

## NOTA TÉCNICA CT-GRSA nº 02/2021

**Assunto:** Apresentar ao Sistema CIF a análise dos “estudos de balanço e transporte de sedimentos intra e extracalha dos Trechos 1 a 16”, referente ao item 10.1 do eixo prioritário 1, no âmbito do processo judicial 69758-61.2015.4.01.3400.

### 1. INTRODUÇÃO

De modo a promover a recuperação ambiental de toda área impactada pelo desastre do rompimento da barragem de Fundação foi firmado, em março de 2016, um Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC), assinado entre Samarco, Vale e BHP, os governos federal e dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo. O TTAC dividiu as obrigações a serem executadas pela Fundação Renova em 42 programas, socioambientais e socioeconômicos.

Visando a realização de estudos de avaliação detalhada da Área Ambiental 1 (áreas abrangidas pela deposição de rejeitos nas calhas e margens dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce, considerando tributários, regiões estuarinas, costeiras e marinha na porção impactada pelo rompimento) e execução do manejo de rejeitos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão cabe o acompanhamento pela Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança ambiental (CT-GRSA). Para melhor definir as ações e implementação das alternativas de manejo, foram estabelecidos 17 trechos, sendo objeto de discussão dessa Nota Técnica, os trechos 1 a 16.

Assim, acompanhado no âmbito da Ação Civil Pública 69758-61.2015.4.01.3400, pelo eixo prioritário 1, foi solicitado estudos que possibilitasse a avaliação das alterações e caracterizações de estudos biogeoquímicos, hidrodinâmicos e hidrossedimentológicos, estes acompanhados pela CT-GRSA.

Em 01 de outubro de 2020, foi apresentado pela Fundação Renova à CT-GRSA o documento intitulado “Estudos dos processos Fluviais e de Sedimentos a Jusante da Barragem de Fundão, no rio Doce”, contendo duas fases. A fase I busca identificar e analisar as

informações disponíveis, visando atender os objetivos do projeto, as limitações dos dados e planejar levantamentos complementares e suas respectivas implementações. A fase II consiste em apresentar o diagnóstico da produção e transporte de sedimentos na bacia do rio Doce, com base na análise dos dados disponíveis na fase I e na simulação do balanço do comportamento hidrossedimentológico do conjunto da bacia.

O estudo hidrossedimentológico também contemplará uma fase III, cujo objetivo é realizar as avaliações computacionais em trechos ou locais específicos de maior interesse, com base nos estudos anteriores. Entretanto, o foco desta Nota Técnica são as análises das fases I e II, entregues de acordo com as datas acordadas em âmbito judicial.

Por fim, propõe-se nesta Nota Técnica a apresentação da análise, por parte da CT-GRSA e dos órgãos ambientais que cooperaram, dos referidos estudos, nas fases I e II, protocolados pela Fundação Renova.

## **2. HISTÓRICO**

A Samarco, em cumprimento à obrigação assumida no âmbito da Cláusula 150, protocolou em 29 de julho de 2016 o Relatório Técnico: “Avaliação de Impactos no Meio Físico Resultantes do Rompimento da Barragem de Fundão” perante o Comitê Interfederativo (CIF). O capítulo três do referido documento foi intitulado como “Estudo Geomorfologia, Hidrodinâmica e Hidrossedimentologia”, além de separar o estudo Biogeoquímico em Geoquímico e Biogênico.

O Ibama, em 26 de setembro de 2016 emitiu o parecer PAR.02022.000510/2016-20 CPROD/IBAMA referente ao Item 4 – Avaliação dos resultados de Investigação Geoquímica e Aspectos Biogênicos, mais especificamente acerca da primeira versão do Estudo Geoquímico do Relatório Técnico supracitado. Além disso, solicitou em 16 de outubro de 2017 a reorganização dos setores apresentados por meio do Parecer Técnico nº 3/2017-NUPAEMMG/DITEC-MG/SUPES-MG, assim como sugeriu um maior prazo para a entrega da versão final do estudo geoquímico.

Em 18 de outubro de 2017, o Ibama emitiu o Parecer técnico nº 5/2017-NUPAEM-MG/DITEC-MG/SUPES-MG (Anexo 1) com processo 02015.002417/2015-68, na qual foi realizada a análise do Relatório Técnico: “Avaliações de Impactos no Meio Físico Resultantes do Rompimento da Barragem de Fundão”, especificamente o capítulo três, “Geomorfologia, Hidrodinâmica e Hidrossedimentologia”. O parecer visou identificar se os objetivos do estudo foram atendidos de forma clara seguindo a melhor metodologia disponível.

A Fundação Renova, em atendimento à demanda da 14ª Reunião Ordinária da CT-GRSA, protocolou em 20 de outubro de 2017 na CT-GRSA, a revisão do cronograma de estudos complementares relacionados ao Plano de Manejo de Rejeitos e o Termo de Referência de Estudos de Transporte de Sedimentos, sendo o último solicitado para que os órgãos ambientais analisassem se contemplava as recomendações do Parecer Técnico nº 5 supracitado.

Em dezembro de 2017, esse mesmo Termo de Referência foi protocolado na Câmara Técnica de Segurança Hídrica e Qualidade da Água (CT-SHQA) para conhecimento da referida câmara. Além disso, em 31 de outubro de 2017, a empresa protocolou o Relatório RT - 015\_159-515-2282\_03-J, intitulado “Programa de Caracterização Geoquímica de Rejeitos, Solos e Sedimentos - Versão Revisada”.

No ano de 2018, em 28 de fevereiro foi emitido pela Semad-MG o OFÍCIO.DGRD.SUGA.SEMAD nº 002/2018 (Anexo 2) acerca do Estudo Geoquímico revisado (Relatório RT-015\_159-515-2282\_03-J) e, em resposta ao OFI.NII.122017.1778 – Termo de Referência do Estudo de Transporte de Sedimento, o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) emitiu, em 02 de março de 2018, a Nota Técnica nº 04/2018 – GTECAD/ Águas interiores (Anexo 3) a fim de orientar alguns itens contidos no Termo de Referência. Na mesma data também foi emitido pelo Ibama/IEMA o Parecer Técnico nº 1/2018-NUPAEMMG/DITEC-MG/SUPES-MG, acerca do Estudo Geoquímico Revisado (Relatório RT015\_159-515-2282\_03-J).

Na cidade de Vitória – Espírito Santo, ocorreu em 10 de agosto de 2018 a 24ª Reunião Ordinária da CT-GRSA onde foram discutidos os estudos previstos pela Cláusula 150 do TTAC. Por meio da Nota Técnica CT-GRSA Nº 11/2018 (Anexo 4), aprovada em 06 de novembro de 2018, foi exposto uma análise e discussão acerca do Estudo Biogeoquímico

(Biogênico e Geoquímico), Estudo Geomorfológico e Estudo Hidrodinâmico e Hidrossedimentológico apresentados pela Fundação Renova.

Na 25ª reunião da Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental (CT-GRSA), ocorrida em 06 de setembro de 2018, foi registrado o Encaminhamento 25.4, solicitando o protocolo do Termo de Referência do Estudo Hidrossedimentológico e Hidrológico revisado, conforme demonstrado no OFI.NII.092018.4165 (Anexo 5) de 24 de setembro de 2018.

No dia 19 de dezembro de 2019, foi expedida, no âmbito da Ação Civil Pública 69758-61.2015.4.01.3400, uma decisão que homologou eixos prioritários temáticos com o objetivo de solucionar os principais desafios enfrentados no contexto do rompimento da barragem de Fundão. Nessa conjuntura foram estabelecidas, respectivamente a cada eixo prioritário, às entregas a serem apresentadas pela Fundação Renova ao Comitê Interfederativo (CIF), o qual reportará ao juízo, com subsídio técnico dos órgãos competentes, suas considerações a respeito dos estudos, avaliações, projetos, relatórios, cronogramas, planos de ação e demais documentos encaminhados.

Considerando o Eixo Prioritário 1, relativo aos estudos para recuperação ambiental intra e extracalha desenvolvidos em toda a bacia do rio Doce, quanto ao cumprimento de sentença, Processo nº 1000242-22.2020.4.01.3800 (Recuperação ambiental intra e extra calha), a Fundação Renova protocolou junto ao CIF, em 21 de fevereiro de 2020, o documento intitulado “Estudos dos processos fluviais e de sedimentos a jusante da barragem de fundão, no rio Doce”.

O documento foi conduzido para a CT-GRSA no dia 21 de fevereiro de 2020, estabelecendo-se a data de 16 de outubro de 2020 para conclusão da análise e, em sequência, a Secex/CIF encaminhou para subsídio técnico da CT-GRSA no dia 01 de outubro de 2020 por meio de e-mail, apresentando à coordenação da CT-GRSA para análise dos estudos entregues pela Fundação Renova visando o entendimento ao item 10.1 do eixo prioritário 1.

Em resposta ao documento “Estudos dos processos fluviais e de sedimentos a jusante da barragem de Fundão, no rio Doce”, a CT-GRSA emitiu o Ofício FEAM/CT - GRSA nº. 56/2020 (Anexo 6), datado de 05 de outubro de 2020, solicitando a dilação do prazo para

avaliação do relatório técnico apresentado pela Fundação Renova em 30 dias úteis, sendo o novo prazo a data em 27 de novembro de 2020. Cabe ressaltar que tais dilações foram essenciais para consulta a diversas áreas técnicas e realização de uma análise robusta e assertiva, consolidada na presente nota técnica.

No dia 08 de outubro de 2020 foi enviada por e-mail pela CT-GRSA com destinatário o GAT-CIF/IBAMA solicitando auxílio para análise dos itens definidos, então como prioritários da ACP, as quais foram indicados perfis com potencial afinidade com o tema.

Ainda no ano de 2020, foram realizadas duas reuniões da CT-GRSA que ocorreram no dia 26 de novembro - Reunião CT-GRSA Gerencial nº 16/2020 (Anexo 7) e 11 de dezembro - Reunião CT-GRSA Gerencial nº 19/2020 (Anexo 8) que objetivaram, respectivamente, sanar dúvidas acerca do Relatório Técnico Estudos dos Processos Fluviais e de Sedimentos a Jusante da Barragem de Fundão (Relatório Técnico nº 01) para alinhamento da análise e elaboração das notas técnicas referente aos estudos hidrossedimentológicos e geomorfológicos. Ambas as reuniões contaram com a participação de membros da Feam, Iema, Igam, Ramboll e Lactec, tendo também a participação de membros da Rhama, Fundação Renova e Prefeitura de Mariana na reunião de novembro e a participação do professor Luiz Evaristo Paiva da Universidade Federal de Juiz de Fora na reunião realizada em dezembro.

### **3. ANÁLISE DA CT-GRSA**

De acordo com o Cronograma Transporte de Sedimentos, datado de dezembro de 2019 e elaborado visando atender o cronograma solicitado no âmbito da Ação Civil Pública, especificamente ao Eixo 6 - Medição de performance e acompanhamento, subitem 2.1 - Apresentar ao Sistema CIF cronograma do estudo do balanço de massa e de transporte de sedimentos nos rios Gualaxo, Carmo e Doce, referentes aos trechos de 1 a 16. Neste cronograma é descrito que os “Estudos dos Processos Fluviais e de Sedimentos a Jusante (*sic*) da Barragem de Fundão, no rio Doce” foram divididos em três fases, sendo elas:

- Fase I: Análise e avaliação das informações existentes;

- Fase II: Avaliação do balanço hidrossedimentológico e;
- Fase III: Modelo de transporte de sedimentos.

Desta forma, é evidente que para uma avaliação criteriosa do balanço hidrossedimentológico ao longo dos corpos hídricos fluviais impactados pelo rompimento da Barragem de Fundão, de propriedade da Samarco S.A., é necessário uma gama de dados que devem ser coletados seguindo as bibliografias existentes e já referendadas, visto que tais dados serão base para o modelo conceitual de transporte e destino de sedimentos/rejeitos que por sua vez auxiliará no prognóstico de como estaria o ambiente caso não houvesse o rompimento e também quais medidas mitigadoras e compensatórias podem ser tomadas no caso em tela.

Os Objetivos Geral e Específicos do Relatório Técnico n.º01 é o mesmo do Relatório Técnico n.º02, mesmo eles sendo responsáveis por fases diferentes do estudo de transporte de sedimentos. São eles:

*“O objetivo geral é de desenvolver a avaliação dos cenários hidrossedimentológicos do trecho do rio Doce impactado pelo rompimento da barragem de Fundão quanto ao comportamento natural da bacia e o efeito das ações executadas e planejadas no processo de mitigação dos efeitos do rompimento.*

*Os objetivos específicos do estudo são:*

- *Consolidar os dados quantitativos e qualitativos de água e sedimentos existentes, revisar as suas inúmeras fontes e verificar as lacunas para garantir que dados adequados estão sendo coletados para o atendimento de programas atuais e futuros;*
- *Caracterizar as propriedades físicas dos rejeitos e sedimentos naturais, bem como o comportamento do transporte e da deposição de sedimentos no sistema fluvial;*
- *Desenvolver um modelo conceitual para entender os processos de produção e da dinâmica de transporte de sedimentos naturais e rejeitos por trechos fluviais dos rios;*
- *A partir do modelo conceitual, desenvolver um balanço de massa sedimentológico para caracterizar o suprimento, o armazenamento, a remobilização e o transporte de sedimentos. O balanço sedimentológico será realizado para as condições atuais e para condições futuras;*
- *Desenvolver modelo (ou modelos) morfodinâmico bidimensional, apropriado para trechos específicos do rio, para prever os processos de transporte e deposição de sedimentos futuros e avaliar a eficácia das várias opções de recuperação.”*

Assim, a análise será realizada com o intuito de verificar se os objetivos foram atendidos, utilizando as técnicas adequadas e levando em consideração a disposição de aproximadamente 40 milhões de m<sup>3</sup> de rejeitos oriundos da barragem de Fundão e ainda os sedimentos carreados da barragem de Germano e da redistribuição dos sedimentos das mais diversas fontes depositados ao longo de toda a calha dos rios impactos.

Seguindo o modelo ao qual os estudos de transporte de sedimentos/rejeitos foram apresentados a esta Câmara Técnica, as análises também foram realizadas de forma segmentada, tal qual veremos nos subitens a seguir.

### **3.1. Estudos dos Processos Fluviais e de Sedimentos a Jusante da Barragem de Fundão, no rio Doce - Produto 01 - Relatório Técnico n.º01 - Revisão n.º02**

Como descrito na página 5/181 do Relatório Técnico n° 01 em análise, *“a primeira fase identifica e analisa as informações disponíveis, visando atender os objetivos do projeto, identifica as limitações dos dados, planeja um levantamento complementar e implementa este levantamento”* (ipsis litteris).

Na página 32/181, é descrito que *“O primeiro reservatório, denominado UHE Risoleta Neves, reteve a parte mais grosseira dos sedimentos. Segundo dados preliminares, estima-se que tenha retido cerca de 7 milhões de m<sup>3</sup> de material lamoso (Palu e Julien, 2019)”*. Ao buscar a fonte utilizada, foi verificado que ele toma como base para os volumes apresentados uma matéria do IBAMA, que por sua vez foi elaborado no período emergencial pós rompimento da barragem de Fundão e não havia (como hoje ainda não é de conhecimento dos órgãos que compõem o sistema CIF) dados suficientes para delimitar o volume retido pelas barragens das hidrelétricas localizadas ao longo da calha do rio Doce. Entretanto, é importante destacar que dos iniciais 32 milhões de m<sup>3</sup> que imaginavam ter saído da barragem de Fundão, esse valor atualmente é maior, de aproximadamente 40 milhões de m<sup>3</sup>, ou seja, 20% a mais.

Acrescenta-se aqui que cada corpo hídrico, de acordo com sua vazão, declividade do rio, granulometria e peso específico do sedimento terá um valor de saturação de transporte de sedimentos (CARVALHO, 2008), ou seja, um limite para a capacidade de transporte. Não conhecendo o valor de saturação dos rios impactados no cenário pré-rompimento, assim como, também, sem dados suficientemente robustos para análise dos demais fatores acima listados,

a análise dos cenários pré e pós rompimento é dificultada. Entretanto, é possível, através de uma boa malha amostral e coleta de dados em campo seguindo as metodologias já conhecidas em território nacional para transporte de sedimentos é possível estimar a ordem de grandeza atual. Destaca-se ainda que as características do sedimento/rejeito aportado pelo rompimento da barragem de Fundão muito se diferencia daqueles naturalmente produzidos pela bacia do rio Doce, tanto nos aspectos físicos (granulometria, morfologia e peso específico, por exemplo) como nos químicos (constituintes e seus percentuais).

No item de identificação de dados climatológicos e hidrológicos, com início na página 45/181, é descrita a base de dados utilizada no estudo. Na figura 12, página 46/181, é possível observar que nenhuma das estações capixabas utilizadas fica na bacia do rio Doce, sendo uma em São Mateus e outra em Vitória. Observa-se aqui que os dados do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), que por sua vez monitora as condições de tempo e clima no Espírito Santo e conta com estações meteorológicas na região de interesse e em locais próximos do rio Doce, com características de vento, temperatura e precipitação que poderiam subsidiar melhor as análises. Pontes e Fernandes (2002) relatam que para a obtenção de dados confiáveis, além de uma série histórica robusta, é importante que as estações situem-se na mesma isozona, o que não acontece para as estações utilizadas no estudo em análise.

Destaca-se ainda que os critérios adotados para seleção de estações (postos climatológicos, postos pluviométricos, postos fluviométricos e postos sedimentométricos e turbidez) são muito restritivos, refletindo diretamente na variabilidade espacial das variáveis em análise, com poucas estações selecionadas na bacia do rio Doce. Por exemplo, das 445 estações pluviométricas identificadas, apenas 22 postos de análise foram selecionados (30 anos ou mais de dados efetivos) e das 485 estações fluviométricas identificadas apenas 81 foram selecionadas (20 anos ou mais com pelo menos 80% dos dados disponíveis).

Acrescenta-se ainda que o IGAM, via Nota Técnica n.º32/IGAM/GMHEC/2020 (Anexo 9) reportou que na falta de estações climatológicas contidas na bacia do rio Doce que permitiriam a caracterização das condições climáticas seria possível usar como fonte de dados para o cálculo de evapotranspiração produtos de sensoriamento remoto MOD16 e GLEAM, destacando que a vantagem da utilização dos métodos de sensoriamento remoto e que a combinação destes com os métodos convencionais possuem grande potencialidade para o



desenvolvimento de estudos hidrológicos. Destacou-se também nesta Nota Técnica a possibilidade do uso de dados do satélite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission), produto 3B43-v7, para a realização do balanço hídrico climatológico.

Em Nota Técnica supracitada, o IGAM ainda reportou que modelos estatísticos não-paramétricos para a verificação de tendências dos dados de vazão líquida, tais como Pettit (PETTITT, 1979) e Mann-Kendall (KENDALL, 1975; MANN, 1945) ou Mann-Kendall modificado. Ainda concluem que a análise da base de dados e das metodologias aplicadas foi feita para fins de avaliação da modelagem hidrológica de forma isolada. Em outras palavras, não é possível concluir a sua adequabilidade para fins de modelagem hidrossedimentológica, uma vez que essa depende de uma avaliação integrada dos dados de sedimentos com os dados hidrológicos.

No final da página 65 e início da 66/181 é descrito que o Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Águas e Sedimentos (PMQQS), implementado pela Fundação Renova em atendimento ao TTAC, também gera dados de interesse para o estudo, sendo eles o monitoramento de vazão, nível de água, turbidez, sedimentos em suspensão e granulometria de material suspenso e depositado no leito dos rios. Entretanto, deve-se ater às metodologias utilizadas por este programa para obtenção dos dados, que por sua vez têm como objetivo atender aos objetivos do programa. Um exemplo é a forma como são coletados os sedimentos do rio para análises físicas e químicas, no qual são coletados nas margens e no meio do rio em porções pré-estabelecidas, com uso de draga, homogeneizados e depois de realizar a técnica do quarteamo, acondicionados nos recipientes e encaminhados ao laboratório. Logo, a granulometria fornecida por este programa, de fundo de rio, não pode ser utilizada para cálculos e estimativas de descargas e transporte de sedimentos de leito.

No item 7 é apresentado o Plano para Coleta de Novos Dados. Nele, na página 84/181, na análise de representatividade espacial, do médio Doce (b - a jusantes de UHE Risoleta Neves até UHE Aimorés) para o baixo Doce (c - a jusante de UHE Mascarenhas até Linhares) não foi descrito o trecho entre a UHE Aimorés a UHE Mascarenhas).

No Anexo K (inicia-se na página 152/181) estão descritas as metodologias utilizadas para as campanhas complementares realizadas entre junho a novembro de 2019. Para as coletas de

sedimento de fundo, foi utilizado uma draga de Eckman, como ilustra a figura 66, na página 155/181.

