



7.2.6 Recomenda-se ao ilustre Perito Oficial que os estudos previstos na chamada estejam em compatibilidade com o Estudo de Avaliação de Risco à Saúde Humana e Ecológica pela abordagem de Gestão Ambiental Integrada para Saúde e Meio Ambiente (GAISMA), de acordo com os protocolos definidos pela Ministério da Saúde e pela US. EPA, já determinado à Vale S.A e em fase final de planejamento para início em breve.

7.2.7 Recomenda-se ao ilustre Perito Oficial que os estudos previstos na chamada sejam compatíveis com o Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar (PMQAr), que teve início a partir dos trabalhos de remoção dos rejeitos, tratamento e construção das estruturas necessárias, de forma que fosse possível o acompanhamento dos níveis de poluição aos quais a população da região impactada estava exposta, bem como verificar a eficiência do plano de mitigação executado pela Vale S.A. nos locais próximos às frentes de obras.

Sugere-se ao ilustre Perito Oficial a inclusão nos questionários perguntas gerais sobre a percepção do grau de desconforto no ambiente domiciliar e externo às residências de cada entrevistado, que envolvam a visualização de fenômenos relacionados à uma má qualidade do ar (a exemplo da deposição de material particulado em excesso).

7.2.8 Recomenda-se ao ilustre Perito Oficial o levantamento da existência de problemas de saúde na população que possam estar correlacionados à uma má qualidade do ar naquele determinado município?

7.2.9 Recomenda-se ao ilustre Perito Oficial compartilhar o planejamento do levantamento relativo à qualidade do ar para análise e proposição de melhorias pela Gerência de Monitoramento da Qualidade do Ar e Emissões, até que extintos ou reduzidos os fatores negativos que possam causar desconforto ou impor riscos à população.





8. Secretaria de Estado da Saúde - SES

8.1 Assistentes Técnicos

8.1.1 Vigilância Ambiental em Saúde

Nome: Rosiane Aparecida Pereira
E-mail: rosiane.pereira@saude.mg.gov.br
Telefone: 3916-0401

8.1.2 Banco de dados de Vigilância em Saúde

Nome: Aline Machado Caetano Costa
E-mail: aline.machado@saude.mg.gov.br
Telefone: 3916-0308

8.1.3 Parcerias

Nome: Lígia Camargos da Silva
E-mail: ligia.silva@saude.mg.gov.br
Telefone: 99800-3710

8.1.4 Promoção e Assistência à Saúde

Nome: Amanda Guias Santos Silva
E-mail: amanda.guias@saude.mg.gov.br
Telefone: 3916-0325

8.2 Quesitos Técnicos

Inicialmente, no tocante aos “Impactos sobre a qualidade do ar, ruídos e vibrações decorrentes do rompimento da barragem”, recomenda-se ao ilustre Perito Oficial acrescentar como base de dados o





DATASUS para dados referentes à mortalidade e internações por agravos respiratórios.

E quanto aos "Instrumentos de planejamento e gestão e respectivos atores: (...) f. percepção de riscos associados à deficiência de saneamento (e.g.: doenças de veiculação hídrica, doenças de caráter psicológico, inundações, como a ansiedade e a depressão)", recomenda-se ao ilustre Perito Oficial expandir o conceito de doença de veiculação hídrica, abarcando tanto as doenças relacionadas à ingestão de água cuja qualidade esteja comprometida quanto à falta de água para higienização correta de alimentos (doenças de transmissão hídrica e alimentar) bem como aquelas relacionadas ao armazenamento inadequado, tais como as arboviroses.

8.2.1 No Item "Infraestruturas", recomenda-se ao ilustre Perito Oficial a identificação da origem do fornecimento da água, ou seja, a forma de abastecimento, por Sistema de Abastecimento de Água ou Solução Alternativa, além da análise da qualidade da água, da regularidade em seu fornecimento e da quantidade ofertada, bem como dos custos relativos à sua aquisição.

8.2.2 Recomenda-se ao ilustre Perito Oficial a avaliação da qualidade e da eficiência dos serviços de saneamento básico, além dos impactos físicos sobre a infraestrutura.

8.2.3 Recomenda-se ao ilustre Perito Oficial a utilização dos dados secundários de mortalidade, doenças/agravos de notificação e outros dados epidemiológicos sob gestão das Secretarias Municipais de Saúde.

Afinal, a utilização de tais dados serve também como subsídio para o planejamento de serviços e é um dos principais objetos de trabalho das vigilâncias epidemiológicas municipais e estadual, até porque, a identificação das necessidades, condições e certos determinantes de saúde são oriundos dos Sistemas de Informação em Saúde geridos pelas diversas áreas da Vigilância Epidemiológica e nos três níveis federados.





Por meio dos dados desses sistemas pode-se avaliar as ações de vigilância, prevenção e controle de doenças e agravos de interesse epidemiológico, visando o aprimoramento dos serviços oferecidos pelo Sistema Único de Saúde (SUS), bem como medir as mudanças na situação de saúde das pessoas numa comunidade.

8.2.4 No que refere ao uso de medicamentos, recomenda-se ao ilustre Perito Oficial a análise da alteração no perfil de utilização de medicamentos pela população local após o referido evento.

8.2.5 Ainda no que refere ao uso de medicamentos, recomenda-se ao ilustre Perito Oficial a obtenção de dados referentes à necessidade de suplementações orçamentárias e de ampliação do elenco municipal de itens, que possam ter relação com a tragédia e com enfoque nos itens relacionados à saúde mental.

8.2.6 Recomenda-se ao ilustre Perito Oficial a obtenção de dados sobre o perfil sócio demográfico e epidemiológico de cada município atingido, bem como as principais demandas em saúde, isto é, os dados referentes ao incremento dessas demandas serão identificados, tabulados e serão objeto de relatórios detalhados, a fim de auxiliar na implementação estratégica de políticas públicas e ações de saúde coletiva voltadas à promoção e recuperação da saúde nas áreas afetadas.

Sugere-se ao ilustre Perito Oficial os seguintes pontos norteadores:

8.2.6.1 Principais doenças e agravos decorrentes do rompimento da barragem.

8.2.6.2 Perfil epidemiológico e toxicológico da população atingida direta e indiretamente antes e após rompimento da barragem.

8.2.6.3 Principais demandas para consultas e exames de média complexidade ambulatorial por município atingido.





8.2.6.4 Demanda reprimida por consultas especializadas e exames de média complexidade ambulatorial por município atingido.

8.2.6.5 Identificação dos recursos críticos para a realização oportuna de exames e consultas de média complexidade ambulatorial.

8.2.6.6 Levantamento de especialistas atuantes na rede pública nos municípios atingidos.

8.2.6.7 Identificação da forma de regulação para consultas especializadas e procedimentos de média complexidade.

8.2.6.8 Identificação do fluxo assistencial para atendimento das demandas relacionadas a média complexidade ambulatorial (contratualização de serviço, pactuação com municípios).

8.2.6.9 Identificação dos serviços (públicos/privados) que realizam atendimento ao SUS para consultas especializadas e exames de média complexidade ambulatorial para os municípios atingidos.

8.2.6.10 Identificação do meio de transporte utilizado para realização de consultas especializadas e exames de média complexidade ambulatorial em cada município atingido.

8.2.7 Quanto à Saúde Mental, pergunta-se:

8.2.7.1 Qual o número de notificações de violência autoprovocada/tentativas de autoextermínio?

8.2.7.2 Qual a taxa de dispensação de medicação psicotrópica?

8.2.7.3 Qual o número de acolhimentos por dia nos serviços da Rede de Atenção Psicossocial (CAPS em todas as suas modalidades)?





8.2.7.4 Qual o matriciamento dos casos de saúde mental na atenção primária e leito de saúde mental?

8.2.7.5 Qual a taxa de ocupação dos leitos de saúde mental?

8.2.7.6 Quais são as possíveis ações de fortalecimento do protagonismo de usuários de CAPS e seus familiares?

8.2.7.7 Quais as ações referentes a atendimento domiciliar e grupo realizadas pelo CAPS?

8.2.7.8 Quais as possíveis ações de redução de danos?

8.2.8 Quanto à Urgência e Emergência, pergunta-se:

8.2.8.1 Haverá análise da situação de saúde da população atingida relacionada às doenças crônicas não transmissíveis?

8.2.8.2 Haverá análise da morbidade e mortalidade considerando as causas externas?

8.2.9 Quanto à Atenção Primária à Saúde (APS), pergunta-se:

8.2.9.1 Houve aumento de demanda de alguma condição de saúde específica para a APS após o rompimento da barragem? Se sim, quais?

8.2.9.2 Se houve esse aumento, como as equipes de atenção primária do município estão se organizando para suprir essa demanda? Quais ferramentas estão sendo utilizadas?

8.2.9.3 Foi elaborado algum protocolo de atendimento para padronizar o atendimento da população atingida pelas equipes de APS?





8.2.9.4 As populações de risco (ribeirinhas, quilombolas, indígenas, entre outras) estão sendo monitoradas e avaliadas pelas equipes de atenção primária? Quais instrumentos estão sendo utilizados para isso?

8.2.9.5 Quais ações de promoção e prevenção as equipes de atenção primária estão realizando em relação aos possíveis agravos que podem acometer a população?

9. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico - SEDE

9.1 Assistente Técnico

Nome: Fernando Barbosa e Benício de Abreu

E-mail: fernando.abreu@desenvolvimento.mg.gov.br

Telefone: 3915-2915

9.2 Quesitos Técnicos

9.2.1 Recomenda-se ao ilustre Perito Oficial a expansão do número de municípios contemplados na Chamada, uma vez que não há compatibilidade integral entre os municípios já previstos (19) com os considerados atingidos pelo Poder Executivo Estadual, os que contam com apoio das Assessorias Técnicas Independentes e os com previsão de passarem pelo Estudo de Avaliação de Risco à Saúde Humana e Ecológica, que podem chegar a 29¹.

9.2.2 Considerando que a situação dos empreendimentos locais impacta diretamente a vida dos habitantes e é importante sua consideração para a definição de políticas públicas de desenvolvimento econômico regional, recomenda-se que no

¹ Betim, Brumadinho, Cachoeira da Prata, Caetanópolis, Curvelo, Esmeraldas, Felixlândia, Florestal, Fortuna de Minas, Igarapé, Inhaúma, Juatuba, Maravilhas, Mário Campos, Mateus Leme, Morada Nova de Minas, Papagaios, Pará de Minas, Paraopeba, Pequi, Pompeu, São Gonçalo do Abaeté, São Joaquim de Bicas, São José da Varginha, Três Marias, Biquinhas, Paineiras, Martinho Campos, Abaeté.





ESTADO DE MINAS GERAIS
Advocacia-Geral do Estado
Procuradoria de Demandas Estratégicas

conceito de população a ser investigada sejam considerados os domicílios e também os empreendimentos locais, rurais ou urbanos.

Por oportuno, o Estado protesta pela apresentação posterior de quesitos suplementares e esclarecimentos, nos termos do Código de Processo Civil e requer sejam os seus assistentes técnicos diretamente comunicados pelo Perito Oficial em relação ao início dos trabalhos e todos os atos periciais subsequentes para o devido acompanhamento.

Pede deferimento.

Belo Horizonte, 17 de abril de 2020.

LYSSANDRO NORTON SIQUEIRA
PROCURADOR DO ESTADO
OAB/MG 68.720 - MASP 598.207-9

CÁSSIO ROBERTO DOS SANTOS ANDRADE
PROCURADOR DO ESTADO
OAB/MG 56.602 - MASP 370.296-6



Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH 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.

(Publicação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 16/09/2010)

(Republicação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 29/12/2010)

O CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - COPAM, E O CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CERH, no uso das atribuições que lhe confere o art. 1º da Lei Estadual nº 7.772, de 08 de setembro de 1980, nos termos do art. 4º, I e II da Lei Delegada de 29 de janeiro de 2007 e no art. 4º, II de seu Regulamento, Decreto Estadual nº 44.667, de 3 de dezembro de 2007. ^{[1] [2] [3]}

Considerando que o artigo 225 da Constituição Federal impõe ao poder público e à coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente de forma ecologicamente equilibrada para as presentes e futuras gerações.

Considerando que o artigo 24, inciso VIII, da Constituição Federal, autoriza os Estados a legislar concorrentemente sobre responsabilidade por dano ao meio ambiente.

Considerando a existência, no Estado de Minas Gerais, de áreas contaminadas geradas pelo manejo inadequado ou ilegal de substâncias, com potencial de contaminação do solo e das águas subterrâneas e a necessidade de se evitar a disseminação dessas áreas através da eliminação ou redução a níveis seguros da quantidade de substâncias nocivas introduzidas no solo, e de forma compatível com a proteção da saúde humana e dos ecossistemas.

Considerando a necessidade de aperfeiçoar o gerenciamento de áreas contaminadas, reduzindo as etapas sujeitas à aprovação prévia por parte do órgão ambiental competente, com o objetivo de agilizar a implementação das medidas de intervenção, sem que o órgão ambiental competente deixe de exercer o devido controle.

Considerando a necessidade de estabelecimento de procedimentos e critérios integrados entre os Órgãos da União, dos Estados e dos Municípios em conjunto com a sociedade civil organizada, para o uso sustentável do solo, de maneira a prevenir alterações prejudiciais que possam resultar em perda de sua funcionalidade.

Considerando a necessidade de estabelecer diretrizes e procedimentos para o gerenciamento de áreas contaminadas.

Considerando que a Política Estadual de Recursos Hídricos visa assegurar o controle, pelos usuários atuais e futuros, do uso da água e de sua utilização em quantidade, qualidade e regime satisfatórios.

Considerando que na execução dessa Política será observado o reconhecimento dos recursos hídricos como bem natural de valor ecológico, social e econômico, cuja utilização deve ser orientada pelos princípios do desenvolvimento sustentável, bem como a compatibilização do gerenciamento dos recursos hídricos com o desenvolvimento regional e com a proteção do meio ambiente.

Considerando que compete ao Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos assegurar os meios necessários à implantação de programas permanentes de proteção das águas superficiais e subterrâneas contra poluição.

Considerando que compete ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH-MG e ao Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM, sob a coordenação da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD, visando compatibilizar as normas de gestão dos recursos hídricos e de gestão ambiental, incluindo o licenciamento, estabelecer, mediante

deliberação normativa conjunta, critérios e normas gerais em matérias afetas a ambos os colegiados, especialmente sobre licenciamento ambiental de atividades e empreendimentos públicos e privados, capazes de impactar as coleções hídricas, bem como as que envolvam o uso outorgável dos recursos hídricos.

Considerando o “Referendum” desta norma na 31ª Reunião Extraordinária da Câmara Normativa e Recursal CNR do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM havida em 25/08/2010 e na 64ª Reunião Extraordinária do Plenário do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH havida em 20/09/2010.

DELIBERAM:

Art. 1.º - Para efeito desta Deliberação Normativa são adotados os seguintes termos e definições:

I - avaliação de risco: processo pelo qual são identificados, avaliados e quantificados os riscos à saúde humana ou a bem de relevante interesse ambiental a ser protegido.

II - avaliação preliminar: avaliação inicial, realizada com base nas informações históricas disponíveis e inspeção do local, com o objetivo principal de encontrar evidências, indícios ou fatos que permitam suspeitar da existência de contaminação na área.

III - bens a proteger: a saúde e o bem-estar da população, a fauna e a flora, a qualidade do solo, das águas e do ar, os interesses de proteção à natureza/paisagem, a infraestrutura da ordenação territorial e planejamento regional e urbano, a segurança e ordem pública.

IV - cenário de exposição padronizado: conjunto de variáveis relativas à liberação das substâncias químicas de interesse a partir de uma fonte primária ou secundária de contaminação, aos caminhos de exposição e às vias de ingresso no receptor considerado, para estabelecer os valores de investigação em função dos diferentes usos do solo.

V - condição de perigo: situação em que estejam ameaçadas a vida humana, o meio ambiente ou o patrimônio público e privado, em razão da presença de agentes tóxicos, patogênicos, reativos, corrosivos ou inflamáveis no solo ou em águas subterrâneas ou em instalações, equipamentos e construções abandonadas, em desuso ou não controladas.

VI - contaminação: presença de substância(s) química(s) no ar, água ou solo, decorrentes de atividades antrópicas, em concentrações tais que causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger.

VII - fase livre: ocorrência de substância química ou produto imiscível, em fase separada da água.

VIII - fonte primária de contaminação: instalação ou material a partir dos quais os contaminantes se originam e foram ou estão sendo liberados para os meios impactados.

IX - fonte secundária de contaminação: meio impactado por contaminantes provenientes da fonte primária, a partir do qual outros meios são impactados.

X - ingresso diário tolerável: é o aporte diário tolerável a seres humanos de uma substância química presente no ar, na água, no solo ou em alimentos ao longo da vida, sem efeito deletério comprovado à saúde humana.

XI - investigação confirmatória: etapa do processo de identificação de áreas contaminadas que tem como objetivo principal confirmar ou não a existência de substâncias químicas de origem antrópica nas áreas suspeitas, no solo ou nas águas subterrâneas, em concentrações acima dos valores de investigação.

XII - investigação detalhada: etapa do processo de gerenciamento de áreas contaminadas em que devem ser avaliadas as características da fonte de contaminação e do meio afetado, através da determinação das dimensões da área afetada, dos tipos e concentrações dos contaminantes presentes



e da pluma de contaminação, visando obter dados suficientes para a realização da avaliação de risco e do projeto de reabilitação.

