;
 - Quando disponível, se a geometria das linhas equipotenciais é consistente com a geologia e o relevo locais e se possibilita a identificação de áreas de recarga ou descarga eventualmente existentes ao longo da seção do rio compreendida na Área Alvo em estudo;
 - Quando disponível, se o sentido de fluxo das águas subterrâneas é consistente, considerando a potencimetria;
 - Se a taxa de infiltração/recarga, porosidade efetiva, condutividade hidráulica, carga hidráulica, espessura saturada e gradiente hidráulico foram determinados ou se foram estimados. Em caso de estimativa, verificar a adequação desses parâmetros para o uso pretendido e a fonte de dados, caso contrário, verificar se a quantidade de dados é suficiente e identificar se a metodologia utilizada para as determinações foi a adequada;
 - Quando previsto e identificado no Modelo Conceitual da área alvo em estudo, aquíferos profundos devem ser avaliados quanto as suas características e utilização, em caso de aquíferos confinados e semi-confinados, verificando a possibilidade de estarem conectados com o aquífero livre;
 - A existência de aquitardes, aquicludes e aquíferos suspensos, estabelecendo a conexão entre eles;
 - A existência e localização de poços de captação de água subterrânea, suas características construtivas, dados de produção, dados de teste de bombeamento, informações sobre zona de captura, bem como a geologia a eles associada;
 - Se foram realizadas determinações de granulometria, pH, potencial redox, carga hidráulica, condutividade hidráulica, espessura saturada, gradiente hidráulico e porosidade efetiva, e caso necessário a fração de carbono orgânico.
- c) **Águas superficiais** – Para os corpos d'água encontrados na área alvo em estudo, será necessário verificar:

- O enquadramento, conforme a Resolução Conama nº 357/2005, e suas revisões posteriores;
 - O sentido de escoamento e sua relação com o sistema de drenagens regional;
 - A vazão do corpo d'água (preferencialmente a $Q_{7,10}$ - vazão mínima de 7 dias seguidos em um período de recorrência de 10 anos), para o caso de rios;
 - Sua perenidade e a vazão de recarga ou descarga associada ao aquífero local, caso necessário;
 - A largura e a profundidade do corpo d'água, caso necessário;
 - As variações de maré, quando aplicável;
 - Os resultados de determinações realizadas, tais como pH, condutividade elétrica, potencial redox, oxigênio dissolvido, temperatura, sólidos totais em suspensão e dissolvidos.
- d) **Ar** - As características do compartimento ar e do clima da área de interesse devem ser avaliadas visando ao entendimento do comportamento dos contaminantes, quando aplicável, sendo necessário verificar:
- A velocidade média, a direção e o sentido predominante dos ventos;
 - Se a rosa dos ventos foi apresentada;
 - A temperatura média do ar;
 - A umidade relativa do ar;
 - A pressão atmosférica;
 - A taxa de precipitação média anual, a taxa de infiltração, evapotranspiração e escoamento superficial;
 - As variações sazonais associadas ao ciclo hidrológico;
 - A morfologia da área de interesse.

3.2.4.4 Conclusões da avaliação e validação dos dados disponíveis

Avaliadas essas questões, serão definidos dois produtos principais da avaliação e validação dos dados ambientais disponíveis:

- Um conjunto de dados validados para estudos de avaliação de risco à saúde humana e risco ecológico;
- Um Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente (PISMA), a ser definido a partir da necessidade de se obterem dados para a área alvo em estudo. O Plano de Investigação será elaborado conforme as necessidades de cada área alvo, definidas a partir da avaliação das questões "a" a "d" apresentadas acima, visando complementar as lacunas identificadas. Por exemplo, a investigação poderá ser focada em: matrizes ambientais específicas para as quais não existem dados disponíveis; coleta de dados em regiões específicas dentro da área alvo em estudo; garantir a representatividade dos dados disponíveis; ou uma combinação de diversas lacunas.

3.2.5 PRODUTOS FASE I

Todas as etapas da FASE I serão descritas em um relatório. Os principais produtos dessa fase são:

- Identificação, descrição e classificação das preocupações da comunidade (Ver Seção 3.2.3.2);
- Modelos Conceituais específicos (MC_{SH} e MC_{EC}) da área alvo em estudo (Ver Seção 3.2.3.3);
- Conjunto de dados validados para uso em ARSH e ARE, quando aplicável;
- Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente (PISMA), quando aplicável.

3.2.5.1 Produto: Conjunto de dados validados para uso em ARSH e ARE

O conjunto de dados validados para a área alvo em estudo será utilizado para a condução da etapa de Análise Exploratória de Dados da Fase II da GAISMA (Ver Seção 3.3.2), quando necessária a realização dessa etapa.

Caso a análise de suficiência dos dados existentes indique que é necessária a obtenção de dados para a área alvo em estudo, será executado o Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente (PISMA) como etapa inicial da FASE II da GAISMA.

3.2.5.2 Produto: Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente

O Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente (PISMA) será elaborado com base na avaliação de suficiência de dados (Letra e da Seção 3.2.4.1 deste documento).

A premissa de elaboração do plano de investigação é complementar a representatividade do conjunto de dados disponíveis para a área alvo em estudo, considerando as necessidades de representatividade de cada matriz ambiental. A seleção dos pontos de coleta de amostras para cada matriz ambiental terá como base a avaliação estatística e geoestatística de representatividade, conforme definido Seção 3.3.2. Os pontos de coleta de amostras selecionados para a complementação do conjunto de dados deverão ser identificados com nomenclatura única, em mapas, com as respectivas coordenadas geográficas, incluindo as informações mínimas para georreferenciamento (ex.: notação; zona UTM).

O desenvolvimento do Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente (PISMA) na GAISMA será desenvolvido seguindo três critérios básicos:

1. Definição do primeiro grupo de pontos de amostragem associados e definidos com base nos resultados da Identificação das Preocupações da Comunidade (item 3.2.3.2), bem como nos modelos conceituais consolidados após a etapa descrita no item 3.2.3.3. Esta malha de amostragem visa cumprir especificamente o descrito nas Diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010);
2. Definição do segundo grupo de pontos de amostragem associados e definidos com base no MC_{SH} final e consolidado após a etapa descrita no item 3.2.3.3, tendo como foco cumprir as demandas de amostragem previstas no RAGS para ARSH (USEPA, 1989a) e complementar as demandas descritas nas Diretrizes do Ministério da Saúde (MS, 2010), quando necessário;
3. Definição do terceiro grupo de pontos de amostragem associados e definidos com base no levantamento de dados secundários sobre fauna, flora, ictiofauna e espécies alvo, bem como no MCA_{ESP} final e consolidado. Esta malha de amostragem visa cumprir as demandas de amostragem previstas no RAGS para ARE (USEPA, 1997).

Na GAISMA está prevista a definição de uma estratégia de aquisição de dados apropriada para avaliação de risco quantitativa considerando as Diretrizes do Ministério da Saúde e os RAGS para ARSH e ARE da USEPA. A definição da

localização e quantidade de pontos deverá ser consistente e garantir a redução das incertezas associadas à avaliação do risco, e ser suficiente para este propósito.

Neste contexto, métodos estatísticos e geoestatísticos para definição do número mínimo de amostras a serem coletadas e sua distribuição espacial foram considerados no item 3.3.2 para definição dos planos de amostragens que garantam a suficiência de dados para todos os compartimentos do meio físico e ambientais de interesse para avaliação de risco. O item supra mencionado foi desenvolvido com base nos documentos: "*Methods for Evaluating Attainment of Cleanup Standards For Soils and Solid Media*" (USEPA, 1989c); "*Data Quality Assessment: Statistical Methods for Practitioners*" (USEPA, 2006).

Na GAISMA, todos os dados secundários gerados em estudos anteriores são utilizados, após processo de validação, para definição da representatividade estatística e geoestatísticas, e no planejamento do PISMA a ser executado.

Uma vez executado o PISMA, a abordagem geoestatística e estatística descrita no item 3.3.2, é novamente aplicada aos dados gerados pelo PISMA visando avaliar a necessidade de aquisição de amostras complementares. Caso esta necessidade seja identificada, está previsto na GAISMA o retorno ao campo para aquisição de novas amostras da matriz ambiental que apresentou insuficiência de dados. O retorno ao campo será realizado até que todas as matrizes ambientais apresentem resultados suficientes e válidos para o desenvolvimento das Avaliações de Risco considerando as Diretrizes do Ministério da Saúde, o RAGS para ARSH e o RAGS para ARE.

Para as análises laboratoriais, conforme destacado na Seção 3.2.4.1, somente serão aceitos na GAISMA, para fins de avaliação de risco à saúde humana, resultados analíticos laboratoriais gerados por laboratórios que possuam acreditação ABNT NBR ISO 17.025:2017, considerando a lista de substâncias químicas e matrizes ambientais previstas nos modelos conceituais gerado na FASE I, os Limites de Quantificação (LQ) da amostra sempre menores que os Padrões Legais Aplicáveis (PLA) correspondentes conforme item 3.3.3.1. Para a avaliação de risco ecológico, poderão ser aceitos resultados de laboratórios sem acreditação ABNT NBR 17.025:2017, desde que seja feita validação dos procedimentos laboratoriais com base nos critérios estabelecidos por essa norma.

O PISMA deverá contemplar métodos padronizados de coleta de amostras ambientais e de compartimentos do meio físico, conforme descrito a seguir:

[1]SOLO SUPERFICIAL

A sondagem deverá ser executada de acordo com ABNT NBR 15.492:2007 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental – procedimento.

As amostras de solo superficial deverão ser compostas por oito amostras coletadas a partir de um círculo previamente definido em um ponto de amostragem, e não deverá ser obtida em uma profundidade maior que 10 centímetros da superfície do terreno.

O material coletado deverá ser descrito em toda a extensão perfurada, de acordo com o Anexo A (normativo) – Litografia do Perfil de Sondagem da ABNT NBR 15.492:2015 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - procedimento.

Após a retirada da amostra coletada em recipiente plástico descartável (liner), deve ser usada uma ferramenta de corte para a confecção de uma abertura longitudinal no mesmo que permita identificar visualmente qual(is) a(s) porção(ões) do liner é(são) mais apropriada(s) para a coleta de amostras de solo para envio para análises químicas de interesse (NBR 16434:2015).

[2]SOLO SUBSUPERFICIAL

A sondagem deverá ser executada de acordo com ABNT NBR 15.492:2015 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental – procedimento. As amostras de solo subsuperficial deverão ser coletadas no ponto que representa o centro do círculo definido para a coleta de amostras de solo superficial.

O material perfurado deverá ser descrito em toda a extensão perfurada, de acordo com o Anexo A (normativo) – Litografia do Perfil de Sondagem da ABNT NBR 15.492:2007 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - procedimento.

Após a retirada da amostra coletada em recipiente plástico descartável (liner), deve ser usada uma ferramenta de corte para a confecção de uma abertura longitudinal no mesmo que permita identificar visualmente qual(is) a(s) porção(ões) do liner é(são) mais apropriada(s) para a coleta de amostras de solo para envio para análises químicas de interesse (NBR 16434:2015).

[3]SEDIMENTO SUPERFICIAL

Preferencialmente a coleta de sedimentos deverá ser realizada nas margens dos rios conforme descrito no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas (2011).

Nos pontos selecionados com base no critério descrito acima, tubos de PVC (1,5") de 5 cm de comprimento serão totalmente enterrados, em sentido vertical, nos sedimentos. A parte superior do tubo enterrado, faceando a superfície do sedimento, é, então, fechada com caps plástico de pvc (1,5").

[4]SEDIMENTO SUBSUPERFICIAL

Preferencialmente a coleta de sedimentos deverá ser realizada nas margens dos rios conforme descrito no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas (2011).

As amostras de sedimento subsuperficial deverão ser coletadas através de sondagens, executadas de acordo com ABNT NBR 15.492:2015 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental – procedimento. As amostras devem ser coletadas no mesmo ponto de coleta da amostra de sedimento superficial.

O material perfurado deverá ser descrito em toda a extensão perfurada, de acordo com o Anexo A (normativo) – Litografia do Perfil de Sondagem da ABNT NBR 15.492:2007 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - procedimento.

Após a retirada da amostra coletada em recipiente plástico descartável (liner), deve ser usada uma ferramenta de corte para a confecção de uma abertura longitudinal no mesmo que permita identificar visualmente qual(is) a(s) porção(ões) do liner são mais apropriada(s) para a coleta de amostras de solo para envio para análises químicas de interesse (NBR 16434:2015).

[5]ÁGUA SUBTERRÂNEA

Amostragem de água subterrânea deverá ser realizada por baixa vazão, seguindo diretrizes da norma ABNT NBR 15847:2010 - Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento - Métodos de purga, de 21 de julho de 2010, complementando o procedimento pode ser usada a Norma ASTM D 6634-01.

[6]ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

A coleta de amostras de água para consumo humano será realizada em residências das localidades de interesse para o estudo. Deverão ser utilizados os procedimentos descritos no "Guia Nacional de Coleta e

Preservação de Amostras” da ANA (2011), que estão alinhados com a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (MS, 2016).

Nos pontos de coleta deverão ser coletadas amostras em quantidade de 500 mililitros diretamente para frasco de vidro âmbar, previamente limpos, fechadas com tampas rosqueadas de poliestireno revestidas com Teflon®, sem deixar espaços vazios.

É importante fixar o ponto de amostragem antes das caixas d’água das residências e antes da tubulação internas dessas residências, para evitar interferências relacionadas à manutenção, idade e limpeza da tubulação e caixas d’água particulares, o que pode introduzir um falso positivo e alterar os resultados analíticos.

[7]ÁGUA SUPERFICIAL

A amostragem de água superficial em rios deverá seguir os procedimentos apresentados no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da Agência Nacional de Águas (ANA, 2011), bem como as normas ABNT NBR 9.897:1987 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores, e ABNT NBR 9.898:1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. No caso de amostras que não podem sofrer aeração, a garrafa de Van Dorn de fluxo horizontal deverá ser empregada.

[8]POEIRA DOMICILIAR

A coleta de amostras de poeira domiciliar deverá seguir os métodos apresentados na normativa definida pela *American Society for Testing and Materials International* (ASTM International) em seu procedimento D7144.

[9]ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL E VEGETAL

A coleta de amostras de alimentos de origem animal, com exceção de peixes, será realizada junto aos pequenos produtores da área alvo em estudo e em localidades onde houver criação de animais. Os procedimentos de coleta serão procedimentos específicos de cada tipo de alimento de origem animal.

ICTIOFAUNA

Os peixes deverão ser coletados utilizando-se redes de espera, tarrafa e peneira. Os espécimes capturados serão acondicionados em gelo e, após imobilização do animal, serão fixados com solução de formalina 10% para posterior conservação em álcool 70%. Nos pontos de coleta de peixes, será monitorada na superfície da coluna d’água as variáveis limnológicas como

pH, temperatura, potencial oxi-redução (ORP), oxigênio dissolvido (OD), utilizando-se sondas multiparamétricas digitais. Também deverá ser medida a profundidade na área da coleta com um equipamento do tipo PIU com fita graduada. Os espécimes coletados deverão ser identificados através de bibliografias especializadas, tais como os trabalhos de Fowler (1941, 1951), Lucena (2003), Malabarba (2004), Piorski et al. (1998), Reagan (1904, 1911), Reis (1989d) e Vari (1989b). A situação taxonômica atual das espécies identificadas será verificada através do site do projeto FISHBASE (www.fishbase.org) mantido pela FAO. Além disso, será feito um registro fotográfico de cada espécie. Deverá ser realizada a análise morfológica e análise qualitativa e quantitativa dos indivíduos por espécie com medições de tamanho com fita métrica. Os indivíduos coletados devem obedecer ao intervalo de tamanho padrão estabelecido para a espécie. A dissecação dos exemplares de peixes deverá ser realizada com instrumentos como bisturi, tesoura, faca, táboa, bandejas em área reservada. Primeiramente deverá ser coletado um "bloco" de músculo da região dorsal, imediatamente após a nadadeira dorsal, com medida aproximada de 2 x 2 cm, sem que haja a remoção da pele ou de escamas. A quantidade de amostra biológica de tecido de peixe dissecado deverá ser de até 200 g. Em seguida será coletado o fígado inteiro do animal, sendo extraído pela barriga, com corte longitudinal. O armazenamento das amostras deverá ser feito enrolando as amostras em papel alumínio (pré-lavado) e armazenando-as em sacos plásticos fechados hermeticamente. Somente as amostras para compostos orgânicos, quando necessárias, serão enroladas com papel alumínio. Amostras para análise química de metais não serão armazenadas em papel alumínio, e sim, diretamente nos sacos plásticos hermeticamente fechados. Os espécimes capturados deverão ser acondicionados em gelo e serão fixados com solução de formalina 10% para posterior conservação em álcool 70%.

VEGETAIS

A coleta de amostras de vegetais será realizada junto aos pequenos produtores da área alvo em estudo, em localidades onde houver plantio de espécies mais consumidas pela população e em regiões utilizadas para agricultura extensiva. Após a coleta, as amostras serão meticulosamente lavadas com água destilada e deionizada para limpeza total de poeira ou da terra, e secadas com papel toalha. Após a lavagem e secagem, as amostras de vegetais serão embaladas em saco plástico com zip. Para garantia de representatividade destas amostras, uma amostra a ser enviada para

análise química será composta por no mínimo três amostras da mesma espécie vegetal por local de amostragem.

[10] AMOSTRAGEM DA MASTOFAUNA NÃO VOADORA

Quando necessária e consistente com o modelo conceitual específico para a área alvo em estudo, no grupo da mastofauna serão amostrados os mamíferos não-voadores de pequeno, médio e grande porte. Todas as espécies registradas devem ser caracterizadas quanto ao interesse conservacionista (espécies ameaçadas, endêmicas, de distribuição restrita etc.). A partir dos dados coletados, devem ser elaboradas curvas de acúmulo de espécies e utilizados estimadores de riqueza (Bootstrap, Jackknife 1 e 2, Chao 1 e 2). A taxonomia a ser utilizada para a classificação das espécies deve seguir Paglia et al. (2012).

- **Pequenos Mamíferos:** Quando necessária e consistente com o modelo conceitual específico para a área alvo em estudo, para a amostragem das espécies de pequenos mamíferos será adotado o modelo de captura-marcação-recaptura (CMR) (MOURA, 1999, 2003; PARDINI et al., 2005), por meio do uso de armadilhas de captura viva (live traps). Devem ser usadas as armadilhas nos modelos gaiola de arame galvanizado (tipo gancho) e sherman, de dimensões 32x15x15cm (comprimento, largura e altura) e 25x8x9cm (comprimento, largura e altura), respectivamente. A área em estudo deverá ser dividida em parcelas de 250m, sendo que em cada uma das parcelas serão instalados 25 postos de captura, distantes entre si 10 m e próximos ao corredor central. Em cada posto de captura será instalada uma armadilha, alternando-se entre solo e sub-bosque. Também devem ser instaladas armadilhas no dossel a cada 50 metros. No caso de o ambiente amostrado não oferecer as condições adequadas para a instalação da armadilha em média altura, esta deve ser instalada no estrato terrestre. A alternância das armadilhas em estratos diferentes visa à captura das espécies terrestres, arborícolas e escansoriais (FONSECA & KIERULFF, 1988; MOURA, 1999; GRELLÉ, 2010; ÁSTUA et al., 2006). Os indivíduos capturados, seja nas armadilhas live trap ou pitfall trap, devem ser sexados, marcados com brincos numerados e tomadas as seguintes medidas: massa corporal (em gramas), comprimento cabeça-corpo, cauda, pata posterior com e sem garra e orelha (em milímetros). A condição reprodutiva deve

ser identificada entre as categorias grávida, lactante ou inativa para as fêmeas e testículos escrotados ou não para os machos. A classe etária deve ser definida entre infante, juvenil ou adulto. Estes dados devem ser anotados para cada espécime capturado em planilhas padronizadas. Após este procedimento, os animais serão soltos no mesmo local de captura. Os dados dos pequenos mamíferos serão analisados qualitativa e quantitativamente por segmento amostrado (1 a 4), através de abundância e índices ecológicos, além de cálculos de esforço amostral e sucesso de captura. As amostragens com armadilhas devem ter duração de cinco noites consecutivas por campanha, totalizando esforço de 150 armadilhas-noite por parcela. As armadilhas serão iscadas com pedaços de abacaxi ou banana e óleo de fígado de bacalhau, fornecendo fontes de alimento proteicos e vegetais para atraírem espécies de diferentes hábitos alimentares. As armadilhas devem ser vistoriadas em todas as manhãs e as iscas repostas após cada captura ou sempre que necessário.

- **Amostragem de Mamíferos de médio e grande porte:** Quando necessária e consistente com o modelo conceitual específico para a área alvo em estudo, para a amostragem de mamíferos de médio e grande porte deve ser usado o método de transecção linear, seguindo a técnica de amostragem de distâncias (Distance Sampling; Buckland et al., 2001). Os caminhamentos devem ser feitos por todo o comprimento dos transectos (1 a 5 km, portanto) dos sítios de amostragem durante a manhã (antes do nascer do sol) e à tarde (até o período crepuscular), com intervalo mínimo de 3 horas entre as caminhadas, de maneira silenciosa e com velocidade de cerca de 1 km/h (PIMENTA e LIMA, 2019). Quando do avistamento de um animal, devem ser anotados a data, o sítio, o módulo, a trilha e o ponto na trilha, a espécie e a distância perpendicular (P), com o auxílio de uma trena de 50 m, para as espécies terrestres. Para as espécies arborícolas deve ser medido o ângulo de avistamento (θ) com auxílio de um clinômetro, a distância do avistamento e a altura da árvore, permitindo cálculo posterior da distância perpendicular (P) do animal arborícola até o transecto (Buckland et al., 2001). No caso de espécies sociais, deve ser anotado o número de indivíduos no bando. O segundo método para a amostragem

deste grupo será a busca por evidências diretas e indiretas, considerada por Cheida & Rodrigues (2010) como uma metodologia não invasiva e capaz de fornecer dados confiáveis sobre composição da mastofauna local. Os vestígios de mamíferos silvestres, como fezes, tocas e pegadas, são comumente encontrados em campo e podem fornecer uma identificação segura da espécie que os produziu. Os registros de evidências diretas e indiretas devem ter anotados a data, módulo, trilha, posição na trilha, tipo de registro (pegada, visualização) e características do ambiente (seguindo o padrão de planilhas de dados mencionado anteriormente). Sempre que possível, as evidências devem ser fotografadas. Para identificação de pegadas, serão utilizados guias de campo, como Becker & Dalponte (1999), Borges & Tomas (2004) e Oliveira & Cassaro (2005). Para verificar a estrutura e a composição dos mamíferos de médio e grande porte devem ser utilizadas também armadilhas fotográficas. Deve ser instalada uma armadilha fotográfica em cada parcela dos sítios de amostragem; portanto, o número de armadilhas em cada módulo irá depender do tamanho do módulo em cada sítio de amostragem. O Parecer Técnico define que as armadilhas devem permanecer em funcionamento por 30 dias consecutivos a cada campanha, em cada uma das parcelas amostrais, sendo retiradas no 31º dia. Para tanto, devem ser checadas de 15 em 15 dias para manutenção, limpeza, troca de pilhas e troca de cartão de memória. O Parecer também define que armadilhas eventualmente furtadas sejam imediatamente substituídas, avaliando-se novo local para instalação. As armadilhas devem ser instaladas a aproximadamente 50 cm do solo, fixadas a árvores ou troncos. Cada armadilha deve ser programada para disparos automáticos, com intervalos de cinco minutos entre as fotos, e funcionamento de 24 horas. O esforço de amostragem das armadilhas será equivalente ao total de dias de funcionamento, calculado com os minutos e as horas registradas da primeira à última fotografia (câmera-dias). No local de instalação de cada armadilha devem ser anotados a data de instalação, o sítio, o módulo, a trilha, a parcela e características do ambiente. O uso de armadilhas fotográficas permite que o pesquisador tenha acesso constante à presença de animais nos pontos onde as

máquinas foram instaladas, com registro do dia e hora de ocorrência e, inclusive, durante a noite, quando a maioria das espécies de mamíferos de médio e grande porte encontra-se ativa (CHEIDA & RODRIGUES, 2010).

[11] AMOSTRAGEM DE MASTOFAUNA VOADORA

Quando necessária e consistente com o modelo conceitual específico para a área alvo em estudo, os levantamentos de morcegos serão realizados por captura em redes de neblina e por busca por abrigos (PIMENTA e LIMA, 2019). Os mamíferos voadores são representados pelas espécies de morcegos da ordem Chiroptera (WILSON & REEDER, 2005).

A principal metodologia utilizada para a amostragem de morcegos é o uso de redes de neblina em todas as parcelas. Devem ser instaladas 13 redes de neblina em cada parcela, com dimensões de 10 m de comprimento, 3 m de altura e malha de 32 mm. Em caso de indisponibilidade de redes com a descrição acima no mercado, poderão ser utilizadas redes com as dimensões de 9 ou 12 metros, desde que o total seja de 130 metros (PIMENTA e LIMA, 2019). As redes devem ser instaladas ao longo do corredor central das parcelas e devem permanecer abertas durante 6 horas por noite, incluindo 30 minutos de luminosidade, sendo inspecionadas em intervalos máximos de 20 minutos. As redes serão abertas por uma noite em cada parcela por cada campanha. A amostragem também poderá ser feita no período diurno por meio de busca ativa em possíveis abrigos de morcegos (e.g. cavidades naturais existentes, ocos de árvores, troncos caídos, galhos pendendo próximo à água, superfícies abaxiais de folhas de palmeiras e helicônias, folhas jovens em brota, debaixo de pontes, em casas habitadas e abandonadas). Serão investigados, ainda, potenciais abrigos com auxílio de lanternas de mão e de cabeça e, como alternavas, no caso de eventual necessidade de capturar indivíduos, podem ser usadas redes de neblina na saída destes abrigos ou um puçá com cabo de extensão regulável.

Ressalta-se que esta amostragem terá caráter qualitativo, uma vez que a padronização do esforço é impossibilitada pela diferente disponibilidade e natureza dos abrigos nos diferentes sítios de amostragem. Este método, portanto, será útil na complementação da lista de espécies, mas pode não permitir o uso dos dados em testes comparativos ou na construção de estimativas de riqueza. Os indivíduos capturados, seja por meios das redes de neblina ou da busca por abrigos,

devem ser medidos com paquímetros com precisão de 0,01 mm e pesados com dinamômetros de 50 g, 100 g ou 300 g de capacidade, dependendo do porte do animal. As medidas a serem tomadas para cada indivíduo coletado (em milímetros) são as seguintes:

- ✓ Comprimento do antebraço (AN) – medida desde a articulação úmero-rádio e ulna até a articulação dos ossos da ulna com os metacarpos;
- ✓ Comprimento total (CT) – medida desde a ponta do focinho até a extremidade caudal do corpo;
- ✓ Comprimento da cauda (CA) – quando presente, a partir de sua inserção com a extremidade caudal do corpo até a última vértebra caudal;
- ✓ Comprimento do pé – medida desde a articulação do tarso com tíbia até a ponta da garra mais longa;
- ✓ Comprimento da orelha – medida desde a chanfradura ventral até a ponta da orelha.

