

---

## NOTA TÉCNICA CT-GRSA nº 08/2022

**Assunto:** Análise técnica do documento “VOLUME 12 – APLICAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DE REJEITO NO TRECHO 16 – Revisão 02. Fevereiro 2022”

### 1. INTRODUÇÃO E HISTÓRICO

O rio Doce no estado do Espírito Santo, percorre um trecho de aproximadamente 142 km, iniciando no município de Baixo Guandu até o município de Linhares, onde se encontra a sua foz. 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 Rejeitos (PMR): o Trecho 15 e o Trecho 16.

O Plano de Manejo de Rejeitos 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 tem em suas margens os distritos de Regência e Povoação, perfazendo ainda 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 Figura 1.

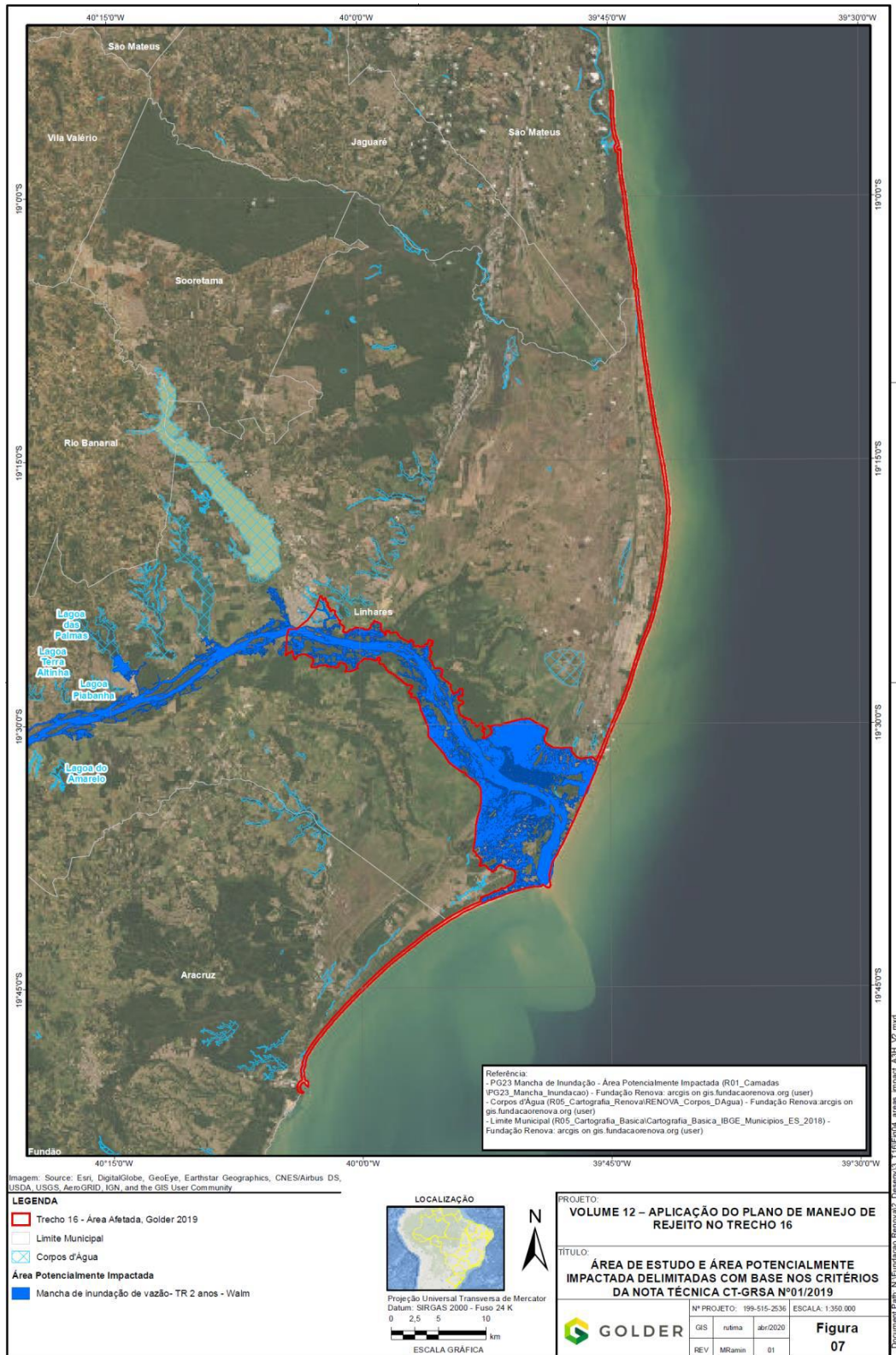


Figura 1: Mapa de localização do Trecho 16. Fonte: Golder Associates, 2022

Inicialmente, a Fundação Renova propôs que os trechos 15 e 16 fossem tratados de maneira conjunta, ou seja, em um único volume do Plano de Manejo de Rejeitos, justificado por se tratar de um trecho final e não serem esperados grandes volumes de deposição de rejeitos. Contudo, com o intuito de dar celeridade ao processo, após reuniões técnicas entre a CT-GRSA e a Fundação Renova ficou acordado a separação dos trechos 15 e 16 em volumes independentes e, ainda, que, os ambientes costeiros (praia, restinga, manguezal e estuário) fossem inseridos ao PMR 16, uma vez que as tratativas para o ambiente marinho não haviam sido iniciadas, o que culminou na Nota Técnica CT-GRSA 001/2019.

Em atenção a Nota Técnica CT-GRSA nº 01/2019 a Fundação Renova apresentou o documento intitulado “VOLUME 12 – APLICAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DE REJEITO NO TRECHO 16”, que por sua vez foi analisado e emitida a Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020, por parte dos técnicos da CT-GRSA, que concluiu pela reprovação do documento, apontando a necessidade de atualização do estudo, com a realização de campanhas amostrais seguindo metodologia e tratamento de amostras de forma correta, para os ambientes costeiros; atualização da metodologia de identificação dos rejeitos; e apresentação de plano de trabalho, com cronograma, de um monitoramento da área até a finalização do Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

Em atendimento a Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020 a Fundação Renova apresentou o documento intitulado “VOLUME 12 – APLICAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DE REJEITO NO TRECHO 16 – Revisão 02”, o qual é objeto de análise da presente Nota Técnica.

## **2. ATENDIMENTO A NOTA TÉCNICA CT-GRSA Nº 14/2020**

Dando continuidade às tratativas do Plano de Manejo de Rejeitos do Trecho 16, inserido no Eixo Prioritário 1, item 11.1 da ACP (1000242-22.2020.4.01.3800), a equipe da CT-GRSA realizou a análise do documento protocolado, pela Fundação Renova e produzido pela empresa consultora Golder Associates, com base nas análises já realizadas, conforme descrita na Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020.

Cabe ressaltar que a Fundação Renova não buscou responder os questionamento/requisições proferidas pelos membros da CT-GRSA e sim julgar as requisições técnicas da Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020 na forma de “*apropriado*”, “*parcialmente apropriado*” e “*inapropriado*”, realizando uma inversão de papéis, do qual, a Fundação Renova analisa as Notas Técnicas dos órgão ambientais e não responde e/ou cumpre as determinações.

Diante deste cenário, a CT-GRSA realizou a análise do documento e buscou dar definitividade ao processo de recuperação ambiental do trecho 16, com propostas exequíveis e pertinentes, conforme descrito, nesta nota técnica.

### **2.1 Atendimento às Requisições da Nota Técnica CT-GRSA Nº 14/2020**

A Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020 teceu trinta e oito requisições, que deveriam ser implementadas na revisão do Plano de Manejo de Rejeitos do trecho 16. O atendimento das requisições se encontra no Quadro 1 com o respectivo posicionamento da CT-GRSA.

Quadro 1: Atendimento às requisições da Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020

Requisição	Posicionamento FR	Esclarecimento FR	Posicionamento CT-GRSA	Justificativa da CT-GRSA
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 limites da classe II da CONAMA 357.	Não apropriado	A seleção dos parâmetros para avaliação de qualidade de solos e sedimentos se baseou em documentos já aprovados pelo CIF e a seleção de parâmetros para avaliação de qualidade de água se baseou em estudos prévios relativos a qualidade de água da bacia do rio Doce e da zona costeira. Considera-se que a seleção de parâmetros foi apropriada para avaliar os potenciais impactos ainda persistentes associados ao rompimento da barragem de Fundão no Trecho 16. Na seção 6.1.2.1.2 – “Outros Parâmetros de Qualidade da Água” foi incluída uma discussão a respeito da seleção dos parâmetros e foi acrescentada a discussão do parâmetro Chumbo (também incluída no Apêndice 2)	Não atendido	Na avaliação realizada não foram considerados os impactos advindos da passagem da pluma de rejeitos, assim como os elementos que sofreram alteração com o <i>EVENTO</i> . A seleção dos parâmetros deve ser baseada em estudos prévios relativos à qualidade de água da bacia do rio Doce e da zona costeira. O estudo atualizado foca nos elementos majoritários do Rejeito de Mineração, ou seja, ferro, alumínio e manganês. Tais elementos são muito comuns em solos da região, assim, a análise que desconecta de elementos traços é pouco produtiva para análise de impacto ou presença de rejeitos.

<p>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.</p>	<p>Parcialmente apropriado</p>	<p>Os dados e trabalhos utilizados no PMR 16 foram utilizados com as devidas ressalvas e com a informação de seu status de aprovação. A Tabela 8 da Seção 4 foi atualizada com os novos estudos abordados e as ressalvas foram incluídas ao longo do texto.</p>	<p>Não atendido</p>	<p>Não foram apresentados protocolos padronizados e integrados de fluxo de processos para produção deste documento. A Tabela 9 da seção 4 apresenta apenas os principais estudos de referência para caracterização ambiental do Trecho 16.</p>
<p>Requisição 3: A Fundação Renova deve apresentar alternativas de manejo para as propriedades impactadas.</p>	<p>Não apropriado</p>	<p>De acordo com os procedimentos de identificação adotados no PMR, não foram identificadas evidências da presença de rejeito nas amostras coletadas, o que não demanda proposição de alternativas de manejo.</p>	<p>Não atendido</p>	<p>Diferente do esclarecimento apresentado, os resultados das concentrações dos elementos estudados/analísados em comparação com estudos pretéritos mostraram que houve incremento de elementos potencialmente tóxicos relacionados ao <i>EVENTO</i> em comparação com a situação pré desastre.</p>

<p>Requisição 4: A Fundação Renova deverá revisar os formulários de campo e a classificação com a presença ou não de rejeitos.</p>	<p>Não apropriado</p>	<p>A afirmação apresentada na NT 14/2020 de que há indícios de rejeito em testes de mistura é baseada em uma interpretação a partir de registros fotográficos. Como mencionado na Seção 6.2.6 – “Discussões sobre a avaliação de evidências da presença de rejeitos nas amostras coletadas no Trecho 16”, foram observadas limitações nos registros que poderiam causar divergências de interpretação em relação às observações feitas em campo. Para esses casos foram avaliadas informações adicionais sobre granulometria e análise visual, que não indicaram evidências adicionais da presença de rejeitos. Dessa forma, considera-se que as informações dos formulários de campo e do texto refletem de forma adequada as avaliações relativas à presença ou não de rejeitos.</p>	<p>Não atendido</p>	<p>Conforme esclarecido pela Fundação Renova, apenas a análise visual pode causar divergência de interpretação e, por isso, o fato do sedimento ou solo possuírem coloração diferenciada não comprova a presença de rejeito, visto que se passaram 4 anos entre o rompimento da barragem e o início das coletas que subsidiaram as análises do PMR 16, o que limita a afirmação da presença de rejeitos. Desta forma, a análise visual deveria ser realizada em conjunto com a comparação entre dados brutos de granulometria e metais associados ao rejeito em estudos pré e pós rompimento. Acrescenta-se ainda que análises mais precisas, como morfologia dos grãos, deveriam ser consideradas. No entanto, a análise visual através da técnica “teste de mistura” e sem o suporte da tabela de cores de Munsell, traz subjetividade às análises por parte da equipe de campo. Ainda, o relatório analisado utiliza metodologia de comparação de dados pré e pós rompimento de forma incorreta para avaliar a presença de rejeitos nas matrizes analisadas, o que também não sustenta o argumento da ausência de rejeitos nos pontos analisados.</p>
--	-----------------------	--	---------------------	--

<p>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.</p>	<p>Parcialmente apropriado</p>	<p>Foi avaliada a possibilidade de utilização de solos naturais do Trecho 16 para simular misturas de solo com rejeito para comparação com as amostras coletadas no PMR. Entretanto, considerando que esses materiais teriam que ser coletados fora da área potencialmente impactada e apresentar características visuais similares àqueles das áreas amostradas, essa possibilidade foi descartada em função de limitações técnicas e logísticas e da incerteza adicional incorporada na análise em função do material de referência a ser utilizado. Acerca da melhoria nos materiais de execução dos testes de mistura, entende-se como trecho apropriado da requisição.</p>	<p>Parcialmente atendido</p>	<p>Para a efetiva utilização do teste de mistura, deveria ser separado o solo natural de cada ambiente costeiro e misturar com porcentagens pré-definidas do rejeito original (5%, 10% e 20%) para que a comparação se aproxime da realidade. Entende-se que, deverá ser misturado com o solo típico do ambiente ou tal técnica não ser aplicada para região.</p>
<p>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.</p>	<p>Apropriado</p>	<p>A utilização da escala de Munsell pode ser avaliada para trabalhos futuros em que o teste de mistura seja utilizado para suportar a identificação visual de rejeitos.</p>	<p>Não atendido</p>	<p>A Fundação Renova utilizou a escala de Munsell na análise de solos superficiais e essa escala padronizada não foi utilizada para o teste de mistura. No entanto, a CT-GRSA entende que o teste de mistura deve ser realizado com a escala de coloração padronizada como uma forma de evitar erros de interpretação de campo e por fotografias.</p>

<p>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.</p>	<p>Apropriado</p>	<p>Reitera-se o esforço realizado na elaboração do PMR 16 para obtenção do maior número possível de referências relevantes às questões abordadas no documento, independentemente de corroborarem ou não com as conclusões apresentadas. Foram incluídas na seção 6.1.2.3.4 as conclusões do estudo de Duarte (2020), cujos dados foram utilizados na composição dos dados de referência pré-evento. Especificamente em relação à Vilarinho (2005), Gomes et al (2017), Queiroz et al (2018), seus estudos foram avaliados e as conclusões pertinentes à análise do PMR 16 foram incluídas na seção de Aspectos Químicos.</p>	<p>Parcialmente atendido</p>	<p>A comparação dos dados do PMR 16 com bibliografias pretéritas não foi realizada de forma adequada. Os estudos de Duarte (2020) foram utilizados na composição dos dados de referência pré-evento e o mesmo foi utilizado juntamente com o estudo de Pacheco (2015) de forma inadequada. Na seção “Aspectos Químicos” as conclusões pertinentes à análise do PMR 16 não mostram um embasamento com clareza nos estudos de Vilarinho (2005), Gomes et al (2017) e Queiroz (2018). Os monitoramentos PMBA e PMQQS, executados pela Fundação Renova também poderiam contribuir com as conclusões do PMR.</p>
<p>Requisição 8: A Fundação Renova deverá realizar a análise de uso de solo da bacia de contribuição de cada estuário incluído no PMR 16.</p>	<p>Parcialmente apropriado</p>	<p>Foi feita uma avaliação dos dados de qualidade de água dos estuários localizados no Trecho 16 visando avaliar eventuais impactos associados ao rompimento da barragem de Fundão e com base nessa avaliação não foram encontradas evidências que a qualidade da água desses estuários tenha sido impactada por esse evento no período coberto pelo monitoramento disponível (a partir de julho de 2017)</p>	<p>Não atendido</p>	<p>Não foi verificado no relatório uma análise precisa de uso de solo da bacia de contribuição de cada estuário incluído no PMR 16. O esclarecimento não é adequado para justificar a não realização do mapeamento de uso de solo.</p>

<p>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.</p>	<p>Não apropriado</p>	<p>Na Deliberação CIF nº 393/2020 foi deliberado que o indicador “I03-Concentração de Poeira Inalável” não é aplicável aos trechos 13 a 16, podendo ser excluído de tais Planos de Manejo. Uma vez que, pelas metodologias aplicadas, não foram encontradas evidências de presença de rejeito potencialmente expostos à erosão eólica no Trecho 16, considera-se que não se faz necessário o monitoramento da qualidade do ar nas áreas urbanas afetadas por inundações.</p>	<p>Não atendido</p>	<p>Não foram apresentadas medidas mitigadoras para as áreas impactadas pelas cheias de 2016 e 2020. A CT-GRSA questiona 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.</p>
<p>Requisição 10: A Fundação Renova deverá readequar as comparações dos trabalhos de Pacheco (2015) conforme as premissas adequadas e, assim, efetuar as devidas comparações.</p>	<p>Apropriado</p>	<p>Foram incluídas na Seção 6.2.5.4.5 – “Discussão dos Resultados de Metais em Solo e Sedimento” as comparações com as amostras coletadas por Pacheco (2015) que passaram por reanálise para ser possível a comparação direta. Além disso, foram utilizados dados de Duarte (2020).</p>	<p>Parcialmente atendido</p>	<p>A estatística aplicada no relatório para realizar a comparação dos dados de Pacheco e Duarte com os resultados obtidos não é adequada. A comparação dos dados brutos deve ser realizada de forma direta, sem subdimensionamento.</p>
<p>Requisição 11: A Fundação Renova deverá readequar as comparações dos trabalhos de Pacheco (2015) de acordo com as profundidades</p>	<p>Parcialmente apropriado</p>	<p>Foram incluídas na Seção 6.2.5.4.5 – “Discussão dos Resultados de Metais em Solo e Sedimento” as comparações com as amostras coletadas por Pacheco (2015) que passaram por reanálise para ser possível a comparação direta, levando em consideração as profundidades.</p>	<p>Parcialmente atendido</p>	<p>A comparação do estudo foi realizada de acordo com as profundidades utilizando os dados de Pacheco, no entanto, o tratamento estatístico de dados brutos de terceiros é inadequado.</p>

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)	Apropriado	Para trabalhos futuros poderão ser utilizados os métodos recomendados na Nota Técnica.	Atendido	
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	Não apropriado	Os resultados de QA/QC laboratorial incluíram análises de recuperação de matriz fortificada (spike) com ítrio. Os valores de recuperação já estavam inseridos em todos os laudos laboratoriais e o QA/QC já havia sido apresentado na Seção 6.2.4.8 do PMR 16.	Parcialmente atendido	O laudo analítico apresenta a recuperação de matriz fortificada com ítrio. Em química analítica quando se analisa os metais o correto é a recuperação para avaliação do efeito de matriz ser realizada utilizando padrões dos elementos análogos aos analitos de interesse avaliados nas matrizes amostrais. Há ausência no laudo analítico dos resultados obtidos para o Material de Referência Certificado (MRC)
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.	Apropriado	Os esclarecimentos sobre calibração, brancos e metodologia de cálculo do limite de quantificação e equipamentos utilizados foram apresentados no Comentário 39 do Parecer de Resposta à Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020 (MT-002_199-515- 2536_05). Reitera-se que o laboratório analítico possui acreditação ISO/IEC 17025:2017, portanto atende a todos os procedimentos e métodos aplicados para as análises.	Atendido	

<p>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</p>	<p>Apropriado</p>	<p>O Comentário 39 do Parecer de Resposta à Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020 (MT-002_199-515-2536_05) apresenta os critérios para determinação dos limites de quantificação. Todos os parâmetros foram avaliados quanto ao seu desempenho em seus devidos limites de quantificação adotados e estes apresentaram conformidade. Nestas situações, foram padronizados para o mesmo limite de quantificação</p>	<p>Atendido</p>	
<p>Requisição 16: Apresentar esclarecimentos à Fundação Renova sobre o constante nos laudos, “profundidade da coleta: 0,10 - 0,50m”, se houve descarte da parte mais superficial das amostras.</p>	<p>Apropriado</p>	<p>A indicação de amostragem a partir dos 10 cm refere-se aos casos em que havia presença de vegetação, nos quais foi feita uma limpeza superficial do terreno antes da sondagem. Essa informação sobre o horizonte de amostragem foi colocada equivocadamente de forma generalizada no relatório, sendo aplicada somente nos casos em que houve limpeza da vegetação, conforme indicado acima. Essa informação foi corrigida nas seções 6.2.4.5, 6.2.5, 6.2.5.5.1, 6.2.5.5.3</p>	<p>Atendido</p>	
<p>Requisição 17: Apresentar esclarecimentos quanto ao uso de Antimônio (Sb) dissolvido, que não condiz com a metodologia especificada para a matriz solo.</p>	<p>Apropriado</p>	<p>Houve um erro na transcrição do texto para as tabelas do relatório, não houve análise de antimônio dissolvido em nenhuma matriz de solo. As menções ao antimônio dissolvido foram removidas ao longo do relatório</p>	<p>Atendido</p>	

<p>Requisição 18: Informar os períodos da manobra de passing through realizada pela UHE Aimorés e qual o efetivo impacto no trecho 16.</p>	<p>Apropriado</p>	<p>Há registro de execução dessa operação no Reservatório da UHE Aimorés no período de 07 a 10 de fevereiro de 2018</p>	<p>Atendido</p>	
<p>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</p>	<p>Parcialmente apropriado</p>	<p>A afirmação apresentada na NT 14/2020 de que há indícios de rejeito em testes de mistura é baseada em uma interpretação a partir de registros fotográficos. Como mencionado na Seção 6.2.5.6 – “Discussões sobre a avaliação de evidências da presença de rejeitos nas amostras coletadas no Trecho 16”, foram observadas limitações nos registros que poderiam causar divergências de interpretação em relação às observações feitas em campo. Para esses casos foram avaliadas informações adicionais sobre granulometria e concentração de ferro, que não indicaram evidências adicionais da presença de rejeitos. Dessa forma, considera-se que as informações apresentadas no relatório do PMR do Trecho 16 refletem de maneira adequada as informações das fichas de campo. Quanto à utilização da escala de Munsell, pode ser avaliada para trabalhos futuros em que o teste de mistura seja utilizado para suportar a identificação visual de rejeitos</p>	<p>Não atendido</p>	<p>Quanto ao teste de mistura e considerando as premissas adotadas na Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020, constata-se que muitas 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. Além disso, a análise da CT-GRSA não se limita pela identificação das cores e mostra que os resultados de granulometria e das concentrações de muitos elementos metálicos, inclusive os correlatos com o rejeito, indicam evidências adicionais de presença de rejeitos</p>

Requisição 20: Apresentar as análises técnicas referente ao <i>screening</i> realizado no trecho 16	Apropriado	Foi inserida uma breve discussão a respeito dos resultados de screening na Seção 6.2.5.1 – Execução dos Trabalhos de Campo	Atendido	
Requisição 21: Apresentar justificativa técnica da definição dos pontos em propriedades e da ausência de amostragem do ponto T16708.	Não apropriado	O Comentário 52 do Parecer de Resposta à Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020 (MT-002_199-515-2536_05). traz os esclarecimentos acerca da definição dos pontos em propriedades, com a proposição dos transectos discutida em reunião junto à CT-GRSA em 13/03/2019 e com a indicação de proprietários a serem contemplados, como apresentado no PMR 16. Como apresentado no comentário 50, os formulários de campo das sondagens da margem direita do transecto T16T08 foram apresentados no Apêndice 3: Fichas de campo. A margem esquerda do transecto não contou com sondagens pela sua localização próxima ao oceano sem faixa de margem para execução de sondagens	Atendido	
Requisição 22: A Fundação Renova deverá realizar a análise de granulometria e apresentar gráficos e tabelas conforme a premissa adotada	Parcialmente apropriado	Considera-se que as análises de granulometria foram realizadas de forma adequada. Entende-se que a revisão desses gráficos não altera as interpretações e conclusões do estudo. Os gráficos foram ajustados para refletir a divisão discutida no texto	Atendido	

<p>Requisição 23: A Fundação Renova deverá realizar as análises de morfologia de grão e mineralogia.</p>	<p>Não apropriado</p>	<p>Apesar dos esforços aplicados para a diferenciação do rejeito dos solos/sedimentos naturais ao longo da bacia do rio Doce, ainda não se tem uma metodologia assertiva de identificação. Isto é, até o momento, morfologia de grão e mineralogia também não são comprovadamente efetivos para esse objetivo</p>	<p>Não atendido</p>	<p>A granulometria sozinha não é capaz de identificar a presença ou ausência de rejeitos. A associação de ferramentas, como a morfologia do grão e mineralogia são capazes de realizar a diferenciação, inclusive já aplicado pela Fundação Renova nos estudos do Plano de Monitoramento da Biota Aquática (PMBA). Para evitar este erro, a Fundação Renova trataria todos os sedimentos finos (de argila à areia fina) incluídos nos trechos 15 e 16 como rejeito, mas, esta premissa não foi aplicada neste estudo. Cabe esclarecer que, se a empresa consultora não identificou uma metodologia para atendimento da requisição, esta não é considerada “não apropriada” e sim que tal consultoria não obteve condições de atendê-la e justificá-la.</p>
<p>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.</p>	<p>Não apropriado</p>	<p>Novas informações sobre as cheias de 2016 e 2020 estarão disponíveis no estudo em elaboração pela Fundação Renova, referente a atualização dos estudos de modelagem de cheias de inundação.</p>	<p>Não aplicável</p>	<p>Os relatórios de mancha de inundação foram entregues em julho (1D) e novembro (2D) de 2021, data anterior à entrega do PMR 16, porém, não foram aprovados pela CT-GRSA.</p>

Requisição 25: Realizar a comparação dos dados do PMR 16 com outros dados disponíveis para comparação dos efeitos.	Apropriado	Foram inseridas informações do monitoramento das lagoas do Baixo Doce realizada pela Fundação Renova nos moldes do PMQQS.	Parcialmente atendido	Foram inseridas apenas informações superficiais do monitoramento das lagoas do Baixo Doce realizadas pela Fundação Renova nos moldes do PMQQS e não foram feitas comparações. Estas lagoas são monitoradas pelo PMQQS e pela RRDM, e ainda possuem dados do monitoramento emergencial do IEMA. Esses dados deveriam ter sido levados em consideração para a análise.
--	------------	---	-----------------------	--

<p>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</p>	<p>Não apropriado</p>	<p>Foi encontrado rejeito na lagoa Pandolfi, conforme apresentado nas Tabelas 14 e 19 da seção 6.1.1.2.3.3 e Tabela 99 da seção 6.3.2 no PMR 16. Analogamente aos resultados obtidos na lagoa Areal, tal classificação foi feita por JACOBS CH2M (2018b) com base nos resultados granulométricos, químicos e análise visual, baseadas nas amostragens de outubro/2017 e apresentados no PMR 16</p>	<p>Parcialmente atendido</p>	<p>O relatório aponta que, ainda que tenham sido encontrados indícios da presença de rejeito nas lagoas Areal e Pandolfi (JACOBS CH2M, 2018), as não conformidades não puderam ser associadas à presença de rejeito, destacando que as concentrações dos parâmetros químicos ficaram em geral acima das concentrações máximas verificadas em amostras de rejeito coletadas na barragem de Fundão, de forma que as diferenças de concentração entre as amostras coletadas antes do rompimento da barragem de Fundão e para este PMR não poderiam ser explicadas pela deposição de rejeitos. No entanto, tal justificativa não se sustenta uma vez que a empresa contratada utilizou a premissa de sistema fechado, como justificativa. Destaca-se, tanto o rio como o <i>EVENTO</i> de rompimento da barragem de Fundão não são sistemas fechados. Os dados devem ser analisados com a premissa de pré e pós <i>EVENTO</i> de rompimento, conforme descrito pela Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020.</p>
---	-----------------------	--	------------------------------	--