XIII - modelo conceitual: constitui-se em uma síntese das informações relativas a uma área em estudo que deve contemplar a origem dos contaminantes, o meio impactado, os meios de transporte, as vias de ingresso e as populações receptoras potenciais, e deve ser atualizado sempre que forem obtidas novas informações relevantes e/ou mais detalhadas sobre a área ou ocorra alguma modificação relacionada ao uso e ocupação das áreas próximas à contaminação.

XIV - monitoramento: medição ou verificação, que pode ser contínua ou periódica, para acompanhamento da condição de qualidade de um meio ou das suas características.

XV - Plano de Reabilitação de Área Contaminada (PRAC): instrumento de gestão ambiental formado pelo conjunto de informações técnicas, projetos e ações visando à intervenção para a reabilitação de uma área contaminada por substâncias químicas.

XVI - quociente de perigo não carcinogênico: representa a comparação de um nível de exposição por período de tempo (dose de ingresso) com uma dose de referência para um período de exposição similar.

XVII - remediação: uma das ações de intervenção para reabilitação de área contaminada, que consiste em aplicação de técnicas, visando à remoção, contenção ou redução das concentrações de contaminantes.

XVIII - reabilitação: ações de intervenção realizadas em uma área contaminada visando atingir um risco tolerável, para o uso declarado ou futuro da área.

XIX - risco: é a probabilidade de ocorrência de efeito(s) adverso(s) em receptores expostos a contaminantes.

XX - valores orientadores: são concentrações de substâncias químicas que fornecem orientação sobre a qualidade e as alterações do solo e da água subterrânea.

XXI - Valor de Referência de Qualidade (VRQ): é a concentração de determinada substância que define a qualidade natural do solo, sendo determinado com base em interpretação estatística de análises físico-químicas de amostras de diversos tipos de solos.

XXII - Valor de Prevenção (VP): é a concentração de determinada substância no solo, acima da qual podem ocorrer alterações da qualidade do solo quanto às suas funções principais.

XXIII - Valor de Investigação (VI): é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição padronizado.

Art. 2º - A utilização do solo não deve ocasionar alterações de suas características que possam resultar em perda de suas funções, considerando os aspectos de proteção à saúde humana, aos ecossistemas, aos recursos hídricos, aos demais recursos naturais e às propriedades públicas e privadas.

§1º - São funções do solo dentre outras:

I - servir como meio básico para a sustentação da vida e de habitat para pessoas, animais, plantas e organismos;

II - manter o ciclo da água e dos nutrientes;

III - servir como meio para a produção de alimentos e outros bens primários de consumo;

IV - agir como filtro natural, tampão e meio de adsorção, degradação, e transformação de substâncias e organismos;

V - proteger as águas subterrâneas;



VI - servir como fonte de informação quanto ao patrimônio natural, histórico e cultural;

VII - constituir fonte de recursos minerais;

VIII - servir como meio básico para a ocupação territorial, práticas recreacionais e propiciar outros usos públicos e econômicos.

§2º - A proteção do solo deve ser realizada de maneira preventiva, a fim de garantir a manutenção da sua qualidade e a das águas subterrâneas, bem como de maneira corretiva, a fim de não prejudicar suas funções.

Art. 3º - São princípios do Programa Estadual de Gestão de Áreas Contaminadas:

I - a consolidação e publicidade das informações para a população sobre áreas contaminadas identificadas;

II - a articulação, a cooperação e integração, no âmbito das três esferas de governo, entre os órgãos da Administração Direta, as entidades da Administração Indireta, os proprietários, usuários, beneficiados, afetados e organismos internacionais com comprovado conhecimento do tema;

III - a manutenção da qualidade do solo e das águas subterrâneas;

IV - a gradualidade na fixação de metas ambientais, como subsídio à definição de ações a serem cumpridas;

V - a racionalidade e otimização de ações e custos;

VI - a responsabilização pelo dano ambiental e suas conseqüências.

Art. 4º - São instrumentos para a proteção da qualidade do solo e para o gerenciamento de áreas contaminadas:

I - sistema de informação sobre regularização ambiental e fiscalização;

II - valores orientadores;

III - sistema de informações sobre áreas contaminadas;

IV - declaração de áreas suspeitas de contaminação e contaminadas;

V - Inventário Estadual de Áreas Suspeitas de Contaminação e Contaminadas;

VI - Plano Ambiental de Fechamento de Mina – Pafem;

VII - Plano de Encerramento de Atividades;

VIII - Plano Diretor e legislação de uso e ocupação do solo;

IX - procedimentos técnicos para gerenciamento de áreas contaminadas;

X - comunicação de risco;

XI - educação ambiental;

XII - averbação a margem da matrícula do imóvel sobre a contaminação e restrições de uso.

Art. 5º - A avaliação da qualidade do solo e da água subterrânea, quanto à presença de substâncias químicas, deve ser efetuada com base nos seguintes valores orientadores definidos pelo COPAM e CERH, que serão utilizados no gerenciamento de áreas contaminadas:

I - Valores de Referência de Qualidade do solo (VRQ);

II - Valores de Prevenção do solo (VP);

III - Valores de Investigação do solo e água subterrânea (VI);

§1º - Os Valores de Referência de Qualidade (VRQ) são utilizados para caracterizar a ocorrência natural de substâncias químicas, considerando a política de prevenção e controle das funções do solo.

§2º - Os Valores de Prevenção (VP) são utilizados para indicar alterações da qualidade do solo que possam prejudicar sua funcionalidade e disciplinar a introdução de substâncias químicas no solo.

§3º - Os Valores de Investigação (VI) são utilizados para desencadear e definir ações de investigação e controle, indicando a necessidade de ações para resguardar os receptores de risco.

Art. 6º - São adotados como valores orientadores para o gerenciamento de áreas contaminadas:

I - Os Valores de Referência de Qualidade (VRQ) dos solos para substâncias químicas naturalmente presentes, estabelecidos na Lista de Valores Orientadores da CETESB, publicada na Decisão de Diretoria nº 195-2005- E, de 23 de novembro de 2005, ou em suas atualizações, até que o COPAM estabeleça valores específicos para Minas Gerais.

II - Valores de Prevenção (VP) e Valores de Investigação (VI) para solos apresentados no Anexo I.

III - Valores de Investigação (VI) para águas subterrâneas, apresentados no Anexo I.

Parágrafo único- Na hipótese da revisão da legislação específica que define os padrões de potabilidade para risco à saúde humana, os valores para os parâmetros estabelecidos no Anexo I ficarão automaticamente alterados.

Art. 7º - As substâncias químicas não listadas no Anexo I, quando necessária sua investigação, terão seus valores orientadores definidos pelo órgão ambiental competente ou pelo órgão gestor de recursos hídricos, com base em legislações nacionais ou internacionais em vigor.

Art. 8º - Ficam estabelecidos os seguintes procedimentos para prevenção e controle da qualidade do solo e da água subterrânea:

I - para os solos que apresentam concentrações de substâncias químicas menores ou iguais ao VRQ não serão requeridas ações de gerenciamento.

II – para os solos que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior do que o VRQ e menor ou igual ao VP, a critério do órgão ambiental competente, poderá ser requerida uma avaliação a partir de dados existentes no órgão ambiental, incluindo a verificação da possibilidade de ocorrência natural da substância ou da existência de fontes de poluição, com indicativos ou não de ações preventivas de controle, quando couber, não envolvendo necessariamente investigação.

III – para os solos que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior que o VP e menor ou igual que o VI, será requerida a identificação e controle das fontes potenciais de contaminação, a avaliação da ocorrência natural da substância, e o monitoramento da qualidade do solo e da água subterrânea.

IV – para os solos e águas subterrâneas que apresentam concentrações de pelo menos uma substância química maior que o VI, serão requeridas ações para o gerenciamento da área contaminada.

Art. 9º - O gerenciamento de áreas contaminadas compreende as etapas de diagnóstico, intervenção e reabilitação, a serem implantadas segundo o nível das informações ou riscos existentes em cada área.



§1º - As áreas são classificadas pelo órgão ambiental competente como:

I - Área com Potencial de Contaminação (AP);

II - Área Suspeita de Contaminação (AS);

III - Área Contaminada sob Investigação (AI);

IV - Área Contaminada sob Intervenção (ACI);

V - Área em Processo de Monitoramento para Reabilitação (AMR);

VI - Área Reabilitada para o Uso Declarado (AR);

§2º - As áreas classificadas como AI, ACI e AMR serão incluídas na lista de áreas contaminadas, que contém informações sobre a situação das áreas, a ser divulgada anualmente pelo órgão ambiental competente em meio eletrônico.

§3º - As áreas classificadas como AR serão incluídas na lista de áreas reabilitadas, que contém informações sobre a situação das áreas a ser divulgada anualmente pelo órgão ambiental em meio eletrônico.

Art. 10 - Será classificada como Área com Potencial de Contaminação (AP) pelo órgão ambiental competente aquela em que ocorrer atividades que, por suas características, possam acumular quantidades ou concentrações de substâncias químicas em condições de ocasionar contaminação do solo e das águas subterrâneas e acarretar danos à saúde humana e ao meio ambiente.

§1º - Também poderão ser consideradas Áreas com Potencial de Contaminação, os depósitos de resíduos sólidos urbanos, oficinas mecânicas, garagens de ônibus, dentre outras atividades não passíveis de regularização ambiental no nível estadual, a critério do órgão ambiental competente.

§2º - A critério do órgão ambiental competente, mediante justificativa técnica, poderá ser solicitada ao responsável por uma Área com Potencial de Contaminação (AP), a execução de monitoramento da área e de seu entorno a fim de subsidiar ações de proteção da qualidade do solo e das águas subterrâneas.

Art. 11 - Será classificada como Área Suspeita de Contaminação (AS) pelo órgão ambiental competente, aquela em que, mediante avaliação preliminar, for comprovada a existência de um ou mais indícios de contaminação relacionados no artigo 4º da Deliberação Normativa COPAM Nº 116, de 25 de junho de 2008. [4]

Parágrafo único - Caso a avaliação preliminar confirme os indícios de contaminação, o responsável pela área deverá iniciar imediatamente a investigação confirmatória e realizar a Declaração de Áreas Suspeitas de Contaminação ou Contaminadas, conforme estabelecido na Deliberação Normativa COPAM Nº 116, de 25 de junho de 2008.

Art. 12 - Uma área na qual a investigação confirmatória indicar valores entre VP e VI poderá ser monitorada, a critério do órgão ambiental competente, no mínimo por dois anos, com periodicidade mínima semestral.

Art. 13 - Será classificada como Área Contaminada sob Investigação (AI) pelo órgão ambiental competente, aquela em que for comprovadamente constatada, mediante Investigação Confirmatória, a contaminação com concentrações de substâncias químicas no solo ou nas águas subterrâneas acima dos VIs.

§ 1º - Ao ser confirmada a contaminação, o responsável pela área deverá comunicar o fato imediatamente ao órgão ambiental competente.



§ 2º - O prazo para reabilitação de uma Área Contaminada sob Investigação (AI) é de até 6 (seis) anos a partir da data de sua classificação pelo órgão ambiental competente.

§ 3º - Em função da magnitude e complexidade do caso, o prazo para reabilitação da área poderá ser revisto, mediante apresentação de justificativa técnica, junto ao órgão ambiental competente.

§ 4º - As áreas contaminadas que se encontrarem em processo de gerenciamento na data de publicação desta Deliberação Normativa terão o cronograma de ações reavaliado junto ao órgão ambiental competente.

§ 5º - O responsável pela área deverá realizar, imediatamente, os estudos de investigação detalhada e de avaliação de risco, independentemente de manifestação prévia do órgão ambiental competente acerca do relatório de investigação confirmatória apresentado, sem prejuízo de qualquer complementação que venha a ser eventualmente solicitada.

§ 6º - Quando a concentração de uma substância for reconhecida pelo órgão ambiental competente como de ocorrência natural no solo ou nas águas subterrâneas, a área não será considerada Contaminada sob Investigação (AI), entretanto, será necessária a implementação de ações específicas de proteção à saúde humana, definidas pelos órgãos competentes.

Art. 14 - Será classificada como Área Contaminada sob Intervenção (ACI) pelo órgão ambiental competente, aquela em que for constatada a presença de substâncias químicas em fase livre, ou for comprovada a existência de risco à saúde humana, após investigação detalhada e avaliação de risco.

Art. 15 - Caso seja identificada a presença de produto em fase livre, os procedimentos para sua remoção deverão ser iniciados imediatamente pelo responsável pela área, independentemente de notificação do órgão ambiental competente.

§1º - O prazo para remoção da fase livre poderá variar de seis a doze meses, devendo ser definido com base nos estudos apresentados pelo responsável e considerando o potencial de risco e perigo à população exposta.

§2º - O prazo para remoção da fase livre poderá ser revisto mediante apresentação de justificativa técnica pelo responsável da área.

§3º - A avaliação de risco à saúde humana deverá ser efetuada, sem prejuízo à implementação das etapas de gerenciamento das outras fontes de contaminação da área, quando:

I - a eliminação de produto em fase livre estiver concluída, ou;

II - a espessura máxima de produto em fase livre for menor ou igual a 5 (cinco) mm, caso a pluma esteja restrita à área do empreendimento.

§4º - Existindo situações em que seja necessária a avaliação da existência de riscos à saúde humana, oriundos da pluma de fase dissolvida, a avaliação de risco poderá ser realizada independentemente da eliminação ou redução da pluma de produto em fase livre.

Art. 16 - No desenvolvimento da avaliação de risco à saúde humana, o risco quantificado em função das concentrações existentes nos meios afetados e do uso proposto para a área deverá ser comparado ao nível tolerável de risco à saúde humana.

§1º - Considera-se nível tolerável de risco à saúde humana, para substâncias carcinogênicas, a probabilidade de ocorrência de um caso adicional de câncer em uma população exposta igual ou superior de 100.000 (cem mil) indivíduos.



§2º - Considera-se nível tolerável de risco à saúde humana, para substâncias não carcinogênicas, aqueles valores de quociente de risco total inferiores a 1 (um), a que uma pessoa possa estar exposta por toda a sua vida.

§3º - Em casos específicos, o órgão ambiental competente poderá considerar outros valores de níveis toleráveis de risco à saúde humana para substâncias carcinogênicas.

§4º - As metas de remediação deverão ser inferiores aos níveis toleráveis de risco à saúde humana.

Art. 17 - Nas situações em que a existência de determinada Área Contaminada sob Investigação (AI) ou Área Contaminada sob Intervenção (ACI) possa implicar em impactos significativos aos recursos ambientais, o gerenciamento do risco poderá se basear nos resultados de uma avaliação de risco ecológico, a critério do órgão ambiental competente e justificado tecnicamente.

Parágrafo único - Na impossibilidade de execução de uma avaliação de risco ecológico em uma determinada área, o órgão ambiental competente deverá estabelecer valores específicos e respectivas metas para subsidiar a reabilitação da área utilizando-se de metodologia tecnicamente justificada.

Art. 18 - O responsável por uma Área Contaminada sob Intervenção (ACI) deve submeter ao órgão ambiental competente o Plano de Reabilitação de Área Contaminada (PRAC) a ser executado sob sua responsabilidade e expensas.

§ 1º - Para elaboração do PRAC deve-se considerar:

I - as ações institucionais;

II - as medidas de controle ou eliminação das fontes de contaminação;

III - a caracterização do uso do solo atual e futuro da área objeto e sua circunvizinhança;

IV - os resultados da avaliação de risco à saúde humana;

V - avaliação técnica e econômica das alternativas de intervenção em função da massa de contaminantes existentes e suas conseqüências, da eficiência e dos prazos envolvidos na implementação das ações de intervenção propostas para atingir as metas estabelecidas;

VII - o projeto da alternativa de intervenção selecionada;

VIII - o programa de monitoramento das ações executadas;

IX - a necessidade de medidas de restrição quanto ao uso;

X - Anotação de Responsabilidade Técnica - ART.

§2º - O PRAC será implantado mediante avaliação do órgão ambiental. Caso o órgão ambiental competente não se manifeste no prazo de 6 meses, o PRAC será considerado aprovado, sem prejuízo de qualquer complementação ou alteração que venha a ser eventualmente solicitada.

I - O prazo utilizado pelo órgão ambiental para avaliação do PRAC não será computado no prazo total para a reabilitação.

§3º - O Plano de Reabilitação de Área Contaminada (PRAC) deverá ser continuamente revisado, visando à adequação das medidas aplicadas e avaliação de sua eficácia.

§ 4º - O órgão ambiental competente deverá elaborar um Termo de Referência para orientar a elaboração do PRAC.

Art. 19 - As alternativas de intervenção para reabilitação de áreas contaminadas devem contemplar, de forma não excludente, as seguintes ações:



I - eliminação de perigo ou redução a níveis toleráveis dos riscos à segurança pública, à saúde humana e ao meio ambiente;

II - restrição dos usos e ocupação do solo e das águas superficiais e subterrâneas;

III - aplicação de técnicas de remediação;

IV - monitoramento.

Parágrafo único - O responsável pela área contaminada deverá iniciar as ações de intervenção, independentemente de manifestação prévia do órgão ambiental competente, sem prejuízo de qualquer complementação ou alteração que venha a ser eventualmente solicitada.