Os morcegos serão classificados em adultos ou juvenis de acordo com a ossificação das epífises dos ossos longos dos membros anteriores. As condições reprodutivas das fêmeas serão determinadas através de palpação do abdome (verificação de gravidez) e observação das mamas: mamas secretando leite, mamas desenvolvidas e escuras (não secretando leite), mamas pouco desenvolvidas. As fêmeas serão categorizadas em adultas (sem evidências de gravidez anterior, porém com epífises ossificadas), grávidas, lactantes (mamas secretando leite), pós-lactantes (mamas desenvolvidas não-secretoras) e juvenis (inativas). Para os machos, será observado se os testículos estão escrotados nos adultos potencialmente ativos, se não-escrotados nos adultos inativos e não-escrotados nos juvenis.

Os animais capturados serão identificados conforme Vizzoto & Taddei (1974), Albuja (1982), Simmons & Voss (1998), Lim & Engstrom (2001) e outros. Após anotação do local de captura e da conclusão dos demais procedimentos de biometria e identificação, os animais devem ser anilhados e soltos no local de captura. Os morcegos devem ser marcados por meio de anilhas de plástico coloridas nos antebraços (MUNÓZ-ROMO, 2006).

Quando da impossibilidade de identificação em campo ou coleta por interesse científico, os animais devem ser preparados para servir de

material testemunho. Deve ser coletado material biológico (fígado e/ou músculo) de todos os exemplares coletados, visando o máximo aproveitamento em termos de coleta e manutenção de informações biológicas de cada animal selecionado para eutanásia (PIMENTA e LIMA, 2019).

[12] RÉPTEIS E ANFÍBIOS

Quando necessária e consistente com o modelo conceitual específico para a área alvo em estudo, as amostragens de anfíbios e répteis devem ser realizadas nas parcelas de 250 m e nas trilhas. Estes animais devem ser amostrados por meio de transecção ao longo das parcelas, por meio do método de busca ativa visual e auditiva (PIMENTA e LIMA, 2019).

As parcelas devem ser amostradas nos períodos crepuscular e noturno (sendo o horário de início variável de acordo com o pôr do sol nas diferentes estações do ano). No início da procura em cada parcela ou trilha devem ser medidas a temperatura e umidade relativa do ar (com auxílio de termohigrômetro) e anotada a hora (PIMENTA e LIMA, 2019).

As parcelas devem ser percorridas lentamente com paradas a cada 5 ou 10 metros para busca ativa em todos os estratos da vegetação e no solo. Os indivíduos podem ser localizados visualmente ou pela audição de vocalizações, no caso específico de machos de anfíbios (PIMENTA e LIMA, 2019).

Quando da visualização, deve ser anotada a espécie e distância do observador até o animal. Ao final do percurso de cada parcela, devem ser novamente registrados os dados de temperatura e umidade do ar e hora de término. Os répteis e anfíbios também devem ser amostrados por meio das armadilhas de interceptação e queda (pitfall traps), seguindo o mesmo desenho, esforço e demais recomendações/instruções já descritos para as amostragens de pequenos mamíferos não-voadores.

Para diagnóstico mais abrangente de répteis em cada sítio, também devem ser realizadas transecções nas trilhas nos cinco dias da campanha. As transecções devem acontecer entre as 8:00 e 17:00 h para a captura de lagartos heliotérmicos e serpentes. Os deslocamentos entre as parcelas também irão permitir a busca por outras espécies/grupos funcionais dos répteis e anfíbios. A distância a ser percorrida dependerá do comprimento do transecto em cada sítio de amostragem (1 a 5 km).

Para cada animal avistado, devem ser anotados a data, o sítio, a hora, a trilha e o ponto na trilha e a espécie. Para as espécies semifossoriais deve ser utilizado o método de varredura em quadrantes padronizados.

Os indivíduos capturados devem ser marcados por meio da remoção de escamas, inserção subcutânea de implantes visíveis de elastômeros (visible implant elastomer – VIE; NAUWELAERTS et al., 2000; PENNEY et al., 2001) ou ablação de artelhos (apenas quando não for possível o uso das marcações anteriormente citadas), pesados, medidos em seu comprimento rostro-anal (em mm) e soltos no local de captura.

Pode vir a ser necessária a coleta de espécimes-testemunho e amostras de tecido da maioria das espécies registradas. Dessa forma, recomenda-se a criteriosa seleção das espécies a serem coletadas e do quantitativo de indivíduos, considerando-se a premissa de existência de impactos nas áreas afetadas e das coletas serem, ao menos parte, realizadas em unidades de conservação. Os espécimes coletados devem ser anestesiados e eutanasiados em lidocaína a 5%, fixados em formalina a 10% e preservados em álcool etílico 70%. A classificação taxonômica seguirá a nomenclatura utilizada nas listas de anfíbios e répteis brasileiros (SEGALLA et al., 2014; COSTA & BÉRNILS, 2015).

[13] AMOSTRAGEM DA AVIFAUNA

Quando necessária e consistente com o modelo conceitual específico para a área alvo em estudo, as aves serão consideradas como bioindicadores. As aves são excelentes bioindicadores da diversidade do ecossistema, pois estão em todos os biomas, ocupam uma grande variedade de nichos ecológicos, têm taxonomia bem estabelecida e comportamento relativamente conspícuo. Por isso, são utilizadas nos métodos de levantamentos qualitativos e quantitativos que objetivam os estudos ambientais (Vielliard et al., 2010).

Segundo o PROTOCOLO CEMAVE - Projeto de Monitoramento da Avifauna em Unidades de Conservação Federais do Bioma Caatinga, elaborado pelo ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade), em Janeiro de 2014, os métodos propostos para captura da avifauna, permitem observar tendências temporais, riqueza, composição e abundância das aves, parâmetros biológicos e ecológicos como densidade de espécies foco, saúde, alimentação, reprodução e genética e avaliação do entorno.

Os métodos a serem executados em campo serão:

- 1- Amostragem com redes de neblina e anilhamento
- 2- Lista de MacKinnon
- 3- Pontos de contagem por raio fixo

Redes de Neblina

O levantamento de dados das aves deve ser realizado com 13 redes de neblina em todas as parcelas dos sítios de amostragem. As redes de neblina deverão ter dimensões de 10 m de comprimento x 3 m de altura e 32 mm de malha, correspondente à metade do perímetro da malha, ou quadrados de 16 mm x 16 mm. Em caso de indisponibilidade de redes nessas dimensões, poderão ser usadas redes de 9 ou 12 metros, desde que sejam colocadas ao longo das parcelas totalizando exatos 130 metros.

As redes devem ser posicionadas ao longo do corredor central das parcelas e permanecer em aberturas por um dia em cada parcela e em cada campanha (períodos seco e úmido). As redes devem funcionar por 6 horas consecutivas, entre as 06:00 e 12:00, e vistoriadas a cada 30 minutos. Este intervalo deve ser reduzido para 15 minutos nos horários mais quentes (de 09:30 h às 12:00 h) e/ou em ambientes mais abertos (ROOS, 2010).

Os indivíduos capturados terão registrados o sexo, idade, presença de gordura, placa de incubação e parasitas e dados morfométricos. Após estes procedimentos, os espécimes devem ser soltos no mesmo local de captura.

O cálculo do esforço de captura com redes de neblina deve seguir Straube & Bianconi (2002), que adotam a unidade m².h, ou seja, multiplica-se a área da rede (comprimento da rede multiplicado por sua altura) pelo tempo de exposição (número de horas multiplicado pelo número de dias) e, por fim, pelo número de redes utilizadas.

Amostragem por listas de Mackinnon

A amostragem por listas de Mackinnon deve ser executada tanto nas parcelas quanto nos transectos, durante a manhã e também à tarde (entre 15:30 e 18:00). Os espécimes devem ser identificados por visualização, com auxílio de binóculos, e pela audição de vocalizações.

Sempre que possível, devem ser feitos registros fotográficos e gravações dos indivíduos em mídia digital (ou posteriormente digitalizadas por meio de técnicas que garantam a fidelidade dos atributos do canto), com uso de microfone direcional. As identificações dos espécimes registrados devem ser feitas com o auxílio de Ridgely & Tudor (1994), Peña & Rumboll (1998), Erize et al. (2006), Van Perlo (2009), Grantsau (2010a, b), Gwynne et al. (2010) e Del Hoyo et al. (2015).

Para a confirmação da identidade de espécies cujas vocalizações não sejam reconhecidas prontamente, pode ser utilizada a técnica de playback (PARKER, 1991), que consiste na reprodução da vocalização de uma determinada espécie para atrair o indivíduo vocalizante e permitir ao observador que faça sua identificação visual. O playback deve ser utilizado fora do momento da coleta de dados do ponto de escuta, de forma a não influenciar as amostras.

Segundo ICMBio (2014), sugere-se que sejam adotadas listas de 10 espécies, conforme Herzog et al. (2002). As listas de 10 espécies permitem aumentar o número de amostras e reduzem as chances de registros da mesma espécie na lista mais de uma vez (RIBON, 2010).

A abundância relativa das espécies será calculada por meio do Índice Pontual de Abundância (IPA), que corresponde ao número total de contatos obtidos para determinada espécie dividido pelo número total de amostras. Cada contato de uma amostra corresponde à ocupação de um território ou presença de um indivíduo ou grupo no raio de detecção da espécie no ponto (VIELLIARD & SILVA, 1990; VIELLIARD et al., 2010). Cada amostra representa a realização de um ponto de escuta. O IPA indica a abundância da espécie em função do seu coeficiente de detecção, sendo um valor relativo que permite comparações entre medidas da mesma espécie (em locais ou períodos diferentes) ou de conjuntos equivalentes de espécies entre comunidades semelhantes (VIELLIARD & SILVA, 1990; VIELLIARD et al., 2010).

Para se obter a frequência de ocorrência de cada espécie será calculado o Índice de Frequência nas Listas (IFL) por meio da divisão entre o número de listas de 10 espécies em que cada espécie ocorreu pelo número total de listas obtido, expresso em porcentagem (%). Assume-se que quanto mais comum for uma espécie, mais vezes ela será registrada nas listas e maior será seu IFL (RIBON, 2010).

Amostragem por ponto de contagem de raio fixo

Os dados quantitativos serão representados pela abundância relativa (número de indivíduos em relação à unidade amostral) (Ribon, 2010). A estimativa da abundância deve ser parte integrante de qualquer programa de monitoramento, pois pode ser utilizada como um indicador da condição do hábitat (Ralph et al., 1996).

Os pontos de escuta também devem ser executados nas parcelas, sendo um ponto no início e outro no final de cada parcela para diminuir a chance de recontagem de indivíduos entre os pontos (BIBBY et al., 1998; GREGORY et al., 2004; VIELLIARD et al., 2010). O tempo de permanência em cada ponto deve ser de 10 minutos, durante os quais devem ser registradas todas as espécies de aves observadas e/ou ouvidas e o número estimado de indivíduos de cada espécie (ICMBio, 2014). Os censos por pontos de escuta devem ser executados somente no período da manhã, desde o nascer do sol até por volta das 10:00 (POULSEN & KRABBE, 1998; ANJOS, 2007).

Amostragem de aves aquáticas

As contagens serão feitas ao longo do dia, de acordo com as condições de luz. Serão contadas as aves associadas a lagoas e barreiros. O esforço amostral em cada área será relativo, pois será utilizado o tempo para contar e registrar as aves encontradas no momento, sendo o tempo de permanência no local associado à abundância de aves e o tamanho da área (Guadagnin et al., 2005). As aves serão contadas segundo o método descrito por Bibby et al. (1992), em que o observador fica em um ponto fixo e conta os indivíduos de cada espécie com binóculos, registrados fotograficamente, se necessário.

Dependendo do tamanho da lagoa ou barreiro podem ser estabelecidos vários pontos, procurando-se, deste modo, estimar o número de aves aquáticas por contagem direta. O deslocamento entre os pontos de observação será realizado a pé. A escolha desses pontos será efetuada de forma a obter uma visualização total da área de cada lagoa, tentando sempre provocar o mínimo de agitação em relação às aves presentes.

Amostragem de aves noturnas

Em cada expedição serão realizadas amostragens noturnas variando o horário das observações entre o ocaso e o nascer do sol. As trilhas serão percorridas a pé, podendo-se utilizar *play back* para

as espécies mais comuns na região. Além dos dados anotados para outras espécies, a fase da lua e horário da atividade devem ser relacionados (Barros e Cintra, 2009). Será utilizado *playback* das vozes (gritos e cantos) das espécies noturnas possíveis de serem registradas no local, sendo que a sequência de vocalizações será categorizada de acordo com o tamanho das espécies, começando do menor para maior, evitando assim a inibição das pequenas espécies (Fink et al., 2012).

[14] AMOSTRAGEM DE ANELÍDEOS

Quando necessária e consistente com o modelo conceitual específico para a área alvo em estudo, anelídeos serão amostrados, sendo que será considerado como período de amostragem apenas à estação chuvosa. Deve ser seguido o método de coleta manual recomendado pelo Programa Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF), que preconiza a retirada de 10 monólitos de solo em cada parcela, distantes 25 metros entre si. Os monólitos devem ter 25 x 25 cm de lado e 20 a 30 cm de profundidade (ANDERSON & INGRAM, 1993). Em geral, a triagem de monólitos resulta em maior densidade (número de indivíduos) e biomassa de minhocas na camada amostrada em relação a outros tipos de extração.

No caso de avaliações qualitativas de minhocas em locais onde há suspeita da presença de espécies endogeicas, o uso de monólitos de grandes dimensões (40 x 40 cm) é mais eficiente para a coleta de espécies dessa categoria, como as do gênero *Glossoscolex* (BARETTA et al., 2007). Devem ser anotadas em planilha padronizada informações sobre sítio, módulo, parcela, piquete na parcela, data de coleta, coletores e espécies de cada coleta.

Os animais coletados devem ser acondicionados em saquinhos tipo zip-lock com álcool a 96%. O álcool deve ser trocado duas ou três vezes nos dias subsequentes a amostragem, visando boa conservação do material. Uma vez coletados, os exemplares são transportados para laboratório, onde deve ser feita a triagem dos indivíduos coletados (adultos e juvenis), sendo estes separados em morfoespécies por parâmetros visuais externos. A biomassa fresca de cada exemplar deve ser medida com balança digital. Os animais adultos devem ser acondicionados em frascos separados para posterior dissecação e identificação em nível específico, usando chaves de identificação e/ou a literatura especializada. Amostras de tecido das minhocas devem ser

coletadas e encaminhadas para análises laboratoriais voltadas à verificação da concentração de metais e especiação de arsênio.

[15] INSTALAÇÃO DE POÇOS DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

Quando necessária a instalação de poços de monitoramento de água subterrânea, consistente com o modelo conceitual específico para a área alvo em estudo, a sondagem deverá ser executada de acordo com ABNT NBR 15.492:2015 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental – procedimento.

O material perfurado deverá ser descrito em toda a extensão perfurada, de acordo com o Anexo A (normativo) – Litografia do Perfil de Sondagem da ABNT NBR 15.492:2015 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - procedimento.

Após a retirada da amostra coletada em recipiente plástico descartável (liner), deve ser usada uma ferramenta de corte para a confecção de uma abertura longitudinal no mesmo que permita identificar visualmente qual(is) a(s) porção(ões) do liner é(são) mais apropriada(s) para a coleta de amostras de solo para envio para análises químicas de interesse (NBR 16434:2015).

Os poços de monitoramento deverão ser instalados conforme ABNT/NBR 15.495-1: 2007 – “Poços de Monitoramento de Água Subterrânea em Aquíferos Granulares. Parte 2: Desenvolvimento”.

[16] Controle de Qualidade da Amostragem

Serão adotados os procedimentos de controle e garantia de qualidade da amostragem descritos nas seguintes referências:

[1] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015). NBR 16.435. Controle da qualidade na amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT;

[2] Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimentos, comunidades aquáticas e efluentes líquidas da Agência Nacional das águas – ANA (2011).

[3] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005). NBR ISO/IEC 17025: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro: ABNT.

[4] CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2011). Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras - Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos. Companhia Ambiental Do Estado de São Paulo, 326p.

[5] NIT DICLA-057 (INMETRO - CRITÉRIOS PARA ACREDITAÇÃO DA AMOSTRAGEM DE ÁGUAS E MATRIZES AMBIENTAIS

[6] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (1987b). NBR 9898. Preservação e técnicas de amostragem de afluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT.

Serão previstas a coleta de amostras de brancos de campo, brancos de equipamento, amostras duplicatas e brancos de viagem (quando aplicáveis). O Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente (PISMA) deverá incluir os procedimentos de validação dos resultados dessas amostras de controle e garantia da qualidade, a serem aplicados no desenvolvimento da FASE II da GAISMA.

O PISMA irá contemplar os métodos de preservação e envio de amostras necessários para cada matriz ambiental. O envio e preservação das amostras será documentado através de cadeias de custódia e checklist de recebimento de amostras, que deverão ser devidamente assinadas pelos responsáveis pela coleta, envio e pelo recebimento das amostras nos laboratórios.

Os laboratórios a serem utilizados para as análises laboratoriais previstas no Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente serão devidamente acreditados junto ao INMETRO, seguindo a norma ABNT NBR ISO 17.025:2017. A acreditação do laboratório deve garantir escopo de acreditação para análise química de todas as substâncias químicas a serem analisadas em todas as matrizes ambientais amostradas.

Os métodos analíticos a serem utilizados irão garantir os limites de quantificação e detecção coerentes ao valor de referência regulatório para todas as substâncias químicas de interesse em todas as matrizes ambientais amostradas.

O Plano de Investigação irá prever testes de biodisponibilidade e especiação para determinadas substâncias químicas, a serem definidas pelo MCA específico. As amostras coletadas para execução dos testes supramencionados ficarão

armazenadas adequadamente no laboratório aguardando os resultados analíticos laboratoriais. Somente para os pontos amostrados que apresentaram concentrações acima do Padrões Legais Aplicáveis serão executados estes os testes de biodisponibilidade e especificação.

O Plano de Investigação irá prever a elaboração de relatório fotográfico, que documente e evidencie a aplicação de todos os procedimentos definidos no Plano.

3.2.6 DEVOLUTIVA À COMUNIDADE

A devolutiva à comunidade com os resultados da FASE I somente acontecerá após aprovação do Relatório FASE I pelos órgãos públicos estaduais de meio ambiente e saúde. Esta devolutiva representa parte da etapa de socialização das informações, conforme descrito na Seção 4.3 das Diretrizes do MS.

Reunião Geral – Devolutiva Fase I:

- Envolvidos: Relações Institucionais, Diálogo e equipes territoriais da FUNDAÇÃO RENOVA, Secretarias Municipais de Saúde e Meio Ambiente, especialistas indicados pelas Secretarias Estaduais, e representantes das comunidades das áreas alvo;

- Quando: É a primeira devolutiva de resultado da GAISMA para comunidade. Deve ser realizada antes do início da FASE II;

- Objetivos:

- i. Apresentar os resultados da FASE I: Levantamento das preocupações da comunidade; Modelos Conceituais específicos; Conjunto de dados validados para a área; e Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente (PISMA), quando aplicável;

- ii. Divulgação das datas de realização da FASE II e convite para participação das comunidades no acompanhamento do PISMA, quando aplicável.

3.3 FASE II – EXECUÇÃO DO PLANO DE INVESTIGAÇÃO PARA SAÚDE E MEIO AMBIENTE, VALIDAÇÃO DE DADOS E SELEÇÃO DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS DE INTERESSE

A etapa de execução do Plano Investigação para Saúde e Meio Ambiente (PISMA), validação de dados e seleção de substâncias químicas de interesse (FASE II) tem por objetivo executar o PISMA, validar o conjunto de dados com vistas à ARSH e ARE (incluindo o conjunto de dados validados na FASE I e os dados obtidos com a execução do plano), bem como identificar as substâncias químicas de interesse que serão avaliadas na FASE III da GAISMA, para cada área alvo.

Neste contexto, deverão ser:

- [1] Obtidos dados detalhados sobre cada compartimento do meio físico e ambiental definidos como de interesse no MCA, bem como estabelecer a correlação com aspectos regionais para definição dos níveis de concentrações basais;
- [2] Caracterizados espacialmente os impactos ambientais associados ao rompimento da Barragem de Fundão identificados nestes compartimentos e em Pontos de Exposição (POE) Humana e Ecológica.

A FASE II será desenvolvida considerando o levantamento de dados para fundamentar a análise estatística da distribuição das concentrações das substâncias químicas na Região de Exposição Direta (RED), Região de Exposição Indireta (REI) e Região de não Exposição (RNE), bem como o estabelecimento de correlação com o rompimento da Barragem de Fundão, com foco na exposição humana e ambiental.

A correlação com o rompimento da Barragem de Fundão a ser avaliada na GAISMA decorre de exigência do TTAC e é realizada a partir da distribuição das substâncias químicas de interesse na RED, REI e RNE, assim como na comparação com níveis de concentrações basais. Essa avaliação tem como objetivo identificar, a partir de suas concentrações, quais substâncias estariam relacionadas ao rompimento da Barragem de Fundão e quais não são relacionadas com o rompimento, ou seja, possuem relação com os níveis basais da Área Alvo em estudo.

Na GAISMA não serão avaliadas correlações ou causalidade de agravos de saúde que sejam observados na área alvo em estudo, uma vez que essa causalidade não faz parte do escopo de estudos de avaliação de risco à saúde humana.

O nexos de causalidade associado ao risco ecológico será definido, quando possível, a partir da interpretação conjunta das linhas de evidência química, ecológica e ecotoxicológica, conforme previsto na Seção 3.5.

A Figura 3.3-1 apresenta o fluxograma da etapa da FASE II da GAISMA. A execução dessas etapas é discutida nos itens a seguir.

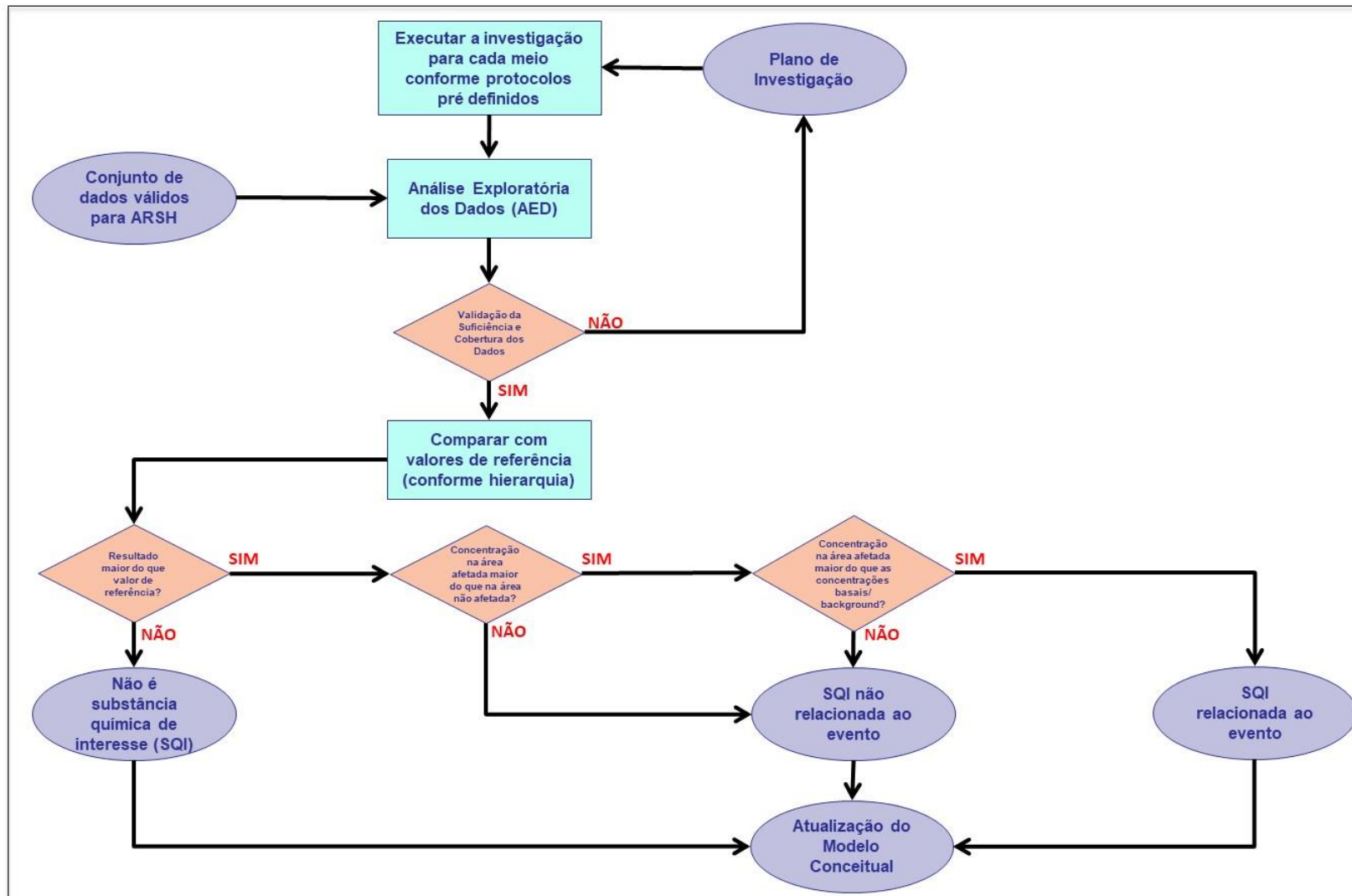


Figura 3.3-1: Fluxograma - FASE II - GAISMA.

3.3.1 EXECUÇÃO DA INVESTIGAÇÃO AMBIENTAL

Os modelos conceituais (para saúde humana e ecológico) específicos para a área alvo em estudo desenvolvidos na FASE I será a base para definição da estratégia de investigação, descrita no Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente, sendo que serão avaliados, a depender das características de cada AA, o sedimento (superficial e subsuperficial), solo (superficial e subsuperficial), poeira domiciliar, água (subterrânea e superficial), água para consumo humano, alimentos de origem animal (leite, ovos, peixes, outros organismos aquáticos, carne bovina, suína e aves) e alimentos de origem vegetal (foliáceas, tuberosas e frutas); e, dados relativos à fauna e flora. Essa etapa servirá de base para o desenvolvimento do modelo conceitual detalhado (MCD) específico da área alvo em estudo.

Os protocolos e metodologias para aquisição dos dados para os compartimentos supramencionados serão descritos no Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente (PISMA), conforme Seção 3.2.5.2.

3.3.2 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS (AED)

A partir dos resultados de análises químicas para cada área alvo, considerando as regiões de exposição (RED, REI e RNE), será realizado o tratamento estatístico e geoestatístico para a definição de tendências e correlações espaciais das concentrações detectadas, com o objetivo de definir a suficiência de dados, bem como as substâncias química de interesse a serem avaliadas na FASE III.