Observado o ineditismo de um rompimento da barragem de rejeitos com as proporções de Fundão, a extensão dos corpos hídricos atingidos e, parafraseando Carvalho (2008), no qual é destacado que a escolha correta do equipamento, aliada a uma boa amostragem e a uma análise de laboratório criteriosa são pontos fundamentais para o resultado de confiança na medida da carga sólida e que entre as formas de transporte de sedimentos temos a em suspensão (em função predominante da velocidade da corrente, com uma parcela devida ao material originado do leito que entrou em suspensão e um outra parte originada da descarga de lavagem da bacia nos períodos chuvosos) e a do leito (influenciado pelo atrito do deslocamento dos sólidos por arraste do leito), a escolha apenas de um método para amostragem do transporte de sedimentos - a de suspensão - pode ter subestimado o transporte do leito, que não foi mensurado, logo, não é possível estimar o seu percentual de contribuição ao longo da calha dos rios estudados. Destaca-se ainda, que mesmo sem monitoramentos regulares destes dois tipos de transportes ao longo do rio Doce pelos órgãos de governo, os mesmos são feitos pelas usinas hidrelétricas alocadas no rio Doce, e a utilização dos dados aferidos pelas usinas somariam ao estudo como fontes pré-rompimento.

Tendo em vista que a qualidade da água da bacia do rio Doce usualmente apresenta-se mais degradada em períodos chuvosos, condição essa já preexistente ao rompimento da barragem de Fundão (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2017), questiona-se a eficácia quanto à tentativa de se melhorar a representatividade temporal através do Monitoramento Complementar (tópico apresentado no item 8 do relatório “Estudos dos processos fluviais e de sedimentos a jusante da barragem de Fundão, no rio Doce, Produto 01, Revisão nº 02”, relativo à Fase 01), uma vez que as cinco campanhas realizadas abrangeram majoritariamente meses de característica pouco chuvosa e se o ideal para atingimento do propósito não seria a contemplação de minimamente um ciclo hidrológico anual.

De acordo com Arcova e Cicco (1999), precipitações elevadas e de maior frequência, que normalmente ocorrem no período chuvoso, resultam no aumento da concentração de sólidos em

suspensão na água. A ocorrência de chuvas favorece o carreamento de materiais depositados nas margens para dentro dos rios. Além disso, há também o aumento da vazão e da velocidade da água dos rios que propiciam a ressuspensão dos sedimentos para a coluna de água. O resultado da soma desses fatores é o aumento da turbidez da água. Isso já ocorria mesmo antes do colapso da barragem de Fundão, contudo, com o desastre foram disponibilizados cerca de 44 milhões de m<sup>3</sup> de rejeitos ((BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020) ao meio ambiente que passaram a contribuir de modo adicional à turbidez natural do rio Doce.

Além disso, como é destacado no item 5.3.2 Caracterização espacial e temporal, na página 51 do relatório da Fase 01, os últimos 10 anos apresentaram-se como um período prolongado de precipitações médias menores, sendo uma sequência de anos com precipitação abaixo da média histórica. Observou-se que depois de 2013 houve uma tendência de ocorrência de valores ainda menores de precipitações abaixo da média. É comentado também que ao se analisar as séries históricas, não houve registro de um período de precipitações abaixo da média tão longo.

Em Brasil (MPF)/LACTEC (2020), na avaliação realizada após o rompimento até o ano de 2018, similarmente é afirmado que não foram constatados eventos extremos de vazão nas estações fluviométricas localizadas no rio Doce.

Todavia, a ocorrência da cheia de janeiro/2020 pode ser um indicativo de mudança desse cenário de baixas vazões. Ademais, cabe destacar também os elevados valores de turbidez registrados, inclusive superiores a 1.000 UNT, no período da referida cheia em estações automáticas da Fundação Renova, os quais podem ser conferidos através do portal online dualBase (acesso restrito aos órgãos de meio ambiente e recursos hídricos que compõem o sistema CIF e a Fundação Renova) ou no portalweb do PMQQS ([www.monitoramentoriodoce.org](http://www.monitoramentoriodoce.org)) que é aberto a toda sociedade.

O evento atípico de janeiro/2020 e suas consequências exemplificam bem a inquietação no que se refere a eficácia do Monitoramento Complementar realizado pela Fundação Renova tendo em vista a ocorrência de períodos chuvosos e o conseqüente aumento da concentração de sólidos na água, bem como ao entendimento dos impactos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão e sua recuperação ao longo do tempo.

---

### **3.2. Estudos dos Processos Fluviais e de Sedimentos a Jusante da Barragem de Fundão, no rio Doce - Produto 02 - Relatório Técnico n.º01**

Na página 41/552 é relatado que a Fase 1 não integra o item 10.1 do Eixo Prioritário da Ação Civil Pública da 12ª Vara de MG. Entretanto, essa CT-GRSA entende que como a fase 1 é onde serão coletados os dados que serão utilizados nas fases 2 e 3, ela também integra os Eixos, tal qual descrito no Plano de Trabalho entregue pela Fundação Renova em atendimento a solicitação do Cronograma dos Estudos entregue pela Fundação Renova no âmbito do Processo (Anexo 10).

Na página 45/552 é apresentada a fórmula para volume total transportado em suspensão no leito menor de cada trecho, sendo relatado que este é o balanço com o modelo MGB-SED. Entretanto, a fórmula apresentada é apenas para o sedimento transportado em suspensão, e não todos os sedimentos que são transportados ao longo da calha do rio.

Na fórmula 45 do Manual de Referência Teórica do MGB (Colluschonn *et al.*, 2020) a vazão lateral que chega ao trecho de rio de cada minibacia é a soma das vazões de contribuição superficial, subsuperficial e subterrânea. Não foi possível observar no estudo analisado estas somatórias.

Na página 185/552 é apresentado o modelo digital de elevação (MDE) que foi utilizado para rodar o MGB, sendo escolhido por tanto o SRTM de 90 m, o qual possui erros verticais na casa métrica e às vezes superiores a 10 m de erro. Destaca-se que o erro se torna mais pronunciado principalmente em regiões planas, onde variações na casa centimétrica pode alargar e depositar sedimentos em grandes áreas. Ao longo da calha do rio Doce, desde Fundão a sua foz, há dados de levantamento com laser, sendo estes muito mais precisos que o MDE utilizado pelo referido relatório. Observa-se que também não foi construído um modelo integrado do MDE com informações topobatimétricas existentes ao longo do rio Doce, conforme apresentado no relatório da Fase I, da presente nota técnica.

Na página 222/552 é apresentado o estudo referente a medição de sedimentos de arraste, sendo este realizado pela Potamos em 2017, em 5 pontos, sendo apenas 3 pontos coincidentes na área de passagem e deposição da onda de lama de rejeitos. Este estudo por sua vez não foi aprovado e sequer avaliado pela CT-GRSA. Complementa-se que na página 242, são

apresentadas as estimativas de retenção de sedimentos para os reservatórios Risoleta Neves, Baguari, Aimorés e Mascarenhas, com base no período simulado (2005 a 2014) entretanto não é comentado ao longo do relatório se foi assumida alguma taxa de retenção de sedimentos ao longo do corpo hídrico. Destaca-se que o estudo apresentado pela Potamos é frágil do ponto de vista de representatividade uma vez que refere-se apenas a área do alto rio Doce, não podendo ser extrapolado para o médio e baixo rio Doce, uma vez que a barragem de Risoleta Neves serviu como uma barreira no processo de seleção de granulometrias mais grosseiras (areia), as demais áreas a jusante do barramento sofreram depósitos de rejeitos no interior das calhas do rio Doce. Com isso, há uma carência de estudos de sedimentos de arraste ou de fundo medidos no médio e baixo rio Doce.

Na página 281/552 são apresentados os volumes de sedimentos retidos nos reservatórios que foram simulados pelo MGB-SED. Na UHE Risoleta Neves reteve-se 7,8 hm<sup>3</sup> de rejeito. Já Baguari, Aimorés e Mascarenhas retiveram 2,66 hm<sup>3</sup>, 0,102 hm<sup>3</sup> e 0,0012 hm<sup>3</sup>, respectivamente. Os valores estão muito aquém do volume que foi estimado BRASIL(MPF)/LACTEC (2020), sendo depositado 9,9 hm<sup>3</sup> em Risoleta Neves, 3,56 hm<sup>3</sup> na UHE Baguari e 3,35 hm<sup>3</sup> na UHE Aimorés. Nas diferenças calculadas quando comparamos os estudos da Rhama e do Lactec para os mesmos reservatórios verificamos uma subestimativa no volume retido de sedimentos no relatório da Rhama de 21%, 25% e 97% para os reservatórios de Risoleta Neves, Baguari e Aimorés, respectivamente, totalizando um erro acumulado de 6,28 hm<sup>3</sup> a menos de rejeitos quando se utiliza como referência os resultados apresentados por BRASIL(MPF)/LACTEC (2020). Destaca-se que para o reservatório de Mascarenhas não foi apresentado o volume de rejeitos retido por BRASIL(MPF)/LACTEC (2020) uma vez que o reservatório já estava assoreado.

Apesar do volume liberado pelo reservatório de Fundão (281/552) do referido documento na ordem de 44,7 hm<sup>3</sup> (incluindo-se nesta conta o valor 4,7 hm<sup>3</sup> da estimativa de volumes dos trechos T1-T5, estimados pela Golder), estar relativamente próximo ao volume de 44 hm<sup>3</sup> calculado por BRASIL (MPF)/LACTEC, (2018), ainda sim há inconsistências dos locais onde estão depositados estes rejeitos. Podendo ser confirmado com o volume retido nas planícies de inundação calculados para todo trecho simulado T6 a T15 (página 353, tabela 75) do relatório em análise, o qual foi estimado em 6,7 hm<sup>3</sup>, sendo que somente entre os trechos de 6

a 11 (a jusante de Santarém até o início do reservatório de Risoleta Neves) foram depositados 10,75 hm<sup>3</sup> (BRASIL(MPF)/LACTEC, 2020), ou seja um valor muito superior ao que foi apresentado pela Fundação Renova.

Embora seja usual estimar a concentração de sólidos suspensos pela turbidez, esta relação é particular a cada corpo hídrico estudado, variando de acordo com o uso do solo da microbacia em estudo, tamanho e morfologia do grão e tipo de solo, entre outros. Logo, usar tal relação ao longo de toda a área estudada e considerar que as características do sedimento em suspensão pós-rompimento da barragem de Fundão, é similar ao sedimento escoado pré-rompimento pode nos levar a resultados temerários.

Acrescenta-se ainda que não foi possível identificar, de acordo com o texto e os dados base apresentados, que os efeitos de maré para o trecho do baixo Doce, principalmente entre a ponte de Linhares (sede) e a região do distrito de Regência (foz) foram considerados. Destaca-se aqui que devido a declividade da região a influência física do efeito de maré não pode ser desprezada em modelagem nesta região.

#### **4. ATENDIMENTO A NOTA TÉCNICA CT GRSA n.º 11/2018**

Como supracitado nesta nota, o estudo analisado foi solicitado via diversos encaminhamentos, os quais foram analisados por último na Nota Técnica n.º 04/2018 - GTECAD/Águas Interiores - Termo de Referência do Estudo de Transporte de Sedimentos. Nesse documento é destacado que a área de estudo é toda a Área Ambiental 1 - ainda não delimitada pelo sistema CIF, mas com definição explícita no TTAC. A saber:

*“ÁREA AMBIENTAL 1: as áreas abrangidas pela deposição de rejeitos nas calhas e margens dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce, considerando os respectivos trechos de seus formadores e tributários, bem como as regiões estuarinas, costeiras e marinha”*

Uma vez que o estudo não contemplou as áreas estuarinas, costeiras e marinha, entende-se que sua área de aplicação não atende ao solicitado. Observa-se que na Nota referenciada, é explícito que a subdivisão seja feita de acordo com os trechos do Plano de Manejo de Rejeitos.

Cabe ressaltar que, o Plano de Manejo de Rejeitos passou por uma alteração. Os ambientes costeiros, estuarinos e lagunares foram incorporados para o Trecho 16, enquanto que o ambiente marinho é tratado, exclusivamente, no Trecho 17. Essas alterações foram orientadas através da Nota Técnica CT-GRSA nº 01/2019 e pela Deliberação CIF nº 273. O estudo de Balanço de massas do ambiente marinho foi protocolado, pela Fundação Renova, em 28 de fevereiro de 2020 e analisado, pela CT-GRSA, através da Nota Técnica CT-GRSA nº 03/2020.

Quanto a utilização de modelo que considere as características tropicais da área em análise, essa solicitação foi atendida. Entretanto, não é possível identificar que o sistema lacustre do médio e baixo Doce foi considerado.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observando os objetivos listados no estudo pela Fundação Renova é esperado que parte deles tenham sido atendidos na elaboração da Fase 1 e Fase 2 do presente estudo, observando as peculiaridades das fases aqui apresentadas. Assim, temos:

**Objetivo Geral: Ainda não atendido.** Entretanto, espera-se que tal seja alcançado com a conclusão da Fase III.

*“O objetivo geral é de desenvolver a avaliação dos cenários hidrossedimentológicos do trecho do rio Doce impactado pelo rompimento da barragem de Fundão quanto ao comportamento natural da bacia e o efeito das ações executadas e planejadas no processo de mitigação dos efeitos do rompimento”.*

No tocante aos objetivos específicos:

- *Consolidar os dados quantitativos e qualitativos de água e sedimentos existentes, revisar as suas inúmeras fontes e verificar as lacunas para garantir que dados adequados estão sendo coletados para o atendimento de programas atuais e futuros;*

**Atendido parcialmente, visto que foram apresentadas diversas fontes de imagens de satélites com melhores resoluções, modelos digitais de terrenos, estações climatológicas, pluviométricas e fluviométricas não consideradas na Fase I.**

- *Caracterizar as propriedades físicas dos rejeitos e sedimentos naturais, bem como o comportamento do transporte e da deposição de sedimentos no sistema fluvial;*

**Não atendido, visto que essa caracterização das propriedades físicas dos rejeitos e sedimentos naturais não foi apresentada, de forma robusta, no presente estudo.**

- *Desenvolver um modelo conceitual para entender os processos de produção e da dinâmica de transporte de sedimentos naturais e rejeitos por trechos fluviais dos rios;*

**Não atendido. Entretanto, espera-se que esse seja um dos produtos a serem entregues na Fase III.**

- *A partir do modelo conceitual, desenvolver um balanço de massa sedimentológico para caracterizar o suprimento, o armazenamento, a remobilização e o transporte de sedimentos. O balanço sedimentológico será realizado para as condições atuais e para condições futuras;*

**Não atendido. Pela descrição, não há previsão do mesmo ser atendido da Fase III, uma vez que os estudos até então apresentados não indicam a carga de fundo que vem sendo transportada por trechos ao longo da área de estudo e muito menos os efeitos da remobilização dos sedimentos, observando sua complexidade.**

- *Desenvolver modelo (ou modelos) morfodinâmico bidimensional, apropriado para trechos específicos do rio, para prever os processos de transporte e deposição de sedimentos futuros e avaliar a eficácia das várias opções de recuperação.”*

**Não atendido. Entretanto, na Fase III há expectativa de apresentação de trechos do rio com estudos mais robustos.**

Desta forma, é possível observar que a falta de dados (tanto pretéritos quanto pós rompimento) e também uma busca refinada por todos os dados e modelos digitais de terreno influenciaram nos resultados apresentados na Fase II. Soma-se a este fato que as campanhas complementares



não buscaram identificar o percentual de transporte de fundo frente ao total de sedimentos transportados por trecho em estudo.

Sendo assim, é prudente que as campanhas amostrais sejam ampliadas e análises mais precisas incorporadas. Tais análises devem seguir as boas práticas compiladas no Apêndice 1, que foram elaboradas após a entrega do Plano de Trabalho pela Fundação Renova em 18 de dezembro de 2020, através do ofício FR.2020.2103 (Anexo 11).

### **Referência bibliográfica**

ARCOVA, F. C. S.; CICCO, V. de. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. *Scientia Forestalis*, v. 56, p. 125-134, 1999.

BRASIL. Ministério Público Federal (MPF). LACTEC. Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce. Relatório de Linha-Base: Volume I – Meio Físico. Curitiba: Lactec, 2017.

BRASIL. Ministério Público Federal (MPF). LACTEC. Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce. Relatório Pós-desastre – Meios Físico e Biótico: Geologia, Solos, Hidrologia e Hidrossedimentologia, Qualidade de sedimentos, Unidades de Conservação, Flora e Fauna. Curitiba: Lactec, 2018.

BRASIL. Ministério Público Federal (MPF). LACTEC. Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce e região costeira adjacente. TOMO I – Contextualização. Diagnóstico de Danos. Curitiba: Lactec, 2020.

Carvalho, Newton de Oliveira. *Hidrossedimentologia Prática - 2ª ed. rev. atual e ampliada* - Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

### **Agradecimentos**

Agradecemos ao Professor Luiz Evaristo Dias de Paiva, do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), por compartilhar seu conhecimento técnico aos membros da CT-GRSA, que foram fundamentais na análise dos “Estudos dos Processos Fluviais e de Sedimentos à Jusante da Barragem de Fundão, no Rio Doce”.

Belo Horizonte, 12 de janeiro de 2021.

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

- Emilia Brito (IEMA/ES)
- Sebastião Domingos de Oliveira (LacTec/MPF)
- Jessica Luiza Nogueira Zon (IEMA/ES)
- Luciana Eler França (Feam/MG)
- Josemar de Carvalho Ramos (Ibama/MG)
- Gilberto Fialho Moreira (Feam/MG)
- Maria Laura Cardoso Di Marzio (Feam/MG)



**Gilberto Fialho Moreira**  
2º Suplente da Coordenação da CT-GRSA

---

## APÊNDICE 1

### GUIA DE METODOLOGIAS PARA CAMPANHAS AMOSTRAIS DE HIDROSEDIMENTOLOGIA

- Sedimentos em Suspensão; idem já utilizado
- Sedimentos de Leito: escrever como deve ser a escolha do equipamento; observado que o método é de integração para suspensão, seguir a mesma linha e indicar o Helley-Smith (vulgo peixão) e o rock-island para material de leito;
- por desencargo de consciência, colocar o uso padrão da medição de vazão (aqui pode citar o M9, que já usam em diversos estudos da FR e “garante” que poderemos comparar os dados - para rios de mesma ordem, pls

Anexo 1: Parecer técnico nº 5/2017-NUPAEM-MG/DITEC-MG/SUPES-MG

10/11/2020

SEI/IBAMA - 1008251 - Parecer Técnico



**INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS**  
**NÚCLEO DE PREVENÇÃO E ATENDIMENTO ÀS EMERGÊNCIAS AMBIENTAIS - MG**  
Av. do Contorno, 8121 - Bairro Cidade Jardim, - Belo Horizonte - CEP 30110-051

**Parecer Técnico nº 5/2017-NUPAEM-MG/DITEC-MG/SUPES-MG**

Número do Processo: 02015.002417/2015-68

Interessado: FUNDACAO RENOVA - CNPJ 25.135.507/0001-83

Belo Horizonte, 18 de outubro de 2017

**I. INTRODUÇÃO:**

Em 29 de Julho de 2016, em cumprimento à obrigação assumida no âmbito da Cláusula 150 do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC) foi protocolado pela Fundação Renova, perante o Comitê Interfederativo (CIF), o Relatório Técnico: "Avaliação de Impactos no Meio Físico Resultantes do Rompimento da Barragem de Fundão" e respectivos anexos. No Capítulo Três desse relatório constou o Estudo: "Geomorfologia, Hidrodinâmica e Hidrossedimentologia", que é analisado nesse Parecer Técnico. Em 25 de Novembro de 2016 foi protocolado o "Peer Review" com arquivos referentes a este estudo.

Os objetivos do Estudo de Geomorfologia, Hidrodinâmica e Hidrossedimentologia apresentado são:

1. Usar os dados disponíveis em estudos existentes e dados coletados em campo para descrever os parâmetros e entender a morfologia do sistema fluvial;
2. Descrever o regime de transporte de sedimentos do sistema fluvial e identificar as principais fontes de sedimentos fluviais;
3. Descrever como se deu o transporte dos rejeitos e sua deposição ao longo do sistema fluvial;
4. Avaliar a carga de transporte de sedimentos do sistema para condições pré e pós rompimento, incluindo rejeitos;
5. Melhorar as estimativas de cheias dos rios principais como suporte para projetos detalhados de engenharia fluvial;
6. Identificar áreas prioritárias para remediação após o rompimento da barragem de rejeitos.

Desta forma, a análise do referido estudo visa identificar se os objetivos do mesmo foram atendidos de forma clara e seguindo a melhor metodologia disponível na bibliografia científica mundial.

**2. CONSIDERAÇÕES:**

Algumas considerações devem ser ressaltadas para um melhor entendimento do relatório analisado, são elas:

[https://sei.ibama.gov.br/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&codigo\\_verificador=1008251&codigo\\_crc=FF1A006F&hash\\_downlo...](https://sei.ibama.gov.br/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&codigo_verificador=1008251&codigo_crc=FF1A006F&hash_downlo...) 1/4

10/11/2020

SEI/BAMA - 1008251 - Parecer Técnico

- A área de estudo delimitou-se desde a jusante de Bento Rodrigues (Mariana-MG) até a UHE Risoleta Neves (Santa Cruz do Escalvado / Rio Doce – MG), desconsiderando alterações geomorfológicas, e que houve transporte de sedimentos a jusante de UHE Risoleta Neves, o que não procede;
- Os modelos de transporte de sedimentos utilizados não leva em consideração que a quantidade de Sólidos Suspensos Dissolvidos (SST) podem alterar o padrão escoamento do fluido. Isto pode interferir tanto superestimando quanto subestimando os valores ali apresentados. Logo, seus resultados devem ser usados mais de forma a orientar as ações a serem tomadas do que a quantificar;
- As alterações geomorfológicas apresentadas estão relacionadas com o impacto imediato do pós-rompimento da barragem, não considerando as potenciais alterações a médio e longo prazo, principalmente nas partes média e baixa do rio Doce, uma vez que não foram consideradas e que serão as partes da bacia que receberão e acumularão rejeitos a médio e longo prazo.