Art. 20 - O uso pretendido para uma Área Contaminada sob Investigação (AI) ou sob Intervenção (ACI) deverá ser proposto pelo responsável pela área e avaliado pelo órgão ambiental competente, com base no diagnóstico da área, na avaliação de risco, nas ações de intervenção propostas e no zoneamento do uso do solo.

§1º - Quando a proposta de uso pretendido atender as exigências técnicas será definido o uso declarado da área contaminada.

§2º - A definição sobre o uso declarado de uma área contaminada poderá ser acordada com os poderes públicos e demais entes envolvidos, quando pertinente.

§3º - Para a alteração do uso declarado da área contaminada, deverá ser elaborado outro estudo de avaliação de risco para o novo uso pretendido, o qual será submetido à apreciação do órgão ambiental competente.

Art. 21 - Atingidas as metas de intervenção propostas no PRAC, o responsável pela área contaminada deverá comunicar ao órgão ambiental competente a data de desativação do sistema e a data do início do monitoramento para reabilitação conforme o uso declarado.

Art. 22 - Será classificada como Área em Processo de Monitoramento para Reabilitação (AMR), pelo órgão ambiental competente, aquela em que:

I - for atingida a redução do risco aos níveis toleráveis, de acordo com as metas estipuladas na avaliação de risco;

II - não for caracterizada situação de perigo e não for verificada situação de risco à saúde humana igual ou superior aos níveis aceitáveis de acordo com a avaliação de risco.

Art. 23 - O responsável por uma Área em Processo de Monitoramento para Reabilitação deve submeter ao órgão ambiental competente o Plano de Monitoramento para Reabilitação, que deverá ser realizado por no mínimo dois anos, com periodicidade mínima semestral, com o objetivo de avaliar a manutenção das concentrações de contaminantes abaixo das metas de intervenção definidas para a área.

§1º - A critério do órgão ambiental competente, a extensão e a frequência do monitoramento poderão ser alteradas em virtude das especificidades do caso.

§2º - Caso ocorram concentrações acima das metas de intervenção durante o período de monitoramento para reabilitação, a área será classificada como Área Contaminada sob Intervenção (ACI), e o responsável deverá realizar ou adequar o Plano de Reabilitação de Área Contaminada (PRAC).

Art. 24 - Será classificada e declarada Área Reabilitada para o Uso Declarado (AR) pelo órgão ambiental competente, aquela em que, após período de monitoramento para reabilitação, seja confirmada a eliminação do perigo ou a redução dos riscos a níveis toleráveis para o uso declarado.



Parágrafo único - Os registros e as informações referentes à Área Reabilitada para o Uso Declarado (AR) devem indicar expressamente o uso declarado para o qual foi reabilitada.

Art. 25 - O responsável pela área contaminada deverá comunicar ao órgão ambiental competente o início da execução de cada etapa de gerenciamento bem como apresentar os estudos relacionados a cada etapa imediatamente após a conclusão destes.

Art. 26 - No caso da identificação de condição de perigo, em qualquer etapa do gerenciamento da área, o responsável deverá tomar as ações emergenciais compatíveis para a eliminação desta condição, independente da manifestação prévia do órgão ambiental competente.

§1º - Considera-se condição de perigo as seguintes ocorrências, dentre outras:

I – incêndios;

II – explosões;

III - episódios de exposição aguda a agentes tóxicos, reativos e corrosivos;

IV - episódios de exposição a agentes patogênicos, mutagênicos e cancerígenos;

V - migração de gases voláteis para ambientes confinados e semiconfinados, cujas concentrações excedam os valores estabelecidos em regulamento;

VI - comprometimento de estruturas de edificação em geral;

VII - contaminação das águas superficiais ou subterrâneas utilizadas para abastecimento público e dessedentação de animais;

VIII - contaminação de alimentos.

§2º - Na hipótese do responsável pela área não promover as ações imediatas para a eliminação do perigo, ou não realizar as medidas emergenciais necessárias, tal providência caberá ao Poder Público, que demandará o ressarcimento dos custos efetivamente despendidos.

Art. 27 - O órgão ambiental competente poderá estabelecer procedimentos diferenciados para a identificação e remediação das áreas contaminadas, agrupando etapas, em função das peculiaridades da atividade ou do empreendimento ou da extensão da contaminação, desde que garantidos os princípios e finalidades estabelecidos nesta Deliberação Normativa.

Art. 28 - No planejamento das ações, considerando-se o tipo de contaminante, serão priorizados os seguintes aspectos:

I - população potencialmente exposta;

II - proteção dos recursos hídricos;

III - presença de áreas de interesse ambiental;

Art. 29 - A Deliberação Normativa COPAM Nº 108, de 24 de maio de 2007, permanece aplicável para as atividades de postos revendedores, postos ou postos de abastecimento, instalações de sistemas retalhistas, postos flutuantes de combustíveis e postos revendedores de combustíveis de aviação, cujos responsáveis também deverão cumprir as determinações desta Deliberação Normativa, quando não contempladas naquela. ^[5]

Art. 30 - O órgão ambiental competente, quando da constatação da existência de uma área contaminada ou reabilitada para o uso declarado, deverá comunicar o fato formalmente às entidades públicas e privadas envolvidas na proteção à saúde e aos recursos naturais e à comunidade envolvida.



Art. 31 - Responderá administrativamente, sem prejuízo da responsabilização penal e civil, a pessoa física e jurídica, que de qualquer forma tenha promovido ou contribuído, ainda que de forma indireta, para a contaminação de determinada área, devendo ser considerados, dentre outros:

- I - o causador da contaminação e seus sucessores;
- II - o proprietário da área e seus sucessores;
- III - o detentor da posse efetiva;
- IV - o superficiário;
- V - quem dela se beneficiar.

Art. 32 - Na impossibilidade de identificação do responsável pela área contaminada, o Poder Público deverá intervir para resguardar a saúde e integridade da população.

§1º - A intervenção do Poder Público não significará, em qualquer hipótese, a transferência das responsabilidades às quais estão sujeitos os indicados no artigo 31 desta Deliberação Normativa.

§2º - Os recursos despendidos deverão ser obrigatoriamente ressarcidos, conforme as responsabilidades estabelecidas no artigo 31 desta Deliberação Normativa.

Art. 33 - Os programas de monitoramento para as águas subterrâneas deverão ser estabelecidos observadas as ações implementadas no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos–SINGREH.

Art. 34 - Os procedimentos específicos para solicitação de autorização de perfuração de poços de monitoramento e outorga de direito de uso das águas, para os sistemas de remediação, serão estabelecidos através de Portaria do Órgão Gestor de Recursos Hídricos.

Art. 35 - A partir de 1º de julho de 2011, os processos de Revalidação da Licença de Operação - LO de atividades com potencial de contaminação do solo e águas subterrâneas, deverão incluir no Relatório de Avaliação do Desempenho Ambiental – RADA, as informações sobre as ações de gerenciamento de áreas suspeitas de contaminação ou contaminadas.

§1º - A cada revalidação da LO, o RADA deverá ser complementado, de modo a propiciar a avaliação da eficácia das ações de gerenciamento já desenvolvidas e propor as adequações necessárias para o período subsequente.

§2º - Os Termos de Referência dos RADAs, com as adequações necessárias, deverão ser submetidos à aprovação da Câmara Temática de Indústria, Mineração e Infra-estrutura do COPAM.

Art. 36 - A partir de 1º de julho de 2011, os processos de Renovação de Autorização Ambiental de Funcionamento de atividades com potencial de contaminação do solo e águas subterrâneas deverão incluir o número do protocolo da declaração de áreas suspeitas de contaminação ou contaminadas, conforme a Deliberação Normativa COPAM Nº 116, de 25 de junho de 2008, ou declaração de inexistência de áreas suspeitas de contaminação ou contaminadas, conforme modelo definido no Anexo II.

Art. 37 - Os critérios e procedimentos estabelecidos nesta Deliberação não se aplicam às áreas contaminadas por substâncias radioativas.

Parágrafo único - No caso de suspeitas ou evidências de contaminação por substâncias radioativas, o órgão ambiental competente notificará a Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN.

Art. 38 - O não cumprimento do disposto nesta Deliberação Normativa sujeitará os infratores à aplicação das penalidades e sanções previstas na legislação ambiental vigente.

Art. 39 - A SEMAD instituirá, no prazo máximo de 90 (noventa) dias a partir da data da publicação desta Deliberação Normativa, grupo de trabalho multidisciplinar e interinstitucional para elaboração de norma específica, contendo diretrizes e procedimentos para averbação de áreas contaminadas à margem das matrículas de imóveis junto ao competente Cartório de Registro.



Art. 40 - Esta Deliberação Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

Belo Horizonte, 08 de setembro de 2010.

José Carlos Carvalho

Presidente do Conselho Estadual de Política Ambiental, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos e
Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

ANEXO I [6]

LISTA DE VALORES ORIENTADORES PARA SOLOS E ÁGUA SUBTERRÂNEA

Substâncias	CAS nº	Valor de					Água Subterrânea (µg.L ⁻¹) ⁽¹⁾
		Referência de qualidade	Solo (mg.kg ⁻¹ de peso seco) ⁽³⁾				
			Prevenção ⁽¹⁾	Investigação ⁽¹⁾			
			Agrícola	Residencial	Industrial	Investigação	
norgânicos							
Alumínio ⁽⁵⁾	7429-90-5	-	-	-	-	-	3500
Antimônio ⁽⁴⁾	7440-36-0	0,5	2	5	10	25	5
Arsênio ⁽⁴⁾	7440-38-2	8	15	35	55	150	10
Bário ⁽⁴⁾	7440-39-3	93	150	300	500	750	700
Boro	7440-42-8	11,5	-	-	-	-	500
Cádmio ⁽⁴⁾	7440-48-4	<0,4	1,3	3	8	20	5
Chumbo ⁽⁴⁾	7440-43-9	19,5	72	180	300	900	10
Cobalto	7439-92-1	6,0	25	35	65	90	5
Cobre ⁽⁴⁾	7440-50-8	49	60	200	400	600	2.000
Cromo ⁽²⁾	7440-47-3	75	75	150	300	400	50
Ferro ⁽⁵⁾	7439-89-6	-	-	-	-	-	2450
Manganês ⁽⁵⁾	7439-96-5	-	-	-	-	-	400
Mercúrio ⁽⁴⁾	7439-97-6	0,05	0,5	12	36	70	1
Molibdênio	7439-98-7	<0,9	30	50	100	120	70
Níquel	7440-02-0	21,5	30	70	100	130	20
Nitrato (como N) ⁽⁴⁾	797-55-08	-	-	-	-	-	10.000
Prata	7440-22-4	<0,45	2	25	50	100	50
Selênio ⁽⁴⁾	7782-49-2	0,5	5	-	-	-	10
Vanádio	7440-	129	-	-	-	-	-



	62-2						
Zinco (5)	7440-66-6	46,5	300	450	1000	2000	1050

Hidrocarbonetos aromáticos voláteis

Benzeno (4)	71-43-2	na	0,03	0,06	0,08	0,15	5
Estireno (4)	100-42-5	na	0,2	15	35	80	20
Etilbenzeno (5)	100-41-4	na	6,2	35	40	95	300
Tolueno (5)	108-88-3	na	0,14	30	30	75	700
Xilenos (5)	1330-20-7	na	0,13	25	30	70	500

Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos

Antraceno	120-12-7	na	0,039	-	-	-	-
Benzo(a)antraceno	56-55-3	na	0,025	9	20	65	1,75
Benzo(k)fluoranteno	207-06-9	na	0,38	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perileno	191-24-2	na	0,57	-	-	-	-
Benzo(a)pireno (4)	50-32-8	na	0,052	0,4	1,5	3,5	0,7
Criseno	218-01-9	na	8,1	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antraceno	53-70-3	na	0,08	0,15	0,6	1,3	0,18
Fenantreno	85-01-8	na	3,3	15	40	95	140
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	193-39-5	na	0,031	2	25	130	0,17
Naftaleno	91-20-3	na	0,12	30	60	90	140

Benzenos clorados

Clorobenzeno (Mono)	108-90-7	na	0,41	40	45	120	700
1,2-Diclorobenzeno	95-50-1	na	0,73	150	200	400	1.000
1,3-Diclorobenzeno	541-73-1	na	0,39	-	-	-	-
1,4-Diclorobenzeno	106-46-7	na	0,39	50	70	150	300

Substâncias	CAS n°	Solo (mg.kg ⁻¹ de peso seco) (1)					Água Subterrânea (µg.L ⁻¹)
		Referência de qualidade	Prevenção	Investigação			
				Agrícola	Residencial	Industrial	
1,2,3-Triclorobenzeno (4)	87-61-6	na	0,01	5	15	35	(a)
1,2,4-Triclorobenzeno	120-	na	0,011	7	20	40	(a)

(4)	82-1						
1,3,5-Triclorobenzeno (4)	108-70-3	na	0,5	-	-	-	(a)
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	634-66-2	na	0,16	-	-	-	-
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	634-90-2	na	0,0065	-	-	-	-
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	95-94-3	na	0,01	-	-	-	-
Hexaclorobenzeno (4)	118-74-1	na	0,003 ⁽³⁾	0,005	0,1	1	1

Étanos clorados

1,1-Dicloroetano	75-34-2	na	-	8,5	20	25	280
1,2-Dicloroetano (4)	107-06-2	na	0,075	0,15	0,25	0,50	10
1,1,1-Tricloroetano	71-55-6	na	-	11	11	25	280

Etenos clorados

Cloreto de vinila (4)	75-01-4	na	0,003	0,005	0,003	0,008	5
1,1-Dicloroetano (4)	75-35-4	na	-	5	3	8	30
1,2-Dicloroetano - cis	156-59-2	na	-	1,5	2,5	4	(b)
1,2-Dicloroetano - trans	156-60-5	na	-	4	8	11	(b)
Tricloroetano - TCE (4)	79-01-6	na	0,0078	7	7	22	70
Tetracloroetano - PCE (4)	127-18-4	na	0,054	4	5	13	40

Metanos clorados

Cloreto de Metileno (4)	75-09-2	na	0,018	4,5	9	15	20
Clorofórmio	67-66-3	na	1,75	3,5	5	8,5	200
Tetracloroeto de carbono (4)	56-23-5	na	0,17	0,5	0,7	1,3	2

Fenóis clorados

2-Clorofenol (o)	95-57-8	na	0,055	0,5	1,5	2	10,5
2,4-Diclorofenol	120-83-2	na	0,031	1,5	4	6	10,5
3,4-Diclorofenol	95-77-2	na	0,051	1	3	6	10,5
2,4,5-Triclorofenol	95-95-4	na	0,11	-	-	-	10,5
2,4,6-Triclorofenol (4)	88-06-2	na	1,5	3	10	20	200
2,3,4,5-Tetraclorofenol	4901-51-3	na	0,092	7	25	50	10,5
2,3,4,6-Tetraclorofenol	58-90-2	na	0,011	1	3,5	7,5	10,5
Pentaclorofenol (PCP) (4)	87-86-5	na	0,16	0,35	1,3	3	9

Fenóis não

clorados

Cresóis		na	0,16	6	14	19	175
Fenol	108-95-2	na	0,20	5	10	15	140

Ésteres ftálicos

Dietilexil ftalato (DEHP)	117-81-7	na	0,6	1,2	4	10	8
Dimetil ftalato	131-11-3	na	0,25	0,5	1,6	3	14
Di-n-butil ftalato	84-74-2	na	0,7	-	-	-	-

Pesticidas**organoclorados**

Aldrin (4)	309-00-2	na	0,0015	0,003	0,01	0,03	(d)
Dieldrin (4)	60-57-1	na	0,043	0,2	0,6	1,3	(d)
Endrin (4)	72-20-8	na	0,001	0,4	1,5	2,5	0,6
DDT (4)	50-29-3	na	0,010	0,55	2	5	(c)
DDD (4)	72-54-8	na	0,013	0,8	3	7	(c)
DDE (4)	72-55-9	na	0,021	0,3	1	3	(c)
HCH beta	319-85-7	na	0,011	0,03	0,1	5	0,07
HCH – gama (Lindano) (4)	58-89-9	na	0,001	0,02	0,07	1,5	2

PCBs

Total		na	0,0003	0,01	0,03	0,12	3,5
-------	--	----	--------	------	------	------	-----

(1) Os Valores de Prevenção e Investigação são os estabelecidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH Nº 02 de 08 de setembro de 2010.

(2) Em função da concentração de cromo obtida, após análise estatística, ser superior ao VP estabelecido pela Resolução CONAMA 420/2009, adotou-se para o VRQ o valor de VP dessa Resolução.

(3) Procedimentos analíticos para digestão ácida de amostras de solos para determinação de espécies metálicas por técnicas espectrométricas devem seguir as recomendações dos métodos 3050b (exceto para o elemento mercúrio) ou 3051 da U.S EPA - SW-846 ou outro procedimento equivalente.

(4) Valores máximos permitidos oriundos da Portaria Nº518/2004 do MS (Tabela Nº3) com base em risco à saúde humana.

(5) Estes valores são diferentes da Tabela Nº 5 da Portaria Nº518 do MS, pois foram calculados com base em risco à saúde humana, de acordo com o escopo desta resolução.

na - não se aplica para substâncias orgânicas.

(a) somatória para triclorobenzenos = 20 ug.L-1.

(b) somatória para 1,2 dicloroetenos; = 50 ug.L-1.

(c) somatória para DDT-DDD-DDE = 2 ug.L-1.

