

Rev 00

Memorando Técnico

23 de novembro de 2021

Para Mariel Vieira, Pedro Ivo, Rafael Pompermayer e Paulo Filho
De Bárbara Samartini; Yukimi Yukawa
Cc Thiago Toussaint; Ligia Nassif
Assunto Plano de Caracterização da Qualidade do Solo, Sedimento e Água Superficial da região da Cachoeira Camargos após execução do Projeto de Revitalização
Cliente Fundação Renova
Projeto SRK 040-17 – OS98

1 Introdução

O córrego do Tesoureiro, afluente da margem direita do rio Gualaxo do Norte, foi um dos cursos d'água atingido por rejeitos oriundos da Barragem de rejeitos de Fundão (GOLDER ASSOCIATES, 2016; JACOBS CH2M, 2018; POTAMOS, 2018).

Este córrego foi atingido pelo refluxo da carga de rejeitos, que avançou cerca de 3,5 km para a montante, alcançando um importante ponto turístico da região, a Cachoeira Camargos, localizada a cerca de 400 m da sede do distrito de Camargos, situado em Mariana-MG (EMFLORTEC, 2018). Esta cachoeira constitui uma das principais áreas de interesse coletivo, por se tratar de uma área de recreação para a comunidade local.

Assim, a sua recuperação foi uma das principais medidas reparatórias solicitadas pela comunidade nas reuniões de diálogo realizadas junto à Fundação Renova.

Uma investigação ambiental da área foi conduzida pelo Grupo EPA Engenharia de Proteção Ambiental Ltda (Grupo EPA, 2020), para avaliar a qualidade do solo, sedimento e água superficial, como atividade anterior e necessária à recuperação socioambiental da referida cachoeira. A caracterização foi baseada em um plano de amostragem e de ensaios laboratoriais constantes do mesmo estudo.

Na sequência, o projeto de recuperação foi executado pela empresa JM Reflorestamentos e Serviços Ltda, entre os meses de março e junho de 2020.

De forma a investigar a situação ambiental atual da Cachoeira Camargos, após a execução das ações de recuperação, a SRK Consulting (SRK) foi contratada para elaborar um plano de caracterização do solo, sedimentos e água superficial da região da referida cachoeira, contemplando a área do poço revitalizado e seus entornos. O presente Memorando Técnico faz referência, então, a este Plano de Caracterização e atende as requisições feitas na NT CT-GRSA nº16/2021.

2 Objetivos

O presente Memorando Técnico tem como principal objetivo apresentar o Plano de Caracterização de Solos, Sedimentos e Água Superficial da região da Cachoeira de Camargos, abarcando a área do poço da cachoeira e seus entornos, após a execução do projeto de revitalização.

Além disso, este documento visa atender as requisições da NT CT-GRSA nº 16/2021.

3 Programa de amostragem e analítico

Para determinação da malha amostral, foram utilizados dois estudos como referência, a saber:

- “*Projeto Conceitual – Levantamento de sondagem da área da Cachoeira de Camargos*” (EMFLORTEC, 2018); e
- “*Relatório de investigação ambiental para a Avaliação da qualidade do solo, sedimento e água superficial na região da Cachoeira de Camargos – Mariana/MG*” (GRUPO EPA, 2020).

O primeiro estudo teve por objetivo realizar uma estimativa do volume de sedimentos, contendo rejeitos, a ser removido do poço da Cachoeira Camargos.

Já o segundo estudo foi conduzido com o objetivo de realizar uma investigação ambiental, a fim de caracterizar o material a ser retirado, incluindo solos e sedimentos impactados por rejeitos, bem como a água superficial sob esta influência.

As informações contidas nesses trabalhos representam um cenário pretérito às ações de intervenção na área de estudo e, portanto, constituem diretrizes importantes para a proposta do presente Plano de Caracterização após as intervenções.

Como o objetivo fundamental deste Memorando Técnico é a caracterização da região da Cachoeira Camargos após as ações de sua recuperação, abarcando não só a região do poço, mas também seu entorno, os pontos de amostragem e análise de ambos os estudos foram especializados e confrontados com a área identificada como impactada pela lama de rejeito. As campanhas de monitoramento pós-intervenção deverão ser realizadas, em um ciclo hidrológico (uma campanha no período seco e outra no período chuvoso), de forma a observar a manutenção dos valores abaixo dos valores orientadores estabelecidos na legislação. A seguir, são apresentados os detalhes da seleção de pontos para solo, sedimentos e água superficial.