Inicialmente, o tratamento estatístico irá gerar gráficos do tipo boxplot para cada substância química analisada nas matrizes ambientais investigadas. Posterior à geração desses gráficos, serão realizadas análises comparativas via gráficos de dispersão entre as substâncias químicas. Adicionalmente à essa análise comparativa, deverá ser estabelecida uma linha de tendência que indicará a correlação química entre as regiões de exposição da área alvo em estudo.

Para a análise exploratória de dados serão consideradas separadamente:

- As matrizes que apresentam continuidade espacial, como solo, água subterrânea e poeira domiciliar⁴;
- As matrizes que não apresentam continuidade espacial, como sedimento, água superficial, água para consumo humano e alimentos.

⁴ Para poeira domiciliar será feita uma análise de indicação de tendência espacial, para avaliar a continuidade espacial dos resultados.

Matrizes sem continuidade espacial

Para matrizes sem continuidade espacial a verificação da suficiência dos dados coletados é feita de maneira estatística tomando-se como referência a fórmula indicada para dimensionamento de planos amostrais da *United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA)*, "Methods for "Evaluating the Attainment of Cleanup Standards" (USEPA, 1989c).

Serão feitos testes de hipóteses de médias, nos quais se objetiva, inicialmente, definir se o número de dados disponível para uma determinada substância química é suficiente para determinar a contaminação ou não de uma matriz ambiental. Esse teste parte da hipótese de distribuição normal para as concentrações médias amostrais.

Será utilizada a **Equação 1**, a seguir:

$$n = \hat{\sigma}^2 \left(\frac{Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta}}{C_s - \mu_1} \right)^2 + 0.5(Z_{1-\alpha})^2 \quad \text{Equação (1)}$$

Em que:

n= número de amostras a serem obtidas por região;

σ^2 = variância dos dados;

$Z_{1-\alpha}$, $Z_{1-\beta}$ = valores da distribuição normal para os erros "falso positivo" e "falso negativo", respectivamente;

C_s = padrão legal aplicável (PLA) da substância química;

μ_1 = valor de concentração média da substância química a partir do qual a região pode ser considerada "não contaminada".

O erro tipo I ocorre ao afirmar, a partir do teste estatístico, que uma região não está contaminada quando de fato ela está. O valor adotado nas análises para α é 5%, indicando que, ao afirmar que uma área não está contaminada, a probabilidade de a afirmação estar errada é de 5%. Esse valor também pode ser encontrado na literatura como "significância" e seu complementar, $(1- \alpha)$, é a chamada "confiança".

O erro tipo II ocorre ao se afirmar que uma região está contaminada quando de fato ela não está. Esse tipo de erro para as análises de contaminação de solos é um erro a favor da segurança das análises, ou seja, ao ocorrer, ele fornece uma abordagem mais conservadora por considerar uma área contaminada maior do que a efetiva. O valor usual do erro tipo II pode ser encontrado na literatura em

torno de 10 a 30%, de duas a seis vezes maior que o erro usual adotado para o erro tipo I. O valor de β adotado para o estudo é de 20%. O nome dado ao complementar do erro tipo II, $(1-\beta)$, é "poder". Os testes de hipóteses de médias que serão realizados, portanto, apresentam confiança de 95% e poder de 80%, conseqüentemente levando a erros tipo I e tipo II de, respectivamente, 5% e 20%.

Matrizes com continuidade espacial

Para matrizes com continuidade espacial, a suficiência dos dados coletados envolve não somente a quantidade, mas também a localização dos pontos. Dessa forma, a suficiência dos dados não está dissociada da cobertura da área. Nesse sentido, adotam-se procedimentos geoestatísticos de análise para validação de suficiência e cobertura.

Por meio do método de Krigagem Ordinária pode-se obter uma estimativa da correlação espacial entre as respostas dos diversos pontos coletados em diferentes direções do espaço e também definir o nível de ruído associado à região (mudanças aleatórias independentes do espaço). Tais correlações são definidas a partir de semivariogramas para o caso geoestatístico, como indicado esquematicamente pela Figura 3.3-2.

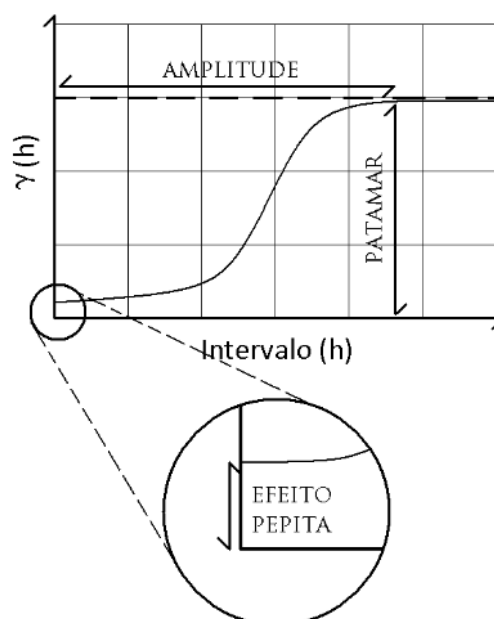


Figura 3.3-2: Parâmetros patamar, amplitude e efeito pepita na adequação de um modelo a um variograma. Fonte: Correia (2010)

A partir do uso desse método, pode-se determinar a direção que sugere a maior correlação espacial. Ao considerar a anisotropia das respostas na direção de maior correlação, podem ser gerados elipsoides (3D) ou elipses (2D) cujo semieixo maior esteja alinhado com essa direção.

A Figura 3.3-3 indica uma elipse cuja direção de maior correlação espacial é paralela a "B".

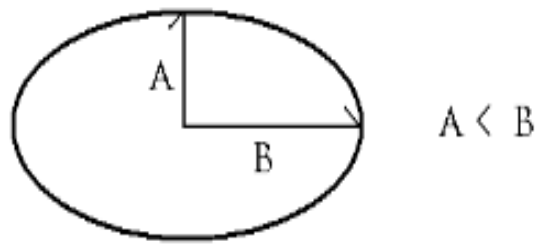


Figura 3.3-3: Elipse de um caso anisotrópico. Fonte: Correia (2010).

As informações obtidas pela aplicação do método acima serão utilizadas para o desenvolvimento do mapa de quantil.

Para complementar as informações fornecidas pelo mapa de Quantil, analisa-se o Mapa de Incerteza, evidenciando regiões com grau elevado de incerteza, assim como regiões com baixo grau de incerteza. Adicionalmente devem ser sobrepostas à área as elipses anisotrópicas com os pontos amostrais complementares propostos. Em caso de boa cobertura nas regiões de interesse para análise, tomam-se como validadas e suficientes as amostras coletadas.

3.3.3 SELEÇÃO DE SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS DE INTERESSE

Uma Substância Química de Interesse (SQI) em estudos de ARSH e ARE é aquela substância química quantificada acima de seu padrão legal aplicável (PLA) ou aquelas que não possuem padrão legal definido. Para a GAISMA a seleção das substâncias químicas de interesse deverá seguir as seguintes etapas:

- Comparação com o padrão legal aplicável: que resultará na definição das SQIs, ou seja, todas as substâncias químicas que apresentarem concentrações acima dos padrões legais aplicáveis, ou que não possuem um PLA, serão selecionadas como SQIs;
- Comparação com os níveis encontrados em regiões não impactadas (locais de referência);
- Comparação com os níveis de concentrações basais.

Os dois últimos itens apresentados acima serão executados com o objetivo de classificar a substância química de interesse como relacionada ou não ao rompimento da Barragem de Fundão. Reforça-se que toda substância química cujas concentrações forem superiores ao PLA, assim como aquelas que não possuem PLA para um determinado compartimento ambiental, serão classificadas como SQIs e, portanto, avaliadas na Fase III da GAISMA.

3.3.3.1 Comparação com Padrão Legal Aplicável

Na GAISMA, uma Substância Química de Interesse (SQI) para projetos de ARSH e ARE é aquela substância química quantificada em amostras de pelo menos

um compartimento do meio físico ou compartimentos ambientais dentro de uma Área Alvo, cuja concentração esteja acima dos padrões legais aplicáveis (PLA) a esse compartimento ou que não possua PLA definido.

Neste contexto, a seleção das SQIs para uma determinada Área Alvo terá como base as informações disponíveis na etapa de FASE I e os resultados analíticos obtidos para as amostras coletadas na aplicação na Investigação para Saúde e Meio Ambiente (PISMA), bem como dos procedimentos técnicos descritos nas "Diretrizes para elaboração de estudo de avaliação de risco à saúde humana por exposição a contaminantes químicos" (MS, 2010), no "*Risk Assessment Guideline for Superfund* (RAGS) (USEPA, 1989a). Na ausência destes nas Diretrizes, será utilizado como base o descrito no *Public Health Assessment Guidance Manual* (ATSDR, 2005).

A seleção será realizada por meio da identificação das substâncias químicas para cada fonte de contaminação secundária, conforme os critérios a seguir:

- (1) Listar para cada compartimento de interesse do meio físico e pontos onde ocorrem concentrações das substâncias químicas pelo seguinte critério:
 - a. As identificadas analiticamente acima do Limite de Quantificação da Amostra (LQ);
 - b. As que possuem resultados válidos;
 - c. As que estão acima dos Padrões Legais Aplicáveis (Valores de Investigação, Padrões de Potabilidade, entre outros). A comparação das concentrações obtidas nas amostras de cada compartimento do meio físico com Padrões Legais Aplicáveis (PLA), seguirá a seguinte ordem de priorização:
 - Comparação com Padrões Legais Locais (Municipais e Estaduais);
 - Comparação com Padrões Legais Federais Nacionais;
 - Comparação com Padrões Legais de outros Municípios e Estados;
 - Comparação com Padrões Legais Internacionais reconhecidos nacionalmente.
- (2) Listar as substâncias químicas que não possuem Padrão Legal Aplicável para um determinado compartimento ambiental.

As substâncias químicas selecionadas conforme os critérios especificados acima também serão avaliadas, de forma complementar e conforme RAGS (1989a), pelos seguintes critérios:

- (1) Deve possuir dados toxicológicos validados cientificamente e disponíveis;
- (2) Deve possuir dados físico-químicos validados cientificamente e disponíveis;
- (3) Deve possuir relação R_{ij}/R_j (fator de risco para a substância i no meio j /fator de risco total no meio j) superior a 0,01.

Na GAISMA, conforme destacado anteriormente, toda substância química cujas concentrações forem superiores ao PLA, assim como aquelas que não possuírem PLA para um determinado compartimento ambiental, serão classificadas como SQIs e, portanto, avaliadas na Fase III da GAISMA, mesmo que em concentrações inferiores aos níveis basais na Região de Exposição Direta (RED).

Os valores a serem considerados como valores de corte para seleção de SQI, serão aqueles correspondentes à matriz ambiental na qual a substância química ocorre, ou seja, sempre serão comparadas concentrações de substâncias químicas de uma matriz ambiental com o PLA correspondente para aquela matriz. Casos específicos como poeira domiciliar serão discutidos a seguir.

A seguir são apresentados os padrões legais a serem utilizados para cada matriz ambiental:

[1] SOLO SUPERFICIAL

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) deverá, na ausência de lista específica para o Estado no qual se encontra a área alvo em estudo, ser utilizado o Valor de Investigação (VI) previsto no CONAMA 420, adequado ao uso do solo definido nos modelos conceituais da área alvo. Para substâncias químicas de interesse ou meios não contemplados no CONAMA 420, a última atualização dos Regional screening Levels (RSLs), desenvolvidos pela United States Environmental Protection Agency (USEPA). Tendo em vista que os VIs da CONAMA 420 e os valores de RSL da US EPA dependem do tipo de uso do solo na área em estudo (ex.: solo agrícola, solo residencial, solo industrial), o VI ou RSL selecionado para comparação deve ser adequadamente identificado, indicando o tipo de uso do solo adotado e justificativa.

[2]SOLO SUBSUPERFICIAL

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) deverá, na ausência de lista específica para o Estado no qual se encontra a área alvo em estudo, ser utilizado o Valor de Investigação (VI) previsto no CONAMA 420, adequado ao uso do solo definido no MCA específico. Para substâncias químicas de interesse ou meios não contemplados no CONAMA 420, a última atualização dos Regional screening Levels (RSLs), desenvolvidos pela United States Environmental Protection Agency (USEPA). Tendo em vista que os VIs da CONAMA 420 e os valores de RSL da US EPA dependem do tipo de uso do solo na área em estudo (ex.: solo agrícola, solo residencial, solo industrial), o VI ou RSL selecionado para comparação deve ser adequadamente identificado, indicando o tipo de uso do solo adotado e justificativa.

[3]SEDIMENTO SUPERFICIAL

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) deverá ser utilizada a Resolução CONAMA nº 454, de 1º de novembro de 2012, a qual estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Para substâncias químicas de interesse ou meios não contemplados na CONAMA 454, a última atualização do Region 4 Ecological Risk Assessment Supplemental Guidance (USEPA, 2018) será utilizada.

[4]SEDIMENTO SUBSUPERFICIAL

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) deverá ser utilizada a Resolução CONAMA nº 454, de 1º de novembro de 2012, a qual estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Para substâncias químicas de interesse ou meios não contemplados na CONAMA 454, a última atualização do Region 4 Ecological Risk Assessment Supplemental Guidance (USEPA, 2018) será utilizada.

[5]ÁGUA SUBTERRÂNEA

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) deverá ser utilizada a Resolução CONAMA nº 396 de 2008, conforme o uso da água subterrânea definido no MCA específico. Caso a água subterrânea seja utilizada para consumo humano (ex.: proveniente de nascentes, poços cacimba) serão utilizados os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação Nº 05 do Ministério da Saúde e suas atualizações.

[6]ÁGUA DE ABASTECIMENTO

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) serão utilizados os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação Nº 05 do Ministério da Saúde e suas atualizações.

[7]ÁGUA SUPERFICIAL

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) deverão ser utilizados os padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e suas atualizações.

[8]POEIRA DOMICILIAR

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) deverá, na ausência de lista específica para o Estado no qual se encontra a área alvo em estudo, ser utilizado o Valor de Investigação (VI) previsto no CONAMA 420, adequado ao uso do solo definido no MCA específico. Para substâncias químicas de interesse ou meios não contemplados no CONAMA 420, a última atualização dos Regional screening Levels (RSLs), desenvolvidos pela United States Environmental Protection Agency (USEPA) será utilizada. Tendo em vista que os *VI*s da CONAMA 420 e os valores de *RSL* da US EPA dependem do tipo de uso do solo na área em estudo (ex.: solo agrícola, solo residencial, solo industrial), o *VI* ou *RSL* selecionado para comparação deve ser adequadamente identificado, indicando o tipo de uso do solo adotado e justificativa.

A poeira domiciliar considerada no projeto GAISMA segue a definição apresentada no *Exposure Factor Handbook* (USEPA, 2017), sendo as partículas encontradas no interior de edificações que foram assentadas em objetos, superfícies, carpetes e no chão, incluindo partículas de solo trazidas nos sapatos e roupas de pessoas que vieram das áreas externas ou que foram transportadas pelo vento para o interior das casas. Desta forma, é intuitivo considerar que parte considerável da poeira domiciliar tenha origem do solo superficial ao redor da residência, porém, isto não exclui a possibilidade de outras fontes internas e mesmo externas participarem na formação da poeira domiciliar.

BO et al. (2017) lista como possíveis fontes de material particulado dentro das residências as atividades de fumar, cozinhar, sistemas de aquecimento, entre outras, já fontes externas além da dinâmica externa agindo sobre o solo superficial seriam a queima de combustíveis ou matéria orgânica e processos industriais. Estas diferentes fontes de poeira podem explicar possíveis diferenças encontradas entre as análises químicas realizadas no solo externo à residência e as análises de poeira domiciliar.

[9]ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL E VEGETAL

Como valor de corte para seleção das Substâncias Químicas de Interesse (SQI) deverá, na ausência de lista específica para o Estado no qual se encontra a área alvo em estudo, ser utilizado a RDC nº 42/2013 da Anvisa. Para substâncias químicas de interesse ou meios não contemplados na RDC nº 42/2013, serão utilizados os valores definidos pelo Codex Alimentarius.

3.3.3.2 Comparação de Concentrações em Áreas Afetadas e Não Afetadas

Na GAISMA quando a concentração de uma substância química em uma amostra de uma determinada matriz ultrapassa seu PLA correspondente, automaticamente esta substância passa a ser classificada com SQI para fins da avaliação de risco a saúde humana e risco ecológico (Linha de Evidência Química).

A comparação entre níveis encontrados em regiões impactadas e não impactadas (locais de referência) servirá tão somente para classificar as SQI em relacionadas ao rompimento e não relacionadas a este evento. Esta etapa torna-se necessária na GAISMA para determinação da correlação da distribuição das substâncias químicas de interesse na RED, REI e RNE em relação ao rompimento da Barragem de Fundão. Cabe destacar que a área não impactada é limitada pelo perímetro da área alvo em estudo, o qual é definido na Fase I da GAISMA.

Esta etapa será realizada para as substâncias químicas de interesse, selecionadas na etapa anterior (Seção 3.3.3.1).

Para a comparação das concentrações detectadas em áreas afetadas e não afetadas pelo rompimento da Barragem de Fundão serão realizados os seguintes passos:

1. Resumo Estatístico dos Dados

Nesse item serão apresentadas as seguintes informações, por substância química de interesse para cada matriz ambiental do MCA específico: número de amostras coletadas por região de exposição (RED, REI e RNE); concentração mínima; concentração máxima; concentração média; e desvio padrão.

Em seguida, serão identificadas as substâncias químicas de interesse cujas concentrações médias na região de exposição direta (RED) são maiores que as concentrações médias na região de não-exposição (RNE).

2. Análise de Variância (ANOVA)

Nesse item será conduzida análise de variância (ANOVA) de um fator (F), com o objetivo de avaliar se a região de exposição é um fator significativo para explicar a ocorrência das concentrações detectadas. A análise ANOVA será

realizada para as substâncias químicas de interesse que foram identificadas ao final da execução do item 1 acima, para cada matriz ambiental.

A região de exposição será considerada um fator significativo por essa análise se o nível de significância obtido for menor que 0,05, adotado como convenção.

Os passos acima visam responder à pergunta: a concentração da substância química de interesse na área afetada é maior do que na área não afetada?

Caso a resposta a essa pergunta seja positiva, as concentrações da substância química de interesse detectadas na área afetada serão comparadas com os níveis de concentração basais, conforme Seção 3.3.3.3 deste documento.

Caso a resposta a essa pergunta seja negativa, a substância química de interesse será classificada como não relacionada ao rompimento.

3.3.3.3 Comparação de Concentrações na Área Afetada com Níveis de Concentração Basais

Esta etapa será realizada para as substâncias químicas de interesse, selecionadas na etapa anterior (Seção 3.3.3.2).

As concentrações detectadas das substâncias químicas acima dos valores de referência regulatórios e cujos resultados da análise ANOVA indicam que a região de exposição é um fator significativo para explicar a ocorrência das concentrações serão comparadas com os níveis de concentrações basais obtidos para cada área de estudo, para cada matriz ambiental, quando disponíveis.

De forma geral, os níveis de concentrações basais serão obtidos de estudos de caracterização ambiental realizados na área alvo em estudo antes do evento de rompimento. Os níveis de concentração basal também serão definidos conforme descrito no "*Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/R-92/003). PART B. Developing Chemical-Specific Preliminary Remediation Goals Based on Protection of Human Health*".

Para as matrizes ambientais solo e sedimento, também poderão ser utilizadas como níveis de concentração basal concentrações obtidas de amostras coletadas em estratos inferiores ao material depositado pelo evento, que são referentes às condições pré-existentes no local de coleta.

Quando a concentração da substância química de interesse detectada na área afetada for maior que o nível de concentração basal, a substância química de interesse será classificada como substância relacionada ao rompimento. Por outro lado, quando a concentração da substância química de interesse detectada na área

afetada for menor ou igual ao nível de concentração basal, ela será classificada como substância não relacionada ao evento.

3.3.4 PRODUTOS DA FASE II

Todas as etapas da Fase II serão descritas em um relatório. Os principais produtos dessa fase são:

- Conjunto de dados válidos e suficientes para a área alvo em estudo;
- Substâncias químicas de interesse para a área alvo em estudo;
- Modelo Conceitual Detalhado específico para a área alvo em estudo.

3.3.4.1 Produto: Conjunto de dados válidos e suficientes

O conjunto de dados válidos e suficientes para a área alvo em estudo será utilizado para a condução da FASE III da GAISMA (Ver seção 3.4).

3.3.4.2 Produto: Substâncias químicas de interesse

As conclusões da seleção de substâncias químicas de interesse serão resumidas em uma lista que divida, para cada matriz ambiental, os compostos químicos avaliados em:

- Composto que não é substância química de interesse: para os compostos químicos cujas concentrações não excederam os valores de referência regulatórios;
- Substância química de interesse relacionada ao rompimento da Barragem de Fundão: substância cuja concentração se encontra acima do PLA para um determinado compartimento ambiental ou que não possuam PLA para esse compartimento, e quando a concentração do composto em um dado compartimento ambiental for maior na área afetada do que na área não afetada e maior do que o nível de concentração basal. Adicionalmente, concentração da substância química na fonte primária (rejeito da Barragem de Fundão) será levada em consideração. Tais condições deverão ser documentadas conforme especificado nas Seções 3.3.3.2 a 3.3.3.3 acima;
- Substância química de interesse não relacionada ao rompimento da Barragem de Fundão: substância cuja concentração se encontra acima do PLA para um determinado compartimento ambiental ou que não possuam PLA para esse compartimento, e quando a concentração da substância química em um dado compartimento ambiental for menor na área afetada do que na área não afetada ou menor que o nível de concentração basal. Tais condições deverão ser documentadas conforme especificado nas Seções 3.3.3.2 a 3.3.3.3 acima.

3.3.5 DEVOLUTIVA À COMUNIDADE

Após a conclusão das atividades de investigação da FASE II, quando aplicável, será realizada uma devolutiva à comunidade. Para essa devolutiva, não está contemplada aprovação pelos órgãos públicos estaduais de meio ambiente e saúde, pois esta terá um caráter informativo do andamento da GAISMA, não sendo previsto a devolutiva de resultados. Esta devolutiva representa parte da etapa de socialização das informações, conforme descrito na Seção 4.3 das Diretrizes do MS.

Reunião Geral – Devolutiva Fase II:

- Envolvidos: Relações Institucionais, Diálogo e equipes territoriais da FUNDAÇÃO RENOVA, Secretarias Municipais de Saúde e Meio Ambiente, especialistas indicados pelas Secretarias Estaduais, e representantes das comunidades das áreas alvo;
- Quando: Deve ser realizada após a conclusão das atividades de investigação previstas para a FASE II;
- Objetivos:
 - i. Informar sobre a finalização das atividades de investigação previstas para a Fase II.

3.4 FASE III – AVALIAÇÃO DE RISCO

A etapa da Avaliação de Risco (FASE III) tem por objetivo caracterizar os riscos à saúde humana e riscos ecológicos relacionados à potencial exposição às substâncias químicas de interesse da área alvo em estudo e, a partir dessa caracterização, auxiliar a tomada de decisão quanto à necessidade de implementação de medidas de intervenção para gestão da saúde humana e meio ambiente.

Os riscos a serem caracterizados na FASE III são aqueles relacionados à potencial exposição às substâncias químicas de interesse identificadas na FASE II da GAISMA, tendo como foco os receptores humanos e ecológicos identificados na FASE I.

A Fase III contempla o desenvolvimento de três estudos de avaliações de risco, a saber:

- a. Avaliação de Risco a Saúde Humana utilizando as “Diretrizes para elaboração de estudo de avaliação de risco à saúde humana por exposição a contaminantes químicos” desenvolvida pelo Ministério da Saúde (2010), e suas revisões posteriores;

b. Avaliação de Risco a Saúde Humana utilizando o "Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS) e suas atualizações desenvolvido pela US EPA (1989a), bem como o Framework for Metals Risk Assessment (US EPA, 2007), e suas revisões posteriores.

c. Avaliação de Risco Ecológico utilizando o "Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund: Process for Designing And Conducting Ecological Risk Assessments" e suas atualizações desenvolvido pela US EPA (1997), bem como o Framework for Metals Risk Assessment (US EPA, 2007), e suas revisões posteriores.

Para a condução do estudo de avaliação de risco à saúde humana seguindo as Diretrizes do Ministério da Saúde, na ausência de procedimentos detalhados para atendimento dos requisitos das Diretrizes serão utilizados os procedimentos descritos no documento "Public Health Assessment Guidance Manual (Update)" da Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) de 2005, e suas revisões posteriores.

Para quantificação do risco à saúde humana pelas Diretrizes do Ministério da Saúde e pela metodologia da USEPA, foi desenvolvida uma ferramenta de cálculo específica para o caso do rompimento da Barragem de Fundão, a qual prevê:

- Cálculo de todas as possibilidades de rotas/cenários de exposição possíveis de serem válidos para a Bacia do Rio Doce;
- Cálculo de Risco Cumulativo por endpoint (órgãos alvo);
- Cálculo de Risco por concentrações máximas nos pontos de exposição;
- Cálculo de Risco por concentrações UCL95% para compartimentos do meio físico e compartimentos ambientais;
- Cálculo de Doses de Exposição a partir de Análise de Montecarlo;
- Cálculo do risco e de metas de reabilitação com base toxicológica e físico-química atualizada a partir dos bancos de dados toxicológicos da ATSDR e USEPA;
- Utilização das equações para o cálculo da Dose de Exposição e do Risco previstas na ATSDR (ATSDR, 2005), RAGS (USEPA, 1989a) e Exposure fator Handbook (USEPA, 2011).

Caso necessário, somente para o estudo de avaliação de risco à saúde humana desenvolvido com o RAGS da US EPA (1989a), em função do modelo conceitual específico da área alvo em estudo e os resultados da investigação

ambiental, fatores de atenuação natural obtidos de modelos de transporte ambiental poderão ser utilizados na quantificação de risco.

A ferramenta para quantificação do risco à saúde humana e definição de metas de reabilitação ambiental foi desenvolvida considerando o conteúdo metodológico descrito nos seguintes documentos:

- Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. (2010). Diretrizes para elaboração de estudo de avaliação de risco à saúde humana por exposição a contaminantes químicos. Brasília/2010;
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2005. Public Health Assessment Guidance Manual (ATSDR, 2005). Última atualização em dezembro de 2005 (<https://www.atsdr.cdc.gov/hac/phamanual/toc.html>);
- United State Environmental Protection Agency (USEPA). Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/1-89/002). PART A, Volume I. Última atualização em dezembro de 1989 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>).
- U.S. EPA. Exposure Factors Handbook, Volumes I, II e III. National Center for Environmental Assessment (EPA/600/R-09/052F). Última atualização em setembro de 2011 (<https://www.epa.gov/expobox/about-exposure-factors-handbook>);
- U.S. EPA. Calculating Upper Confidence Limits for Exposure Point Concentrations at Hazardous Waste Sites U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, 2002. Última atualização em setembro de 2002;
- U.S. EPA. Child-Specific Exposure Factors Handbook (2008, Final Report). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-06/096F, 2008. Última atualização em Setembro de 2008 (https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?direntryid=199243);

Atualmente a Planilha de Cálculo para Avaliação de Risco para a Bacia do Rio Doce está em avaliação e auditoria por consultores externos (INTERNACIONAIS E NACIONAIS) para emissão de laudo técnico de validação da ferramenta desenvolvida.