(d) somatória para Aldrin e Dieldrin = 0,03 ug.L-1.

ANEXO I

LISTA DE VALORES ORIENTADORES PARA SOLOS E ÁGUA SUBTERRÂNEA

Substâncias	CAS-nº	Solo (mg.kg ⁻¹ de peso seco) ⁽⁴⁾					Água Subterrânea (µg.L ⁻¹)
		Referência de qualidade	Prevenção	Investigação			Investigação
				Agrícola	Residencial	Industrial	
Inorgânicos							
Alumínio ⁽³⁾	7429-90-5	E	-	-	-	-	3500
Antimônio ⁽²⁾	7440-36-0	E	2	5	10	25	5
Arsênio ⁽²⁾	7440-38-2	E	15	35	55	150	10
Bário ⁽²⁾	7440-39-3	E	150	300	500	750	700
Boro	7440-42-8	E	-	-	-	-	500
Cádmio ⁽²⁾	7440-48-4	E	1,3	3	8	20	5
Chumbo ⁽²⁾	7440-43-9	E	72	180	300	900	10
Cobalto	7439-92-1	E	25	35	65	90	5
Cobre ⁽²⁾	7440-50-8	E	60	200	400	600	2.000
Cromo ⁽²⁾	7440-47-3	E	75	150	300	400	50
Ferro ⁽³⁾	7439-89-6	E	-	-	-	-	2450
Manganês ⁽³⁾	7439-96-5	E	-	-	-	-	400
Mercurio ⁽²⁾	7439-97-6	E	0,5	12	36	70	1
Molibdênio	7439-98-7	E	30	50	100	120	70
Níquel	7440-02-0	E	30	70	100	130	20
Nitrato (como N) ⁽²⁾	797-55-08	E	-	-	-	-	10.000
Prata	7440-22-4	E	2	25	50	100	50
Selênio ⁽²⁾	7782-49-2	E	5	-	-	-	10
Vanádio	7440-62-2	E	-	-	-	-	-
Zinco ⁽³⁾	7440-66-6	E	300	450	1000	2000	1050
Hidrocarbonetos aromáticos voláteis							
Benzeno ⁽²⁾	71-43-2	na	0,03	0,06	0,08	0,15	5
Estireno ⁽²⁾	100-42-5	na	0,2	15	35	80	20
Etilbenzeno ⁽³⁾	100-41-4	na	6,2	35	40	95	300
Tolueno ⁽³⁾	108-88-3	na	0,14	30	30	75	700
Xilenos⁽³⁾	1330-20-7	na	0,13	25	30	70	500
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos							
Antraceno	120-12-7	na	0,030	-	-	-	-
Benzo(a)antraceno	56-55-3	na	0,025	9	20	65	1,75
Benzo(k)fluoranteno	207-06-9	na	0,38	-	-	-	-
Benzo(g,h,i)perileno	191-24-2	na	0,57	-	-	-	-
Benzo(a)pireno ⁽²⁾	50-32-8	na	0,052	0,4	1,5	3,5	0,7
Criseno	218-01-9	na	8,1	-	-	-	-
Dibenzo(a,h)antraceno	53-70-3	na	0,08	0,15	0,6	1,3	0,18
Fenantreno	85-01-8	na	3,3	15	40	95	140
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	193-39-5	na	0,031	2	25	130	0,17
	91-20-						



Naftaleno	3	na	0,12	30	60	90	140
Benzenos clorados							
Clorobenzeno (Mono)	108-90-7	na	0,41	40	45	120	700
1,2-Diclorobenzeno	95-50-1	na	0,73	150	200	400	1.000
1,3-Diclorobenzeno	541-73-4	na	0,39	-	-	-	-
1,4-Diclorobenzeno	106-46-7	na	0,39	50	70	150	300
1,2,3-Triclorobenzeno ⁽²⁾	87-61-6	na	0,01	5	15	35	(a)
1,2,4-Triclorobenzeno ⁽²⁾	120-82-4	na	0,011	7	20	40	(a)
1,3,5-Triclorobenzeno ⁽²⁾	108-70-3	na	0,5	-	-	-	(a)
1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	634-66-2	na	0,16	-	-	-	-
1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	634-90-2	na	0,0065	-	-	-	-
1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	95-94-3	na	0,01	-	-	-	-
Hexaclorobenzeno ⁽²⁾	118-74-4	na	0,003 ⁽³⁾	0,005	0,1	1	1

Substâncias	CAS-nº	Solo (mg.kg ⁻¹ de peso seco) (1)					Água Subterrânea (µg.L ⁻¹) Investigação
		Referência de qualidade	Prevenção	Investigação			
				Agrícola	Residencial	Industrial	
Etanos clorados							
1,1-Dicloroetano	75-34-2	na	-	8,5	20	25	280
1,2-Dicloroetano ⁽²⁾	107-06-2	na	0,075	0,15	0,25	0,50	10
1,1,1-Tricloroetano	71-55-6	na	-	11	11	25	280
Étenos clorados							
Cloroto de vinila ⁽²⁾	75-01-4	na	0,003	0,005	0,003	0,008	5
1,1-Dicloroetano ⁽²⁾	75-35-4	na	-	5	3	8	30
1,2-Dicloroetano - cis	156-59-2	na	-	1,5	2,5	4	(b)
1,2-Dicloroetano - trans	156-60-5	na	-	4	8	11	(b)
Tricloroetano - TCE ⁽²⁾	79-01-6	na	0,0078	7	7	22	70
Tetracloroetano - PCE ⁽²⁾	127-18-4	na	0,054	4	5	13	40
Metanos clorados							
Cloroto de Metileno ⁽²⁾	75-09-2	na	0,018	4,5	9	15	20
Clorofórmio	67-66-3	na	1,75	3,5	5	8,5	200
Tetracloroeto de carbono⁽²⁾	56-23-5	na	0,17	0,5	0,7	1,3	2
Fenóis clorados							
2-Clorofenol (o)	95-57-8	na	0,055	0,5	1,5	2	10,5
2,4-Diclorofenol	120-83-2	na	0,031	1,5	4	6	10,5
3,4-Diclorofenol	95-77-2	na	0,051	1	3	6	10,5
2,4,5-Triclorofenol	95-95-4	na	0,11	-	-	-	10,5
2,4,6-Triclorofenol ⁽²⁾	88-06-2	na	1,5	3	10	20	200
2,3,4,5-Tetraclorofenol	4901-51-3	na	0,092	7	25	50	10,5
2,3,4,6-Tetraclorofenol	58-90-2	na	0,011	1	3,5	7,5	10,5
Pentaclorofenol (PCP)⁽²⁾	87-86-5	na	0,16	0,35	1,3	3	9
Fenóis não clorados							
Gresóis	-	na	0,16	6	14	19	175
Fenol	108-95-2	na	0,20	5	10	15	140
Ésteres ftálicos							
Di-tilexil ftalato (DEHP)	117-81-7	na	0,6	1,2	4	10	8
Dimetil ftalato	131-11-3	na	0,25	0,5	1,6	3	14
Di-n-butil ftalato	84-74-2	na	0,7	-	-	-	-
Pesticidas organoclorados							
Aldrin ⁽²⁾	309-00-2	na	0,0015	0,003	0,01	0,03	(d)
Dieldrin ⁽²⁾	60-57-4	na	0,043	0,2	0,6	1,3	(d)
Endrin ⁽²⁾	72-20-8	na	0,001	0,4	1,5	2,5	0,6
DDT ⁽²⁾	50-29-3	na	0,010	0,55	2	5	(e)



DDD ⁽²⁾	72-54-8	na	0,013	0,8	3	7	(e)
DDE ⁽²⁾	72-55-9	na	0,024	0,3	4	3	(e)
HCH beta	319-85-7	na	0,014	0,03	0,4	5	0,07
HCH gama (Lindano)⁽²⁾	58-89-9	na	0,001	0,02	0,07	1,5	2
PCBs							
Total	-	na	0,0003	0,01	0,03	0,12	3,5

(1) Procedimentos analíticos para digestão ácida de amostras de solos para determinação de espécies metálicas por técnicas espectrométricas devem seguir as recomendações dos métodos 3050b (exceto para o elemento mercúrio) ou 3051 da U.S EPA – SW 846 ou outro procedimento equivalente.

(2) Valores máximos permitidos oriundos da Portaria Nº518/2004 de MS (Tabela Nº3) com base em risco à saúde humana.

(3) Estes valores são diferentes da Tabela Nº 5 da Portaria Nº518 de MS, pois foram calculados com base em risco à saúde humana, de acordo com o escopo desta Deliberação.

E – Os Valores de Referência de Qualidade a serão definidos de acordo com Art. 6º, §1, inciso I.

na – não se aplica para substâncias orgânicas.

(a) somatória para triclorobenzenos = 20 µg.L⁻¹.

(b) somatória para 1,2 dicloroetenos; = 50 µg.L⁻¹.

(c) somatória para DDT-DDD-DDE = 2 µg.L⁻¹.

(d) somatória para Aldrin e Dieldrin = 0,03 µg.L⁻¹.

-

ANEXO II

DECLARAÇÃO DE INEXISTÊNCIA DE ÁREAS SUSPEITAS DE CONTAMINAÇÃO OU CONTAMINADAS PARA RENOVAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL DE FUNCIONAMENTO

Para fins de renovação da Autorização Ambiental de Funcionamento junto ao Sistema Estadual de Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais – SISEMA, a empresa (nome)..... CPF/CNPJ nº....., com sede na cidade de....., no Estado de....., à Rua..... nº....., aqui representada pelo seu (diretor, presidente, proprietário ou procurador – procuração com firma reconhecida e poderes específicos) o Sr....., (brasileiro, casado, profissão) portador da Carteira de Identidade nº..... e CPF nº..... residente e domiciliado à Rua..... nº..... em....., abaixo assinado, e o responsável técnico pelo empreendimento o Sr....., (brasileiro, casado, profissão) portador da Carteira de Identidade nº....., CPF nº..... e Registro no Conselho de Classe nº....., abaixo assinado, cientes de suas obrigações estabelecidas na Legislação Ambiental e das sanções de natureza administrativas, civil e penal pela inexistência das informações do presente, DECLARAM, sob as penas da lei, a inexistência de áreas suspeitas de contaminação ou contaminadas em função das atividades do empreendimento e que todas as informações prestadas à FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente são verdadeiras.

Declararam, outrossim, estar cientes de que os documentos e laudos que subsidiam as informações prestadas à FEAM poderão ser requisitados a qualquer momento, durante ou após a implementação dos procedimentos previstos no “Programa Estadual de Gestão de Áreas Contaminadas”, para fins de auditoria.

Localidade..... Data.....

Assinatura do responsável legal
pelo empreendimento

Assinatura do responsável técnico
pelo empreendimento

Nota: Este documento deve ser emitido preferencialmente em papel timbrado da empresa



Nota: Em caso de procuração, esta deverá conter poderes específicos e firma reconhecida

-
- [1] A [Lei nº 7.772, de 8 de setembro de 1980](#) (Publicação - Diário do Executivo - "Minas Gerais" - 09/09/1980) dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente.
- [2] A [Lei Delegada nº 178, de 29 de janeiro de 2007](#) (Publicação - Diário do Executivo - "Minas Gerais" – 30/01/2007) (Retificação - Diário do Executivo - "Minas Gerais" – 31/01/2007), dispõe sobre a reorganização do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM - e dá outras providências.
- [3] O [Decreto nº 44.667, de 3 de dezembro de 2007](#) (Publicação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 04/12/2007) dispõe sobre a reorganização do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM, de que trata a Lei Delegada nº 178, de 29 de janeiro de 2007.
- [4] A [Deliberação Normativa COPAM nº 116, de 27 de junho de 2008](#) (Publicação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 28/06/2008) dispõe sobre a declaração de informações relativas à identificação de áreas suspeitas de contaminação e contaminadas por substâncias químicas no Estado de Minas Gerais
- [5] A [Deliberação Normativa COPAM nº 108, de 24 de maio de 2007](#) (Publicação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 26/05/2010) altera a Deliberação Normativa Copam 50/01, que estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental de postos revendedores, postos de abastecimento, instalações de sistemas retalhistas e postos flutuantes de combustíveis e dá outras providências
- [6] [Deliberação Normativa COPAM nº 166, de 29 de junho de 2011.](#)



DELIBERAÇÃO NORMATIVA COPAM Nº 216, DE 27 DE OUTUBRO DE 2017.

Dispõe sobre as exigências para laboratórios que emitem relatórios de ensaios ou certificados de calibração referentes a medições ambientais.

(Publicação - Diário do Executivo - "Minas Gerais" – 01/11/2017)

O CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - COPAM, no uso das atribuições que lhe confere o inciso I do art. 14 da Lei Estadual nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016, o art. 4º da Deliberação Normativa COPAM nº 177, de 22 de agosto de 2012 e os incisos I e III do art. 3º do Decreto Estadual nº 46.953, de 23 de fevereiro de 2016, [\[1\]](#) [\[2\]](#) [\[3\]](#)

DELIBERA:

Art. 1º - Esta Deliberação Normativa dispõe sobre as exigências para laboratórios que emitem relatórios de ensaios ou certificados de calibração referentes a medições ambientais a serem analisados pelos órgãos e entidades integrantes do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Sisema.

Art. 2º - Para fins desta Deliberação Normativa são estabelecidas as seguintes definições:

I - medição ambiental, conjunto de operações que visam mensurar ou determinar o valor de uma grandeza correlata à área de meio ambiente, de natureza física, química ou biológica, e que inclua isolada ou conjuntamente as etapas de amostragem e ensaio, podendo ser realizada na:

a) fonte efetiva ou potencialmente poluidora, para caracterizar efluente líquido, emissão atmosférica ou resíduo sólido que interajam ou possam interagir com o meio ambiente;

b) área de influência de fonte efetiva ou potencialmente poluidora ou em determinada região, para avaliação dos níveis de pressão sonora, de vibração, de qualidade do ar, do solo, das águas superficiais ou subterrâneas.

II - calibração de instrumentos de medição ambiental, conjunto de operações que estabelece, sob condições específicas, a relação entre valor indicado em medição ambiental e o valor correspondente da grandeza, estabelecido por padrão, permitindo determinar o valor do mensurando, a correção a ser aplicada ou outros aspectos metrológicos, a exemplo do efeito das grandezas de influência.

III - laboratório de medição ambiental e laboratório de calibração de instrumentos de medição ambiental, laboratório que executa medições ambientais ou calibração de instrumentos utilizados nessas medições e que tem univocamente identificáveis razão social, endereço, CNPJ,



responsável técnico e responsável legal, inclusive os laboratórios pertencentes a empreendimentos industriais, minerários, centros de pesquisa e instituições de ensino.

IV - relatório de ensaio e certificado de calibração, documentos emitidos por laboratório responsável por medição ambiental e por calibração de instrumentos utilizados nessas medições, respectivamente, nos quais são registrados os resultados.

Art. 3º - São considerados válidos, para fins de medições ambientais, os relatórios de ensaios e certificados de calibração emitidos por laboratórios que comprovem atendimento a, pelo menos, um dos requisitos a seguir:

I - ser acreditado, para os ensaios e calibrações realizadas, nos termos da NBR ISO/IEC 17025, junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO ou junto a organismo que mantenha reconhecimento mútuo com o INMETRO.

II - ter reconhecimento de competência, para os ensaios e calibrações realizadas, junto à Rede Metrológica de âmbito estadual integrante do Fórum de Redes Estaduais e que disponha de um sistema de reconhecimento da competência de laboratórios com base nos requisitos da Norma NBR ISO/IEC 17025.

§1º - Os relatórios a que se refere o caput deverão atender no mínimo aos requisitos do item 5.10 - Apresentação de Resultados, da Norma NBR ISO/IEC 17025, além de ostentar junto às identificações e assinaturas os números de registro dos profissionais junto a conselho regional da categoria profissional à qual pertençam.

§2º - Serão considerados válidos, a partir da data de publicação dessa Deliberação Normativa até 1º de janeiro de 2020, para fins de medições ambientais, os relatórios de ensaios e certificados de calibração emitidos por laboratórios que comprovem ter iniciado os procedimentos de acreditação ou reconhecimento de competência com vistas a atender o disposto no art. 3º e estejam cadastrados, nos termos dos §4º e 5º deste artigo.

§3º - A comprovação do requisito a que se refere o §2º deste artigo deverá ser feita pelo laboratório interessado mediante envio à Fundação Estadual do Meio Ambiente - Feam de cópia do documento comprobatório pertinente emitido pelo organismo acreditador ou de reconhecimento de competência, constando a data de início dos procedimentos de acreditação ou reconhecimento de competência e o escopo pretendido.

§ 4º - A Feam manterá acesso, em seu sítio eletrônico, a cadastro dos laboratórios que atendam aos requisitos previstos neste artigo.

§5º - A Semad e a Feam editarão normas complementares disciplinando o processo de cadastramento e de descadastramento dos laboratórios a que se refere este artigo.

§6º O reconhecimento de competência do laboratório, quando feito por Rede Metrológica de outro Estado que utilize outras nomenclaturas é igualmente válido para fins desta Deliberação Normativa, desde que preencha os demais requisitos dispostos no inciso II deste artigo.



§7º - Os resultados de medições ambientais realizadas por laboratórios integrantes de centros de pesquisa e instituições de ensino, mesmo que não acreditados ou com reconhecimento de competência, poderão ser utilizados nas atividades dos órgãos e entidades do Sisema, desde que conveniados para este fim.