<p>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</p>	<p>Apropriado</p>	<p>Foi inserida avaliação dos usos do solo do entorno das lagoas</p>	<p>Parcialmente atendido</p>	<p>Foi inserida avaliação dos usos do solo do entorno das lagoas, porém não foram inseridas as delimitações da bacia de drenagem de cada lagoa e sim uma correlação com os dados do PMQQS, que neste caso não possuem as informações solicitadas.</p>
<p>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</p>	<p>Apropriado</p>	<p>Seção foi revisada contextualizando a avaliação das lagoas marginais</p>	<p>Parcialmente atendido</p>	<p>Foi incluído um item do uso do solo no entorno das lagoas, porém observada a ausência dessas informações para as bacias de contribuição e da análise dos impactos ambientais. O item contém apenas informações superficiais dos usos do solo no entorno do ponto de monitoramento. A CT-GRSA entende ser importante a avaliação da bacia de contribuição, pois, é possível perceber melhor a extensão dos impactos resultado do <i>EVENTO</i> de rompimento da barragem de Fundão.</p>

<p>Requisição 29: As ações de recuperação de APP e nascentes apontadas dentro do PG 23 deverão ser executadas conforme orientação da CT-Flor e incluídas no PG 23 como reparatórias.</p>	<p>Não apropriado</p>	<p>Considera-se que não foram identificados depósitos de rejeito em margens e planícies na campanha realizada, portanto, não há dados de impacto que requeiram recuperação de APP e, assim, não se fazem necessárias ações reparatórias.</p>	<p>Não atendido</p>	<p>Nos casos em que foram identificados o depósito de rejeitos, através das Notas Técnicas da CT-GRSA, com a metodologia pré-pós rompimento deve ocorrer a aplicação da recuperação de APPs, conforme orientações da CT-Flor. Portanto, essa abordagem relativa à recuperação de APP e nascentes apontadas dentro do PG-23 não pode ser excluída.</p>
<p>Requisição 30: Rever a premissa de dispersão de sedimentos da costa capixaba.</p>	<p>Não apropriado</p>	<p>Não está claro a que se refere esta requisição, de forma que solicitamos esclarecimentos ao CIF. Em relação à dispersão de sedimentos na costa capixaba, o relatório do PMR do Trecho 16 considerou a dispersão de sedimentos tanto para o sul quanto para norte da foz do rio Doce, o que orientou a definição dos pontos de amostragem na zona costeira, com pontos tanto ao norte quanto ao sul da foz do rio Doce. Adicionalmente o PMR apresenta informações sobre a dispersão de sedimentos na zona costeira que incluem as discussões apresentadas nas seções 6.1.1.2.3.6, 6.2.2.2.1, 6.2.4.1.2</p>	<p>Não atendido</p>	<p>A Fundação Renova considera a dispersão de sedimentos tanto para sul quanto para norte da foz do rio Doce. Contudo, deve ser considerada também a premissa de dispersão de sedimentos controlado pela deriva litorânea, que ocorre na zona costeira visando a morfologia de praia e os cordões litorâneos.</p>

<p>Requisição 31: Apresentar a influência do spray marinho na área estudada</p>	<p>Não apropriado</p>	<p>O Comentário 68 e o Comentário 74 do Parecer de Resposta à Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020 (MT-002_199-515-2536_05) apresentam esclarecimentos sobre o spray marinho. Particularmente no Comentário 68, as influências do spray marinho foram consideradas tanto na distribuição geográfica dos transectos quanto na discussão dos resultados obtidos, considerando os possíveis efeitos da geração de spray na arrebentação de ondas. Além disso, a Fundação Renova elaborou uma avaliação relativa à contribuição do spray marinho na região de praia e restinga em resposta à Nota Técnica CT-GRSA Nº 04/2020</p>	<p>Não atendido</p>	<p>O estudo apresentado, na versão atualizada, não engloba as considerações sobre as influências do spray marinho na zona costeira capixaba. Além disso, os comentários do referido parecer técnico não trazem embasamento técnico da região como justificativa.</p>
<p>Requisição 32: Apresentar gráficos e tabelas com a separação das frações de areia</p>	<p>Parcialmente apropriado</p>	<p>Considera-se que as análises de granulometria foram realizadas de forma adequada. Entende-se que a revisão desses gráficos não altera as interpretações e conclusões do estudo</p>	<p>Atendido</p>	
<p>Requisição 33: Apresentar justificativa técnica de realizar menos sondagens em estuários e manguezais</p>	<p>Não apropriado</p>	<p>O Comentário 85 do Parecer de Resposta à Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020 (MT-002_199-515-2536_05) apresenta esclarecimentos sobre a proposta de malha amostral dos ambientes costeiros, segundo Ofício OFI.NII.012019.5243-07</p>	<p>Atendido</p>	

<p>Requisição 34: Realizar amostragem e análise laboratorial dos 2 primeiros centímetros em ambientes de praia e restinga separadas.</p>	<p>Parcialmente apropriado</p>	<p>O Comentário 75 do Parecer de Resposta à Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020 (MT-002_199-515-2536_05) apresenta esclarecimentos acerca da recomendação feita para amostragem dos primeiros 2 centímetros em ambientes de praia e restinga. Também aponta que uma etapa de amostragem que contemple os primeiros centímetros do substrato em ambientes costeiros pode ser executada em complemento ao estudo já realizado</p>	<p>Atendido</p>	<p>Observa-se o atendimento por meio da coleta dos ambientes costeiros.</p>
<p>Requisição 35: A Fundação Renova não deverá misturar as sondagens, como ocorrido em restinga, manguezal e estuário</p>	<p>Não apropriado</p>	<p>A prática de composição de amostras é comum e vem sendo realizada em Planos de Manejo de trechos já aprovados pelo CIF. Também deve-se ressaltar que as amostras compostas foram de alíquotas sem indícios visuais de presença de rejeito, e caso alguma amostra os apresentasse, manter-se-ia a amostra simples para análise laboratorial</p>	<p>Atendido</p>	<p>Observa-se o atendimento por meio da coleta dos ambientes costeiros.</p>

<p>Requisição 36: Realizar amostragem através de profundidade pré-determinada (a cada 20cm, por exemplo), ou por horizonte.</p>	<p>Não apropriado</p>	<p>Os procedimentos de amostragem adotados no PMR 16 foram norteados pela avaliação visual de evidências de presença de rejeito e com aplicação de metodologias que já são aplicadas em Planos de Manejo no ambiente fluvial (em trechos já aprovados pelo CIF). Todavia, a proposição de melhorias que auxiliem em uma avaliação mais adequada da qualidade do solo na área de estudo é pertinente e pode ser aplicada em eventuais novas etapas de campo. O Comentário 86 e o Comentário 89 do Parecer de Resposta à Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020 (MT-002_199-515-2536_05) apresentam as considerações acerca do requerimento de amostragem por horizontes</p>	<p>Atendido</p>	<p>Observa-se o atendimento por meio da coleta dos ambientes costeiros.</p>
<p>Requisição 37: Realizar comparação do “teste de mistura” com o solo natural, para estuário.</p>	<p>Não apropriado</p>	<p>Foi avaliada a possibilidade de utilização de solos naturais do Trecho 16 para simular misturas de solo com rejeito para comparação com as amostras coletadas no PMR. Entretanto, considerando que esses materiais teriam que ser coletados fora da área potencialmente impactada e apresentar características visuais similares àqueles das áreas amostradas, essa possibilidade foi descartada em função de limitações técnicas e logísticas e da incerteza adicional incorporada na análise em função do material de referência a ser utilizado</p>	<p>Parcialmente atendido</p>	<p>Para a CT-GRSA o solo natural deve ser misturado com porcentagens pré-definidas do rejeito original da barragem de Fundão (5%, 10% e 20%, como proposto) para que a comparação seja próxima da realidade.</p>

<p>Requisição 38: Revisar a identificação das amostras com as fichas de campo e o texto do PMR 16. As informações são conflitantes.</p>	<p>Não apropriado</p>	<p>Foram observadas limitações nos registros que poderiam causar divergências de interpretação em relação às observações feitas em campo. Para esses casos foram avaliadas informações adicionais sobre granulometria e concentração de ferro, que não indicaram evidências adicionais da presença de rejeitos. Dessa forma, considera-se que as informações dos formulários de campo e do texto refletem de forma adequada as avaliações relativas à presença ou não de rejeitos</p>	<p>Não atendido</p>	<p>A revisão realizada pela Fundação Renova apresentou conclusões relacionadas aos resultados do PMR 16 que encontram-se de forma inadequada. A CT-GRSA entende que as fichas de campo devem ser levadas em consideração e serem as principais observações apontadas no relatório, uma vez que demonstram a realidade de campo. Assim, a revisão deveria ser feita com base nas fichas de campo. Ademais, será apresentado a avaliação sobre esta temática, no corpo deste Nota Técnica.</p>
---	-----------------------	---	---------------------	--

## **2.2 Das Premissas e Hipóteses de fundamentação abordadas pelo documento**

O documento apresentado pela Fundação Renova permanece afirmando que não é possível estabelecer uma relação denexo causal nas suas conclusões, ignorando informações apresentadas ao longo da revisão bibliográfica e sem considerar uma análise integrada satisfatória dos dados. Os itens a seguir apresentam discussões das premissas e hipóteses abordadas no documento analisado pela CT-GRSA.

### **2.2.1 Da Premissa de Concentrações de Metais**

Na discussão dos resultados de metais em solo dos ambientes fluviais e de proprietários (Seção 6.2.5.4.5), são apresentadas comparações com as concentrações obtidas por “Pacheco – Reanálise” e Duarte (2020) (Seção 6.1.2.2.4) em amostras coletadas antes do rompimento da barragem de Fundão. Para isso, foram utilizados dados secundários em forma de percentil 75, fazendo referência às recomendações apresentadas na Resolução CONAMA 420/2009 para definição de valores de referência de qualidade de solo (VRQ).

Conforme observado pela consultoria contratada através do Edital 006/2021 da Flacso (Anexo 01), o conjunto de dados em questão não é adequado para ser representado em percentil, e como os autores mesmo afirmam “o trabalho não teve como objetivo definir um VRQ para a área de estudo”, não havendo justificativa nem robustez no conjunto de dados para aplicação do tratamento estatístico citado.

Assim, se o objetivo do relatório não é de definir o VRQ, não há justificativa técnica para a sua aplicação neste estudo. Ainda mais, utilizar tais dados estatísticos em amostras de dados brutos de terceiros.

Ainda, de acordo com o definido pela Resolução CONAMA 420/2009, “o VRQ de cada substância poderá ser estabelecido com base no percentil 75 ou percentil 90 do universo amostral, retiradas previamente das anomalias. O referido VRQ será determinado utilizando tratamento estatístico aplicável e em conformidade com a concepção do plano de amostragem e com o conjunto amostral obtido.”. Diante disso, é mais adequado a apresentação dos dados em sua forma bruta ou com valores médios, mínimos e máximos de cada autor.

### 2.2.2 Da Premissa da Lei de Conservação de Massas

A Fundação Renova utiliza a Lei de Conservação de Massas como premissa para tratar as concentrações de elementos relacionados aos rejeitos ao citar que “Concentrações em solo acima das concentrações máximas verificadas nas amostras de rejeitos poderiam ser consideradas como evidências de que a qualidade da amostra em questão não teria sido afetada pela presença de rejeitos”. Em diversas passagens é observada a utilização da conservação de massas para afirmar que não há impacto advindo do rompimento na região estudada.

A lei da conservação de massa é dada para os casos em que duas substâncias misturadas reagem e trata como produto uma substância de igual volume, contudo, em um sistema fechado (Lavoisier, 1789). Tal aplicação é inadequada, visto que, tanto o *EVENTO* de rompimento da barragem de Fundão como o rio Doce não são sistemas fechados, uma vez que há diversos fatores interagindo com o ambiente. Este entendimento também foi observado pela consultoria contratada via gerenciador CIF (Anexo 01) e apresentada na Nota Técnica nº 20/2021 (Análise técnica do documento “VOLUME 11 – APLICAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DE REJEITO NO TRECHO 15. Fevereiro/2021”) e esclarece as evidências e metodologias de estabelecimento denexo de causalidade embasados nessa premissa não são adequados e devem ser revistas.

### 2.2.3 Da Premissa de Utilização dos *Outliers*

Constata-se que o documento entregue mantém a exclusão dos *outliers* das concentrações do rejeito das amostras coletadas na barragem de Fundão por Jacobs & CH2m (2018), Lactec (2018) e Grupo EPA (2019), utilizando como referência as recomendações apresentadas na Resolução CONAMA 420/2009 para definição de valores de referência de qualidade de solo (VRQ).

Ressalta-se que o objetivo da análise dos dados do rejeito não é de estabelecer valores de referência de qualidade de solo (VRQ) e nem o conjunto de dados é adequado para a aplicação desta metodologia, assim como não é de competência institucional as definições de VRQs por parte da Fundação Renova, assim, a sua utilização é inadequada.

A retirada de *outliers* do conjunto de dados reduz a informação a ser obtida acerca da composição do rejeito e fragiliza a discussão acerca do raciocínio da mistura de solo com rejeito. Conforme relatado pela consultoria contratada (Anexo 01), é importante que esses *outliers* não sejam deletados sem a apresentação de uma análise crítica adequada.

No caso da determinação da composição do rejeito, em que diferentes concentrações de metais podem ser verificadas, refletindo a variação granulométrica (ANDRADE, 2014), os valores de *outliers* devem ser estudados e não excluídos das análises, sendo a aplicação da premissa inadequada. **Reafirma-se que a aplicação de valores médios, mínimos e máximos, sem a exclusão dos *outliers*, constituem melhores representações das concentrações encontradas no rejeito para fins de comparação aos valores encontrados no ambiente.**

#### 2.2.4 Da premissa das incertezas de concentrações de metais

A Fundação Renova afirma, na pág. 360 do documento analisado, que:

*“Para ferro se verifica que os resultados obtidos por Grupo EPA (2019) foram quase que em sua totalidade inferiores aos dois resultados obtidos por Jacobs CH2M (2018), os quais foram inferiores aos resultados obtidos por Golder (2017b). No caso dos resultados de alumínio e manganês, se verifica consistência entre os resultados dessas três fontes. Isso sugere que os resultados de concentração de ferro em amostras de rejeito coletadas na barragem de Fundão e utilizadas como referência neste trabalho podem eventualmente não representar de forma adequada esse material. Considerando essa incerteza, as comparações entre concentrações de ferro obtidas em amostras coletadas para este PMR e em amostras de rejeitos coletadas na barragem de Fundão não foram consideradas como fator determinante para a avaliação denexo de causalidade com o rompimento da barragem de Fundão.”*

Conforme descrito anteriormente foi pontuado no documento apresentado que, considerando que a incerteza da concentração de ferro não representar a forma adequada desse material, as comparações entre concentrações de ferro obtidas em amostras coletadas para este PMR e em amostras de rejeitos coletado na barragem de Fundão não foram consideradas como fator determinante para a avaliação de nexo de causalidade com o rompimento da barragem de Fundão.

Contudo, constata-se que a variabilidade nas concentrações de ferro verificadas no rejeito, podem estar refletindo a realidade, considerando o estudo de ANDRADE (2014), que caracterizou o rejeito de quatro barragens de mineração de ferro do Quadrilátero Ferrífero e observou um grande percentual de óxidos de ferro nos concentrados de argila de todas as barragens, demonstrando que este elemento pode se apresentar de forma heterogênea no rejeito, refletindo as diferenças

granulométricas. Dessa forma, as concentrações de ferro no rejeito da barragem do Fundão precisam ser melhor compreendidas. Vale ressaltar que o ferro é um elemento comum na bacia e por conta disso, tal elemento não mostrou consistência entre os estudos.

Além disso, as concentrações de outros elementos como o Antimônio (Sb), Arsênio (As), Bário (Ba), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercúrio (Hg), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), Selênio (Se), Vanádio (V) e Zinco (Zn) foram alteradas ao comparar estudos pré/pós rompimento, de acordo com as tabelas apresentadas em itens posteriores.

#### 2.2.5 Da Premissa de Identificação Visual da Presença de Rejeitos

Ao longo de todo o documento, constata-se a implementação da identificação visual do rejeito. Já foi relatado, através da Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020 e reforçada pela Nota Técnica CT-GRSA nº 20/2021 (PMR 15) que tal prática não é adequada, considerando: o tempo decorrido entre o rompimento e a coleta das amostras e pela dinâmica fluvial a jusante da UHE Risoleta Neves. Apesar de tal prática ser orientada pelo Programa Manejo de Rejeitos, entende-se que a jusante da UHE Risoleta Neves a identificação visual não seja determinante para afirmar se há ou não a presença de rejeitos.

Ainda assim foram realizadas as análises do documento e, no que se refere às amostras em que os indícios visuais não foram conclusivos (Grupo C), o estudo considerou que uma concentração de frações finas (entre areia fina a argila) similar àquelas verificadas nos rejeitos (próximo de 100%) e muito superior às demais amostras coletadas no trecho 16 no mesmo contexto poderia servir como evidência da presença de rejeitos.

De acordo com a consultoria contratada via gerenciador CIF (Anexo 01), o método de identificação visual faz com que situações em que são verificadas possíveis porções de rejeito, com granulometria diferente de lamosa/argilosa, misturadas ao solo, sejam desconsideradas, mesmo quando verificada a coloração alaranjada proveniente do teste de mistura, corroborando que a técnica visual não é a determinante para definição da presença de rejeitos.

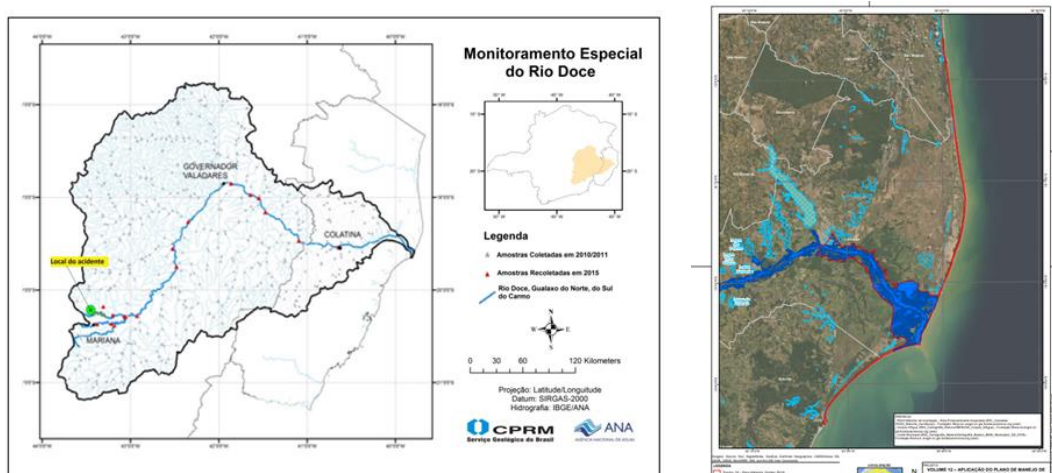
Soma-se ao fato do transporte sedimentar que o rejeito foi submetido por mais de 500 km de curso hídrico, com adição de solos naturais de diversas naturezas sedimentares e energia, que é proveniente do *EVENTO* de rompimento e pode agregar sedimentos arenosos.

### 3. ANÁLISE TÉCNICA DO PLANO DE MANEJO DE REJEITOS DO TRECHO 16 – Revisão 02

Em atenção à Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020 a Fundação Renova apresentou o documento intitulado “VOLUME 12 – APLICAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DE REJEITO NO TRECHO 16 – Revisão 02”, o qual tem a análise técnica da CT-GRSA fundamentada nos resultados obtidos das concentrações dos metais e outras observações enunciadas pela Fundação Renova, descrita neste tópico.

A Tabela 41 - Concentrações de Metais no Atlas Geoquímico da Bacia do Rio Doce (CPRM, 2016), pág. 180 do documento sob análise, relaciona as concentrações dos metais mapeadas na área equivalente ao Trecho 16 e as concentrações máximas mapeadas no rio Doce através do estudo CPRM (2016). Para o estudo do CPRM (2016) foram coletadas amostras em vários pontos, no entanto, a Fundação Renova considerou apenas os seus valores máximos, desprezando a localização dos pontos e tipos de solos, para comparar com o estudo do Plano de Manejo do Trecho 16, nas matrizes solo e sedimento. Desta forma, as comparações devem priorizar os pontos mais próximos entre os estudos e considerar o tipo de solo.

Assim, ao analisar o mapa de localização no estudo da CPRM (2016), conforme a Figura 2, constata-se que o Plano de Manejo do Trecho 16 apresenta pontos amostrais com localizações similares no contexto extracalha, intracalha e solos das propriedades que se encontram no município de Linhares e que poderiam ter sido comparados com os dados brutos do CPRM (2016) ponto a ponto.



**Figura 2.** Mapa de área estudada equivalente ao PMR 16. Fonte: CPRM (2016).

Visando dar celeridade ao processo, a CT-GRSA utilizou os dados brutos obtidos nesse estudo geoquímico juntamente com a reanálise de Pacheco (2015) e Duarte (2020) como estudo pretérito, base de comparação, a fim de verificar se houve o incremento ou não na concentração dos metais na região dos contextos mencionados anteriormente (extracalha, intracalha e solos de propriedades) no Trecho 16, que serão demonstrados a seguir e por ambiente.

### 3.1 Ambiente Fluvial – rio Doce

#### 3.1.1 Contexto Intracalha

Quanto ao item intracalha constata-se que as conclusões referentes à qualidade da água no são feitas de forma inadequada, como pode-se ler na Tabela 107 - Resumo da Caracterização Ambiental da Área de Estudos nos Ambientes Terrestres, Fluviais e Costeiros do Trecho 16 - Pág. 440, conforme descrito a seguir:

*“Embora dados de baseline não estejam disponíveis para esse trecho, os resultados dos períodos mais recentes não apresentam evidências claras que o rompimento da barragem de Fundão ainda contribua para alterações da qualidade da água no Trecho 16. Isso é corroborado pela avaliação dos resultados do Trecho 15, onde há evidências de que a qualidade da água já possa ter retornado à condição próxima ou igual às condições de baseline. Os resultados avaliados, com dados disponíveis a partir de setembro de 2017, não apresentam evidências que a qualidade da água nos demais estuários localizados no Trecho 16 (i.e., além do rio Doce) tenha sido impactada pelo rompimento da barragem de Fundão.”*

A afirmação da qualidade da água ter voltado ao normal relacionando valores de *baseline* é inadequada. É importante considerar e avaliar os resultados obtidos pelo Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo de Qualidade da Água e Sedimento (PMQQS), no monitoramento convencional, apresentados no portal de Monitoramento Rio Doce e o histórico pré-rompimento fornecido pelos órgãos de recursos hídricos competentes para afirmar sobre a qualidade de água: ANA, IGAM e AGERH.

O portal de Monitoramento rio Doce foi consultado e foi verificado que para a estação RDO 13, localizada em Colatina (Trecho 15) o parâmetro turbidez apresentou valores máximos entre 2018 e 2020 superiores ao legislado (de 300 a 500 NTU), assim como, a estação RDO 15 localizada em

Linhares (Trecho 16) apresentou valores de turbidez acima da legislação CONAMA 357/2005 (de 400 a 500 NTU) entre 2018 e 2020.

Ainda assim, os dados do monitoramento automático também foram consultados e a RDO 12 localizada em Colatina (Trecho 15) apresentou, entre os anos de 2017 e 2020, valores máximos entre 500 a 2500 NTU, sendo estes muito superiores ao permitido na CONAMA 357/2005 de 100 NTU. A RDO 16 localizada em Linhares (Trecho 16) apresentou entre 2019 e 2021 picos máximos de turbidez entre 5000 a 35000 NTU superiores ao valor permitido em legislação.

Em consulta feita aos dados do IGAM/AGERH, no portal do PMQQS, no histórico pré-rompimento, em período seco, a máxima de turbidez na RDO 15 foi de 75 NTU e em período chuvoso de 169 NTU e para a estação RDO 13 a máxima foi de 165 NTU e 242 NTU no período seco e chuvoso, respectivamente. A estação RDO 12 em histórico pré-rompimento apresentou a máxima de 168 NTU em período seco e a máxima em período chuvoso de 188 NTU.

Os resultados apresentados anteriormente de qualidade da água pré e pós rompimento indicam que nos Trechos 15 e 16 a qualidade da água ainda não voltou à condição normal, evidenciando que foi impactada pelo rompimento da barragem de Fundão. Sendo assim, a CT-GRSA entende inadequada a afirmação da Fundação Renova de que a qualidade da água já pode ter retornado à condição próxima ou igual às condições de *baseline*, considerando que as condições de comparação para essa afirmação não é adequada, tal como, a informação de que não há evidências claras de que o *EVENTO* ainda contribui na qualidade da água no Trecho 16.

Referindo ao estado de Minas Gerais é possível citar a Nota Técnica nº 16/IGAM/GEMOQ/2021 (Anexo 02), a qual analisa os parâmetros de qualidade relevantes no contexto do *EVENTO*, a saber: turbidez, ferro dissolvido e manganês total, frente à série histórica pré rompimento. Esta nota conclui que: “(...) cinco anos após o rompimento ainda se observa alterações na qualidade das águas no Trecho 1 (rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce, a montante da UHE Risoleta Neves)”. Ante ao exposto, conforme abordado anteriormente, acredita-se que seja pouco provável que a porção final do rio Doce (trecho 16) apresenta comportamento diferente dos trechos mais a montante e ainda vêm sofrendo alterações de qualidade de água devido ao desastre.

Em relação às análises de sedimento no contexto intracalha, na Tabela 93 - Comparação de Resultados de Amostras Coletadas Em Transectos Intracalha do Trecho 16 com Resultados de “Pacheco - Reanálise” e Resultados de Amostras de Rejeitos - pág. 356 do relatório avaliado, observa-se que a comparação foi feita de forma inadequada, pois foram somadas as concentrações de dois

pontos amostrais diferentes (S11 + S12). Entretanto, as verificações devem ser feitas comparando os pontos amostrais do estudo de “Pacheco - Reanálise” individualmente com os dados de pontos próximos aos mesmos no PMR 16 ou tipo de solo.

Para o trabalho acadêmico de Duarte (2020), também se constata uma comparação equivocada. As amostras coletadas em período pré-desastre foram de sedimentos fluviais, contudo, no PMR 16 revisado traça comparações desses dados pretéritos com o contexto extracalha. Além disso, a Fundação Renova realiza tratamento estatístico dos dados brutos obtidos por Duarte (2020), o que desvirtua os objetivos e resultados obtidos por este autor, apresentando na análise de cada elemento valores diferentes daqueles aprovados por banca especializada. Assim, não se deve realizar tal abordagem e sim apresentar os dados brutos de cada ponto, uma vez que já são dados pretéritos e contribuem na comparação entre o pré e pós rompimento.


Tendo em vista a necessidade de respostas céleres, novamente, a equipe técnica da CT-GRSA reavaliou os dados e fez as comparações dos resultados obtidos para amostras intracalha do PMR 16 com os resultados obtidos em pontos próximos a estes trechos obtidos nos estudos pretéritos Pacheco - Reanálise, CPRM (2016) e Duarte (2020), conforme apresentado nos Quadros 2 e 3, onde constam as comparações das amostras em contexto intracalha com os estudos pretéritos mencionados.

Quadro 2: Comparação de Resultados de Amostras Coletadas em Transectos intracalha do Trecho 16 com Resultados de “Pacheco – Reanálise”.

Pacheco reanálise (2015)							PMR 16 (2021)		
Parâmetros	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) 0-14cm	Esquerda 0-22cm	Direita 0-19cm	Mín	Média	Máx
Al	2530	5700	10200	12700	13600	14100	96,00	1555,32	13300,00
Sb D.	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00
As	<1,0	8,2	6,80	6,80	5,7	3,6	1,00	6,86	12,80
Ba	10,1	65,2	75,6	85,5	122,0	108,0	2,00	13,12	92,20
B	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	1,08	3,99	6,19
Cd	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,05	0,78	1,50
Pb	17,4	7,50	11,5	17,2	16,5	21,3	1,00	3,25	16,50
Co	1,5	9,5	8,10	12,3	14,2	14,7	1,10	4,91	45,84
Cu	2,8	5,6	8,70	13,4	13,6	15,4	2,50	8,51	59,63
Cr	7,0	19,9	31,6	36,10	44,8	40,7	2,04	11,64	84,10
Fe	1830	20300	24000	33000	35700	35100	508,00	8021,63	66582,00
Mn	56,3	438,0	337,0	765,0	471,0	873,0	22,50	143,57	859,00
Hg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1	0,1	0,03	0,09	0,15
Mo	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	0,50	1,75	2,99
Ni	2,1	10,1	10,5	11,6	16,4	13,1	1,22	4,09	27,94
Ag	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0,50	2,10	4,99
Se	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0,50	1,38	2,25
V	9,5	20,1	33,5	52,5	51,4	57,9	1,70	8,21	49,80
Zn	8,7	49,5	34,3	36,6	66,3	41,5	1,80	10,21	46,80

**Legenda:**

n.a: não analisado.