3.1 Malha amostral para solos

Para a caracterização de solos foram considerados um total de 9 (nove) pontos amostrais, cujas localizações nominais são apresentadas na Tabela 3.1, e representadas na Figura 3.1.

A localização destes pontos tem por base ambos os estudos realizados anteriormente, isto é, foram utilizados tanto os pontos propostos na caracterização inicial realizada pelo Grupo EPA (2020), quanto àqueles amostrados no trabalho da EMFLORTEC (2018) para a estimativa de rejeito a ser removido. A utilização dos

dois estudos para a composição da malha amostral do presente Plano de Caracterização tem como finalidade a obtenção de uma distribuição de pontos que melhor represente a área revitalizada após o manejo de rejeitos.

O estudo do Grupo EPA (2020) concentrou suas amostragens próximas à região do poço, totalizando três pontos: um na margem esquerda, um na margem direita e outro na saída do poço. Assim, a inclusão dos pontos de sondagem realizados pela EMFLORTEC (2018) contribui para a caracterização dos entornos, bem como auxilia na avaliação da ocorrência de rejeito remanescente em comparação ao cenário anterior à intervenção.

Ressalta-se que, dos oito pontos de sondagem avaliados por EMFLORTEC (2018), apenas cinco foram selecionados para este Plano de Caracterização, uma vez que as sondagens identificadas no referido estudo como SON-01, SON-02 e SON-07 são próximas aos três pontos determinados por Grupo EPA (2020).

Além dos oito pontos propostos, determinou-se um ponto de referência na margem esquerda, fora dos limites da área afetada (Figura 3.1), para comparação com um cenário anterior ao rompimento da barragem de Fundão.

3.2 Malha amostral para sedimentos

Para a caracterização de sedimentos foram considerados 7 (sete) pontos amostrais, conforme apresentados Tabela 3.1, e representados na Figura 3.1.

Os pontos selecionados para a amostragem de sedimentos foram determinados pelo estudo realizado pelo Grupo EPA (2020) e estão assim distribuídos:

- Um a montante da cachoeira;
- Quatro na área de abrangência do poço; e
- Um a jusante da área de abrangência do poço.

Ressalta-se que os pontos de amostragem anteriormente propostos (GRUPO EPA, 2020) para a classificação dos rejeitos, ali presentes, não foram agora considerados, em função de finalidades distintas entre o presente, e aquele estudo.

Assim como para solos, um ponto de amostragem de sedimentos foi adicionalmente incluído, a montante da cachoeira e fora da área impactada por rejeito.

3.3 Malha amostral para água superficial

Para a caracterização da água superficial foram considerados 7 (sete) pontos amostrais, também apresentados na Tabela 3.1 e representados na Figura 3.1.

A seleção dos pontos para amostragem das águas superficiais seguiu os mesmos critérios estabelecidos para a amostragem de sedimentos.

Tabela 3.1: Pontos de amostragem de solos, sedimentos e águas superficiais

Matriz	Código da amostra	DATUM SIRGAS 2000		Local de amostragem
		Coordenada X	Coordenada Y	
Solo	SSP-01	666434	7758219	Margem direita
	SSP-02	666445	7758212	Margem direita
	SSP-03	666435	7758203	Margem esquerda
	SON-03	666431	7758195	Margem esquerda
	SON-04	666417	7758206	Margem esquerda
	SON-05	666432	7758214	Margem esquerda
	SON-06	666445	7758218	Margem direita
	SON-08	666422	7758223	Margem esquerda
	SSP-Ref	666416	7758189	Margem esquerda
Sedimento	SED-01	666448	7758203	Dentro do curso d'água
	SED-02	666443	7758215	Dentro do curso d'água
	SED-03	666437	7758213	Dentro do curso d'água
	SED-04	666436	7758207	Dentro do curso d'água
	SED-05	666433	7758217	Dentro do curso d'água
	SED-06	666424	7758221	Dentro do curso d'água
	SED-Ref	666446	7758188	Dentro do curso d'água
Água Superficial	ASP-01	666447	7758203	Dentro do curso d'água
	ASP-02	666441	7758215	Dentro do curso d'água
	ASP-03	666435	7758213	Dentro do curso d'água
	ASP-04	666435	7758207	Dentro do curso d'água
	ASP-05	666432	7758217	Dentro do curso d'água
	ASP-06	666424	7758221	Dentro do curso d'água
	ASP-Ref	666446	7758188	Dentro do curso d'água