A Figura 3.4-1 apresenta o fluxograma das ARSH a serem executadas na FASE III da GAISMA. A execução desses estudos é discutida nos itens 3.4.1 e 3.4.2 a seguir. O fluxograma de ARE e as etapas desse estudo são apresentados no item 3.4.3.

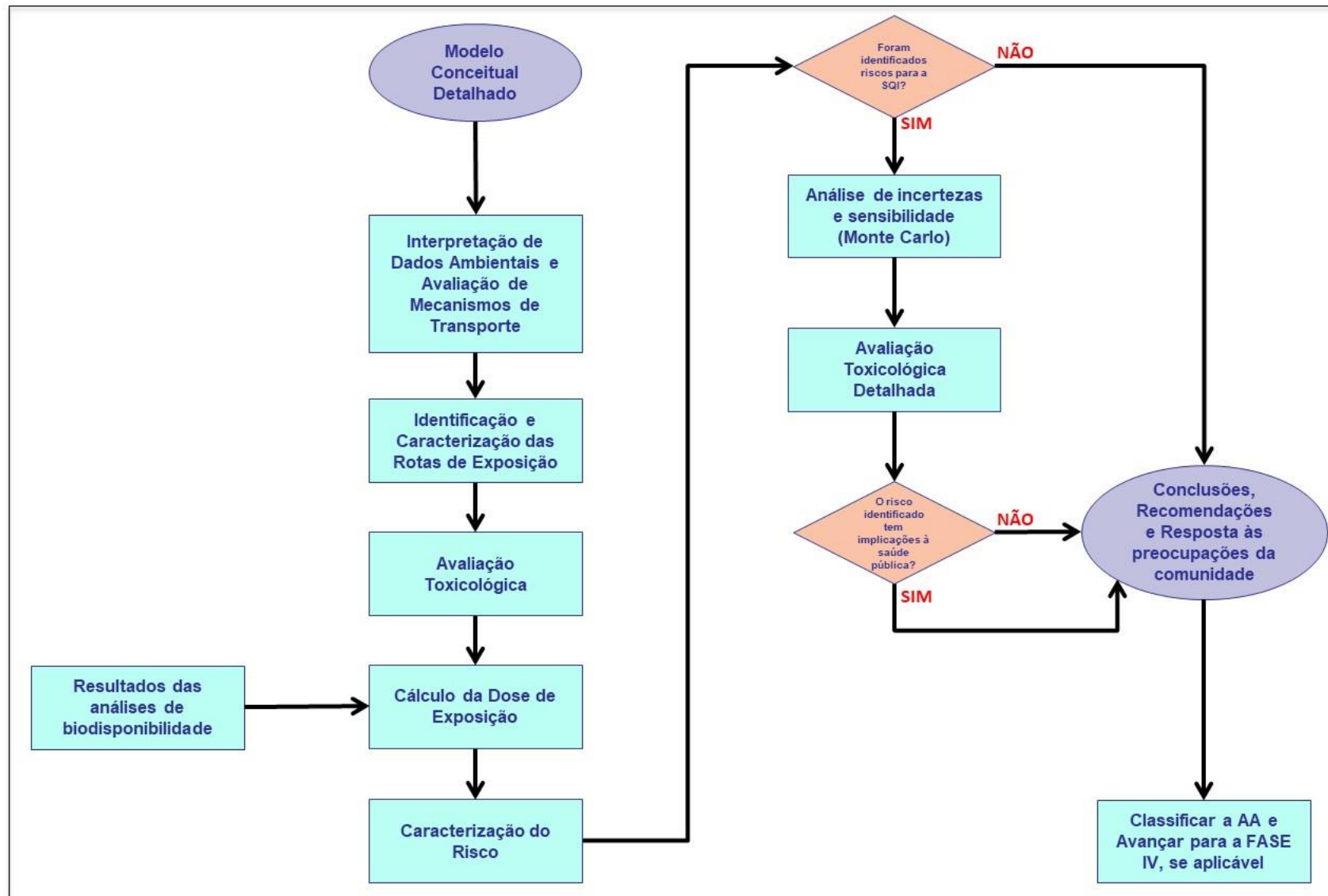


Figura 3.4-1: Fluxograma – ARSH - FASE III - GAISMA.

3.4.1 AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA - DIRETRIZES DO MINISTÉRIO DA SAÚDE

O estudo de avaliação de risco à saúde humana a ser desenvolvida na FASE III da GAISMA considerando a metodologia indicada pelo Ministério da Saúde (MS) seguirá as etapas definidas nas Diretrizes do MS (MS, 2010), incorporadas nos itens a seguir:

- a. Levantamento e avaliação das informações do local;
- b. Levantamento das Preocupações da Comunidade;
- c. Seleção dos Contaminantes de Interesse;
- d. Interpretação de Dados Ambientais e Avaliação de Mecanismos de Transporte;
- e. Identificação e Avaliação das Rotas de Exposição;
- f. Determinação de Implicações para a Saúde Pública;
- g. Determinação de Conclusões e Recomendações.

Algumas das etapas apresentadas acima estão contempladas nas FASES I e II da GAISMA. Para essas etapas, as conclusões desenvolvidas nas FASES I e II serão trazidas para o documento a ser elaborado durante o desenvolvimento da avaliação de risco à saúde humana seguindo as Diretrizes do MS.

A etapa "a" das Diretrizes do MS será abordada na seção de "Avaliação das informações do local e dos impactos ambientais" da FASE I (Ver Seção 3.2.3.1). Portanto, as conclusões relacionadas à essa etapa serão provenientes do relatório de conclusão da FASE I, devidamente aprovado.

A etapa "b" das Diretrizes do MS será abordada na seção de "Identificação das Preocupações da Comunidade" da FASE I (Ver Seção 3.2.3.2). Portanto, as conclusões relacionadas à essa etapa serão provenientes do relatório de conclusão da FASE I, devidamente aprovado.

A etapa "c" das Diretrizes do MS será abordada na seção de "Seleção de Substâncias Químicas de Interesse" da FASE II (Ver Seção 3.3). Portanto, as conclusões relacionadas à essa etapa serão provenientes do relatório de conclusão da Fase II, devidamente aprovado.

As etapas "d", "e", "f" e "g" serão discutidas nas subseções apresentadas a seguir, respectivamente.

3.4.1.1 Interpretação de Dados Ambientais e Avaliação de mecanismos de transporte

Esta etapa tem como objetivo a interpretação dos dados ambientais validados e a revisão dos mecanismos de transporte relacionados às substâncias químicas de interesse identificadas ao final da FASE II da GAISMA (Ver Seções 3.3.3.2 e 3.3.3.3).

A interpretação dos dados ambientais validados será realizada a fim de satisfazer os requisitos da Seção 5 das Diretrizes do MS, com foco no entendimento da tendência e distribuição espacial dos dados. Dessa forma, serão executadas duas ações principais:

1. Estatística Descritiva e Cálculo do 95 UCL:

Para cada substância química de interesse em um determinado compartimento ambiental será avaliada a estatística descritiva das concentrações detectadas na área alvo em estudo. Serão determinados e apresentados em tabelas: quantidade de resultados, porcentagem de detecção, percentis das concentrações detectadas, concentração mínima, concentração máxima e desvio padrão. A concentração que representa o 95 UCL (percentil de 95% de confiança da média aritmética) da substância química de interesse em um determinado compartimento ambiental será determinada através do software ProUCL, versão 5.1 da US EPA (US EPA, 2015).

Para cada substância química identificada como de interesse, atendendo aos requisitos da Seção 5.1.2 das Diretrizes do MS, as mesmas informações citadas nos parágrafos anteriores serão apresentadas para as concentrações detectadas nos demais compartimentos ambientais amostrados, em um apêndice do relatório final.

2. Análise Espacial e Temporal dos Dados

Os dados serão avaliados e interpretados espacialmente a fim de permitir o entendimento da distribuição espacial das concentrações da substância química de interesse. Essa avaliação permitirá identificar se existem regiões específicas dentro da área alvo em estudo nas quais são detectadas maiores concentrações (pontos críticos ou hot spots), conforme recomendação da Seção 5.1.1 das Diretrizes do MS.

Para matrizes ambientais que apresentam variação ao longo do tempo, como água superficial e sedimento superficial, esses dados serão avaliados de acordo com o período hidrológico no qual a amostra correspondente foi coletada. Além disso, deve ser considerado o tempo decorrido desde o evento,

para avaliar a tendência das concentrações, conforme requisitos da Seção 5.5.1 das Diretrizes do MS. Por exemplo, para a matriz água superficial foram observadas concentrações extremas imediatamente após o evento e com o decorrer do tempo, tem-se observado uma tendência de redução dessas concentrações.

Após interpretação dos dados ambientais disponíveis para a área alvo em estudo, deverão ser identificados os mecanismos de transporte relacionados às substâncias químicas de interesse em cada compartimento ambiental, conforme Seção 5.5 das Diretrizes do MS.

Conforme a Seção 5.6 das Diretrizes do MS, na discussão dos mecanismos de transporte deverão ser consideradas propriedades físicas e químicas que possam influenciar a migração e transporte das substâncias de interesse. Para atender a esse requisito das Diretrizes do MS, informações apresentadas no capítulo 3 do documento "*Framework for Metals Risk Assessment*" da US EPA (2007) poderão ser utilizadas.

Adicionalmente, fatores específicos da área alvo em estudo também deverão ser incluídos na discussão sobre mecanismos de transporte. Os fatores específicos mínimos da área alvo a serem avaliados devem incluir o que é apresentado na Seção 5.7 das Diretrizes do MS. O levantamento desses fatores será abordado na FASE I da GAISMA (Ver Seção 3.2.3.1).

Conforme a Seção 5.9 das Diretrizes do MS, modelos de transporte ambiental poderão ser utilizados apenas para conceituação dos mecanismos de transporte identificados para a substâncias químicas de interesse da área alvo em estudo. Para o estudo de ARSH seguindo as Diretrizes do MS, não devem ser utilizadas concentrações ambientais preditas a partir de modelos de transporte ambiental para estimar a dose de exposição humana ou para obter conclusões relacionadas com a saúde. Informações proporcionadas por modelos não podem servir como substituto de medições atuais das condições existentes quando se determinam as implicações para a saúde pública. Caso sejam utilizados dados provenientes destes modelos, deve-se deixar isto claramente assinalado no relatório, bem como as suas incertezas e limitações. Em outras palavras, nos casos onde um modelo de transporte ambiental for aplicado e o resultado indicar risco, deverão ser coletadas amostras nos compartimentos ambientais onde o modelo apontar o risco para que este seja confirmado ou refutado a partir do dado da real condição existente.

3.4.1.2 Identificação e Avaliação de Rotas de Exposição

Esta etapa tem como objetivo identificar e avaliar as rotas de exposição relevantes ao estudo de avaliação de risco à saúde humana seguindo a metodologia do Ministério da Saúde, conforme a Seção 6 das Diretrizes do MS.

Para conclusão dessa etapa, o modelo conceitual desenvolvido como produto da FASE I da GAISMA deverá ser revisado com base nas conclusões da FASE II da GAISMA e da etapa de interpretação dos dados ambientais e avaliação dos mecanismos de transporte (ver subseção 3.4.1.1). A eliminação de rotas de exposição decorrente dessa revisão seguirá os critérios definidos na Seção 6.7 das Diretrizes do MS.

Conforme especificado pela Seção 6 das Diretrizes do MS, todos os elementos que compõem uma rota de exposição serão identificados de acordo com o apresentado a seguir:

- Fonte de contaminação: seguindo a Seção 6.1 das Diretrizes do MS;
- Compartimento ambiental: seguindo a Seção 6.2 das Diretrizes do MS;
- Ponto de exposição: seguindo a Seção 6.3 das Diretrizes do MS;
- Via de exposição: a ser identificada seguindo a Seção 6.4 das Diretrizes do MS;
- População receptora: seguindo a Seção 6.5 das Diretrizes do MS.

Conforme a Seção 6.5 das Diretrizes do MS, a população receptora será definida com a maior precisão possível. A localização das populações receptoras será apresentada em mapas e levará em consideração os requisitos da Seção 6.5.1 das Diretrizes do MS.

As rotas de exposição serão classificadas como completas ou potenciais, conforme a Seção 6.6 das Diretrizes do MS.

3.4.1.3 Implicações à saúde pública

Essa etapa tem como objetivo estabelecer e identificar as possíveis implicações à saúde relacionadas às substâncias químicas de interesse identificadas para cada rota de exposição válida da área alvo em estudo. O desenvolvimento dessa etapa seguirá o disposto na Seção 7 das Diretrizes do MS e será dividido em três tópicos principais:

- a. Avaliação Toxicológica;
- b. Avaliação de dados de saúde existentes;
- c. Avaliação e resposta às preocupações da comunidade com sua saúde.

Esses tópicos são detalhados a seguir.

3.4.1.3.1 Avaliação Toxicológica

Estudo do Perfil Toxicológico

Os perfis toxicológicos das substâncias químicas de interesse serão avaliados tendo como foco as rotas de exposição e os compartimentos ambientais relacionados à cada SQI.

Será utilizada como fonte bibliográfica primária para o levantamento dos perfis toxicológicos das substâncias químicas de interesse a versão mais atualizada dos perfis toxicológicos compilados pela ATSDR, disponíveis no website: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiledocs/index.html>. Na ausência de perfis toxicológicos nessa fonte primária, serão utilizadas informações disponíveis nas seguintes fontes, em ordem de prioridade: Sistema Integrado de Informações sobre Risco (IRIS, *Integrated Risk Information System*) da US EPA; informações do INCHEM (*Internationally Peer Reviewed Chemical Safety Information*) do Programa Internacional de Segurança Química (IPCS, *International Programme on Chemical Safety*); informações da Rede de Dados Toxicológicos (TOXNET, *Toxicology Data Network*); e, as monografias da Agência Internacional de Pesquisa sobre Câncer (IARC, *International Agency for Research on Cancer*). Caso seja necessário, outras fontes de literatura sobre os perfis toxicológicos das substâncias químicas de interesse poderão ser utilizadas, respeitando a ordem de prioridade apresentada anteriormente.

Conforme a Seção 7.1.2 das Diretrizes do MS, serão discutidos os possíveis efeitos à saúde relacionados à exposição às substâncias químicas de interesse. Esses efeitos à saúde serão classificados como efeitos carcinogênicos e não-carcinogênicos, sendo detalhadas, com base nas evidências científicas apresentadas nos perfis toxicológicos das substâncias químicas de interesse, as rotas de exposição que estão associadas a esses efeitos. Adicionalmente, esses efeitos serão discutidos em termos de efeitos crônicos, sub-crônicos ou agudos.

Conforme a Seção 7.1.3 das Diretrizes do MS, também serão discutidas informações sobre grupos populacionais que possam apresentar condições de maior susceptibilidade aos efeitos à saúde identificados para cada substância química de interesse, tendo como base as evidências apresentadas nos perfis toxicológicos dessas substâncias.

3.4.1.3.2 Caracterização da Exposição e Cálculo da Dose de Exposição

A caracterização da exposição será feita através do cálculo (estimativa) da dose de exposição relacionada à cada via de exposição da rota de exposição

validada para uma substância química de interesse. Essa dose de exposição será estimada conforme a seguinte equação geral:

$$DE = \frac{C \times TI \times FE \times FB}{PC}$$

Onde,

C = concentração da substância química de interesse;

TI = taxa de ingresso;

FE = fator de exposição;

FB = fator de biodisponibilidade;

PC = peso corporal.

O fator de exposição é definido pela equação:

$$FE = \frac{EF \times ED}{AT}$$

Onde,

EF = frequência de exposição;

ED = duração da exposição;

AT = período relacionado à dose de exposição.

Tendo como objetivo avaliar a dose de exposição no contexto da variação das concentrações de cada substância química de interesse detectada em uma determinada matriz ambiental, será feito o cálculo da dose de exposição para as seguintes concentrações de entrada:

- A máxima concentração detectada, seguindo recomendação da Seção 7.1.5 das Diretrizes do MS;
- A concentração que representa o 95 UCL (percentil de 95% de confiança da média aritmética) da concentração da substância química de interesse na matriz ambiental;
- A média aritmética e a média geométrica das concentrações da substância química de interesse detectadas, conforme recomendação do item 7.3.1.4 da ATSDR (2005).

As taxas de ingresso e fatores de exposição a serem utilizados para a estimativa da dose de exposição serão selecionados conforme a seguinte ordem de prioridade: fatores de exposição específicos da área de estudo, quando disponíveis; fatores de exposição de literatura científica brasileira, quando disponíveis (e.g. Diretrizes do MS, CETESB); fatores de exposição do *Exposure*

Factors Handbook e do *Child-Specific Exposure Factors Handbook* da USEPA. Os fatores de exposição provenientes de literatura científica serão utilizados conforme as premissas e orientações dos estudos dos quais os fatores de exposição foram determinados, estando consistentes com o entendimento científico mais atual.

A biodisponibilidade corresponde à fração de um composto químico em um compartimento ambiental que, após processo de absorção, se encontra disponível para participação nos processos fisiológicos de um organismo (US EPA, 2007). O fator de biodisponibilidade será determinado, quando aplicável, através de testes de biodisponibilidade validados, realizados para amostras coletadas durante a execução da FASE II da GAISMA. Na impossibilidade de serem executados testes de biodisponibilidade, conforme recomendação da ATSDR (2005), o fator de biodisponibilidade será assumido como 1 (ou 100%) em uma etapa inicial do cálculo da dose de exposição. Na verificação de dose de exposição que excedam os valores de referência de saúde ou os níveis de risco aceitáveis com a aplicação do fator de biodisponibilidade de 100%, a biodisponibilidade da substância química de interesse será avaliada com maior detalhamento. Conforme Seção 3.4.1.3.5, essa avaliação toxicológica detalhada incorporará evidências científicas sobre a forma química da substância presente no compartimento ambiental e seu potencial de absorção.

3.4.1.3.3 *Caracterização de Risco*

Comparação das Doses de Exposição com Valores de Referência de Saúde

Para efeitos não-carcinogênicos, as doses de exposição estimadas serão comparadas com valores (doses) de referência de saúde.

Os valores de referência de saúde a serem utilizados são, em ordem de prioridade: Níveis de Risco Mínimo (MRL) da ATSDR; Doses de Referência da US EPA; e, os *Provisional Peer Reviewed Toxicity Values* (PPRTVs) da US EPA. Outras fontes de valores de referência de saúde poderão ser utilizadas, caso necessário. Todas as premissas e orientações de utilização dos valores de referência de saúde definidos pelos órgãos responsáveis serão seguidos.

Para a comparação da dose de exposição com o valor de referência de saúde, será feita a divisão das doses de exposição calculadas pelo valor de referência de saúde selecionado (quociente de periculosidade), sendo que, seguindo orientação da Resolução CONAMA nº 420/2009 e ATSDR (2005):

- Na verificação de valores inferiores a 1, que indica que a dose de exposição calculada é menor que o valor de referência de saúde, será concluído que a substância química de interesse não possui potencial de representar perigo à saúde;

- Na verificação de valores superiores a 1, que indica que a dose de exposição calculada é maior que o valor de referência de saúde, será realizada uma avaliação mais detalhada da exposição estimada, conforme recomendação ATSDR (2005).

Para efeitos carcinogênicos, as doses de exposição estimadas serão utilizadas para o cálculo do nível de risco, que será feito através da multiplicação da dose pelo fator de carcinogenicidade (*slope factor*). Os fatores de carcinogenicidade a serem utilizados serão os obtidos durante a etapa de levantamento do perfil toxicológico da substância química de interesse. Na inexistência de fatores de carcinogenicidade, os valores de unidade de risco (UR) do IRIS da USEPA serão utilizados para o cálculo do fator de carcinogenicidade.

O nível de risco calculado será comparado com o nível de risco aceitável para efeitos carcinogênicos de 1×10^{-5} , seguindo orientação da Resolução CONAMA nº 420/2009.

Para as substâncias químicas de interesse que apresentaram excedência aos valores de referência de saúde ou ao nível de risco aceitável para uma determinada rota de exposição, deverá ser realizada a avaliação toxicológica detalhada (Ver Seção 3.4.1.3.5), conforme capítulo 8 do documento "Public Health Assessment Guidance Manual (Update)" da Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) de 2005.

Os resultados da comparação das doses de exposição estimadas com os valores de referência de saúde e níveis de risco aceitáveis deverão ser sumarizados conforme as recomendações da ATSDR (2005) e itens 7.7 e 8.6 do RAGS da USEPA (1989a):

- A avaliação de risco à saúde humana deve incluir um resumo do processo de comparação das doses de exposição com os valores de referência de saúde. Esse resumo deve ser escrito em termos não-técnicos e deve incluir uma descrição do uso e das limitações desse tipo de comparação;
- Esse resumo deve salientar que o processo de estimativa das doses de exposição e comparação com os valores de referência é uma etapa de triagem das substâncias químicas a serem avaliadas detalhadamente, enfatizando que esse processo de triagem não identifica efeitos adversos à saúde (doenças e agravos);
- O documento de avaliação de risco à saúde humana deve indicar claramente todas as considerações utilizadas para a seleção das concentrações das substâncias químicas de interesse, valores de referência ambientais,

variáveis para a estimativa da dose de exposição e valores de referência de saúde;

- Deve também ser indicado claramente quais substâncias foram selecionadas para uma avaliação mais detalhada da exposição e o porquê dessa seleção; assim como quais substâncias foram determinadas como não tendo potencial de representar perigo à saúde e o porquê.

3.4.1.3.4 Análise de Incertezas e Sensibilidade

A etapa de análise de incertezas e sensibilidade será realizada conforme a Seção 3.4.2.5, seguindo o observado na seção 8.3 das Diretrizes do MS.

3.4.1.3.5 Avaliação Toxicológica Detalhada

A avaliação toxicológica detalhada seguirá os procedimentos descritos nas seções 8.3 a 8.7 do documento "*Public Health Assessment Guidance Manual (Update)*" da ATSDR (2005), incluindo:

- Avaliação crítica dos estudos científicos utilizados para a definição dos valores de referência de saúde que foram aplicados para a quantificação do risco, levando em consideração as condições experimentais, as populações avaliadas pelos estudos e a forma química da substância utilizada para a determinação do modelo dose-resposta;
- Comparação das doses de exposição calculadas com os dados de outros estudos dose-resposta disponíveis para a substância química de interesse;
- Avaliação de outros fatores que possam influenciar a resposta toxicológica da exposição à substância química de interesse, levando em consideração aspectos de biodisponibilidade e essencialidade;
- Determinar a necessidade de avaliação de dados de efeitos à saúde específicos da área alvo em estudo, incluindo dados de mortalidade, morbidade ou biomonitoramento;
- Consolidação das informações geradas na análise toxicológica detalhada.

As conclusões da avaliação toxicológica detalhada correspondem à uma descrição qualitativa das evidências que permitem avaliar se as condições de exposição estimadas para a área alvo em estudo são de natureza, frequência e magnitude suficiente para representar implicações à saúde pública.

3.4.1.3.6 Conclusões da Caracterização do Risco

As conclusões da comparação das doses de exposição com os valores de referência de saúde e a avaliação toxicológica detalhada serão resumidas em uma seção de conclusões. Nessa seção serão apresentadas: as substâncias químicas de interesse que não representam implicações à saúde pública e o porquê; as substâncias químicas de interesse que foram selecionadas para a avaliação toxicológica detalhada e o porquê; e, as conclusões da avaliação toxicológica detalhada. Essas informações serão apresentadas de forma a separar as substâncias químicas de interesse conforme a classificação de relacionadas ou não relacionadas ao rompimento da Barragem de Fundão, seguindo as conclusões da FASE II da GAISMA.

3.4.1.3.7 Avaliação de dados de saúde existentes

Essa avaliação consiste em uma etapa preliminar de avaliação epidemiológica descritiva, que será conduzida, quando necessário, em um estudo posterior, a ser desenvolvido por uma equipe adequadamente qualificada para tal, incluindo uma equipe multidisciplinar.

Serão avaliados dados de saúde disponíveis para as áreas alvo em estudo, com o objetivo de verificar a existência ou não de evidências epidemiológicas de efeitos à saúde da população receptora foco da ARSH. Esses dados incluem dados de mortalidade e morbidade que são relacionados especificamente aos potenciais efeitos à saúde da exposição às substâncias químicas de interesse através das rotas de exposição válidas para a área alvo em estudo. Todo o racional que foi utilizado para a definição de que o dado de morbidade ou mortalidade possui relação com a exposição sendo avaliada será apresentado, com as devidas evidências de literatura científica.

Na existência de dados de morbidade e mortalidade que possam ser utilizados para essa avaliação, será explicitado, conforme recomendação da ATSDR (2005), que a avaliação epidemiológica descritiva não é capaz de obter respostas de causa e efeito de um determinado agravamento à saúde. Conforme descrito pelas Diretrizes do MS, para evidência de relação causal entre as substâncias químicas de interesse e agravamentos à saúde, estudos epidemiológicos devem ser desenhados especificamente para esse objetivo, incluindo, dentre outros fatores, grupos populacionais considerados expostos e não-expostos.

Neste contexto, no GAISMA não serão avaliadas correlações relacionadas a efeitos adversos a saúde (agravamentos de saúde) humana causados por exposição de um receptor humano à uma substância química de interesse nas Área Alvo que

serão avaliadas, uma vez que estudos de avaliação de risco à saúde humana não são desenvolvidos com esse propósito.

Na inexistência de dados de morbidade e mortalidade que permitam essa avaliação, tal condição será explicitada no relatório. Para esses casos, deverá ser analisada a necessidade de obtenção desses dados, sendo que, caso necessária, será elaborado um plano de trabalho para aquisição e avaliação dos dados.

3.4.1.3.8 Resposta às Preocupações da Comunidade

Conforme descrito na Seção 3.2.3.2.1, as preocupações da comunidade, identificadas na FASE I da GAISMA, que forem relacionadas a rotas de exposição serão respondidas com base nas conclusões da etapa de avaliação toxicológica. Serão também indicadas as preocupações que não forem relacionadas a rotas de exposição para a área alvo em estudo e o porquê dessa definição.

3.4.1.4 Conclusões e recomendações

As conclusões das etapas anteriores do estudo de avaliação de risco à saúde humana desenvolvido com a metodologia do Ministério da Saúde serão apresentadas de forma resumida, indicando as recomendações decorrentes da etapa de implicações à saúde pública. Adicionalmente, conforme a Seção 8 das Diretrizes do MS, as preocupações da comunidade serão discutidas.