 Resultados de concentrações maiores que os valores encontrados em estudos pretéritos

Quadro 3: Comparação de Resultados de Amostras Coletadas em Transectos intracalha do Trecho 16 com Resultados de CPRM (2016) e Duarte (2020).

Parâmetros	CPRM (2016) - ppm	Duarte 2020	PMR 16 (2021)		
			Intracalha (máx 0-1,6m)		
			Mín	Média	Máx
Al	9900 - 17700	2183,00	96,00	1555,32	13300,00
Sb D.	0,03 – 0,06; 0,13 -0,28	n.a	508,00	8021,63	66582,00
As	<2 e 2- 4;	<0,009	22,50	143,57	859,00
Ba	51 - 85	n.a	1,70	8,21	49,80
B	<5	n.a	2,04	11,64	84,10
Cd	0,01 – 0,02; 0,02 – 0,05	0,6	1,10	4,91	45,84
Pb	7,9 – 13,5; 13,5 – 19,7	24,9	1,22	4,09	27,94
Co	<4,8	n.a	2,50	8,51	59,63
Cu	8,5 – 14,6	8,1	1,80	10,21	46,80
Cr	22 – 42; 42 - 67	15,4	1,00	6,86	12,80
Fe	25000 - 39200	6981,00	0,50	2,10	4,99
Mn	300 – 500; 500 - 802	232,4	0,50	1,75	2,99
Hg	0,07 – 0,16	n.a	0,05	0,78	1,50
Mo	1,02 – 1,85	n.a	2,00	13,12	92,20
Ni	5,9 – 10,2; 10,2 – 15,9	4,40	0,03	0,09	0,15
Ag	0,04 – 0,09	n.a	1,00	3,25	16,50
Se	3,6 – 6,0; 6,0 – 9,2	n.a	96,00	1555,32	13300,00
V	54 - 82	15,9	508,00	8021,63	66582,00
Zn	19 - 34	18,9	22,50	143,57	859,00

**Legenda:**

n.a: não analisado.

 Resultados de concentrações maiores que os valores encontrados em estudos pretéritos

Observa-se que houve aumento do elemento Bário (Ba) na estação amostral T16T01 e para o elemento Prata (Ag) na T16T10. De maneira geral, houve incremento nas concentrações dos metais Alumínio (Al), Antimônio (Sb), Arsênio (As), Bário (Ba), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Mercúrio (Hg), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), Selênio (Se), Vanádio (V) e Zinco (Zn) nas amostras de sedimentos ao comparar com estudos pretéritos em todos os pontos amostrais.

### 3.1.2 Contexto extracalha e propriedades

Para a porção extracalha e propriedades, que consiste a porção fora da calha regular do rio, tem-se que, na tabela 107 - Resumo da Caracterização Ambiental da Área de Estudo nos Ambientes Terrestres, Fluviais e Costeiros do Trecho 16 - pág. 440:

*“As análises químicas dos teores de metais em solo coletadas no contexto extracalha nos transectos e propriedades, indicaram, em geral, concentrações inferiores aos respectivos Valores de Prevenção (VP) e Valores de Investigação Agrícola (VI) definido pela Resolução CONAMA 420/2009, quando existentes. Os elementos ferro, alumínio e manganês foram os elementos de concentração mais elevados dentre os parâmetros analisados nas amostras coletadas. As médias das concentrações de alumínio, ferro e manganês nas amostras de solo em transectos foram de aproximadamente 7.500 mg/kg, 17.500 mg/kg e 550 mg/kg, respectivamente. Dos metais com valores orientadores, os resultados apontaram concentrações de cádmio (principalmente) e bário (pontualmente) acima dos respectivos VP. De forma pontual, cádmio, bário e cobalto estiveram ligeiramente acima do VI.”*

Os resultados deste plano de manejo mostraram que os elementos Ferro (Fe), Alumínio (Al) e Manganês (Mn) apresentaram concentrações mais expressivas. Os resultados das concentrações de Cádmio (Cd) e Bário (Ba) estavam acima dos VP e VI e a concentração de Cobalto (Co) esteve acima do VI definido pela Resolução CONAMA 420/2009 em alguns pontos amostrais. Apesar do estudo realizar comparações com dados pretéritos, estas comparações não foram realizadas da forma adequada, uma vez que foi realizado o agrupamento de dados dos pontos P21, P22 (Pacheco - Reanálise) e Duarte (2020), reproduzindo resultados advindos de cálculos estatísticos incoerentes, inadequados e insuficientes.

Reforça-se que a utilização de estatística, o mesmo aplicado para o contexto intracalha, em dados de um estudo de terceiros e aprovado por banca especializada é inadequada, uma vez que modifica os valores de concentrações dos elementos analisados.


Diante das inconsistências apresentadas pela Fundação Renova, a CT-GRSA realizou comparação dos resultados obtidos para os pontos extracalha e de solos coletadas nas propriedades do PMR 16 com os dados brutos dos estudos pretéritos de Pacheco - Reanálise e CPRM (2016), conforme demonstrado no Quadro 4.

Quadro 4: Comparação de Resultados de Amostras Coletadas em Transectos extracalha do Trecho 16 com Resultados de CPRM (2016) e “Pacheco – Reanálise”.

Parâmetros	CPRM (2016) - ppm	Pacheco (2015) – reanálise		PMR 16		
		P21 (0,0 – 0,13 cm)	P22 (0,0 – 0,25 cm)	Extracalha (máx 0 -1,2 m)		
				Mín.	Méd.	Máx.
Al	24200 - 32600	9520	6490	172,00	7383,76	17200,00
Sb D.	0,026 – 0,080	<1,0	<1,0	0,00	<1,0	0,00
As	1,0 – 2,0; 3,0 – 6,0	8,08	5,13	1,01	1,73	3,92
Ba	<7,0; 7,0 - 22	97	61,8	1,32	88,00	311,00
B	<5,5	n.a	n.a	1,47	20,05	42,50
Cd	0,05 – 0,010	<0,1	<0,1	1,04	1,80	3,27
Pb	<12,2	11,6	7,71	1,77	18,79	47,00
Co	<0,6; 0,6 – 1,9	10,3	6,97	1,39	8,99	40,90
Cu	<6,0	12,9	7,93	4,12	15,36	26,00
Cr	21,0 – 54,0	34,3	23,10	1,26	26,65	54,40
Fe	40000	31200	15900	1060,00	17728,10	33700,00
Mn	<100; 100-149	440	242	44,00	565,17	5660,00
Hg	0,05 – 0,11	0,0563	<0,05	0,00	<0,2	0,00
Mo	0,49 – 0,85	<1,0	<1,0	1,04	1,06	1,08
Ni	<3,3; 3,3 – 5,7	12,9	8,76	1,04	9,10	18,10
Ag	0,005 – 0,020	<1,0	<1,0	0,00	<1,0	0,00
Se	<0,7	<1,0	<1,0	0,00	<1,0	0,00
V	65 – 108	39,2	24,9	0,00	n.a	0,00
Zn	<9; 9 - 20	48,3	44,3	1,90	35,26	75,40

**Legenda:**

n.a: não analisado.

 Resultados de concentrações maiores que os valores encontrados no estudo pretérito CPRM (2016).

 Resultados de concentrações maiores que os valores encontrados no estudo pretérito Pacheco reanálise (2015).

Diante das análises comparativas dos dados brutos, constata-se aumento das concentrações de Alumínio (Al), Arsênio (As), Bário (Ba), Boro (B), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Vanádio (V) e Zinco (Zn) nas amostras do contexto extracalha, coletadas no Trecho 16 pós *EVENTO*.

Portanto, a hipótese desse aumento estar relacionada ao rompimento da barragem de Fundão não pode ser excluída, assim como, não pode ser sustentada a afirmação de que não há indícios de rejeito nessas regiões amostradas, dado o incremento de elementos potencialmente tóxicos. Ainda, percebe-se uma linha de evidência denexo de causalidade entre o rompimento da barragem, associado aos eventos de cheia da bacia, e o aumento de metais pesados nos pontos amostrados. No estudo CPRM (2016) foi verificado que os valores dos elementos antes do rompimento da barragem de Fundão para os metais eram na sua grande maioria inferiores aos valores encontrados neste estudo da Fundação Renova para os pontos pertencentes ao Trecho 16.


Já para as amostras coletadas de solos nas áreas de proprietários, os resultados das concentrações dos elementos foram comparados com os resultados de Pacheco - Reanálise e Duarte (2020). Conforme mencionado anteriormente, os dados do estudo de Duarte (2020) não são adequados para ser utilizado como parâmetro para amostras de solos, da mesma forma que, a junção dos dois estudos pretéritos como base de comparação não é eficiente. Posto isto, a CT-GRSA fez uma análise dos estudos obtidos para as amostras de solos dos proprietários em questão com os dados brutos do estudo pretérito de Pacheco - Reanálise e CPRM (2016), tal qual ilustra o Quadro 5.

Quadro 5: Comparação de Resultados de Amostras de solos Coletadas em propriedades do Trecho 16 com Resultados de CPRM (2016) e “Pacheco – Reanálise”.

Parâmetros	CPRM (2016) - ppm	Pacheco (2015) – reanálise	PMR 16		
			Propriedades (máx 0 -1,2 m)		
			P11 (0,0 – 0,20 cm)	Mín.	Méd.
Al	24200 - 32600	21500	271,00	7895,53	30400,00
Sb D.	0,026 – 0.080	<1,0	0,50	1,00	1,50
As	1,0 – 2,0; 3,0 – 6,0	<1,0	1,26	4,29	12,80
Ba	<7,0; 7,0 - 22	242	1,93	81,41	271,00
B	<5,5	n.a	1,02	18,16	49,10
Cd	0,05 – 0,010	<0,1	0,61	1,94	3,21
Pb	<12,2	28,7	2,10	18,64	49,00
Co	<0,6; 0,6 – 1,9	18,5	1,47	10,41	45,84
Cu	<6,0	49,6	2,55	15,93	59,63
Cr	21,0 – 54,0	63,2	1,25	27,85	84,10
Fe	40000	33100	954,00	17156,63	66582,00
Mn	<100; 100-149	549	2,00	411,05	962,00
Hg	0,05 – 0,11	0,177	0,15	0,17	0,18
Mo	0,49 – 0,85	<1,0	0,50	1,42	2,99
Ni	<3,3; 3,3 – 5,7	16,3	1,42	10,57	27,94
Ag	0,005 – 0,020	<1,0	0,50	1,38	2,25
Se	<0,7	<1,0	0,50	1,38	2,25
V	65 – 108	88,6	203,10	203,10	203,10
Zn	<9; 9 - 20	68,0	2,00	34,78	107,00

**Legenda:**

n.a: não analisado.

 Resultados de concentrações maiores que os valores encontrados no estudo pretérito CPRM (2016).

 Resultados de concentrações maiores que os valores encontrados no estudo pretérito Pacheco reanálise (2015).

A análise da CT-GRSA evidenciou que as amostras de solos coletadas na área de proprietários possui altas concentrações dos metais Alumínio (Al), Arsênio (As), Bário (Ba), Boro (B), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Vanádio (V) e Zinco (Zn) em relação aos dados pretéritos de Pacheco (2015) e o estudo CPRM (2016).

No ponto T16P32069 foi identificado presença de rejeito pelo estudo da Worley (2018) e nesse Plano de Manejo observa-se que este ponto possui altas concentrações dos metais mencionados ao serem comparados com estudos pretéritos ao *EVENTO*. Apesar do relatório dizer que não há evidência da presença de rejeitos nesse local, os resultados das concentrações de metais nesse ponto indicam haver evidência da presença de rejeitos nessa região, dos quais já podem estar incorporados ao solo natural, uma vez que não são observados em simples análise visual.

No estudo de Segura *et al.* (2016) foram coletadas amostras de solos ao redor de Bento Rodrigues, vila localizada nas proximidades do local do rompimento da barragem de Fundão, para fornecer dados preliminares sobre o perfil químico e de citotoxicidade dos resíduos da mina de ferro da Samarco. Os resultados apontaram alta fração de Alumínio (Al), Arsênio (As), Bário (Ba), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Chumbo (Pb). Diante do exposto, as altas concentrações destes metais encontrados nos estudos deste Plano de Manejo podem ser consideradas evidências de rejeito provenientes do *EVENTO*.

Ainda, foram realizadas análises dos resultados obtidos no Relatório de Avaliação da Qualidade do Rejeito presente na Barragem de Fundão, em Mariana - MG, e na Usina Hidrelétrica Risoleta Neves (Aterro de Candonga), em Rio Doce - MG. Nos resultados obtidos para amostras de solo/rejeito coletadas em Fundão e Candonga pelo Grupo EPA em 2019 nota-se maiores frações dos elementos Alumínio (Al), Bário (Ba), Boro (B), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cromo (Cr), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Vanádio (V) e Zinco (Zn). Assim, os resultados das amostras extracalha obtidos para o Trecho 16 evidenciam aumento desses elementos quando relacionados e comparados a estudos pretéritos, indicando que nestes pontos amostrados o aumento das concentrações desses metais são indícios de rejeitos na região.

### 3.2 Ambiente Costeiro

A Figura 3 apresenta o mapa com os pontos amostrais do ambiente costeiro no Trecho 16. Após alinhamento entre a CT-GRSA e a Fundação Renova, em 29/06/2021, conforme ATA no Anexo 03, foi realizada a coleta de amostras de pontos na faixa de praia e restinga, com amostragem simples em diferentes horizontes para todos os transectos destes ambientes costeiros, em dezembro de 2021.



**Figura 3:** Localização dos transectos realizados nos ambientes costeiros. Fonte: *Golder Associates, 2022*

### 3.2.1 Praia, mangue, restinga e estuário

Diante da análise do relatório atualizado, constata-se que não houve mudanças significativas desde a primeira versão, uma vez que o relatório considerou “inapropriado” diversas recomendações da Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020, sem trazer definitividade e justificativa técnica plausível, apenas julgando as requisições. Sendo assim, a equipe técnica limitou-se a analisar apenas os pontos de alteração.

No relatório avaliado é apresentado de forma geral que para a qualidade de solos/sedimentos em ambientes de praia, mangue e restinga, os resultados analíticos obtidos não apontaram evidências de presença de rejeito nas amostras. Contudo, conforme apontado pela Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020, foram identificados diversos trechos com indícios de rejeitos.

Em relação ao potencial de contaminação do arsênio (As) no ambiente costeiro, é mencionado na página 379, que:

*“Também foram inseridas as concentrações de arsênio, como um parâmetro de interesse na avaliação de potencial contaminação entre os metais-traço no rejeito”.*

Constata-se que o potencial de contaminação foi realizado apenas para o elemento arsênio e não para os outros elementos com valores elevados, observadas as bibliografias disponíveis antes do rompimento. Ainda, para uma avaliação do potencial de contaminação de determinado ponto de interesse para amostras de sedimentos pode ser utilizado o fator de enriquecimento (FE) e o Índice geoquímico (Igeo), o qual apresenta um cálculo com base em todos os elementos analisados, levando em consideração dados de estudos geoquímicos característicos da região de interesse. Essas informações possibilitam a conclusão referente ao potencial de contaminação do local (Santolin *et al.*, 2015).

No item 6.2.5.4.3 do relatório é apontado que as concentrações de metais obtidas no ponto TN-PR-06-03-BS são distintamente elevadas em comparação aos outros pontos, sendo pertinente uma melhor caracterização e discussão da localidade. Essa caracterização também é confirmada pela consultoria contratada pela gerenciadora CIF (Anexo 01), que alerta para um ponto de atenção com possibilidade para presença de rejeitos.

Vale ressaltar que, em primeira análise, através da Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020, tal ponto foi identificado com a presença de rejeito devido à grande diferença na concentração de metais ao se comparar os dados pré e pós rompimento.

As amostras de sedimentos localizadas em pontos de estuário foram comparadas com estudos feitos antes da lama chegar nos estuários da região costeira. O Quadro 6 apresenta a comparação dos pontos de estuário com os estudos supracitados.

Quadro 6: Comparação de Resultados de Amostras de solos Coletadas em estuários no ambiente costeiro do Trecho 16 com Resultados de estudos antes da lama chegar a costa do ES.

Parâmetros	Sá et al. 2021 (pré- rompimento)	TN-ES-01-03			TN-ES-01 - 04			TN-ES-02-03	TN-ES-02-04	TN-ES-03-03	TN-ES-03-04
		Min.	Méd.	Máx.	Min.	Méd.	Máx.				
Al	776,04	202,00	378,00	554,00	198,00	1104,00	2010,00	2970,00	514,00	119,00	187,00
*Sb D.	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
As	3,20	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Ba	12,73	<1,00	2,22	2,22	<1,00	2,97	2,97	7,87	1,03	<1,00	<1,00
B	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	31,80	31,80	25,70	12,50	<1,00	<1,00
Cd	0,01	<0,177	0,182	<0,188	<0,182	<0,182	<0,182	<0,177	<0,211	<0,186	<0,18
Pb	4,46	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	3,63	3,63	6,39	4,59	<1,00	1,99
Co	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,90	1,90	3,78	<1,00	<1,00	<1,00
Cu	1,20	1,16	1,46	1,76	1,24	2,21	3,19	6,27	4,87	1,79	1,47
Cr	3,61	3,38	3,66	3,95	1,80	5,09	8,38	11,00	4,48	<1,00	2,95
Fe	9153,63	1590,00	2130,00	2670,00	1580,00	3560,00	5540,00	7020,00	3510,00	724,00	2440,00
Mn	234,50	12,20	13,25	14,30	5,54	28,02	50,50	158,00	23,30	2,02	12,90
*Hg	n.a	<0,012	<0,012	<0,013	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,014	0,04	<0,012
Mo	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Ni	2,06	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	2,79	2,79	4,39	1,15	<1,00	<1,00
*Ag	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
*Se	1,02	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
V	0,54	2,32	2,46	2,60	1,45	5,36	9,27	16,80	5,27	1,32	2,32
Zn	1,58	1,29	1,70	2,11	1,84	5,59	9,35	19,00	5,21	1,73	1,90

**Legenda:**

n.a: não analisado

Resultados de concentrações maiores que os valores encontrados no estudo pretérito de Sá et al., 2021.

Os elementos Alumínio (Al), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Níquel (Ni), Vanádio (V) e Zinco (Zn) apresentaram concentrações superiores quando relacionados com estudos anteriores. O estudo de Sá *et al.* (2021) conclui que as concentrações dos metais Alumínio (Al), Arsênio (As), Cádmio (Cd), Cromo (Cr), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Chumbo (Pb), Selênio (Se) e Zinco (Zn) aumentaram significativamente com o tempo após o rompimento da barragem de Fundão e mudaram sua partição química na água.

### 3.2.2 Recoleta no Ambiente Costeiro

Após reunião técnica entre a CT-GRSA e a Fundação Renova, ficou acordado a necessidade de realizar novas coletas nos ambientes costeiros de praia e restinga, uma vez que a consultoria realizou amostragem composta para a restinga e coleta de solos ao realizar a separação das amostras por horizontes e/ou amostragem graduada a cada 2cm.

A equipe técnica da CT-GRSA, acompanhou as coletas, destes ambientes, e emitiu a Nota Técnica CT-GRSA nº 01/2022, conforme o Anexo 04. Cabe ressaltar que não ocorreram maiores transtornos que impactam nos resultados das amostragens.

Os resultados obtidos para as amostras recoletadas, em 2021, foram expostos em diagramas (Figura 139, do relatório) e em um sumário estatístico (Tabela 102, do relatório). Os resultados trabalhados estatisticamente expostos nos gráficos são comparados com os valores da Legislação CONAMA 454/12 para os ambientes de praias e a CONAMA 420/09 para os ambientes de restinga. Os elementos que não apresentam valores de referência na legislação foram relacionados aos valores máximos de concentração encontrados no rejeito de Fundão.

A consultora independente contratada pelo gerenciador CIF (Anexo 01) identificou que os pontos TN-RE-04 e TS-PR-04 possuem indícios da presença de rejeitos e que tais dados deveriam ser analisados com mais acurácia.

Conforme já supracitado nesta Nota Técnica, e em consonância com a consultoria técnica contratada pelo gerenciador CIF (Anexo 01), a abordagem de comparar os resultados com os valores máximo encontrado no rejeito é inadequado, uma vez que trata todos os biomas como um sistema fechado, conforme previsto pela lei de conservação de massas (Lavoisier, 1789). Além disso, a utilização das premissas já discutidas no tópico 2 para enunciar que concentrações elevadas de determinados metais em pontos apontados no documento (Página 424 e 425) não estejam

---

relacionadas com o rompimento da barragem de Fundão é inadequada e tecnicamente frágil.

Reforça-se que estudos de monitoramento já existentes da região e dados pretéritos são mais robustos para se ter conclusões relacionadas ao impacto proveniente do rompimento da barragem de Fundão. Um exemplo são os últimos estudos do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática - PMBA, que apresentam uma série de impactos ambientais no ambiente costeiro.

Para tanto, a CT-GRSA fez uma avaliação dos dados no ambiente de praia e de restinga, que passaram por reamostragem em 2021. Os dados obtidos no Plano de Manejo do Trecho 16 foram comparados com os dados do PMBA (Quadros 7 a 13), ambos coletados em período de alta pluviosidade. Vale ressaltar que os resultados obtidos para os pontos reamostrados em 2021 não foram expostos no relatório em formato de Tabela para cada elemento avaliado, sendo assim, os resultados para cada metal foram consultados e buscados nos laudos analíticos do Anexo 04 (recoleta).

Quadro 7: Comparação de Resultados de Amostras de sedimentos recoletadas em praias ao norte da foz no ambiente costeiro do Trecho 16 com Resultados de regiões próximas obtidos pelo PMBA.

Parâmetros	PMBA (Jan/2021) – mg.kg <sup>-1</sup>			PMR 16 -TN-PR-01 -03 - mg.kg <sup>-1</sup>				PMBA (Jan/2021) – mg.kg <sup>-1</sup>			TN-PR-02-03 - mg.kg <sup>-1</sup>			
	N1 (Ante-praia)	N1 (Face Inferior)	N1 (Berma superficial)	0,0-0,20 cm	0,02-0,05 cm	0,05-0,20 cm	0,20-0,40 cm	N1 (Ante-praia)	N1 (Face Inferior)	N1 (Berma superficial)	0,0-0,20 cm	0,02-0,05 cm	0,05-0,20 cm	0,20-0,40 cm
Al	794,76	856,82	796,96	808,34	697,94	737,43	818,29	794,76	856,82	796,96	1073,38	916,02	711,63	824,13
*Sb D.	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
As	2,19	1,74	0,87	6,28	6,66	5,64	5,35	2,19	1,74	0,87	6,54	5,82	5,12	5,39
Ba	0,74	0,87	1,37	1,8	1,78	3,15	3,07	0,74	0,87	1,37	2,41	2,42	2,06	2,63
B	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Cd	<0,07	<0,07	<0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,07	<0,07	<0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Pb	0,46	0,22	0,63	1,39	1,47	1,71	1,26	0,46	0,22	0,63	1,53	1,04	<1,00	<1,00
Co	1,07	1,01	1,54	1,94	1,46	1,03	1,14	1,07	1,01	1,54	1,63	1,05	1,11	1,27
Cu	<0,70	<0,70	<0,70	2,9	4,52	7,98	6,53	<0,70	<0,70	<0,70	2,04	4,8	3,82	3,42
Cr	4,26	1,82	8,31	10,16	8,26	7,54	6,15	4,26	1,82	8,31	8,92	4,9	3,31	8,32
Fe	3846,42	2361,26	4348,51	6109,26	6239,04	6181,48	5214,41	3846,42	2361,26	4348,51	5662,05	3507,19	2838,08	3549,62
Mn	36,62	34,66	38,76	50,89	51,37	40,36	41,99	36,62	34,66	38,76	56,4	39,09	32,51	40,79
*Hg	3,88	3,69	3,59	n.a	n.a	n.a	n.a	3,88	3,69	3,59	n.a	n.a	n.a	n.a
Mo	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Ni	0,26	<0,17	0,31	2,15	5,84	2,31	1,79	0,26	<0,17	0,31	2,85	2,66	1,37	3,52
*Ag	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	n.a	<1,00	<1,00
*Se	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
V	<1,52	<1,52	<1,52	7,17	6,42	7,06	5,6	<1,52	<1,52	<1,52	7,26	4,32	3,07	4,34
Zn	0,21	0,50	0,77	6	10,62	4,01	4,49	0,21	0,50	0,77	8,73	9,25	6,55	6,31

**Legenda:**

n.a: não analisado

Resultados de concentrações maiores que os valores encontrados no PMBA.

Quadro 8: Comparação de Resultados de Amostras de sedimentos recoletadas em praias ao norte da foz no ambiente costeiro do Trecho 16 com Resultados de regiões próximas obtidos pelo PMBA.

Parâmetros	PMBA (Jan/2021) – mg.kg-1			PMR 16 -TN-PR-06 -03 - mg.kg-1				PMBA (Jan/2021) – mg.kg-1			TN-PR-07-03 - mg.kg-1			
	N3 (Ante-praia)	N3 (Face Inferior)	N3 (Berma superficial)	0,0-0,20 cm	0,02-0,05 cm	0,05-0,20 cm	0,20-0,40 cm	N4 (Ante-praia)	N4 (Face Inferior)	N4 (Berma superficial)	0,0-0,20 cm	0,02-0,05 cm	0,05-0,20 cm	0,20-0,40 cm
Al	1165,13	578,67	882,44	694,85	819,46	707,81	810,32	1598,73	1114,56	1290,37	537,81	685,90	747,14	807,04
*Sb D.	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
As	15,03	2,82	17,90	13,66	12,68	15,33	14,48	7,83	3,64	3,16	11,28	15,83	14,17	19,22
Ba	2,67	1,73	9,63	1,03	1,22	1,46	1,17	1,63	0,37	0,58	<1,00	1,80	14,80	1,23
B	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Cd	<0,07	<0,07	0,46	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,07	<0,07	<0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Pb	2,99	1,02	5,89	<1,00	<1,00	1,17	1,65	1,28	0,50	0,55	<1,00	<1,00	1,30	2,17
Co	1,20	0,82	1,36	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,08	0,75	0,93	1,12	1,01	<1,00	1,07
Cu	2,09	<0,70	2,52	2,79	3	3,62	2,93	1,03	<0,70	<0,70	3,14	2,97	2,84	3,81
Cr	17,84	3,34	14,88	4,67	4,56	9,52	6,77	8,47	2,85	2,78	5,69	6,88	6,47	7,12
Fe	15890,85	2578,31	17554,47	3693,85	3761,73	5745,04	5639,93	8719,28	3622,65	3555,74	3320,32	5007,65	4567,94	5801,99
Mn	63,37	28,83	59,65	35,63	35,21	44,52	44,19	61,53	43,20	55,27	44,37	43,92	40,89	42,02
*Hg	1,70	<1,00	1,70	n.a	n.a	n.a	n.a	4,43	3,39	3,01	n.a	n.a	n.a	n.a
Mo	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Ni	3,11	1,45	3,09	1,43	1,29	1,69	1,79	2,22	1,07	1,21	1,97	1,34	2,94	2,28
*Ag	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
*Se	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
V	9,39	4,07	8,21	4,17	4,11	5,36	5,13	6,29	3,63	4,86	4,42	5,10	5,21	5,02
Zn	<2,50	<2,50	<2,50	3,91	4,92	6,03	5,18	<2,50	3,35	3,23	5,88	3,56	6,91	4,88

**Legenda:**

n.a: não analisado

Resultados de concentrações maiores que os valores encontrados no PMBA.

Quadro 9: Comparação de Resultados de Amostras de sedimentos recoletadas em praias ao norte da foz no ambiente costeiro do Trecho 16 com Resultados de regiões próximas obtidos pelo PMBA.