### 3. ANÁLISE:

No estudo apresentado foi encontrada baixa correlação ( $R^2=0,27$ ) entre a largura e profundidade dos canais analisados, e um dos motivos apresentados para tal foi a alta opacidade da água. Tal fato reforça a necessidade do uso com extrema cautela destes dados, tanto neste estudo como na reprodução dos mesmos em outros estudos.

De uma forma geral, não foi verificado no estudo estreitamento e nem alargamento do canal principal dos corpos hídricos avaliados. Entretanto, destaca-se que a não alteração da largura do canal principal pós rompimento da barragem não exclui a deposição de sedimentos no leito e margens do mesmo.

No tocante aos trechos fluviais geomórficos, foram observados na área de estudo cinco tipos, sendo eles: pequena planície de inundação (BFS); largo com planície de inundação (BFL); cânion (CN); confinado (CF); e estreito (NR). Destes, destaca-se que nos trechos fluviais geomórficos BFS e BFL houve a deposição de rejeitos na planície de inundação disponível.

Ao longo do estudo, é apresentado que as alterações de largura, profundidade e configuração do canal foram pequenas. Entretanto, as maiores alterações aparentes ocorreram principalmente em trechos de rio com planícies de inundações largas (BFL) onde os rejeitos puderam se depositar em uma ampla área.

No que se refere ao regime de transporte de sedimentos, o estudo apresenta que sedimentos de menor tamanho são preferencialmente mobilizados e transportados antes dos sedimentos maiores, à medida que a vazão cresce, resultando em um aumento da turbidez no início do aumento da vazão e antes do início de um aumento na suspensão de areias e cascalhos pelo movimento do leito fluvial. Destaca-se o fato de que os rejeitos liberados pelo evento são de granulometria fina e foram provavelmente transportados em suspensão fluida. É importante ressaltar que o próprio estudo descreve que a relação de materiais sólidos em relação a água durante o evento era provavelmente alta, afetando assim a viscosidade do fluido resultante da combinação de água com rejeitos.

Também é descrito no referido estudo que em relação a produção natural de sedimentos para a área em análise: *“esta pode ser comparada a uma pequena fonte pontual quando se comparado ao volume de sedimentos mobilizados durante o evento”*. Também é descrito que: *“com base nas observações de campo e dos dados do LIDAR, inferiu-se que a contribuição de deslizamento de terra para a carga de sedimentos carregada para o rio é desprezível e, por conseguinte, não foi considerada como uma fonte significativa de sedimentos naturais para o rio”*. Os valores calculados para a contribuição total de sedimentos de fontes naturais durante o evento variou entre  $1.000 \text{ m}^3$  a  $10.000 \text{ m}^3$ .

No tocante a estimativa de erosão do leito durante o rompimento, foram realizadas mensurações em campo nas quais foram observados que o mínimo de rejeitos depositados teve uma profundidade de 0,15 m (T171) e a maior deposição de 1,95 m (T181), chegando a conclusão de que foi, em média, depositado neste trecho (até Candonga) cerca de 3,7 milhões de  $\text{m}^3$ . Observa-se ainda que este valor possui alto índice de incerteza.

[https://sei.bama.gov.br/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&codigo\\_verificador=1008251&codigo\\_crc=FF1A006F&hash\\_downlo...](https://sei.bama.gov.br/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&codigo_verificador=1008251&codigo_crc=FF1A006F&hash_downlo...) 2/4

10/11/2020

SE/IBAMA - 1008251 - Parecer Técnico

Embora não tenham sido realizadas medições detalhadas sobre a deposição de rejeitos neste estudo, observou-se que a tendência geral apresenta uma redução gradual na sua espessura média em função do afastamento da fonte. O estudo destaca ainda que os trechos do tipo planície possuem os maiores volumes de rejeitos acumulados.

No que se refere a quantificação dos rejeitos depositados no trecho em estudo, e considerando que a barragem deve ter liberado cerca de 43,8 bilhões de m<sup>3</sup>, os depósitos estimados na área de estudo representam aproximadamente 15% do valor liberado, podendo chegar até a 25%.

O estudo destaca que as estimativas de deposição de rejeitos podem variar, mas uma nova acumulação de rejeitos na planície é improvável de ocorrer **“ao menos que o rio transborde além de suas margens e libere mais rejeitos para as planícies”**. Ainda, ressalta que *“em um cenário provável o volume global depositado nas planícies de inundação será reduzido pela erosão promovida pelo escoamento superficial durante a estação chuvosa, encaminhando assim o “rejeito erodido” para o curso d’água”*.

Em relação a carga de sedimentos, o estudo faz uma correlação de SST e vazão para as áreas com características similares e para a região impactada, para os períodos pré e pós-evento. Tal correlação indica que a carga de sedimentos medida nos trechos pós rompimento correspondem a cerca de 660% em relação ao período pré evento com a região similar. E ainda de acordo com o próprio estudo, isto representa *“um aumento de aproximadamente sete vezes quando comparado as condições pré-rompimento”*.

Já no tocante aos resultados pós rompimento da carga de sedimentos regionais, os resultados apresentados mostram que o volume total da carga de sedimentos naturais liberados em um ano aumenta com a área da bacia e com a distância a jusante, de 86.000 t/ano em Bento Rodrigues para 310.000 t/ano na Foz do rio Gualaxo do Norte.

No que se refere a carga estimada de rejeitos nas planícies de inundação, foi observado que os valores sofrem consideráveis reduções quando considerada a margem com cobertura florestal (300 vezes) e gramíneas (100 vezes).

Ainda de acordo com o estudo apresentado, *“as análises iniciais do evento de fluxo de detritos sugeriram que a onda de detritos ficou predominantemente contida dentro das margens do rio a jusante do Reservatório de Candonga, isto devido a atenuação da descarga pela morfologia do rio principal, à introdução de área adicional de drenagem levando a um canal maior para receber a onda de inundação e ao efeito de retenção do Reservatório de Candonga. Entretanto, reconhece-se que os impactos potenciais do transporte de sedimentos pelo fluxo de detritos se estenderam desde o reservatório até chegar no oceano. Estes impactos potenciais podem demandar estudo adicional, o que não se enquadra no escopo desta avaliação”*.

Em relação as alterações hidráulicas oriundas da ruptura da barragem de Fundão, os efeitos foram significativos, conforme o próprio estudo demonstra. Uma consequência é alteração da relação entre as vazões e os níveis de água em cada trecho do rio.

Observando os objetivos elencados para este estudo e como não foi identificado um termo de referência orientador para tais análises, os objetivos descritos foram atendidos até a área delimitada por este estudo, com exceção do último, que descreveu sobre as áreas prioritárias de forma conceitual. Entretanto, não há necessidade de rever este item, uma vez que os assuntos que dizem respeito às áreas prioritárias e manejo de rejeitos são tratados com maior detalhamento no Plano de Manejo de Rejeitos.

#### 4. RECOMENDAÇÕES:

De acordo com os resultados apresentados no relatório e considerando a diferença nos padrões de sedimentação ao longo da calha dos rios atingidos e a dinâmica do baixo Doce, recomenda-se:

- Replicar a análise de dados disponíveis em estudos existentes para descrever os parâmetros e entender a morfologia do sistema fluvial do baixo rio Doce, utilizando desde as imagens de satélite pretéritas até as atuais;

[https://sei.ibama.gov.br/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&codigo\\_verificador=1008251&codigo\\_crc=FF1A006F&hash\\_downlo...](https://sei.ibama.gov.br/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&codigo_verificador=1008251&codigo_crc=FF1A006F&hash_downlo...) 3/4

10/11/2020

SEI/IBAMA - 1008251 - Parecer Técnico

- Descrever o regime de transporte e deposição de sedimentos do sistema fluvial e identificar as principais fontes de sedimentos fluviais em toda a área ambiental I, incluindo todo o sistema lacustre do médio e baixo curso do rio Doce;
- Avaliar a carga de transporte de sedimentos do sistema para condições pré e pós rompimento, utilizando para as análises pós-rompimento os dados de turbidez, SST e descarga sólida que serão gerados pelo Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático (PMQQS) para a Área Ambiental I. Deverão ser utilizados os dados que serão gerados pelo referido programa até setembro de 2018.
- No estudo entregue, o Sumário Executivo não reflete o que foi elencado. Desta forma, na complementação a ser enviada, este item deve estar de acordo com o que foi apresentado ao longo do relatório.

Atenciosamente,



Documento assinado eletronicamente por **MONICA MARIA VAZ, Analista Ambiental**, em 18/10/2017, às 14:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Thales Del Puppo Altoé, Usuário Externo**, em 18/10/2017, às 15:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Emilia Brito, Usuário Externo**, em 18/10/2017, às 15:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ADRIELLEM LIDIA MARTA SOARES DA SILVA, Usuário Externo**, em 18/10/2017, às 15:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ANA PAULA PINTO FERNANDEZ, Analista Ambiental**, em 18/10/2017, às 15:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ibama.gov.br/autenticidade>, informando o código verificador **1008251** e o código CRC **FF1A006F**.

Referência: Processo nº 02015.002417/2015-68

SEI nº 1008251

[https://sei.ibama.gov.br/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&codigo\\_verificador=1008251&codigo\\_crc=FF1A006F&hash\\_downlo...](https://sei.ibama.gov.br/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&codigo_verificador=1008251&codigo_crc=FF1A006F&hash_downlo...) 4/4



Anexo 2: OFÍCIO.DGRD.SUGA.SEMAD nº 002/2018



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS  
SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL  
Superintendência de Gestão Ambiental  
Diretoria de Gestão da Bacia do Rio Doce

OFÍCIO.DGRD.SUGA.SEMAD nº 002/2018

Belo Horizonte, 28 de fevereiro de 2018.

Assunto: Análise do Programa de Caracterização Geoquímica de Rejeitos, Solos e Sedimentos

Prezados,

Os técnicos do Sisema (SEMAD, FEAM E IGAM) realizaram uma breve análise do estudo "Programa de Caracterização Geoquímica de Rejeitos, Solos e Sedimentos", com o intuito de apoiar o IBAMA e o IEMA na elaboração de resposta a Fundação Renova.

De acordo com o estudo as análises foram realizadas em duas fases: FASE I (Composição química) e FASE II (Estabilidade química e potencial de mobilização, levando em consideração as condições de pH). No total foram coletadas as seguintes amostras:

Tipo de Material/Localização	Área afetada ou não afetada			Tipo de Material/Localização	Área afetada ou não afetada		
	Não se Aplica	Dentro	Fora		Não se Aplica	Dentro	Fora
<b>Rejeito</b>				Paracatu de Baixo		10	
Barragem de Germano	4 (compostos)			Germano		5	
<b>Solo</b>				Barragem Longa		3	
Planície de inundação		122		<b>Sedimento</b>			
Encosta			33	Caixa		98	12
Barragem de Fundação Juvenal da Barragem		8		Planície de inundação*		1	1
Barragem Rodrigues		8		Reservatório de Sedimento		5	
				Reservatório de Caraboga		8	
				Reservatório de Baguari		5	
				Prata		3	
				Cruzeiro		8	8
				<b>Materiais Misturados</b>			
				Ficha de Barragem Longa	2		
				<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>262</b>	<b>33</b>

No estudo as referências para análises, além de dados da série histórica do Estado de Minas Gerais, foram:

CONAMA Resolução CONAMA nº 126, de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto a presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por metais pesados em decorrência de atividades antrópicas. 2009.

CONAMA Resolução CONAMA nº 454, de 01 de novembro de 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. 2012.

CONAMA Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005.

Os resultados de metais nos solo e sedimentos nas áreas afetadas e não afetadas demonstraram que diversas amostras possuem valores acima dos valores orientadores para estes meios.

Ao NAP IBAMA  
A/C Fabiola Derossi

Cidade Administrativa Presidente Tancredo Neves, Rodovia Papa João Paulo, nº 4143. Bairro Serra Verde Edifício Minas, 2º andar, 31630-900 - Belo Horizonte - MG  
Telefone: (31) 3915-1467



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS  
SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL  
*Superintendência de Gestão Ambiental*  
*Diretoria de Gestão da Bacia do Rio Doce*

De acordo com a análise na página 19, os parâmetros que apresentaram alterações mais relevantes aconteceram para a qualidade das águas nos valores de alumínio total e dissolvido, ferro e manganês. No sedimento as violações observadas ocorreram para alumínio, arsênio, bário, cádmio, cromo, cobre, ferro, chumbo, magnésio, manganês, zinco e vanádio.

Os parâmetros biogeoquímicos qualitativos utilizados para avaliação foram oxigênio dissolvido, ferro e manganês. Estes parâmetros mostraram valores na normalidade em relação aos valores antes do rompimento da Barragem. Pelas condições de pH do rio não há, segundo o Programa, geração de ferro ferroso, ferro dissolvido e os valores de ferro e manganês já se encontram em níveis semelhantes ao anterior do rompimento da Barragem de Fundão. Resumindo, o potencial de lixiviação foi considerado baixo, conforme página 143. Ressaltando que solos e sedimentos não afetados possuem este potencial mais elevado.

A Avaliação do Perigo às espécies terrestres em extinção foi considerada desprezível em solos e sedimentos, conforme Página 145. Porém, em relação à água, para as espécies terrestres em extinção relacionados com níveis de ferro, manganês e alumínio, este perigo merece mais atenção principalmente levando em consideração uma contaminação pré-existente nos sedimentos com cromo, mercúrio e vanádio. Mas a avaliação final dos estudos declara que não há riscos de efeitos adversos nas espécies terrestres em extinção, pelas concentrações analisadas.

Conclusões na Página 147 nos levam a entender que para a qualidade das águas, os rejeitos não são uma fonte de mobilização de metais e não constituem preocupação do ponto de vista geoquímico.

Conforme o Relatório: *“Os resultados do programa de testes da Fase II indicam que todos os materiais, incluindo os rejeitos e sedimentos e solos não afetados e afetados, possuem, em geral, um baixo potencial de mobilização de metais. Isto inclui resultados tanto de inúmeros testes de lixiviação de curto prazo como cinéticos realizados em escala laboratorial, além de dados de monitoramento da qualidade da água dos rios. Os rejeitos apresentam alguns dos menores potenciais de mobilização de metais observados neste estudo, enquanto os sedimentos e solos não afetados podem apresentar um potencial, significativamente, mais elevado de mobilização de metais. Consequentemente, o potencial de mobilização de metais dos sedimentos e solos afetados é regido pelos sedimentos e solos naturais presentes em quaisquer misturas de rejeitos/solo/sedimento”.*

---

Cidade Administrativa Presidente Tancredo Neves, Rodovia Papa João Paulo, nº 4143. Bairro Serra Verde  
Edifício Minas, 2º andar, 31630-900 - Belo Horizonte - MG  
Telefone: (31) 3915-1467



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS  
SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL  
Superintendência de Gestão Ambiental  
Diretoria de Gestão da Bacia do Rio Doce

O estudo apresenta o "ANEXO G - Memorandos com Abordagem para a Revisão Deste Relatório", onde a Fundação Renova responde as solicitações do IBAMA (PAR.02022.000510/2016-20 CPROD/IBAMA) e do IEMA (Notas de Reunião GCA/CAIA de 31/10 e 01/11/2016 e OFICIO/Nº 077/2017/DP-IEMA-GTECAD). Desta maneira, é necessário que estas instituições avaliem se as solicitações foram atendidas ou não, visando evitar reanálises. Com base nesta análise será possível verificar o que foi adequado e quais itens ainda precisam de mais informações.

#### **CONSIDERAÇÕES:**

O estudo geoquímico avaliou grande quantidade de dados para responder às questões trazidas como objetivo do mesmo. Não obstante os resultados tenham conseguido alcançar os objetivos propostos, não foi indicada nenhuma recomendação ou ação a partir dos resultados. Desta maneira, entendemos ser importante que a Fundação Renova e os órgãos ambientais realizem uma reunião de alinhamento para definirmos como os resultados serão utilizados ou se existe a necessidade de revisões. A SEMAD entende que estes dados devem ser discutidos no âmbito dos estudos de gerenciamento de áreas contaminadas.

A Fundação Renova está executando nas áreas afetadas uma investigação para identificar a existência de contaminação do solo, sedimentos e água subterrânea/superficial, incluindo a realização de estudo de avaliação de risco a saúde humana e ecológica. Devido à extensão da área impactada, foram selecionadas áreas pilotos em Minas Gerais e no Espírito Santo para aprimorar e adequar a metodologia dos estudos.

Desta maneira, todas as lacunas que existem no estudo geoquímico, como a malha amostral de solo e sedimentos, e a não execução de um monitoramento de águas subterrâneas serão contemplados nestes estudos. Assim, os resultados desse estudo devem ser incorporados nas discussões dos estudos de investigação em complementação aos dados que estão sendo gerados.

Cordialmente,

Patrícia Rocha Maciel Fernandes  
Diretoria de Gestão da Bacia do Rio Doce  
Superintendência de Gestão Ambiental

Cidade Administrativa Presidente Tancredo Neves, Rodovia Papa João Paulo, nº 4143. Bairro Serra Verde  
Edifício Minas, 2º andar, 31630-900 - Belo Horizonte - MG  
Telefone: (31) 3915-1467

Anexo 3: Nota Técnica nº 04/2018 – GTECAD/ Águas interiores



## NOTA TÉCNICA N.º04/2018 – GTECAD/ÁGUAS INTERIORES

**Interessado:** Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e Segurança ambiental – CT-GRSA, Câmara Técnica de Segurança Hídrica e Qualidade da Água – CT-SHQA, Comitê Interfederativo – CIF e Fundação Renova

**Assunto:** OFI.NII.122017.1778 – Termo de Referência do Estudo de Transporte de Sedimentos

### 1. APRESENTAÇÃO

Aos 20 de outubro de 2017 a Fundação Renova protocolizou na Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e Segurança Ambiental (CT GRSA), em atendimento a demanda da 14ª CT GRSA, a apresentação da revisão do cronograma de estudos complementares relacionados ao Plano de Manejo de Resíduos e o Termo de Referência de Estudos de Transporte de Sedimentos.

A entrega Do Termo De Referência De Estudos De Transporte De Sedimentos foi solicitada para que os órgãos ambientais analisassem se o mesmo está contemplando também as recomendações Parecer Técnico Nº 5/2017-NUPAEM-MG/DITEC-MG/SUPES-MG referente ao estudo geomorfológico apresentado, que são:

- Replicar a análise de dados disponíveis em estudos existentes para descrever os parâmetros e entender a morfologia do sistema fluvial do baixo rio doce, utilizando desde as imagens de satélite pretéritas até as atuais;
- Rescrever o regime de transporte e deposição de sedimentos do sistema fluvial e identificar as principais fontes de sedimentos fluviais em toda a área ambiental 1, incluindo todo o sistema lacustre do médio e baixo curso do rio doce
- Avaliar a carga de transporte de sedimentos do sistema para condições pré e pós rompimento, utilizando para as análises pós-rompimento os dados de turbidez, SST e descarga sólida que serão gerados pelo Programa De Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático (PMQQS) para a Área Ambiental 1. Deverão ser utilizados os dados que serão gerados pelo referido programa até setembro de 2018.

Página 1

NOTA TÉCNICA N.º04/2018 – GTECAD/ÁGUAS INTERIORES



Desta forma, segue neste relatório uma análise crítica do documento intitulado Requisição Técnica para Serviço Especializado de Estudos dos Processos Fluviais e de Sedimentos a Jusante da Barragem de Fundão, vulgo Termo de Referência – Estudos de Transporte de Sedimentos.

## 2. ANÁLISE CRÍTICA DO TERMO DE REFERÊNCIA E RECOMENSAÇÕES

De acordo com o documento apresentado *'o objetivo do Termo de Referência é a contratação de serviço especializado para avaliação técnica dos processos fluviais e de sedimentação, como subsídio aos trabalhos de recuperação ambiental em andamento na Fundação Renova, em resposta aos impactos oriundos do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão'*.

Na fundamentação dos serviços, no item 2.1 são apresentados o objeto do estudo. Destaca-se *'a compreensão da heterogeneidade físico-química entre os sedimentos naturais e rejeitos, e seu efeito nos processos de transporte de montante para jusante até UHE Risoleta Neves'*, na página 4/30. Este objeto deve ser ampliado, apresentado os processos até a Foz do rio Doce e região adjacente a esta, e não limitando-se até a UHE Risoleta Neves.

Já no item 2.2. Diretrizes do Estudo, alguns questionamentos apresentados também devem ser expandidos até a região marinha, como *'quais são as massas estimadas de sedimentos e rejeitos existentes e como eles estão dispersos'* e *'qual é a expectativa para o transporte e a deposição de sedimentos'*.

No tocante ao item 2.3. Objetivos Específicos, deve ser observado que a área a ser contemplada é toda a Área Ambiental 1.

No item 2.4. Extensão do Estudo, o termo propõe dividir a área atingida em trechos, para melhor confiabilidade e representatividade. Entretanto, divide toda a área em estudo em poucos trechos. É solicitado que esta divisão seja feita tal qual o Plano de Manejo de Rejeitos, ou seja, em 17 trechos.