Art. 4º - Na impossibilidade das amostragens para fins dos ensaios laboratoriais serem realizadas por técnicos do laboratório acreditado ou com reconhecimento de competência, o empreendedor deverá cumprir as seguintes exigências, sem prejuízo de outras que possam ser feitas pelo laboratório:

I - as amostras deverão estar numeradas e identificadas por meio de rótulos que as caracterizem plenamente quanto ao remetente, conteúdo, data e horário da coleta, ponto de coleta e especificação dos ensaios laboratoriais a serem realizados;

II - cada lote de amostras deverá estar acompanhado de um relatório descritivo, apensado ao relatório de ensaio encaminhado aos órgãos ou entidades do Sisema, do qual conste:

- a) nome e endereço da empresa remetente;
- b) discriminação das amostras e croqui dos locais de coleta;
- c) os procedimentos de amostragem e acondicionamento de acordo com as exigências metodológicas pertinentes;
- d) anotação ou registro de responsabilidade técnica dos conselhos correspondentes;
- e) data, assinatura e nome por extenso do responsável técnico pelas amostragens, bem como o número de seu registro junto ao conselho regional da categoria à qual pertença.

Art. 5º - O laboratório de medição ambiental ou de calibração com sede em outro Estado no qual possua reconhecimento de competência por meio de acreditação ou reconhecimento de competência (Rede Brasileira de Calibração - RBC ou Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio - RBLE) não poderá se apoiar em suas unidades localizadas e em operação no Estado de Minas Gerais caso elas não sejam abrangidas pela acreditação ou reconhecimento de competência em questão.

Art. 6º - É de responsabilidade do laboratório de medição ambiental que emite relatórios de ensaios ou certificados de calibração, nos termos dos incisos I e II do art. 3º desta Deliberação Normativa:

I - manter a validade de sua acreditação ou reconhecimento de competência junto ao organismo competente;

II - assegurar que as calibrações de seus instrumentos sejam executadas exclusivamente por laboratório de calibração que atenda aos requisitos desta Deliberação Normativa;

III - comunicar formalmente aos organismos acreditadores ou de reconhecimento de competência qualquer alteração das condições que embasaram a acreditação ou reconhecimento de competência;



IV - fazer constar em cada relatório de ensaio ou de calibração emitido qual é sua situação em relação ao art. 3º desta Deliberação Normativa, bem como o prazo de validade do certificado de acreditação ou reconhecimento de competência, conforme o caso;

V - anexar a cada relatório de ensaio uma cópia do relatório da amostragem pertinente.

Art. 7º - Não estão sujeitas às exigências de acreditação ou reconhecimento de competência nos termos do art. 3º desta Deliberação Normativa as medições ambientais fornecidas pelos seguintes equipamentos:

I - estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar;

II - analisadores automáticos de efluentes líquidos ou de água;

III - analisadores automáticos de emissões atmosféricas de fontes fixas.

Parágrafo único - Os responsáveis pelas atividades ou empreendimentos que realizam medições ambientais utilizando um ou mais equipamentos citados nos incisos I a III do caput ficam obrigados a:

I - seguir as recomendações do fabricante dos equipamentos quanto à instalação, operação, manutenção e calibrações periódicas, segundo as normas nacionais e internacionais pertinentes;

II - manter arquivados e devidamente catalogados, durante o período de cinco anos ou durante a vigência da licença ambiental, prevalecendo o que for maior, os seguintes dados e documentos, para eventuais comprovações inclusive durante fiscalização:

a) em formato digital, os registros do monitoramento automático dos equipamentos;

b) em formato impresso, os documentos comprobatórios das calibrações, manutenções e outras intervenções realizadas periodicamente nos equipamentos.

Art. 8º - Até 1º de janeiro de 2020, não estarão sujeitas às exigências de acreditação ou reconhecimento de competência nos termos do artigo 3º desta Deliberação Normativa as medições ambientais efetuadas por profissionais autônomos que prestam serviços de medições de níveis de pressão sonora e vibrações no entorno de atividades ou empreendimentos passíveis de licenciamento ambiental.

§ 1º - Após 1º de janeiro de 2020, as medições ambientais a que se referem o caput deverão ser realizadas por laboratórios acreditados ou com reconhecimento de competência nos termos do art. 3º desta Deliberação Normativa.

§ 2º - Os equipamentos utilizados nas medições e amostragem a que se refere o caput deverão estar devidamente calibrados por laboratórios certificados ou com reconhecimento de competência nos termos desta Deliberação Normativa, devendo constar nos laudos emitidos os dados da acreditação ou reconhecimento de competência e a respectiva validade.



Art. 9º - Para fins da análise de seus resultados, são considerados válidos os relatórios de ensaios e certificados de calibração emitidos por laboratórios não acreditados ou sem reconhecimento de competência, nos termos da Deliberação Normativa 167, de 29 de junho de 2011, enviados aos órgãos e entidades do Sisema anteriormente à vigência desta Deliberação Normativa, desde que estejam assinados por responsável técnico.

Parágrafo único - O envio dos relatórios a que se refere o caput não exime o empreendedor do cumprimento dos programas de automonitoramento estabelecidos nas condicionantes da licença, no que tange aos parâmetros, frequência e ao atendimento aos limites e padrões fixados em norma específica, sob pena de aplicação de sanções previstas na legislação ambiental.

Art. 10 - Fica revogada a Deliberação Normativa 167, de 29 de junho de 2011.

Art. 11 - Esta Deliberação Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

Belo Horizonte, 27 de outubro, de 2017.

Jairo José Isaac.

Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e Presidente do Conselho Estadual de Política Ambiental.

[1] [Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016](#)

[2] [Decreto nº 46.953, de 23 de fevereiro de 2016.](#)

[3] [Deliberação Normativa COPAM nº 177, de 22 de agosto de 2012.](#)



Endereço cadastrado: Rua Santo Antônio, nº 945- Bairro: Andreia – Araxá/MG – CEP: 38.182-106
 AIAF nº: 10.000023650.38
 - Contribuinte: Wesley Robson Rosa
 CPF nº: 042.473.906-27

Endereço cadastrado: Rua Santo Antônio, nº 945- Bairro: Andreia – Araxá/MG – CEP: 38.182-106
 AIAF nº: 10.000023651.19
 - Contribuinte: Wilson Rander Rosa
 CPF nº: 757.029.596-04

Endereço cadastrado: Rua Santo Antônio, nº 945- Bairro: Andreia – Araxá/MG – CEP: 38.182-106
 AIAF nº: 10.000023649.53
 - Contribuinte: Wilton Aires Rosa
 CPF nº: 900.644.966-00

Endereço cadastrado: Rua Santo Antônio, nº 945- Bairro: Andreia – Araxá/MG – CEP: 38.182-106
 AIAF nº: 10.000023648.72

Uberaba, 30 de outubro de 2017.
 João Carlos Aparecido Minto
 Delegado Fiscal de Uberaba – em exercício

SRF I - Uberaba
 Ato do Superintendente Regional da Fazenda I/ Uberaba
 Gustavo Antônio dos Santos
 Ato nº 09

Designa em substituição, para responder pela função de Coordenador de Serviço Integrado de Assistência Tributária e Fiscal – SIAT, nos termos da Lei nº 7.162, de 19/12/1977, do art. 4º do Decreto nº 28.168, de 7/6/1988, da Resolução nº 4.343, de 02/8/2011 e nos termos da Portaria SRE Nº 98, de 17/9/2011, o servidor:
 Ageu Alves Luciano, Servidor Municipal, CPF 336.936.339-91 no município de Planura/SRF I Uberaba, no período de 28/11/2017 a 27/12/2017, em que o titular – Hélio Henrique Luiz, Servidor Municipal, encontrar-se-á em gozo de férias regulamentares.

31 1024703 - 1

SRF I - Uberaba
 Ato do Superintendente Regional da Fazenda I/ Uberaba
 Gustavo Antônio dos Santos
 Ato nº 10

Designa em substituição, para responder pela função de Coordenador de Serviço Integrado de Assistência Tributária e Fiscal – SIAT, nos termos da Lei nº 7.162, de 19/12/1977, do art. 4º do Decreto nº 28.168, de 7/6/1988, da Resolução nº 4.343, de 02/8/2011 e nos termos da Portaria SRE Nº 98, de 17/9/2011, o servidor:
 Rodrigo Ribeiro, Servidor Municipal, CPF 880.589.806-68 no município de Pratinha/SRF I Uberaba, no período de 23/10/2017 a 14/11/2017, em que o titular – Saul José de Moraes, Servidor Municipal, encontrar-se-á em gozo de férias regulamentares.

31 1025025 - 1

SRF I - Uberlândia

SUPERINTENDÊNCIA REG.DA FAZENDA I/UBERLÂNDIA
 ADMINISTRAÇÃO FAZENDÁRIA 1º NÍVEL/UBERLÂNDIA
 INTIMAÇÃO

Fica o sujeito passivo intimado a promover, no prazo de 30 (trinta) dias a contar desta publicação, o pagamento/parcelamento/impugnação do crédito tributário constituído mediante o PTA a seguir relacionado, nos termos da legislação vigente, sob pena de revelia e reconhecimento do crédito tributário, circunstância em que a peça fiscal será encaminhada para inscrição em dívida ativa e execução judicial, inclusive no caso de decisão irreversível no CC/MG favorável à Fazenda Pública Estadual. Maiores esclarecimentos poderão ser obtidos nesta repartição fazendária situada na Praça Tubal Vilela 165 – 2º andar, Centro.

1. PTA: 01.000879852-15
 Sujeito Passivo: HELTON FRANCA BORGES
 IE/CPF/CNPJ: 628.434.946-72
 End: Rua Rio Paracatu, 109 - Uberlândia/MG.
 Uberlândia, 31 de outubro de 2017
 Pedro Antônio Alves - Masp: 341.113-9
 Chefe da AF/1º Nível/Uberlândia

31 1024705 - 1

SRF II - Varginha

SUPERINTENDÊNCIA II - VARGINHA
 EDITAL 011.073/2017
 SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DA FAZENDA
 CANCELAMENTO

Por encerrar sua atividade sem o cumprimento do disposto no art.16, incisos IV e XIII da Lei nº 6.763/75, combinado com os arts. 96, inciso V, 109 e 111, todos do RICMS/02, aprovado pelo Decreto nº 43.080/02, fica o contribuinte abaixo relacionado, representado por seu sócio e coobrigado, ciente de que a partir da data desta publicação, sua inscrição no Cadastro de Contribuintes do ICMS desta cancelada de Ofício, nos termos do art. 108, inciso II, alíneas "b" e "c" do mesmo RICMS/02 e seu comprovante de Inscrição Estadual sem validade alguma.

Município de Três Pontas.
 Inscrição Estadual Nome Empresarial
 694.521664.00-42 VAN DER ZEELAND LTDA – EPP
 Adilson Rosa Lima – Chefe AF/3º Nível/Três Pontas – em exercício

EDITAL 011.074/2017
 SUPERINTENDÊNCIA REG. DA FAZENDA II VARGINHA
 ADMINISTRAÇÃO FAZENDÁRIA DE
 MONTE SANTO DE MINAS
 INTIMAÇÃO

Por encerrar suas atividades sem o cumprimento do disposto no art.16, incisos III, IV e XIII da Lei nº 6.763/75, combinado com os arts. 96, incisos IV e V, 109 e 111, todos do RICMS/02, aprovado pelo Decreto nº 43.080/02, fica o contribuinte abaixo relacionado, representado por seus sócios INTIMADO a apresentar na Administração Fazendária de Monte Santo de Minas, situada à Av. Cel. Antonio Paulino da Costa, nº 231, Centro, no prazo de 10(diez) dias, contados da data de publicação desta, toda a documentação fiscal em seu poder, especialmente os talonários de notas fiscais, sob pena de serem os mesmos declarados inidôneos ou ideologicamente falsos, nos termos da Resolução nº. 4.182/10 e ter sua inscrição cancelada de ofício, com base no disposto no art. 108, inciso II, alíneas "b" e "c" do RICMS/02.

Município de Arceburgo.
 Inscrição Estadual Nome Empresarial
 002954434.00-50 PATRELMO COMERCIAL RECICLAVEL LTDA - ME Terça-feira, 31 de Outubro de 2017.
 Chefe de Unidade: Carlos Augusto Gonçalves Clemente

31 1024707 - 1

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável

Secretário: Jairo José Isaac

Expediente

ATO SECRETÁRIO ADJUNTO SEMAD Nº 02/2017
 DESIGNA SERVIDOR PARA A COORDENAÇÃO GERAL DOS TRABALHOS DA COORDENAÇÃO DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS – CRI.

O Secretário Adjunto de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, no uso da atribuição prevista no Art. 4º da Resolução Semad nº 2541, de 16 de outubro de 2017, DESIGNA ao servidor DIOGO SOARES DE MELO FRANCO, Masp 1.147.096-0, a coordenação geral dos trabalhos da Coordenação de Relações Internacionais – CRI. Belo Horizonte, 27 de outubro de 2017.

Germano Luiz Gomes Vieira, Secretário Estado Adjunto de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

31 1024740 - 1

Conselho Estadual de Política Ambiental

Presidente: Jairo José Isaac

Deliberação Normativa COPAM nº 216, de 27 de outubro de 2017.

Dispõe sobre as exigências para laboratórios que emitem relatórios de ensaios ou certificados de calibração referentes a medições ambientais O CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - COPAM, no uso das atribuições que lhe conferem o inciso I do art. 14 da Lei Estadual nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016, o art. 4º da Deliberação Normativa COPAM nº 177, de 22 de agosto de 2012 e os incisos I e III do art. 3º do Decreto Estadual nº 46.953, de 23 de fevereiro de 2016, DELIBERA:

Art. 1º - Esta Deliberação Normativa dispõe sobre as exigências para laboratórios que emitem relatórios de ensaios ou certificados de calibração referentes a medições ambientais a serem analisados pelos órgãos e entidades integrantes do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Sisema.

Art. 2º - Para fins desta Deliberação Normativa são estabelecidas as seguintes definições:

I - medição ambiental, conjunto de operações que visam mensurar ou determinar o valor de uma grandeza correlata à área de meio ambiente, de natureza física, química ou biológica, e que inclui isolada ou conjuntamente as etapas de amostragem e ensaio, podendo ser realizada na:

a) fonte efetiva ou potencialmente poluidora, para caracterizar efluente líquido, emissão atmosférica ou resíduo sólido que interajam ou possam interagir com o meio ambiente;

b) área de influência de fonte efetiva ou potencialmente poluidora ou em determinada região, para avaliação dos níveis de pressão sonora, de vibração, de qualidade do ar, do solo, das águas superficiais ou subterrâneas;

II - calibração de instrumentos de medição ambiental, conjunto de operações que estabelece, sob condições específicas, a relação entre valor indicado em medição ambiental e o valor correspondente da grandeza, estabelecido por padrão, permitindo determinar o valor do mensurando, a correção a ser aplicada ou outros aspectos metrologia, a exemplo do efeito das grandezas de influência.

III - laboratório de medição ambiental e laboratório de calibração de instrumentos de medição ambiental, laboratório que executa medições ambientais ou calibração de instrumentos utilizados nessas medições e que tem univocamente identificáveis razão social, endereço, CNPJ, responsável técnico e responsável legal, inclusive os laboratórios pertencentes a empreendimentos industriais, minerários, centros de pesquisa e instituições de ensino.

IV - relatório de ensaio e certificado de calibração, documentos emitidos por laboratório responsável por medição ambiental e por calibração de instrumentos utilizados nessas medições, respectivamente, nos quais são registrados os resultados.

Art.3º - São considerados válidos, para fins de medições ambientais, os relatórios de ensaios e certificados de calibração emitidos por laboratórios que comprovem atendimento a, pelo menos, um dos requisitos a seguir:

I - ser acreditado, para os ensaios e calibrações realizadas, nos termos da NBR ISO/IEC 17025, junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO ou junto a organismo que mantenha reconhecimento mútuo com o INMETRO
 II - ter reconhecimento de competência, para os ensaios e calibrações realizadas, junto à Rede Metrologia de âmbito estadual integrante do Fórum de Redes Estaduais e que disponha de um sistema de reconhecimento da competência de laboratórios com base nos requisitos da Norma NBR ISO/IEC 17025.

§1º - Os relatórios a que se refere o caput deverão atender no mínimo aos requisitos do item 5.10 - Apresentação de Resultados, da Norma NBR ISO/IEC 17025, além de ostentar junto às identificações e assinaturas os números de registro dos profissionais junto a conselho regional da categoria profissional à qual pertencam.

§2º - Serão considerados válidos, a partir da data de publicação desta Deliberação Normativa até 1º de janeiro de 2020, para fins de medições ambientais, os relatórios de ensaios e certificados de calibração emitidos por laboratórios que comprovem ter iniciado os procedimentos de acreditação ou reconhecimento de competência com vistas a atender o disposto no art. 3º e estejam cadastrados, nos termos dos §4º e 5º deste artigo.

§3º - A comprovação do requisito a que se refere o §2º deste artigo deverá ser feita pelo laboratório interessado mediante envio à Fundação Estadual do Meio Ambiente - Feam de cópia do documento comprobatório pertinente emitido pelo organismo acreditador ou de reconhecimento de competência, constando a data de início dos procedimentos de acreditação ou reconhecimento de competência e o escopo pretendido.
 §4º - A Feam manterá acesso, em seu sítio eletrônico, a cadastro dos laboratórios que atendam aos requisitos previstos neste artigo.
 §5º - A Semad e a Feam editarão normas complementares disciplinando o processo de cadastramento e de descadastramento dos laboratórios a que se refere este artigo.