Todas as conclusões e recomendações do estudo serão apresentadas de forma a indicar se essas são associadas à uma substância química de interesse relacionada ao rompimento da Barragem de Fundão ou não, conforme determinação das Cláusulas 108 e 109 do TTAC. Adicionalmente, as conclusões e recomendações desse estudo serão integradas ao estudo de avaliação de risco à saúde humana desenvolvido com base na metodologia da US EPA (Ver Seção 3.4.2).

Ao final do estudo, a área alvo em estudo será classificada conforme as categorias da Seção 8.3 das Diretrizes do MS.

3.4.2 AVALIAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA - USEPA

Conforme descrito no RAGS PART A (USEPA, 1989a), para o desenvolvimento adequado da etapa de Avaliação de Risco a Saúde Humana é fundamental que sejam desenvolvidas:

- [1] Compilação, validação e análise de dados;
- [2] Caracterização dos Cenários de Exposição;
- [3] Quantificação do Ingresso;
- [4] Análise de Toxicidade;

- [5]Quantificação do Risco;
- [6]Estabelecimento de Concentrações Máximas Aceitáveis (CMA);
- [7]Análise de Incertezas;
- [8]Gerenciamento do Risco.

3.4.2.1 Compilação, validação e análise de dados

Na GAISMA, a compilação e validação dos dados a serem utilizados para o desenvolvimento da ARSH é realizada durante a execução da FASE I e FASE II, conforme descrito nas Seções 3.2 e 3.3, respectivamente. Adicionalmente, a análise de dados será desenvolvida conforme a Seção 3.4.1.1 e com base na metodologia descrita no item 5 (Data Evaluation) do "Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/1-89/002). PART A, Volume I" (e suas atualizações).

3.4.2.2 Avaliação da Exposição

A Avaliação da Exposição tem como objetivo a determinação do tipo, magnitude e frequência da exposição humana às SQI presentes no meio físico a partir de uma fonte de contaminação, associados a um dado evento de exposição atual e/ou futuro. Para o desenvolvimento da avaliação da exposição será seguida a metodologia descrita na Seção 3.4.1.3.2, em conformidade com os itens de 6.1 a 6.3 do "Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/1-89/002). PART A, Volume I" (e suas atualizações).

Considerando a estrutura indicada pelo RAGS PART A (USEPA, 1989a) e suas revisões posteriores, a etapa de Avaliação de Exposição será dividida em dois passos distintos, a saber:

- Caracterização dos cenários de exposição;
- Quantificação do ingresso: a ser desenvolvida conforme a Seção 3.4.1.3.2.

3.4.2.2.1 *Caracterização dos Cenários de Exposição*

Nesta etapa do estudo de Avaliação de Risco a Saúde Humana, serão definidos todos os caminhos pelos quais a contaminação avaliada se desloca a partir das fontes secundárias nos compartimentos do meio-físico de interesse e chega a uma população potencialmente exposta, conforme descrito nos itens de 4.5, 6.1, 6.2 e 6.3 do "Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/1-89/002). PART A, Volume I" (e suas atualizações).

Será considerado que obrigatoriamente os cenários de exposição a serem avaliados para a área alvo em estudo devem ser sempre relacionados aos seguintes elementos:

- (1) Fonte secundária de contaminação, conforme Seção 3.2.3.3;
- (2) Substâncias químicas de interesse (SQI), conforme Seção 3.3.3 e os itens 5.8 e 5.9 do RAGS da USEPA (1989a);
- (3) Caminho de exposição, conforme Seção 3.4.1.2 e o item 6.3 do RAGS da USEPA (1989a);
- (4) Receptores potenciais, conforme Seção 3.4.1.2 e os itens 4.5 e 6.3 do RAGS da USEPA (1989a);
- (5) Ponto de exposição (PDE), conforme Seção 3.4.1.2 e os itens 4.5 e 6.3 do RAGS da USEPA (1989a);
- (6) Via de ingresso, conforme Seção 3.4.1.2 e o item 6.3 do RAGS da USEPA (1989a);
- (7) Consolidação dos cenários de exposição, conforme Seção 3.4.1.2 e o item 6.3.5 do RAGS da USEPA (1989a).

3.4.2.2.2 Quantificação do Ingresso

Em projetos de avaliação de risco à saúde humana para áreas contaminadas, uma das etapas mais importantes é a quantificação do ingresso que deve ser desenvolvida pela estimativa das concentrações teóricas de exposição e pelo cálculo do ingresso (I). O ingresso é definido como a fração da SQI que está na interface de contato com o organismo exposto (pulmões, pele e intestino) e disponível para absorção, sendo expressa pela massa de SQI, por massa corpórea e unidade de tempo (USEPA, 1989a). Esta etapa deverá ser dividida em:

- Estimativa das Concentrações nos Pontos de Exposição, conforme Seção 3.4.1.3.2 e item 6.5 do RAGS da USEPA (1989a);
- Quantificação do Ingresso, conforme Seção 3.4.1.3.2 e item 6.6 do RAGS da USEPA (1989a).

3.4.2.3 Análise de Toxicidade

A análise de toxicidade será realizada conforme a Seção 3.4.1.3.1 e o capítulo 7 do RAGS da USEPA (1989a).

3.4.2.4 Quantificação do Risco

A quantificação do risco será executada conforme Seção 3.4.1.3.3 e os itens 8.2 e 8.3 do RAGS da USEPA (1989a).

Adicionalmente, após a quantificação do risco individual para cada SQI avaliada, será realizada:

- Somatória de todos os riscos carcinogênicos de cada SQI por cenário de exposição válido;
- Somatória de todos os riscos carcinogênicos de cada cenário de exposição válido por compartimento de interesse do meio-físico;
- Somatória de todos os riscos não carcinogênicos de cada SQI por cenário de exposição válido, considerando a similaridade de efeitos adversos e mesmos órgãos afetados, conforme definido no perfil de toxicidade da SQI;
- Somatória de todos os riscos não carcinogênicos de cada cenário de exposição válido por compartimento de interesse do meio físico, considerando a similaridade de efeitos adversos e mesmos órgãos afetados, conforme definido no perfil de toxicidade da SQI.

3.4.2.5 Análise de Incertezas e Avaliação de Risco Probabilística (PRA)

A primeira etapa da análise de incertezas e sensibilidade consiste na avaliação crítica dos parâmetros utilizados como dados de entrada da equação de cálculo das doses de exposição. Essa avaliação crítica terá caráter qualitativo e objetiva identificar lacunas técnicas no processo de geração desse dado de entrada.

A Análise de Incertezas e Sensibilidade será desenvolvida com base na metodologia descrita nos itens 6.8 e 7.6 "*Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/1-89/002). PART A, Volume I*" e suas posteriores revisões.

Serão analisadas as incertezas associadas à geração de dados e informações sobre a área alvo em estudo, considerando:

- Caracterização do meio físico regional e local (geológica, pedológica, hidrogeológica, geotécnica, hidrológica);
- Caracterização da contaminação;
- Caracterização do uso e ocupação do solo.

Serão também analisadas as incertezas associadas à geração de dados e informações sobre os parâmetros exposicionais considerando:

- Sistemática de levantamento de dados exposicionais;
- Sistemática de definição dos parâmetros exposicionais;
- Consistência técnica dos cenários de exposição desenvolvidos e validados.

A análise de sensibilidade será desenvolvida com o objetivo de identificar os parâmetros de cálculo da dose de exposição que mais influenciam na dose estimada. A análise de sensibilidade será realizada através da Avaliação de Risco Probabilística (PRA).

A PRA é uma avaliação de risco que usa distribuições de probabilidade para caracterizar variações ou incertezas nas estimativas de risco. Serão utilizadas uma ou mais variáveis das equações para quantificação do risco como distribuição de probabilidade, substituindo desta forma o valor único utilizado anteriormente. Sendo assim, o resultado desta etapa será um intervalo ou distribuição de probabilidade dos riscos quantificados para cada cenário de exposição válido.

A Avaliação de Risco Probabilística será desenvolvida com base na metodologia descrita no "U.S. EPA. Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA 540-R-02-002). PART A, Volume III. Process for Conducting Probabilistic Risk Assessment" e suas posteriores revisões.

Os objetivos da PRA são:

- Descrever quantitativamente o grau de variabilidade e incerteza nas estimativas de risco para efeitos carcinogênicos e não carcinogênicos para a saúde humana, fornecendo desta forma uma caracterização abrangente do risco;
- Avaliar a utilização dos parâmetros exposicionais com valores que representem a Máxima Exposição Razoável (RME);
- Avaliar a utilização dos parâmetros exposicionais com valores que representem o perfil exposicional específico da área alvo em estudo;
- Definir os valores para os parâmetros exposicionais que representam o trecho em estudo com limite de confiança de 95%.

Serão utilizadas Simulações de Monte Carlo para desenvolvimento da PRA que consiste num processo de iterações matemáticas para resolução da fórmula de cálculo da dose de exposição, variando-se os valores dos parâmetros de entrada dentro de uma determinada faixa aceitável até que o resultado destas iterações identifique faixas de tendência aceitável para os resultados. O software Crystal Ball® desenvolvido pela empresa Decisioneering (www.decisioneering.com) pode ser utilizado para esta finalidade. A simulação de Monte Carlo será desenvolvida conforme especificado nos documentos:

- Guiding Principles for Monte Carlo Analysis – US EPA, 1997;

- Risk Assessment Forum White Paper: Probabilistic Risk Assessment Methods and Case Studies – US EPA, 2014.

Os resultados da análise de incerteza e sensibilidade serão integrados com o objetivo de estabelecer quais limitações estão presentes nos resultados da avaliação de risco, considerando análise das aproximações qualitativas/semiquantitativas/quantitativas que podem ter influenciado diretamente nos resultados da quantificação do risco.

3.4.2.6 Conclusões e Recomendações

As conclusões das etapas anteriores do estudo de avaliação de risco à saúde humana desenvolvido com a metodologia do “*Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/1-89/002). PART A, Volume I*” (e suas atualizações) serão apresentadas de forma resumida, conforme capítulo 9 desta metodologia.

Todas as conclusões e recomendações do estudo serão apresentadas de forma a indicar se essas são associadas à uma ou mais substâncias químicas de interesse relacionada ao rompimento da Barragem de Fundão ou não, conforme determinação das Cláusulas 108 e 109 do TTAC. Adicionalmente, as conclusões e recomendações desse estudo serão integradas ao estudo de avaliação de risco à saúde humana desenvolvido com base na metodologia do Ministério da Saúde (Seção 3.4.1).

3.4.3 AVALIAÇÃO DE RISCO ECOLÓGICO - USEPA

A Avaliação de Risco Ecológico será desenvolvida com base nas diretrizes constantes na Decisão de Diretoria nº 038/2017/C, de 07 de fevereiro de 2017 (CETESB, 2017), na metodologia RAGS para ARE (USEPA, 1997 e 1998) e no Guia Canadense para ARE (ECCC, 2012). Conforme descrito no RAGS (USEPA, 1997) a ARE deve seguir as etapas abaixo:

- Etapa 1 (Tier 1): Screening Level Ecological Risk Assessment (SLERA);
- Etapa 2 (Tier 2): Baseline Ecological Risk Assessment (BERA).

Na GAISMA a SLERA será baseada em dados secundários disponíveis identificados e consolidados na FASE I, devendo ser constituída da formulação do problema, avaliação de efeitos ecológicos, estimativa de exposição e cálculo preliminar do risco ecológico. Se os resultados da SLERA indicarem possíveis riscos ecológicos, a Etapa Tier 2 - BERA será executada.

Na GAISMA, a BERA será iniciada pelo refinamento da formulação do problema, avaliação de efeitos ecológicos, estimativa de exposição e cálculo de detalhado do risco, com base nos dados primários levantados na FASE II.

As etapas da avaliação de riscos ecológicos (ARE) que compõem o GAISMA com base no descrito acima, encontram-se listadas abaixo:

- [1] Formulação do problema;
- [2] Caracterização da exposição
- [3] Análise de toxicidade;
- [4] Caracterização dos riscos – Linhas de evidências;
- [5] Análise de incerteza;
- [6] Cálculo dos valores máximos permissíveis no meio.

O fluxograma geral da ARE é apresentado na Figura 3.4-2.

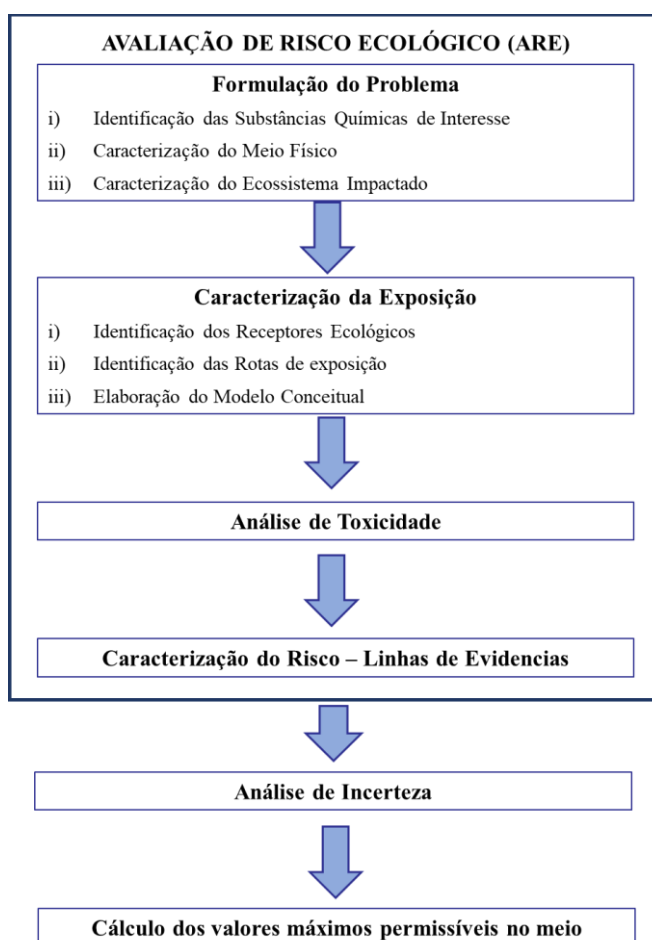


Figura 3.4-2: Fluxograma - ARE - FASE III – GAISMA. Fonte: Adaptado de USEPA (1998).

3.4.3.1 Formulação do Problema

A etapa de formulação do problema será iniciada a partir da consolidação de dados da FASE I (Seção 3.2) e FASE II (Seção 3.3) da GAISMA, estudos

bibliográficos regionais e amostras dos compartimentos do meio físico (solo, sedimento e água superficial), sobre o contaminante a fim de determinar a natureza e extensão da contaminação na área de estudo. Após a consolidação de dados, deve-se implementar a fase de formulação do problema, isto é, formular hipóteses preliminares do perigo associado a cada composto e dos efeitos ecológicos, e assim, determinar o escopo e objetivos globais da ARE a ser realizada conforme descrito no *Framework for Metals Risk Assessment* (US EPA, 2007).

3.4.3.2 Modelo Conceitual Ecológico

O Modelo Conceitual Ecológico (MC_{EC}) consiste em definir todas as formas em que os possíveis contaminantes possam ser transportados da área de origem até os receptores ecológicos potencialmente exposta. Segundo Suter II (1999) em avaliações de risco ecológico, modelos conceituais são representações das hipóteses pelas quais uma atividade, ou um conjunto de atividades induz efeitos nos receptores ecológicos. O MC_{EC} esclarecerá as interrelações entre fontes de agentes estressores, comportamentos e padrões de transferência de estressores entre compartimentos ambientais e receptores ecológicos (USEPA, 1997).

O MC_{EC} deverá abordar as seguintes questões:

- Caracterização ambiental e substâncias químicas existentes na área;
- Destino da contaminação e mecanismos de transporte;
- Mecanismo geral de ecotoxicidade associada às contaminações e categorias prováveis de receptores que poderiam ser afetados;
- Funções ecológicas importantes que podem afetar os receptores;
- As vias de exposição completas que podem existir na área;
- Seleção de *endpoints* para detectar riscos ecológicos;
- Estressores potenciais não relacionados à contaminação em investigação.

O MC_{EC} deverá incluir as considerações relacionadas à presença de espécies raras ou ameaçadas de extinção.

Será apresentada a integração e sumarização das rotas de exposição e os receptores ecológicos de forma diagramática, definida como Modelo Conceitual Ecológico (MC_{EC}).

Compartimentos Ambientais

Para os fins desta ARE, os solos e sedimentos são definidos como meios aos quais os receptores terrestres e aquáticos estão expostos, podendo ser solo/sedimento natural ou rejeitos. As amostras de áreas que são inundadas sazonalmente devem ser agrupadas de acordo com sua relevância para os *endpoints* de avaliação. Por exemplo, as amostras sazonalmente inundadas são frequentemente estudadas para o risco de exposição direta à comunidade de invertebrados usando valores orientadores de sedimentos e solo. Será considerada a profundidade das amostras, uma vez que se espera que a atividade biológica no solo e nos sedimentos seja maior nas zonas mais superficiais (rasas).

Substâncias Químicas de Interesse (SQI)

A identificação das substâncias químicas de interesse (SQI) a serem utilizadas na Linhas de Evidência Química será realizada na seção de "Seleção de Substâncias Químicas de Interesse" da FASE II (Ver Seção 3.3.3).

Na GAISMA, para avaliação de risco ecológico, as SQI deverão ser quantificadas em todos os compartimentos do meio físico que no MC_{EC} possam gerar efeitos adversos pela linha de evidência química nas espécies alvo definidas para fauna e flora. Sendo assim, serão coletadas amostras para quantificação das SQIs nos compartimentos solo superficial e subsuperficial, água subterrânea e superficial, sedimentos superficiais e subsuperficiais, lama, e quaisquer outras matrizes que se façam necessárias para a quantificação do risco ecológico.

Na GAISMA, os processos de bioacumulação e biomagnificação de SQI na cadeia alimentar são tratados a partir de ensaios específicos a serem realizados para quantificação do potencial de bioacumulação, conforme descrito nos documentos:

- . UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). Framework for Metals Risk Assessment, EPA 120/R-07/001. Washington, DC, EUA. Março, 2007.
- United State Environmental Protection Agency (USEPA). 1997. Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund: Process for Designing and Conducting Ecological Risk Assessments. Interim Final. June.
- United State Environmental Protection Agency (USEPA). 2000. Bioaccumulation Testing and Interpretation for the Purpose of Sediment Quality Assessment - Status and Needs. EPA-823-R-00-001. February.

- United State Environmental Protection Agency (USEPA). 2015. Region 4 Ecological Risk Assessment Supplemental Guidance Interim Draft. Region 4.

Caracterização do Ecosistema Impactado

A caracterização do ecossistema será realizada por meio da descrição da fauna e da flora que habitam cada área, dos tipos de comunidades presentes, e suas distribuições geográficas, e das espécies componentes de cada comunidade e demonstração da representatividade do ecossistema e do ambiente afetado. É muito importante a identificação de espécies em perigo ou ameaçadas de extinção. A descrição das espécies irá considerar características como exigências de reprodução e nidificação, ciclo de vida, alimentação e outras peculiaridades que sejam importantes para cada espécie.

Na GAISMA são considerados os estressores qualquer substância (estressores químicos, tais como substâncias tóxicas ou nutrientes), entidade física (estressores físicos, tais como sedimentos em suspensão) ou entidade biológica (estressores biológicos, tais como espécies não nativas) que cause efeitos indesejáveis à saúde ou condição biológica de um organismo (ECCC, 2012).

Serão identificadas e descritas as possíveis fontes de estresse físico e químico, tanto para o ambiente terrestre como para o ambiente aquático, considerando:

- A identificação preliminar dos estressores incluirá não só as substâncias químicas de interesse, mas também os estressores físicos;
- A avaliação dos efeitos incluirá a análise da toxicidade, e também a discussão sobre os efeitos ecológicos resultantes da exposição a estressores físicos.

Seleção de Espécies-Alvo

A partir da caracterização do ecossistema local serão selecionadas espécies-alvo que representam os diferentes compartimentos ecológicos do ecossistema local. Assim, espécies-alvo que representem os receptores ecológicos em compartimentos terrestres e aquáticos serão selecionadas.

Seleção de endpoints

Dentro da etapa de formulação do problema, também será realizada a seleção dos *endpoints*. Um *endpoint* é característico de um receptor (organismo afetado, observado), mas também pode ser afetado por agentes estressantes (Solomon, 1996).

Os *endpoints* podem ser de dois tipos: “*endpoints* de avaliação” (inglês: *assessment endpoints*) e “*endpoints* de medição” (inglês: *measurement endpoints*). Os *endpoints* de avaliação são definidos por uma entidade ecológica ou por seus atributos a serem protegidos e os *endpoints* de medição são as características mensuráveis destes atributos utilizados para estimar o grau de impacto que ocorreu ou pode ocorrer. Um atributo é a característica da entidade que deve ser protegida e está potencialmente em risco.

Os *endpoints* de avaliação se referem a atributos de populações ou comunidades biológicas e destinam-se a focar a ARE em componentes específicos do ecossistema que podem ser afetados negativamente pelos contaminantes do *site* (USEPA, 1997). Estes contêm uma entidade, que é frequentemente representada por uma guilda no ecossistema da área (por exemplo, aves onívoras) e atributos ecologicamente relevantes dessa entidade (por exemplo, taxa de sobrevivência e/ou reprodução). Ao selecionar *endpoints* de avaliação, deverão ser considerados importantes processos ecológicos e o valor do serviço ecossistêmico.

Uma variedade de *endpoints* de medição pode ser usada para os receptores ecológicos. As medidas da exposição incluem concentrações em água, na vegetação, no solo e no sedimento, e podem também incluir concentrações residuais no tecido. As medidas dos efeitos incluem valores orientadores toxicológicos disponíveis na literatura, bem como dados de campo sobre a comunidade ou estrutura populacional (US EPA, 2002).

3.4.3.3 Caracterização da Exposição

A caracterização da exposição pode ser definida como a co-ocorrência ou o contato do estressor com os componentes ecológicos, tanto no tempo quanto no espaço (US. EPA, 2007). Assim, tanto o estressor quanto o ecossistema devem ser caracterizados em escalas temporais e espaciais semelhantes. O resultado desta etapa consiste em um perfil de exposição que quantifica a magnitude, os padrões espaciais e temporais de exposição, indicando a forma na qual eles se relacionam com os *endpoints* de avaliação e as questões de riscos desenvolvidas durante a formulação do problema (USEPA, 1998).

O perfil da exposição é combinado com um perfil dos efeitos para estimar os riscos. Para que o perfil de exposição seja útil, ele deve ser compatível com a relação entre o estressor e a resposta gerada para caracterização dos efeitos (VIEIRA, 2005).

Será apresentada uma descrição completa de como, quando e onde a exposição ocorreu, avaliar as fontes primárias e secundárias, a distribuição dos estressores no meio ambiente e a extensão e o modo de contato ou de co-ocorrência. Para tanto é necessário identificar as transferências ambientais desse

estressor e avaliar se os mecanismos gerais de transporte e dispersão do estressor físico, químico e biológico envolvem: as correntes de água superficial (sistemas fluviais, lacustres ou lagunares), transporte através do solo / sedimento (superfície ou subsuperfície) e cadeia trófica (em especial para estressores químicos). No que se refere aos estressores biológicos, destacam-se: gotas de chuva (em geral, associada a processos erosivos); atividades humanas como meios de transporte aquáticos como barcos e transmissão passiva por outros organismos ou por vetores biológicos (CETEM, 2011).

3.4.3.4 Análise de Toxicidade

A análise de toxicidade pode ser definida como o processo que tenta reconhecer se a exposição a determinado agente pode estar relacionada ao aumento da incidência de determinado efeito adverso e se há possibilidade do seu efeito ocorrer no receptor em questão (Lima, 2009).

Na análise de toxicidade determina-se a dose ou concentração aceitável para receptores específicos que podem estar expostos em condições sem risco ou com um risco mínimo de desenvolvimento de efeitos adversos.

Um contaminante pode exercer efeitos ecológicos adversos de muitas maneiras. Em primeiro lugar, um contaminante pode afetar um organismo após a exposição por um curto período de tempo (agudo) ou após a exposição durante um longo período de tempo (crônico). Em segundo lugar, o efeito de um contaminante pode ser letal (matar o organismo) ou subletal (causando efeitos adversos além da morte, como crescimento reduzido, mudanças comportamentais etc.).

Os efeitos subletais podem reduzir o tempo de vida ou o sucesso reprodutivo de um organismo. Em terceiro lugar, um contaminante pode atuar direta ou indiretamente em um organismo. Os efeitos diretos incluem efeitos letais ou subletais do produto químico no organismo. Os efeitos indiretos ocorrem quando o contaminante danifica os alimentos, o habitat, as relações predador-presas ou a competição do organismo em sua comunidade.

A toxicidade pode ser aferida por meio de testes ecotoxicológicos com os organismos de interesse que geram como resultado algum parâmetro de toxicidade. Quando o parâmetro de toxicidade ou efeito observado é a mortalidade, o resultado do teste pode ser dado em CL50 ou DL50, que representam, respectivamente, a concentração ou a dose estimada que está associada com a morte de 50% da população testada. Tanto a CL50 como a DL50 são resultados de testes agudos, ou seja, testes que são realizados em curto espaço de tempo – até no máximo 96h – e que buscam observar qual o efeito de

uma única exposição (exposição aguda) a uma alta dose ou concentração do agente estressor.

Para investigar o efeito da exposição repetida em níveis subletais do estressor, são utilizados os testes crônicos, cuja duração engloba um período maior de vida do organismo, ou são realizados em estágios de vida mais críticos, como por exemplo, na fase larval. Os resultados dos testes crônicos geralmente são dados em termos de CENO – Concentração de Efeito Não Observado (inglês: NOEC - *No-Observed Effect Level*) ou CEO – Concentração de Efeito Observado (inglês: LOEC - *Lowest observed Effect Concentration*), que representam, respectivamente, o maior nível no qual não se observou nenhum efeito, ou o menor nível no qual se observou algum efeito.

Uma vez caracterizadas a exposição e a toxicidade, o risco pode ser caracterizado. Isso se dá pela integração das informações sobre exposição e sobre toxicidade.

3.4.3.5 Caracterização do Risco – Linhas de Evidência

A caracterização do risco inclui dois componentes principais: estimativa de risco e descrição do risco. A "estimativa de risco" envolve a integração da análise da exposição e efeitos de exposição, para cada parâmetro específico de avaliação. Neste caso, seria um resumo, por área, dos químicos que representam um risco. A "descrição do risco" fornece informações importantes para a interpretação dos resultados de risco e identifica um nível de efeitos nocivos nas plantas e animais (por exemplo, calculando de novo a concentração de exposição na qual um QR de 1 é excedido) (Suter II, 1996).

A caracterização dos riscos deve incluir a consideração da extensão espacial dos riscos e da sua magnitude, a distribuição da contaminação dentro de uma área, o peso da evidência, o potencial significado ecológico dos riscos identificados e os pontos fortes, limitações e incertezas da análise geral. Deverá ser levado em consideração que, com exceção de espécies raras ou ameaçadas de extinção, o objetivo da avaliação do risco ecológico é proteger as populações das espécies, e não indivíduos (espécimes).