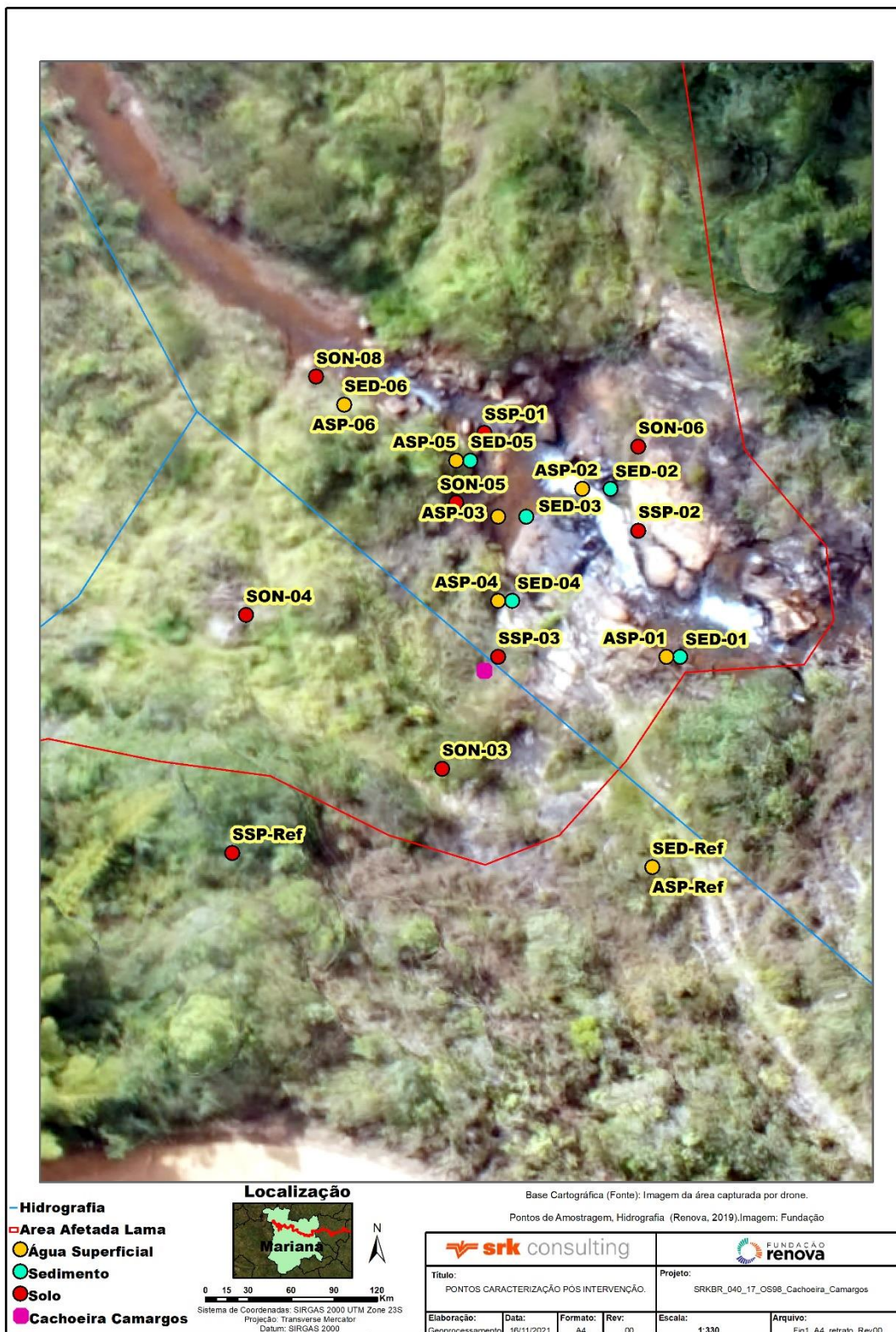


Figura 3.1: Pontos de monitoramento da Caracterização Pós Intervenção

3.4 Considerações gerais sobre a realização do programa de amostragem

São apresentadas, nas seções a seguir, orientações para a amostragem de campo para cada uma das matrizes ambientais previstas acima. Todas as matrizes deverão ser coletadas em campanha única. Observa-se que todos os procedimentos de amostragem deverão ser executados em conformidade com normas da Associação Brasileira de normas técnicas (ABNT) descritas na Tabela 3.2. Além destas, devem ser seguidos guias universais e reconhecidos sobre o tema, como APHA/AWWA/WEF, 2017; e CETESB & ANA 2011, de forma a garantir a representatividade e integridade da amostra, até sua entrada no laboratório.