No Escopo dos Serviços (item 3), é proposta a divisão do estudo a ser realizado em três fases, sendo a primeira Fase 1 – Análise e Avaliação das Informações Existentes, Fase 2 – Avaliação do Balanço Sedimentológico e Fase 3 – Modelo de Transporte de Sedimentos. Este faseamento é aconselhável, entretanto ressaltasse:

- Fase 1: o tempo para execução da mesma está muito curto para as expectativas levantadas e a entrega de um resultado satisfatório;
- Fase 2: No modelo conceitual de transporte de sedimentos citam que será usado Schumm (1985) e Rosgen (1994). Tais bibliografias não contemplam a heterogeneidade do rio em questão, sendo geralmente aplicados em rios de clima temperado. Não levam em consideração o fator erodibilidade das margens na produção de sedimentos e a influência das partículas mais finas (argilas) neste processo. Desta forma, sugere-se que o estudo dê preferência por modelos mais recentes e amplamente utilizados em rios de clima tropical.
- Fase 3: Para a retenção e deposição de sedimentos nos reservatórios é aconselhável também se buscar por modelos com comprovada eficácia de aplicação em rios/reservatórios localizados em clima tropical. Aconselhável seguir as recomendações de Guia de Práticas Sedimentométricas e o Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios da ANEEL.

No tocante a qualificação profissional dos especialistas (item 4), o tempo exigido com utilização de modelos está muito restrito, podendo restringir a quantidade de empresas no certame, assim como a possibilidade de participação de empresas brasileiras com expertise em transporte de sedimentos. Sugere-se assim, que a experiência do profissional seja reduzida.

Já em relação ao Prazo de Execução (item 5), como já supracitado, o prazo para a execução da Fase 1 está muito pequeno, enquanto o da Fase 2 extenso demais. Rever os prazos apresentados, observado a necessidade destes dados para subsidiar outros estudos/ações na região de interesse.





### 3. ENCAMINHAMENTOS

De acordo com o aqui apresentado, o Termo de Referência deverá ser revisto, ampliando a área de abrangência tal qual já solicitado e apresentando novo prazo para finalização do estudo.

02 de Março de 2018

Este documento foi elaborado por:

---

**EMILIA BRITO**  
ADARH – GGE/COEI - IEMA

---

**ANTÔNIO ZAMORA NETO**  
ADARH – GSIM/CRSS - IEMA

Anexo 4: Nota Técnica CT-GRSA Nº 11/2018

**NOTA TÉCNICA CT-GRSA Nº 11/2018**

**Assunto:** Resposta aos encaminhamentos da 24ª CT GRSA acerca dos estudos previstos na Cláusula 150 do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta – TTAC

## **I. INTRODUÇÃO**

Das Cláusulas do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC) que estão sendo acompanhadas pela Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e Segurança Ambiental (CT-GRSA) se encontra a 150, que prevê a realização de uma série de estudos/avaliações, conforme descrito:

*“CLÁUSULA 150: Caberá à FUNDAÇÃO realizar estudos de identificação e de avaliação detalhada da ÁREA AMBIENTAL 1, considerando a SITUAÇÃO ANTERIOR e os efeitos derivados do EVENTO.*

*PARÁGRAFO PRIMEIRO: A avaliação das alterações e caracterizações deverá incluir a avaliação biogeoquímica, hidrodinâmica e hidrosedimentológica.*

*PARÁGRAFO SEGUNDO: Os estudos referidos no caput deverão ser divulgados até o último dia útil de julho de 2016, devendo conter cronograma para apresentação e implementação dos PROJETOS, devendo ser avaliados e aprovados pelos ÓRGÃOS AMBIENTAIS e de GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.*

*[...].”*

Em atenção a essa cláusula, em relação a caracterização pós rompimento (cenário pré degradação), a Fundação Renova elaborou estudos de avaliação geoquímica, biogênica e geomorfológica. A seguir segue um breve histórico das entregas realizadas pela Fundação Renova e das análises realizada pela CT-GRSA e pelos órgãos ambientais de Minas Gerais, Espírito Santo e Ibama:

### **1.1 Estudo Biogeoquímico**

- 29 de julho de 2016 – Samarco protocola o Relatório Técnico “Avaliação dos Impactos do Meio Físico Resultantes da Barragem de Fundão – julho de 2016”. Neste, o estudo Biogeoquímico é dividido em Geoquímico e Biogênico e genericamente passa a ser nomeado somente de “Geoquímico”.
- 26 de setembro de 2016 – IBAMA emite o parecer PAR.02022.000510/2016-20 CPROD/IBAMA acerca da primeira versão do Estudo Geoquímico (ITEM 4 – Avaliação



dos Resultados de Investigação Geoquímica e Aspectos Biogênicos, do Relatório Técnico “Avaliação dos Impactos do Meio Físico Resultantes da Barragem de Fundão – julho de 2016”).

- 16 de outubro de 2017 – IBAMA emite o Parecer Técnico nº 3/2017-NUPAEM-MG/DITEC-MG/SUPES-MG, solicitando a reorganização dos setores apresentados e sugerindo mais prazo para a entrega da versão final do Geoquímico.
- 31 de outubro de 2017 - Fundação Renova protocola na CT-GRSA o Relatório RT-015\_159-515-2282\_03-J, intitulado “Programa de Caracterização Geoquímica de Resíduos, Solos e Sedimentos - Versão Revisada”.
- 28 de fevereiro de 2018 - SEMAD-MG emite o OFÍCIO.DGRD.SUGA.SEMAD nº 002/2018 acerca do Estudo Geoquímico revisado (Relatório RT-015\_159-515-2282\_03-J).
- 02 de março de 2018 – IBAMA/IEMA emitem o Parecer Técnico nº 1/2018-NUPAEM-MG/DITEC-MG/SUPES-MG, acerca do Estudo Geoquímico Revisado (Relatório RT-015\_159-515-2282\_03-J).

#### **1.2 Estudo Geomorfológico, Hidrodinâmico e Hidrosedimentológico**

- 29 de julho de 2016 – Samarco protocola o Relatório Técnico “Avaliação dos Impactos do Meio Físico Resultantes da Barragem de Fundão – julho de 2016”, sendo o Capítulo Três, intitulado “Geomorfologia, Hidrodinâmica e Hidrosedimentologia”.
- 18 de outubro de 2017 – IBAMA emite o Parecer Técnico nº 5/2017-NUPAEM-MG/DITEC-MG/SUPES-MG a respeito do Estudo Geomorfológico, Hidrodinâmico e Sedimentológico, que por sua vez solicita:
  - Replicar a análise de dados disponíveis em estudos existentes para descrever os parâmetros e entender a morfologia do sistema fluvial do baixo rio Doce, utilizando desde as imagens de satélite pretéritas até as atuais;
  - Descrever o regime de transporte e deposição de sedimentos do sistema fluvial e identificar as principais fontes de sedimentos fluviais em toda a área ambiental 1, incluindo todo o sistema lacustre do médio e baixo curso do rio Doce;

- Avaliar a carga de transporte de sedimentos do sistema para condições pré e pós rompimento, utilizando para as análises pós-rompimento os dados de turbidez, SST e descarga sólida que serão gerados pelo Programa de Monitoramento Qualiquantitativo Sistemático (PMQQS) para a Área Ambiental 1. Deverão ser utilizados os dados que serão gerados pelo referido programa até setembro de 2018.
  - No estudo entregue, o Sumário Executivo não reflete o que foi elencado. Desta forma, na complementação a ser enviada, este item deve estar de acordo com o que foi apresentado ao longo do relatório.
- 25 de novembro de 2016 - Samarco protocolado o "Peer Review" com arquivos referentes a este estudo.
  - Em 02 de Março de 2018 o IEMA emitiu a NOTA TÉCNICA N.º04/2018 – GTECAD/ÁGUAS INTERIORES, em resposta ao OFLNIL.122017.1778 – Termo de Referência do Estudo de Transporte de Sedimentos, orientando alguns itens do Termo de Referência apresentado.

## **2. ANÁLISE E DISCUSSÃO**

Em 10 de agosto de 2018, na cidade de Vitória – ES, ocorreu a 24ª Reunião Ordinária da CT-GRSA. Na parte fechada da reunião, apenas com a presença dos membros da CT-GRSA, foram discutidos os estudos previstos pela Cláusula 150 do TTAC, sendo consolidado o posicionamento da CT a respeito dos mesmos.

### **2.1 Estudo Biogeoquímico (Biogênico e Geoquímico)**

Em relação ao estudo Geoquímico, entende-se que o mesmo teve como objetivo principal um primeiro esforço da Samarco em amostrar os meios (solo e sedimento) impactados, com um número de dados insuficientes em relação a dimensão da área impactada. Além disso, o estudo não indicou nenhuma recomendação ou ação a partir dos dados gerados.

Entre as observações feitas pelos órgãos ambientais ao primeiro estudo apresentado em julho de 2016, foi ressaltada a solicitação referente a necessidade de avaliação estatística do conjunto de dados apresentados, visando garantir que estes representassem a área afetada pelo desastre. Tal complementação foi apresentada no item "8.1 Representatividade Composicional do



Conjunto de Dados” da revisão do estudo geoquímico, concluindo que a representatividade das amostragens se restringiu ao “Setor 1”, que engloba a área atingida dentro do Quadrilátero Ferrífero, concentrando 83% do conjunto de dados. Adicionalmente os pareceres e notas técnicas supracitadas descrevem um conjunto bem mais amplo de observações tanto para a primeira versão quanto para a revisão do estudo geoquímico.

Com base nas revisões do estudo geoquímico, nas análises dos órgãos ambientais e na evolução das discussões sobre o tema no âmbito da CT-GRSA, a Fundação Renova deverá utilizar apenas os dados brutos provenientes do estudo geoquímico. A CT-GRSA irá analisar caso a caso a utilização destes dados, se reservando ao direito de solicitar a complementação ou exclusão dos mesmos em estudos/projetos apresentados.

Entende-se que o primeiro estudo apresentado foi um esforço inicial de caracterização, sendo, portanto, dotado de falhas, assim, desse estudo inicial somente foram aprovados os dados brutos. Adicionalmente todas as lacunas que foram pontuadas pelos órgãos ambientais no estudo geoquímico, como a malha amostral de solo e sedimentos e a não execução de um monitoramento de águas subterrâneas estão sendo contemplados em outros estudos que vem sendo realizados pela Fundação Renova, como o Plano de Manejo de Resíduos e Estudos de Avaliação de Risco à Saúde Humana e Ecológica.

## 2.2 Estudo Geomorfológico

O estudo geomorfológico realizado pela Samarco teve como principal objetivo identificar os principais mecanismos de mobilização, transporte e deposição de resíduos na Área Ambiental 1. Esta caracterização permitiu identificar as áreas prioritárias de recuperação, que tiveram uma série de intervenções na fase emergencial e continuam sofrendo ações de manutenção e monitoramento. As ações realizadas nestes locais são fiscalizadas pela Operação Watu. Cabe ressaltar que o estudo geomorfológico realizado pela Fundação Renova abrangeu a área que se estende da Barragem de Fundão até a Usina Hidroelétrica de Risoleta Neves.

Após análise técnica entendeu-se que o estudo realizado até a UHE Risoleta Neves é satisfatório, todavia, o mesmo não abrange toda a Área Ambiental 1, sendo necessária a complementação do estudo da UHE de Risoleta Neves até o distrito de Regência (Linhares-ES).



Desta maneira, a Fundação Renova complementarará este estudo dentro do PG 23 Manejo de Rejeitos, com previsão de início a partir de um sobrevoo de VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) para a atualização da caracterização geomorfológica de toda a Área Ambiental 1, ou seja, dá área da barragem de Fundão até a zona costeira do Espírito Santo. Conforme OFLNIL102018.4465-2/ N° IBAMA: 02001.004139/2016-13 (CT Rejeitos) / N° IBAMA: 02001.001577/2016-20 (CIF). Esta complementação está prevista para ser iniciada em janeiro de 2019.

### **2.3 Estudo Hidrodinâmico e Hidrossedimentológico**

No Estudo Geomorfológico entregue pela Samarco não foi contemplado o transporte de sedimentos em toda a calha do rio Doce, assim como não apresentou como se deu a deposição e continuará ocorrendo tal deposição. Com o intuito de atender este item, a Fundação Renova apresentou um Termo de Referência para contratação destes estudos. Este foi avaliado pelo IEMA, que por sua vez elaborou em resposta a NOTA TÉCNICA N.º04/2018 – GTECAD/ÁGUAS INTERIORES. Esta Nota solicitava que TR fosse revisto, com aplicação da área de abrangência e revisão dos prazos propostos. A NOTA TÉCNICA foi encaminhada pela CT-GRSA à Fundação Renova em 19 de março de 2018.

Durante a 25ª Reunião da CT GRSA, ocorrida em 6 de setembro de 2018, após questionamento, a Fundação Renova informou que todas as solicitações da NT N.º04/2018 – GTECAD/ÁGUAS INTERIORES foram incorporadas ao Termo de Referência, sendo dado o encaminhamento 24.4 - Protocolo do Termo de Referência do Estudo Hidrossedimentológico e Hidrogeológico Revisado.

Por meio do OFLNIL09.4165/N° IBAMA: 02001.004154/2016-61 (CT Rejeitos) a Fundação Renova apresentou o novo Termo de Referência. Este novo Termo será analisado pelo IEMA que irá apresentar sua análise em documento posterior.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta Nota Técnica teve o objetivo de avaliar os estudos apresentados pela Fundação Renova em cumprimento a Cláusula 150, no que tange a caracterização ambiental pós rompimento (cenário pré degradação) – Estudos Geoquímico, Geomorfológico, Hidrodinâmico e Hidrossedimentológico.



**Câmara Técnica de Gestão de Dejeitos e  
Segurança Ambiental CT-GRSA**

A GT-GRSA entende que o objetivo da caracterização pós rompimento solicitada pela Cláusula 150 foi atendida pela Fundação Renova, sendo que os estudos que ainda não foram concluídos ou que demandam detalhamento serão remetidos para o Programa 23 – Manejo de Rejeitos.

Conforme estabelecido na NT GRSA nº 10/2018 - Assunto: Aprovação do Programa Manejo de Rejeitos (PG 23) – Objetivos, Projetos e Escopo: *“Para a realização da caracterização ambiental da Área Ambiental 1 (cenários pré e pós-degradação), a Fundação Renova deverá realizar estudos que incluam a avaliação geoquímica, geomorfológica, biogeoquímica, hidrodinâmica e hidrosedimentológica da área. Os estudos de caracterização deverão ser divulgados até o último dia útil de julho de 2016, indicando as necessárias complementações. Os estudos deverão ser aprovados pelos órgãos ambientais e de gestão de recursos hídricos. Todos estudos e avaliações que não forem concluídos ou que necessitem de adequações após julho de 2016 (data de entrega prevista no TTAC) deverão ser contemplados no Plano de Manejo de Rejeitos”.*

Belo Horizonte, 06 de novembro de 2018.

**Equipe Técnica responsável pela elaboração da Nota Técnica**

- Anderson Peixoto Amparo (IBAMA)
- Emília Brito (GTECAD/IEMA)
- Patrícia Rocha Maciel Fernandes (SEMAD)
- Thales Del Puppo Altoé (GTECAD/IEMA)

**Nota Técnica aprovada em 06/11/2018**

Patrícia Rocha Maciel Fernandes  
Coordenação da CT-GRSA

**Nota Técnica validada pelos membros**

27ª CT-GRSA do dia 06/11/2018 - Lista de Presença em anexo





**ANEXO 01 - Lista de Presença da 27ª Reunião Ordinária da CT-GRSA**



**Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e  
Segurança Ambiental CT-GRSA**

**Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e  
Segurança Ambiental CT-GRSA**

**Lista de Presença**

**27ª Reunião Ordinária Da Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e Segurança Ambiental**

Data: 06/11/2018, terça-feira  
Horário: 09h30min às 16h  
Local: Fundação Renova, Av. Getúlio Vargas, 671, 1º andar - Funcionários, Belo Horizonte



Nº DE ORDEM	NOME	MEMBRO "X"	CONVIDADO "X"	INSTITUIÇÃO	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
01	Thales Da Paço Alfer	X		ICMS	31 3420 248	thales.alfer@kempson.com.br	
02	Murilo Marques de Almeida		X	RENATA	31 3420 255	murilo.marques@kempson.com.br	
03	Paulo Vitor Rocha		X	Fundação	31 3420 255	rocha.paulo@kempson.com.br	
04	Marcelo Sérgio Zaccaroni	X		IPHAN/ES	31 3420 255	zaccaroni.marcelo@kempson.com.br	
05	Tatiana Mendes O Siqueira		X	Evolution	31 3420 255	tatiana.mendes@kempson.com.br	
06	Sergio Manoel D. Oliveira	X		MPF/MS	31 3420 255	sergio.manoel@kempson.com.br	
07	CEAR F. Arsen		X	CY	31 3420 255	arsen.cear@kempson.com.br	
08	Gaudimir Bony Arraes		X	SY	31 3420 255	gaudimir.bony@kempson.com.br	
09	Dulciana Berton		X	RENATA	31 3420 255	dulciana.berton@kempson.com.br	
10	Sergio F. Lima Filho		X	Renova	31 3420 255	sergio.f.lima@kempson.com.br	
11	GLEISON XAVIER		X	Renova	31 3420 255	gleison.xavier@kempson.com.br	
12	Marcelo Mendes Albuquerque		X	MPF/MS	31 3420 255	marcelo.mendes@kempson.com.br	
13	Euzilene Augusto Da E. Assis		X	Renova	31 3420 255	euzilene.augusto@kempson.com.br	

1 de 1



**Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e Segurança Ambiental CT-GRSA**

**Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e Segurança Ambiental CT-GRSA**

**Lista de Presença**

27ª Reunião Ordinária Da Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e Segurança Ambiental

Data: 06/11/2018, terça-feira  
Horário: 09h30min às 16h  
Local: Fundação Renova, Av. Getúlio Vargas, 671, 1º andar - Funcionários, Belo Horizonte



Nº DE ORDEM	NOME	MEMBRO	CONVIDADO	INSTITUIÇÃO	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
14	Roberta Ruy H. Fariantes	X	X	SENAD	31511903	robh.fariantes@senad.gov.br	<i>[Handwritten Signature]</i>
15	Procurador Ruy de Queiroz	X		SECUR	3119-9131	procurador@procuracia.gov.br	<i>[Handwritten Signature]</i>
16	Abelardo dos Santos	X		Pol. Ambiental	3122-6811	abelardo@pol.amb.gov.br	<i>[Handwritten Signature]</i>
17	Luiz Henrique	X		DJ-PM	3134-1227	luiz.henrique@djpm.gov.br	<i>[Handwritten Signature]</i>
18	Andressa P. Mendes	X		PRIMA	31337171	andressa.p.mendes@prima.gov.br	<i>[Handwritten Signature]</i>
19	Fabio H. Sobral	X	X	F. RENOV	3155-9181	fabio.h.sobral@renova.gov.br	<i>[Handwritten Signature]</i>
20	Armando Aba Galvão	X		Coordenador	3155-1431	armando.aba@renova.gov.br	<i>[Handwritten Signature]</i>
21	Dr. Luiz Augusto V. de Sá	X		F. RENOV	3155-7219	luiz.augusto@renova.gov.br	<i>[Handwritten Signature]</i>
22	WCRS SCARMINA	X	X	F. RENOV	3155-9181	wcrs@renova.gov.br	<i>[Handwritten Signature]</i>
23	GILBERTO BEZERRA	X	X	F. RENOV	3155-9181	gilberto@renova.gov.br	<i>[Handwritten Signature]</i>
24	DAISYEN R. MACHADO	X	X	F. RENOV	3155-9181	daisyen@renova.gov.br	<i>[Handwritten Signature]</i>
25	Renata Korny	X	X	Embax/BC	3155-9181	renata.korny@embax.gov.br	<i>[Handwritten Signature]</i>
26	Sofia Mendes G. Moraes	X	X	Embax/BC	3155-9181	sofia.mendes@embax.gov.br	<i>[Handwritten Signature]</i>
27	Thiago Augusto de Sá	X		FEAM	3155-9181	thiago.augusto@feam.gov.br	<i>[Handwritten Signature]</i>

Anexo 5: OFI.NII.092018.4165



**OFI.NII.092018.4165**  
**Nº IBAMA: 02001.004154/2016-61 (CT-Rejeitos)**

Belo Horizonte, 24 de setembro de 2018.

**À**

**CÂMARA TÉCNICA DE GESTÃO DE REJEITOS E SEGURANÇA AMBIENTAL – CT-REJEITOS**  
**A/C: ILMA. SRA. PATRÍCIA ROCHA MACIEL FERNANDES**

DIRETORA DE GESTÃO DA BACIA DO RIO DOCE E COORDENADORA DA CÂMARA TÉCNICA DE  
GESTÃO DE REJEITOS E SEGURANÇA AMBIENTAL  
CIDADE ADMINISTRATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS  
RODOVIA JOÃO PAULO II, Nº 4143, EDIFÍCIO MINAS, 2º ANDAR, BAIRRO SERRA VERDE,  
BELO HORIZONTE/MG, CEP: 31.630-900

**Ao**

**INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS – IEMA**  
**A/C: SR. SERGIO FANTINI DE OLIVEIRA**

DIRETOR PRESIDENTE  
BR 262, KM 0, S/N, JARDIM AMÉRICA, CARIACICA/ES, CEP 29.140-130

**REF.: Encaminhamento 25.4 – Termo de Referência do Estudo**  
**Hidrossedimentológico e Hidrológico.**

Prezado(a),

A **FUNDAÇÃO RENOVA** ("FUNDAÇÃO") vem, respeitosamente, por seu representante abaixo assinado, expor o quanto segue.