§6º O reconhecimento de competência do laboratório, quando feito por Rede Metrologia de outro Estado que utilize outras nomenclaturas é igualmente válido para fins desta Deliberação Normativa, desde que preencha os demais requisitos dispostos no inciso II deste artigo.

§7º - Os resultados de medições ambientais realizadas por laboratórios integrantes de centros de pesquisa e instituições de ensino, mesmo que não acreditados ou com reconhecimento de competência, poderão ser utilizados nas atividades dos órgãos e entidades do Sisema, desde que atendam aos requisitos previstos neste artigo.

Art. 4º - Na impossibilidade das amostragens para fins dos ensaios laboratoriais serem realizadas por técnicos do laboratório acreditado ou com reconhecimento de competência, o empreendedor deverá cumprir as seguintes exigências, sem prejuízo de outras que possam ser feitas pelo laboratório:

I - as amostras deverão estar numeradas e identificadas por meio de rótulos que as caracterizem plenamente quanto ao remetente, conteúdo, data e horário da coleta, ponto de coleta e especificação dos ensaios laboratoriais a serem realizados;

II - cada lote de amostras deverá estar acompanhado de um relatório descritivo, apensado ao relatório de ensaio encaminhado aos órgãos ou entidades do Sisema, do qual conste:

a) nome e endereço da empresa remetente;
 b) discriminação das amostras e croqui dos locais de coleta;
 c) os procedimentos de amostragem e acondicionamento de acordo com as exigências metodológicas pertinentes;

d) anotação ou registro de responsabilidade técnica dos conselhos correspondentes;

e) data, assinatura e nome por extenso do responsável técnico pelas amostragens, bem como o número de seu registro junto ao conselho regional da categoria à qual pertença.

Art. 5º - O laboratório de medição ambiental ou de calibração com sede em Estado no qual possua reconhecimento de competência por meio de acreditação ou reconhecimento de competência (Rede Brasileira de Calibração - RBC ou Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio - RBLE) não poderá se apoiar em suas unidades localizadas e em operação no Estado de Minas Gerais caso elas não sejam abrangidas pela acreditação ou reconhecimento de competência em questão.

Art. 6º - É de responsabilidade do laboratório de medição ambiental que emite relatórios de ensaios ou certificados de calibração, nos termos dos incisos I e II do art. 3º desta Deliberação Normativa:

I - manter a validade de sua acreditação ou reconhecimento de competência junto ao organismo competente;

II - assegurar que as calibrações de seus instrumentos sejam executadas exclusivamente por laboratório de calibração que atenda aos requisitos desta Deliberação Normativa;

III - comunicar formalmente aos organismos acreditadores ou de reconhecimento de competência qualquer alteração das condições que embasaram a acreditação ou reconhecimento de competência;

IV - fazer constar em cada relatório de ensaio ou de calibração emitido qual é sua situação em relação ao art. 3º desta Deliberação Normativa, bem como o prazo de validade do certificado de acreditação ou reconhecimento de competência, conforme o caso;

V - anexar a cada relatório de ensaio uma cópia do relatório da amostragem pertinente.

Art. 7º - Não estão sujeitas às exigências de acreditação ou reconhecimento de competência nos termos do art. 3º desta Deliberação Normativa as medições ambientais fornecidas pelos seguintes equipamentos:

I - estações automáticas de monitoramento da qualidade do ar;

II - analisadores automáticos de efluentes líquidos ou de água;

III - analisadores automáticos de emissões atmosféricas de fontes fixas.

Parágrafo único - Os responsáveis pelas atividades ou empreendimentos que realizam medições ambientais utilizando um ou mais equipamentos citados nos incisos I a III do caput ficam obrigados a:

II - manter arquivados e devidamente catalogados, durante o período de cinco anos ou durante a vigência da licença ambiental, prevalecendo o que for maior, os seguintes dados e documentos, para eventuais comprovações inclusive durante fiscalização:

a) em formato digital, os registros do monitoramento automático dos equipamentos;

b) em formato impresso, os documentos comprobatórios das calibrações, manutenções e outras intervenções realizadas periodicamente nos equipamentos.

Art. 8º - Até 1º de janeiro de 2020, não estarão sujeitas às exigências de acreditação ou reconhecimento de competência nos termos do artigo 3º desta Deliberação Normativa as medições ambientais efetuadas por profissionais autônomos que prestam serviços de medições de níveis de pressão sonora e vibrações no entorno de atividades ou empreendimentos passíveis de licenciamento ambiental.

§ 1º - Após 1º de janeiro de 2020, as medições ambientais a que se referem o caput deverão ser realizadas por laboratórios acreditados ou com reconhecimento de competência nos termos do art. 3º desta Deliberação Normativa.

§ 2º - Os equipamentos utilizados nas medições e amostragem a que se refere o caput deverão estar devidamente calibrados por laboratórios certificados ou com reconhecimento de competência nos termos desta Deliberação Normativa, devendo constar nos laudos emitidos os dados da acreditação ou reconhecimento de competência e a respectiva validade.

Art. 9º - Para fins da análise de seus resultados, são considerados válidos os relatórios de ensaios e certificados de calibração emitidos por laboratórios não acreditados ou sem reconhecimento de competência, nos termos da Deliberação Normativa 167, de 29 de junho de 2011, enviados aos órgãos e entidades do Sisema anteriormente à vigência desta Deliberação Normativa, desde que estejam assinados por responsável técnico.

Parágrafo único - O envio dos relatórios a que se refere o caput não exclui o cumprimento dos requisitos do programa de automonitoramento estabelecidos nas condicionantes da licença, no que tange aos parâmetros, frequência e ao atendimento aos limites e padrões fixados em norma específica, sob pena de aplicação de sanções previstas na legislação ambiental.

Art. 10 - Fica revogada a Deliberação Normativa 167, de 29 de junho de 2011.

Art. 11 - Esta Deliberação Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

Belo Horizonte, 27 de outubro, de 2017.

(a) Jairo José Isaac, Secretário de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e Presidente do Conselho Estadual de Política Ambiental.

31 1025077 - 1

O Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM torna públicas as DECISÕES determinadas pela 106ª Reunião Ordinária da Unidade Regional Colegiada Rio das Velhas, realizada no dia 31 de outubro de 2017, às 09h, na Rua Espírito Santo, 495, 4º andar/Plenário, Centro, Belo Horizonte/MG, a saber: 4. Exame da Ata da 105ª RO de 24/08/2017. APROVADA. 5. Processo Administrativo para exame de requerimento para Intervenção Ambiental em Bioma Mata Atlântica, em estágio de regeneração médio ou avançado, não vinculados ao Licenciamento Ambiental: 5.1 Rodrigo Almeida Linhares/condomínio Residencial Bosque do Jambreiro, Lote 12, Quadra 1 - Infraestrutura - Nova Lima/MG - PA/Nº 09010000891/16 - Área de RL: 0,0000 ha - APP: 0,0000 ha - Área Requerida: 0,0797 ha - Área Passível de Aprovação: 0,0000 ha. Fitofisionomia: Floresta Ombrófila Alta Montana Secundária. Estágio de Regeneração: Médio. NRRA Belo Horizonte. BAIXADO EM DILIGÊNCIA. 6. Processo Administrativo para exame de Recurso de Arquivamento de Processo: 6.1 Siderligas Siderurgia S.A. - Siderurgia e elaboração de produtos siderúrgicos com redução de minérios, inclusive ferro-gusa - Sete Lagoas/MG - PA/Nº 00135/1988/005/2007. Apresentação: Supram CM. INDEFERIDO. 7. Processos Administrativos para exame de requerimento para Intervenção Ambiental em Bioma Mata Atlântica, em estágio de regeneração médio ou avançado, não vinculados ao Licenciamento Ambiental: 7.1 Silvívia Mandello Carvalho/condomínio Jardins de Petrópolis, Lote 05, Quadra 24 - Infraestrutura - Nova Lima/MG - PA/Nº 09010001784/14 - Área de RL: 0,0000 ha - APP: 0,0000 ha - Área Requerida: 0,0432 ha - Área Passível de Aprovação: 0,0000 ha. Fitofisionomia: Floresta Estacional Semidecidual Montana Secundária. Estágio de Regeneração: Médio. NRRA Belo Horizonte. BAIXADO EM DILIGÊNCIA. 7.2 Boa Vista Empreendimentos Ltda. - Outros (Implantação de aterro de resíduos classe A) - Santa Luzia/MG - PA/Nº 09010006400/12 - Área de RL: 4,4980 ha - APP: 8,8209 ha - Área Requerida: 9,2798 ha - Área Passível de Aprovação: 0,0000 ha. Fitofisionomia: Floresta Estacional Semidecidual Submontana Secundária. Estágio de Regeneração: Médio. NRRA Belo Horizonte. RETIRADO DE PAUTA.

(a) Diogo Soares de Melo Franco, Subsecretário de Gestão Regional da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e Presidente da URC Rio das Velhas.

O Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM torna públicas as DECISÕES determinadas pela 106ª Reunião Ordinária da Unidade Regional Colegiada Rio Paraopeba, realizada no dia 31 de outubro de 2017, às 14h, na Rua Espírito Santo, 495, 4º andar/Plenário, Centro, Belo Horizonte/MG, a saber: 4. Exame da Ata da 105ª RO de 25/08/2017. APROVADA. 5. Processo Administrativo para exame de requerimento para Intervenção Ambiental em Bioma Mata Atlântica, em estágio de regeneração médio ou avançado, não vinculados ao Licenciamento Ambiental: 5.1 Claudionor Ribeiro de Almeida/condomínio Retiro do Chale, Lote 04, Quadra 09 - Infraestrutura - Brumadinho/MG - PA/Nº 09010001494/15 - Área de RL: 0,0000 ha - APP: 0,0000 ha - Área Requerida: 0,0333 ha - Área Passível de Aprovação: 0,0333 ha. Fitofisionomia: Floresta Estacional Semidecidual Montana Secundária. Estágio de Regeneração: Médio. NRRA Belo Horizonte. CONCEDIDA COM CONDICIONANTES. VALIDADE: 02 (DOIS) ANOS.

(a) Diogo Soares de Melo Franco, Subsecretário de Gestão Regional da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e Presidente da URC Rio Paraopeba.

31 1025058 - 1

O Superintendente Regional de Meio Ambiente da SUPRAM Zona da Mata torna público que foram concedidas as Autorizações para Intervenção Ambiental, por meio dos Documentos Autorizativos para Intervenção Ambiental - DAIA's, conforme os processos abaixo identificados:

*Geraldo Daher/Rua Felício Scheitino Rosa - Corte de árvore nativa em meio urbano - Patrocínio do Muriaé/MG - PA/Nº 05040000516/17. DAIA Nº 0033363-D. VALIDADE: 1 (UM) ANO, CONTADOS DA DATA DA CONCESSÃO DA AUTORIZAÇÃO: 20/10/2017. *João Carlos Santos Hocayen/Fazenda Riberião São Paulo - Intervenção em APP sem supressão de vegetação nativa - Muriaé/MG - PA/Nº 0504000444/17. DAIA Nº 0033359-D. VALIDADE: 2 (DOIS) ANOS, CONTADOS DA DATA DA CONCESSÃO DA AUTORIZAÇÃO: 19/10/2017. *Nilton Duvanel Junior/Fazenda Santa Maria - Intervenção em APP sem supressão de vegetação nativa - Muriaé/MG - PA/Nº 0504000391/17. DAIA Nº 0033429-D. VALIDADE: 2 (DOIS) ANOS, CONTADOS DA DATA DA CONCESSÃO DA AUTORIZAÇÃO: 31/10/2017.

(a) Alberto Félix Isaski, Superintendente Regional de Meio Ambiente da SUPRAM Zona da Mata.

31 1025007 - 1

O Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) torna público que a Superintendência Regional de Meio Ambiente Norte de Minas promoveu a reorientação do processo administrativo nº 02586/2002/006/2017, da Seleta e Boazinha Indústria e Comércio Importação e Exportação Ltda., de Revalidação de Licença de Operação para Licença de Operação Corretiva - Classe 5, para as atividades de fabricação de agulha, padronização, envelhecimento ou engarrafamento de bebidas, culturas de cana-de-açúcar sem queima e comércio e/ou armazenagem de produtos agrotóxicos, veterinários e afins, no município de Salinas/MG, em razão do descumprimento do prazo legal para apresentação do pedido de renovação da licença ambiental.

(a) Germano Luiz Gomes Vieira, Secretário de Estado Adjunto de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável e Secretário Executivo do COPAM.

31 1024938 - 1

CONTROLE DE LEGALIDADE DA DECISÃO O SECRETÁRIO DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL e PRESIDENTE DO CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - COPAM, tendo em vista as disposições contidas no art. 14 e §2º do art. 15 da Lei nº 21972, de 21 de janeiro de 2016, art. 3º e art. art. 6º, IX, do Decreto Estadual nº 46953, de 23 de fevereiro de 2016, considerando a decisão exarada nos autos da Ação Civil Pública nº 5154226-70.2017.8.13.0024, em trâmite perante a 1ª Vara da Fazenda Pública e Antiquárias de Belo Horizonte, que, antecipando os efeitos da tutela pretendida, determinou ao Estado de Minas Gerais que se abstivesse de conceder qualquer licença ou qualquer outro ato autorizativo ambiental relativamente à Barragem Maravilhas III (PA/Nº 00211/1991/072/2016 - Vale S.A.), até ulterior decisão do Poder Judiciário, promove o presente CONTROLE DE LEGALIDADE para suspender a decisão determinada pela 14ª Reunião Extraordinária da Câmara de Atividades Minerárias - CMI, realizada no dia 30 de outubro de 2017, que concedeu a Licença de Instalação concomitante com a Licença de Operação, no termos do art. 9º, §3º do Decreto nº 44844/2008 e do art. 1º do Decreto nº 47137/2017, pelo prazo de 10 anos, ao empreendimento Vale S.A./Barragem Maravilhas III - Barragem de contenção de rejeito/resíduos e linhas de transmissão de energia elétrica - Itabirito/MG - PA/Nº 00211/1991/072/2016 DNPm nº 930593/1988 - Classe 6.

31 1025069 - 1

O Superintendente Regional de Meio Ambiente da SUPRAM Jequitinhonha torna público que foram concedidas as Autorizações para Intervenção Ambiental, por meio dos Documentos Autorizativos para Intervenção Ambiental - DAIA, conforme os processos abaixo identificados:

*Graciana da Luz Alves Olsonius/Fazenda Tapera dos Lopes - Supressão da cobertura vegetal nativa com destoca - Diamantina/MG - PA/Nº 14030000277/2016. DAIA Nº 0033369-D. Fitofisionomia: Cerrado. VALIDADE: 02 (DOIS) ANOS, CONTADOS DA DATA DA CONCESSÃO DA AUTORIZAÇÃO: 24/10/2017. *João Marcos Guedes/Fazenda do Campo Alegre - Supressão da cobertura vegetal nativa com destoca Diamantina/MG - PA/Nº 14030000262/2017. DAIA nº 0033413-D. Fitofisionomia: Cerrado. VALIDADE: 02 (DOIS) ANOS, CONTADOS DA DATA DA CONCESSÃO DA AUTORIZAÇÃO: 30/10/2017.

(a) Ângelo Márcio Gomes de Melo, Superintendente Regional de Meio Ambiente da SUPRAM Jequitinhonha.

31 1024763 - 1

O Superintendente Regional de Meio Ambiente da SUPRAM Zona da Mata torna público que foi CONCEDIDA a Licença Ambiental abaixo identificada:

*Ana Cláudia Santos Lopes - Avicultura de corte e reprodução - Piranga/MG - PA/Nº 22557/2011/006/2016 - Classe 4. CONCEDIDA COM CONDIIONANTES. VALIDADE: 10 (DEZ) ANOS, CONTADOS DA DATA DA CONCESSÃO: 31/10/2017.

(a) Alberto Félix Isaski, Superintendente Regional de Meio Ambiente da SUPRAM Zona da Mata.

31 1025014 - 1

O Superintendente Regional de Meio Ambiente da SUPRAM Zona da Mata torna público que os requerentes abaixo identificados solicitaram:

*COPASA-MG/Lotes 12 e 13, Quadra C, Loteamento 2000 - Corte de árvore nativa em meio urbano - Pirapetinga/MG - PA/Nº 05040000531/17. *Luiz Alberto Miranda/Fazenda Fortaleza, Boa Vista e Rio Preto - Intervenção em APP sem supressão de vegetação nativa - Muriaé/MG - PA/Nº 05040000533/17. *Daniela de Mattos Pereira Guarani/Fazenda Santa Felícia - Intervenção em APP sem supressão de vegetação nativa - Muriaé/MG - PA/Nº 05040000548/17.

(a) Alberto Félix Isaski, Superintendente Regional de Meio Ambiente da SUPRAM Zona da Mata.

31 1025012 - 1

DELIBERAÇÃO COPAM Nº 1.201, DE 30 DE OUTUBRO DE 2017 Altera a Deliberação Copam nº 1.000, de 16 de dezembro de 2016, que estabelece a designação dos membros da Unidade Regional Colegiada Norte de Minas - URC/NM do Conselho Estadual de Política Ambiental - Copam.