Tabela 3.2: Critérios regulatórios referentes aos procedimentos de amostragem

Critério Regulatório	Descrição
ANA & CETESB, 2011 ^{2,3}	Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.
ABNT NBR 16.435:2015 ^{1,2,3}	Esta Norma estabelece as orientações técnicas de controle de qualidade relacionadas à amostragem de solo e água subterrânea para fins de investigação de áreas contaminadas.
ABNT NBR 9.897:1987 ³	Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores
ABNT NBR 9.898:1987 ³	Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores
ABNT NBR 15.492:2015 ^{1,2}	Esta Norma estabelece os requisitos exigíveis para a execução de sondagem de reconhecimento de solos e rochas para fins de qualidade ambiental.
INMETRO/NIT DICLA-057 ^{1,2,3}	Critérios para acreditação da amostragem para ensaios de águas e matrizes ambientais
Método EPA 3050B (exceto mercúrio) e EPA 3051A para mercúrio ^{1,2}	Metodologia analítica para a extração dos metais e semimetais das amostras

Notas:

- ¹ Aplicável às amostras de solo
- ² Aplicável às amostras de sedimento
- ³ Aplicável às amostras de água superficial

3.5 Amostragem e análise de solos

A amostragem de solos deverá seguir os procedimentos apresentados na etapa de investigação ambiental executada pelo Grupo EPA, nos dias 08 e 09 de maio de 2020. Os procedimentos de coleta são transcritos integralmente, a seguir:

- Os pontos de amostragem de solo deverão ser previamente preparados com a retirada de gramíneas, mato baixo ou qualquer outro material que possa comprometer a dinâmica e a qualidade do trabalho de sondagem.
- De forma a orientar o controle da qualidade da amostragem, deverá ser utilizado como procedimento as indicações presentes na norma ABNT NBR 16.435 (Controle da qualidade na amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas – Procedimento, Ago/2015).

- Em cada ponto indicado para coleta do material (Figura 3.1 e Tabela 3.1) deverão ser coletadas 2 amostras de solo. A primeira amostra deverá ser coletada superficialmente, ou seja, até 30 centímetros de profundidade, e a segunda amostra deverá ser coletada na franja capilar.
- Ambas as amostras de cada ponto de sondagem deverão ser enviadas para a análise de Metais presentes na Resolução CONAMA nº 420/2009.
- As sondagens deverão ser realizadas através do trado manual. A técnica de amostragem de solo a ser adotada será a *Direct Push* com cravamento de amostrador descartável (*liner*) contínuo com amostragem estratificada até alcançar o nível d'água, para que se possa entender as variações das substâncias químicas de interesse (SQL's) em profundidades maiores, onde possivelmente não ocorreu influência do rejeito da barragem ou de particulado fino (poeira) advindas deste rejeito.
- Após a retirada da amostra coletada em recipiente plástico descartável (*liner*), deve ser feita uma abertura longitudinal no mesmo de forma a permitir a identificação visual de qual(is) a(s) porção(ões) do *liner* são mais apropriada(s) para a coleta de amostras de solo para envio para análises químicas de interesse (ABNT NBR 16.434:2015).
- O material perfurado deverá ser descrito em toda a extensão perfurada, de acordo com o Anexo A (normativo) – Litografia do perfil de sondagem, da ABNT NBR 15.492:2015 - Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - procedimento. Após a finalização da perfuração superficial do solo, o mesmo deverá ser preenchido com material inerte, evitando-se assim manter um caminho preferencial para a contaminação.
- As alíquotas coletadas de solo deverão ser transferidas para frascos apropriados cedidos pelo laboratório que será responsável pela análise dos parâmetros químicos de interesse, sendo eles: **Alumínio, Antimônio, Arsênio, Bário, Boro, Cádmiio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Ferro, Manganês, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Prata, Selênio, Vanádio e Zinco.**
- A metodologia analítica para a extração dos metais e semimetais das amostras de solo consistirá em ataque com ácidos minerais e aquecimento, conforme EPA SW 846: métodos 3050B (exceto Hg) e 3051A para mercúrio.
- As análises químicas deverão ser realizadas por laboratórios que sejam acreditados conforme ABNT NBR ISO/IEC 17.025, para os parâmetros de interesse. Os Limites de Quantificação (LQ) deverão atender aos Valores Máximos Permitidos (VMP) das regulamentações vigentes, bem como suas atualizações.