Parâmetros	PMBA (Jan/2021) – mg.kg-1			PMR 16 -TN-PR-04 -03 - mg.kg-1				PMBA (Jan/2021) – mg.kg-1			TN-PR-07-03 - mg.kg-1			
	N2 (Ante-praia)	N2 (Face Inferior)	N2 (Berma superficial)	0,0-0,20 cm	0,02-0,05 cm	0,05-0,20 cm	0,20-0,40 cm	N4 (Ante-praia)	N4 (Face Inferior)	N4 (Berma superficial)	0,0-0,20 cm	0,02-0,05 cm	0,05-0,20 cm	0,20-0,40 cm
Al	1903,24	1062,77	892,94	652,59	871,33	2148,18	969,00	1598,73	1114,56	1290,37	537,81	685,9	747,14	807,04
*Sb D.	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
As	5,72	6,31	3,34	7,58	9,45	7,08	3,28	7,83	3,64	3,16	11,28	15,83	14,17	19,22
Ba	1,31	1,34	0,48	1,1	1,47	6,15	2,73	1,63	0,37	0,58	<1,00	1,8	14,8	1,23
B	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Cd	<0,07	<0,07	<0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,07	<0,07	<0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Pb	1,15	1,52	0,84	<1,00	1,09	2,13	1,27	1,28	0,50	0,55	<1,00	<1,00	1,3	2,17
Co	1,35	1,32	1,93	<1,00	1,15	1,96	1,00	1,08	0,75	0,93	1,12	1,01	<1,00	1,07
Cu	<0,70	0,92	<0,70	7,18	4,00	8,69	7,68	1,03	<0,70	<0,70	3,14	2,97	2,84	3,81
Cr	5,51	9,27	12,27	6,34	6,96	14,41	9,06	8,47	2,85	2,78	5,69	6,88	6,47	7,12
Fe	6266,96	6131,42	6157,22	3965,6	5883,01	11390,46	8714,55	8719,28	3622,65	3555,74	3320,32	5007,65	4567,94	5801,99
Mn	73,28	49,35	50,98	32,9	44,11	214,68	71,09	61,53	43,20	55,27	44,37	43,92	40,89	42,02
*Hg	4,44	3,37	3,65	n.a	n.a	n.a	n.a	4,43	3,39	3,01	n.a	n.a	n.a	n.a
Mo	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Ni	0,92	1,17	0,95	11,65	2,19	2,55	2,65	2,22	1,07	1,21	1,97	1,34	2,94	2,28
*Ag	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	n.a	<1,00	n.a
*Se	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	n.a	<1,00	n.a
V	5,95	7,01	7,12	4,64	6,32	13,02	9,17	6,29	3,63	4,86	4,42	5,1	5,21	5,02
Zn	3,49	3,61	<2,50	6,95	4,86	14,00	8,86	<2,50	3,35	3,23	5,88	3,56	6,91	4,88

**Legenda:**

n.a: não analisado

Resultados de concentrações maiores que os valores encontrados no PMBA.

Quadro 10: Comparação de Resultados de Amostras de sedimentos recoletadas em praias ao sul da foz no ambiente costeiro do Trecho 16 com Resultados de regiões próximas obtidos pelo PMBA.

Parâmetros	PMBA (Jan/2021) – mg.kg-1			PMR 16 -TS-PR-03 -03 - mg.kg-1				PMBA (Jan/2021) – mg.kg-1			TS-PR-04-03 - mg.kg-1			
	S4 (Ante-praia)	S4 (Face Inferior)	S4 (Berma superficial)	0,0-0,20 cm	0,02-0,05 cm	0,05-0,20 cm	0,20-0,40 cm	S4 (Ante-praia)	S4 (Face Inferior)	S4 (Berma superficial)	0,0-0,20 cm	0,02-0,05 cm	0,05-0,20 cm	0,20-0,40 cm
Al	Al	138,59	122,64	435,27	362,42	588,99	363,63	Al	138,59	122,64	206,3	223,95	298,99	228,89
*Sb D.	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
As	Al	1,23	0,83	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	Al	1,23	0,83	3,7	2,99	4,77	2,65
Ba	Al	<0,12	<0,12	1,78	<1,00	<1,00	1,33	Al	<0,12	<0,12	1,21	1,02	1,54	1,5
B	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Cd	Al	<0,07	<0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	Al	<0,07	<0,07	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Pb	Al	1,43	<0,12	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	Al	1,43	<0,12	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Co	Al	0,36	0,25	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	Al	0,36	0,25	1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Cu	Al	<0,70	<0,70	5,05	4,34	3,22	1,68	Al	<0,70	<0,70	4,8	<1,00	2,77	4,31
Cr	Al	<0,32	<0,32	2,27	2,58	2,64	2,12	Al	<0,32	<0,32	1,5	1,17	1,75	1,37
Fe	Al	873,75	783,54	2247,51	2356,08	1858,30	1743,30	Al	873,75	783,54	1177,82	877,17	1635,49	936,57
Mn	Al	11,74	8,08	39,45	56,79	35,86	29,61	Al	11,74	8,08	19,97	14,28	29,98	15,85
*Hg	Al	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	n.a	Al	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	n.a
Mo	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Ni	Al	0,39	<0,17	1,34	1,47	<1,00	<1,00	Al	0,39	<0,17	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
*Ag	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
*Se	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	n.a	n.a	n.a	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
V	Al	1,50	1,11	3,25	3,13	2,85	3,13	Al	1,50	1,11	1,98	1,48	2,55	1,54
Zn	Al	1,50	1,11	3,97	3,93	2,26	3,27	Al	1,50	1,11	3,47	3,45	5,83	1,96

**Legenda:**

n.a: não analisado

Al: Amostras impossibilitadas de coleta por condições ambientais. Por exemplo, condições meteoceanográficas adversas, amostras sedimentares em fundo de rocha/rodolitos, etc.;

Resultados de concentrações maiores que os valores encontrados no PMBA.

Quadro 11: Comparação de Resultados de Amostras de solos recoletadas em restingas ao sul da foz no ambiente costeiro do Trecho 16 com Resultados de amostras de solos em pontos próximos coletadas em diferentes áreas da restinga obtidos pelo PMBA.

Parâmetros	PMBA (Janeiro/2021) - Estação 7 mg.kg-1			PMR 16 -TS-RE-02-04 mg.kg-1				PMR 16 -TS-RE-02-05 mg.kg-1			
	Arbórea	Arbustiva	Herbácea	0.00-0.02	0.02-0.05	0.05-0.20	0.20-0.40	0.00-0.02	0.02-0.05	0.05-0.20	0.20-0.40
Al	440,28	710,81	415,96	829,13	476,14	1265,64	620,40	535,32	849,89	1112,90	1849,72
Sb	NA	NA	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
As	3,88	2,47	2,06	6,13	4,11	10,31	8,28	5,85	7,15	12,40	10,14
Ba	NA	NA	NA	1,43	1,41	3,01	1,92	1,93	2,10	3,18	4,14
B	NA	NA	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Cd	0,07	0,07	0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pb	1,64	0,73	0,94	< 1,00	< 1,00	1,46	4,41	1,18	1,17	2,14	1,88
Co	1,68	1,48	1,22	1,18	< 1,00	1,59	1,85	< 1,00	1,24	1,73	2,55
Cu	0,70	0,68	0,68	2,88	3,39	7,49	3,67	11,25	2,13	4,60	6,25
Cr	5,15	6,48	6,64	6,65	5,53	8,63	12,25	4,95	7,11	12,57	11,59
Fe	2289,41	4498,66	2627,31	3159,11	2161,54	6667,50	5503,58	2975,44	3757,71	6573,70	7088,18
Mn	31,14	30,57	44,55	41,77	39,81	76,97	76,40	36,43	51,77	89,66	89,82
Hg	NA	NA	NA	< 0,0476	< 0,0484	< 0,0516	< 0,0533	< 0,0502	< 0,0494	< 0,0543	< 0,0485
Mo	NA	NA	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Ni	2,15	1,72	1,78	2,00	1,40	2,61	2,52	2,54	1,95	2,76	2,56
Ag	NA	NA	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Se	NA	NA	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
V	8,34	7,18	3,71	4,28	3,20	7,53	6,73	4,50	4,93	8,43	8,18
Zn	4,60	4,60	4,60	5,34	4,49	7,91	7,56	10,15	6,02	9,07	5,06
P	NA	NA	NA	34,33	25,06	48,61	49,58	41,81	44,67	57,99	60,32
Ti	NA	NA	NA	27,98	25,72	67,06	32,80	31,39	30,61	60,56	90,96

**Legenda:**

NA: não analisado

 Resultados de concentrações maiores que os valores encontrados no PMBA.

Quadro 12: Comparação de Resultados de Amostras de solos recoletadas em restingas ao norte da foz no ambiente costeiro do Trecho 16 com Resultados de amostras de solos em pontos próximos coletadas em diferentes áreas da restinga obtidos pelo PMBA.

Parâmetros	PMBA (Janeiro/2021) - Estação 4 mg.kg-1			PMR 16 -TN-RE-07-04 mg.kg-1				PMR 16 -TN-RE-07-05 mg.kg-1			
	Arbórea	Arbustiva	Herbácea	0.00-0.02	0.02-0.05	0.05-0.20	0.20-0.40	0.00-0.02	0.02-0.05	0.05-0.20	0.20-0.40
Al	1096,11	673,83	988,79	661,20	599,25	523,23	627,96	842,36	709,14	691,50	1105,86
Sb	NA	NA	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
As	5,91	8,26	6,84	15,70	12,24	15,08	19,62	17,75	15,18	16,67	20,57
Ba	NA	NA	NA	2,00	1,28	1,10	1,50	1,57	2,16	1,42	1,54
B	NA	NA	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Cd	0,07	0,07	0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pb	1,38	1,52	1,11	1,02	< 1,00	1,09	1,05	1,37	1,15	1,20	1,78
Co	1,05	1,02	1,09	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	1,26	1,39
Cu	3,52	0,94	0,76	3,20	3,09	3,35	3,64	2,51	2,93	3,32	3,20
Cr	7,62	6,99	16,60	5,57	6,95	6,20	5,95	6,77	8,07	6,63	7,52
Fe	5333,42	4338,03	3804,48	4076,53	3758,43	4083,52	5315,32	6470,59	5412,86	5005,37	8276,93
Mn	52,65	32,08	39,80	34,01	36,22	41,03	34,61	30,51	33,28	40,50	56,62
Hg	NA	NA	NA	< 0,0492	< 0,0461	< 0,0539	< 0,0473	< 0,0458	< 0,0565	< 0,0544	< 0,0471
Mo	NA	NA	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Ni	2,03	1,89	2,73	1,08	< 1,00	1,62	1,77	1,91	1,59	1,69	2,12
Ag	NA	NA	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Se	NA	NA	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
V	6,84	6,23	6,14	4,69	4,39	4,44	4,41	5,49	5,42	5,02	6,63
Zn	4,60	5,17	5,42	6,46	3,71	4,46	5,15	4,69	5,95	4,49	5,93
P	NA	NA	NA	45,90	36,43	37,21	32,70	44,64	49,98	41,71	49,35
Ti	NA	NA	NA	32,79	30,29	32,67	43,90	35,32	35,86	36,68	57,92

**Legenda:**

n.a: não analisado

Resultados de concentrações maiores que os valores encontrados no PMBA.

Quadro 13: Comparação de Resultados de Amostras de solos recoletadas em restingas ao norte no ambiente costeiro do Trecho 16 com Resultados de regiões próximas obtidos pelo PMBA.

Parâmetros	PMBA (Janeiro/2021) - Estação 6 mg.kg-1			PMR 16 -TN-RE-03-04 mg.kg-1				PMR 16 - TN-RE-03-05 mg.kg-1			
	Arbórea	Arbustiva	Herbácea	0.00-0.02	0.02-0.05	0.05-0.20	0.20-0.40	0.00-0.02	0.02-0.05	0.05-0.20	0.20-0.40
Al	325,06	459,49	237,15	930,76	745,86	524,52	1020,72	579,26	930,66	728,83	613,42
Sb	NA	NA	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
As	0,49	1,23	1,56	5,76	6,73	5,40	6,22	5,24	7,67	6,78	7,62
Ba	NA	NA	NA	2,48	2,23	1,33	6,23	2,21	7,39	1,79	1,89
B	NA	NA	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Cd	0,07	0,07	0,07	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pb	0,31	0,88	0,49	1,77	1,91	2,46	1,23	1,36	1,82	1,42	1,98
Co	0,49	0,82	0,81	1,23	1,47	< 1,00	1,41	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Cu	0,68	0,68	0,68	4,58	5,00	2,94	4,99	3,39	6,38	6,48	6,90
Cr	2,17	3,14	1,06	11,48	8,44	4,66	12,12	5,47	7,13	6,06	7,27
Fe	2219,79	6978,49	1982,73	5619,33	6312,95	3673,07	6489,15	3571,04	7097,65	5285,69	6565,72
Mn	33,57	38,13	23,98	50,65	53,61	38,70	72,09	28,14	39,47	36,83	45,60
Hg	NA	NA	NA	< 0,046	< 0,0456	< 0,0472	< 0,0463	< 0,0574	< 0,0457	< 0,0468	< 0,0466
Mo	NA	NA	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Ni	1,53	1,55	0,88	2,00	2,18	1,13	2,28	1,33	1,91	2,99	2,01
Ag	NA	NA	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
Se	NA	NA	NA	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00
V	3,73	6,06	2,80	7,82	8,65	4,48	7,98	4,89	7,69	4,64	6,39
Zn	4,60	5,32	4,60	8,62	9,68	4,84	6,63	4,60	5,72	6,62	8,98
P	NA	NA	NA	60,86	61,39	35,40	46,60	54,27	63,11	41,00	42,95
Ti	NA	NA	NA	52,77	61,99	34,40	65,85	51,07	87,50	66,01	82,27

**Legenda:**

NA: não analisado

Resultados de concentrações maiores que os valores encontrados no PMBA.

Os dados do PMBA utilizados nesta Nota Técnica para comparação são os resultados utilizados para elaboração da matriz de resultados dos dados brutos obtidos no monitoramento de toda a região adjacente e foz do rio Doce. Essa matriz foi construída com base em estudos pretéritos e normas nacionais e internacionais.

A matriz de resultados foi consultada e foi constatado a relação das concentrações de metais e metalóides em sedimentos no ambiente costeiro com o rompimento da barragem de Fundão. Quando os dados do PMBA são comparados aos do PMR 16 constata-se que este último possui valores das concentrações de metais análogos, próximos e superiores àqueles obtidos pelo PMBA no ambiente costeiro.

Os elementos Alumínio (Al), Arsênio (As), Bário (Ba), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Vanádio (V) e Zinco (Zn) se destacaram com concentrações maiores ou próximas às encontradas nos estudos do PMBA. Desta forma, elevadas concentrações encontradas para diversos metais no PMR 16 podem sim estar relacionadas a indícios de rejeito nos pontos amostrados conforme apresentado nos Quadros 7-13. Outros estudos realizados em ambiente costeiro (Sá *et al.*, 2021; Costa *et al.*, 2021; Fernandes *et al.*, 2020; Longhini *et al.*, 2021) apresentam resultados provando que não é adequada a relação entre a qualidade dos solos nesses ambientes e a não evidência de presença de rejeito nas amostras.

Por fim, entende-se que a biota são os primeiros organismos a sentirem os efeitos adversos ocasionados por uma determinada poluição. Em um estudo robusto, com monitoramento contínuo, o PMBA identificou o impacto advindo do rompimento da barragem de Fundão em diversas áreas da zona costeira, o que demonstra o impacto deletério ao ambiente ocasionado pela chegada de rejeitos, comprovando, assim, o nexo de causalidade.

### **3.3 Ambiente Lacustre**

O estudo aponta que as informações levantadas no Plano de Manejo Piloto das Lagoas do Espírito Santo (JACOBS & CH2m, 2018), bem como os dados de monitoramentos subsequentes, foram suficientes para corroborar o processo de tomada de decisão e que não seria necessário aplicar novamente o Plano de Manejo de Rejeitos para essas lagoas.

Neste sentido, com relação à afirmativa, conforme pág 230:

*“Ainda que tenham sido observados indícios visuais da presença de rejeito nas lagoas Areal e Pandolfi (JACOBS CH2M, 2018), não foram identificadas evidências de que tais excedências aos níveis de classificação da Resolução CONAMA 454/2012 estejam associadas ao rejeito proveniente do rompimento da barragem de Fundão. Essa avaliação vem sendo corroborada pelos resultados do PMQQS”.*

Pontua-se que o monitoramento do PMQQS teve início apenas em 2017, tendo resultados do monitoramento a partir de agosto de 2017. Dessa forma, considerando a cheia de janeiro de 2016 que inundou a planície do baixo rio Doce, abrangendo as lagoas, afirma-se que não existem dados do período de cheia de 2016 referente ao PMQQS para que seja adotada afirmação.

Por diversas vezes o relatório afirma que os resultados dos demais parâmetros avaliados nas amostras coletadas nas lagoas Areal, Pandolfi e Monsarás, e em não conformidade com a legislação, são “possivelmente são decorrentes de condições naturais e/ou contribuições antrópicas não relacionadas com a presença de rejeitos”, conforme a pág. 466. No entanto, tal afirmação não é sustentada com dados que corroboram, como por exemplo com informações de uso do solo da bacia.

Cabe ressaltar que a empresa consultora anterior identificou a presença de rejeitos nestas lagoas e assim, presume-se que os impactos identificados nestas lagoas sejam decorrentes do rompimento e não de causas naturais, como afirmado no relatório atualizado e apresentado pela Fundação Renova.

O parecer da consultoria contratada pelo gerenciador CIF (Anexo 01) destaca as concentrações constantemente elevadas para os parâmetros ferro e manganês na água da Lagoa Monsarás, e para ferro na Lagoa Areal. Foi constatada a presença de rejeitos nas lagoas Pandolfi e Areal. Dessa forma, uma análise integrada de parâmetros obtidos nas lagoas deveria ser realizada.

No que se refere a implementação da ação de manejo de acompanhamento da recuperação natural, conforme descrito na pág. 466 do relatório:

*“Os resultados de qualidade de água e sedimentos obtidos em amostras coletadas nas lagoas Areal, Pandolfi e Monsarás não indicaram evidências de impactos associados ao rompimento da barragem de Fundão. As não conformidades com a legislação*

*indicam características naturais das lagoas (evidenciadas pelas concentrações elevadas nos substratos mais profundos) e/ou associadas ao uso do solo da região.”*

(...)

*“Considerando o exposto acima, a implementação da ação de acompanhamento da recuperação natural das lagoas cumpriu com o objetivo de manter os índices de qualidade de água e sedimentos próximos ou similares às condições de baseline (anteriores ao rompimento).”*

Contudo, constata-se valores anormais para concentração de diversos elementos relacionados com o *EVENTO*, o que inviabiliza a análise realizada pela Fundação Renova. Neste sentido, seria plausível que fossem apresentadas propostas de manejo de rejeitos específicas para lagoas, assim como propostas de indicadores para comprovação da recuperação ambiental desses ambientes.

### 3.3.1 Lagoa Monsarás e Lagoa Pandolfi

Para as lagoas Monsarás e Pandolfi, localizadas próximo da foz do rio Doce, a Fundação Renova afirma que, por meio da avaliação visual do material encontrado não foi possível indicar a existência de camadas de rejeito que poderiam ter se depositado no interior da lagoa. Conforme descrito no item 2 desta Nota Técnica, a identificação visual não é capaz de diferenciar o rejeito do sedimento natural, visto que o período percorrido entre o rompimento e a coleta do material de análise, tornado tal afirmativa é frágil e inadequada.

Ainda, é destacado que as análises do sedimento encontrado no fundo do canal da lagoa Monsarás nos 03 (três) pontos de coleta confirmaram a ausência de rejeito, sendo identificado um material grosseiro, areia grossa, cascalho e areia siltosa, com presença de material orgânico em decomposição. Contudo, já foi constatado pelo IEMA/ES depósitos de rejeitos no canal de ligação entre a lagoa Monsarás e o rio Doce durante a cheia de 2016.

Para a lagoa Pandolfi, o relatório aponta que:

*“(...)ainda que se tenham encontrado rejeitos, tais não conformidades não puderam ser associadas à presença de rejeito (...)”.*

Tais análises são inadequadas e sem embasamento técnico, uma vez que a própria Fundação Renova identificou a presença de rejeitos na lagoa Pandolfi (JACOBS & CH2m, 2018) e os dados atuais de metais encontram-se elevados, sendo muitos relacionado ao rompimento da barragem de Fundão, o que não condiz com as afirmações atuais.

Sendo assim, conforme já exposto na Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020, 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, porém, isso não é abordado no documento. E ainda, reafirma-se que, considerando que entre o rompimento, o depósito de rejeitos e a coleta das análises, perfizeram 4 anos, aproximadamente, os indícios visuais já teriam se perdido.

### 3.3.2 Lagoa Areal

Como já se sabe, no ano de 2016 e após o rompimento da barragem de Fundão, houve uma cheia do rio Doce capaz de extravasar as suas águas para a porção extracalha, atingindo as lagoas e terrenos do baixo rio Doce. Essa primeira cheia possibilitou que os rejeitos fossem depositados na lagoa Areal, conforme relatado por JACOBS & CH2m (2018), na confecção do Plano de Manejo de Rejeitos Piloto das Lagoas do Espírito Santo.

Conforme relatado na pág 227, tem-se que:

*“Foi verificado “in loco” pela JACOBS CH2M (2018) uma possível deposição de rejeito ao longo da lagoa, em torno de 5 cm de espessura. Contudo, observa-se de acordo com o gráfico acima que as taxas de concentração de ferro nas camadas inferiores (B) foram maiores que as camadas superiores (A) em todos os pontos coletados. Tais resultados podem caracterizar que as concentrações destes metais também devem estar relacionadas a concentrações naturais destes metais no meio.”*

Como já relatado na Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020, o fato 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, uma vez que desconsidera toda a sedimentação natural que existe, na lagoa Areal, e o tempo percorrido entre o rompimento e a coleta do material para análise chegando até 4 anos de diferença, como já relatado nesta Nota Técnica.

Por conta disso, a premissa utilizada para embasar que, mesmo identificado rejeitos, tais sedimentos não estão relacionados ao rompimento, é inadequada. Para tal afirmativa, é necessário aprofundar-se no tempo de detenção hidráulica do corpo hídrico em estudo, no tempo de sedimentação de finos neste ambiente e em alguma tentativa de quantificar a carga de sedimentos que adentrou nesse ambiente durante as cheias do Doce.

#### 4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante do exposto nesta nota técnica, constata-se que a atualização do o relatório: VOLUME 12 – APLICAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DE REJEITO NO TRECHO 16 – Revisão 02. Fevereiro 2022; mantém fragilidades técnicas quanto a metodologia de investigação, estabelecimento de nexo de causalidade e de procedimentos estatísticos. Além disso, constatou-se que das 38 requisições solicitadas na Nota Técnica CT-GRSA nº 14/2020, 1 não foi aplicável, 13 não foram atendidas, 10 parcialmente atendidas e apenas 14 atendidas, observando que as requisições deveriam ter sido implementadas na revisão do Plano de Manejo de Rejeitos do trecho 16.

Apesar da evolução na busca de estudos pretéritos e na produção de dados, através do denominado “Pacheco - Reanálise” e da coleta no ambiente costeiro, sendo estes o que acarretaram na revisão do PMR 16, a utilização das premissas inadequadas na interpretação dos dados ambientais tornam o estudo tecnicamente frágil com conclusões que não se sustentam, como, por exemplo, tratar tanto o rompimento, quanto a bacia do rio Doce, como um sistema fechado (conservação de massas), ignorando todo o embasamento técnico fundamental, sedimentológico e hidrológico, assim como os afluentes da bacia e os anos de exploração industrial a qual esta passou, e que os sedimentos ali depositados foram ressuspensos com a energia liberada pelo *EVENTO*.

Além disso, é mantida a metodologia visual como principal meio de reconhecimento do aporte de rejeitos, desconsiderando o tempo de 4 anos entre o rompimento e o momento de algumas das coletas e quase não haver mais indícios visuais da presença dos rejeitos, que foram sendo incorporados ao solo através dos processos de lixiviação, por exemplo.

Assim, mantém-se o posicionamento de que a melhor forma de se avaliar os impactos

advindos pelo rompimento é a comparação de dados brutos entre o pré e pós rompimento, sendo esta a análise primordial e em conformidade com o TTAC.

Dessa forma, a metodologia para verificação donexo de causalidade e os procedimentos de identificação de rejeitos se mostram inadequados, em especial frente à caracterização de alguns dados como *outliers* e suas exclusões da base de dados. As conclusões geradas a partir desse método devem ser reprovadas, frente aos erros metodológicos já supracitados, e não podem ser propagadas.

Devido a continuidade de diversas inconsistências técnicas, a CT-GRSA realizou a reanálise dos dados brutos na busca de dar celeridade ao processo de recuperação ambiental do rio Doce e orientar, tanto o Comitê Interfederativo como as Instituições de Justiça, confirmando a presença de rejeitos e sedimentos oriundos do rompimento da barragem de Fundão em pontos do Trecho 16.

Sabe-se que, tanto na natureza como na composição dos rejeitos oriundos da barragem de Fundão é possível identificar os elementos alumínio, ferro e manganês, em concentrações diversas. Contudo, outros elementos relacionados ao rejeito devem ser considerados, como cádmio, chumbo, níquel, dentre outros.

Dessa forma, entende-se que o objetivo de “*garantir a manutenção de funções ecossistêmicas em níveis compatíveis com as condições anteriores ao rompimento da barragem de Fundão ou, na ausência de informações de referência, em condições que não evidenciam impactos associados ao rompimento da barragem de Fundão*” não foi atingido com a atualização do estudo, mesmo com o atendimento de algumas das requisições anteriores.

Ante ao exposto, reitera-se as conclusões da Nota técnica CT-GRSA nº 14/2020 e informa que há presença de rejeitos em diversos pontos do Trecho 16, havendo potencial nexode causalidade entre o rompimento e o incremento de metais potencialmente tóxicos.

Ainda, diante de todas as questões técnicas apresentadas, constata-se que a empresa consultora esforça para induzir o leitor que não há impacto na região, abrindo mão de premissas fundamentais da física e da química, aplicando conceitos básicos de forma inadequada e simplória, o que faz entender que o único objetivo é atender aos anseios de diminuir e até anular os impactos advindos do rompimento da barragem de Fundão, no solo capixaba.

Por fim, a CT-GRSA entende que não há necessidade de elaboração de uma nova atualização do Plano de Manejo de Rejeitos do Trecho 16, uma vez que a comparação entre os elementos pré-

pós rompimento, análise granulométrica e baseado com a bibliografia disponível, realizada por equipe técnica de órgão ambiental, é suficiente e comprova a existência de impactos advindos do rompimento da barragem de Fundão. Sendo assim, recomenda-se que seja elaborado um plano de monitoramento e posterior implementação até a finalização das ações de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, com suas ações mitigatórias, quando cabíveis.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Costa et al., 2021. Iron ore tailings as a source of nutrients to the coastal zone. **Marine Pollution Bulletin**, v. 171, p. 112725.

Fernandes et al., 2020. Marine zooplankton dynamics after a major mining dam rupture in the Doce River, southeastern Brazil: Rapid response to a changing environment. **Science of the Total Environment**, v. 736, p. 139621.

Longhini et al., 2021. Environmental quality assessment in a marine coastal area impacted by mining tailing using a geochemical multi-index and physical approach. **Science of the Total Environment**, v. 803, p. 149883, 2021.

Portal de Monitoramento rio Doce. Disponível em: <https://portal-de-monitoramento-rio-doce-fundacaorenova.hub.arcgis.com/>. Acesso em: 02 de setembro de 2022.

SEGURA, F.R., et al. Potential risks of the residue from Samarco's mine dam burst (Bento Rodrigues, Brazil). *Environmental Pollution*, v. 218, p. 813-825, 2016.

SANTOLIN, Camila VA et al. Distribution and environmental impact evaluation of metals in sediments from the Doce River Basin, Brazil. **Environmental Earth Sciences**, v. 74, n. 2, p. 1235-1248, 2015.