Para a caracterização do risco deve ser considerado:

- No mínimo 3 linhas de evidências: química, ecotoxicológica e ecológica (abordagem peso de evidência);
- Apresentar os critérios de avaliação para cada linha de evidência;
- Base dos cálculos do risco, informando nível de risco aceitável.

3.4.3.5.1 *Linha de Evidência Química*

Nesta etapa, a caracterização do risco pode ser feita por meio do quociente de risco (QR), que é obtido pela razão entre a dose de exposição e os valores de referência toxicológica (DL50, NOEC etc.).

$$QR = \frac{\text{Dose de Exposição (mg/kg - dia)}}{\text{Valores de Referência Toxicológica (mg/kg - dia)}}$$

Quocientes de Perigo Ecológico (QR) calculados na GAISMA serão interpretados da seguinte forma:

- QR menores que 1 sugerem risco negligenciável
- QR entre 1 e 10 sugerem baixo a negligenciável
- QR maior que 10 sugerem risco potencialmente elevado.

3.4.3.5.2 *Linha de Evidência Ecotoxicológica*

Para a obtenção das evidências ecotoxicológicas serão utilizados os resultados obtidos para os ensaios ecotoxicológicos que vêm sendo realizados desde o rompimento da Barragem de Fundão, através de coletas de amostras de sedimentos e água superficial periódicas ao longo do trecho impactado e encaminhadas para ensaios ecotoxicológicos em laboratórios.

3.4.3.5.3 *Linha de Evidência Ecológica*

Para a obtenção das evidências ecológicas, serão utilizados os resultados obtidos para os índices ecológicos, como riqueza, diversidade, abundância, que vem sendo realizados desde o rompimento da Barragem de Fundão até o momento do levantamento de dados para inserir na ARE.

3.4.3.5.4 *Linha de Evidência Física*

A Linha de Evidência Física não está prevista protocolos da USEPA para desenvolvimento de ARE. Entretanto, esta linha de evidência poderá ser avaliada, considerando que a passagem e deposição da lama de rejeitos provenientes do rompimento da barragem causou perda e alterações nos habitats. Contudo, a incerteza está associada à quantificação do quanto a situação atual ainda representa um risco.

Não há uma metodologia definida para a avaliação de risco considerando a linha de evidência física. Sendo assim, na GAISMA os dados são utilizados de forma qualitativa, e na sua grande maioria comparando a situação pré e pós o evento. A linha de evidência física será baseada na avaliação principalmente de 3 aspectos:

- Dados de parâmetros físicos de qualidade de água: turbidez e sólidos em suspensão totais (SST);

- Espessura do rejeito nas porções intracalha e extracalha;
- Perda e modificação física de habitats terrestres e aquáticos.

3.4.3.5.5 *Integração das três (3) Linhas de Evidência*

Para a integração das três (3) linhas de evidência, as mesmas devem estar listadas e um símbolo deve ser atribuído para cada uma: positivo "+", negativo "-" e nulo "0", para representar evidências que, respectivamente, apoiam, enfraquecem ou não afetam a credibilidade de uma evidência, conforme o sistema de atribuição de pesos proposto pela US EPA (2016).

Será avaliada a existência de relações lógicas entre as linhas de evidência e caso ocorram inconsistências entre as linhas, as mesmas deverão ser explicadas com base no levantamento das condições da área alvo em estudo, da química ambiental e toxicologia realizados para a condução da ARE.

3.4.3.6 Análise de Incerteza

A análise de incertezas associadas ao estudo de avaliação de risco ecológico deverá seguir os mesmos moldes de análise descrito na Seção 3.4.2.5.

Será realizada uma análise dos fatores de incerteza associados a ARE considerando o processo de levantamento de dados de fauna e flora, a seleção de espécies alvo e a quantificação das doses de ingresso.

3.4.3.7 Toxicidade do contaminante e seus efeitos adversos Cálculo dos Valores Máximos Permissíveis no Meio

Os valores máximos permissíveis no meio são definidos como as concentrações máximas das substâncias químicas de interesse - SQI (contaminantes) no meio físico que não causem risco ao ecossistema, caso ocorra uma situação de exposição dos receptores ecológicos.

Serão apresentados os valores máximos permitidos calculados para cada área piloto, a partir da fixação do quociente de risco aceitável.

3.4.3.8 Conclusões e Recomendações

As conclusões das etapas anteriores do estudo de avaliação de risco ecológico desenvolvido com a metodologia do "Ecological Risk Assessment Guideline for Superfund" (e suas atualizações) serão apresentadas de forma resumida, conforme capítulo 8 desta metodologia.

Todas as conclusões e recomendações do estudo serão apresentadas de forma a indicar se essas são associadas à uma ou mais substâncias químicas de interesse relacionada ao rompimento da Barragem de Fundão ou não. Quando possível, as conclusões e recomendações desse estudo serão integradas aos

estudos de avaliação de risco à saúde humana desenvolvido com base na metodologia do Ministério da Saúde (Seção 3.4.1) e metodologia RAGS USEPA (Seção 3.4.2). Nas recomendações da ARE será considerado a Avaliação de Risco Ecológico de Linha de Base (BERA – *Baseline Ecological Risk Assessment*).

3.4.4 PRODUTOS DA FASE III

Todas as etapas da Fase III serão descritas em relatório. Os principais produtos dessa fase são:

- Relatório de ARSH de acordo com as Diretrizes do MS;
- Relatório de ARSH de acordo com a USEPA;
- Relatório de ARE de acordo com as Diretrizes do MS.

3.4.5 DEVOLUTIVA À COMUNIDADE

A devolutiva à comunidade com os resultados da Fase III somente acontecerá após aprovação dos Relatórios FASE III pelos órgãos públicos estaduais de meio ambiente e saúde. Esta devolutiva representa parte da etapa de socialização das informações, conforme descrito na Seção 4.3 das Diretrizes do MS.

Reunião Geral – Devolutiva FASE III

- Envolvidos: Relações Institucionais, Diálogo e equipes territoriais da FUNDAÇÃO RENOVA, Secretarias Municipais de Saúde e Meio Ambiente, especialistas indicados pelas Secretarias Estaduais, e representantes das comunidades das áreas alvo específicas;
- Quando: É a terceira devolutiva de resultado da GAISMA para comunidade. Deve ser realizada antes do início da Fase IV;
- Objetivos:
 - i. Apresentar os resultados da Fase III: Avaliação de Risco à Saúde Humana;
 - ii. Quando aplicável: Divulgação das datas de realização da FASE IV.

3.5 FASE IV- PLANO DE GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADA

A Figura 3.5-1 apresenta o fluxograma detalhado da FASE IV para desenvolvimento do Plano de Gestão Ambiental Integrada para Saúde e Meio Ambiente para as áreas alvo no procedimento GAISMA.

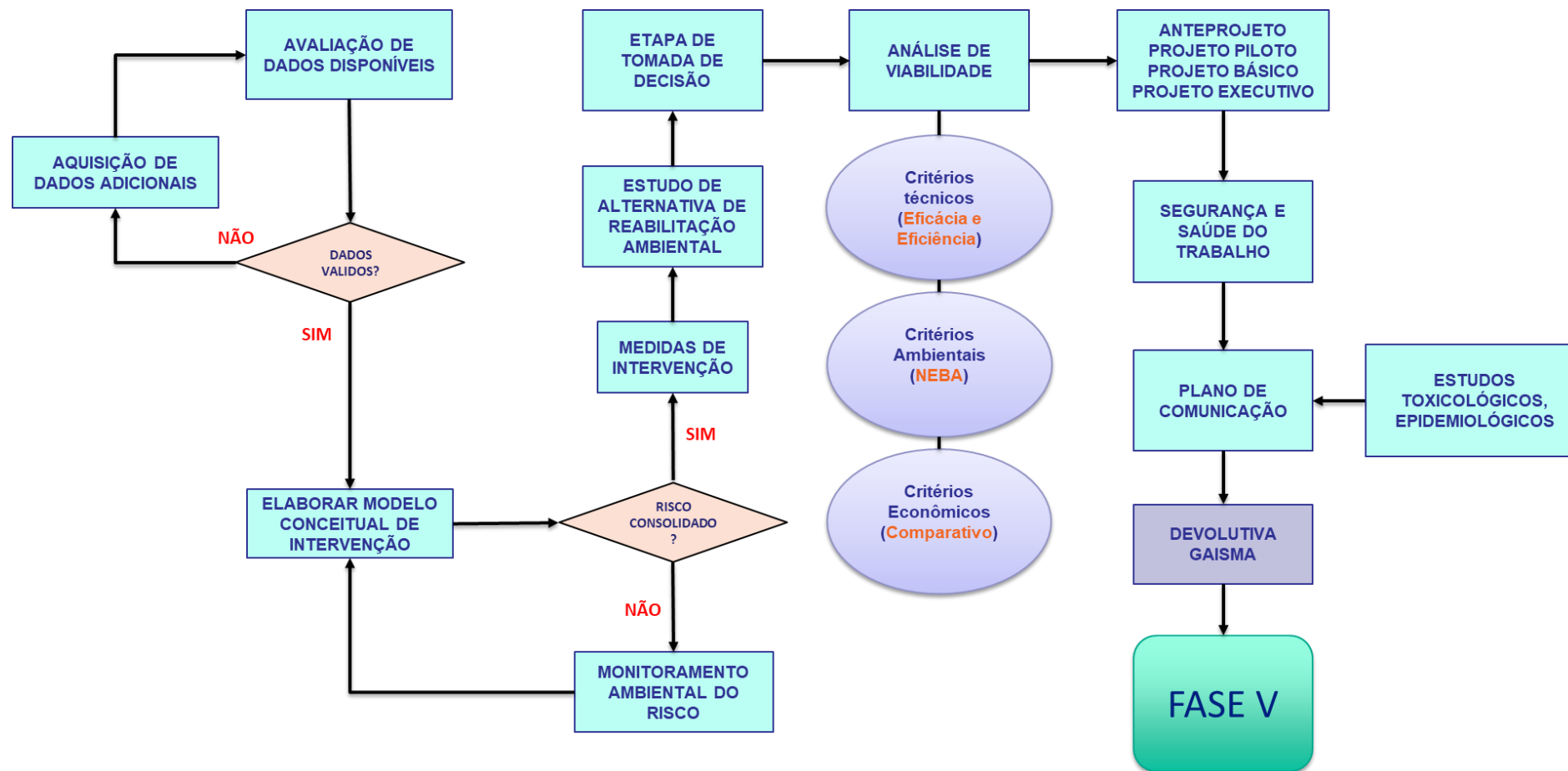


Figura 3.5-1: Fluxograma - FASE IV - GAISMA.

A FASE IV da GAISMA, de desenvolvimento do Plano de Gestão Ambiental Integrada (PGAI), tem como objetivo consolidar todas as ações (de saúde, institucionais, de engenharia e de remediação) a serem aplicadas na área alvo em estudo, que foram apontadas como conclusões e recomendações dos três estudos desenvolvidos na Fase III da GAISMA. Apenas as ações relativas à SQIs relacionadas ao rompimento da Barragem de Fundão (definidas conforme a Seção 3.3.2) serão responsabilidade da Fundação Renova. Para ações relativas à SQIs não relacionadas ao rompimento da Barragem de Fundão, o PGAI considera e recomenda ações a serem implementadas pelos órgãos públicos de forma conjunta e coordenada, subsidiando o Estado na tomada de decisão acerca das medidas de saúde e ambientais necessárias e por grau de priorização.

As ações a serem definidas na etapa FASE IV irão considerar, mas não se limitar, as informações e dados gerados e disponibilizados a partir das etapas relacionadas à GAISMA desenvolvidas anteriormente, visando estabelecer ações de controle, monitoramento e mitigação integradas e com indicadores de reabilitação ambiental (IPARA) nas áreas impactadas pelo rompimento da Barragem de Fundão. Caso os resultados da ARSH e ARE exijam complementação, serão implementadas medidas de monitoramento a fim de complementar as conclusões sobre potenciais riscos à saúde humana e ecológicos. Somente após essa complementação serão estabelecidas as medidas de reabilitação a serem aplicadas na área alvo.

O PGAI também irá considerar ações de monitoramento continuado da eficiência das medidas a serem implantadas para reabilitação ambiental que se mostrarem necessárias, bem como considerar como metas quantitativas os VMG (Valores Mínimos para Gestão), a serem definidos no FASE IV a partir da consolidação dos resultados das ARSH e ARE. Os VMG serão desenvolvidos para integrar as ações de saúde pública, reabilitação ambiental e monitoramento ecológico.

As etapas de desenvolvimento do PGAI são:

- [1] Avaliação de dados disponíveis das etapas anteriores e demais referências;
- [2] Definição do Modelo Conceitual de Gestão Integrada;
- [3] Definição do plano de monitoramento ambiental continuado;
- [4] Definição das medidas de reabilitação ambiental;
- [5] Definição do plano de comunicação de risco à saúde humana;
- [6] Definição do plano de acompanhamento da saúde dos trabalhadores;
- [7] Definição dos indicadores de reabilitação ambiental

Os objetivos do PGAI deverão ser definidos considerando a conclusão acerca da necessidade de adoção de medidas de reabilitação e desenvolvimento de protocolos de saúde.

3.5.1 AVALIAÇÃO DE DADOS DISPONÍVEIS

A avaliação de dados disponíveis, conforme destacado anteriormente, não deve se limitar às etapas anteriores da GAISMA, devendo ser consultados outros documentos relacionados a atividades de reabilitação, estudos sobre risco potencial, planos de monitoramento executados no local, dentre outros.

A partir destas informações, caso seja possível consolidar as conclusões sobre os potenciais riscos à saúde humana e ecológicos da área alvo em estudo, o PGAI irá definir medidas de monitoramento ambiental continuado e medidas de reabilitação. Caso contrário, o PGAI será iniciado com a definição do monitoramento ambiental e, a partir de seus resultados e a consolidação das conclusões sobre os potenciais riscos à saúde humana e ecológicos, definir as medidas de reabilitação a serem aplicadas na área alvo.

3.5.2 DEFINIÇÃO DO MODELO CONCEITUAL DE GESTÃO INTEGRADA

O Modelo Conceitual de Gestão Integrada (MCGi) será baseado nas conclusões da FASE III da GAISMA, na avaliação dos dados disponíveis e na definição dos objetivos específicos do PGAI da área alvo de interesse. A definição dos objetivos a partir do MCGi irá considerar a inter-relação dos diferentes elementos, que em conjunto, caracterizam risco. A Figura 3.5-2 representa esta relação.



Figura 3.5-2: Interrelação de elementos para caracterizar risco potencial

Essa figura ilustra a possibilidade de diferentes formas possíveis de atuação das medidas de reabilitação para excluir o risco potencial da área alvo de interesse.

É importante destacar que o MCGi levará em consideração as conclusões das FASES II e III da GAISMA, tendo como base a divisão de substâncias químicas

de interesse da área alvo em estudo (Seção 3.3.4.2) e as conclusões dos estudos de ARSH e ARE.

3.5.3 DEFINIÇÃO DO PLANO DE MONITORAMENTO AMBIENTAL CONTINUADO

O plano de monitoramento ambiental continuado será composto por:

- i. Monitoramento ambiental do risco potencial: medidas de monitoramento para obtenção de mais dados para maior detalhamento sobre o cálculo de risco potencial para a área alvo, quando necessário, diminuindo as incertezas que restaram nas etapas anteriores;
- ii. Monitoramento das medidas de reabilitação: medidas de monitoramento voltadas para avaliar o desempenho das medidas de reabilitação aplicadas na área alvo de interesse.

No plano de monitoramento ambiental continuado está previsto o mapeamento do risco para entendimento detalhado das variações exposicionais das comunidades expostas, permitindo uma análise mais precisa sobre as ações a serem implementadas no intuito de reduzir o risco. Nesse sentido, para o mapeamento do risco será previsto o adensamento amostral com base nas mesmas premissas geoestatísticas e estatísticas definidas na GAISMA, quando esse adensamento se mostrar necessário. Além disso, para definição das medidas de intervenção a serem adotadas será avaliado o uso pretendido da área alinhado com as comunidades atingidas.

A estratégia do monitoramento ambiental integrado também irá prever o monitoramento de espécies da fauna e flora que possam ter sido classificadas em situação do risco ecológico na etapa de ARE.

O plano de monitoramento ambiental continuado irá depender da consolidação das informações provenientes de etapas anteriores, devendo este ser iniciado pelo monitoramento ambiental do risco potencial, caso sejam necessários dados adicionais para diminuir as incertezas referentes ao risco potencial. No caso dos dados obtidos em etapas anteriores e outros estudos forem suficientes para definição das medidas de reabilitação, o plano de monitoramento ambiental continuado pode ser iniciado com a proposição do monitoramento de eficiência das medidas de reabilitação elencadas para a área alvo de interesse.

As matrizes ambientais a serem monitoradas são aquelas que apresentaram risco potencial na FASE III, bem como aqueles associados aos seus cenários de exposição.

Nesta etapa, serão consideradas análises complementares (por exemplo, ensaios de biodisponibilidade e bioacessibilidade adicionais) além das análises realizadas anteriormente, visando estabelecer uma base detalhada para discussão

sobre a ocorrência do risco potencial associado ao rompimento da Barragem de Fundão.

3.5.4 INDICAÇÃO DE MEDIDAS DE MONITORAMENTO E CONTROLE DA SAÚDE PÚBLICA

A indicação das medidas de monitoramento e controle da saúde pública serão definidas com base nas orientações das Diretriz do MS (Ministério da Saúde, 2010), bem como observando a seção 3.4.1.4. Serão previstas ações como por exemplo, apoio ao SUS, capacitação dos profissionais do SUS, suporte à aplicação de protocolos de saúde específicos, indicação da necessidade de levantamento epidemiológico secundário, acompanhamento toxicológico, estudos de seguimento da população, plano de acompanhamento da saúde de trabalhadores, entre outros.

As indicações de ações definidas neste item não serão detalhadas no Plano GAISMA, uma vez que o detalhamento deverá ser feito pelos órgãos competentes, respeitando a estrutura do SUS. Estas servirão de orientação para um grupo de especialistas em saúde pública e toxicologia humana, que irá detalhar os projetos ligados ao acompanhamento da saúde das populações potencialmente expostas pelo rompimento da Barragem de Fundão.

3.5.5 DEFINIÇÃO DAS MEDIDAS DE REABILITAÇÃO AMBIENTAL

A definição das medidas de reabilitação ambiental, conforme apresentado na Figura 3.5-2, podem ser propostas para atuarem em diferentes interfaces, sendo elas a fonte de contaminação, a rota de exposição e os receptores.

Essas medidas são definidas como um conjunto de ações adotadas visando à eliminação ou à redução dos riscos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger, decorrentes de uma exposição aos contaminantes presentes em uma área contaminada, consistindo da aplicação de: medidas de remediação, que atuam sobre a fonte de contaminação; controle institucional, que atuam sobre o receptor; e de engenharia, que atuam sobre as rotas de exposição.

A definição das medidas de reabilitação a serem aplicadas na área alvo de interesse depende dos critérios de viabilidade definidos pelas partes interessadas na etapa de tomada de decisões. Os critérios de viabilidade são divididos em:

- Critérios técnicos: avaliados a partir da aplicabilidade técnica, considerando o meio físico a ser tratado, os contaminantes alvo, o tipo da técnica, seu método de aplicação, sua eficácia e eficiência, os equipamentos, insumos e mão-de-obra necessários, bem como resíduos gerados e riscos relacionados à sua aplicação;
- Critérios econômicos: avaliados pelo custo geral do projeto, sendo associados à alocação de mão-de-obra, equipamentos, insumos,

análises químicas, destinação de resíduos, licenças e qualquer outro item necessário que possa influenciar economicamente o projeto;

- Critérios ambientais: avaliados a partir da análise de benefício ambiental líquido (*Net Environmental Benefit Analysis – NEBA*), comparando-se os potenciais benefícios ambientais de diferentes técnicas aplicadas, incluindo a ausência de suas aplicações.

Os seguintes objetivos serão considerados para adoção de medidas de reabilitação, quando aplicáveis:

- a) Mitigação da exposição a níveis aceitáveis de risco à saúde humana e ecológico identificadas na área alvo em estudo;
- b) Controlar as fontes de contaminação secundárias identificadas;
- c) Evitar que outros bens a proteger sejam afetados;
- d) Restabelecer a qualidade dos compartimentos do meio físico e ambientais impactados, para os quais devem ser observados os padrões legais.

Para o atingimento dos objetivos propostos, as medidas de reabilitação ambiental que poderão ser adotadas em conjunto ou isoladamente somente nas regiões que possuam risco confirmado. A decisão sobre as medidas de reabilitação a serem propostas deverá ter como base:

- [1] A redução da massa das substâncias químicas de interesse (SQI) nos compartimentos do meio físico contaminados que oferecem risco à saúde humana ou a ecossistemas, considerando a sua distribuição espacial mapeada anteriormente na etapa de FASE II;
- [2] O controle e, se possível, a eliminação da exposição de receptores localizados em regiões nas quais foi quantificado risco acima de níveis aceitáveis;
- [3] Elaboração de estudos de alternativas de reabilitação, em alinhamento com o Plano de Manejo de Rejeitos, que preveja a avaliação minimamente das seguintes alternativas:
 - a. Remoção e/ou raspagem de solo superficial contaminado que possuam SQI que oferecem risco para ingestão de partículas e ingestão de alimentos;
 - b. Geofixação, estabilização e inertização de SQI que oferecem risco para ingestão de partículas de solo superficial e ingestão de alimentos;
 - c. Fitorremediação em áreas onde solo superficial contaminado que possuam SQI que oferecem risco para ingestão de partículas;

- d. Encapsulamento de áreas onde solo superficial contaminado que possuam SQI que oferecem risco para ingestão de partículas.
- e. Monitoramento e Controle de Cultivos e Plantações;

Para as medidas de engenharia e reabilitação ambiental do plano GAISMA será obrigatório que seja apresentado os seguintes itens de projeto básico:

- resultados dos testes desenvolvidos para o dimensionamento, quando aplicáveis;
- memorial descritivo;
- memorial de cálculo;
- dimensionamento e especificação de todos os equipamentos;
- plantas do layout das instalações da medida projetada;
- planta com concentrações meta a serem atingidas, mapa de risco referente ao cenário de exposição de interesse e área de influência da medida dimensionada;
- seções contendo o esquema da ocupação da área, a distribuição espacial da contaminação e a localização da medida de engenharia;
- isométrico das instalações da medida de engenharia, quando aplicável;
- quadro de quantitativos de materiais, insumos, mão de obra, equipamentos e infraestrutura de das instalações;
- pontos de conformidade para o monitoramento da eficiência da medida de engenharia;
- especificação técnica do monitoramento da eficiência da medida de engenharia;
- cronograma detalhado.

3.5.6 DEFINIÇÃO DO PLANO DE COMUNICAÇÃO DE RISCO À SAÚDE HUMANA

A estratégia e as ações serão norteadas pelas normas definidas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e pela Organização Pan-Americana de Saúde (Opas). O Plano de Comunicação de Riscos à Saúde Humana seguirá referências consagradas, como por exemplo, as orientações presentes nos seguintes documentos:

- [1] Comunicação de riscos em emergências de saúde pública -- Um guia da OMS para políticas e práticas em comunicação de risco de emergência
- [2] Comunicação Eficaz com a Mídia durante Emergência de Saúde Pública (Manual OMS)
- [3] Effective Communications Participant Handbook (OMS)
- [4] Avaliação de Risco à Saúde Humana (OPAS/OMS) / Curso de Comunicação de Risco OMS
- [5] Plano de Respostas às Emergências em Saúde Pública do Ministério da Saúde

- [6] Resolução Nº 588, do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que institui a Política Nacional de Vigilância em Saúde (PNVS)
- [7] National Research Council - "Improving Risk Communication" - 1989
- [8] Comunicação de Risco, Vigilância Sanitária e Política de Saúde
- [9] Comunicação no controle de risco à saúde e segurança na sociedade contemporânea: uma abordagem interdisciplinar
- [10] Risk Communication and Community Engagement (RCCE) Considerations: Ebola Response in the Democratic Republic of the Congo (OMS)
- [11] A prática da comunicação de risco no contexto das organizações
- [12] Creación de una estrategia de comunicación para la influenza pandémica-OPS
- [13] Micromortevida Severina? A comunicação preemptiva dos riscos

O objetivo do Plano de Comunicação de Risco à Saúde Humana será traçar estratégias e ações de comunicação necessárias para a divulgação dos resultados obtidos na GAISMA, como:

- Definir uma estratégia de comunicação para informar adequadamente – de forma clara, didática e acessível - a todos os públicos sobre o resultado dos estudos de ARSH;
- Reforçar compromisso com a transparência e a credibilidade, prezando pela segurança da população por meio da divulgação de informações confiáveis;
- Promover o engajamento e estabelecer relação de confiança junto às partes interessadas;
- Evitar temores, preocupações e inseguranças associadas à percepção equivocada do risco para a saúde por parte da população;
- Atuar para evitar a circulação de informações distorcidas sobre possíveis impactos à saúde da população;
- Capacitar agentes e profissionais de saúde para lidar com o público e promover o esclarecimento.

As diretrizes de comunicação a serem seguidas, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), para atingir o objetivo de comunicar o risco, segue os princípios de educar, informar, recomendar, preparar e prevenir. As diretrizes são:

- a) Conquistar a confiança de comunidades afetadas;
- b) Estimular a participação das comunidades afetadas;
- c) Integrar a estratégia de comunicação de risco;
- d) Avaliar a prática da estratégia de comunicação de risco.

Com base nas diretrizes apresentadas e nos objetivos específicos do Plano de Comunicação de Risco à Saúde Humana, serão realizados os seguintes elementos:

- Mapear os públicos prioritários para a comunicação de risco, identificando a população afetada, os órgãos sociais, de mídia e governamentais, entre outros;
- Gerar a matriz de responsabilidades, definindo o papel de cada uma das instituições envolvidas;
- Definição de porta-vozes e mensagens-chave a serem passadas.

A partir destes elementos, deve-se definir a estratégia de comunicação e o plano tático de apresentação dos resultados obtidos e consolidados no projeto GAISMA, finalizando-o com a definição da avaliação e monitoramento do desempenho do plano, respondendo questões como:

1. O público entende o conteúdo da comunicação?
2. O público está de acordo com a interpretação ou recomendação contida na mensagem?
3. Os públicos-alvo acham que a mensagem é útil, precisa e clara?

A partir desta avaliação e monitoramento será possível verificar a efetividade do plano de comunicação de risco e sugerir eventuais alterações em sua estratégia.

3.5.7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As conclusões das etapas anteriores do Plano de Gestão Integrada para Saúde e Meio Ambiente serão apresentadas de forma resumida.

Todas as conclusões e recomendações do plano serão apresentadas de forma a indicar ações de reabilitação ambiental, de gerenciamento dos riscos (saúde pública, ambientais e ecológicos), de monitoramento ambiental e de comunicação do risco, associadas à uma ou mais substâncias químicas de interesse relacionada ao rompimento da Barragem de Fundão ou não.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (ANA). "Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras. Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos". Brasília, DF, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). "Resolução da diretoria colegiada – RDC nº 42". Brasília, 29 de agosto de 2013. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/rdc0042_29_08_2013.pdf/c5a17d2d-a415-4330-90db-66b3f35d9fbd.