ART. 1º - O CONSELHO DE ESTADO-ADJUNTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, no uso das atribuições que lhe confere o art. 1º da Deliberação Copam nº 133, de 30 de dezembro de 2003, DELIBERA:

Art. 1º A alínea "I" do inciso I do Anexo Único da Deliberação Copam nº 1.000, de 2016, passa a vigorar com a seguinte redação:

"I -

 i)

2º Suplente: Keila Cristina Novais Porto."

Art. 2º Esta deliberação entra em vigor na data de sua publicação.

Belo Horizonte, 30 de outubro de 2017.

(a) GERMANO LUIZ GOMES VIEIRA, Secretário de Estado-Adjunto de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

Pauta da 137ª Reunião Ordinária da Unidade Regional Colegiada Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM. Data: 10 de novembro de 2017, às 09:00 horas. Local: Sede Regional do Sisema - Praça Tubal

Petição anexa.





EXCELENTÍSSIMO(A) SENHOR(A) JUIZ(A) DE DIREITO DA 2ª
VARA DA FAZENDA PÚBLICA E AUTARQUIAS DA COMARCA DE
BELO HORIZONTE

**ACP 5036296-26.2020.8.13.0024 – CHAMADA PÚBLICA 3 –
CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO ATINGIDA
PELO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DA MINA CÓRREGO DO
FEIJÃO EM BRUMADINHO.**

O ESTADO DE MINAS GERAIS, por seus Procuradores adiante
subscritos, vem, respeitosa e tempestivamente, à presença de Vossa
Excelência, efetuar a juntada dos anexos documentos, requerendo que o
ilustre Perito Oficial os analise e considere no desenvolvimento dos
trabalhos referentes à *Chamada Pública 3: Caracterização e avaliação da
população atingida pelo rompimento da barragem da Mina Córrego do
Feijão em Brumadinho*.

Pede deferimento.

Belo Horizonte, 20 de abril de 2020.

LYSSANDRO NORTON SIQUEIRA
PROCURADOR DO ESTADO
OAB/MG 68.720 - MASP 598.207-9

CÁSSIO ROBERTO DOS SANTOS ANDRADE
PROCURADOR DO ESTADO
OAB/MG 56.602 - MASP 370.296-6

1

www.age.mg.gov.br

Avenida Afonso Pena, nº 4000 - Cruzeiro
30.130-009 - Belo Horizonte - MG (31) 3218-0700





PLANO DE GERENCIAMENTO DE REJEITOS E RESÍDUOS CARREADOS PELO ROMPIMENTO DA BARRAGEM B1

Revisão 1

23 de setembro de 2019



INDICE

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	3
2. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo Geral	4
2.2 Objetivos específicos	4
3. CARACTERIZAÇÃO DO REJEITO	5
3.1 Representatividade das amostras coletadas	6
4. PROCEDIMENTO E METODOLOGIAS	9
4.1 Conhecimento do Problema	9
4.1.1 Fluxos operacionais	9
4.1.2 Equipamentos Localizados	9
4.1.3 Investigações de Áreas Contaminadas Realizadas Antes do Rompimento ..	12
4.2 Remoção e Destinação de Resíduo Perigoso (Classe I) ou com Potencial de Contaminação	12
4.2.1 Segregação na fonte	12
4.2.1.1 Cenários Esperados	13
4.2.1.2 Caracterização dos resíduos	15
4.2.1.3 Descrição dos testes in situ propostos	18
4.2.1.3.1 Malha amostral para realização de testes in situ	18
4.2.2 Confirmação (ou <i>Check</i>) secundário	20
4.3 Remoção e Destinação de Rejeitos Sem Indícios de Contaminação	22
4.3.1 Confirmação (ou <i>Check</i>) secundário	23
4.3.1.1 Análises Químicas e Físicas propostas	25
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
Anexo I	29
Anexo II	30
Anexo III	31



1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Após o rompimento da Barragem B1, ocorrido em 25/01/2019, foram iniciadas várias ações com caráter emergencial, incluindo a escavação dos rejeitos coordenada pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) para localização de vítimas e de equipamentos diversos (veículos, caminhões, retroescavadeiras, guindastes etc.) que foram arrastados e estão soterrados no rejeito.

Em maio de 2019 foi publicado o “Plano de Controle Ambiental (PCA) Licenciamento Ambiental Corretivo – Obras Emergenciais Decorrentes da Ruptura da Barragem da Mina Córrego do Feijão e Recuperação Ambiental de sua Área de Influência” sob responsabilidade técnica da Amplo Engenharia e Gestão de Projetos Ltda. (Amplo), o qual, no que compete a matéria de resíduos sólidos, apresenta o item “2.2 Programa de Gestão de Resíduos Sólidos”, que em resumo estabelece:

2.2.2 Justificativa

Para garantir a qualidade ambiental, propõe-se a implantação deste programa, que define a aplicação manuseio (acondicionamento/armazenamento), tratamento e disposição dos resíduos sólidos, evitando assim, a contaminação do solo e das águas superficiais/subterrâneas.

Em 12/07/2019 a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM-MG) publicou a Nota Técnica nº 1/FEAM/DOCUMENTACAOB1/2019, intitulada de “Ações Emergenciais para a contenção e remoção do rejeito e resíduos visando o próximo período chuvoso na área do rompimento da barragem”, que solicita no item “1.9. Plano de manutenção das Estruturas Operacionais”, subitem “d) Plano Emergencial de Manejo de Rejeitos”:

“(…) a criação de procedimentos para classificação quanto à ABNT NBR 10004, para segregação, para avaliação do potencial de contaminada de áreas específicas etc.”.



2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Em atendimento à Nota Técnica nº 1 e em complemento ao Programa de Gestão de Resíduos apresentado no PCA (Amplo, 2019), que tem como objetivo:

“2.2.3 Objetivos

Estabelecer e apresentar a sistematização das ações que são adotadas na gestão de resíduos durante as Obras Emergenciais, de forma a atender o cumprimento dos requisitos legais e normativos aplicáveis.”

este documento visa estabelecer os procedimentos e critérios técnicos a serem adotados para qualificação e destinação dos resíduos com potencial de contaminação carreados ou misturados com o rejeito.

Este Plano tem, ainda, o objetivo de estabelecer uma rotina de gerenciamento do rejeito a ser removido pelas escavações com ensaios de laboratório de modo a comprovar as características desse material já apresentadas na Nota Técnica “Caracterização Geoquímica se Rejeitos- Composição Química Global, Análise Granulométrica e Classificação Segundo a NORMA NBR ABNT 10.004/2004”.

2.2 Objetivos específicos

- Justificar tecnicamente a malha amostral de rejeitos utilizada até o momento no programa de caracterização geoquímica;
- Caracterizar as situações previstas (cenários) para a remoção do rejeito ou resíduo com potencial contaminação;
- Descrever os procedimentos a serem seguidos no campo durante as atividades de remoção e em escritório para atendimento e registro dos procedimentos e critérios estabelecidos; e,
- Propor uma classificação e acompanhar de maneira sistemática as áreas com potencial de contaminação.
- Propor uma sistemática de acompanhamento das características do rejeito movimentado pelas escavações de reabilitação da área impactada da bacia do ribeirão Ferro Carvão.



3. CARACTERIZAÇÃO DO REJEITO

As atividades de investigação de caracterização dos rejeitos foram iniciadas em 30/01/2019 e ainda estão em curso. Até o momento, um conjunto de 122 amostras de rejeitos (incluindo amostras destinadas à avaliação de Controle e Garantia da Amostragem e Análises Químicas [QA-QC]) já foram coletadas na área afetada pelo rompimento da barragem B1, com o objetivo de atender aos diversos ensaios propostos dentro do programa de caracterização geoquímica dos rejeitos.

Destas 122 amostras, 63 amostras já tiveram seus resultados protocolados junto a SEMAD. Sendo 40 resultados apresentados na Nota técnica “Caracterização Geoquímica de Rejeitos – Composição Química Global, Análise Granulométrica e Classificação Segundo a Norma ANBR ABNT 10004/2004” (**Anexo I**) e 23 no relatório “Avaliação dos níveis de chumbo detectados em campo pelo método do espectrômetro XRF portátil em relação aos reais níveis de chumbo existentes nos rejeitos da barragem B1” (**Anexo II**), ambos elaborados pela empresa Geoenviron.

A Nota Técnica supracitada, apresentou de forma concreta um panorama das características do rejeito da barragem B1 pré-rompimento e pós-rompimento e, em resumo, os principais resultados apresentados e que competem a este relatório, são:

- **Principais constituintes:** Ferro (Fe) e silício (Si) foram os principais constituintes dos rejeitos, sendo Fe o elemento essencialmente majoritário em suas composições. Os dados indicaram um enriquecimento relativo dos teores de sílica nos rejeitos potencialmente misturados a solos.
- **Metais-traço:** os resultados das amostras originais (pré-evento) e dos rejeitos misturados quando comparados com padrões regulatórios de solos (valores de prevenção estabelecidos na resolução CONAMA 420/2009), mostram que houve excedentes aos padrões aplicáveis a solos em relação aos elementos As, Ba, Co e Cu. A maior parte dos excedentes das amostras se referiu ao Co. Não houve excedentes em relação a Sb, Cd, Pb, Cr, Hg, Mo, Ag, Ni e Zn; e Se não foi detectado nas amostras do programa analítico.
- **Constituintes secundários:** as concentrações dos seguintes óxidos metálicos foram identificadas [Al₂O₃], [K₂O] e [TiO₂]. Os resultados da estatística descritiva indicaram um incremento no Coeficiente de Variância da maioria dos constituintes avaliados em relação aos rejeitos sem nenhum grau de mistura, o que reflete alguma variabilidade composicional das amostras, à medida que os rejeitos liberados da barragem B1 misturaram-se com solos e sedimentos naturais da região de estudo.
- **Granulometria:** observa-se que o conjunto global das amostras de rejeitos se enquadrou principalmente na faixa granulométrica de silte a areia muito fina, conforme a faixas estabelecidas na resolução CONAMA 454/2012.



- **Classificação de resíduos de acordo com a ABNT NBR 10004:** todas as amostras foram classificadas como resíduo Classe II, sendo a maioria delas (28 amostras de 40) classificadas como Inertes, e as demais (12) como não inertes pela solubilização de alguns elementos: AM 00 (Al), AM 02 (Al, Mn e Fe), AM 10 (Mn), AM 16 (Al, Cd), AM 22 (Mn), AM 27(Mn), AM 28 (Mn), AM 29(Mn), AM 32(Mn), AM 35 (Mn), AM36 (Al, Mn e Fe), AM 42(Mn).

3.1 Representatividade das amostras coletadas

Conforme dito anteriormente, um dos objetivos-chave do programa de caracterização geoquímica é obter um conjunto de amostras composicionalmente representativas, de forma a desenvolver um entendimento abrangente do efeito potencial do rompimento da barragem B1.

A utilidade de qualquer estudo tecnológico é dependente da qualidade da amostra sobre a qual é realizado. Particular atenção deve ser dada à possível inadequação dela.

Uma amostra é uma porção limitada de material tomada do conjunto, selecionada de maneira a possuir as características essenciais do conjunto. Então, o processo de amostragem é a série sucessiva de etapas especificadas para assegurar que a amostra seja obtida com a necessária representatividade.

O número de amostras a ser tomado em um universo extenso, não manipulável depende de componentes mineralógicos (assembleia de fases, granulometria, liberação das fases de interesse), químicos (composição, grandeza de teores), físicos (tamanho dos grãos) e estatísticos (número de amostras, variabilidade, confiança).

O número de amostras necessário para a caracterização de um determinado material depende principalmente das seguintes variáveis:

- A quantidade de material (isto é, o volume / massa de material ou tonelagem de produção);
- A variabilidade de composição dentro de um tipo de material, e;
- O grau de confiança estatística que é necessária para a avaliação que se propõe.

As estimativas iniciais referentes ao quantitativo de amostras são normalmente definidas pelo julgamento e experiência do profissional envolvido.

Diante disso, para determinar a representatividade do conjunto de amostras de rejeitos foi empregado método proposto por Rose *et. al* (1979), e que utiliza basicamente avaliação dos histogramas dos dados obtidos nas caracterizações dos parâmetros de interesse principal, no material geológico a ser avaliado.

Esta abordagem é também conhecida como avaliação das distribuições de frequências. Um histograma é uma representação gráfica da distribuição de dados numéricos e representa uma estimativa da distribuição de probabilidade de uma variável quantitativa.



Estudos de frequência de distribuição de elementos em rochas e em outros meios indicam que, em muitos casos, as concentrações log-transformadas, aproximadamente, se distribuem de forma normal (Rose *et al.*, 1979). Em outras palavras, um conjunto de dados naturais suficientemente representativo, tipicamente segue uma distribuição log-normal, a qual representa a probabilidade de distribuição de fenômenos naturais mais comum. Além disso, para a maior parte de conjuntos de dados geoquímicos, a utilização de distribuições mais complexas do que a distribuição log-normal na interpretação dos mesmos traz apenas pequenos avanços (Rose *et al.*, 1979).

A faixa de maior interesse na avaliação da morfologia dos histogramas é o intervalo superior (i.e., lado direito distal do histograma), que representa as amostras com as concentrações mais elevadas. A presença de uma cauda suave no intervalo superior (i.e. denominada, “assimetria positiva”) implica que o intervalo total de concentrações está presente (Sinclair, 1989), e é muito pouco provável que materiais geológicos dentro de um conjunto específico de característica existam com concentrações significativamente maiores do que aquelas capturadas pelo conjunto de amostras. Em outras palavras, um conjunto de dados geoquímicos com boa adequação a um modelo de distribuição log-normal ou normal pode ser considerado representativo. Por sua vez, um histograma truncado, que é um histograma que apresenta um cume abrupto no intervalo de concentração superior, sugere que podem existir amostras com concentrações mais elevadas.

De acordo com a Diretriz Unificada para Análise Estatística apresentada pela USEPA (2010), devem existir pelo menos oito a dez observações independentes antes de se executar a maioria dos testes estatísticos e avaliações de distribuições de frequência. Embora oito a dez amostras ainda representem um tamanho de amostra pequeno do ponto de vista estatístico, estes níveis permitem estimativas minimamente aceitáveis de variabilidade, avaliação de tendências e adequação à aplicação (USEPA, 2010).

Para avaliação da representatividade das amostras das 63 amostras já avaliadas, foi realizada uma avaliação da distribuição de frequência dos dados de 13 elementos determinados nos rejeitos (composição química global): Antimônio (Sb), Arsênio (As), Bário (Ba), Cádmiu (Cd), Chumbo (Pb), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Mercúrio (Hg), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni), Prata (Ag) e Zinco (Zn). Os resultados de Selênio (Se) não foram considerados visto que todos situaram-se abaixo do limite de detecção do método de mensuração. Esses parâmetros foram escolhidos prioritariamente por apresentarem limites legais e serem os elementos com maior interesse ambiental.

Nesta avaliação foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk ao nível de 5% de probabilidade para comprovação do ajuste dos dados à distribuição normal. Os resultados obtidos estão apresentados no **Anexo III**.

Estes resultados apontaram que os parâmetros Sb, Pb, Co, Hg e Mo se ajustaram à distribuição normal. E mostraram ainda que, apesar dos demais parâmetros não se ajustarem à distribuição normal, eles se ajustaram à distribuição log-normal, exceto Ag, comprovado pelos resultados dos testes Kolmogorov-Smirnov e/ou Chi-quadrado ($p > 0,05$). Esse resultado indica que o número de



amostras já avaliadas representam bem a composição dos rejeitos na área amostrada, e por consequência representam bem também sua reatividade ambiental. Os histogramas para rejeitos coletados são apresentados no **Anexo III**.

Histogramas não foram gerados quando todas as concentrações foram não-quantificadas. Quando não quantificados o próprio limite de quantificação foi utilizado na elaboração dos gráficos apresentados.



4. PROCEDIMENTO E METODOLOGIAS

4.1 Conhecimento do Problema

Para caracterizar os principais cenários de remoção de resíduos foram utilizadas informações adquiridas nos últimos setes meses de atividades em campo, conforme descrito nos itens a seguir.

4.1.1 Fluxos operacionais

Desde abril de 2019, a equipe de gestão ambiental tem acompanhado em campo as atividades de escavação, as quais são coordenadas pela equipe do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Minas Gerais (CBMMG). Nesse período foi observado que as metodologias de busca variaram de acordo com o espaço temporal, condições climáticas e com o líder da operação. De maneira geral, o fluxo principal da remoção coordenado pelo CBMMG é apresentado na **Figura 1**.



Figura 1 - Fluxograma simplificado da remoção e inspeção realizada pelo CBMMG

4.1.2 Equipamentos Localizados

Eventualmente são identificados equipamentos com características ou condições que possam contaminar o solo, ocasião em que são tomadas ações de controle, como, por exemplo, a drenagem e acondicionamento de óleos pela equipe de remoção e posterior encaminhamento para a destinação final pelo Central de Materiais Descartados da Vale (CMD – Vale).

Como a prioridade até o momento é a localização das vítimas, os equipamentos por vezes ficam aguardando a remoção e destinação. Caso haja a possibilidade de eventuais vazamentos nesse período, são posicionadas mantas apropriadas para evitar o espalhamento da eventual contaminação (**Figura 2**), ou outra ação específica definida conforme cada cenário encontrado.