Sá et al. Time-sequence development of metal(loid)s following the 2015 dam failure in the Doce river estuary, Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 769, p. 144532, 2021.

**Equipe Técnica responsável pela elaboração desta Nota Técnica:**

- Adelino da Silva Ribeiro Neto (IEMA/ES);
- Ana Kelly Simões Rocha (IEMA/ES);
- Emilia Brito (IEMA/ES);
- Fadima Guimarães de Ávila Augusto (IEMA/ES);
- Jessica Luiza Nogueira Zon (IEMA/ES);
- Thales Del Puppo Altoé (IEMA/ES).



**Thales Del Puppo Altoé**

**Coordenação da CT-GRSA**

**Nota Técnica *ad referendum***

Vitória, 09 de setembro de 2022.

**ANEXO 01 – PARECER TÉCNICO DE CONSULTORIA  
INDEPENDENTE CONTRATADA PELO GERENCIADOR CIF, VIA  
EDITAL 006/2021**

## **PARECER TÉCNICO – CT-GRSA**

**Assunto:** Análise técnica do relatório de APLICAÇÃO DO PLANO DE MANEJO DE REJEITO NO TRECHO 16 – Revisão 02 (RT-004\_199-515-2536\_04 P23-RLT-002-03-4900000086-PLANOMANEJOT16-220228), desenvolvido por Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda. (GOLDER, 2022), contratada pela Fundação Renova.

### **1 – INTRODUÇÃO**

No dia 05 de novembro de 2015, a barragem do Fundão de rejeitos de ferro, operada pela mineradora Samarco no município de Mariana – MG, rompeu, liberando rejeitos para o sistema fluvial a jusante. A ruptura da barragem resultou na liberação de aproximadamente 43,7 Mm<sup>3</sup> (milhões de metros cúbicos) de rejeitos, causando impactos até a foz do rio Doce. O rio Doce percorre no estado do Espírito Santo um trecho de aproximadamente, 142 km. O Plano de Manejo de Rejeito propôs dividir a região atingida em 17 trechos, dada a extensão e a diversidade geográfica do impacto. O presente parecer técnico contém a análise e avaliação dos documentos relacionados ao Plano de Manejo de Rejeito do Trecho 16. O Trecho 16, destacado na Figura 1, compreende aproximadamente 42 km de extensão ao longo do curso do rio Doce, iniciando na área urbana do município de Linhares/ES e se estendendo até a foz da bacia no oceano Atlântico. Além disso, abrange uma faixa de aproximadamente 85 km a norte e 35 km ao sul da zona costeira, entre os estuários dos rios Barra Nova (São Mateus/ES) e Comboios (Aracruz/ES), respectivamente.

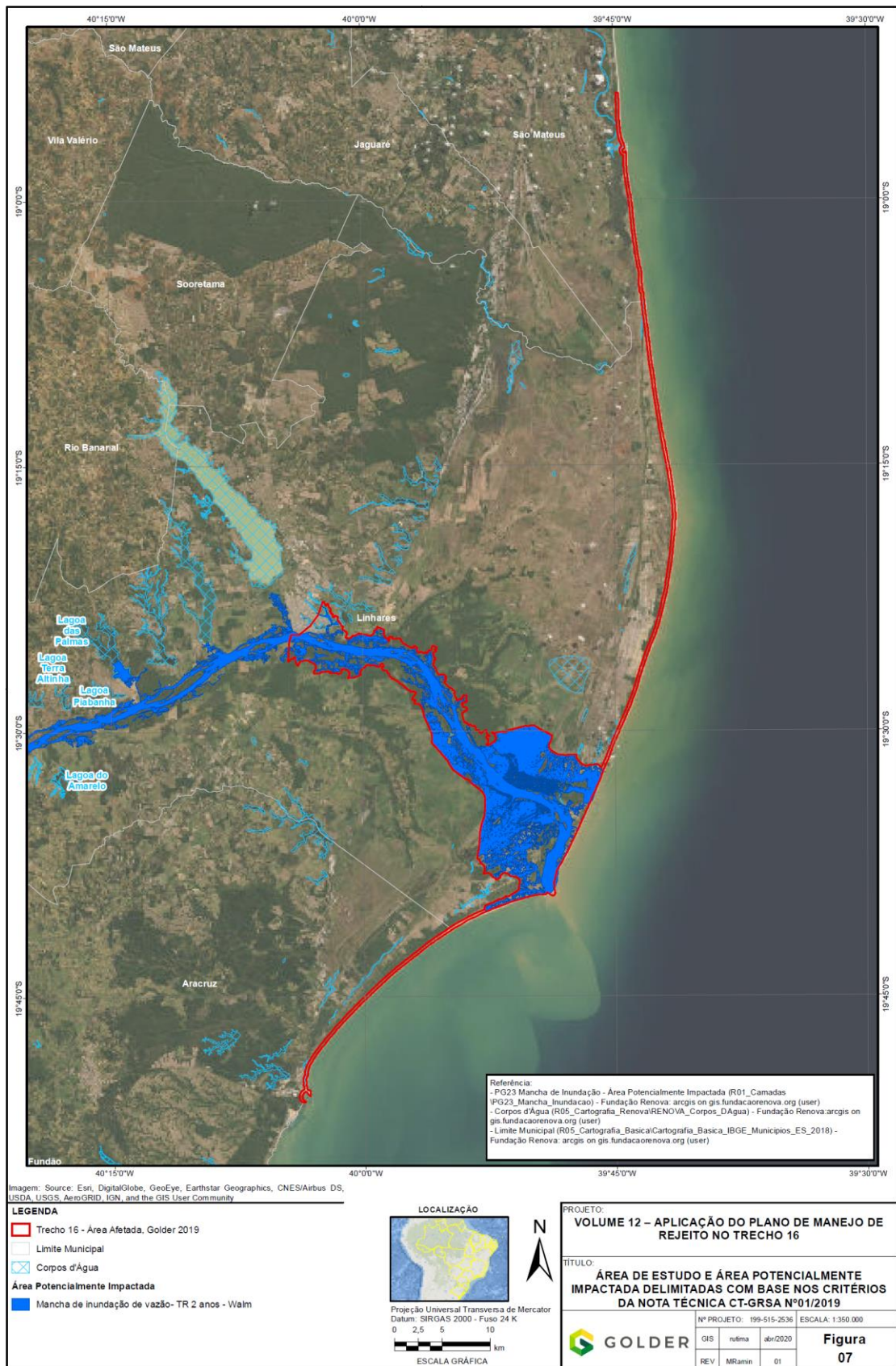


Figura 1 - Trecho 16 Fonte: GOLDER (2022).

## 2 – CONTEXTUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS

O Plano de Manejo de Rejeito (PMR) do Trecho 16 segue os alinhamentos, critérios e metodologias estabelecidos no documento de planejamento macro das ações de manejo de rejeito (Plano de Manejo de Rejeito, Revisão 1 – CH2M, 2017) e as requisições das Notas Técnicas CT-GRSA nº 01/2019 e 14/2020. O objetivo final do estudo é identificar e selecionar as alternativas de manejo de rejeito mais adequadas do ponto de vista técnico e com o menor impacto possível, levando em consideração as características atuais da área de estudo por meio da avaliação de aspectos físicos, químicos, biológicos e socioeconômicos.

## 3 – ANÁLISE TÉCNICA

De forma geral, o relatório apresenta fragilidades técnicas no que tange a metodologia de estabelecimento denexo de causalidade e de procedimentos estatísticos. Consideram-se cumpridas as exigências de coleta de amostras nos ambientes costeiros de praia e restinga. A seguir, são realizadas ressalvas pontuais acerca do Plano de Manejo de Rejeito.

**PÁGINA 43 e 44, Tabela 6 e 7 - Resultados de composição química de amostras de rejeito coletadas na barragem de Fundão - valores em mg/kg – “Valores marcados em amarelo foram considerados como outliers visto que estão fora do limite correspondente a 1,5 vezes o intervalo interquartil, conforme definido por Wickham e Stryjewski (2011).”**

A referência citada: “Wickham, H. & Stryjewski, L. (2011) 40 years of box plots” não é adequada. O artigo se refere ao tratamento de dados numéricos para posterior representação gráfica em formato *box plot*, estando fora de contexto.

**PÁGINA 52, ITEM 4 Conteúdo do Relatório – “Como parte do desenvolvimento deste trabalho, foram avaliados diversos estudos que contemplam a área de interesse, os quais foram considerados para a caracterização ambiental da área de estudo, destacando-se aqueles listados na Tabela 9.”**

Uma caracterização ambiental deve sempre partir de uma revisão bibliográfica acerca dos dados históricos disponíveis para a região de interesse. Ressalta-se a reduzida quantidade de estudos acadêmicos presentes. A região conta com uma série de estudos desenvolvidos no baixo Rio Doce e seu complexo lagunar que são pertinentes de serem considerados em uma caracterização ambiental,

com alguns exemplos citados a seguir.

- APRILE, F.M., LORANDI, R., BIANCHINI JUNIOR, I. & SHIMIZU, G.Y. (2001) Tipologia dos Ecossistemas Lacustres Costeiros do Estado do Espírito Santo, Brasil. *Bioikos*, PUC-Campinas, 15 (1): 17-21.
- APRILE, F. M., SHIMIZU, G. Y., LORANDI, R., & SILVA, L. A. (1998). Lagoas costeiras do Espírito Santo, Brasil: caracterização química do sedimento e água destes ecossistemas. In *Anais. São Carlos*.
- BARROSO, G. (2007). Lagoas costeiras do Espírito Santo: perspectivas para conservação.
- PINHEIRO, H.T. & JOYEUX, J.C. (2007) Pescarias Multi-Específicas Na Região Da Foz Do Rio Doce, ES, Brasil: Características, Problemas e Opções para um Futuro Sustentável. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 2007, 11(2):15-23.

**• PÁGINA 63, ITEM 6.1 Caracterização Ambiental da Área de Estudo com Base em Dados Secundários** – *“Ressalta-se que os dados secundários aqui apresentados foram reproduzidos a partir dos seus respectivos estudos, e não passaram, no âmbito deste estudo, por processo de validação de procedimentos e metodologias que envolvem a obtenção de tais resultados, como definições de pontos de amostragem, metodologia de amostragem, escolha e acreditação dos laboratórios envolvidos, tratamento e interpretação dos dados, entre outros.”*

Deve se priorizar sempre a análise a partir de dados brutos para qualquer produto gerado. Nesse sentido, recomenda-se que os produtos terceirizados contratados pela Fundação Renova devam ser centralizados em um repositório com as informações levantadas e parâmetros monitorados. Os dados devem alimentar de forma contínua uma base centralizada e georreferenciada para que possam ser utilizados e analisados de forma integrada e espacializada.

**PÁGINA 96 – ITEM 6.1.1.2.3.1 Programa de Caracterização Geoquímica de Rejeitos, Solos e Sedimentos (GOLDER, 2017a)** - *“Os resultados indicaram a predominância da fração silte nas duas amostras de solo coletadas e textura de ambas foi classificada seguindo a classificação granulométrica de solo definida através da metodologia desenvolvida pelo United States Department of Agriculture (USDA), conforme pode ser observado na Figura 23. A amostra T95 teve sua composição*

*granulométrica classificada como Franca e a amostra T93 teve sua composição granulométrica classificada como Argilo-siltosa.”*

O triângulo textural demonstrado na Figura 23 e demais Figuras relacionadas à metodologia para determinação da textura do solo, pertence à LEMOS & SANTOS (1996), e não USDA (2011), conforme citado no texto. A divisão dos solos argilosos em duas classes distintas, não é considerada na classificação proposta pela USDA (2011), que somente faz referência a 12 tipos de solo.

**PÁGINA 142 – ITEM 6.1.2.1 Qualidade da Água -** *“Avaliação espacial – Para fins de avaliação espacial, os dados correspondentes aos pontos de monitoramento no sistema fluvial afetado do Trecho 16 foram organizados na sequência de montante para jusante, possibilitando a avaliação da evolução da turbidez ao longo do rio principal. Além disso, optou-se por incluir nesse estudo o ponto “Linhares – Doce 15” – ponto pertencente ao Trecho 15 – como uma referência de montante do Trecho 16. Adicionalmente foi feita uma avaliação da distribuição espacial dos resultados nos demais estuários monitorados em relação ao estuário do rio Doce. A justificativa para essa avaliação se baseia na premissa que as fontes de alteração de qualidade de água associados ao rompimento da barragem de Fundão estão localizadas nas porções mais a montante da bacia do rio Doce, onde estão os maiores depósitos de rejeitos. Dessa forma, era de se esperar que alterações da qualidade da água resultantes do rompimento da barragem de Fundão apresentassem uma tendência de redução ao longo do rio Doce e na região costeira uma tendência de redução desses impactos com a distanciamento da foz do rio Doce. Essa avaliação espacial teve como objetivo verificar se os resultados de monitoramento apresentam essa tendência, o que poderia eventualmente indicar evidências de impactos relacionados ao rompimento da barragem de Fundão.*

*Avaliação temporal – Para fins de avaliação temporal, os dados foram agrupados por período (seco ou chuvoso) – dados apresentados em tabelas; e por mês – dados apresentados em gráficos. O agrupamento sazonal objetivou avaliar as tendências sazonais, enquanto o agrupamento mensal objetivou identificar as tendências de longo prazo.”*

Recomenda-se que o procedimento metodológico de avaliação espacial e temporal contemple metodologias estatísticas de análise no intuito de tornar a interpretação visual dos gráficos menos subjetiva.

**PÁGINA 159 – ITEM 6.1.2.1.2 Outros Parâmetros de Qualidade da Água – Tabela 35 Resumo da avaliação da qualidade da água para o Trecho 16 -** *“Rio Doce: não se observam diferenças significativas nos resultados entre os pontos de monitoramento avaliados no Trecho 16 e à sua montante. Isso indica que os resultados de arsênio total no Trecho 16 possivelmente são controlados por contribuições localizadas a sua montante. No geral, observa-se uma diminuição dos valores ao longo do período de monitoramento considerado, que pode estar associada a alteração dos limites de quantificação utilizados para análise de arsênio.”*

Alterações dos limites de quantificação utilizados durante o monitoramento devem ser padronizados antes da aplicação das análises dos dados, se assumindo por exemplo, um valor médio entre os dois limites de quantificação para todas as amostras abaixo dos mesmos, de forma que a variação ocasionada pela alteração do método não seja considerada na interpretação da variação do parâmetro no ambiente.

**PÁGINA 210 – ITEM 6.1.2.2.10 Pós Evento: Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da Área Ambiental I – Porção Capixaba do Rio Doce e Região Marinha e Costeira Adjacente (RRDM, 2020)-** *“Os valores de ferro dissolvidos e ferro em sedimentos caíram a cada ano, indicando o arraste deste material para o ambiente marinho. O estudo sugere que o material que se depositou sobre a planície aluvial na época do rompimento apresenta-se como um reservatório, que sempre é acionado pelas chuvas, trazendo o rejeito novamente para a calha do rio Doce. Observa-se que para o parâmetro Ferro total, que envolve o somatório do Fe dissolvido e do Fe no material particulado em suspensão (MPS), os valores foram maiores, assumindo para as amostras do PMBA/Fest-RRDM valores próximos aos obtidos em anos anteriores, inclusive com amostra cujo teor é próximo de 10000 µg.L-1, similar aos valores observados na época do rompimento.”*

Essa situação deve ser revista na discussão e no direcionamento das tratativas de manejo, buscando formas de atenuar os eventos de remobilização do material.

**PÁGINA 352, ITEM 6.2.5.4.3 Resultados Analíticos nos Ambientes Costeiros (praia, restinga, estuário, mangue) –** *“De certa forma fora desses intervalos de concentração, a amostra TN-PR-06-03-BS, localizada na área supratidal do transecto de praia TN-PR-06, apresentou as maiores concentrações de metais, por exemplo com os picos de 10.400 mg/kg de alumínio e 271 mg/kg de manganês, enquanto as médias desses elementos foi, respectivamente, de cerca de 350 mg/kg e 40*

*mg/kg nas demais amostras..”.*

As concentrações de metais obtidas no ponto TN-PR-06-03-BS são distintamente elevadas em comparação aos outros pontos, sendo pertinente uma melhor caracterização e discussão da localidade.

**PÁGINA 357, ITEM 6.2.5.4.5.2 Resultados de Metais em Solo** – *“Foi utilizado como referência para comparação dos resultados obtidos neste PMR o percentil 75 dos resultados de amostras superficiais dessas duas referências (no caso dos dados de “Pacheco – reanálise”, apenas as amostras até cerca de 20 cm de profundidade e no caso de Duarte (2020) todas as amostras), que foi comparado a resultados de amostras individuais.”.*

Os autores utilizam os dados secundários em forma de percentil 75, fazendo referência as recomendações apresentadas na Resolução CONAMA 420/2009 para definição de valores de referência de qualidade de solo (VRQ). O conjunto de dados em questão não é adequado para ser representado em percentil, e como os autores mesmo afirmam “o trabalho não teve como objetivo definir um VRQ para a área de estudo”, não havendo justificativa nem robustez no conjunto de dados para aplicação do tratamento estatístico citado. Conforme a Resolução CONAMA 420/2009, “o VRQ de cada substância poderá ser estabelecido com base no percentil 75 ou percentil 90 do universo amostral, retiradas previamente as anomalias. O referido VRQ será determinado utilizando tratamento estatístico aplicável e em conformidade com a concepção do plano de amostragem e com o conjunto amostral obtido.” É adequado que os dados sejam apresentados em sua forma bruta ou com valores médios, mínimos e máximos de cada autor.

**PÁGINA 358, ITEM 6.2.5.4.5.2 Resultados de Metais em Solo** – *“Concentrações em solo acima das concentrações máximas verificadas nas amostras de rejeitos poderiam ser consideradas como evidências de que a qualidade da amostra em questão não teria sido afetada pela presença de rejeitos. Essa premissa é baseada na conservação de massa na combinação entre duas misturas.”*

O raciocínio de utilizar a lei da conservação de massa na combinação entre duas misturas está equivocado, visto que esse princípio é válido apenas para sistemas fechados (LAVOISIER, 1789). As evidências e metodologias de estabelecimento denexo de causalidade embasados nessa premissa não são adequados e devem ser revistas.

**PÁGINA 359, ITEM 6.2.5.4.5.2 Resultados de Metais em Solo** – *“Dessa forma, verifica-se que a concentração resultante do parâmetro de interesse na mistura de rejeito com solo seria limitada ao intervalo entre as concentrações desse parâmetro no rejeito e no solo, independente da proporção entre solo e rejeito. Caso a concentração de um parâmetro de interesse no solo antes do rompimento da barragem de Fundão fosse superior à concentração no rejeito, uma mistura desse solo com o rejeito resultaria em uma redução da concentração desse parâmetro na mistura resultante (solo + rejeito); um aumento da proporção de rejeito na mistura iria reduzir a concentração desse parâmetro até o limite da concentração no rejeito. Caso a concentração inicial no solo fosse menor que no rejeito, uma mistura desse solo com o rejeito resultaria em um aumento da concentração desse parâmetro na mistura resultante (solo + rejeito); um aumento da proporção de rejeito na mistura iria aumentar a concentração desse parâmetro até o limite da concentração no rejeito. O mesmo raciocínio se aplica na mistura de rejeitos com sedimentos.*

*Para fins de comparação com os resultados das amostras coletadas no PMR do Trecho 16 os valores considerados como outliers em cada conjunto de dados de amostras de rejeitos (JACOBS CH2M, 2018b; LACTEC, 2018; GRUPO EPA, 2019) foram excluídos, baseado na recomendação da Resolução CONAMA 420/2009 sobre estabelecimento de valores de referência de qualidade para solo.”*

Os autores realizam a exclusão dos *outliers* das concentrações do rejeito utilizando como referência as recomendações apresentadas na Resolução CONAMA 420/2009 para definição de valores de referência de qualidade de solo (VRQ). O objetivo da análise dos dados do rejeito não é de estabelecer valores de referência de qualidade de solo (VRQ) e nem o conjunto de dados é adequado para a aplicação desta metodologia. A retirada de *outliers* do conjunto de dados reduz a informação a ser obtida acerca da composição do rejeito e fragiliza a discussão acerca do raciocínio da mistura solo + rejeito.

A detecção de *outliers* pode ser uma ferramenta muito útil na detecção de erros, no entanto é importante que esses *outliers* não sejam deletados sem uma boa análise crítica. Dados ambientais são conhecidos por apresentarem muitos dados que parecem *outliers*, mas são dados corretos (CHAPMAN, 2005). A análise dos *outliers* para dados ambientais deve ser extremamente cuidadosa e fundamentada em conhecimentos técnicos. Alguns valores podem parecer discrepantes do grupo, mas representarem uma situação real. Apagar os dados sem uma boa análise pode levar a resultados incorretos e tomadas de decisões baseadas em premissas falsas. Os *outliers* ambientais muitas vezes são dados importantes

e devem ser estudados, não ignorados. No caso da determinação da composição do rejeito, em que diferentes concentrações de metais podem ser verificadas, refletindo a variação granulométrica (ANDRADE, 2014), a retirada de *outliers* para se chegar a um valor referência de concentrações, não é adequada. Valores médios e máximos sem a exclusão dos *outliers* constituem melhores representações das concentrações encontradas no rejeito para fins de comparação aos valores encontrados no ambiente.

**PÁGINA 360, ITEM 6.2.5.4.5.2 Resultados de Metais em Solo** – *“Para ferro se verifica que os resultados obtidos por Grupo EPA (2019) foram quase que em sua totalidade inferiores aos dois resultados obtidos por Jacobs CH2M (2019), os quais foram inferiores aos resultados obtidos por Golder (2017b). No caso dos resultados de alumínio e manganês, se verifica consistência entre os resultados dessas três fontes. Isso sugere que os resultados de concentração de ferro em amostras de rejeito coletadas na barragem de Fundão e utilizadas como referência neste trabalho podem eventualmente não representar de forma adequada esse material. Considerando essa incerteza, as comparações entre concentrações de ferro obtidas em amostras coletadas para este PMR e em amostras de rejeitos coletado na barragem de Fundão não foram consideradas como fator determinante para a avaliação denexo de causalidade com o rompimento da barragem de Fundão.”*

As concentrações de ferro no rejeito da barragem do Fundão precisam ser melhor compreendidas, uma nova coleta e análise do material deve ser considerada. A variabilidade nas concentrações de ferro verificadas no rejeito, podem estar refletindo a realidade, considerando o estudo de ANDRADE (2014), que caracterizou o rejeito de quatro barragens de mineração de ferro do Quadrilátero Ferrífero e observou um grande percentual de óxidos de ferro nos concentrados de argila de todas as barragens, demonstrando que este elemento pode se apresentar de forma heterogênea no rejeito, refletindo as diferenças granulométricas.

**PÁGINA 402, ITEM 6.2.5.6 Discussões sobre a avaliação de indícios da presença de rejeitos nas amostras coletadas no Trecho 16** – *“Para amostras em que os indícios visuais não foram conclusivos, considerou-se que uma concentração de frações finas (areia fina e frações finas) similar aquelas verificadas nos rejeitos (próximo de 100%) e muito superior às demais amostras coletadas no trecho 16 no mesmo contexto poderia servir como evidência da presença de rejeitos.”*

Os autores utilizam desse argumento para enquadrar as amostras categorizadas no Grupo C (amostras em que os indícios visuais não foram conclusivos), como amostras sem indício de rejeitos.

Esse método faz com que situações em que são verificadas possíveis porções de rejeito misturadas ao solo sejam desconsideradas, mesmo quando verificada a coloração alaranjada proveniente do rejeito no teste de mistura. Recomenda-se uma atitude mais conservadora para com o Grupo C, mantendo estes pontos como pontos de atenção no Plano de Manejo.

**PÁGINA 405, ITEM 6.2.5.6.1.2 Mangues e Estuários** – *“Portanto, cerca 97% da massa das amostras TS-MA-01-01 e TS-MA-01-02 e cerca de 40% da massa da amostra TN-MA-01-04 poderiam ser consideradas como não sendo rejeito. Considerando a massa total das amostras, as distribuições granulométricas não indicam indícios da presença de rejeitos de acordo com a abordagem utilizada neste trabalho.”*

Novamente recomenda-se uma abordagem mais conservadora no estabelecimento de pontos de atenção para a presença de rejeitos. O ponto TN-MA-01-04, com indícios visuais e 60% da amostra sendo composta por sedimentos finos deve receber maior atenção nas discussões finais do presente Plano de Manejo.

**PÁGINA 408, ITEM 6.2.5.6.2.1 Amostras em Áreas de Proprietários** – *“Considerando o grande número de amostras com elevadas concentrações de finos nas quais não foram identificados indícios visuais da presença de rejeitos (amostras do Grupo b), as distribuições granulométricas não podem ser consideradas como um indício da presença de rejeitos nas amostras T16P14616-B-1, T16P25483-G-1, T16P25442-B-3 e T16P32069-G-1 de acordo com 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.”*

Novamente recomenda-se uma abordagem mais conservadora no estabelecimento de pontos de atenção para a presença de rejeitos. Os pontos referentes às amostras T16P14616-B-1 e T16P25483-G-1, em que foram constatados mais de 95% de finos, devem receber maior atenção nas discussões finais do presente Plano de Manejo.

**PÁGINA 425, ITEM 6.2.5.7.2 Resultados das análises químicas (ambientes de praia e restinga)** – *“Para alguns parâmetros foi observada uma maior variação dos resultados entre pontos, em geral com resultados mais elevados em pontos de restinga, como para ferro, que apresentou resultados mais elevados no ponto proximal do transecto TN-RE-04 (maior concentração na*

*profundidade de 0,2 a 0,4 m), vanádio, que apresentou concentrações mais elevadas no ponto distal do TN-RE-04 (maior concentração na profundidade de 0,05 a 0,2 m), e zinco, que apresentou concentrações mais elevadas no ponto proximal do transecto TN-RE-04 (maior concentração na profundidade de 0 a 0,02 m).”*

São verificadas concentrações elevadas de ferro e vanádio na restinga e coloração alaranjada no teste de mistura exposto na Página 1443 para o ponto TN-RE-04. O teste de mistura do ponto inserido na praia da mesma região (TS-PR-04), também apresenta coloração alaranjada no teste de mistura realizado (Página 403). Uma atenção maior deve ser dada à região onde estão inseridos estes transectos nas discussões finais do presente Plano de Manejo,

**PÁGINA 469, ITEM 12 - CONCLUSÕES** - *“Com base nas informações avaliadas, não foi possível estabelecer uma relação denexo causal entre os resultados obtidos neste PMR e eventual impacto do rompimento da barragem de Fundão. Um dos pontos verificados é que as concentrações desses parâmetros ficaram em geral acima das concentrações máximas verificadas em amostras de rejeito coletadas na barragem de Fundão, de forma que as diferenças de concentração entre as amostras coletadas antes do rompimento da barragem de Fundão e para este PMR não poderiam ser explicadas pela deposição de rejeitos.”*

Os autores demonstram por meio dos dados do GRUPO EPA (2019), concentrações elevadas de alumínio, manganês, ferro e vanádio na composição do rejeito (Página 44), estes reconhecem os parâmetros alumínio, manganês e vanádio como parâmetros com alteração persistente ou recorrente na água (Página 155). Demonstram também diferenças estatísticas entre os conjuntos de dados pré e pós rompimento para os parâmetros alumínio, arsênio, bário, cobalto, cromo, ferro, níquel e zinco no solo (Página 469).

Os dados apresentados de Duarte (2020) retratam maiores concentrações de ferro, alumínio, arsênio, cádmio, cromo, titânio e manganês nos dados de solo da planície de inundação pós rompimento da barragem em relação aos dados referentes ao cenário pré rompimento. Como conclusão, o autor apresenta que as variações encontradas nas características texturais dos sedimentos fluviais (solo) pós-desastre indicam que houve influência do rejeito oriundo do rompimento da barragem. Essa influência teria sido corroborada pelo aumento nos metais citados observados no pós-desastre. (Página 190).

Os resultados de Gomes *et al.* (2017), expostos na página 193 demonstram significativa redução de

tamanho dos grãos, com predominância pós evento de silte e argila, e aumento da porcentagem em massa dos metais-traços (Cr (5 ×), Fe (3 ×), Al (3 ×), Zn (2 ×) e Ba (2 ×)) segundo o autor.