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). "Public Health Assessment Guidance Manual (Update)". Atlanta, USA, 2005a.

ALBUJA, L. Murciélagos del Ecuador. 2da Edición, Cicetronic Cía. Ltda. Offset Quito, Ecuador, 1999.

ANDERSON, J.M. & INGRAM J.S.I. Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods. 2.ed. Wallingford, CAB International, 1993. 171p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.004:2004 "Resíduos Sólidos - Classificação". Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.005:2004. "Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos". Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.006:2004 "Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos". Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.007:2004 "Amostragem de resíduos sólidos". Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.492:2007 "Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - Procedimento". Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.515-1:2007 Versão Corrigida:2011 "Passivo ambiental em solo e água subterrânea- Parte 1: Avaliação preliminar". Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.515-2:2011 "Passivo ambiental em solo e água subterrânea- Parte 2: Investigação confirmatória". Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.515-3:2013 "Passivo ambiental em solo e água subterrânea- Parte 3: Investigação detalhada". Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15847, 2010 "Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento - Métodos de purga". Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16.209:2013 "Avaliação de risco a saúde humana para fins de gerenciamento de áreas contaminadas". Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16.435:2015 "Controle da qualidade na amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas – Procedimento". Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9.897:1987 "Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento". 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9.898:1987 "Preservação e técnicas de amostragem de afluente líquidos e corpos receptores - Procedimento". 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO/IEC 17025:2017 "Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração". Rio de Janeiro, 2017.

ASTM International, 2006. ASTM D 6634-01 "Standard Practice for the Selection of Purging and Sampling Devices for Groundwater Monitoring Wells". 2016.

ASTM International, 2016. D7144 "Standard Practice for Collection of Surface Dust by Micro-vacuum Sampling for Subsequent Metals Determination". 2016.

ÁSTUA, D.; MOURA, R.; GRELLE, C. E. V.; Fonseca, M. Influence of Baits, Trap Type, and Position for Small Mammals Capture in a Brazilian Lowland Atlantic Forest. Bol. Mus. Biol. Mello Leitão, v. 19, p. 31-44, 2006.

BARETTA, D.; 2007. Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com Araucaria angustifolia no Estado de São Paulo. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2007. 158p. (Tese de Doutorado).

BECKER, M.; DALPONTE, J. C. Rastros de mamíferos silvestres brasileiros. Brasília, DF: Editora da Universidade de Brasília. 1999.

BORGES, P. A. L.; TOMÁS, W. M. Guia de rastros e outros vestígios de mamíferos do Pantanal. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2004. 139 p.

BRASIL. "Decreto Nº 55.871". Brasília, 26 de março de 1965.

BUCKLAND, S.T., ANDERSON, D.R., BURNHAM, K.P., LAAKE, J.L., BORCHERS, D.L. & THOMAS, L. Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological population. Oxford University Press, Oxford, 2001. p. 43.

Bussab, WO; Morettin, PA. Estatística Básica. São Paulo: Editora Saraiva, 2006 (5ª Edição).

CH2M, JACOBS. "Plano de Manejo de Rejeitos – Revisão 1". São Paulo, Brasil, 31 de julho de 2017.

CHEIDA, C. C., RODRIGUES, F. H. G. Introdução às técnicas de estudo em campo para mamíferos carnívoros terrestres. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; ROSSANEIS, B. K.; FREGONEZI, M. N. (Eds.). Técnicas de estudos aplicadas aos mamíferos silvestres brasileiros. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 275 p, 2010.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). "Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas". São Paulo, 2001.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Decisão de Diretoria nº 038/2017/C. São Paulo, 2017.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). "Deliberação Normativa COPAM nº 166". Minas Gerias, 29 de junho de 2011. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=18414>.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). "Resolução Nº 357". Brasil, 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). "Resolução Nº 396". Brasil, 3 de abril de 2008. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). "Resolução Nº 420". Brasil, 28 de dezembro de 2009. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). "Resolução Nº 454". Brasil, 01 de novembro de 2012. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=693>

CORREIA, Pedro. Modelação e Estimacão: uma introdução à geoestatística. 1ª. ed. Paraná: LEG UFPR, 2010. 80 p. v. 1.

COSTA, H. C., BÉRNILS, R. S. Répteis brasileiros: Lista de espécies 2015. Herpetologia Brasileira, v. 4, p. 75- 93, 2015.

ENVIRONMENTAL AND CLIMATE CHANGE CANADA (ECCC). Ecological Risk Assessment Guidance. Federal Contaminated Sites Action Plan (FCSAP). Canadian Minister of the Environment, Government of Canada. 2012.

FONSECA, G. A. B.; Kierulff, M. C. M. Biology and natural history of Brazilian Atlantic forest mammals. Bull. Florida State Mus. Biol. Sci., v. 34, n. 3, p. 99-152, 1988.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATION (FAO). "Joint FAO/WHO Fod Standards Programme - CODEX Committee on Contaminants in Foods - Fifth Session. The Hague, The Netherlands, Março de 2011.

FOWLER, H.W. 1941. A collection of freshwater fishes obtained in Eastern Brazil by Dr. Rodolpho von Ihering. Proc. Acad. Nat. Sci. Phila., 93: 123-199.

GRELLE, C. E. V. Forest Structure and Vertical Stratification of small Mammals in a Secondary Atlantic Forest, Southeastern Brazil. Journal Studies on Neotropical Fauna and Environment, v. 38, n. 2, p 81-85, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Comitê Interfederativo – CIF. Deliberação nº 106, 2017. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/cif/deliberacoes/2017/cif-2017-09-14-deliberacao-106.pdf>>.

IPCS (International Programme on Chemical Safety). Environmental health criteria 228, principles and methods for the assessment of risk from essential trace elements, United Nations Environment Programme, International Labour Organization, World Health Organization. 2002.

LIM, B. K.; ENGSTROM, M. D. Species diversity of bats (mammalia: chiroptera) in Iwokrama Forest, Guyana, and the Guianan subregion: implications for conservation. Biodiversity and Conservation, v. 10, p. 613-657, 2001.

LUCENA, C.A.S. 2003. Revisão taxonômica e relações filogenéticas das espécies de *Roeboides* grupo – *microlepis* (Ostariophysi, Characiformes, Characidae). Iheringia, série zoologia, 93 (3): 283-308.

Magalhães, MN; Lima, ACP. Noções de Probabilidade e Estatística. São Paulo: EDUSP, 2008 (6ª edição).

MALABARBA, M.C.S.L. 2004. Revision of the Neotropical genus *Triportheus* Cope, 1872 (Characiformes: Characidae). Neotropical Ichthyology, 2(4): 167-204.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). "Manual de Procedimentos para Laboratórios – Área de microbiologia e físico-química de produtos de origem animal". 2ª Edição. Brasília, DF, 2017. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/manual-finalizado-com-foto-dipoa-cgal-14_09_16.pdf.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. "Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano". Brasília, 2016. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretriz_nacional_plano_amostragem_agua.pdf. Acessado em Outubro de 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. "Diretrizes para elaboração de estudo de avaliação de risco à saúde humana por exposição a contaminantes químicos". Brasília, 2010. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/janeiro/06/Avaliacao-de-Risco---Diretrizes-MS.pdf>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. "Portaria de consolidação nº 5". Brasília, 28 de setembro 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>.

Montgomery, DC; Runger, GC. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2012 (5ª Edição).

Morettin, LG. Estatística básica: probabilidade e inferência. São Paulo: Pearson, 2010.

MOURA, R.T.M. **Análise Comparativa da Estrutura de Comunidades de Pequenos Mamíferos em Remanescente de Mata Atlântica e em Plantação de Cacaú em Sistema de Cabruca no Sul da Bahia.** 1999. Dissertação de mestrado, PG-ECMVS, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

NAS/IOM (National Academy of Sciences/Institute of Medicine). Dietary reference intakes: guiding principles for nutrition labeling and fortification. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, Washington, DC. 2003.

Navidi, W. Probabilidade e estatística para ciências exatas. Porto Alegre: Bookman, 2012.

OLIVEIRA, T.G.; CASSARO, K. Guia de felinos do Brasil. São Paulo: Instituto Pró-Carnívoros, Sociedade de Zoológicos do Brasil, Fundação Parque Zoológico de São Paulo, 2005. 80p.

PAGLIA, A. P.; DA FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L. M. S.; CHIARELLO, A. G.; LEITE, Y. L. R.; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L.; TAVARES, V. DA C.; MITTERMEIER, R. A.; PATTON, J. L. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2ª Edição/2nd Edition. Occasional Papers in Conservation Biology, n. 6. Arlington: Conservation International., 2012. 76 p.

PIMENTA, B. V. S.; LIMA, J.O.; 2019. Plano de Trabalho – Revisão 4. Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Fundação Renova. Maio / 2019.

PIMENTA, B. V. S.; LIMA, J.O.; 2019. Plano de Trabalho – Revisão 4. Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Fundação Renova. Maio / 2019.

PIMENTA, B. V. S.; LIMA, J.O.; 2019. Plano de Trabalho – Revisão 4. Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Fundação Renova. Maio / 2019.

PIORSKI, N.M.; Castro, A.C.L.; Pereira, L.G.; Muniz, M.E.L. 1998. Ictiofauna do trecho inferior do rio Itapecuru, Nordeste do Brasil. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia, 11: 15-24.

REAGAN, C.T. 1904. A monograph of the fishes of the family Loricariidae. Transactions of the Zoological Society of London, 17:191-324.

REAGAN, C.T. 1911. Classification of the catfishes. Ann. Mag. Nat. Hist., 8(8): 553-577.

REIS, R.E. 1989b. Systematic revision of the Neotropical characid subfamily Stethaprioninae (Pisces, Characiformes). *Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Zoologia*, 2 (6): 3-86.

SÃO PAULO. Decreto-Lei nº 59.263, de 05 de junho de 2013 Regulamenta a Lei nº 13.577, de 8 de julho de 2009 (<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2013/decreto-59263-05.06.2013.html>)

SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS (SES-MG). Subsecretaria de Vigilância de Proteção à Saúde. Nota Técnica SUBVPS/SES-MG nº 11/2017, 2017. Disponível em: < <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/cif/notas-tecnicas/CT-SAUDE/2017/CIF-NT-11-2017-CT-SAUDE.pdf>>.

SEGALLA, M. V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B.; LANGONE, J.; GARCIA, P. C. A. Brazilian amphibians: list of species. *Herpetologia Brasileira*, v. 3, p. 37-48, 2014.

SILVA, A.P. Emissões de Mercúrio na Queima de Amálgama: Estudo da contaminação de ar, solos e poeira em domicílios em Poconé, MT. *Série Tecnologia Ambiental*, 13, 40p. Rio de Janeiro: CETEMICNPq, 1996.

SIMMONS, N. B.; VOSS, R. S. The Mammals of Paracou, French Guiana: a Neotropical lowland rainforest fauna. Part I. Bats. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, v. 237, p. 1-219, 1998.

Spiegel, MR; Schiller, J; Srinivasan, A. Probabilidade e estatística. Porto Alegre: Bookman, 2013.

SUTER, G. W. II. 1999. Developing conceptual models for complex ecological risk assessment. *Human and Ecological Risk Assessment*. N. 2, v. 5, pp.375-396, 1999.

United State Environmental Protection Agency (USEPA). 1989a Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/1-89/002). PART A, Volume I. Última atualização em Dezembro de 1989 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>).

United State Environmental Protection Agency (USEPA). 1993. Wildlife Exposure Factors Handbook. EPA/600/R-93/187a.

United State Environmental Protection Agency (USEPA). 1997. Ecological Risk Assessment Guidance for Superfund: Process for Designing and Conducting Ecological Risk Assessments. Interim Final. June.

United State Environmental Protection Agency (USEPA). 2000. Bioaccumulation Testing and Interpretation for the Purpose of Sediment Quality Assessment - Status and Needs. EPA-823-R-00-001. February.

United State Environmental Protection Agency (USEPA). 2005. Field Sampling Procedures Manual. New Jersey. Agosto de 2005.

United State Environmental Protection Agency (USEPA). 2005. Preparation of Soil Sampling Protocols: Sampling Techniques and Strategies. Nevada, 2005.

United State Environmental Protection Agency (USEPA). 2015. Region 4 Ecological Risk Assessment Supplemental Guidance Interim Draft. Region 4.

United State Environmental Protection Agency (USEPA). 2017a. National Functional Guidelines for Inorganic Superfund Methods Data Review. EPA-540-R-2017-001. January. <https://www.epa.gov/clp/national-functional-guidelines-inorganic-superfund-methods-data-review-ism024>

United State Environmental Protection Agency (USEPA). 2017b. National Recommended Aquatic Life Criteria. <https://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>

United State Environmental Protection Agency (USEPA). 2017c. Interim Ecological Soil Screening Level Documents. <https://www.epa.gov/chemical-research/interim-ecological-soil-screening-level-documents>

United State Environmental Protection Agency (USEPA). 2017d. ProUCL Software, Software Downloads. <https://www.epa.gov/land-research/proucl-software>

United State Environmental Protection Agency (USEPA). Calculating Upper Confidence Limits for Exposure Point Concentrations at Hazardous Waste Sites U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, 2002. Última atualização em Setembro de 2002.

United State Environmental Protection Agency (USEPA). Child-Specific Exposure Factors Handbook (2008, Final Report). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-06/096F, 2008. Última atualização em Setembro de 2008 (https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?direntryid=199243).

United State Environmental Protection Agency (USEPA). Exposure Factors Handbook, Volumes I, II e III. National Center for Environmental Assessment (EPA/600/R-09/052F). Última atualização em Setembro de 2011 (<https://www.epa.gov/expobox/about-exposure-factors-handbook>).

United State Environmental Protection Agency (USEPA). Guidelines for Ecological Risk Assessment .USEPA EPA/630/R095/002F. U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum, Washington, DC, 175 pp. 1998

United State Environmental Protection Agency (USEPA). Guidelines for Carcinogen Risk Assessment. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/630/P-03/001F, 2005. Última atualização em Março de 2005 (<https://www.epa.gov/risk/guidelines-carcinogen-risk-assessment>).

United State Environmental Protection Agency (USEPA). Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA 540-R-02-002). PART A, Volume III. Process for Conducting Probabilistic Risk Assessment. Última atualização em Dezembro de 2001 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>).

United State Environmental Protection Agency (USEPA). Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/R-92/003). PART B. Developing Chemical-Specific Preliminary Remediation Goals

Based on Protection of Human Health. Última atualização em Dezembro de 2001 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>).

United State Environmental Protection Agency (USEPA). Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/9285.7-01C). PART C. Risk Evaluation of Remedial Alternatives. Última atualização em Outubro de 2001 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>).

United State Environmental Protection Agency (USEPA). Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/9285.7-47). PART D. Standardized Planning, Reporting and Review. Última atualização em Junho de 2002 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>).

United State Environmental Protection Agency (USEPA). Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/R/99/005). PART E. Dermal Risk Assessment. Última atualização em Julho de 2004 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>).

United State Environmental Protection Agency (USEPA). Risk Assessment Guideline for Superfund (RAGS), Human Health Evaluation Manual (EPA/540/R/070/002). PART F. Supplemental Guidance for Inhalation Risk Assessment. Última atualização em Janeiro de 2009 (<https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>).

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). "Data Quality Assessment: Statistical Methods for Practitioners". EPA/240/B-06/003 Washington, DC. Fevereiro 2006. Disponível em: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/900B0D00.PDF?Dockey=900B0D00.PDF>

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). "Guidance for Data Useability in Risk Assessment (Part A)". Washington, DC. Dezembro de 1991.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). "Guidance on Choosing a Sampling Design for Environmental Data Collection". Washington, DC. 2002.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). "Region 4 Ecological Risk Assessment Supplemental Guidance". Washington, DC. Março de 2018. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/production/files/2018-03/documents/era_regional_supplemental_guidance_report-march-2018_update.pdf.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). "Regional Screening Levels (RSLs) - Generic Tables". Washington, DC. Maio de 2019. Disponível em: <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables>.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). "Validation Assessment of In Vitro Arsenic Bioaccessibility Assay for Predicting Relative Bioavailability of Arsenic in Soils and Soil-like Materials at Superfund Sites". OLEM

9355.4-29. Washington, DC. 20 de abril de 2017. Disponível em: <https://semspub.epa.gov/work/HQ/196751.pdf>

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). "Weight of Evidence in Ecological Assessment". Washington, DC. Dezembro de 2016.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). 1989c. EPA - Methods for Evaluating Attainment of Cleanup Standards For Soils and Solid Media, Washington, DC, EUA.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). Framework for Metals Risk Assessment, EPA 120/R-07/001. Washington, DC, EUA. Março, 2007.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). Framework for Human Health Risk Assessment to Inform Decision Making. Washington, DC, EUA, 2014.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). Operating Procedure - Soil Sampling, SESDPROC-300-R3. Athens, Georgia, EUA. 21 de agosto, 2014.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA). ProUCL Version 5.1.002, Technical Guide, Statistical Software for Environmental Applications for Data Sets with and without Nondetect Observations. Prepared by the Office of Research and Development. Publication No. EPA/600/R-07/041. Washington, DC. 2015.

VARI, R.P. 1989b. Systematics of the Neotropical characiform genus *Psectrogaster* Eigenmann and Eigenmann (Pisces, Characiformes). Smithsonian Contributions to Zoology, 481: 1-43.

VARI, R.P. 1989d. Systematics of the neotropical characiform genus *Curimata* Bosc (Pisces: Characiformes). Smithsonian Contributions to Zoology, 444: 63p.

VIZOTTO, L. D.; TADDEI, V. A. Chave para a determinação de quirópteros brasileiros. São José do Rio Preto: Francal, 1973. 72p.

Weir S.M., S. Yu, L.G. Talent, J.D. Maul, T.A. Anderson, and C.J. Salice. 2015. Improving reptile ecological risk assessment: oral and dermal toxicity of pesticides to a common lizard species (*Sceloporus occidentalis*). Environ Toxicol. Chem. 34(8):1778-86.

WILSON, D. E.; REEDER, D. M. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. 3rd Ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005. 2142 p.

WONG-VALLE, J. 1989e. "Estimation of Relative bioavailability of Manganese Sources for Sheep". J. Anim. Sci. 1989. 67:2409-2414.



Resposta a NOTA TÉCNICA CT-GRSA nº 23/2019, sobre o Relatório final de investigação complementar e estudo ambiental de avaliação de riscos à saúde humana (metodologia USEPA) – Linhares – ES.



FUNDAÇÃO
renova

Resposta a NOTA TÉCNICA CT-GRSA nº 23/2019, sobre o Relatório final de investigação complementar e estudo ambiental de avaliação de riscos à saúde humana (metodologia USEPA) – Linhares – ES.

Questionamento Nota Técnica - CT-GRSA nº 23/2019 – Item 3.1

Solicita-se esclarecimento a respeito da escolha destes elementos para o cálculo da representatividade, tendo em vista que no item 6.3 é relatado que alumínio, ferro, manganês e níquel apresentaram as maiores amplitudes de concentração.

Foram avaliados os compostos constituintes da composição do rejeito e o chumbo que apresentou uma maior variância nos dados. O níquel foi calculado, porém não apresentado no relatório, visto que a variância do mesmo é muito semelhante à do Manganês.

Substâncias	RSD (%) ⁽¹⁾	Avaliação da Representatividade dos Dados ⁽²⁾
Alumínio	41,65	> 35% a ≤ 50% - Moderada representatividade
Chumbo	229,79	≥ 100% - Muito baixa representatividade *
Ferro	81,05	> 50% a ≤ 100% - Baixa representatividade
Manganês	132,89	≥ 100% - Muito baixa representatividade *
Níquel	117,84	≥ 100% - Muito baixa representatividade *

* Valor muito elevado, indicando uma alta variabilidade na área amostrada e não

(1) Desvio Padrão Relativo

(2) Classificação segundo diretrizes HEERTGM-Section04-FinalReviewDraft (Hawaii,

Questionamento Nota Técnica - CT-GRSA nº 23/2019 – Item 3.1

Solicita-se em caráter suplementar, análise estatística da correlação entre os dados obtidos pela técnica de Screening de FRX e os dados analíticos obtidos. Esta solicitação pode ser dispensada caso a Fundação não opte mais pela realização de Screening de FRX, devendo ser possível pela nova técnica à análise estatística.

Já encontra-se em andamento uma nova avaliação de riscos dessa área (Areal), dentro da metodologia do GAISMA. E essa metodologia, contempla cálculos estatísticos completos para as matrizes ambientais.

Questionamento Nota Técnica - CT-GRSA nº 23/2019 – Item 3.1

Acerca das análises de solo, deverá ser apresentada análise conclusiva acerca da representatividade da amostragem realizada, a semelhança do que foi realizado para os resultados de Screening de FRX.

Representatividade da Amostragem de Solo Superficial para o Aquífero Predominantemente Arenoso

Substâncias Químicas de Interesse	RSD (%) ⁽¹⁾ Calculado	Avaliação da Representatividade dos Dados ⁽²⁾
Alumínio	152,03	≥ 100% - Muito baixa representatividade *
Chumbo	126,85	≥ 100% - Muito baixa representatividade *
Ferro	140,82	≥ 100% - Muito baixa representatividade *
Manganês	268,42	≥ 100% - Muito baixa representatividade *

* Valor muito elevado, indicando uma alta variabilidade na área amostrada e não permitindo a obtenção de conclusões sobre a concentração média de manganês da área.

(1) Desvio Padrão Relativo

Substâncias Químicas de Interesse	RSD (%) ⁽¹⁾ Calculado	Avaliação da Representatividade dos Dados ⁽²⁾
Alumínio	113,37	≥ 100% - Muito baixa representatividade *
Chumbo	116,01	≥ 100% - Muito baixa representatividade *
Ferro	116,71	≥ 100% - Muito baixa representatividade *
Manganês	138,76	≥ 100% - Muito baixa representatividade *

* Valor muito elevado, indicando uma alta variabilidade na área amostrada e não permitindo a obtenção de conclusões sobre a concentração média de manganês da área.

(1) Desvio Padrão Relativo

(2) Classificação segundo diretrizes HEERTGM-Section04-FinalReviewDraft (Hawaii, 2015).

Representatividade da Amostragem de Solo Subsuperficial para o Aquífero Predominantemente Arenoso

Representatividade da Amostragem de Solo Superficial do Aquífero Argilo Arenoso

Substâncias Químicas de Interesse	RSD (%) ⁽¹⁾ Calculado	Avaliação da Representatividade dos Dados ⁽²⁾
Alumínio	60,32	> 50% a ≤ 100% - Baixa representatividade
Chumbo	55,21	> 50% a ≤ 100% - Baixa representatividade
Ferro	55,64	> 50% a ≤ 100% - Baixa representatividade
Manganês	117,93	≥ 100% - Muito baixa representatividade *

* Valor muito elevado, indicando uma alta variabilidade na área amostrada e não permitindo a obtenção de conclusões sobre a concentração média de manganês da área.

(1) Desvio Padrão Relativo

(2) Classificação segundo diretrizes HEERTGM-Section04-FinalReviewDraft (Hawaii, 2015).

Resposta ao Parecer Técnico - Avaliação do Risco à Saúde Humana na Comunidade do Areal, Espírito Santo, emitido pela Ramboll Brasil

As respostas de cada item estão descritas em vermelho

4.1. Caracterização e Diagnóstico Ambiental

O estudo inicia com uma avaliação dos dados disponíveis e coleta de dados adicionais para preencher as lacunas de informações identificadas. Amostras de solo e sedimentos foram coletadas na área de estudo, além de amostras de águas superficiais (do Rio Doce, Lagoa Pandolfi e Lagoa de Areal) e de poços de monitoramento de água subterrânea. O abastecimento doméstico de água a partir de poços particulares também foi avaliado. Nenhum dado é relatado para vias alimentares, incluindo peixe, gado, frutas e vegetais no relatório de Avaliação de Risco. É de nosso entendimento que a amostragem de biota será realizada e os dados serão utilizados na avaliação das vias de consumo de alimentos na futura atualização desta HHRA, bem como nas futuras Avaliações de Risco à Saúde Humana para outras áreas/comunidades. Será importante incluir também amostras comparáveis de áreas que não foram afetadas pelo rompimento da barragem (pontos de *background* ou *baseline*) para determinar se as concentrações na biota em áreas diretamente afetadas pelo rompimento da barragem estão elevadas em comparação com os dados de *background*. Essa avaliação das áreas de maior impacto pode permitir a determinação da necessidade de amostragem de biota para todas as áreas/comunidades ou se certos tipos de biota não têm concentrações elevadas e não precisam de amostragem contínua.

- Não foi objeto do estudo piloto de Areal, as matrizes alimentares.
- Recentemente foi executado na região da Comunidade de Areal um novo trabalho, o qual contemplou a amostragem de alimentos e matrizes ambientais, permitindo um adensamento da malha amostral dos serviços iniciados em 2017. No trabalho recente, também foi realizada a amostragem de pontos de áreas de *background*, denominadas regiões de não exposição (RNE). O presente estudo está em fase de elaboração, sendo que estes novos dados serão considerados na Avaliação de Risco à Saúde Humana.

As amostras de água subterrânea dos poços de monitoramento instalados na área piloto foram coletadas em uma única campanha de amostragem realizada na estação chuvosa (Fevereiro de 2018). Assim, as flutuações das concentrações de substâncias químicas de interesse durante as estações chuvosa e seca não foram avaliadas. Conforme recomendado na Avaliação de Risco, o monitoramento semestral das águas subterrâneas e das águas superficiais é necessário para caracterizar as flutuações sazonais nas concentrações químicas.

Esses dados foram levantados em uma única campanha de monitoramento, pois tinham a finalidade de fornecer os dados necessários para a entrada na avaliação de riscos, a fim de refinar e avaliar as metodologias utilizadas (estudo piloto), a fim de implementá-las nos demais trechos.

O documento avalia riscos crônicos à saúde (a longo prazo) devido às exposições à substâncias químicas de interesse identificadas na Avaliação de Risco, conforme discutido a seguir na Seção 4.2 do presente Parecer. As flutuações temporais das substâncias químicas no ambiente e se os dados coletados e utilizados na HHRA são representativos de exposições crônicas são tópicos que não foram discutidos no relatório avaliado e devem ser incluídos na análise.

No trabalho recente, já seguindo a metodologia do GAISMA, os poços de monitoramento de AREAL foram recoletados para análise química. As amostragens foram executadas em período de seca (julho/2019), contemplou-se a coleta dos poços de monitoramento instalados entre 2017/2018, bem como a coleta de água superficial no Rio Doce e nas lagoas presentes na região, os quais serão contemplados na Avaliação de Risco à Saúde Humana, com base nas flutuações temporais das SQI's. Ressalta-se que o estudo realizado teve um caráter de “piloto”.