Dessa forma, prevê-se a coleta de 10 amostras de solo superficial (9 nos pontos pré-definidos e 1 duplicata) e de 10 amostras mais profundas, atingindo a franja capilar (9 nos pontos pré-definidos e 1 duplicata). Também estão previstas as coletas de 1 branco de campo e 1 branco de equipamento.

3.6 Amostragem e análise de sedimentos

A amostragem de sedimento também deverá seguir os procedimentos apresentados na etapa de investigação ambiental executada pelo Grupo EPA (2020). A metodologia, por sua vez, é transcrita integralmente a seguir.

- De forma a orientar o controle da qualidade da amostragem, deverá ser utilizado como procedimento as indicações presentes na norma ABNT NBR 16.435 (Controle da qualidade na amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas – Procedimento, Ago/2015).
- Salienta-se ainda que a coleta de sedimentos deverá ser realizada conforme o Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos (ANA & CETESB, 2011).
- Deverão ser realizadas, obrigatoriamente, sondagens, considerando a metodologia mais adequada para este tipo de coleta. A técnica utilizada deverá ser capaz de recuperar a amostra em sua totalidade em cada um dos pontos indicados para a coleta do material (Figura 3.1 e Tabela 3.1).
- As amostras deverão ser enviadas para laboratório para análise de Metais presentes na Resolução CONAMA nº 420/2009.
- Após a retirada da amostra coletada, o material de composição do sedimento deverá ser descrito, de acordo com o Anexo A (normativo) – Litografia do perfil de sondagem, da ABNT NBR 15.492:2015 – Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental - procedimento. Após a finalização da perfuração superficial do solo, o mesmo deverá ser preenchido com material inerte, evitando-se assim manter um caminho preferencial para a contaminação.
- As alíquotas coletadas de sedimento deverão ser transferidas para frascos apropriados cedidos pelo laboratório que será responsável pela análise dos parâmetros químicos de interesse, sendo eles: **Alumínio, Antimônio, Arsênio, Bário, Boro, Cádmiu, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Ferro, Manganês, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Prata, Selênio, Vanádio e Zinco.**
- A metodologia analítica para a extração dos metais e semimetais das amostras de sedimento consistirá em ataque com ácidos minerais e aquecimento, conforme EPA SW 846: métodos 3050B (exceto Hg) e 3051A para mercúrio.
- As análises químicas deverão ser realizadas por laboratórios que sejam acreditados conforme ABNT NBR ISO/IEC 17.025, para os parâmetros de interesse. Os Limites de Quantificação (LQ) deverão atender aos Valores Máximos Permitidos (VMP) das regulamentações vigentes, bem como suas atualizações.

Dessa forma, prevê-se a coleta de 8 amostras de sedimento superficial para a análise de Metais (7 nos pontos pré-definidos e 1 duplicata). Também estão previstas as coletas de 1 branco de campo e 1 branco de equipamento.

3.7 Amostragem de análise de águas superficiais

A amostragem de água superficial deverá, da mesma forma, seguir os procedimentos apresentados na etapa de investigação ambiental executada pelo Grupo EPA (2020). A metodologia, por sua vez, é transcrita integralmente a seguir.

- De forma a orientar o controle da qualidade da amostragem, deverá ser utilizado como procedimento as indicações presentes na norma ABNT NBR 16.435 (Controle da qualidade na amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas – Procedimento, Ago/2015).