O presente Plano de Manejo de Rejeitos de forma geral, insiste em afirmar que não é possível estabelecer uma relação denexo causal nas suas conclusões, ignorando informações trazidas ao longo da revisão bibliográfica e sem considerar uma análise integrada satisfatória dos dados.

**PÁGINA 469, ITEM 12 - CONCLUSÕES** - *“Ressalta-se que as discussões acima onde são feitas comparações com resultados de amostras de rejeito são aplicáveis a potenciais impactos associados à deposição de rejeitos, e não considerada eventuais alterações associadas a outros materiais que tenham sido remobilizados como resultado da passagem da onda de rejeitos e detritos após o rompimento, predominantemente a montante de Candonga.”*

Por várias décadas, no distrito de Mariana funcionaram fábricas de óxido de arsênio, que aproveitavam o óxido de arsênio como subproduto do minério (IGAM, 2013 *apud* GUIMARÃES 2018). Os rejeitos de minério ricos em arsênio foram estocados às margens de riachos ou lançados diretamente nas drenagens, provocando grande comprometimento ambiental do solo e da água na região (IGAM, 2013 *apud* GUIMARÃES 2018). Reforça-se, portanto, que o arsênio existente nos sedimentos depositados por anos nos trechos de rio imediatamente a jusante do município de Mariana-MG (onde por anos funcionou uma fábrica de óxido de arsênio), pode ter influenciado a elevação de arsênio total no corpo hídrico com o revolvimento do fundo dos cursos de água devido à passagem da onda de rejeitos. Visto que o Trecho 16 é predominantemente impactado por partículas finas e metais traço, se torna fundamental a visão integrada do comportamento dos contaminantes do corpo hídrico, inclusive de contaminantes que não sejam oriundos diretos do rejeito, mas revolvidos do sedimento com a passagem da onda de rejeitos.

**PÁGINA 469, ITEM 12 - CONCLUSÕES** - *“Resultados de qualidade de água e sedimentos obtidos em amostras coletadas nas lagoas Areal, Pandolfi e Monsarás como parte da implementação da ação de manejo de “acompanhamento da recuperação natural” definida no Projeto Piloto e avaliadas no escopo deste PMR não indicaram evidências de impactos associados ao rompimento da barragem de Fundão. Dessa forma, a implementação da ação de “acompanhamento da recuperação natural” dessas lagoas cumpriu com o objetivo de “garantir a qualidade ambiental em níveis*

*compatíveis com as condições anteriores ao rompimento da barragem de Fundão ou, na ausência de informações de referência, em condições que não evidenciem impactos associados ao rompimento da barragem de Fundão”. No caso do objetivo de “garantir a manutenção de funções ecossistêmicas em níveis compatíveis com as condições anteriores ao rompimento da barragem de Fundão ou, na ausência de informações de referência, em condições que não evidenciem impactos associados ao rompimento da barragem de Fundão”, considerando que essas funções ecossistêmicas são intrínsecas à qualidade ambiental e que não foram evidenciados impactos em relação à qualidade ambiental, considera-se que esse objetivo também foi atingido.”*

Foram verificadas concentrações constantemente elevadas para os parâmetros ferro e manganês na água da Lagoa Monsarás, e para ferro na Lagoa Areal. Foi constatada a presença de rejeitos nas lagoas Pandolfi e Areal. Dessa forma, uma análise integrada de parâmetros obtidos nas lagoas deve ser realizada e ações de manejo como a recuperação da vegetação das margens para o controle de parâmetros que possam vir trazer prejuízos para a saúde do ecossistema e para a saúde humana, devem ser consideradas.

#### **APÊNDICE 01 – ALTERAÇÕES NO RELATÓRIO DE ACORDO COM NT Nº 14/2020-**

*“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.*

*Esclarecimento - Foi avaliada a possibilidade de utilização de solos naturais do Trecho 16 para simular misturas de solo com rejeito para comparação com as amostras coletadas no PMR. Entretanto, considerando que esses materiais teriam que ser coletados fora da área potencialmente impactada e apresentar características visuais similares àqueles das áreas amostradas, essa possibilidade foi descartada em função de limitações técnicas e logísticas e da incerteza adicional incorporada na análise em função do material de referência a ser utilizado. Acerca da melhoria nos materiais de execução dos testes de mistura, entende-se como trecho apropriado da requisição.”*

O método do teste de mistura, apesar de fornecer um apoio satisfatório para a análise visual dos solos, envolve incertezas metodológicas de forma geral, dessa forma a justificativa dada para não cumprimento da requisição realizada não é considerada adequada.

## APÊNDICE 01 – ALTERAÇÕES NO RELATÓRIO DE ACORDO COM NT Nº 14/2020-

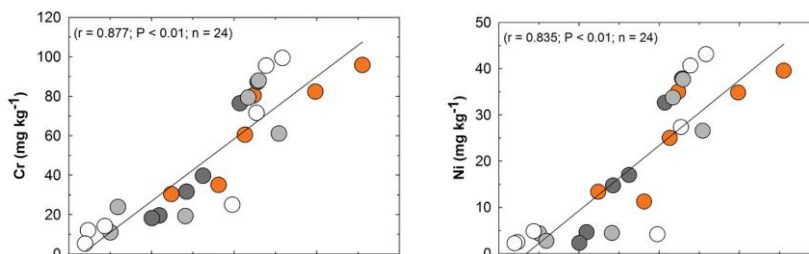
“Requisição 8 – A Fundação Renova deverá realizar a análise de uso de solo da bacia de contribuição de cada estuário incluído no PMR 16.

*Esclarecimento - Foi feita uma avaliação dos dados de qualidade de água dos estuários localizados no Trecho 16 visando avaliar eventuais impactos associados ao rompimento da barragem de Fundão e com base nessa avaliação não foram encontradas evidências que a qualidade da água desses estuários tenha sido impactada por esse evento no período coberto pelo monitoramento disponível (a partir de julho de 2017).”*

O esclarecimento não é adequado para justificar a não realização do mapeamento de uso de solo.

### 4 - DISCUSSÃO

O rejeito é composto principalmente por óxidos de ferro, um grupo mineral que tem um importante papel na retenção de contaminantes, como por exemplo, metais pesados. Os resultados de QUEIROZ *et al.* (2018) mostram que o rejeito depositado no solo do estuário possui forte afinidade por metais pesados, evidenciado pela forte correlação entre esses elementos (Figura 2). Dessa forma, o rejeito pode atuar como sumidouro desses elementos potencialmente tóxicos. No entanto, apesar da possível capacidade do rejeito de estocar metais, a redução do material acarreta na consequente solubilização e liberação destes metais. Esse processo pode gerar um potencial de contaminação crônica a longo prazo, uma vez que o aporte de rejeito em eventos de cheias do rio durante os períodos chuvosos ocorre com frequência na região (QUEIROZ *et al.*, 2018). O óxido de ferro ao ser reduzido altera sua cor de avermelhado para acinzentado (QUEIROZ *et al.*, 2018).



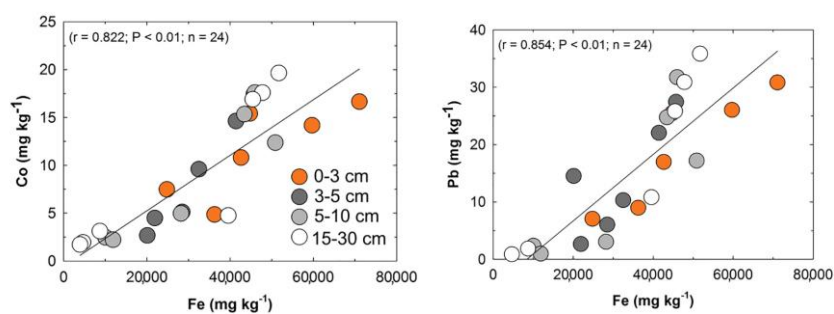


Figura 2 - Correlação de Spearman entre os conteúdos totais de Cr, Ni, Co, Pb e Fe do rejeito, evidenciando seu potencial de retenção de metais. Fonte: Queiroz et al. (2018).

De modo geral, no que tange a qualidade da água, as concentrações mais significativas verificadas foram dos metais alumínio, ferro e manganês, sendo observadas concentrações frequentemente desconformes com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para águas classe 2. Apesar da constituição pedológica local, que conta com solos naturalmente ricos nos metais citados, os dados analisados expõem concentrações constantemente elevadas, com grande probabilidade de estarem relacionadas com os depósitos de rejeito, configurando como situações de preocupação quanto aos riscos à saúde humana e do ecossistema.

Os índices de qualidade ambiental são fundamentais para avaliar o status da poluição por metais pesados e seu potencial risco ecológico (LIU *et al.*, 2016). A integração e resumo de dados científicos complexos em resultados facilmente interpretáveis tornam estes índices ferramentas úteis e aplicáveis na comunicação com gestores e na tomada de decisão (WILSON; JEFFREY, 1994). Estes índices podem ainda auxiliar na proposição de medidas para remediação e futuros monitoramentos ecossistêmicos. O Grau de Contaminação - GC (ABRAHIM & PARKER, 2008) permite avaliar a relação entre concentração média de um elemento em relação a seu *background*. A premissa do GC é quanto maior o número de metais e sua concentração no sedimento, maior o grau de contaminação do ecossistema. HAKANSON (1980) propôs o Índice de Risco Ecológico Potencial (IREP) para ser usado como uma ferramenta rápida e prática de avaliação ambiental, obtendo como resultado a classificação da poluição de áreas e a identificação das substâncias tóxicas de interesse, apoiando ações de controle da poluição dos sistemas aquáticos límnicos. O Índice de Risco Ecológico Potencial considera, além da concentração de metais no sedimento, o nível de toxicidade de cada metal para o meio ambiente. O fator de resposta tóxica leva em consideração ensaios ecotoxicológicos já realizados para avaliação da resposta de organismos-teste. Deste modo, é possível inferir, com os resultados do IRE, o grau de risco para a biota aquática em relação a toxicidade e bioacumulação (processo de acúmulo de metais no organismo).

Quanto a outras possíveis formas de identificar os efeitos da contaminação, a presença de enzimas e a utilização de microorganismos indicadores podem ser considerados. As enzimas são proteínas modificadas capazes de acelerar a transformação de compostos complexos em substâncias mais simples. Por serem muito específicas e sensíveis às alterações ambientais, o estudo de atividade enzimática possibilita inferir sobre as alterações biogeoquímicas que estão ocorrendo naquele momento. A maioria das enzimas são produzidas por bactérias durante o processo de catabolismo e, portanto, biodisponibilidade de elementos. Entre as diversas enzimas do solo, três merecem destaque por estarem relacionadas aos ciclos biogeoquímicos e serem conhecidas como boas indicadoras de contaminação e qualidade do solo, são elas: a betaglucosidase, relacionada ao ciclo do carbono (C), arilsulfatase, relacionada ao ciclo do enxofre (S) e a fosfatase ácida, relacionada ao ciclo do fósforo (P) (CARDOSO; ANDREOTE, 2016). Com o objetivo de mensurar a alteração biológica em razão da presença do rejeito ao longo da profundidade do solo, VASCONCELOS *et al.* (2021) realizaram a análise da atividade enzimática do solo do estuário do rio Doce, após dois anos do desastre (dezembro de 2017). Os resultados indicam o aumento da atividade microbiana nos primeiros 20 centímetros do solo. Entre as enzimas analisadas as que apresentam um comportamento mais sensível à contaminação são a arilsulfatase e a fosfatase ácida. Ambas as enzimas apresentam picos de atividade nas áreas de maior concentração de rejeito (5- 15 cm) indicando que a alta atividade biológica está relacionada à presença do rejeito.

Outro fator de contaminação importante e intrínseco ao rejeito oriundo da barragem de Fundão é a presença da amina. As eteraminas são substâncias adicionadas ao minério, durante o processo de extração do ferro, a qual apresentou concentrações que variaram de 3,70 a 23,88 mg L<sup>-1</sup> em rejeito de mineração (ARAÚJO *et al.*, 2010). Em monitoramento de degradabilidade das aminas em resíduo da flotação na Samarco, foi observado que em 12 dias de monitoramento, a quantidade de eteramina diminuiu em 85%, por biodegradação e transformação da molécula, e após 21 dias houve a estabilização da eteramina, sendo mantida a uma concentração de 2,1 mg L<sup>-1</sup> (CAVALLIERI, 2011). No entanto, não se tem um monitoramento da concentração efetiva dessa substância química no tecnossolo localizado as margens dos rios afetados pela deposição de rejeito de Fundão.

Após o rompimento, a eteramina foi identificada em vários pontos de Barra Longa e Bento Rodrigues, e comparada a pontos em que não foram atingidos pelo rejeito, demonstrando a presença de eteramina juntamente com a elevação de sódio (Na) (SANTOS *et al.*, 2019), mesmo após 3 anos do rompimento da barragem. A eteramina e Na são tidos como prejudiciais a vários organismos aquáticos,

plantas e microrganismos no solo (FAUBE, 1986; GARCÍA; CAMPOS; RIBOSA, 2007; GIGON; RORISON, 1972; NEWSOME et al., 1991; ROOSTA; SCHJOERRING, 2007; SANTOS et al., 2019; SCHULTZ et al., 1991).

Os microrganismos são os responsáveis pela manutenção e a funcionalidade dos ecossistemas. Esses seres regem a maioria dos ciclos geoquímicos, como a redução do ferro e a biodisponibilidade de metais pesados. Os microrganismos são altamente sensíveis às contaminações dos seus habitats. Desta forma, o entendimento da alteração das suas populações nos auxilia entender os efeitos da contaminação na saúde do ecossistema a curto e médio prazo (MENEZES; CLIPSON; DOYLE, 2012; SILVER; PHUNG, 2005).

Para o rio Doce, alguns autores sugerem que as Streptomycetaceae (Actinobacteria) podem ser consideradas biomarcadoras de contaminação da água do rio (CORDEIRO et al., 2019). Segundo eles, os organismos desta família foram super-representados na maioria das amostras coletadas no rio Doce logo após o desastre. As Actinobacteria são um filo de bactérias típicas de solo e apresentam tolerância a metais pesados (NEWTON et al., 2011).

Entre os principais fatores que limitam a revegetação dos rejeitos são a ausência ou os níveis muito baixos de matéria orgânica e nutrientes, contaminantes químicos, como os metais pesados, e as propriedades físicas que fazem com que haja uma alta variabilidade no tamanho das partículas e na distribuição dos poros, levando a altas densidades, selamento superficial e endurecimento do rejeito e conseqüentemente a baixa capacidade de retenção de água (ALMEIDA et al., 2018; BATISTA et al., 2020; MARQUES et al., 2017; QUEIROZ et al., 2018; SANTOS et al., 2019; SILVA; FERREIRA; SCOTTI, 2015). Para que haja uma reabilitação efetiva são necessárias ações para correção dos atributos químicos, físicos e biológicos do tecnossolo formado, proporcionando um ambiente mais equilibrado para o estabelecimento da vegetação (JAIN et al., 2016; MELGAR-RAMÍREZ et al., 2012; SÁNCHEZ et al., 2018).

O Trecho 16 no entanto, não apresenta material extracalha que proporcione o selamento superficial do solo, sendo impactado principalmente pelo transporte de materiais finos e metais traço. A utilização de plantas tolerantes a metais e com capacidade de acumulá-los pode ser uma estratégia interessante para o processo de reabilitação do solo (CARRENHO; ALVES; SANTOS, 2018). Do ponto de vista da reabilitação e da estabilização das áreas mineradas, as plantas que têm capacidade de absorver e acumular grandes quantidades de metais são as mais desejáveis, porque diminuem a disponibilidade

dos metais no solo, sendo relatada a capacidade de maior acúmulo nas raízes quando comparada a parte aérea (YANG et al., 2010). O estabelecimento de uma cobertura do solo bem-sucedida, com plantas de rápido crescimento, reduz a erosão, aumenta a estabilidade da superfície, incorpora carbono no solo, contribuindo com a sucessão ecológica (ESCOBAR et al., 2015; QUADROS et al., 2016).

## **5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E ENCAMINHAMENTOS**

Em vista das várias consequências trágicas do rompimento da barragem, deve-se reconhecer que o esforço e os recursos mobilizados para fins de mitigação também suscitaram uma série de oportunidades que podem ser aproveitadas para melhorar a qualidade ambiental e o bem-estar das populações na bacia do Rio Doce. É de extrema importância que os estudos contratados pela Fundação Renova sejam complementares e os dados obtidos ao longo do monitoramento integrem uma base de dados unificada e georreferenciada. A gestão do banco de dados do monitoramento do rio Doce é um fator crucial para o bom aproveitamento dos investimentos realizados pela Fundação Renova.

A metodologia para verificação donexo de causalidade não se mostra adequada, frente à exclusão dos *outliers* das concentrações no rejeito e, das premissas equivocadas de conservação de massa consideradas na avaliação das amostras de solo e sedimentos em relação ao rejeito. As conclusões geradas a partir desse método devem ser reprovadas. As concentrações de ferro no rejeito da barragem do Fundão precisam ser melhores compreendidas, e uma nova coleta e análise do material deve ser considerada.

Uma atenção detalhada e uma abordagem de apresentação espacial das concentrações de alumínio, ferro e manganês deve ser considerada, frente às quantidades significativas destes elementos verificadas no rejeito e nos compartimentos ambientais analisados. Estes elementos aparecem constantemente muito acima dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005. Dessa forma, não se considera atingido o objetivo de “garantir a manutenção de funções ecossistêmicas em níveis compatíveis com as condições anteriores ao rompimento da barragem de Fundão ou, na ausência de informações de referência, em condições que não evidenciem impactos associados ao rompimento da barragem de Fundão”. Recomenda-se a apresentação espacial interpolada das concentrações de metais pesados no sedimento, e a utilização do Índice de Grau de Contaminação de ABRAHIM & PARKER (2008) e do Índice de Risco Ecológico Potencial de HAKANSON (1980).

Dado que o rompimento da barragem do Fundão se deu no dia 05 de novembro de 2015,

completando seis anos, e que o impacto do Trecho 16 se caracteriza pela presença de partículas finas e metais traço, sendo que a maior parte do rejeito foi contida nas barragens a montante, destaca-se que o conjunto de alternativas de manejo que constam no relatório - (I) Remoção mecânica dos sedimentos depositados e monitoramento; (II) Capeamento das áreas impactadas e monitoramento; e (III) Acompanhamento da recuperação natural; não se mostra adequado. As margens do rio Doce no trecho 16 são bastante degradadas e contam com pouca mata ciliar. A mata ciliar atua na modificação dos processos químicos e biológicos, mudando a composição química dos componentes. Transforma, por exemplo, os resíduos de pesticidas transportados pelo escoamento em componentes não tóxicos por decomposição microbiológica, oxidação, redução, hidrólise, radiação solar e outras ações que ocorrem no piso florestal (SIMÕES, 2001). A vegetação ciliar, em uma bacia, reduz em 38% a concentração de nitrogênio; em 94%, o fosfato; 42%, o fósforo dissolvido; 21%, de alumínio total infiltrável, e 54% de ferro, que chegam ao curso d'água (EMMETT *et al.*, 1994). Dessa forma, é de grande valia que a recuperação de mata ciliar seja determinada como uma alternativa de ação neste Plano de Manejo de Rejeitos. Não só regiões com presença de rejeito confirmada, mas regiões com alta taxa de sedimentação e com verificação de contaminação na água ou sedimento por metais como ferro, alumínio e manganês, que podem estar relacionados ao rejeito, devem ser ranqueadas como prioritárias para que seja executada a recuperação da mata ciliar. Recomenda-se a aplicação do processo analítico hierárquico (AHP), que proporciona fundamentação para tomadas de decisões com base em um procedimento de seguidas comparações de variáveis, par a par (SAATY, 1987). Essas comparações resultam em uma ordem hierárquica de prioridade. Essa ordem hierárquica é representada através de determinados valores atribuídos (pesos) a cada variável (PINESE JUNIOR & RODRIGUES, 2012). O método pode ser aplicado com suporte de ferramentas de geoprocessamento, considerando por exemplo, áreas de APP, as estimativas de depósitos de rejeito, o índice de contaminação e o índice de risco ecológico potencial, entre outras variáveis. Dessa forma, é garantida uma melhor manutenção da saúde do ecossistema e da saúde humana, visando o controle de externalidades negativas por meio da restauração florestal, da cobertura do solo, e, conseqüentemente, do controle de processos erosivos, e com a produção de externalidades positivas por meio da melhoria da qualidade da água. Recomenda-se o uso do instrumento de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) para esse processo.

Para as lagoas com constatação da presença de rejeitos, deve-se traçar um plano de recuperação de áreas degradadas em seu entorno, no intuito de garantir melhoras na qualidade da água e reduzir os efeitos decorrentes de novos episódios de cheias.

A metodologia empregada para a determinação da presença de rejeito exclui áreas em que são verificados indícios visuais por meio dos testes de mistura. Recomenda-se que as áreas dos pontos inclusos no Grupo C (amostras em que os indícios visuais não foram conclusivos) sejam revisitadas na discussão, trazendo uma análise integrada de parâmetros em desacordo verificados nestes mesmos pontos. Deve se assumir uma abordagem mais conservadora com as amostras categorizadas como Grupo C, elencando ações de manejo para estas áreas caso sejam verificadas nos mesmos pontos, concentrações elevadas de metais na água ou no sedimento que possam prejudicar a saúde do ecossistema e a saúde humana. Para estes casos, se mantém a recomendação de revegetação de áreas de APPs.

## **6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ABRAHIM, G. M. S.; PARKER, R. J. (2008) Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand. *Environmental Monitoring and Assessment*, Dordrecht, v. 136, p. 227–238.
- ALMEIDA, C. A. *et al.* (2018) Characterization and evaluation of sorption potential of the iron mine waste after Samarco dam disaster in Doce River basin e Brazil. *Chemosphere*, Oxford, v. 209, p. 411-420.
- ANDRADE, L.C.R. (2014) Caracterização de rejeitos de mineração de ferro, in natura e segregados, para aplicação como material de construção civil. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.
- ARAÚJO, D. M. *et al.* (2010) Biodegradation studies on fatty amines used for reverse flotation of iron ore. *International Biodeterioration & Biodegradation*, Barking, v. 64, n. 2, p. 151-155.
- BATISTA, É. R. *et al.* (2020) Environmental drivers of shifts on microbial traits in sites disturbed by a large-scale tailing dam collapse. *Science of The Total Environment*, Amsterdam, v. 738.
- CARDOSO, E. J. B. N. & ANDREOTE, F. D. (2016) *Microbiologia do solo*. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- CARRENHO, R.; ALVES, L. J. & SANTOS, I. S. (2018) Arbuscular mycorrhizal fungi, interactions with heavy metals and rehabilitation of abandoned mine lands. In: PRASAD, M. N. V.; FAVAS, P.

- J. V.; MAITI, S. K. (ed.). Bio-Geotechnologies for mine site rehabilitation. Amsterdam: Elsevier. P. 261-279.
- CAVALLIERI, H. C. F. (2011) Estudo da biodegradação de eteraminas utilizadas na flotação do minério de ferro. 2011. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.
- CHAPMAN, Arthur D. (2005) Principles of Data Quality. Copenhagen: Global Biodiversity Information Facility,
- CORDEIRO, M. C. *et al.* (2019) Insights on the freshwater microbiomes metabolic changes associated with the world's largest mining disaster. *Science of the Total Environment*, Amsterdam, v. 654, p. 1209-1217.
- EMMETT B.A., HUDSON J.A., COWAR D.P.A. & REYNOLDS B. (1994) The impact of a riparian wetland on streamwater quality in a recently afforested upland catchment. *Journal of Hydrology* 162, 3-4: 337-353.
- ESCOBAR, I. E. C. *et al.* 2015. Changes in microbial community structure and soil biological properties in mined dune areas during revegetation. *Journal of Environmental Management*, New York, v. 55, p. 1433-1445.
- FAUBE, J. (ed.). (1986) Surfactants in consumer products: theory, technology and applications. Berlin: Springer.
- GARCÍA, M. T.; CAMPOS, E. & RIBOSA, I. (2007) Biodegradability and ecotoxicity of amine oxide based surfactants. *Chemosphere*, Oxford, v. 69, n. 10, p. 1574-1578.
- GIGON, A. & RORISON, I. H. (1972) The response of some ecologically distinct plant species to nitrate-and to ammonium-nitrogen. *The Journal of Ecology*, London, v. 60, n. 1, p. 93-102.
- GUIMARÃES, J. I. (2018) Impacto do rompimento de uma barragem de rejeitos de minério de ferro sobre a qualidade das Águas Superficiais. Estudo de caso: Bacia do rio Doce. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG.
- HAKANSON, L. (1980) An ecological risk index for aquatic pollution control.a sedimentological approach. *Water Research*, Dübendorf, v. 14, n. 8, p. 975-1001.

- JAIN, S. *et al.* (2016) Impact of biochar amendment on enzymatic resilience properties of mine spoils. *Science of the Total Environment*, Amsterdam, v. 544, p. 410–421.
- LAVOISIER, A. (1789), *Traite' Elementaire de chimie*.
- LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo Campinas: SBCS/Embrapa-SNLCS, (1984) 45p.
- LIU, R. *et al.* (2016) Spatial distribution and pollution evaluation of heavy metals in Yangtze estuary sediment. *Marine Pollution Bulletin*, Oxford, v. 110, p. 564–571.
- MARQUES, A. R. *et al.* (2017) Biological re-colonization of sub-aerial boundaries of an ‘artificial construction-niche’ contaminated by iron mine tailings: laboratory bioassays. *Environmental Earth Sciences*, Heidelberg, v. 76, n. 480, p. 1-14.
- MELGAR-RAMÍREZ, R. *et al.* (2012) Effects of application of organic and inorganic wastes for restoration of sulphur-mine soil. *Water Air Soil Pollut*, Dordrecht, v. 223, p. 6123-6131.
- MENEZES, A.; CLIPSON, N. & DOYLE, E. (2012) Comparative metatranscriptomics reveals widespread community responses during phenanthrene degradation in soil. *Environmental Microbiology*, Oxford, v. 14, p. 2577–2588.
- NEWSOME, L. D. *et al.* (1991) A Qsar study of the toxicity of amines to the fathead minnow. *Science of the total environment*, Amsterdam, v. 109, p. 537-551.
- NEWTON, R. J. *et al.* (2011) A guide to the natural history of freshwater lake bacteria. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, New York, v. 75, n. 1, p. 14-49.
- PINESE JUNIOR, J. F. & RODRIGUES, S. C. (2021) O Método de Análise Hierárquica – AHP – como auxílio na determinação da vulnerabilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade (MG). *Revista do Departamento de Geografia – USP, São Paulo*, v. 23, p. 4-26.
- QUADROS, P. D. *et al.* (2016) Coal mining practices reduce the microbial biomass, richness and diversity of soil. *Applied Soil Ecology*, Amsterdam, v. 98, p. 195–203.
- QUEIROZ, H. M. *et al.* (2018) The Samarco mine tailing disaster: A possible time-bomb for heavy metals contamination? *Science of the Total Environment*, Amsterdam, v. 637, p. 498-506.