Em 06 de setembro de 2018, foi realizada a 25ª reunião da Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e Segurança Ambiental (CT-GRSA). Nesta reunião foi registrado o Encaminhamento 25.4, solicitando o protocolo do Termo de Referência do Estudo Hidrossedimentológico e Hidrológico revisado.

Em 18 de outubro de 2017, a CT-GRSA emitiu Parecer Técnico nº 5/2017-NUPAEM-MG/DITEC-MG/SUPES-MG sobre o estudo geomorfológico (documento anexo SEI\_IBAMA – 1008251 – Parecer Técnico Geomorfológico). Este parecer foi citado e discutido nas 14ª e 15ª reuniões da CT-GRSA (documentos anexos Ata de Reunião) e a Fundação Renova informou que estava elaborando o Termo de Referência (TR) dos estudos hidrossedimentológico e hidrológico focando o transporte de sedimentos. Ainda, nestas ocasiões, foi informado que este TR incorporará os estudos de geomorfologia dos rios impactados entre os municípios de Mariana/MG e Linhares/ES.

Ainda em outubro de 2017, a Fundação Renova protocolou o Termo de Referência dos estudos hidrossedimentológico e hidrológico na CT-GRSA para avaliação dos órgãos (comprovante em anexo). Em dezembro de 2017, esse mesmo Termo de Referência foi protocolado na Câmara Técnica de Segurança Hídrica e Qualidade da Água (CT-SHQA) para conhecimento da referida câmara (comprovante em anexo).

Em março de 2018, o IEMA, por meio da CT-GRSA, encaminhou para a Fundação Renova a Nota Técnica Nº 04/2018 – GTECAD/ÁGUAS INTERIORES (em anexo). Como principais solicitações da nota técnica, destacam-se a revisão dos prazos das fases do estudo, adequações na abrangência do escopo, recomendações sobre bibliografias, entre outros. Neste período, já estava em andamento o processo de contratação da empresa responsável por executar o TR, fato informado no âmbito das reuniões da CT-GRSA. A Fundação Renova realizou os ajustes da nota técnica incorporando-os ao processo de contratação.

A Fundação Renova informa, ainda, que providenciou a revisão do TR (documento anexo TR Estudos Hidrossedimentológicos\_rev04) para atender aos encaminhamentos, exceto a inclusão da modelagem da região marinha. Sobre esta inclusão no escopo das modelagens, importante esclarecer que tais modelagens já estão sendo consideradas no escopo de atuação da FEST no Espírito Santo.



Sendo o que cumpria para o momento, a Fundação se mantém à disposição para prestar quaisquer esclarecimentos adicionais que se fizerem necessários.

Renovando nossos protestos de estima e consideração, subscrevemos a presente.

Atenciosamente,

**FUNDAÇÃO RENOVA**  
JULIANA NOVAES CARVALHO BEDOYA  
LÍDER DE PROGRAMAS SOCIOAMBIENTAIS

Anexo 6: Ofício FEAM/CT - GRSA nº. 56/2020



05/10/2020

SEI/GOV/MG - 20202067 - Ofício



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS  
Fundação Estadual do Meio Ambiente  
Câmara Técnica de Gestão de Resíduos e Segurança Ambiental

Ofício FEAM/CT - GRSA nº. 56/2020

Belo Horizonte, 05 de outubro de 2020.

Ao Senhor  
Eduardo Fortunato Bim  
Presidente do Comitê Interfederativo (CIF)  
Ibama - SCEN Trecho 2 - Edifício Sede - L4 Norte  
CEP: 70.818-900 - Brasília/DF

Assunto: **Solicitação de dilação de prazo de análise do item 1 do eixo 6 e item 10.1 do eixo 1.**

Referência: [Caso responda este Ofício, indicar expressamente o Processo nº 2090.01.0002278/2020-69].

Senhor Presidente,

Considerando a judicialização dos chamados eixos prioritários e as entregas previstas com seus respectivos prazos, resumidos a seguir:

- Item 1, Eixo 6: Entregar ao Sistema CIF do estudo geomorfológico do trecho do rio Doce a jusante da UHE Risoleta Neves, previsto no escopo dos estudos de transporte de sedimentos, conforme aprovado no âmbito da CT-GRSA, contendo também imagens remotas (análises geoespaciais). Prazo CT - 16/10/2020, Prazo CIF- 02/11/2020

[https://www.sei.mg.gov.br/sei/controleador.php?acao=documento\\_imprimir\\_web&acao\\_origem=arvore\\_visualizar&id\\_documento=23775826&nfra\\_sistema=10000100&nfra\\_unidade\\_arbol=110008352&nfra\\_hash=cf...](https://www.sei.mg.gov.br/sei/controleador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=23775826&nfra_sistema=10000100&nfra_unidade_arbol=110008352&nfra_hash=cf...) 1/3

05/10/2020

SEI/GOV/MG - 20202067 - Ofício

- Item 10.1, Eixo1: Apresentar ao Sistema CIF os estudos de balanço e transporte de sedimentos intra e extracalha dos Trechos 1 a 16. Prazo CT - 16/10/2020, Prazo CIF- 02/11/2020

Considerando que ambos os estudos apresentam uma complexidade que poucos técnicos estão capacitados a analisar;

Considerando que em consequência da extensão dos dois estudos, estes requerem uma análise conjunta de diversos órgãos, a qual necessariamente passa por uma etapa de mobilização de equipes;

Considerando o ambiente atual que estamos temporariamente vivendo, a pandemia de COVID-19 que mudou drasticamente várias das relações sociais, incluindo-se a forma de trabalho, onde as relações se tornaram digitais, graças a tecnológica, porém, inerente a estas tem-se novas dificuldades, tanto de caráter técnico quanto de dificuldade de se expressar adequadamente a distância. Fatos estes que resultam inevitavelmente em uma queda de eficiência na velocidade das análises e devem ser considerados;

Considerando outras demandas de igual importância ao Estado do Espírito Santo entregues pela Fundação Renova, os "Estudos da Deliberação 58", que estão consumindo boa parte do corpo técnico e tempo disponível do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos;

Considerando a complexidade dos assuntos abordados por este Item, a importância dos mesmos para a sociedade, o volume de informações apresentadas nos documentos protocolados, e as presentes dificuldades enfrentadas pela equipe responsável;

Solicitamos o envio de pedido de dilação de prazo de 30 dias úteis para apreciação de sua Excelência o Juiz Federal para a entrega das análises técnicas relacionados aos estudos do item 1 eixo 6 e item 10.1 eixo 1. Tal dilação possibilita que as equipes técnicas dos órgãos ambientais envolvidos realizem a análise completa e robusta sobre o tema, que impacta, diretamente, a população residente às margens do rio Doce.

Aproveitando o ensejo, renovamos protestos de esmas e considerações.

Atenciosamente,

[https://www.sei.mg.gov.br/sei/controleador.php?acao=documento\\_imprimir\\_web&acao\\_origem=arvore\\_visualizar&id\\_documento=23775826&nfra\\_sistema=10000100&nfra\\_unidade\\_arbol=110008352&nfra\\_hash=cf...](https://www.sei.mg.gov.br/sei/controleador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=23775826&nfra_sistema=10000100&nfra_unidade_arbol=110008352&nfra_hash=cf...) 2/3

05/10/2020

SEI/GOV/MG - 20202097 - Ofício

Thales Del Puppo Altoé  
Coordenador da CT-GRSA



Documento assinado eletronicamente por **Thales Del Puppo Altoé, Usuário Externo**, em 05/10/2020, às 12:44, 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 **20202097** e o código CRC **9776140D**.

Referência: Processo nº 2020.01.0002276/2020-69

Rodovia João Paulo II, 4143 - Bairro Serra Verde - Belo Horizonte - CEP 31630-900

SEI nº 20202097

[https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento\\_imprimir\\_web&acao\\_origem=arvore\\_visualizar&id\\_documento=23775826&id\\_sistema=10000100&id\\_unidade\\_arvore=110006552&id\\_hash=cf...](https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=23775826&id_sistema=10000100&id_unidade_arvore=110006552&id_hash=cf...) 3/3

Anexo 7: Síntese de Reunião Gerencial CT-GRSA nº. 16/2020

<b>SÍNTESE DE REUNIÃO CT-GRSA GERENCIAL Nº 16/2020</b>	
<b>Convocado por:</b> Thales Del Puppo Altoé	
<b>Data:</b> 26/11/2020	
<b>Elaborado por:</b> Paulo Sérgio de Jesus	<b>Participantes:</b> Emilia Brito (Iema), Adelino da Silva Ribeiro Neto (Iema), Josemar de Carvalho Ramos (Ibama), Gilberto Fialho Moreira (Feam), José Rafael de Albuquerque Cavalcanti (Rhama), Bianca Ribeiro Lima (Feam), Wanderlene Ferreira Nacif (Igam), Carlos Eduardo Moreli Tucci (Rhama), Daíla Aparecida Ferreira (Fundação Renova), Maria Laura Cardoso (Feam), Luciana Eler França (Feam), Alex Luz (Prefeitura de Mariana), Leandro Ribeiro Pires (Fundação Renova), Gustavo José de Aguiar Gomes Costa (Fundação Renova) Paulo Sérgio de Jesus (Flacso), Paulo Sérgio Ribeiro Machado Filho (Fundação Renova), Fabrízia Rezende Araujo (Igam), Micael de Souza Fraga (Igam), Pedro Ivo (Fundação Renova), Mariana Deusdará (Ibama), Daniel Nazareth (ATI Rosa Fortine), Rubem Luiz Daru (Lactec), Thiago Corrêa (Ramboll), Melina Marsaro (Fundação Renova), Sebastião Oliveira (Lactec), Patricia Rocha Maciel Fernandes (Semad), Bárbara Jardim (Fundação Renova), Mariana Bragança (Lactec).
<b>Assuntos:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Item 1, Eixo 6: Entregar ao Sistema CIF do estudo geomorfológico do trecho do rio Doce a jusante da UHE Risoleta Neves, previsto no escopo dos estudos de transporte de sedimentos, conforme aprovado no âmbito da CT-GRSA, contendo também imagens remotas (análises geoespaciais).</b></li> <li>▪ <b>Item 10.1, Eixo1: Apresentar ao Sistema CIF os estudos de balanço e transporte de sedimentos intra e extracalha dos Trechos 1 a 16.</b></li> </ul>	
<p>No dia vinte e seis de novembro de 2020, às 10:00h, iniciou-se a Reunião Gerencial 16/2020 da Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental (CT-GRSA), que ocorreu por vídeo conferência, com o objetivo de sanar dúvidas acerca do Relatório Técnico Estudos dos Processos Fluviais e de Sedimentos a Jusante da Barragem de Fundão, no Rio Doce. A reunião teve abertura pelo segundo suplente da coordenação da CT-GRSA, Gilberto Fialho Moreira e em seguida a reunião foi conduzida pela representante da coordenação da CT - GRSA – Emilia Brito.</p> <p><b>Assuntos Discutidos:</b></p> <p>A Sra. Emilia Brito, representante do Iema, iniciou as discussões sobre a Fase 1 do Estudo dos Processos Fluviais e de Sedimentos a Jusante da Barragem de Fundão, no Rio Doce, que por sua vez, não era objeto de pauta desta reunião gerencial, conforme os assuntos apontados acima. Todavia, a Fundação Renova se dispôs a discutir e tirar todas as dúvidas pertinentes desta entrega, em conjunto com a consultoria Rhama, que elaborou os estudos. Toda a reunião aconteceu entorno desta entrega (Fase 1), ficando os assuntos (item 10.1 Eixo Prioritário 1 e item 1 Eixo Prioritário 6) da pauta sem discussão.</p> <p>A Sra. Emilia Brito, representante do Iema, iniciou as discussões questionando os valores referente ao percentual de material que ficou retido na UHE Risoleta Neves. O Sr. José Rafael Cavalcanti, representante da Rhama, respondeu que os valores utilizados no trecho são informativos e o que se usa na modelagem é uma estimativa do próprio modelo.</p> <p>O Sr. Gilberto Fialho Moreira, representante da Feam, questionou a Rhama e a Fundação Renova se as tratativas, pareceres, notas técnicas e direcionamentos da CT-GRSA, bem como, todas as tratativas sobre os estudos</p>	

hidrossedimentológico e geomorfológico estariam sendo considerados e atendidos para a entrega destes estudos no âmbito da ACP. O Sr. Leandro Ribeiro Pires, representante da Fundação Renova, respondeu que as tratativas pertinentes e direcionamentos feitos contribuem para elaboração dos estudos posteriores, mas que cada estudo tem a sua especificidade. A Sra. Daila Aparecida Ferreira, representante da Fundação Renova, reforçou a resposta do Sr. Leandro Pires destacando que as Notas Técnicas (NT) produzidas e estudos geomorfológicos e de transporte de sedimentos tratados na Câmara Técnica (CT) foram incorporados nos estudos judicializados tratados dentro do âmbito de Ação Civil Pública (ACP). O Sr. Gilberto Fialho Moreira reforçou sua preocupação afirmando que os estudos não podem começar do zero e serem novamente discutidos simplesmente por estarem em uma ACP. A Sra. Daila Ferreira concordou com o Sr. Gilberto Fialho salientando que nos estudos foram incorporadas revisões feitas pela CT-GRSA.

A Sra. Emília Brito questionou se os estudos da Golder foram utilizados apenas para o trecho Alto Doce, pois no estudo haveria uma série de detalhes técnicos que o limitava para outros trechos do Baixo Doce. O Sr. José Rafael de Albuquerque Cavalcanti, representante da Rhama, respondeu ao questionamento destacando que a Golder e outros órgãos indicavam que os trechos mais a montante, próximos UHE Risoleta Neves e ao Rio Gualaxo Norte, teriam maior deterioração em relação aos trechos próximos ao oceano. Ressaltou que isso não justificaria a falta de monitoramento feito pelo estudo da GOLDER ASSOCIATES (outubro de 2016). Avaliação dos impactos no meio físico resultantes do rompimento da barragem de Fundão, mas que seria um indicativo do motivo para tal. A Sra. Emília Brito demonstrou receio quanto ao uso de dados dos estudos da Golder devido existência de erros nos mesmos.

A Sra. Emília Brito comentou o item do estudo que discorre sobre carreamento de areia fina para o trecho médio e baixo do doce e solicitou que a Fundação Renova comentasse sobre. O Sr. Carlos Eduardo Moreli Tucci, representante da Rhama, ponderou que a quantidade de areia que desceu para o trecho a jusante de Risoleta Neves seria muito pequena, pois o reservatório reteria a areia e que, só seria possível relacionar a origem da areia ao rompimento através de geoquímica. Destacou ainda a probabilidade de a areia ficar no trecho superior próximo a área de rompimento devido a sua granulometria e que com um tempo poderia ser deslocada a jusante, mas que seria muito difícil ultrapassar a barragem sem que esta tivesse descarga de fundo. A Sra. Emília Brito destacou que deveria haver um alinhamento dentro da Fundação Renova para não haver vertentes diferentes de estudo.

A Sra. Emília Brito destacou em relação a um trecho do estudo sobre os postos climatológicos não haver os postos do Incaper e questionou o motivo desses não estarem no documento. O Sr. José Rafael respondeu que foi utilizado à base do INMET por ser confiável e ter sido utilizada em outros estudos. Após aprofundamento na discussão, a Sra. Emília Brito sugeriu a utilização da base de dados do Incaper.

O Sr. Gilberto Fialho questionou se a Fundação Renova e a Rhama utilizavam modelagem específica para a realidade da bacia do Rio Doce. A Sra. Daila Ferreira respondeu que o objetivo do estudo é entender o comportamento da bacia como um todo e a partir do trabalho verificar os pontos que precisam de uma modelagem mais específica. Posteriormente, houve discussão sobre o uso e a metodologia de coleta de dados utilizados no estudo. O Sr. Carlos Tucci justificou a utilização da base de dados da ANA no estudo devido a disponibilidade destes anteriormente ao rompimento da barragem, o que possibilitaria uma relação de dois cenários, anterior e posterior ao rompimento.

O Sr. José Rafael Albuquerque fez um breve relato sobre as fases 1 e 2 do estudo, ressaltando seus objetivos e metodologia. Em seguida Sra. Emilia Brito lhe questionou se o corpo técnico da Fundação Renova pensou em fazer a campanha descarga de fundo conforme orientação da normativa técnica. O Sr. José Rafael Albuquerque respondeu que não foi feito devido ao dado monitoramento descarga de fundo não ser usual na rede de amostragem da ANA e do CPRM e que devido as informações limitadas não seria possível caracterizar um cenário passado. O Sr. José Rafael Albuquerque acrescentou ainda que em um próximo programa de monitoramento será considerado a amostragem de fundo. A Sra. Daila Ferreira acrescentou que continuava o monitoramento hidrossedimentológico a montante e a jusante e nesse monitoramento seria incluída a descarga sólida de fundo e que seria verificado a necessidade de continuidade da amostragem de fundo para os próximos dois anos de monitoramento. A Sra. Emilia Brito questionou se esse monitoramento teria sido aprovado pela CT-GRSA e se os dados foram compartilhados com a CT. A Sra. Daila Ferreira respondeu que o monitoramento seria a continuidade da fase 1 e que os dados não foram compartilhados ainda pois o monitoramento havia acabado de se iniciar, sem, portanto, dados produzidos para serem compartilhados. Posteriormente, a Sra. Emilia Brito sugeriu que Fundação Renova reforçasse esse monitoramento na próxima reunião com a CT-GRSA.

O Sr. Gilberto Fialho levantou a possibilidade de se acrescentar como ponto de pauta para a próxima Reunião Ordinária da CT-GRSA a apresentação da continuidade do monitoramento de transporte de sedimentos proposto na fase 1 pela Fundação Renova.

A Sra. Emilia Brito ponderou que no plano de coleta de dados amostrais faltava o trecho de Mascarenhas a Aimorés. O Sr. José Rafael Albuquerque informou que a divisão dos trechos não possuía um critério oficial, mas que o trecho questionado foi considerado e que em havendo inconsistência poderia ser corrigido. O Sr. José Rafael Albuquerque acrescentou ainda que o trecho questionado estava contemplado e que o estudo utilizado como base poderia estar equivocado e que, portanto, poderia ser melhorado e revisado caso necessário.

Em relação à discussão sobre os dados utilizados no estudo, a Sra. Emilia Brito informou que faltava nas figuras 51 e 52 o período dos dados e os RD's. O Sr. José Rafael Albuquerque disse que anotaria a questão. Em seguida houve discussão sobre um gráfico com informações sobre a quantidade de areia, silte e argila em pontos do Rio Doce.

Referente à conclusão do estudo (Fase 1) a Sra. Emilia Brito fez questionamentos sobre a continuidade de monitoramentos de descarga de fundo em períodos chuvosos "pré Covid" e a Sra. Daila Ferreira respondeu que sempre houve o monitoramento de transporte de sedimentos e que foi acrescentada a coleta de descarga de fundo de forma complementar para os estudos futuros de modelagem específica de aporte e transporte de sedimentos, que ainda se fizerem necessários.

Devido ao horário avançado, os presentes na reunião concordaram em discutir a fase 2 do estudo hidrossedimentológico e o item 1 do eixo prioritário 6, que diz respeito aos estudos geomorfológico em outro momento oportuno e em caso de necessidade dos analistas.