- Salienta-se ainda que a coleta de sedimentos deverá ser realizada conforme o Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos (ANA & CETESB, 2011), bem como as normas ABNT NBR 9.897:1987 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores, e ABNT NBR 9.898:1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.
- O recipiente de coleta utilizado em cada ponto deverá ser de inox a fim de facilitar a higienização. Este deverá ser posicionado com a abertura do frasco de coleta contrário à direção do fluxo, deixando afundar a abertura do frasco lentamente e pouco abaixo da superfície da água.
- Deve-se evitar a imersão brusca do frasco coletor que deverá posicionar-se em 45° em relação à superfície. A admissão da água superficial no frasco coletor deve ocorrer lentamente provocando o mínimo possível de distúrbio da água a ser coletada. Este procedimento deve ser repetido até que todos os frascos estejam com o volume de água necessário para os ensaios, tomando o cuidado de manter um espaço vazio no frasco para sua posterior homogeneização.
- Em cada ponto indicado para coleta do material (Figura 3.1 e Tabela 3.1) uma alíquota de água superficial deverá ser utilizada para medição dos parâmetros físico-químicos (pH, condutividade elétrica (CE), temperatura, oxigênio dissolvido (OD) e potencial oxirredução (Eh) por meio de uma sonda multiparâmetro, e a porção restante deverá ser utilizada para análises laboratoriais de alguns parâmetros físicos, químicos e biológicos, inclusive aqueles já contemplados no monitoramento mensal nos pontos montante e jusante da Cachoeira Camargos, conforme a Tabela 4.1.
- As alíquotas coletadas de água superficial deverão ser transferidas para frascos apropriados cedidos pelo laboratório que será responsável pela análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, sendo eles: **Alumínio, Antimônio, Arsênio, Bário, Boro, Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Ferro, Manganês, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Prata, Selênio, Vanádio, Zinco, Cianeto livre, Cloreto, Coliformes totais, Cor verdadeira, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, Escherichia Coli, Estreptococos, Fósforo, Nitrato como N, Nitrito como N, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos sedimentáveis, Sólidos suspensos totais, Sólidos totais, Sulfato, Sulfeto de hidrogênio não dissociado (H₂S).**
- Para o comparativo de resultados analíticos nas amostras de água superficial, deverão ser utilizados os valores de metais presentes na Resolução CONAMA nº 357/2005, Classe 2 ou os valores do Padrão Estadual estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 1 de 05/05/2008.
- As análises químicas deverão ser realizadas por laboratórios que sejam acreditados conforme ABNT NBR ISO/IEC 17.025, para os parâmetros de interesse. Os Limites de Quantificação (LQ) deverão atender aos Valores Máximos Permitidos (VMP) das regulamentações vigentes, bem como suas atualizações.

Dessa forma, prevê-se a coleta de 8 amostras de água superficial para a análise de Metais Totais e Dissolvidos (7 nos pontos pré-definidos e 1 duplicata). Também estão previstas as coletas de 1 branco de campo e 1 branco de equipamento.

De forma a atender à solicitação da Nota Técnica CT-GRSA nº 16/2021, a Fundação Renova executará monitoramento para avaliar as condições de balneabilidade da Cachoeira Camargos, norteando-se pela Resolução Normativa CONAMA nº274/2000, a qual define os critérios para a classificação de águas destinadas à recreação de contato primário.

Portanto, serão realizadas coletas semanais para análises de *Escherichia Coli* (quantitativo), pH in situ, Materiais flutuantes (p/a) e Óleos e graxas (p/a) em atendimento à CONAMA nº274/2000.

4 Cronograma

No Apêndice A é apresentado o cronograma de execução do presente plano de caracterização, além das coletas semanais de água para atendimento à CONAMA 274/2000. Na Tabela 4.1 é apresentada a periodicidade, os parâmetros e o período de monitoramento de cada matriz da Cachoeira Camargos.

Tabela 4.1: Sumário do Monitoramento da Cachoeira Camargos

Matriz	Periodicidade	Parâmetros	Período
Água superficial	Semanal	Escherichia Coli (quantitativo), pH in situ, Materiais flutuantes (p/a) e Óleos e graxas (p/a) em atendimento à CONAMA nº274/2000	
	Mensal	Alumínio, Antimônio, Arsênio, Bário, Boro, Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Ferro, Manganês, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Prata, Selênio, Vanádio, Zinco. (total e dissolvido). Cianeto livre, Cloreto, Coliformes totais, Cor verdadeira, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, Escherichia Coli, Estreptococos, Fósforo, Nitrato como N, Nitrito como N, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos sedimentáveis, Sólidos suspensos totais, Sólidos totais, Sulfato, Sulfeto de hidrogênio não dissociado (H ₂ S).	nov/21 a set/22
Solo	Trimestral	Alumínio, Antimônio, Arsênio, Bário, Boro, Cádmio, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Ferro, Manganês, Mercúrio, Molibdênio, Níquel, Prata, Selênio, Vanádio e Zinco (total e dissolvido)	out/21 a out/22
Sedimento	Trimestral		out/21 a out/22

5 Controle da Qualidade Analítica

O controle da qualidade analítica deverá seguir os procedimentos apresentados no Guia Nacional de Coletas e Preservação de Amostras (ANA & CETESB, 2011), assim como no *Field Sampling Procedures Manual* (USEPA, 2005). Os procedimentos de coleta das amostras de controle são transcritos, a seguir:

O uso de brancos, em seus variados tipos, é extremamente importante para confirmar a inexistência de contaminação das amostras coletadas e, assim, garantir a representatividade dos dados gerados. Portanto, deverá ser coletada uma amostra de branco de campo e uma de branco de equipamento associadas à amostragem. Estas deverão ser enviadas para análises, e submetidas às mesmas metodologias químicas

para as mesmas substâncias químicas de interesse a serem analisadas nas diferentes matrizes ambientais (solo, sedimento e água superficial).