- ROOSTA, H. R. & SCHJOERRING, J. K. (2007) Effects of ammonium toxicity on nitrogen metabolism and elemental profile of cucumber plants. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 30, p. 1933-1951.
- SAATY, R. W. (1987) The Analytic Hierarchy Process: what it is and how it is used. *Mathematical Modeling*, [s. l.], v. 9, n. 3/5, p. 161-176.
- SÁNCHEZ, L. E. *et al.* (2018) Os impactos do rompimento da Barragem de Fundão: o caminho para uma mitigação sustentável e resiliente. Gland, Suíça: UICN. (Relatório Temático nº 1 do Painel do Rio Doce).
- SANTOS, O. S. H. *et al.* (2019) Understanding the Environmental Impact of a Mine Dam Rupture in Brazil: Prospects for Remediation. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v. 48, n. 2, p. 439, 2019
- SCHULTZ, T. W. *et al.* (1991) QSARs for selected aliphatic and aromatic amines. *Science of the total environment*, Amsterdam, v. 109, p. 581-587.
- SILVA, D. L.; FERREIRA, M. C. & SCOTTI, M. R. (2015) O maior desastre ambiental brasileiro: de Mariana (MG) a Regência (ES). *Arquivos do Museu de História Natural e Jardim Botânico, Belo Horizonte*, v. 24, n. 1/2, p. 136-158.
- SILVER, S. & PHUNG, L.T. (2005) A bacterial view of the periodic table: Genes and proteins for toxic inorganic ions. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, Hampshire, v. 32, p. 587–605.
- SIMÕES L.B. (2001) Integração entre um modelo de simulação hidrológica e sistema de informação geográfica na delimitação de zonas tampão ripárias [tese]. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista.
- VASCONCELOS A.L.S *et al.* (2021) Processos Biogeoquímicos no Estuário do Rio Doce Após o Rompimento da Barragem de Fundão em Mariana-MG. *Dia D do Rio Doce*. Editora UFLA. Lavras, MG.
- WILSON, J. G. & JEFFREY, D. W. (1994) Benthic biological pollution indices in estuaries. In: KRAMER, K. J. M. (ed.). *Biomonitoring of coastal waters and estuaries*. Boca Raton: CRC. p. 311-327.

YANG, S. X. *et al.* (2010) Acidification, heavy metal mobility and nutrient accumulation in the soil–plant system of a revegetated acid mine wasteland. *Chemosphere*, Oxford, v. 80, p. 852–859.

Entregue em 18 de julho de 2022.

**Profissional responsável pela elaboração deste Parecer Técnico:**

- Marina Habkost Schuh  
CR-Bio 75990/03

**Parecer Técnico aprovado em 11/08/2022**



**Thales Del Puppo Altoé**  
**Coordenação da CT GRSA**

<b>Serviço Público Federal</b>			
<b>CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO</b>			
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>			1-ART Nº: <b>2022/18050</b>
<b>CONTRATADO</b>			
2.Nome: MARINA HABKOST SCHUH		3.Registro no CRBio: 075990/03-D	
4.CPF: 014.034.100-54	5.E-mail: marinaschuh@gmail.com		6.Tel: (51)3593-8621
7.End.: PARAIBA 123		8.Compl.: AP 208	
9.Bairro: PATRIA NOVA	10.Cidade: NOVO HAMBURGO	11.UF: RS	12.CEP: 93410-130
<b>CONTRATANTE</b>			
13.Nome: FACULDADE LATINO-AMERICANA DE CIÊNCIAS SOCIAIS (FLACSO)			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 27.819.903/0001-55	
16.End.: SPO AREA ESPECIAL CONJUNTO 2			
17.Compl.: SALA 121		18.Bairro: SETOR POLICIAL SUL	19.Cidade: BRASILIA
20.UF: DF	21.CEP: 70610206	22.E-mail/Site:	
<b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>			
23.Natureza : 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação : TERMO DE PARCERIA Nº 4800018024 FIRMADO ENTRE A FACULDADE LATINO-AMERICANA DE CIÊNCIAS SOCIAIS (FLACSO) E A FUNDAÇÃO RENOVA, COM INTERVENIÊNCIA E APROVAÇÃO DO MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL PARA EXECUÇÃO DO PROJETO GERENCIADOR CIF			
25.Município de Realização do Trabalho: VITORIA			26.UF: ES
27.Forma de participação: INDIVIDUAL		28.Perfil da equipe:	
29.Área do Conhecimento: Ecologia; Oceanografia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária : ANÁLISE E AVALIAÇÃO DOS DOCUMENTOS RELACIONADOS AOS PLANOS DE MANEJO DE REJEITOS DO TRECHO 15 (ENTRE UHE MASCARENHAS E LINHARES); TRECHO 16 (ENTRE O MUNICÍPIO DE LINHARES E A FOZ DO RIO DOCE, ALÉM DAS ZONAS ESTUARINAS, MANGUEZAIS E COSTEIRA) E OS DOCUMENTOS RELACIONADOS AO GT BAIXO DOCE (DADOS BRUTOS E RELATÓRIOS), ALÉM DA PARTICIPAÇÃO DE REUNIÕES TÉCNICAS PARA DISCUTIR SOBRE OS ASSUNTOS RELACIONADOS A ÁGUA, SOLOS E SEDIMENTOS. APONTAR POSSÍVEIS DEFICIÊNCIAS, SUGERIR ADEQUAÇÕES OU INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES E INDICAR OS RESULTADOS EM CONFORMIDADE COM A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.			
32.Valor: R\$ 54.560,00	33.Total de horas: 300	34.Início: SET/2021	35.Término: SET/2022
<b>36. ASSINATURAS</b>			<b>37. LOGO DO CRBio</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>			
Data: 12/09/2022	Data:		
Assinatura do Profissional  <i>MarinaSchuh</i>	Assinatura e Carimbo do Contratante		
<b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b>		<b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: 12/09/2022	Assinatura do Profissional <i>MarinaSchuh</i>	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

**CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS**  
**NÚMERO DE CONTROLE: 1343.1343.1657.1657**

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico [www.crbio03.gov.br](http://www.crbio03.gov.br)

**ANEXO 02 – NOTA TÉCNICA nº 16/IGAM/GEMOQ/2021**

**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS****Instituto Mineiro de Gestão das Águas****Gerência de Monitoramento da Qualidade das Águas****Nota Técnica nº 16/IGAM/GEMOQ/2021****PROCESSO Nº 2090.01.0003275/2020-19****INTRODUÇÃO**

O Memorando.FEAM/GERAI.nº 43/2021 solicita que a área técnica do Igam avalie às informações prestadas nos seguintes documentos: Memorando Técnico MT-001\_209-535-7742\_07 de 20/04/2021 (29492200) e Complementação da Aplicação do Método Analítico Considerando o Monitoramento Intracalha de Sedimento – Setembro e Outubro de 2020 (29490689), conforme suas competências, no que diz respeito aos dados de monitoramento intracalha referente aos meses de setembro e outubro de 2020 e, correspondentes ao item 8 do Eixo Prioritário 1. Nesse sentido o Igam, por meio da Gemoq/DMEC, vem apresentar seus apontamentos.

**ANÁLISE DOS DOCUMENTOS****Memorando Técnico MT-001\_209-535-7742\_07 de 20/04/2021**

Esse documento foi peticionado pela Fundação Renova em resposta às Notas Técnicas da CT-GRSA 15/2020, 20/2020 e 21/2020 e conseqüentemente, também da Nota Técnica nº 17/IGAM/GEMOQ/2020.

Quanto aos itens solicitados na Nota Técnica nº 17/IGAM/GEMOQ/2020 pelo Igam, foi informado que os itens foram atendidos na Revisão 01 do relatório. No entanto, a revisão 01 foi protocolada junto ao processo SEI nº 2090.01.0002251/2020-22, assim a resposta com relação aos itens apontados como atendidos na Revisão 01 do Relatório será apresentada na Nota Técnica nº 17/IGAM/GEMOQ/2021 (33199895) para verificar o atendimento aos itens solicitados.

**Complementação da Aplicação do Método Analítico Considerando o Monitoramento Intracalha de Sedimento – Setembro e Outubro de 2020****Item - 6.1.3.2. Comparação Entre Campanhas**

Sugere-se a utilização de referências bibliográficas que corroborem com as indicações apontadas para justificar as diferenças observadas entre as campanhas.

Na seguinte frase: *“no período relativamente curto avaliado entre as campanhas O e E é muito pouco provável que tenham ocorrido alterações da mobilidade química (e.g., afetando o potencial de lixiviação) desses parâmetros em dois sentidos nessa camada.”*

Sugere-se esclarecer os seguintes pontos:

1. Com base em quais argumentos foi considerado um período relativamente curto entre as campanhas O e E. Existem referências que confirmam que o período foi relativamente curto?
2. Essas diferenças nas concentrações não poderiam indicar que essas camadas estão em constante movimentação e interação com a coluna d'água? Além disto, é necessária a apresentação de mais evidências para tal afirmação.

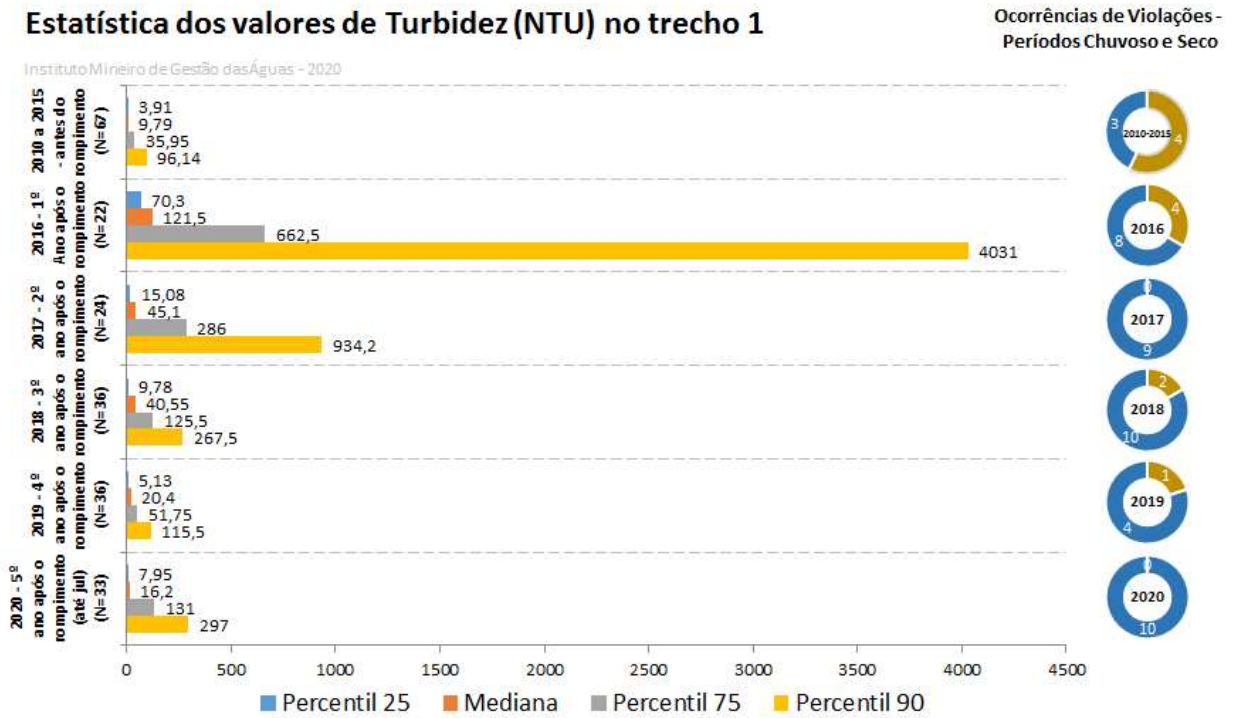
*Sobre o teste de correlação de Pearson feito entre o percentual de frações finas e a as concentrações dos parâmetros, para testar a hipótese de que a redução das concentrações teria relação com a redução da concentração de frações finas, chegou-se a seguinte conclusão: “Verifica-se que em geral os coeficientes de correlação foram baixos, de forma que esta hipótese foi descartada.”*

Com base nos dados apresentados faz-se necessário esclarecer quais os dados foram utilizados para os testes, quais as comparações foram realizadas e se o N amostral foi suficiente para chegar à conclusão de descartar a hipótese testada.

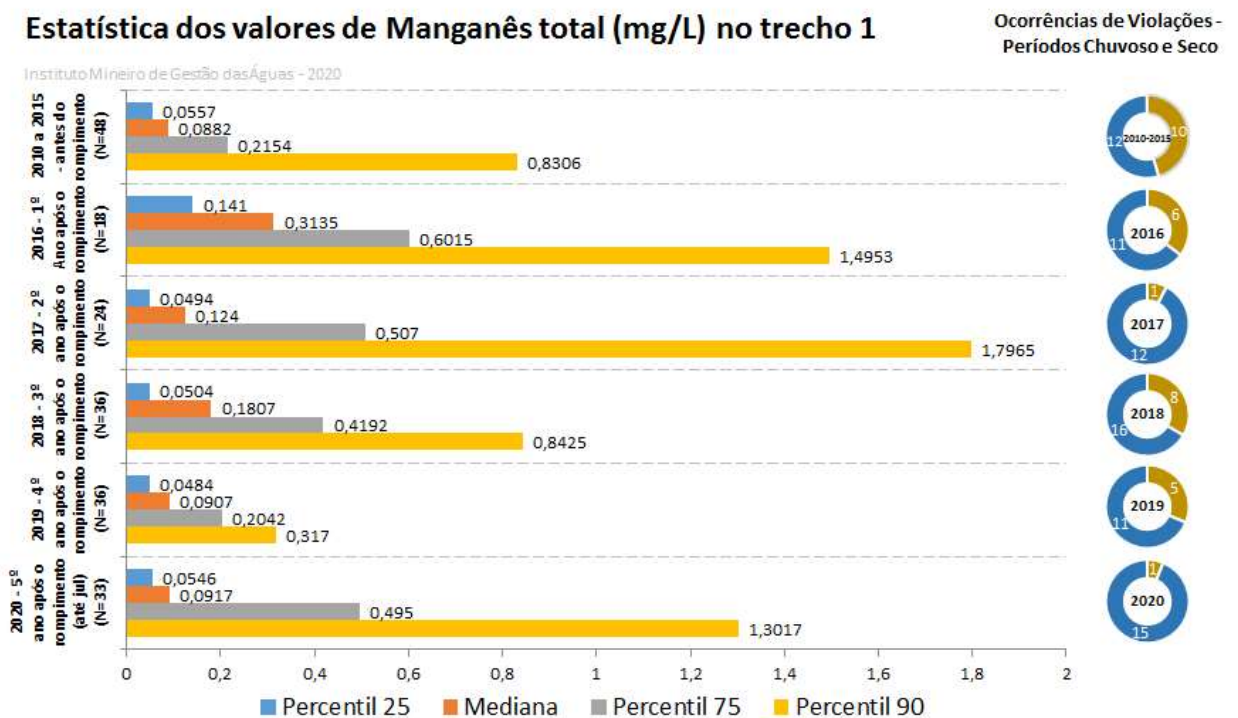
**Consideração do Igam quanto a eficiência do lag layer**

Ademais, cabe salientar que pelo monitoramento realizado pelo Igam, no âmbito do Programa Águas de Minas, na comparação entre a série histórica de monitoramento no período pré-rompimento e o ano de 2020, período pós-rompimento (Gráficos de 1 a 3), observa-se uma piora nos resultados de turbidez, manganês total e ferro dissolvido. Para esses parâmetros foram registrados em 2020 valores superiores aos da série histórica e aos 3 últimos anos após o rompimento da barragem (anos de 2017, 2018 e 2019). Esses resultados demonstram que cinco anos após o rompimento ainda se observa alterações na qualidade das águas do Trecho 1 (rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce, a montante da UHE Risoleta Neves), mais próximo ao rompimento. Portanto, deve ser avaliada com cautela a efetividade da camada *lag layer* como barreira física para a eventual ressuspensão do rejeito inconsolidado.

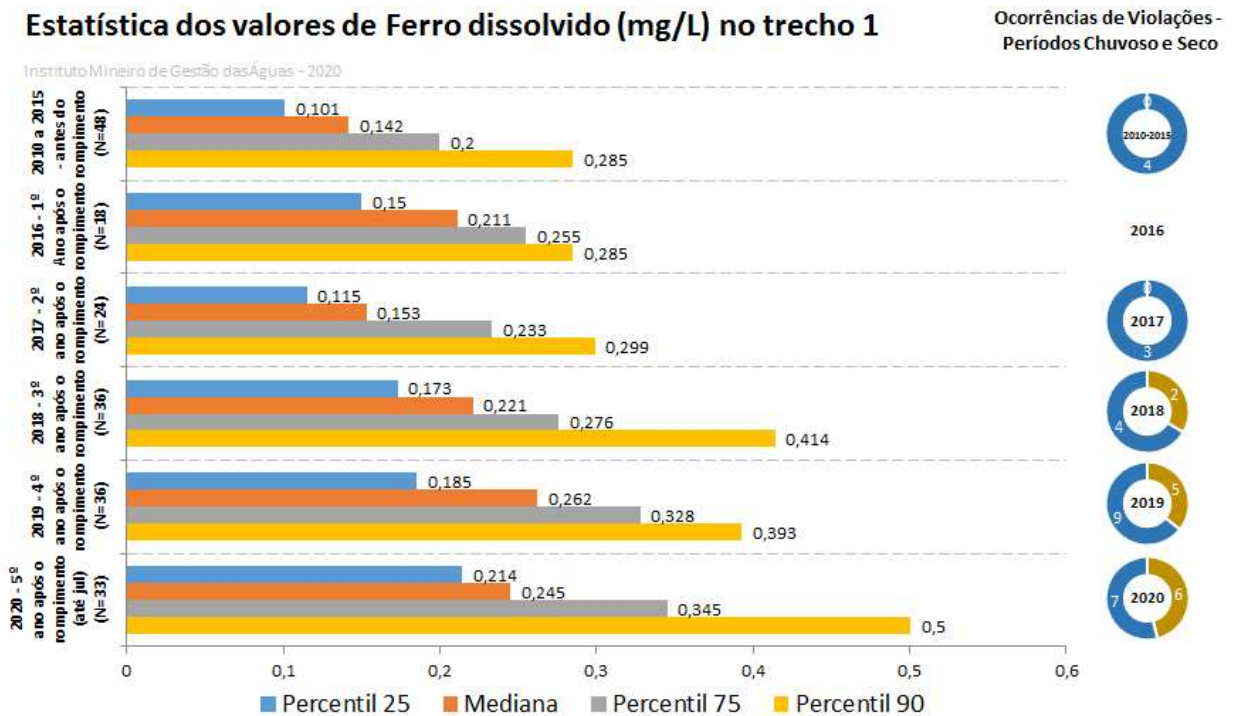
**Gráfico 1** – Análise estatística dos resultados de turbidez no período pré-rompimento e nos cinco anos após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 1.



**Gráfico 2** – Análise estatística dos resultados de manganês total no período pré-rompimento e nos cinco anos após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 1.



**Gráfico 3** – Análise estatística dos resultados de ferro dissolvido no período pré-rompimento e nos cinco anos após o rompimento da barragem de Fundão, no trecho 1.



### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação ao documento "Complementação da Aplicação do Método Analítico Considerando o Monitoramento Intracalha de Sedimento – Setembro e Outubro de 2020", a Gemoq/DMEC possui poucas considerações, que foram feitas apenas para o Item - 6.1.3.2. Comparação Entre Campanhas. Contudo, demandam uma revisão do documento referente aos dados de monitoramento intracalha dos meses de setembro e outubro de 2020.

Além disto, com base no monitoramento realizado pelo Igam, entende-se que ainda faltam evidências para confirmarem o argumento de que a elevação da turbidez é controlada pela camada *lag layer*. Assim, reforça-se a indicação para a realização de campanhas de monitoramento dos testemunhos de sedimentos visando avaliar o comportamento desse compartimento, especialmente durante os períodos chuvosos. Para tanto, a importância da realização de coletas em datas logo antes e logo após eventos de cheia, o que implicaria em uma maior frequência das coletas durante os períodos chuvosos.

A resposta sobre a análise do Memorando Técnico MT-001\_209-535-7742\_07 de 20/04/2021 será apresentada junto ao processo SEI nº 2090.01.0002251/2020-22, pela Nota Técnica nº 17/IGAM/GEMOQ/2021 (33199895), uma vez que a Revisão 01 do relatório foi protocolada nesse processo.



Documento assinado eletronicamente por **Vanessa Kelly Saraiva, Analista**, em 11/08/2021, às 16:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Katiane Cristina de Brito Almeida, Gerente**, em 12/08/2021, às 10:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Wanderlene Ferreira Nacif, Diretor(a)**, em 19/08/2021, às 18:06, 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](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **33181721** e o código CRC **3A0EDBC7**.



---

**Referência:** Processo nº 2090.01.0003275/2020-19

SEI nº 33181721

**ANEXO 03 - ATA DE REUNIÃO – SÍNTESE DE REUNIÃO CT-  
GRSA GERENCIAL nº 13/2021**

**SÍNTESE DE REUNIÃO CT-GRSA GERENCIAL Nº 13/2021**

<b>Convocado por:</b> Adelino da Silva Ribeiro Neto		<b>Data:</b> 29/06/2021
<b>Elaborado por:</b> Paulo Sérgio de Jesus	<b>Participantes:</b> Adelino da Silva Ribeiro Neto (IEMA), Anderson Jesus de Paula (Prefeitura de Mariana), Andreia Reina Capeleti Garcia (Golder), Antônio Freitas (Golder), Cláudia Laureth (Flacso), Fadima Guimarães de Ávila Augusto (IEMA), Giorgio Vieira Peixoto (Fundação Renova), Gustavo José de Aguiar Gomes Costa (Fundação Renova), Josemar de Carvalho Ramos (IBAMA), Juliano Barbirato (IEMA), Leandro Ribeiro Pires (Fundação Renova), Mariana Marques Cardoso (Fundação Renova), Marília Pelegrini das Chagas Viana (Prefeitura de Resplendor), Matheus Ramin (Golder), Melina Marsaro Alencar (Fundação Renova), Pedro Ivo Diogenis Belo (Fundação Renova).	
<b>Assunto:</b> Plano de Manejo de Rejeitos - PMR16 (Linhares e zona costeira).		
<p>No dia 29 de junho de 2021, às 09h, iniciou-se a Reunião Gerencial 13/2021 da Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental (CT-GRSA), que ocorreu por vídeo conferência, com o objetivo de promover alinhamentos técnicos, entre CT-GRSA e Fundação Renova, referente ao Plano de Manejo de Rejeitos - PMR16 (Linhares e zona costeira). A reunião teve abertura pelo coordenador da CT - GRSA – Josemar de Carvalho Ramos.</p> <p><b>Assuntos Discutidos:</b></p> <p>A Sra. Melina Marsaro Alencar, representante da Fundação Renova, esclareceu que o objetivo da reunião era o alinhamento técnico sobre a manifestação da AGU do dia 02/06/21 relacionada ao Item 11.1 do Eixo 1 (Plano de Manejo de Rejeito do Trecho 16) e à Nota Técnica 14/2020. Disse também que o texto da petição solicitou dilação de prazo de 150 dias para análise da documentação técnica entregue pela Fundação Renova. Essa mesma manifestação solicitou que seja compelida à Fundação Renova a realização de nova amostragem no ambiente costeiro e uma nova análise dos dados, uma vez que a CT-GRSA considera que não foram coletados materiais de solo de restinga adequadamente, o que invalidaria os resultados obtidos no PMR 16 no ambiente costeiro. Disse ainda que a equipe da Fundação Renova protocolou a atualização do plano de manejo do Trecho 16 em maio de 2021 na 12ª Vara Federal e encaminhou para a CT-GRSA. A Sra. Melina informou que a intenção da reunião é entender o que está sendo solicitado como escopo adicional para o ambiente costeiro na manifestação da AGU.</p> <p>O Sr. Adelino da Silva Ribeiro Neto, representante do IEMA, disse que a CT-GRSA fez várias considerações na Nota Técnica 14/2020 sobre o plano de manejo de rejeitos do trecho 16 para os ambientes: fluvial, costeiro e o lacustre. Disse também que no memorando técnico os principais itens colocados pela NT 14/2020 foram avaliados como não apropriados pela Fundação Renova e, portanto, a CT-GRSA entendeu que os mesmos não seriam cumpridos. Em seguida, o Sr. Adelino Ribeiro citou os pontos: Na restinga foi feita amostra composta, que não é o melhor método para se fazer e que como dito em campo, cada ponto deve ser analisado de forma individualizada e por serem amostras de solo elas devem ser coletadas por horizonte, de preferência tirando os primeiros centímetros, pois praias e restingas são neosolos quartzarenicos, então, seus horizontes são pequenos, um solo muito pouco desenvolvido. Disse também que em uma única testemunhagem de 1 metro e meio há mistura de muita coisa e fazer uma amostra composta para dois pontos e que haveria ainda mais misturas, não pegando detalhes de deposição sedimentar. Citou os estudos de Suguio e Landin (Dominguez) que relatam sobre padrões de sedimentação costeiras. Ressaltou que quanto a restinga, as coletas deveriam ser refeitas seguindo as bibliografias existentes e norma da ABNT para solos. Para manguezal e</p>		

estuário, foram feitas amostras compostas utilizando coletas de intra e extracalha juntas. Para estes ambientes deveria se seguir a mesma metodologia para o rio Doce e realizar amostragens intracalha e extracalha separadamente, ou seja, não fazer uma amostragem composta dos dois testemunhos. A Sra. Melina Alencar respondeu que em relação à restinga e para todas as amostragens nos quatro ambientes costeiros foi mantida a metodologia do PMR, em que a amostragem composta já estava sendo adotada e que os contextos intra e extracalha não foram misturados, replicando o método validado e aplicado em todos os planos de manejo e que não há mistura de ambientes na forma de amostragem composta. Disse também que a amostragem do horizonte, na amostragem simples, é realizada quando há indício de rejeito e que este não foi o caso.

O Sr. Adelino Ribeiro disse que o plano de manejo não faz amostra composta intra e extracalha, pois intracalha e extracalha seriam situações diferentes e que em manguezal e estuário houve amostragem composta intra e extracalha. Disse também que na restinga existem pontos de coletas em zona de deposição diferentes, uma próxima à praia e distante, cerca de 20 m de distância, então não se pode realizar amostragem composta com pontos distantes. Disse que se fossem pontos laterais com a mesma distância da praia, isso até poderia ocorrer, nos moldes do GT-Baixo Doce, onde são feitos vários pontos e coleta de 0 a 20 cm, mas que não existe nenhuma bibliografia na ABNT que recomenda fazer uma amostra composta com distâncias tão grandes, então este tipo de amostragem não poderia ser feita dessa forma. Explicou que ao acompanhar o campo, o mesmo percebeu indícios visuais de rejeitos no local, na primeira camada superficial de cerca de 2 a 5 cm, por ter características diferentes, porque o solo quartizarenico não tem argila e que naquele local havia argila e, portanto, esse foi mais um indício para separar as amostragens e não realizá-las da forma composta. A Sra. Melina Alencar afirmou que, em relação ao manguezal, se aplica o conceito de amostragens separadas entre os contextos intracalha e extracalha, como pode ser evidenciado no próprio PMR16. O Sr. Adelino Ribeiro respondeu que sim. Em seguida, A Sra. Melina Alencar disse que à época foi protocolado na CT-GRSA o plano de amostragem para esses ambientes e que, portanto, tanto a amostragem quanto a metodologia replicando o plano de manejo foi realizada em comum acordo e que a Fundação Renova entende que o que está sendo solicitado é um escopo diferente e adicional. O Sr. Adelino Ribeiro disse que não está sendo solicitada uma forma diferenciada, pois no plano de manejo não houve concordância pela CT-GRSA em se fazer amostra composta intra e extracalha. Disse também que o manguezal é composto tanto pela zona fluvial quanto pela zona extracalha e que em caso de coleta apenas extracalha do manguezal é uma coisa, mas em coleta intracalha e extracalha do manguezal é outra coisa e que por isso não se pode fazer uma amostra composta utilizando coletas da intracalha do rio e extracalha do manguezal e dizer que aquela amostra é do manguezal, pois rio e manguezal são diferentes. Disse que no plano foi feito isso, inclusive para estuário.

A Sra. Melina Alencar questionou o porquê que na época em que a Fundação Renova enviou à CT-GRSA o plano de amostragem com a proposição de pontos para esses ambientes não houve manifestação da CT-GRSA. O Sr. Adelino Ribeiro disse que a manifestação da CT-GRSA era de que deveria se seguir o que é feito no plano e questionou se em alguma parte do plano, no rio Doce, é feito amostra composta nos compartimentos intra e extracalha. A Sra. Melina Alencar respondeu que antes de ir a campo, houve uma conversa em Colatina – ES a respeito da coleta no trecho 16 e a Fundação Renova protocolou uma tabela com a proposição de pontos que seria intra e extracalha a partir de praias

e subindo para restinga. O Sr. Adelino Ribeiro disse que a questão não é a localização dos pontos, mas sim como foi feito o trabalho de coleta e laboratório. Pois não era previsto amostragens compostas nas manifestações, no entanto, foram realizadas em campo amostragens compostas. Disse que no caso específico de restinga, trata-se de amostragem específica de solos e não uma amostragem fluvial e que sendo uma amostragem de solo, deve seguir regramentos de solo.