**Encaminhamentos:**

- Envio de dúvidas, pela CT-GRSA, referente à fase 2 do estudo hidrossedimentológico e o item 1 do eixo prioritário 6, que diz respeito aos estudos geomorfológico para a Fundação Renova para otimização do tempo para a próxima reunião.
- Apresentação na próxima CT-GRSA a continuidade do monitoramento hidrossedimentológico da Fase 1 do estudo da Rhama descrito pela Sra. Daila

Anexo 8: Síntese de Reunião Gerencial CT-GRSA nº. 19/2020



<b>SÍNTESE DE REUNIÃO CT-GRSA GERENCIAL Nº 19/2020</b>	
<b>Convocado por:</b> Gilberto Fialho Moreira	
<b>Data:</b> 11/12/2020	
<b>Elaborado por:</b> Paulo Sérgio de Jesus	<b>Participantes:</b> Luciana Eler França (Feam), Adelino Ribeiro (Iema), Luiz Evaristo Paiva (UFJF), Emilia Brito (Iema), Fernanda de Oliveira Silva (IEF), Gilberto Fialho Moreira (Feam), Josemar de Carvalho Ramos (Ibama), Marcelo Junior Andrade Magalhães (Feam), Marina Silva Rufino (IEF), Micael de Souza Fraga (Igam), Thayna Guimarães Silva (Feam), Thiago Bezerra Corrêa (Ramboll), Paulo Sérgio de Jesus (Flacso), Adelino Ribeiro Neto (Iema), Eduardo Araújo (Igam), Mariana D'orey Gaivão Portella (Lactec), Maria Laura Di Marzio (Feam), Wanderlene Ferreira Nacif (Igam), Mariana de Souza (Feam).
<b>Assunto:</b> Alinhamento da análise e elaboração das notas técnicas referente aos estudos hidrossedimentológico e geomorfológico em atendimento aos itens 10.1, Eixo1 e 1, Eixo 6 no âmbito da Ação Civil Pública.	
<p>No dia 11 de dezembro de 2020, às 10:00h, iniciou-se a Reunião Gerencial 19/2020 da Câmara Técnica de Gestão de Rejeitos e Segurança Ambiental (CT-GRSA), que ocorreu por vídeo conferência, para alinhamento da análise e elaboração das notas técnicas referente aos estudos hidrossedimentológico e geomorfológico. A reunião teve abertura pela representante da Gerai/Feam e colaboradora da CT - GRSA – Luciana Eler França.</p> <p><b>Assuntos Discutidos:</b></p> <p>O Professor Luiz Evaristo Paiva, Universidade Federal de Juiz de Fora, agradeceu o convite para a reunião de alinhamento e fez uma breve apresentação introdutória de sua formação acadêmica.</p> <p>Após contextualização introdutória referente aos estudos hidrossedimentológico e geomorfológico, a Sra. Emilia Brito, representante do Iema, questionou ao professor Luiz Evaristo Paiva se a metodologia de descarga de fundo nos estudos da Rhama utilizando dados de granulometria para fazer transporte de fundo seria aceitável em estudos de consultoria. O Professor Luiz Evaristo Paiva respondeu que essa não seria a melhor metodologia para se estimar descarga por arrasto e que a coleta com draga de material só serve para caracterização do material de fundo sob a ótica da granulometria e que não representa transporte. O professor reiterou que a coleta de material de fundo com draga não pode ser utilizada para determinar descarga por arrasto, só pode ser utilizada para tirar o diâmetro representativo do manejo do material para estimar descarga por uma equação se baseando em um método de equação que se possa estimar com base no diâmetro do material não representando descarga de sedimento.</p> <p>A Sra. Emilia Brito faz nova contextualização sobre análise de consistência de dados para vazão e transporte de sedimentos. O Professor Luiz Evaristo Paiva informou que sua maior referência de metodologia de transporte de sedimentos no Brasil era Newton de Oliveira de Carvalho. Disse que sua metodologia mais usual é a de "igual incremento de largura". Em relação ao relatório da Fundação Renova, o Professor disse não ter visto com clareza a metodologia de campo utilizado pela Fundação Renova nos estudos de Hidrossedimentologia e Geomorfologia. Em seguida a Sra. Emilia Brito explicou como seria essa metodologia.</p> <p>O Sr. Micael de Souza Fraga, representante do Igam, e a Sra. Emilia Brito discutiram sobre a utilização dados de vazão utilizados nos estudos.</p> <p>O Sr. Eduardo Araújo, representante do Igam, ponderou a importância do foco no objetivo final sobre a discussão para aprimorar informações e chamou a atenção para a dimensão e escala do trabalho. Em seguida, o Professor Luiz</p>	

Evaristo Paiva se colocou a disposição para fazer uma expedição de campo e acrescentou que dificilmente qualquer estudo que for feito com a base de dados disponíveis contemplará a passagem de uma onda de rejeitos e cheias pela região pois são medições atemporais. O Professor sugeriu fazer uma avaliação em todos os cursos d'água para analisar fatores relacionados a deformações de leito de rio levantando os tipos de configurações de fundo existente nesses trechos. O Professor destacou ainda que um dos caminhos para analisar esse evento seria a partir de uma modelagem em cima de avalanche de detritos, pois o tamanho do evento coloca em fragilidade os modelos tradicionais que se vinha utilizando para cursos normais de leito de rio e sugeriu uma batimetria longitudinal dos cursos d'água com acompanhamento do movimento natural das deformações de fundo para entender a morfologia longitudinal ou transversal dos cursos d'água.

O Sr. Eduardo Araújo e a Sra. Emilia Brito teceram discussão sobre batimetria e a composição do material existente na bacia do rio Doce. O Sr. Eduardo Araújo destacou o desafio do planejamento do monitoramento devido a inexistência de referências anteriores devido as poucas estações de monitoramento e questiona como seria a calibração de um modelo de monitoramento ainda não existente. O Professor Luiz Evaristo Paiva destacou a convergência na discussão em relação ao objetivo de recomendar complementações no relatório de estudos hidrossedimentológico e geomorfológico e ressaltou a necessidade de se conhecer a região analisada.

A Sra. Emilia Brito destacou comentários da Fundação Renova em reunião da CT-GRSA sobre a volta em campo para coleta de dados e elencou a importância de tecer sugestões ao plano de trabalho. O Professor Luiz Evaristo Paiva sugeriu que em cada seção de medições, especialmente nos em que há mudanças morfológicas significativas no trecho de leito do rio, solicitar a Fundação Renova que faça simultaneamente medidas de transporte de sedimentos e suspensão de arraste de material de fundo. O Professor destacou que o transporte por arraste é uma descarga que é relacionada com o tempo e que não se pode coletar o material e dizer que é descarga de arraste, pois este caracteriza apenas o material depositado. Destacou ainda a possibilidade de alteração de uma coleta granulométrica em um trecho do rio devido a passagem de cheia e ponderou a importância da medição de transporte de sedimentos por arraste juntamente com o transporte de sedimentos por suspensão.

O Sr. Eduardo Araújo destacou características do rio e complementou a discussão trazida pelo professor referente ao arraste de sedimentos. Em seguida, o Sr. Eduardo Araújo pediu ao professor que comentasse sobre o modelo de avalanche e sobre o monitoramento de arraste. Posteriormente, houve discussão sobre prazos, judicialização do assunto e planos de trabalho.

A Sra. Luciana Eler França, representante da Gerai/Feam fez uma breve contextualização sobre a retirada de sedimentos do leito do rio e sobre impactos relacionados a essa atividade e questionou ao professor se a tese do "Lag Layer" poderia ser utilizada como embasamento técnico e como funcionaria a sedimentação natural da bacia e a sedimentação resultante do rompimento, formação de banco de sedimentos e do arraste de rejeitos. Em seguida o Sr. Eduardo Araújo solicitou ao professor esclarecimentos sobre arraste e avalanche. O Professor Luiz Evaristo Paiva respondeu que em relação a deposição precisava ver onde a mesma ocorre, pois isso é natural e pode ocorrer em regiões onde há uma abertura de seção. O Professor esclareceu que esses depósitos podem ocorrer naturalmente no meio e as margens do rio, porém, a partir dos relatos da Sra. Luciana Eler França, ele acredita que nesse caso esses

bancos podem não ser diretamente originados da bacia hidrográfica, e pode ser em decorrência do rompimento da barragem. Com relação a modelagem, o professor disse não ter conhecimento como seria a modelagem por avalanche de detrito e que havia alguns estudos que propunham esse tipo de modelagem para outras situações de avalanches. Ele disse ainda acreditar que o modelo aplicado seja o correto e que o gargalo está nos dados. Sugeriu a aplicação de alternativas de modelo de avalanche de detrito para acompanhar o seu comportamento e a busca por melhor metodologia de medições de transporte de sedimentos em suspensão.

Após comentário da Sra. Emilia Brito sobre dados de base, o professor disse que sobre os dados de draga poderia haver recomendação de mudança de metodologia.

A Sra. Luciana Eler França teceu comentários sobre os monitoramentos não padronizados e base de dados da bacia nos trechos de análise do estudo. O Professor Luiz Evaristo Paiva disse acreditar em maior possibilidade de os bancos serem provenientes do rompimento da barragem do que advindos da bacia hidrográfica. Com relação a medições, o professor sugeriu que na mesma seção em que ocorre o monitoramento da descarga de sedimentos em suspensão por uma coleta integrada que se faça medida da descarga de sedimentos por arraste de fundo. Em seguida o professor comentou sobre o equipamento de coleta de material do fundo do rio. O professor também sugeriu propor alternativas de descarga de sedimentos em suspensão e separar os métodos da descarga em suspensão e por arraste.

A Sra. Emilia Brito comentou sobre o uso de dados de satélite para Brumadinho e Doce e sobre uma eventual proposta modelo utilizando dados de sensoriamento remoto. O Professor Luiz Evaristo Paiva disse nunca ter feito, mas que há correntes que já fizeram estimativas do transporte de sedimentos utilizando geoprocessamento e sugeriu a Professora Suzane Beatriz Vinson para dúvidas em relação a transporte de sedimentos e sensoriamento remoto. Sobre a calibração de modelo, o professor informou que precisará de dados e que se deve buscar uma estimativa de métodos analíticos citados pela literatura para se determinar transporte de sedimentos por arraste de fundo.

O Professor Luiz Evaristo Paiva informou que não concorda em se fazer análise de transporte de sedimentos com turbidez, pois o transporte de sedimentos é composto por materiais de arraste de fundo. Portanto, disse, que é necessário ser feito um mapeamento de como está o movimento do fundo do rio.

O Sr. Eduardo Araújo teceu comentários sobre a revisão, adequação e melhoria do documento e sobre a falta de uma base informacional, no qual o professor Luiz Evaristo Dias de Paiva pudesse se inteirar mais sobre os estudos e informações da Bacia do Rio Doce após o rompimento da Barragem de Fundão.

Por fim, os presentes agradeceram ao Professor Luiz Evaristo Paiva pela disponibilidade e explicações e a reunião foi finalizada.

**Encaminhamentos:**

- **Encaminhamento 1:** Enviar documentos e notas técnicas sobre o rejeito para o professor Luiz Evaristo Dias de Paiva. **Prazo:** 14/12/2020.
- **Encaminhamento 2:** Envio da minuta de nota técnica para o professor Luiz Evaristo Dias de Paiva avaliar e contribuir. **Prazo:** 18/12/2020.

Anexo 9: Nota Técnica n.º32/IGAM/GMHEC/2020

10/12/2020

SEI/GOVMG - 22859458 - Nota Técnica



**GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

**Instituto Mineiro de Gestão das Águas**

**Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos Críticos**

#### **Nota Técnica nº 32/IGAM/GMHEC/2020**

**PROCESSO Nº 2090.01.0004391/2020-54**

**REFERÊNCIA:** Despacho nº 359/2020/FEAM/GERAI

**ASSUNTO:** Considerações GMHEC/DMEC/IGAM a respeito do ITEM 10.1 EIXO 1 - FASE 1 e ITEM 10.1 EIXO 1 - FASE 2 dos "Estudos dos processos fluviais e de sedimentos a jusante da barragem de Fundão, no rio Doce".

#### **RESUMO**

Esta nota técnica tem por objetivo apresentar as considerações realizadas pela Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos Críticos - GMHEC do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, a respeito do ITEM 10.1 EIXO 1 - FASE 1 e ITEM 10.1 EIXO 1 - FASE 2 dos "Estudos dos processos fluviais e de sedimentos a jusante da barragem de Fundão, no rio Doce", conforme solicitado no Despacho nº 359/2020/FEAM/GERAI.

#### **1. CONTEXTUALIZAÇÃO**

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM é responsável por planejar e promover ações direcionadas à preservação da quantidade e da qualidade das águas de Minas Gerais. O gerenciamento é feito por meio do monitoramento da quantidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas do Estado, dos planos de recursos hídricos, bem como da consolidação de Comitês de Bacias Hidrográficas - CBHs e Agências de Bacia. O Instituto tem como diretriz uma administração compartilhada e descentralizada, envolvendo todos os segmentos sociais.

Conforme estabelecido no Decreto nº 47.866, de 19 de fevereiro de 2020, o planejamento e a execução de atividades de monitoramento hidrometeorológico desenvolvidas pelo IGAM são realizados pela Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos Críticos - GMHEC, que compõe a Diretoria de Operações e Eventos Críticos - DMEC.

Em atendimento ao Despacho nº 359/2020/FEAM/GERAI, que requisita a análise dos documentos do ITEM 10.1 EIXO 1 - FASE 1 e ITEM 10.1 EIXO 1 - FASE 2 dos "Estudos dos processos fluviais e de sedimentos a jusante da barragem de Fundão, no rio Doce" pelo IGAM, a presente Nota Técnica foi elaborada com base na análise dos tópicos que cambem às competências da GMHEC. Em termos gerais, foi analisada a utilização dos dados hidrológicos e meteorológicos no desenvolvimento do referido estudo.

#### **2. ANÁLISE DO ESTUDO**

##### **2.1. ITEM 10.1 EIXO 1 - FASE 1**

Considerando o Despacho nº 359/2020/FEAM/GERAI, primeiramente foi realizada a análise do documento intitulado "ESTUDOS DOS PROCESSOS FLUVIAIS E DE SEDIMENTOS A JUSANTE DA BARRAGEM DE FUNDÃO, NO RIO DOCE", referente ao Produto 01, Relatório Técnico nº 01 e Revisão nº 02 (20096323).

Para o referido documento foram avaliados os seguintes tópicos:

[https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento\\_imprimir\\_web&acao\\_origem=arvore\\_visualizar&id\\_documento=26777617&infra\\_sist...](https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=26777617&infra_sist...) 1/5

10/12/2020

SEI/GOV/MG - 22859458 - Nota Técnica

- 2.1 - Caracterização hidrográfica;
- 2.4 - Geomorfologia fluvial;
- 2.5 - Relevo;
- 2.6 - Clima;
- 5.2 - Postos climatológicos;
- 5.3 - Postos pluviométricos (incluindo todos os seus sub-itens);
- 5.4 - Postos fluviométricos (incluindo todos os seus sub-itens);
- 6.1 - Informação de domínio público.

#### Considerações:

- No tópico "2.5 - Relevo" deve-se realizar a correção da Figura 6, uma vez que pela figura ocorrem aumentos na elevação à medida que o rio se aproxima da foz. Sabe-se que em um corpo hídrico o escoamento ocorre sempre de um ponto de maior altitude para um ponto de menor altitude.
- No tópico "5.2 - Clima" foram identificadas, na base de dados utilizada, estações climatológicas contidas na bacia do rio Doce e sua vizinhança, que permitiram caracterizar as condições climáticas da bacia. As fontes de dados foram dos sistemas HidroWeb da ANA e BDMEP do INMET. Ao final, foram utilizadas 9 estações do INMET. A importância de utilização das estações do INMET foi devido ao cálculo da evapotranspiração real. Entretanto, para essa etapa do estudo, entende-se que, diante da precariedade de estações, poderiam ter sido utilizados dados dos produtos de sensoriamento remoto MOD16 e GLEAM. O MOD16 é um produto originado a partir das imagens do sensor MODIS, sendo parte do projeto Earth Observing System (EOS) criado pela National Aeronautics and Space Administration (NASA) no âmbito do projeto global para estimativa da evapotranspiração da superfície terrestre utilizando dados de sensoriamento remoto. O MOD16 disponibiliza dados de evapotranspiração real, evapotranspiração potencial, fluxo de calor latente real e potencial em uma resolução espacial de 1 km<sup>2</sup>. Já o GLEAM (Global Land Evaporation and Amsterdam Model) é um modelo criado com o intuito de estimar o fluxo evaporativo terrestre em escala diária e com resolução espacial de 0,25° utilizando o máximo de informações de sensores remotos. No geral, sabe-se que a evapotranspiração varia com diversos fatores como a topografia, clima, propriedade do solo e tipo de vegetação. A vantagem da utilização dos dados de sensoriamento remoto em relação aos métodos convencionais é que os convencionais fornecem valores pontuais, o que dificulta a sua quantificação em grandes áreas. Avanços nas tecnologias de sensoriamento remoto têm sido combinados com metodologias convencionais para estimativas globais da evapotranspiração real. Essas informações possuem grande potencialidade para o desenvolvimento de estudos hidrológicos e têm sido utilizadas em diversos trabalhos encontrados na literatura (DEMBÉLÉ et al., 2020; LEE e YEH, 2019; NGUYEN; DIETRICH; UNIYAL, 2020; TOBIN e BENNETT, 2019; VASQUEZ e VARGAS, 2017).
- Ainda em relação ao tópico "5.2 - Clima", Louzada et al. (2018) avaliaram a utilização dos dados do satélite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission), produto 3B43-v7, na realização do balanço hídrico climatológico para a bacia do rio Doce. A conclusão foi de que os dados do produto TRMM 3B43-v7 caracterizaram o balanço hídrico climatológico de forma semelhante aos dados observados nas estações. Sendo assim, diante da falta de dados, entende-se que os dados do TRMM 3B43-v7 também poderiam ter sido utilizados para o cálculo da evapotranspiração real para a bacia em questão.
- Para os demais tópicos avaliados, considera-se que a base de dados utilizada e as metodologias aplicadas estão corretas e são apropriadas para a realização da modelagem hidrológica.

#### 2.2. ITEM 10.1 EIXO 1 - FASE 2

[https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento\\_imprimir\\_web&acao\\_origem=arvore\\_visualizar&id\\_documento=26777617&infra\\_sist...](https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=26777617&infra_sist...) 2/5

10/12/2020

SEI/GOV MG - 22859458 - Nota Técnica

Considerando o Despacho nº 359/2020/FEAM/GERAI, posteriormente foi feita a análise do documento intitulado "ESTUDOS DOS PROCESSOS FLUVIAIS E DE SEDIMENTOS A JUSANTE DA BARRAGEM DE FUNDÃO, NO RIO DOCE", referente ao Produto 02, Relatório Técnico nº 01 (20110756 ; 20110758).

Para o referido documento foram avaliados os seguintes tópicos:

- 2.1 - Caracterização dos rios (incluindo todos os seus sub-itens);
- 3.2 - Análise das variáveis e suas relações (especificamente o sub-item "3.2.1 - Curva-chave");
- 3.3 - Análise das vazões efetivas e do leito maior (incluindo todos os seus sub-itens);
- 3.4 - Variação temporal das variáveis (especificamente o sub-item "3.4.1 - Vazão líquida");
- 3.5 - Cenário de recuperação física do rio Gualaxo do Norte (incluindo todos os seus sub-itens);
- 4.10 - Regressão entre variáveis fluviométricas e geomorfológicas;
- 5 - Modelagem hidrológica (incluindo todos os seus sub-itens).

Considerações:

- No item "3.4.1 - Vazão líquida" é mencionado que foram verificadas as tendências das séries de vazão das estações de código 56850000 (Governador Valadares) e 56990000 (São Sebastião da Encruzilhada), sendo que a estação 56990000 encontra-se alocada no rio Manhuaçu, afluente do rio Doce. Para a verificação das tendências é mencionado que foram utilizados testes paramétricos, entretanto, sabe-se que dados ambientais (vazão, precipitação, etc) via de regra não apresentam uma distribuição normal dos dados, portanto, o mais aconselhado é a utilização de testes não paramétricos. Sendo assim, é recomendada a utilização de testes não paramétricos para verificar a tendência dos dados, tais como o teste de Pettit (PETTITT, 1979) e Mann-Kendall (KENDALL, 1975; MANN, 1945) ou Mann-Kendall Modificado. Em adição a isso, é necessário que os testes sejam aplicados em uma quantidade maior de estações para quantificar melhor os impactos, tendo em vista que no total foram utilizadas 63 estações fluviométricas na modelagem hidrológica. O ideal é que os testes sejam aplicados em estações cujas áreas de contribuição estejam sofrendo grandes modificações, quer seja de uso e ocupação do solo, da construção de barramentos, da qualidade da água, de exploração de água subterrânea, do aumento das captações superficiais, do uso da água, etc.
- No item "5.1.4 - Modelo Digital de Elevação" são apresentadas 3 opções de MDE's, sendo: MERIT DEM, resolução de 90m; MDE TanDEM-X, resolução de 90m; SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), resolução de 90m. Por fim, é utilizado o MDE do SRTM com resolução de 90m. A justificativa da escolha é de que para os objetivos de modelagem hidrológica de grande escala propostos neste projeto, o MDE do SRTM foi amplamente testado em estudos anteriores tendo sido desenvolvidas técnicas específicas para derivar do MDE informações relevantes do ponto de vista hidrológico. Entretanto, sabe-se que existem MDE do SRTM com resolução de 30m disponível gratuitamente no site do USGS (United States Geological Survey) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Válido ressaltar que o tópico possui texto repetido.
- Para os demais tópicos avaliados, considera-se que a base de dados utilizada e as metodologias aplicadas estão corretas e são apropriadas para a realização da modelagem hidrológica.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação ao ITEM 10.1 EIXO 1 - FASE 1, entende-se que a base de dados hidrológicos e meteorológicos utilizados no estudo é satisfatória, bem como as metodologias utilizadas para avaliação das mesmas. Entretanto é feito uma ressalva quanto a utilização da informação de evapotranspiração real oriunda dos dados de 9 estações climatológicas, uma vez que estimativas contínuas da evapotranspiração real para toda a

[https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento\\_imprimir\\_web&acao\\_origem=arvore\\_visualizar&id\\_documento=26777617&infra\\_sist...](https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=26777617&infra_sist...) 3/5

10/12/2020

SEI/GOV/MG - 22859458 - Nota Técnica

superfície da bacia poderiam ter sido obtidas por meio de sensoriamento remoto, conforme demonstrado no texto acima. No que diz respeito ao monitoramento complementar, é feita uma ressalva de que o período recente, entre 2015 e 2019, foi caracterizado por vazões abaixo da média histórica. Em adição a isso, as campanhas complementares foram realizadas em período seco, potencializando a caracterização desse período de baixas vazões, conforme mencionado no próprio documento.