Os brancos de campo e de equipamentos deverão ser constituídos da água deionizada, provinda da exposição desta água nas condições de amostragem (branco de campo), e de enxágue dos equipamentos e peças utilizados na amostragem (branco de equipamento), a fim de garantir sua descontaminação.

A obtenção de amostras em duplicatas é utilizada para medir a precisão e repetitividade dos procedimentos de coleta, através da comparação dos resultados da análise de duas amostras (USEPA, 2005). Desta forma, juntamente a um dos pontos de cada matriz ambiental, deverá ser realizada uma amostragem em duplicata, considerando as diretrizes das normas do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), NIT DICLA-057, e do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos (ANA & CETESB, 2011).

Em um dos pontos de amostragem definidos, para cada matriz ambiental (Tabela 3.1), a amostra deverá, após homogeneização e quarteramento, ser subdividida em duas, constituindo assim uma amostra em duplicada. Deve-se, assim, observar que o material coletado seja suficiente para as análises de duas amostras. Ressalta-se que, de acordo com a metodologia apresentada, para a amostra de solo deverá ser considerada tanto a camada superficial como a franja capilar, enquanto para sedimento somente a camada superficial.

6 Critérios regulatórios

Tratando-se da avaliação dos resultados analíticos laboratoriais, estes deverão ser comparados com os valores orientadores determinados por legislações específicas para cada matriz avaliada, apresentadas na Tabela 6.1, e brevemente descritas a seguir:

- Os metais avaliados para as amostras de solo deverão ser àqueles presentes na listagem da Resolução CONAMA nº 420/2009. Os resultados obtidos a partir da amostragem de solo deverão ser comparados aos limites presentes na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02 de 2010. No caso dos parâmetros alumínio, boro, ferro, manganês e vanádio, os quais não são contemplados na referida Deliberação, poderá ser utilizado os valores orientadores da listagem *Regional Screening Level – RSL* (USEPA, 2021).
- Para o comparativo de resultados analíticos nas amostras de sedimento deverão ser considerados os valores de metais presentes na Resolução CONAMA nº 454/2012. No caso dos parâmetros antimônio, bário, cobalto, prata e selênio, os quais não são contemplados com valores orientadores na referida Resolução, deverá ser utilizado os valores orientadores obtidos através do documento intitulado *Region 4 Ecological Risk Assessment Supplemental Guidance* (USEPA, 2018). Ressalta-se que os parâmetros alumínio, ferro e manganês, não possuem valores orientadores para sedimento nem na legislação nacional e nem no documento da USEPA consultados.
- Para o comparativo dos resultados analíticos nas amostras de água superficial, serão utilizados os valores orientadores para presentes na Resolução CONAMA nº 357/2005 e/ou COPAM/CERH nº 01/2008 para corpos d'água Classe 2 e a Resolução CONAMA nº 274/2000 para avaliação dos critérios de balneabilidade. As resolutivas estabelecem alguns valores orientadores para os metais em sua fração total e outros para a fração dissolvida. Ressalta-se que os parâmetros molibdênio,

coliformes totais, demanda química de oxigênio, estreptococos, sólidos sedimentáveis e sólidos suspensos totais não possuem valores orientadores para água superficial na legislação nacional.

Tabela 6.1: Critérios regulatórios referente aos valores orientadores

Critério Regulatório	Descrição
COPAM/CERH nº 02/2010 ¹	Institui o Programa Estadual de Gestão de Áreas Contaminadas, que estabelece as diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas.
CONAMA nº 357/2005 ³	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.
COPAM/CERH nº 01/2008 ³	Definiu os critérios de balneabilidade em águas brasileiras.
CONAMA nº 274/2000	Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas.
CONAMA nº 420/2009 ¹	Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional.
CONAMA nº 454/2009 ²	As tabelas RSL fornecem valores de comparação de contaminantes químicos para exposições residenciais e comerciais / industriais ao solo, ar e água encanada (água potável).
<i>Regional Screening Level (RSL) (USEPA, 2021) ¹</i>	
<i>Region 4 Ecological Risk Assessment Supplemental Guidance (USEPA, 2018) ²</i>	

Notas:

- ¹. Aplicável às amostras de solo
- ². Aplicável às amostras de sedimento
- ³. Aplicável às amostras de água superficial

7 Considerações Finais

O presente Memorando Técnico teve como objetivo propor a realização da caracterização ambiental da qualidade do solo, sedimento e água superficial em área localizada na região da cachoeira de Camargos, próxima ao distrito de Bento Rodrigues, a jusante da barragem de Fundão, após a execução do projeto de revitalização. Destaca-se que o Plano de Caracterização aqui proposto, no qual são listados os parâmetros a serem caracterizados no solo, sedimento e água superficial, deve atender as expectativas da Câmara Técnica e Comitê Interfederativo.