4.2. Avaliação de Risco à Saúde Humana

Modelo Conceitual

O relatório discute os compartimentos ambientais potencialmente impactados, as populações expostas e as vias de exposição. No entanto, um diagrama completo do modelo conceitual da área (*Conceptual Site Model* - CSM) não foi desenvolvido. Recomenda-se a

elaboração de um CSM completo que inclua as fontes de contaminação, mecanismos de liberação e transporte, meios de exposição, populações expostas e vias de exposição que devem ser desenvolvidas e discutidas na HHRA.

O modelo conceitual apresentado no relatório encontra-se em forma descritiva em texto e resumidamente apresentado como fluxograma. Entretanto, pode-se avaliar a elaboração do modelo no formato diagrama. (Tabelas 45 a 50 e Fluxogramas 3 a 8).

Identificação de Substâncias Químicas de Interesse

Conforme discutido na Seção 18.4.2 do relatório apresentado pela Fundação Renova, as Substâncias Químicas de Interesse foram selecionadas para incluir os compostos intrínsecos presentes nos rejeitos liberados da barragem (como, por exemplo, alumínio, ferro e manganês) e aquelas com concentrações acima dos limites regulatórios (valores de intervenção - VI). Considera-se que esta abordagem geral é adequada.

Recomenda-se que a Avaliação de Risco deixe claro no início desta seção se o estudo avaliou apenas as substâncias químicas originárias do Complexo de Germano da Samarco/Barragem de Fundão ou se todas as substâncias químicas foram consideradas. Além das substâncias químicas originárias da barragem, se recomenda também considerar possíveis riscos à saúde humana de quaisquer substâncias químicas cuja mobilidade possa ter sido afetada pelo rompimento da barragem (por exemplo, Amônia proveniente do uso de fertilizantes e pesticidas em culturas agrícolas).

Quanto à recomendação de que a Avaliação de Risco inicie a seção destacando as substâncias que de fato foram contempladas, considera-se prudente a recomendação.

Conforme pode ser observada na Tabela 30 - Resultados Analíticos para Amostras de Água Subterrânea de Linhares – ES (págs. 168 a 171), a Amônia foi contemplada.

Referente às demais substâncias químicas propostas para a Avaliação de Risco à Saúde Humana e não associadas a composição do rejeito ou aos metais em geral, mas que podem ter sido mobilizadas após o rompimento da barragem (compostos presentes em fertilizantes, por exemplo), esta abordagem não foi contemplada nos trabalhos, uma vez que o intuito do estudo foi refinar e avaliar as metodologias utilizadas (estudo piloto).

Ressalta-se que por recomendação dos órgãos ambientais, para a Avaliação de Risco à Saúde Humana deveriam ser considerados os metais constituintes do rejeito, bem como os que ultrapassassem os limites normativos.

Para as vias de exposição à água subterrânea, apenas os dados coletados dos poços de monitoramento foram considerados na identificação de substâncias químicas de interesse. Não está claro se os dados dos poços de monitoramento são representativos das substâncias químicas e das concentrações presentes nos poços particulares de abastecimento de água. Como foi realizada a análise de água dos poços particulares existentes na Comunidade como fonte para usos domésticos (por exemplo, água para consumo, preparação de alimentos e higiene pessoal), os dados de abastecimento de água coletados nos poços particulares também devem ser incluídos no cálculo do risco, ao invés da realização de uma análise Tier 1, comparando-se os resultados obtidos com os limites legislados na Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde. A importância de considerar dados de poços particulares é ilustrada nesta HHRA porque, se forem incluídos dados de poços particulares, Amônia e Zinco podem ser identificados como substâncias químicas de interesse adicionais. Cabe destacar que a Fundação Renova realizou o fornecimento de água mineral para a Comunidade, contudo, não foram identificadas evidências se esse abastecimento foi mantido.

As águas das cacimbas utilizadas para consumo humano também foram coletadas e comparadas com a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de Setembro de 2017 e assim, o que encontra-se acima do valor orientador da Portaria, significa que há risco. Não há a necessidade de cálculo do risco para água de consumo humano, apenas comparar com a Portaria.

No estudo, apenas os dados para a fração dissolvida de metais foram considerados na identificação de substâncias químicas de interesse. A fração total de metais deve ser usada na avaliação das vias de ingestão de águas subterrâneas/águas superficiais sempre que a água não for filtrada antes da ingestão humana. Para vias de contato dérmico com águas subterrâneas e superficiais, a fração dissolvida de metais deve ser usada.

Segundo o reporte *Office of Water Policy and Technical Guidance on Interpretation and Implementation of Aquatic Life Metals Criteria* (US. EPA, 1993). É política do Departamento de Água que o uso de metal dissolvido para fixar e medir a conformidade com

os padrões de qualidade da água é a abordagem recomendada, porque metal dissolvido aproxima-se mais à fração biodisponível do metal na coluna d'água do que o metal recuperável total. Esta conclusão sobre a biodisponibilidade de metais é apoiada pela maioria da comunidade científica dentro e fora da Agência Ambiental. O uso de metal dissolvido nos padrões de qualidade da água proporciona mais precisão e resultado.

Para dados de solo, a profundidade da amostra deve ser considerada ao realizar a triagem dos dados para vias de exposição específicas. Por exemplo, dados de amostras de solo coletadas em profundidades maiores que a profundidade da escavação na área de estudo não devem ser avaliados na identificação de substâncias químicas de interesse para as vias de contato direto com o solo. As amostras de solo em profundidades maiores devem ser consideradas apenas para a avaliação da via de lixiviação do solo até a água subterrânea. Apesar disso, o uso dessa abordagem não afetaria as substâncias químicas de interesse selecionadas para esta HHRA, uma vez que nenhuma substância química de interesse foi identificada no solo, mesmo quando dados de solo até 10 metros foram considerados para todas as vias de exposição.

Qual escavação? Refere-se a sondagem para instalação dos poços? Caso seja referente às sondagens, não foram extraídas amostras com profundidades superiores as mesmas. A maior profundidade amostrada em solo no presente estudo foi de 3,00m, conforme pode ser observado na tabela constante nas páginas 106 a 116.

A especificação de metais deve ser considerada ao comparar os dados da área com os limites regulatórios (ou seja, valores de intervenção - VI). Por exemplo, apenas o Cromo Total e o Cromo Trivalente foram avaliados na etapa de triagem; no entanto, a forma mais tóxica do Cromo, o Cromo Hexavalente, não foi avaliada. Uma discussão sobre o potencial do Cromo Hexavalente estar presente nos rejeitos liberados da barragem deveria ser incluída. Os dados do Cromo Hexavalente devem ser comparados com o limite regulatório do Cromo Hexavalente, quando disponível. Para o Mercúrio, devem ser especificadas suposições sobre as formas de Mercúrio presentes em diferentes meios de exposição, mesmo que apenas o Mercúrio Total seja monitorado. É razoável considerar todo o Mercúrio como sais inorgânicos de Mercúrio na água, no solo e nos sedimentos (a menos que hajam evidências indicando que uma metilação extensa esteja ocorrendo na área de estudo). Todo o Mercúrio no tecido de peixes deveria ser considerado como Metil mercúrio.

Cromo Hexavalente: solo (Tabela 17 - pags. 106 a 116 do relatório), sedimentos (Tabela 22 - págs. 137 e 138), água subterrânea (Tabela 30 – págs. 168 a 171), água superficial (Tabela 26 - pág. 150) e água de abastecimento (Tabela 33 – pág. 184).

Ferro Total, Ferro Bivalente e Ferro Trivalente: água subterrânea (Tabela 30), água superficial (Tabela 26), água de abastecimento doméstico (Tabela 33).

Para os metais que não apresentam valores de referência (valores de intervenção), os valores de screening de outros países devem ser considerados antes de desconsiderar esses metais de outras avaliações. Por exemplo, os RSLs da USEPA para compostos de Vanádio estão disponíveis para comparação.

Conforme pode ser verificado na página 106 (Tabela 17 – Resultados Analíticos para Amostras de Solo de Linhares – ES), foi utilizado o RSL Calculator da USEPA para obtenção do valor de intervenção para Alumínio, Ferro e Manganês com base nas características específicas do site, utilizadas para entrada no software.

Seguindo-se a recomendação dos órgãos ambientais durante reuniões com os mesmos, deu-se preferência a utilização de normas publicadas em território nacional. Por esta razão, os limites presentes no RSL da USEPA somente foram adotados para os compostos intrínsecos presentes nos rejeitos liberados da barragem (alumínio, ferro e manganês) para solo, por não possuírem valores de intervenção nas normas nacionais vigentes.

Avaliação da Exposição

De acordo com a Seção 18.4.5 (Vias de Ingresso) do documento “Relatório Final de Investigação Complementar e Estudo Ambiental de Avaliação de Risco à Saúde Humana (Metodologia USEPA) – Linhares – ES” (página 251):

“As vias de ingresso pelas quais as substâncias químicas de interesse (SQI) podem ingressar no organismo dos receptores potencialmente expostos são as seguintes:

- Ingestão de água subterrânea contaminada;
- Contato dérmico com a água subterrânea contaminada;
- Inalação de vapores a partir da água subterrânea em ambientes abertos e fechados (outdoor e indoor);

(...)”

Como discutido acima, as vias de exposição à água subterrânea devem ser avaliadas não apenas para os poços de monitoramento, mas também a partir dos resultados obtidos do monitoramento dos poços privados. Isso ocorre porque não está claro se os dados dos poços de monitoramento são representativos das substâncias químicas e das concentrações presentes nos poços privados de abastecimento de água e os poços privados constituem uma potencial fonte de água para as atividades domésticas, como ingestão de água, preparação de alimentos e higiene pessoal na Comunidade do Areal.

Na amostragem prévia na Comunidade de Areal (realizado em julho/2019) que está sendo utilizada para embasamento da Avaliação de Riscos à Saúde Humana que está em fase de elaboração, foram amostrados e considerados como água subterrânea as originadas dos poços de monitoramento instalados em 2017/2018, bem como dos poços cacimbas ou semi-artesianos presentes nas propriedades. Assim, considera-se que a Avaliação de Riscos à Saúde Humana a ser emitida caracterizará de forma mais fidedigna as condições da área.

E além disso, ressalta-se que a água das cacimbas coletadas, foram comparadas com a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de Setembro de 2017 e dessa forma, o que encontra-se

acima do valor orientador da Portaria, significa que há risco. Não há a necessidade de cálculo do risco para água de consumo humano, apenas comparar com a Portaria.

Conforme apresentado nas Tabelas 43 e 44 do referido documento (páginas 254 e 255), as substâncias químicas de interesse selecionadas para o estudo são compostos metálicos e, portanto, não apresentam volatilidade, com exceção do Mercúrio, que é volátil. Sendo assim, a inalação de vapores a partir da água subterrânea em ambientes abertos e fechados não necessitaria ser avaliada, já que o risco para esta via de ingresso é nulo. A única exceção é que, ao incluir na etapa de triagem os dados de água de abastecimento coletados de poços privados, a Amônia seria identificada como uma substância química de interesse e a inalação de vapores de Amônia a partir da água de abastecimento de poços privados necessitaria de uma avaliação mais aprofundada.

Conforme a recomendação do IEMA constante no Relatório Técnico GTECAD/CAIAGRN-NUSO nº 005-2017: “Em todos os cenários, considerar em áreas rurais e urbanas a ingestão de caça, de animais de criação, frutas, exposição dérmica, recreação. Considerar todos os tipos de exposição, visando uma avaliação mais conservadora.

Na área de estudo predomina o uso agrícola, e várias vias de ingestão de alimentos devem ser consideradas na Avaliação de Risco. Somente a ingestão de vegetais/frutas e peixes foi incluída na Tabela 45, e apenas os parâmetros de exposição para ingestão de vegetais foram apresentados na Tabela 54. Nenhum resultado de risco para as vias de ingestão de alimentos foi apresentado ou discutido no relatório. Nossas recomendações sobre a avaliação das vias alimentares são as seguintes:

- Na Tabela 45, a ingestão de vegetais e frutas irrigadas com água subterrânea contaminada foi incluída para residentes rurais e residentes temporários (turistas). No entanto, se as águas superficiais do Rio Doce e/ou das Lagoas de Areal e Pandolfi também forem utilizadas para irrigação, os dados das águas superficiais também devem ser avaliados para essa via de exposição. Além disso, na área de estudo predomina o uso agrícola e, portanto, deve-se considerar o consumo a partir de culturas/plantações além de produtos cultivados na propriedade.

- A ingestão de produtos de bovinos de corte que consomem água subterrânea ou superficial contaminada deve ser avaliada e adicionada à Tabela 45 para residentes rurais e residentes temporários (turistas).

- Para vias alimentares (por exemplo, ingestão de produtos de plantações locais, vegetais, carne bovina e peixe), os dados do tecido da biota, medidos a partir de amostragem no campo ou previstos usando modelos de bioacumulação, devem ser usados como parâmetros de entrada no cálculo dos riscos. As incertezas dos modelos de bioacumulação ao se aplicar às condições específicas do local devem ser avaliadas.

Uma nova Avaliação de Riscos à Saúde Humana está sendo elaborada na região da Comunidade de Areal, contemplando previamente a amostragem direta de alimentos presentes na área de interesses, os quais farão parte da nova modelagem de risco.

Na Tabela 45, deve-se incluir o contato dérmico com as águas superficiais e os sedimentos do Rio Doce, Lagoa do Areal e Lagoa Pandolfi durante as atividades de monitoramento e restauração realizadas por trabalhadores de obras civis.

A Tabela 45 trata de residentes rurais e não de trabalhadores de obras civis. Ainda assim, quando considerada a via de exposição por “contato dérmico com sedimento ou água superficial do Rio Doce, Lagoa do Areal e Lagoa Pandolfi durante atividades de recreação”, de certa forma pode-se considerar que trabalhadores de obras civis já estão englobados nesta via, uma vez que o período de exposição é reduzido quando comparado, por exemplo, à exposição por ingestão de água ou inalação de poeiras. Além disso, deve-se considerar que para atividades de recreação, a área corporal em exposição e contato com sedimentos e água superficial é superior à área corporal de um trabalhador de obra civil, o qual, em condições corretas de trabalho, devem fazer uso dos equipamentos de proteção individual adequados.

Trabalhadores em atividades de mineração, indústria de petróleo e gás e estudantes de escolas também são receptores em potencial porque podem ser expostos a substâncias químicas de interesse na água subterrânea por meio da ingestão de água e higiene pessoal.

Estes receptores são indiretamente considerados quando assumidos residentes temporários ou trabalhadores da Fundação Renova e prestadores de serviços. Ressalta-se que foram realizadas coletas de água subterrânea nas proximidades dos pontos de gás da Petrobras (ST-08/PM-21 e ST-09/PM-26) que cortam a área de Areal e analisou-se os parâmetros BTEX, PAH e TPH finger print, além dos metais e demais parâmetros de interesse e, não foram verificados resultados dos parâmetros BTEX, PAH e TPH acima dos limites de quantificação laboratorial. Foram analisadas água subterrânea e solo na escola (ST-12 / PM-09).

No estudo, os parâmetros de exposição nos softwares RISC 5 e RBCA foram homogeneizados considerando os valores padrão apresentados na planilha de avaliação de risco desenvolvida pela CETESB. As premissas de exposição padrão na planilha da CETESB estão disponíveis apenas para residentes rurais, trabalhadores industriais/comerciais e trabalhadores em obras civis, bem como vias de exposição limitadas (ou seja, nenhum valor padrão para as vias de ingestão de alimentos). As premissas de exposição devem ser compiladas a partir de estudos epidemiológicos específicos do local ou de fontes adicionais (por exemplo, Manual de fatores de exposição - *Exposure Factors Handbook* da USEPA) para outros receptores e outras vias de exposição não disponíveis nas planilhas de avaliação de risco da CETESB.

Sempre que não contemplados na CETESB, procurou-se obter informações de exposição em fontes internacionais confiáveis. A utilização da CETESB como base se deu após alinhamento com órgãos ambientais, que consideraram a utilização de referências nacionais, as mais apropriadas para a realidade brasileira.

Segundo item incluído no Relatório Técnico GTECAD/CAIAGRN-NUSO nº 005-2017 emitido pelo IEMA: “Obrigatório o uso da Tabela CETESB: vantagem de conter mais de 700 espécies químicas;”

Toxicologia

De acordo com o Disclaimer do documento “Relatório Final de Investigação Complementar e Estudo Ambiental de Avaliação de Risco à Saúde Humana (Metodologia USEPA) – Linhares – ES” (página 19):

“(…) Tendo como base o software de risco da CETESB, o qual é nacional e gratuito, utilizou-se dados toxicológicos e populacionais desse software como balizador para os demais softwares de risco (RBCA e RISC) utilizados nesse trabalho, conforme acordado com os órgãos ambientais competentes.”

A análise da toxicidade dos compostos químicos de interesse é de extrema importância em uma Avaliação de Risco Toxicológico à Saúde Humana. Várias agências reguladoras, tanto no Brasil quanto no exterior, analisam a toxicidade de componentes químicos presentes no meio ambiente e desenvolvem critérios para exposição aceitável de acordo com seus pontos de saturação carcinogênicos e não-carcinogênicos. O desenvolvimento de critérios toxicológicos evolui constantemente, com base em novos dados e em uma melhor compreensão dos meios de ação tóxica dos referidos compostos. Portanto, deve-se assegurar que os critérios de toxicidade mais atuais e cientificamente defensáveis são utilizados em qualquer avaliação de risco. Para tanto, recomenda-se o uso de parâmetros toxicológicos publicados nas seguintes bases de dados, conforme a hierarquia definida e apresentada na Diretiva 9285.7-53 (Human Health Toxicity Values in Superfund Risk Assessments), publicada em 2003 pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA OSWER):

1. IRIS (Sistema Integrado de Informações de Risco) - banco de dados eletrônico contendo informações sobre riscos à saúde e regulamentos da USEPA sobre produtos químicos específicos;

2. USEPA: Provisional Peer Reviewed Toxicity Values (PPRTVs) da USEPA; e

3. Outros valores de toxicidade: outras bases de informações atuais, transparentes e acessíveis ao público, tais como:

- o Valores de Referência de Exposição Crônica (RELS) e de Potencial de Câncer publicados pela Agência de Proteção Ambiental da Califórnia (OEHHA);

o Valores de Níveis de Risco Mínimo (MRLs) publicados pela Agência para o Registro de Substâncias Tóxicas e Doenças (ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry);

o Parâmetros toxicológicos da HEAST publicada pela USEPA (Base de Dados de Avaliações de Efeitos à Saúde, Health Effects Assessment Summary Tables).

Além dos dados de toxicidade da USEPA, os valores de toxicidade recomendados por outras agências internacionais (por exemplo, Comissão Europeia, Instituto Nacional de Saúde Pública e Proteção Ambiental da Holanda, Organização Mundial da Saúde, Programa Internacional de Segurança Química, Health Canada e Conselho Nacional de Proteção Ambiental da Austrália etc.) também podem ser considerados.

Conforme se nota, na HHRA de Linhares foi utilizada como base os dados toxicológicos da Planilha da CETESB (Versão 2013). Apesar da Planilha da CETESB utilizar os parâmetros toxicológicos publicados pela USEPA, é importante reiterar que a ferramenta da CETESB data do ano de 2013 e, portanto, pode não conter os parâmetros toxicológicos mais atuais. Sendo assim, deve-se comparar os valores toxicológicos usados na planilha da CETESB com a base de dados apresentada anteriormente, de maneira a assegurar a utilização dos dados que refletem os estudos científicos mais atuais, e alterá-los nas ferramentas RBCA e RISC conforme apropriado.

Sempre que não contemplados na CETESB, procurou-se obter informações de exposição em fontes internacionais confiáveis. Por exemplo, a base do IRIS foi aplicada para obtenção de diversas informações toxicológicas não presentes na CETESB. Porém quando contemplados na Planilha da CETESB, por determinação dos órgãos ambientais (FEAM e IEMA) à época da elaboração do Termo de Referencia para o estudo em questão, exigiram que fossem balizados com os existentes na CETESB, a fim de tentar homogeneizar os resultados, lembrando mais uma vez que esse estudo trata-se de um **estudo piloto** para testar e validar uma metodologia que pudesse ser replicadas em outras áreas ao longo da Bacia do Rio Doce.

Especificamente referente ao Chumbo, este composto é singular em relação ao seu comportamento toxicológico, e existem evidências científicas que efeitos adversos podem ocorrer a partir da exposição a concentrações muito baixas deste metal. Sendo assim, a USEPA

recomenda que o cálculo de risco seja realizado a partir da estimativa da concentração de chumbo no sangue humano em detrimento do cálculo clássico através da utilização da dose de referência. Tal estimativa pode ser realizada a partir de alguns modelos desenvolvidos pela USEPA, tais como o IEUBK (Integrated Exposure Uptake Biokinetic Model for Lead in Children) para crianças e ALM (Adult Lead Methodology) para adultos. Sendo assim, em vez do cálculo clássico de risco através da comparação entre a concentração no ponto de exposição e a dose de referência do chumbo, tal como foi efetuado na HHRA para a Comunidade do Areal, recomenda-se a realização da estimativa da concentração do referido composto no sangue humano, seguindo as diretrizes da USEPA. Também é útil incorporar os dados de linha de base do Chumbo nas amostras de sangue da população da região para avaliar as exposições ao Chumbo, se disponíveis. Além disso, estudos de biodisponibilidade do Chumbo específicos da região, utilizando o método de teste de biodisponibilidade in vitro, conforme recomendado pela USEPA (2007) OF1, também podem ser considerados para refinar a modelagem de Chumbo no sangue.

Na GAISMA (Gestão Ambiental Integrada para Saúde e Meio Ambiente), metodologia desenvolvida após a execução dos projetos piloto e específica para o diagnóstico ambiental, avaliação de risco e definição de projetos de reabilitação e acompanhamento da saúde pública, a avaliação quantitativa da exposição humana para chumbo (Pb) é realizada a partir dos modelos IEUBK (Integrated Exposure Uptake Biokinetic Model for Lead in Children) para crianças e ALM (Adult Lead Methodology) para adultos, ambos desenvolvidos pela USEPA.

Adicionalmente, é importante salientar que as regiões onde foram desenvolvidos os projetos piloto nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, já foram realizadas a FASE III do GAISMA, sendo que a metodologia indicada pela Ramboll foi adotada para avaliação da exposição humana a concentrações de Pb.

Caracterização do Risco

No estudo avaliado, os resultados de risco não foram calculados para todos os tipos de receptores ou vias de exposição identificadas na avaliação da exposição. Isso se deve principalmente às limitações das três ferramentas (CETESB, RBCA e RISC) avaliadas na HHRA. O desenvolvimento de uma ferramenta mais amigável é necessário para adaptar os

cálculos de risco para vários receptores e vias de exposição com base nas condições e premissas específicas da região.

Além disso, devido às limitações das três ferramentas de cálculo do risco disponíveis, as concentrações máximas aceitáveis (CMAs) e os níveis alvo específicos do local (SSTL) foram calculados apenas para as vias de exposição à água subterrânea, separadamente para ingestão e contato dérmico. O desenvolvimento de uma ferramenta mais amigável é necessário para calcular CMAs e SSTLs para cada substância química de interesse em cada compartimento ambiental, levando em consideração condições e suposições específicas da região, bem como efeitos cumulativos entre as vias de exposição.

Os dados ambientais foram coletados tanto de locais diretamente afetados pelo rompimento da barragem quanto de locais não diretamente afetados pelo rompimento da barragem (pontos de background ou baseline). Adicionalmente à avaliação dos dados já realizada no estudo, recomenda-se que os riscos da linha de base sejam identificados e comparados aos riscos associados aos dados do rompimento da barragem de Fundão.

Após a avaliação do relatório intitulado como *Relatório Final de Investigação Complementar e Estudo Ambiental de Avaliação de Riscos à Saúde Humana (Metodologia USEPA) - Linhares – ES* por parte das entidades envolvidas, e avaliando-se a não adequação dos *softwares* de Avaliação de Riscos à Saúde Humana disponíveis no mercado à situação decorrente do evento do rompimento da Barragem do Fundão, foi desenvolvido um novo *software* para a Bacia do Rio Doce, contemplando as particularidades geológicas, mineralógicas, a extensão da área impactada e etc.

Desta forma, já está sendo realizada uma nova modelagem de risco desenvolvida para a região da comunidade do Areal com base no *software e metodologia (GAISMA)*, desenvolvido para a Bacia do Rio Doce.

5. Conclusão

Concorda-se com a abordagem geral usada na caracterização/avaliação ambiental e na HHRA, conforme descrito no relatório avaliado. No entanto, alguns dos aspectos técnicos

detalhados para a abordagem de Avaliação de Risco Toxicológico à Saúde Humana e das metodologias de análise de dados não são consistentes com as metodologias recomendadas pela USEPA, principalmente devido às limitações das três ferramentas de cálculo do risco que o estudo considerou. As recomendações do documento analisado incluem a revisão da abordagem utilizada para análise do risco, tendo em vista a “incapacidade” das ferramentas utilizadas (RBCA tool kit, RISC e Planilhas da CETESB) em realizar a modelagem “de forma satisfatória”. Conforme se pode notar do estudo, nenhuma das ferramentas disponíveis suporta cálculos de risco para todos os potenciais receptores e vias de exposição identificados no modelo conceitual do local. Então, idealmente, seria preferível ter uma nova ferramenta que suporte o cálculo de riscos para todos os receptores e todas as vias. No entanto, os benefícios de ter uma nova ferramenta devem ser comparados com os custos e o tempo para o desenvolvimento de uma ferramenta e para treinar os avaliadores de risco a usá-la. Qualquer ferramenta selecionada deve estar disponível para a maioria dos avaliadores de risco, de várias partes interessadas, para acesso e uso.

O estudo avaliado apresenta algumas limitações em termos de uso, como exemplo, para testar as ferramentas de cálculo de risco disponíveis. Por exemplo, as vias de exposição relacionadas ao solo não foram avaliadas nesta HHRA, tendo em vista que nenhuma substância química de interesse foi identificada no solo para esta área de estudo. No entanto, é provável que compostos químicos de interesse no solo sejam identificados em outras áreas de estudo. Quando o solo é incluído como uma via de exposição, é possível que as vias de exposição secundárias para alimentos terrestres precisem ser quantificadas, de modo que as ferramentas de risco deveriam incluir a avaliação dessas vias.

Cabe ressaltar que a preocupação com a adequação das ferramentas de avaliação de risco e a capacitação dos órgãos ambientais na nova ferramenta, especialmente em vista da mudança de metodologia, já havia sido abordada pelo IEMA e registrada na Ata da 31ª Reunião Ordinária da Câmara Técnica de Gestão dos Rejeitos e Segurança Ambiental (CT-GRSA).

Conforme comentado, uma nova ferramenta para desenvolvimento da modelagem de riscos foi elaborada especificamente para atender as características da Bacia do Rio Doce. Já foram ministrados treinamentos para a FEAM (Dias 10 a 12/09/19) e IEMA (Dias 31/07 e 01/08/19) para o software para a Bacia do Rio Doce. E novas etapas de treinamento ocorrerão nos dias 17 a 20 de março de 2020 e 06 a 09 de abril de 2020.