Em relação ao ITEM 10.1 EIXO 1 - FASE 2, entende-se que a a base de dados hidrológicos e meteorológicos, bem como os procedimentos utilizados para a realização da modelagem hidrológica estão corretos e são satisfatórios. Para os dados de chuva foram utilizados dados de 101 estações pluviométricas da ANA, com interpolação diária dos dados por meio do IDW. Para os dados de vazão foram utilizadas 63 estações fluviométricas com boas séries de vazão. Para o MDE, embora tenha-se já disponível o SRTM com resolução espacial de 30m, entende-se que o SRTM 90m apresenta resultados satisfatórios para a bacia em questão. No texto é mencionado que foram realizadas etapas de remoção de depressões, geração de direções de fluxo, área de drenagem acumulada, rede de drenagem e a subdivisão em minibacias. A obtenção das URHs está de acordo com o encontrado na literatura. A calibração e validação do modelo hidrológico, aparentemente, não apresenta falhas ou erros na análise. A avaliação dos resultados da modelagem incluiu as principais estatísticas utilizadas e foram classificadas com base na literatura de referência. Em relação às incertezas dos resultados, é válido ressaltar que a avaliação das tendências deveria se estender para um número maior de estações fluviométricas, bem como deveria ser realizada utilizando, também, testes não paramétricos. Ressalta-se também a incerteza relacionada a geração de vazões em cenários futuros, uma vez que admite-se que cada novo ano seja sorteado com igual probabilidade entre os anos do passado, com base na geração de números aleatórios.

Em relação às conclusões obtidas na presente Nota Técnica, vale ressaltar que a análise da base de dados e das metodologias aplicadas foi feita para fins de avaliação da modelagem hidrológica de forma isolada. Em outras palavras, não é possível concluir a sua adequabilidade para fins de modelagem hidrosedimentológica, uma vez que essa depende de uma avaliação integrada dos dados de sedimentos com os dados hidrológicos.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DEMBÉLÉ, M.; HRACHOWITZ, M.; SAVENIJE, H. H. G.; MARIÉTHOZ, G.; SCHAEFLI, B. Improving the Predictive Skill of a Distributed Hydrological Model by Calibration on Spatial Patterns With Multiple Satellite Data Sets. *Water Resources Research*, v. 56, n. 1, 2020.
- KENDALL, M. G. Rank Correlation Methods. London: Griffin, 1975.
- LEE; YEH. Impact of Climate Change and Human Activities on Streamflow Variations Based on the Budyko Framework. *Water*, v. 11, n. 10, 2019.
- LOUZADA, F. L. R. DE O.; XAVIER, A. C.; PEZZOPANE, J. E. M. Climatological water balance with data estimated by tropical rainfall measuring mission for the Doce river basin. *Engenharia Agrícola*, v. 38, n. 3, 2018.
- MANN, H. B. Nonparametric Tests Against Trend. *Econometrica - Journal of the Econometric Society*, v. 13, n. 3, 1945.
- NGUYEN, V. T.; DIETRICH, J.; UNIYAL, B. Modeling interbasin groundwater flow in karst areas: Model development, application, and calibration strategy. *Environmental Modelling & Software*, v. 124, 2020.
- PETTITT, A. N. A Non-Parametric Approach to the Change-Point Problem. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, v. 28, n. 2, 1979.
- TOBIN, K.; BENNETT, M. Improving Alpine Summertime Streamflow Simulations by the Incorporation of Evapotranspiration Data. *Water*, v. 11, n. 1, 2019.

[https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento\\_imprimir\\_web&acao\\_origem=arvore\\_visualizar&id\\_documento=26777617&infra\\_sist...](https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=26777617&infra_sist...) 4/5



10/12/2020

SEI/GOVMG - 22859458 - Nota Técnica

- VASQUEZ, N.; VARGAS, X. Streamflow estimation in ungauged basins using remote sensed hydrological data. EGU General Assembly Conference Abstracts, v. 19, 2017.



Documento assinado eletronicamente por **Micael de Souza Fraga, Analista**, em 10/12/2020, às 17:46, 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 **Luiza Pinheiro Rezende Ribas, Analista**, em 10/12/2020, às 17:47, 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 **Fabrizia Rezende Araujo, Gerente**, em 10/12/2020, às 17:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



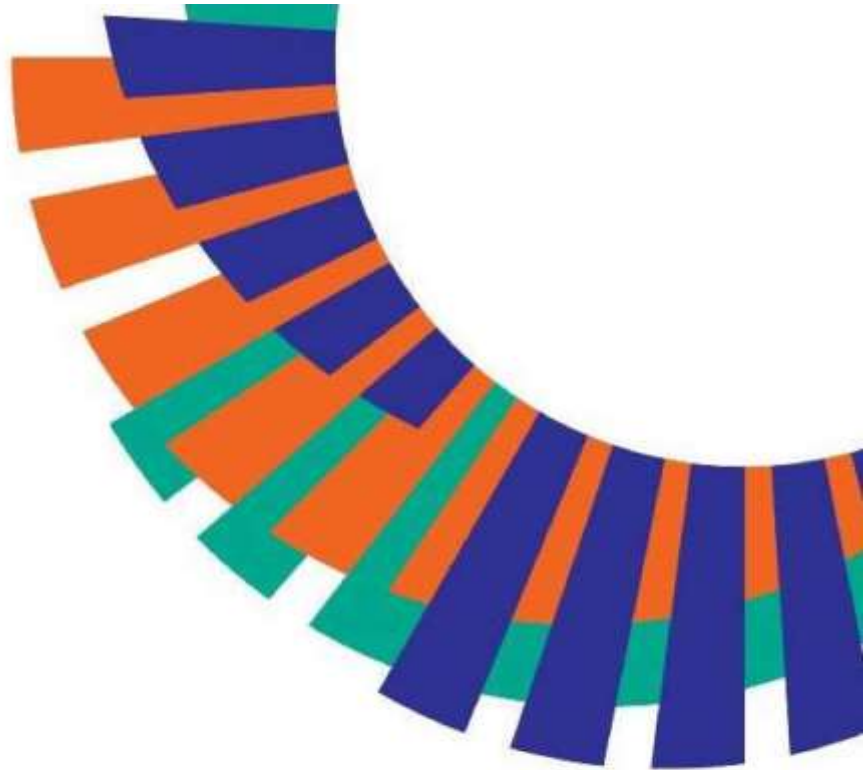
A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.mg.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **22859458** e o código CRC **E41C2949**.

Referência: Processo nº 2090.01.0004391/2020-54

SEI nº 22859458

[https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento\\_imprimir\\_web&acao\\_origem=arvore\\_visualizar&id\\_documento=26777617&infra\\_sist...](https://www.sei.mg.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=26777617&infra_sist...) 5/5

Anexo 10: Cronograma dos estudos de Transporte de Sedimentos apresentado pela Fundação  
Renova



**PG-023 – PROGRAMA DE MANEJO DE REJEITOS**



FUNDAÇÃO  
**renova**

**Cronograma Transporte de Sedimentos**

**Dezembro/2019**

FM-GPR-001 Rev. 00

### CONTROLE DE MUDANÇAS DO PROGRAMA

Data	Id	Resumo da mudança
Dezembro/2019	00	Emissão Inicial

## SUMÁRIO

Apresentação .....	4
1 Balanço de Massa .....	5
1.1 ESCOPO DOS SERVIÇOS .....	5
1.2 OBJETIVO .....	5
1.3 CRONOGRAMA .....	5
2 Estudos dos Processos Fluviais e de Sedimentos a Juante da Barragem de Fundão, no rio Doce .....	6
2.1 ESCOPO DOS SERVIÇOS .....	6
2.2 OBJETIVO .....	8
2.3 RESULTADOS ESPERADOS .....	8
2.4 ABRANGÊNCIA ESPACIAL .....	9
2.5 ATIVIDADES PREVISTAS NAS FASES .....	9

## APRESENTAÇÃO

O presente documento visa a emissão do cronograma solicitado no âmbito da Ação Civil Pública, especificamente ao Eixo 6 - Medição de performance e acompanhamento, subitem 2.1 - Apresentar ao Sistema CIF cronograma do estudo do balanço de massa e de transporte de sedimentos nos rios Gualaxo, Carmo e Doce, referentes aos trechos de 1 a 16.

## 1 BALANÇO DE MASSA

### 1.1 ESCOPO DOS SERVIÇOS

O estudo de balanço de massa consiste no levantamento da estimativa da ordem de grandeza para o transporte de sedimentos em suspensão ao longo dos rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce para os períodos chuvosos.

### 1.2 OBJETIVO

Os principais objetivos do projeto são:

- ✓ Estudar a evolução dos processos fluviais e do padrão do transporte de sedimentos que estão ocorrendo nos rios impactados que possuem volumes significativos de rejeitos depositados em sua calha ou planície de inundação;
- ✓ Revisitar e atualizar as análises do Balanço de sedimentos desenvolvida para o Rio Gualaxo do Norte (NHC, 2018);
- ✓ Fornecer uma estimativa de ordem de grandeza para o transporte de sedimentos no rio Gualaxo do Norte, Carmo e Doce;
- ✓ Avaliar a qualidade e adequação dos dados de monitoramento que vem sendo coletados.

### 1.3 CRONOGRAMA

O projeto é atualizado anualmente, após o período chuvoso de forma a inserir os dados coletados em campo no balanço de massa. Dessa forma poder-se-á verificar o quanto foi transportado de um período chuvoso para o outro e ajustar a tendência de transporte para os anos futuros.

## 2 ESTUDOS DOS PROCESSOS FLUVIAIS E DE SEDIMENTOS A JUANTE DA BARRAGEM DE FUNDÃO, NO RIO DOCE

### 2.1 ESCOPO DOS SERVIÇOS

Os serviços estão divididos em 3 fases, quais sejam:

**Fase I** - Análise e avaliação das informações existentes: Essa fase busca analisar as informações existentes, incluindo dados de sedimentos, hidráulicos, morfológicos, dentre outras informações relevantes para o estudo, planejar coleta de dados complementar e implementar o monitoramento como base de informações para as fases subsequentes.

**Fase II** - Avaliação do balanço sedimentológico: Nesta fase prevê-se o desenvolvimento de um modelo conceitual de transporte e de destino de sedimentos/rejeitos usando técnicas de balanço sedimentológico para quantificar os fluxos de sedimentos, armazenamento, remobilização e transporte pelos vários trechos dos rios. As metodologias usadas nesta fase são simplificadas e devem utilizar parâmetros que permitam uma estimativa macro dos processos.

**Fase III** - Modelo de transporte de sedimentos: Essa fase pressupõe o desenvolvimento e aplicação de um ou mais modelos mais detalhados do comportamento hidrossedimentológico da bacia e dos trechos dos rios e reservatórios para análise de problemas em áreas específicas.



**CRONOGRAMA**



**Premissas de cumprimento do cronograma:**

- As condições climáticas desfavoráveis para os trabalhos de campo (chuva, descargas elétricas, segurança do trabalho) não estão sendo consideradas na definição dos prazos dos cronogramas;
- A recusa do superintendente do terreno em conceder a autorização de acesso não está considerada nos prazos do cronograma (se aplicável);
- Eventual necessidade de negociação fundiária não está considerada nos prazos do cronograma (se aplicável);
- Prazos relacionados às autorizações ambientais (licenciamento) não estão considerados nos prazos do cronograma;
- O prazo relacionado às validações técnicas das entregas de FR pela Câmara Técnica não está considerado no cronograma;
- Modificações em premissas básicas das requisições por exigências dos stakeholders externos, que impactam o escopo de trabalho, passarão por gestão de mudança de escopo;

## 2.2 OBJETIVO

### 2.2.1 GERAL

Desenvolver os estudos para melhor entender o comportamento da bacia do rio Doce quanto ao transporte dos sedimentos resultantes do rompimento da barragem de Fundão, o comportamento natural da própria bacia e as interrelações com as ações executadas e planejadas no processo de mitigação dos efeitos do acidente realizadas pela Fundação Renova.

### 2.2.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Consolidar os dados quantitativos e qualitativos de água e sedimentos existentes, revisar as suas inúmeras fontes e verificar as lacunas para garantir que dados adequados estão sendo coletados para o atendimento de programas atuais e futuros;
- ✓ Caracterizar as propriedades físicas dos rejeitos e sedimentos naturais, bem como o comportamento do transporte e da deposição de sedimentos no sistema fluvial;
- ✓ Desenvolver um modelo conceitual para entender os processos de produção e da dinâmica de transporte de sedimentos naturais e rejeitos por trechos fluviais dos rios;
- ✓ A partir do modelo conceitual, desenvolver um balanço de massa sedimentológico para caracterizar o suprimento, o armazenamento, a remobilização e o transporte de sedimentos. O balanço sedimentológico será realizado para as condições atuais e para condições futuras;
- ✓ Desenvolver modelo (ou modelos) morfodinâmicos bidimensionais, apropriados para trechos específicos do rio, para prever os processos de transporte e deposição de sedimentos futuros e avaliar a eficácia das várias opções de recuperação.

## 2.3 RESULTADOS ESPERADOS

### I. Fase II:

- 1) Quanto tempo leva para o sedimento alcançar a UHE Risoleta Neves e seu trecho de jusante?
- 2) Quais são as massas estimadas de sedimentos e rejeitos existentes e como eles estão dispersos à montante e jusante de UHE Risoleta Neves?

## **II. Fase III:**

- 3) Qual é o tempo de recuperação esperado para que as concentrações de sedimentos em locais críticos retornem aos níveis anteriores ao evento?
- 4) Qual é a estimativa para o transporte e a deposição de sedimentos nos reservatórios que possuem dados suficientes e nos trechos 6 a 11 do Manejo de Rejeito?
- 5) O comportamento da turbidez das águas dos rios é determinado primordialmente pelas causas do acidente ou por condições naturais das bacias hidrográficas contribuintes?
- 6) É possível diferenciar a dispersão natural de sedimento do rio da dispersão do material que foi originado do acidente?

### 2.4 ABRANGÊNCIA ESPACIAL

**ÁREA DE ESTUDO 1:** Bento Rodrigues, barragem S3, barragem de Novo Santarém e Eixo 1.

**ÁREA DE ESTUDO 2:** Sistema do rio Gualaxo do Norte, rio Carmo até a confluência com o rio Piranga.

**ÁREA DE ESTUDO 3:** rio Doce até o reservatório da UHE Risoleta Neves.

**ÁREA DE ESTUDO 4:** jusante da UHE Risoleta Neves até a Foz do rio Doce.

### 2.5 ATIVIDADES PREVISTAS NAS FASES

#### **III. FASE I**

- 1) Levantamento e avaliação dos parâmetros e indicadores levantados;
- 2) Análise da frequência temporal e a localização espacial das informações para caracterizar as quatro áreas de estudo quanto ao comportamento hidrossedimentológico;
- 3) Análise preliminar dos dados para identificar sua representatividade para o tema em questão;
- 4) Concepção e elaboração do programa de monitoramento e;
- 5) Implementação das campanhas de monitoramento, incluindo as coletas em campo e as análises laboratoriais. O foco da

Anexo 11: Ofício FR.2020.2103



## FR.2020.2103

Belo Horizonte, 18 de dezembro de 2020.

**À**  
**CÂMARA TÉCNICA DE GESTÃO DE REJEITOS E SEGURANÇA AMBIENTAL – CT-REJEITOS**  
**A/C: SR. THALES DEL PUPO ALTOÉ**  
COORDENADOR DA CÂMARA TÉCNICA DE GESTÃO DE REJEITOS E SEGURANÇA AMBIENTAL

**REF.:** Encaminhamento referente ao item 7 da pauta da 50ª reunião ordinária da CT-GRSA, ocorrida no dia 15 de dezembro de 2020.

**Anexo:** Informações sobre o monitoramento da Fase 1 e sua continuidade.  
Prezado(a),

A Fundação Renova ("Fundação") vem, respeitosamente, por seu representante abaixo assinado, enviar em anexo as informações referentes a continuidade do monitoramento da Fase 1 (item 2.1 do Eixo Prioritário 6 da ACP155bi) do estudo "Processos fluviais e de sedimentos a jusante da barragem de Fundão, no rio Doce" elaborado pela Consultoria Rhama Ambiental, em atendimento a item 7 da pauta da 50ª CT-GRSA.

A Fundação Renova reitera que as informações descritas no presente ofício também estão contidas nos documentos técnicos referentes às entregas das Fases 1 e 2, ambas protocoladas na 12ª Vara Federal Cível e Agrária da SJMG, em 30 de setembro de 2020, em atendimento ao item 2.1 do Eixo Prioritário 6 e ao item 10.1 do Eixo Prioritário 1, respectivamente.

Destaca-se que o envio de informações atualizadas, conforme Anexo, corrobora, mais uma vez, com o compromisso da Fundação Renova em atender à solicitação desta Câmara Técnica, e em nada interfere na compreensão e avaliação das entregas técnicas (Fases 1 e 2) já protocoladas.

É importante ainda salientar que a continuidade do monitoramento definido na Fase 1 é essencial para a obtenção de dados necessários para a

DocuSign Envelope ID: 301D68AF-BFBE-4650-BCE2-14A68120201D



atualização das simulações hidrossedimentológicas na bacia do rio Doce, desenvolvidas na Fase 2, conforme é esclarecido no documento técnico protocolado em atendimento ao item 2.1 do Eixo Prioritário 6 da ACP155bi.

Sendo o que cumpria para o momento, a FUNDAÇÃO se mantém à disposição para prestar quaisquer esclarecimentos adicionais que se fizerem necessários.

Renovando nossos protestos de estima e consideração, subscrevemos a presente.

Atenciosamente,

DocuSigned by  
*Leandro Ribeiro Pires*  
E1DE218AACE00420

**FUNDAÇÃO RENOVA**  
LEANDRO RIBEIRO PIRES

COORDENADOR DO PROGRAMA MANEJO DE REJEITOS



## Anexo

### Resposta ao encaminhamento do item 7 da 50ª da CT-GRSA

Porto Alegre, 17 de dezembro de 2020.

**Para:** Fundação Renova - Daila Aparecida Ferreira

**De:** RHAMA Consultoria Ambiental - Dr. Eng. Carlos E.M. Tucci e Dr. Eng. Jose Rafael Cavalcanti

#### 1ª versão em 17 de dezembro de 2020

**Assunto:** Envio das informações referente a continuidade do monitoramento da Fase 1 do estudo: Processos Fluviais e de Sedimentos a Jusante da Barragem de Fundão, item 2.1 do Eixo Prioritário Nº 6 da ACP155bi.

**Contextualização:** O rompimento da barragem de Fundão lançou uma carga elevada de sedimentos nos corpos hídricos a jusante. Esta carga adicional de sedimentos ficou consolidada em depósitos, sendo observados principalmente a montante da UHE Risoleta Neves, que podem ser remobilizados em função do regime hidrológico. Ao longo do desenvolvimento da Fase I do projeto: “*Estudos dos processos fluviais e de sedimentos a jusante da barragem de Fundão, no rio Doce*”, foi realizado um diagnóstico da rede de monitoramento hidrossedimentológico existente na bacia do rio Doce. O objetivo do estudo é a consolidação de dois cenários de avaliação, chamados: **histórico**, com informações hidrossedimentológicas pretéritas ao rompimento de Fundão, e **atual**, com informações hidrossedimentológicas que caracterizem a situação atual do trecho impactado pelo rompimento da barragem de Fundão.

A análise considerou informações climáticas (e.g., temperatura do ar, umidade do ar, intensidade de ventos), pluviométrica (precipitação e evapotranspiração), fluviométricas (curva-chave, nível e vazão), sedimentométricas (concentração de sedimentos em suspensão e descarga sólida, e de qualidade da água (turbidez e sólidos suspensos totais)) em toda a bacia hidrográfica do rio Doce, com destaque para o trecho impactado.

A partir da combinação dos diferentes programas de monitoramento identificados na Fase I, foram observadas lacunas nos dados



hidrossedimentológicos. Estas lacunas foram identificadas utilizando critérios espaciais (localização ao longo do trecho impactado) e temporais (existência de informações antes e depois do rompimento). Com base neste diagnóstico e avaliação, foi proposto um programa de coletas complementares, com objetivo de gerar novas informações e consolidar os dados existentes de forma a integrar os cenários avaliados (histórico e atual). A construção do programa de coletas complementar não criou postos de monitoramento, mas focou no complemento ou incremento de dados em postos já existentes e com monitoramento ativo, dando preferência para postos com séries longas e dados antes e após o rompimento de Fundão.

O programa complementar realizou cinco campanhas ao longo do trecho impactado pelo rompimento de Fundão e os dados coletados foram utilizados para a caracterização dos cenários de interesse ao longo do desenvolvimento da Fase II do estudo.

Atualmente, este programa vem sendo continuado considerando algumas atualizações em relação ao planejamento original. Ainda assim, foi mantido o critério de avaliação temporal e espacial dos dados antes e depois do rompimento, bem como toda a metodologia e procedimentos de coleta e análise, de forma a mantém a continuidade dos estudos e aprimoramento de seus resultados.

#### **A. ATUALIZAÇÕES E CONTINUIDADE DO MONITORAMENTO DA FASE 1**

A partir das campanhas realizadas durante a Fase I, que gerou informações importantes para as conclusões obtidas ao longo da Fase II do projeto: "*Estudos dos processos fluviais e de sedimentos a jusante da barragem de Fundão, no rio Doce*", foi delineada a continuidade do programa de monitoramento que está em vigor atualmente.

A partir do planejamento original, foram incluídos três novos postos, coincidentes com os locais de monitoramento: RGN08 (monitorados atualmente pela Fundação Renova-PMQGS), e os postos fluviométricos 56335001(rio do Carmo) e 56110005 (rio Piranga) monitorados por ANA e CPRM, respectivamente. Adicionalmente, novos parâmetros serão contemplados: densidade dos grãos e descarga sólida de fundo e arraste. A lista completa dos parâmetros avaliados é apresentada na sequência.