Conforme apresentado neste documento todos os procedimentos de amostragem deverão ser executados em conformidade com normas da Associação Brasileira de normas técnicas (ABNT) bem como em guias universais e reconhecidos sobre o tema. Neste mesmo sentido, a avaliação dos resultados analíticos

laboratoriais deverá ser comparada com os valores orientadores determinados por legislações específicas para cada matriz avaliada.

A execução do Plano de Caracterização é atividade primordial para a avaliação da eficácia da execução do projeto de recuperação da Cachoeira Camargos, subsidiando ainda, tomadas de decisão, caso necessário.

Atenciosamente,
SRK Consulting (Brasil)



Yukimi Nathânia Yukawa – Analista Ambiental
Engenheira Química

Todo material utilizado como recurso, incluindo o texto, tabelas, figuras e anexos deste documento, foi revisado e preparado de acordo com as melhores práticas profissionais de engenharia e ambientais.

SRK Consulting (Brasil)

Fundação Renova

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017: Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16.434:2015: Amostragem de resíduos sólidos, solos e sedimentos - Análise de compostos orgânicos voláteis (COV) – Procedimento. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15.492:2015: Sondagem de reconhecimento para fins de qualidade ambiental – Procedimento. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16.435:2015: Controle da qualidade na amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas - Procedimento. 2015
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9.897:1987: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento. 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9.898:1987: Preservação e técnicas de amostragem de afluente líquidos e corpos receptores - Procedimento. 1987.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. 2000.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 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.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. 2009.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 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.
- CH2M JACOBS. Aplicação do Plano de Manejo de Rejeito – Volumes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13. Submetido à Fundação Renova. São Paulo, 2018.
- CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL; CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Deliberação Normativa nº 02, de 08 de setembro de 2010. Institui o Programa Estadual de Gestão de Áreas Contaminadas, que estabelece as diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas. Belo Horizonte, MG: COPAM; CERH, 08 set. 2010.

EMFLORTEC. Projeto Conceitual de recuperação da Cachoeira de Camargos. Submetido à Fundação Renova: N010600-O-1RT014-R3. Ipatinga-MG, 2018.

GOLDER ASSOCIATES. Avaliação dos Impactos no Meio Físico Resultantes do Rompimento da Barragem de Fundão. Submetido a Samarco Mineração. Belo Horizonte, 2016.

GRUPO EPA (Fundação Renova). Plano de trabalho para avaliação da qualidade do solo, sedimento e água superficial na região da Cachoeira de Camargos – Mariana-MG. Belo Horizonte, 2020a.

GRUPO EPA (Fundação Renova). Relatório de investigação ambiental para a avaliação da qualidade do solo, sedimento e água superficial na região da Cachoeira de Camargos – Mariana-MG. Belo Horizonte, 2020b.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. INMETRO/NIT DICLA-057: Critérios para acreditação da amostragem para ensaios de águas e matrizes ambientais. 2018.

POTAMOS. Projeto Conceitual dos estudos de Hidráulica Fluvial para suporte ao projeto de revitalização da Cachoeira. Submetido à Fundação Renova. Belo Horizonte, 2018.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Field Sampling Procedures Manual. Department of Environmental Protection. New Jersey, 2005.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Regional Screening Levels (RSLs) - Generic Tables. Department of Environmental Protection. RSL, 2021.

Apêndice A Cronograma

Id	Nome da Tarefa	%	Duração	Início	Término
1	MONITORAMENTO DE SOLO, SEDIMENTOS E ÁGUAS SUPERFICIAIS DA CACHOEIRA CAMARGOS	1%	286 dias	30/Out/21	02/Dez/22
2	Monitoramento da água superficial	0%	230 dias	15/Nov/21	30/Set/22
61	Monitoramento de solo	20%	261 dias	30/Out/21	28/Out/22
68	Monitoramento de sedimentos	20%	261 dias	30/Out/21	28/Out/22
75	Relatório Final de Consolidação das Informações da Cachoeira Camargos	0%	46 dias	01/Out/22	02/Dez/22