A Sra. Andreia Reina Capeleti Garcia, representante da Golder, disse que para a amostragem costeira foi constituído um transecto completo de cinco pontos, três pontos de praia e dois de restinga e que o material coletado nos dois pontos de restinga de um mesmo transecto foram utilizados para gerar uma amostra composta seguindo a metodologia do plano de manejo e, que em caso de encontro de indícios de rejeitos, seriam feitas amostras simples e separadas. Disse também que as distancias entre as duas amostras na restinga era de 20 metros na linha dos transectos e que foi dessa forma porque não foram observados indícios de rejeitos e, portanto, duas amostras seriam suficientes, e encontrando indícios de rejeitos em qualquer uma das amostras, seguiria mais 20 metros, semelhante ao que tem sido executado hoje em discussões dos trechos 13 e 14. Ressaltou que na restinga foi feito como se vinha conduzindo amostragens de solo no rio Doce, uma amostra a cada 20 metros, amostragem composta e em caso de encontro de rejeito seria feito amostragem simples, não encontrando, composta. Disse que não havendo indícios, se pararia na segunda amostra e que de restinga, especificamente, esse foi o critério adotado e que por isso se segue o que foi previsto nos planos de manejo anteriores. Com relação a manguezal e estuário, não foi feita composição entre amostras intra e extracalha e que em nenhum plano de manejo isso foi feito. Disse também que é feita amostra de solo da margem do estuário e do manguezal (amostragem composta) e amostra de sedimentos.

O Sr. Antônio Freitas, representante da Golder, disse que não houve mistura de intra com extracalha no manguezal e que foram feitas amostras compostas separadas. A Sra. Andreia Reina disse que esse é um padrão dos Planos de Manejo de não se fazer mistura intra e extracalha, mas a composição no extracalha ocorre sim, pois isso já ocorria nos outros PMRs, salvo em caso de indícios de rejeitos, onde é realizada a amostragem simples.

O Sr. Adelino Ribeiro questionou se foi feita amostra intracalha composta de manguezal e estuário. A Sra. Andreia Reina disse que isso seria checado. Em seguida, disse que o mesmo conceito do intra e do extracalha não é misturado e se houver rejeito é sempre simples e se não houver será uma amostra composta, O Sr. Antônio Freitas disse que no PMR16, no tópico de amostragem em ambiente costeiro, Item 6.2.4.4.2.2, é indicado a metodologia de amostragem (ou seja: amostras compostas no solo/extracalha e amostras simples no sedimento/intracalha).

O Sr. Adelino Ribeiro disse que em relação ao costeiro, ele se lembra das de restinga e praia e que nesta tem algumas dúvidas. Ele disse que durante o acompanhamento das atividades de campo, explicou aos coletores que em relação à restinga a camada superficial é diferente de um solo quartizarenó clássico e que isso foi colocado posteriormente em Nota Técnica. A Sra. Melina Alencar disse que, à época em que isso foi colocado pela CT-GRSA durante as coletas de campo, foi enviado um ofício à Fundação Renova, em que foi pedido a análise de granulometria nos centímetros iniciais. O Sr. Adelino Ribeiro disse que na camada superficial do solo de restinga, primeiros 5 cm, foi observado, em campo, argila muito fina e que no momento conversou com a equipe de campo e atingidos, que acompanharam as coletas junto ao IEMA, enfatizando sobre os indícios da presença de rejeitos e que isso deveria ser detalhado, no entanto, além

de não serem detalhado, as amostras ainda foram analisadas de forma composta. Para a praia foi feito o mesmo alerta, porém na praia não conseguiu identificar se realmente era indício de rejeito. A Sra. Andreia Capeleti disse se recordar dessa situação e que foi colocado em ofício que, pelo método de amostragem utilizado e aprovado no PMR, pelo testemunho, não se consegue coletar massa de material suficiente da camada superficial para as análises que foram solicitadas em campo. Disse que uma das justificativas à época era de que havia uma estrutura de campo montada para se fazer no método de testemunho, que é o método do PMR. Destacou ainda que para ser feita a alteração naquele momento, precisaria de métodos e equipamentos diferenciados daqueles que estavam sendo utilizados, requerendo, portanto, um replanejamento dos trabalhos, o que atrasaria a entrega do plano, como previsto.

O Sr. Adelino Ribeiro questionou se em caso da CT-GRSA dar o indicativo de uma provável presença de rejeitos não se deveria fazer uma amostra simples. A Sra. Andreia Reina respondeu que em relação à praia não houve indícios de rejeito e nesse ambiente foram coletadas amostras simples. A Sra. Melina Alencar disse que os dois pontos mencionados, que foram colocados na NT 14/2020, foram reavaliados e que foi um ponto de esclarecimento no PMR revisado, que foi protocolado em maio de 2021 na CT-GRSA, para dirimir as dúvidas que surgiram em campo. Disse que o fato de não ter feito amostragem simples naquele momento foi porque as avaliações visuais, incluindo os testes de mistura feitos, não indicaram a presença de rejeitos.

O Sr. Matheus Ramin, representante da Golder, disse que as amostras de restinga foram compostas entre elas, foram duas sondagens na restinga, com distância de 20 metros, que compuseram uma amostra e as amostras das praias foram simples: foram feitas três sondagens nas praias e identificadas amostras simples para cada uma dessas sondagens. Ressaltou que não houve composição entre ambientes e entre as sondagens da praia.

O Sr. Adelino Ribeiro disse que a questão é que houve composição na restinga. Segundo o mesmo, as duas amostras de restinga em que a equipe do IEMA acompanhou a coleta e indicou indícios de presença rejeitos. Em relação às amostras de praia houve muitas dúvidas e por isso foi solicitado pela CT-GRSA que fosse analisado cada testemunho individualmente e que fossem realizadas amostragens nos primeiros centímetros. Após a solicitação da CT-GRSA, foi enviado pela Fundação Renova um ofício em que foi justificado que não seria possível a amostragem dos primeiros centímetros devido ao método de amostragem (testemunhos), mas que, em sua opinião, esses testemunhos deveriam ser revisitados antes da emissão do plano para que fossem feitas as coletas dos primeiros centímetros para sanar todas as dúvidas e que em praia e restinga deveriam ser feitas amostras simples. O Sr. Adelino Ribeiro ressaltou novamente que notou-se indícios da presença de rejeitos em campo e que a equipe do IEMA conversou com a equipe de campo sobre o assunto. A equipe do IEMA ainda apontou o perfil do solo e mostrou a diferença e que, portanto, entende que deveria ter sido feita amostragem simples.

A Sra. Melina Alencar questionou se a proposição é de que seja refeita a amostragem nos dois pontos em que houve dúvidas por parte do IEMA sobre a presença de rejeitos. O Sr. Adelino Ribeiro respondeu que as amostragens devem ser refeitas nos pontos de restinga e praia.

A Sra. Andreia Reina disse que os dois transectos de restinga acompanhados pela equipe do IEMA foram o 4 e 5 e que nos pontos de praia foram feitas amostras simples, não havendo composição de amostra. Ela questionou se haveria a necessidade de reamostrar os pontos de praia ou se seria feita apenas nos dois transectos citados. O sr. Adelino Ribeiro

disse que deve ser feito em todos os outros pontos, pois nos dois visitados foi feita a análise detalhada e nos outros não houve acompanhamento por parte do IEMA. Sugeriu que sejam refeitos todos os pontos de praia e restinga, fazer as coletas individuais e, se possível, uma sondagem de solo entre 2 a 5 cm. Disse, em relação ao teste de mistura, que não se pode comparar um solo do tipo neossolo quartizarenico com solo fluvial solo argissolo ou latossolo, como foi utilizado para comparação do teste de mistura do solo de Paracatu com o rejeito.

O Sr. Antônio Freitas disse que a dinâmica da praia é muito grande e que o sedimento é movimentado diariamente nos primeiros centímetros, então deve se considerar que nesse tipo de cenário, de movimentação constante, a reamostragem traria algum benefício para a avaliação final que é o objetivo do PMR. Em relação ao teste de mistura, disse que em Paracatu se pegou amostra de rejeito e de solo não afetado para ver se misturando rejeito ao solo se seria possível identificar o rejeito com base no teste de mistura. No trecho 16, disse que não foi feita mistura de rejeito e solo em nenhum dos pontos avaliados, pois para isso deveria haver um solo representativo da área amostrada com 100% de certeza que não haveria rejeito, e isso não era possível de se comprovar, então nos testes de mistura se fez a comparação do material coletado com rejeito “puro”, sem mistura com outros solos ou sedimentos. Disse que o material coletado foi misturado à água e que era feito a mesma coisa com rejeito puro e observava a coloração, sedimentação e, em comparação com as amostras com rejeito, não se identificou evidência de indícios de rejeitos nessas amostras do trecho 16.

O Sr. Adelino Ribeiro disse que a praia tem três zonas: o subtidal, o quebramar (intertidal), e o supratidal. Disse concordar que a dinâmica de praia nas zonas sub e quebramar (intertidal) é alta, pois possui alta energia de onda, remobiliza sedimentos e eles não se depositam ali, mas o supratidal é uma zona onde não há quebra de ondas, onde há uma zona de maior deposição de sedimentos finos. Em seguida, reafirmou mais uma vez sobre as dúvidas a partir da visita a campo em que ele constatou indícios de rejeito. Quanto ao teste de mistura, disse que não se pode pegar um solo de Paracatu ou só do rejeito, fazer teste de mistura e comparar com um solo quartizarenico, como se fossem similares, pois são solos totalmente diferentes. O Sr. Antônio Freitas disse que quando se fez o teste, não houve comparação do solo de Paracatu com as outras amostras, inclusive com a zona costeira. Disse que foi comparado o rejeito puro com material coletado na área da zona costeira e que durante a análise, além dos testes visuais, buscou avaliar se as amostras que eventualmente poderiam gerar dúvidas em relação à identificação visual do rejeito apresentavam também alguma característica granulométrica distinta dos outros materiais da região. Disse que quando se fez isso no trecho 15, onde foi identificado sedimento com evidências da presença de rejeito, o material era mais fino do que o material do entorno e que nos pontos do trecho 16 não se identificou nenhuma distinção granulométrica, ou seja, tanto nos pontos onde poderia haver dúvidas em relação à presença de rejeitos, devido a coloração, quanto nos pontos onde claramente não havia rejeitos, os materiais apresentavam granulometria similar. Estava se procurando uma evidência adicional da presença de rejeitos. A Sra. Andreia Reina disse que o teste de mistura é uma avaliação visual complementar, porém seu resultado não é o único critério para avaliação de evidências da presença de rejeitos. O Sr. Adelino Ribeiro afirmou que o teste de mistura foi uma boa ideia para se ter uma análise visual, porém é errado realizar comparações entre solos tão diferentes.

A Sra. Melina Alencar questionou se a sugestão da CT-GRSA é a coleta dos pontos na faixa supratidal da praia. O Sr. Adelino Ribeiro disse que sim, pois esse ambiente deixou muitas dúvidas em atividade de campo. A Sra. Melina Alencar perguntou se em relação à restinga se a sugestão seria refazer os pontos em amostragem simples. O Sr. Adelino Ribeiro respondeu que sim e que a sugestão é também retirar e amostrar os primeiros centímetros do sedimento, conforme amostragem padrão de solos, e sugeriu a adaptação do teste de mistura à peculiaridade da região, utilizando a metodologia similar com a aplicada no Trecho 15, onde realizaram comparações com as composições de 5%, 10%, 20% e 100%. Foi esclarecido pelo Sr. Antônio Freitas que no Trecho 15 não foram realizadas comparações entre as amostras de solo e sedimento coletadas e materiais misturados com diferentes proporções de rejeito (5%, 10%, 20% e 100%), mas sim com rejeito puro, e que a utilização de um material local para fins de produção de misturas com rejeito demandaria identificar solos e sedimentos com características semelhantes aos dos locais a serem amostrados e que se tenha certeza que não apresenta rejeitos, o que representa um desafio logístico e demandaria uma avaliação adicional. A Sra. Melina Alencar disse que a amostragem em praia, devido a característica do ambiente, não agregaria informações além daquelas já obtidas.

**Encaminhamentos:**

- A Fundação Renova avaliará internamente a pertinência técnica das recomendações da CT-GRSA de coleta dos pontos na faixa supratidal e dos pontos de restinga em amostragem simples e a viabilidade de adaptação do teste de mistura a peculiaridade da região;
- O IEMA analisará internamente os pontos discutidos na reunião sobre o ambiente costeiro e poderá realizar novas sugestões;
- A Fundação Renova sugeriu uma nova reunião gerencial com a CT-GRSA, na próxima semana, para discutir a avaliação da Fundação Renova sobre as recomendações e apresentação pelo IEMA de suas sugestões.

**ANEXO 04 – NOTA TÉCNICA CT-GRSA nº 01/2022**

---

## NOTA TÉCNICA CT-GRSA Nº 01/2022

**Assunto: Acompanhamento de atividades de campo de recoletas do Plano de Manejo de Rejeito – Trecho 16.**

### 1. APRESENTAÇÃO

Esta Nota Técnica apresenta o relato de campo das atividades realizadas em 04 de dezembro de 2021, referente às recoletas de estudos do Plano de Manejo de Resíduos, do trecho 16 (zona costeira). Estes estudos estão judicializados pela Ação Civil Pública dos Eixos Prioritários na 12ª Vara Federal de Belo Horizonte, inseridos no eixo prioritário 1, item 11.1.

As coletas foram acompanhadas pelos Agentes de Desenvolvimento Ambiental e Recursos Hídricos do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA), lotados na Coordenação de Enfrentamento da Crise Ambiental do Doce (ADARH/IEMA/CTECAD), Ana Kelly Simões Rocha e Fadima Guimarães de Ávila Augusto. Todas as etapas do acompanhamento foram registradas por meio de fotos.

Em e-mail enviado pela Fundação Renova, em 22/11/2021, a equipe de campo que seria mobilizada seria: Rafael Salles (Golder); Denilson dos Santos e Robson Arlindo Moreira (Labmar); João Deodoro, Luiz Paiva e Letícia de Moraes (MCA), Marcos Paulo Duffeck (Aquaplant) e Anderson Pacheco (Fundação Renova). Os presentes durante as atividades desenvolvidas em 04/12/2021 foram: Rafael Salles (Golder); Denilson dos Santos e Robson Arlindo Moreira (Labmar); João Deodoro e Marcos Paulo Duffeck (Aquaplant).

### 2. RELATO DE ATIVIDADE DE CAMPO

Foram acompanhados dois transectos ao sul da foz do rio Doce, sendo que para cada transecto foram coletados três pontos, um na praia supratidal e dois na restinga, com distância de cerca de 20 metros entre eles e com atenção a mudanças nas características sedimentares.

- **TS-PR-01** - Transecto mais próximo à foz do rio Doce
  - TS-PR-01-03 (praia supratidal)

- TS-PR-01-04 (ponto intermediário na restinga)
- TS-PR-01-05 (ponto na restinga, na extremidade do transecto)
- **TS-PR-02** - Transecto mais distante da foz do rio Doce
  - TS-PR-02-03 (praia supratidal)
  - TS-PR-02-04 (ponto intermediário na restinga)
  - TS-PR-02-05 (ponto na restinga, na extremidade do transecto)

Os equipamentos utilizados durante as coletas foram:

- Medidor de pH portátil Groline Hanna 98168 – Medição de pH do sedimento;
- Colher e bandejas de inox – Coleta de sedimento superficial (0-2cm e 2-5cm);
- Trado holandês simples – coleta de sedimento (5-20cm e 20-40cm);
- Testemunhos – Coleta de sedimento para descrição de camadas.

Na sequência serão apresentadas as impressões técnicas par os pontos acompanhados.

As atividades de campo para coleta dos transectos do trecho 16 (zona costeira) do Plano de Manejo de Rejeitos estavam programadas para serem realizadas entre os dias 29 de novembro de 2021 e 6 de dezembro de 2021. A Assessoria Técnica Independente da Associação dos Pescadores e Extrativistas e Remanescentes de Quilombo do Degredo (ASPERQD) acompanhou as amostragens em 30 de dezembro, 01 e 02 de janeiro de 2021 e o IEMA em 04 de dezembro de 2021.

Para o dia 04/12/2021 os dois transectos, TS-PR-01 e TS-PR-02, que estavam programados foram realizados e as atividades foram acompanhadas pelos técnicos do IEMA. O dia estava ensolarado, sem chuva, com temperaturas acima de 25°C.

Os pontos do transecto TS-PR-02 foram os primeiros a serem coletados, iniciando-se na praia supratidal, em direção à restinga. As coletas no primeiro ponto (TS-PR-02-03) iniciaram-se às 08:28 e foram finalizadas às 09:24. O último ponto do transecto foi finalizado às 11:30. A **TABELA 01** apresenta informações sobre as coletas.

Para as coletas dos pontos foi determinado o local e tomou-se o cuidado para que não houvesse interferências. O local foi cercado em uma circunferência de aproximadamente 1m de diâmetro para que a coleta ocorresse. Primeiramente, foi feita a coleta nos primeiros cm (0 a 2 cm) com uma colher de inox, sendo o sedimento alocado em badeja de inox para identificação da coloração de acordo com a escala Munsell e medição de pH. As amostras

foram armazenadas em sacola plásticas e identificadas com o ponto, estrato e com as análises que seriam realizadas em laboratório (granulometria, condutividade, metais, nitrogênio kjeldahl e carbono orgânico total).



**Foto 1.** Retirada da camada superficial (0-2 cm) com colher de inox em ponto delimitado localizado na restinga.



**Foto 2.** Medição de pH de amostra de sedimento com pHmetro Groline Hanna 98168.



**Foto 3.** Análise de coloração de amostra de sedimento de acordo com a escala Munsell.



**Foto 4.** Amostra de sedimento do ponto TS-PR-02-03 armazenada em saca plástica e com identificação da amostra e das análises.

Após, prosseguiu-se com coletas da camada de sedimento de 2 a 5 cm, utilizando também a colher de inox. A terceira camada (5 a 20 cm) e a quarta camada (20 a 40 cm) de sedimento

foram coletadas com trado holandês simples até a profundidade a ser atingida. Para todas as camadas foram realizados os mesmos procedimentos de identificação de coloração do sedimento, medição de pH, armazenamento e identificação de amostras. As medidas foram sempre conferidas com trenas. Para cada ponto foi coletado um testemunho próximo ao ponto de coleta para caracterização das camadas sedimentares do local.



**Foto 5.** Retirada da camada superficial (2-5 cm) com colher de inox em ponto delimitado localizado na praia supratidal.



**Foto 6.** Coleta de amostra de sedimento em camadas acima de 5 cm com trado holandês simples.

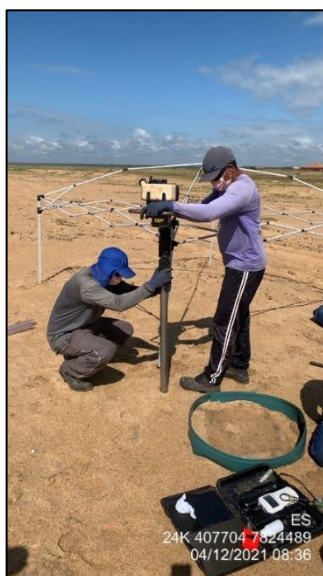


**Foto 7.** Limpeza do trado holandês simples com bucha, detergente extran e água destilada.



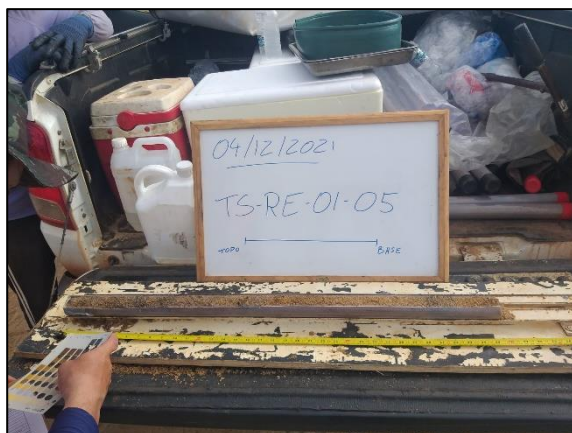
**Foto 8.** Conferência, com trena, da medida de profundidade da camada de sedimento coletada.

Já os testemunhos foram coletados com uso de equipamento a gasolina de precursão mecânica do tipo suporte ao coletor. Os testemunhos eram levados até o carro, onde foi finalizada a preparação, acondicionado e identificação. Apenas um testemunho foi descrito em campo, na presença das técnicas do IEMA, os demais, segundo o engenheiro ambiental da Golder, Rafael Salles, seriam descritos posteriormente após a finalização do campo.



**Foto 9.** Coleta de testemunho em local próximo à delimitação do ponto para coleta de sedimento para análises laboratoriais.

Após a finalização das coletas do ponto TS-PR-01-05, pertencente ao transecto TS-PR-01, aproximadamente às 16:00, foi realizada a descrição do testemunho do ponto TS-PR-01-05, que o técnico nomeou como TS-RE-01-5, devido à sua localização na restinga. Foi feita a preparação e abertura do testemunho e a descrição pelo próprio Rafael Salles, da empresa Golder. Ao final da descrição, amostras de cada camadas foram coletadas e alocadas em potes ou sacos plásticos para realização do teste de mistura, também posterior à finalização das atividades de campo, desta forma, a realização do teste de mistura não foi acompanhada pelo IEMA.



**Foto 10.** Identificação, medição e descrição do transecto TS-PR-01-05, coletado na restinga.



**Foto 11.** Coleta de amostras do testemunho TS-PR-01-05, coletado na restinga, para realização posterior do teste de mistura.

**Formulário de Sondagem**

---

ID do Ponto de Sondagem: **TS-RE-01-05**      Data: **5/12/21**      Coordenadas UTM:

Município: **Recife**      Hora Início: **15:00**      Hora Término: **15:48**      CLIMA:  Enxofrado     Nublado     Chuvoso

Responsável Sondagem (Golfer): **Rafael**      Contexto:  Praia     Restinga

---

**Perfis de Sondagem**

Profundidade (m)	Com. Umidade	Composição (textur., compact., percent. com. part.)	Consistência (muito, média, dura)	Representação esquemática do perfil
0-0,05		Areia fina a média, pouca umidade frívola, cor 10YR-6/3		
0,05-0,15		Areia média, umidade, frívola cor 10YR-4/2		
0,15-0,19		Areia média, umidade, frívola cor 10YR-3/3		
0,19-0,21		Idem ②		
0,21-0,24		Idem ②		
0,24-0,43		Areia média, umidade, frívola 10YR-5/4		
0,43-0,59		Areia grossa a muito grossa, frívola, 10YR-5/4		
0,59-0,75		Areia média, frívola, cor 10YR-6/4		
0,75-0,81		Areia média, 10YR 6/4 (Duro), com pontas p. ston.		
0,81-0,90		Idem 8		

**Observações:**  
 (0-0,02) 10YR-5/4      (0,05-0,20) 10YR-4/3  
 (0,02-0,05) 10YR-5/4      (0,20-0,40) 10YR-4/3

**Amostras para laboratório**

ID da amostra	Intervalo	Data	Hora	ID laboratório

Responsável Amostragem (Golfer): **Rafael**

Foto 12. Formulário de sondagem com a descrição do testemunho do ponto TS-RE-01-05.

A verificação das leituras dos padrões no pHmetro não foram realizadas em campo na presença das técnicas do IEMA, por este motivo foi questionado à equipe se tal verificação estaria ocorrendo. O coletor destacou que tais verificações eram feitas diariamente, no

entanto, realizadas no hotel, a fim de diminuir possíveis interferências em campo, e se disponibilizou para enviar as fichas com as verificações ao IEMA para que fosse feita a análise.

**Tabela 1.** Informações sobre as coletas de sedimento para os 6 pontos coletados nos dois transectos localizados ao sul da foz do rio Doce.

Ponto	Camada	Coordenadas (UTM – Zona 24K)		pH
		E (m)	N (m)	
TS-PR-01-03 (supratidal)	0 a 2 cm	407.704	7.824.489	5,09
	2 a 5 cm			6,79
	5 a 20 cm			7,51
	20 a 40 cm			7,41
TS-PR-01-04 (restinga)	0 a 2 cm	407.705	7.824.490	6,72
	2 a 5 cm			7,17
	5 a 20 cm			6,59
	20 a 40 cm			7,33
TS-PR-01-05 (restinga)	0 a 2 cm	407.690	7.824.575	6,54
	2 a 5 cm			5,79
	5 a 20 cm			5,62
	20 a 40 cm			6,44
TS-PR-02-03 (supratidal)	0 a 2 cm	412.793	7.826.498	7,64
	2 a 5 cm			7,50
	5 a 20 cm			6,94
	20 a 40 cm			7,06
TS-PR-02-04 (restinga)	0 a 2 cm	412.791	7.826.511	7,25
	2 a 5 cm			6,88
	5 a 20 cm			6,63
	20 a 40 cm			6,96
TS-PR-02-05 (restinga)	0 a 2 cm	412.784	7.826.529	7,41
	2 a 5 cm			6,80
	5 a 20 cm			7,14
	20 a 40 cm			6,83

---

### **3. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Durante a vistoria foi observado pelas técnicas do IEMA que a preservação das amostras em gelo era realizada apenas após a coleta do sedimento em todas as quatro camadas do ponto, ou seja, o tempo para armazenamento das amostras de cada ponto em gelo demorou cerca de uma hora. Recomenda-se que o armazenamento das amostras ocorra de forma imediata em gelo, já que, será realizada análise de metais no sedimento e alguns metais apresentam alta volatilidade (mercúrio, por exemplo), desta forma, dependendo do período em que a amostra ficar sem armazenamento correto a análise de alguns metais nessas amostras pode apresentar resultados incoerentes.

Relativo à solicitação de envio do documento com as verificações do pHmetro, apesar do técnico de coleta ter se disponibilizado para envio, até o fechamento desta nota técnica os técnicos do IEMA não receberam. Solicita-se o envio dos documentos de verificação do pHmetro em 7 dias corridos.

Outra situação observada durante a vistoria foi a análise de pH nas amostras de sedimento nos pontos avaliados. Durante a leitura de pH foi observado pelos técnicos do IEMA que a sonda ficava muito tempo fora da solução, sendo assim, recomenda-se que a cada medida de pH realizada seja feita a lavagem imediata da sonda do pHmetro e coloque-a em solução para evitar erros de leituras entre as amostras coletadas e a sonda seja preservada da melhor forma. Ainda, em relação aos cuidados durante as coletas das amostras, observou-se que durante a coleta, em algumas camadas coletadas não foram trocadas as sacolas da bandeja onde era alocado o sedimento temporariamente anterior ao armazenamento ao local correto. Desta maneira, a recomendação é realizar as atividades com mais atenção para evitar contaminação de amostras.

Já para os testemunhos destacamos que ocorreram movimentações (ponto-carro), sem que o testemunho estivesse totalmente compactado, podendo ocasionar mistura das camadas superficiais (0-2 cm e 2-5 cm). Recomenda-se que a preparação dos testemunhos seja finalizada no próprio ponto.

Em relação à equipe de campo, destacamos que não foram todos os profissionais relacionados por e-mail pela Fundação Renova e que seria importante a presença de um geólogo ou profissional com habilitação similar nas atividades de campo para avaliação do

sedimento local e de mudanças nas características sedimentares e descrição de testemunho, por exemplo.

Cariacica/ES, 10 de janeiro de 2021.

**Equipe Técnica responsável pela elaboração desta Nota Técnica:**

- Ana Kelly Simões Rocha (IEMA/ES);
- Fadima Guimarães de Ávila Augusto (IEMA/ES).



**Thales Del Puppo Altoé**  
Coordenador da CT-GRSA

**Nota Técnica aprovada em 08/02/2022 durante a 58ª Reunião Ordinária da CT-GRSA.**