DocuSign Envelope ID: 301D68AF-BFBE-4650-BCE2-14A68120201D



Estas campanhas não buscam a substituição dos programas de monitoramentos atuais, mas apenas a complementação das informações gerando uma maior quantidade de dados (maior frequência) nestes locais de interesse.

## B. LEVANTAMENTOS DE CAMPO

### 1.1. OBJETIVO

Obter dados que permitam avaliar o transporte de sedimentos e a relação entre variáveis hidrossedimentológicas no trecho fluvial impactado pelo rompimento da barragem de Fundão.

### 1.2. LOCAIS DE MONITORAMENTO

A partir do monitoramento da Fase 1, serão analisados um total de 19 pontos de monitoramento localizados na bacia do rio Doce, ao longo dos rios Gualaxo do Norte, Carmo, Piranga e Doce. A Tabela 1 apresenta um resumo dos locais onde o monitoramento será realizado. A Figura 1 apresenta as localizações dos pontos de monitoramento na bacia do rio Doce.

O monitoramento dos postos envolve as seguintes análises:

- Nível d'água;
- Descarga líquida;
- Densidade dos Sedimentos (aparente ou de grãos);
- Turbidez;
- Sólidos Suspensos Totais (SST) e Concentração de Sedimentos em Suspensão (CSS);
- Descarga Sólida Total (suspensão, arraste e fundo);
- Granulometria (suspensão e fundo);
- Granulometria (arraste).

No item 1.5 são apresentadas as metodologias utilizadas na coleta das informações.

Tabela 1. Pontos de coleta considerados no monitoramento hidrossedimentológico da Fase 1 e sua continuidade.

Ponto	Rio	Operadora	Posto	Latitude	Longitude	Município
RD1	Doce	ANA	56425000	-20,00	-42,67	São José do Galvão-MG
RD2	Doce	RENOVA-PMQQS	RDO 04	-19,55	-42,52	Bom Jesus do Galho - MG
RD3	Doce	ANA	56850000	-18,88	-41,95	Gov. Valadares-MG
RD4	Gualaxo do Norte	ANA	56337000	-20,27	-43,10	Barra Longa-MG
RD5	Doce	ANA	56948005	-19,33	-41,25	Resplendor-MG
RD6	Doce	ANA	56720000	-19,32	-42,37	Bugre-MG

Ponto	Rio	Operadora	Posto	Latitude	Longitude	Município
RD7	Doce	ANA	56998000	-19,41	-40,07	Linhares-ES
RD8	Doce	ANA	56991400	-19,53	-40,82	Colatina-ES
RD10	Doce	ANA	56920000	-18,98	-41,64	Tumiritinga
RD11	Carmo	ANA	56335500	-20,28	-43,04	Barra Longa-MG
RD12	Doce	RENOVA-PMQOS	RDO 01	-20,26	-42,91	Rio Doce-MG
RD13	Gualaxo do Norte	RENOVA-PMQOS	RGN 06	-20,30	-43,25	Mariana-MG
RD14	Doce	RENOVA-PMQOS	RDO 12	-19,50	-40,76	Colatina-ES
RD15	Doce	RENOVA-PMQOS	RDO 14	-19,51	-40,56	Colatina-ES
RD16	Doce	RENOVA-PMQOS	RDO 06	-19,10	-42,16	Periquito-MG
RD17	Doce	IGAM	RD 072	-20,25	-42,89	Rio Doce-MG
RCA1	Carmo	ANA	56335001	-20,36	-43,14	Acaiaca-MG
RPG1	Piranga	CPRM	56110005	-20,38	-42,90	Ponte Nova-MG
RGN8	Gualaxo do Norte	RENOVA-PMQOS	RGN 08	-20,29	-43,07	Barra Longa-MG

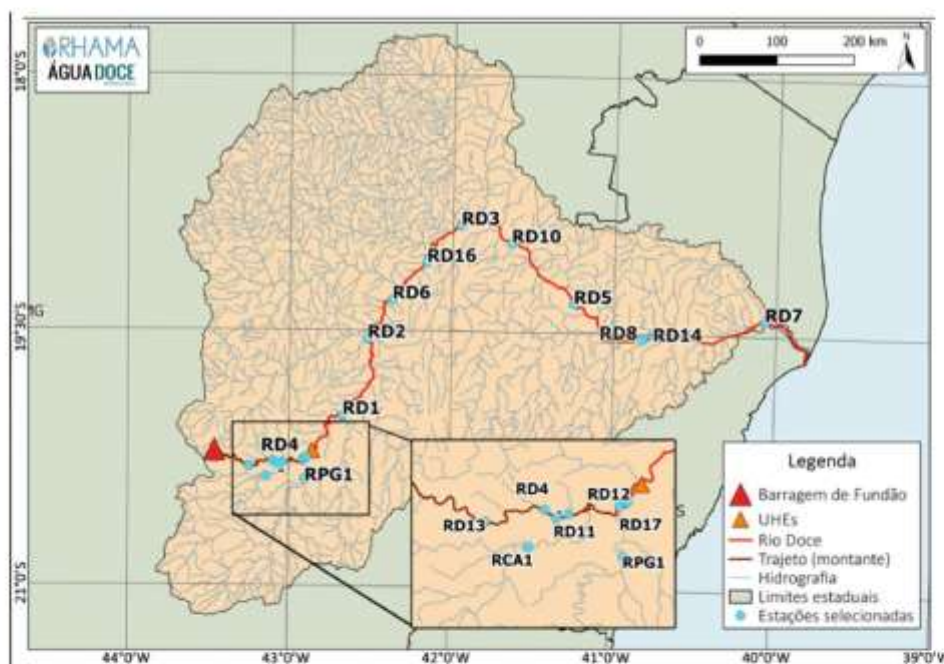


Figura 1. Localização dos postos de monitoramento considerados.

### 1.3. FREQUENCIA E DURAÇÃO DO MONITORAMENTO

Em relação a frequência, durante o período úmido, serão realizadas campanhas quinzenais e durante o período seco, campanhas mensais. Essa diferença se justifica pela necessidade de aumentar a quantidade de dados nos períodos, quando os rios têm maior potencial de transporte de sedimentos. Essa frequência



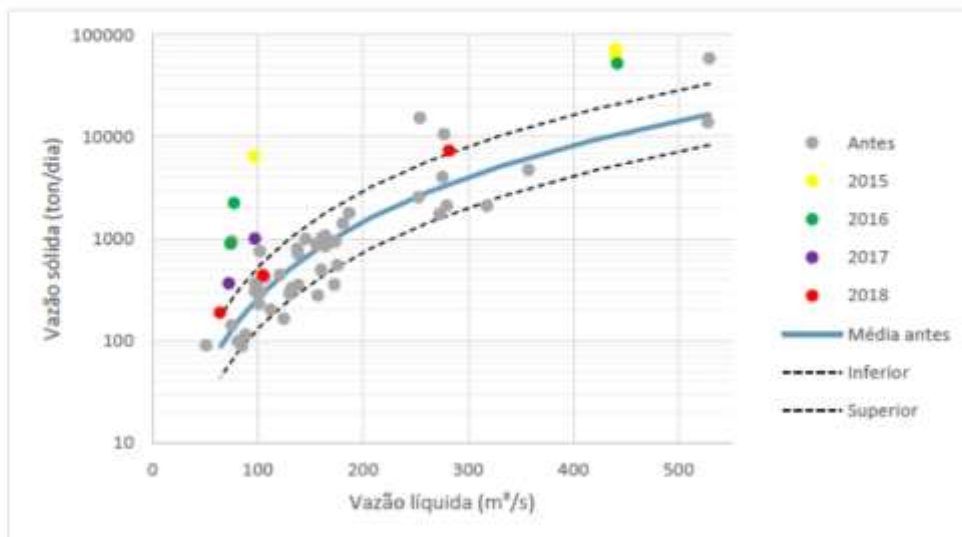
é adequada para a atualização das simulações hidrossedimentológicas na bacia do rio Doce desenvolvidas na Fase II.

No que diz respeito a duração, é importante esclarecer que a continuidade do monitoramento definido na Fase 1 se faz necessária por mais dois anos, a partir de novembro de 2020, conforme é apresentado mensalmente nas reuniões da CT-GRSA sobre os status de retomada das atividades do programa Manejo de Resíduos. Este período é indispensável para a compreensão dos resultados da Fase 1 e 2, bem como eventuais atualizações desses estudos.

#### **1.4. CONSISTÊNCIA E VALIDAÇÃO DOS DADOS**

Será realizada uma breve análise estatística dos dados obtidos para verificar sua adequação ao histórico de informações existente no local de monitoramento.

Esta etapa verifica se as condições observadas em campo são condizentes com o histórico de informações disponível no local, sendo analisadas as informações de monitoramentos existentes disponibilizadas pelas diversas operadoras que atuam na bacia do rio Doce (ex.: ANA, CPRM, IGAM, PMQQS). Os dados serão consistidos com base nas coletas já existentes nos pontos de monitoramento. Durante o desenvolvimento da Fase II do estudo foi realizada a análise dos dados e geradas bandas de confiança, composta por um desvio padrão. Os novos dados coletados serão consistidos considerando esta distribuição de probabilidade de ocorrência. A Figura 2 apresenta um exemplo das bandas de confiança estimadas durante a Fase 2 do estudo, já protocolada ACP155bi. Neste exemplo, apresenta-se os dados de vazão líquida e descarga sólida no posto 56539000 – Faz. Cachoeira Óculos, com área de drenagem de 15900 km<sup>2</sup>. A curva representando a média e as bandas de confiança foram obtidas com os dados antes do rompimento de Fundão.



**Figura 2. Bandas de confiança estimadas para a distribuição entre vazão líquida e descarga sólida no posto 56539000 Faz. Cachoeira Óculos.**

### 1.5. METODOLOGIAS UTILIZADAS NAS CAMPANHAS DE CAMPO

A seguir, são descritos os métodos de coleta de cada tipo de dado hidrotécnico que é coletado. Ressalta-se que as metodologias e as coletas realizadas nos locais deste monitoramento seguem as metodologias aprovadas e recomendadas pelos órgãos federais e estaduais competentes (e.g., ANA, ANEEL, CPRM, IGAM) e adotadas nos postos indicados. Elas também estão descritas nos relatórios da Fase 1 e Fase 2, entregues e protocolados conforme os itens 2.1 Eixo 6 e 10.1 Eixo 1 da ACP155bi, respectivamente.

#### 1. Coleta de amostras de água e de sedimentos

As coletas serão feitas pelo CIT (centro de inovação e tecnologia SENAI/FIEMG), o qual possui acreditação pela CGCRE para a coleta e execução de ensaios in loco. Coleta e ensaios in loco acreditados pela CGCRE, de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0195.

Durante a amostragem, serão preenchidas as fichas de campo/cadeia de custódia, as quais serão encaminhadas ao laboratório para identificação das amostras. O material coletado será mantido em caixas térmicas e terá o prazo de entrada nos laboratórios conforme procedimento do Sistema de Gestão da

Qualidade. As amostras serão remetidas aos laboratórios por meio de empresas transportadoras ou pela própria equipe de coleta.

## 2. Análise de densidade de sedimentos

Uma amostra de sedimentos de aproximadamente 2 kg será coletada para a análise da densidade de sedimentos. No método de determinação, será obtido o valor da massa e posteriormente o volume de sólidos presentes. A massa será obtida por simples pesagem em balança analítica e a densidade aparente será determinada em proveta de um litro, realizada em triplicata.

## 3. Medição e cálculo da descarga líquida

Os procedimentos para realização da medição de descarga líquida seguirão as normas e recomendações da ANA (Agência Nacional de Águas) e da OMM (Organização Meteorológica Mundial).

Um molinete fluviométrico, modelo MLN-06, será utilizado na medição de vazão. As posições do molinete para as tomadas de velocidade (verticais) estão relacionadas com a profundidade de cada vertical e obedecerão aos critérios estabelecidos na Tabela 2.

**Tabela 2. Método detalhado de medição.**

Profundidade (m)	Nº de pontos	Posição na vertical (*) em relação à profundidade	Cálculo da velocidade média (Vm) na vertical
0,15 a 0,60	1	0,4 p	$V_m = v_{0,4}$
0,61 a 1,20	2	0,2 e 0,8 p	$V_m = (v_{0,2} + v_{0,8}) / 2$
1,21 a 2,00	3	0,2; 0,6 e 0,8 p	$V_m = (v_{0,2} + 2v_{0,6} + v_{0,8}) / 4$
2,01 a 4,00	4	0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 p	$V_m = (v_{0,2} + 2v_{0,4} + 2v_{0,6} + v_{0,8}) / 6$
> 4,01	6	0,2; 0,4; 0,6 p e F	$V_m = (v_{0,2} + 2v_{0,4} + v_{0,6} + v_{0,8} + v_F) / 10$

v<sub>0</sub>: velocidade medida na superfície; v<sub>f</sub>: velocidade medida no fundo do curso de água.

\*a posição S (superfície) corresponde a profundidade de 0,10 m e a posição F (fundo) corresponde àquela determinada pelo comprimento da haste de sustentação do molinete.

A profundidade dos pontos é medida a partir da lâmina de água (N.A.). A distância entre as verticais seguirá os critérios estabelecidos na Tabela 3. Caso a seção seja muito larga (>100 m), poderá ser adotado um intervalo maior entre as verticais; além disso, estas poderão ser marcadas por GPS. O cálculo da descarga líquida será feito pelo método da seção média, conforme recomendações da ANA.

**Tabela 3. Distância entre as verticais de medição.**

Largura do curso de água (m)	Distância entre as seções verticais (m)
< 3	0,3
3 a 6	0,5
6 a 15	1
15 a 30	2
30 a 50	3
50 a 80	4
80 a 150	6
150 a 250	8
> 250	12

#### 4. Medição e cálculo da descarga sólida total (sedimento em suspensão e de arraste / leito)

Os procedimentos para realização da medição e cálculo de descarga sólida dos sedimentos em suspensão, arraste e fundo seguirão as normas e recomendações do Guia de Práticas Sedimentométricas Aneel – Agência Nacional de Energia Elétrica / SIH – Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. O cálculo da descarga sólida total será feito pela somatória das descargas sólidas em suspensão e de arraste.

As frações de arraste, fundo e suspensão da descarga sólida total serão medidas de acordo com as condições hidráulicas, geomorfológicas e estruturais encontradas nos cursos d'água monitorados e definidas em comum acordo com a contratante, assim como a definição do tipo de densidade dos sedimentos a ser determinada.

##### Sedimento em suspensão

A amostragem de sedimento em suspensão será realizada pela técnica do Igual Incremento de Descarga – IID. Nesta técnica, após o cálculo da vazão líquida, são determinadas as verticais que correspondem a 10, 30, 50, 70 e 90% da vazão total da seção (Figura 3). A amostra de sedimento será obtida por método direto, com o uso de amostradores da série americana (US DH-48 e DH-54). Os cálculos necessários à amostragem, bem como a velocidade vertical, serão registrados em formulário específicos.

O cálculo de descarga sólida do sedimento em suspensão será realizado pela aplicação do método desenvolvido por Colby, em 1957, que é baseado no método de Einstein Modificado e em medições de campo (Equação 01).

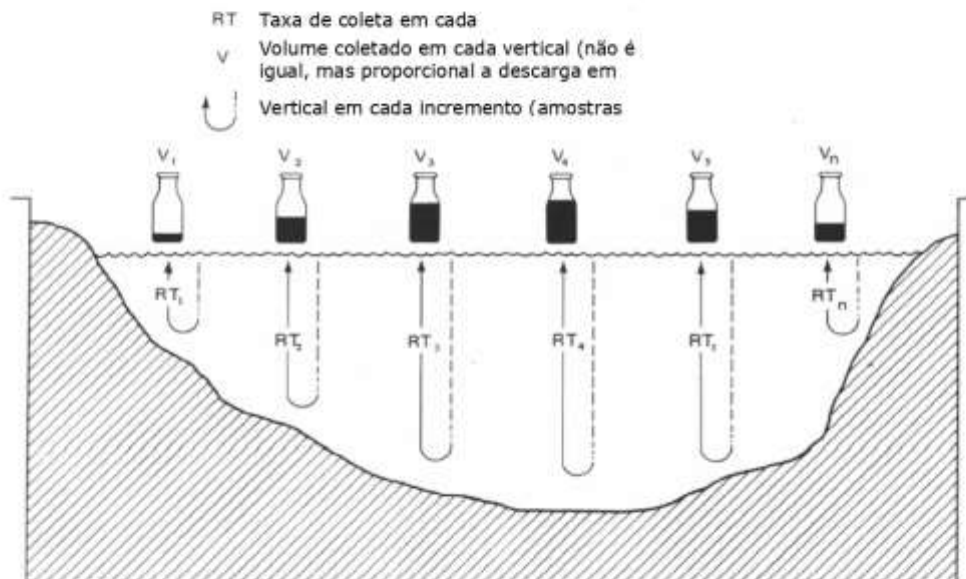
$$Q_{sm} = 0,0864 \times Q \times C_{ss} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

$Q_{sm}$ : descarga sólida medida, em t.dia-1;

$Q$ : descarga líquida ou vazão, em  $m^3.s^{-1}$  ou L.s-1;

$C_{ss}$ : concentração de sedimentos em suspensão medida, em ppm ou mg.L-1.



**Figura 3. Exemplo gráfico das amostragens integradas de concentração de sedimentos em suspensão.**

#### Sedimento de arraste

O sedimento de arraste será coletado por meio de um amostrador do tipo Helley-Smith. Este amostrador é um aperfeiçoamento do modelo Arnhem e funciona por diferença de pressão. O sedimento de arraste fica contido numa saca de náilon com malhas de abertura de 0,25 mm, sendo a eficiência de amostragem de 100% para areia grossa e pedregulho, com material do leito de 0,5 a 16 mm.

O amostrador será posicionado cuidadosamente no leito do curso de água nas verticais que correspondem a 10, 30, 50, 70 e 90% da vazão total da seção. O medidor ficará apoiado no leito, em cada vertical, por 10 minutos, podendo este tempo ser reduzido ou aumentado de acordo com as condições de fluxo, visando à obtenção de uma amostra representativa.

O cálculo da descarga sólida total de arrasto será feito por meio da equação proposta por Carvalho (2000)<sup>1</sup> (Equação 2).

$$Q_{sa} = \frac{p \times L}{E_{am} \times n \times l \times \frac{t}{24 \times 60}} = \frac{1440 \times p \times L}{E_{am} \times n \times l \times t} \quad \text{Equação 2}$$

onde:

$Q_{sa}$ : descarga sólida total do leito na seção transversal (kg.d-1);

L: largura da seção transversal (m);

$E_{am}$ : eficiência de amostragem do equipamento (%);

p: peso seco da amostra total (kg);

n: número de pontos amostrados;

t: tempo de amostragem (min);

l: largura da boca do amostrador (m).

#### Sedimento de fundo

As coletas de sedimento de fundo para a análise granulométrica serão realizadas no centro da calha da drenagem e com auxílio de uma draga (Figura 4). As amostras serão acondicionadas em sacos plásticos e numeradas sequencialmente.

O material, com massa aproximada de 2 kg, será encaminhado ao laboratório para homogeneização e secagem em estufa a 100 °C. Em seguida, serão quarteadas para análise granulométrica por peneiramento a úmido.

<sup>1</sup> CARVALHO, N.O., FILIZOLA JUNIOR, N.P., SANTOS, P.M.C., LIMA, J.E.F.W. (2000). GUIA DE PRÁTICAS SEDIMENTOMÉTRICAS. BRASÍLIA: ANEEL. 154 P.





Figura 4. Draga de Eckman confeccionada em aço inox.

#### 5. Ensaios de turbidez e sólidos suspensos totais

Medições de turbidez nas margens e no centro do curso de água serão realizadas por meio de um turbidímetro. Adicionalmente, amostras de água serão coletadas para a realização de ensaios de turbidez e sólidos suspensos totais em laboratório.

Os ensaios de sólidos em suspensão totais e de turbidez serão realizados de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW) pelo Laboratório de Águas e Efluentes do CIT SENAI FIEMG.

Os laboratórios do CIT trabalham em conformidade com um Sistema de Gestão da Qualidade, desenvolvido e implementado para atender às exigências da ABNT NBR ISO/IEC 17025: 2017 - Requisitos gerais para a Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração e dos órgãos regulamentadores. A acreditação inicial do laboratório pela CGCRE foi concedida em 2006 (CRL 0195) e, desde então, foram desenvolvidas várias ações para a extensão de seu escopo.

#### 6. Determinação das curvas granulométricas de sedimentos em suspensão, arraste e fundo

A medida de distribuição granulométrica dos sedimentos em suspensão será realizada no próprio meio líquido da amostra, ou seja, os frascos de 2 L serão reduzidos por retirada de parte do solvente (água do rio) após a decantação das partículas sólidas, sem a adição de dispersante. Os ensaios serão realizados com tempo de ultrassom de 60 s antes do início da análise e obscuração do sensor entre 2 e 15. A análise será realizada em triplicata, sendo considerado como válido o valor médio obtido.

DocuSign Envelope ID: 301D68AF-BFBE-4650-BCE2-14A68120201D



A análise granulométrica do sedimento de fundo e de arraste será realizada a úmido em peneirador vibratório. As peneiras utilizadas serão selecionadas de modo a atender NBR-7217, a qual versa sobre "Ensaio Físico de Agregados Miúdos". Posteriormente ao peneiramento, serão realizados os cálculos para % em peso e % acumulada para caracterização física e definição da distribuição granulométrica dos sedimentos.