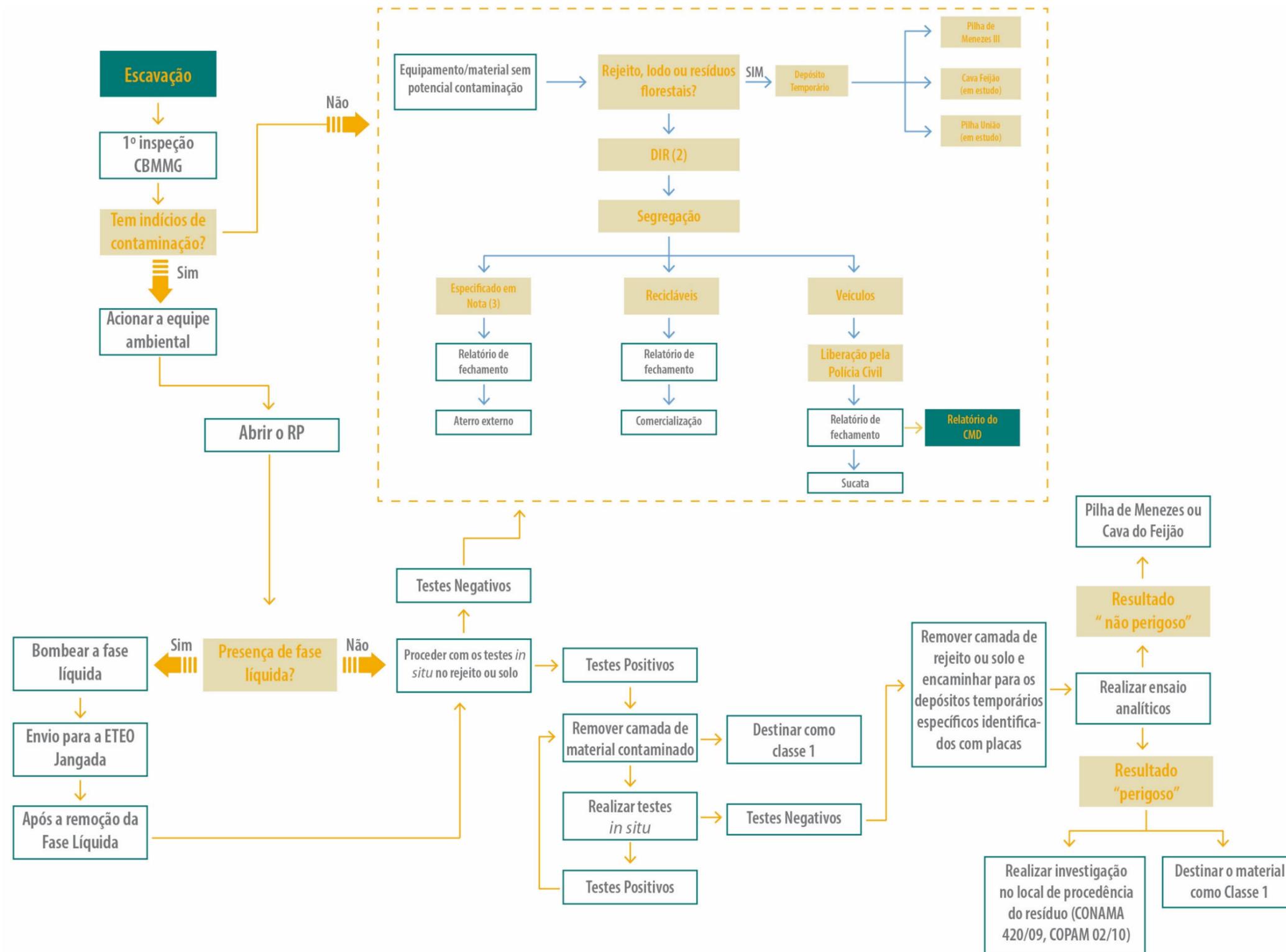


Figura 2 – Equipamento encontrado e posicionamento de manta absorvente

Na **Figura 3** é apresentado o fluxograma contendo os procedimentos adotados em campo pela equipe de gestão ambiental.



Figura 3 – Fluxograma do procedimento adotado em campo pela equipe de gestão ambiental



4.1.3 Investigações de Áreas Contaminadas Realizadas Antes do Rompimento

Foram realizadas duas investigações no escopo de áreas contaminadas no Complexo da Mina Córrego do Feijão, conforme resumido abaixo:

Investigação Ambiental Confirmatória – Mina Córrego do Feijão (Waterloo, 2012)

De acordo com o relatório em questão, para a avaliação da qualidade dos solos e águas subterrâneas foram realizadas 10 sondagens com a amostragem de solo, sendo que em três foram instalados poços de monitoramento. As atividades ocorrem nas áreas descritas como 'principais fontes potenciais', que foram identificadas como: oficinas, lavador de equipamentos e estação de tratamento de efluentes.

Com base nos estudos realizados, a Waterloo conclui que de acordo com o realizado nesta etapa, não há evidências (sondagens e/ou análises químicas) que apresentem indícios de contaminação nas áreas investigadas.

Investigação Ambiental Complementar – Mina Córrego do Feijão (Waterloo, 2018)

O objetivo do trabalho foi dar continuidade as investigações anteriores realizadas na Unidade, por meio da realização de quatro sondagens com a instalação de poços de monitoramento nas áreas do lavador de equipamentos, depósito intermediário de resíduos, estação de tratamento de efluentes oleosos e ao lado da caixa de contenção de efluentes.

Os resultados obtidos, em resumo, indicaram a presença de ferro, alumínio, chumbo, cobalto e manganês na água subterrânea acima dos padrões de qualidade considerados.

4.2 Remoção e Destinação de Resíduo Perigoso (Classe I) ou com Potencial de Contaminação

4.2.1 Segregação na fonte

O procedimento a ser utilizado para a remoção dos resíduos perigosos (Classe I) ou com potencial de contaminação carreados e misturados ao rejeito originário do rompimento da barragem B1 é apresentado no formato de fluxograma na **Figura 4**.



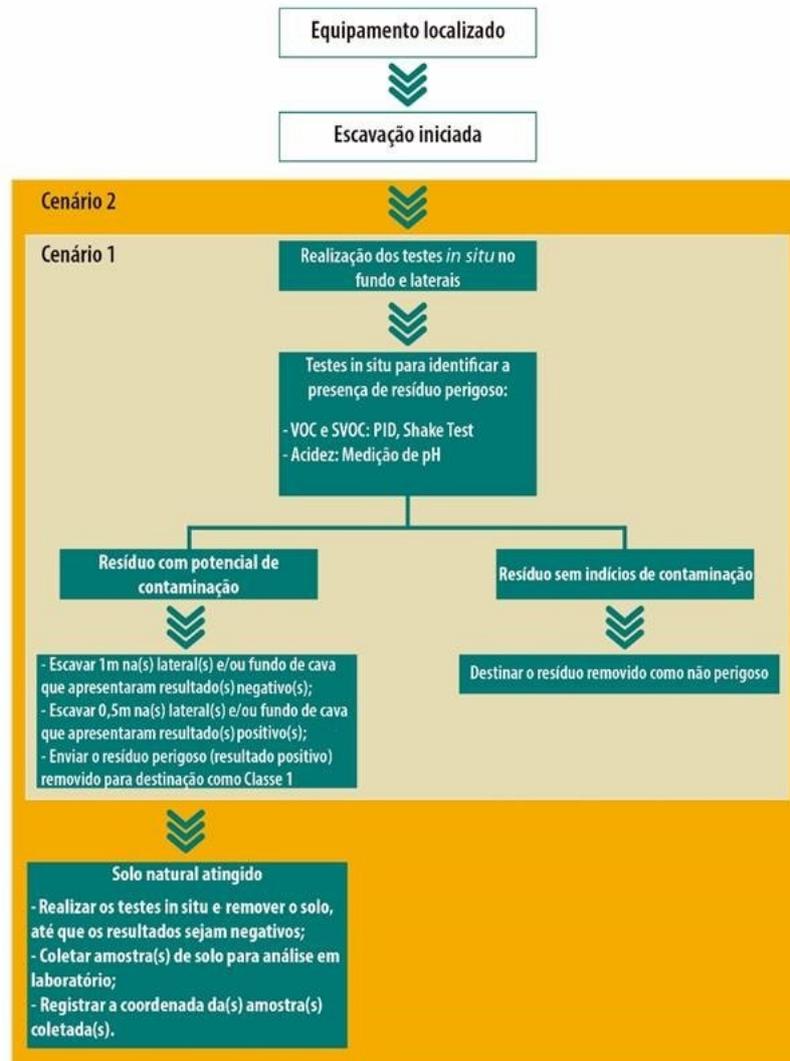


Figura 4 – Fluxograma das ações previstas no Plano de Manejo de Resíduos Carreados com o Rejeito

4.2.1.1 Cenários Esperados

Tendo em vista a rotina de operação e os resíduos identificados até o momento, são esperados dois cenários¹ para a remoção dos equipamentos e resíduos com potencial de contaminação², conforme descrito a seguir.

¹ Foi considerada a definição de “cenário” o proposto pela resolução CONAMA 420, de 28 de dezembro de 2009, a saber, “Cenário de exposição padronizado: padronização do conjunto de variáveis relativas à liberação das substâncias químicas de interesse, a partir de uma fonte primária ou secundária de contaminação; aos caminhos de exposição e às vias de ingresso no receptor considerado, para derivar os valores de investigação, em função dos diferentes usos do solo”

² Foi considerada a definição proposta pela Deliberação Normativa COPAM n° 116, de 27 de junho de 2008, a saber: “Atividade com potencial de contaminação: atividade em que ocorre o manuseio, processamento, armazenamento, disposição e transporte de substâncias químicas que possam acarretar danos à saúde humana e ao meio ambiente.”



Cenário 1: remoção de rejeito sem atingir o solo natural

Este cenário considera que os impactos estão restritos ao rejeito e resíduo (fonte de contaminação primária³), ou seja, não ocorreu a percolação, vazamento ou qualquer outra situação que possa ter impactado o solo natural, considerado como o bem a proteger⁴ deste Plano de Gerenciamento. A **Figura 5** mostra o esquema o esperado em campo e as ações de remoção propostas.

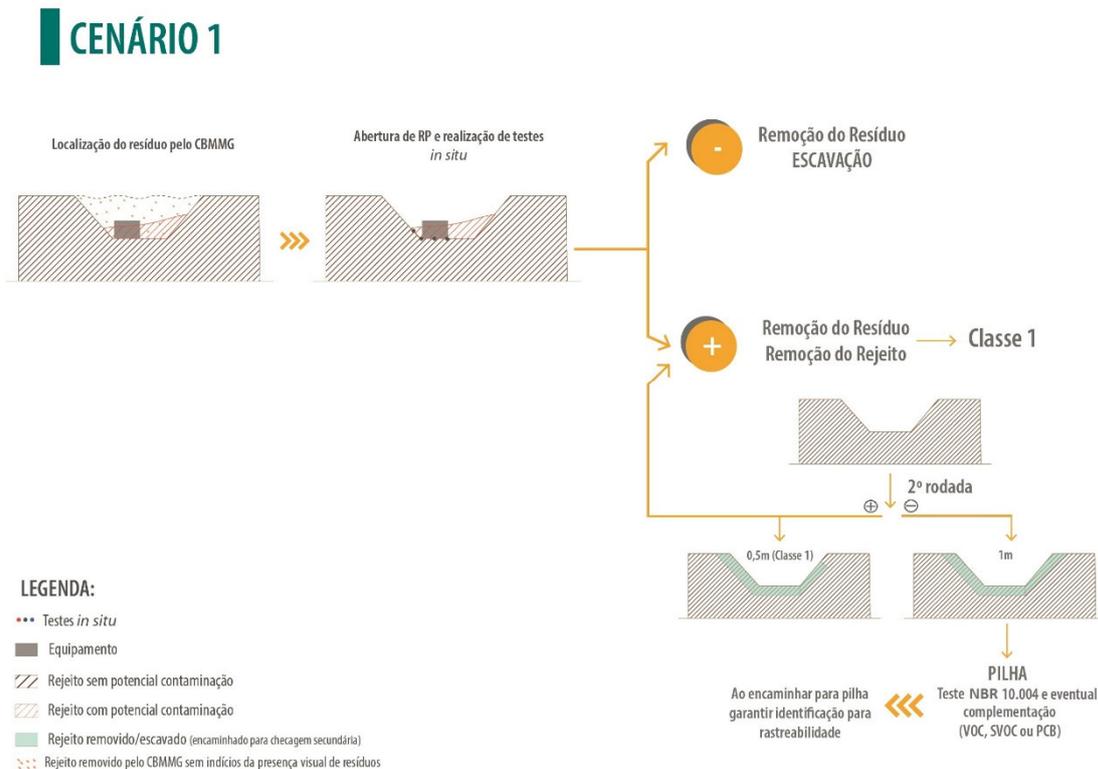


Figura 5 - Fluxograma de ações previsto para o cenário 1.

Cenário 2: remoção ao atingir o solo natural

Este cenário considera que os impactos poderão atingir o solo natural conforme apresentado na **Figura 6**. Caso essa possibilidade ocorra efetivamente durante a realização das atividades, deve-se obrigatoriamente coletar uma amostra do solo natural para análise da substâncias

³ De acordo com a Deliberação Normativa COPAM 116/2008 “fonte de contaminação” foi definido como: “local onde foi gerada a contaminação ou onde funcionou ou funciona uma atividade potencialmente contaminadora, origem dos contaminantes liberados para os meios impactados.”

Não foram localizadas definições de fonte primária de contaminação na legislação federal (CONAMA 420/2009) e estadual (COPAM n°116/2008), portanto, para este termo foi utilizada a definição proposta pela ABNT NBR 16209, de 2013 “Avaliação de risco à saúde humana para fins de gerenciamento de áreas contaminadas”, a qual define “Fonte primária: instalação ou material a partir dos quais os contaminantes de originam e foram ou estão sendo liberados para os compartimentos do meio físico contaminado”.

⁴ De acordo com a resolução CONAMA 420/2009, é definido Bens a proteger como: “a saúde e o bem-estar da população; a fauna e a flora; a qualidade do solo, das águas e do ar; os interesses de proteção à natureza/paisagem; a infraestrutura da ordenação territorial e planejamento regional e urbano; a segurança e ordem pública.”



químicas de interesse (SVOC, VOC, Pb ou PBCs) e obtenção da coordenada para futura classificação da área com potencial de contaminação, conforme descrito no **item 4.2.2**.

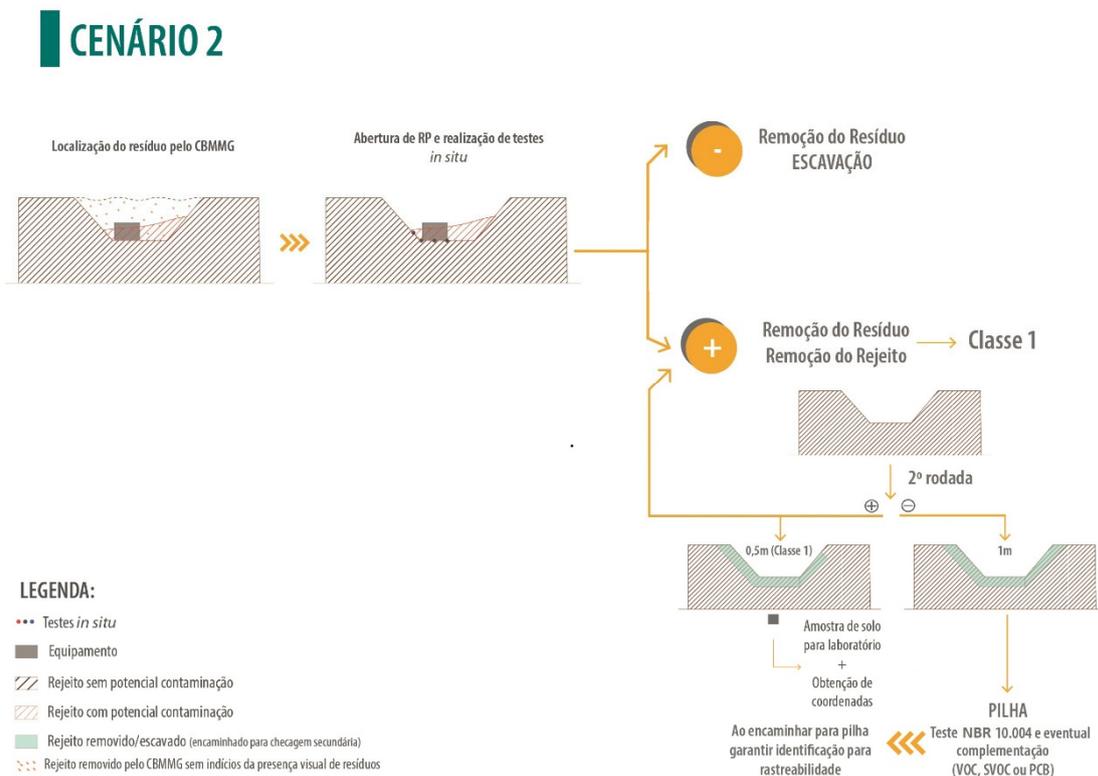


Figura 6 - Fluxograma de ações previsto para o cenário 2.

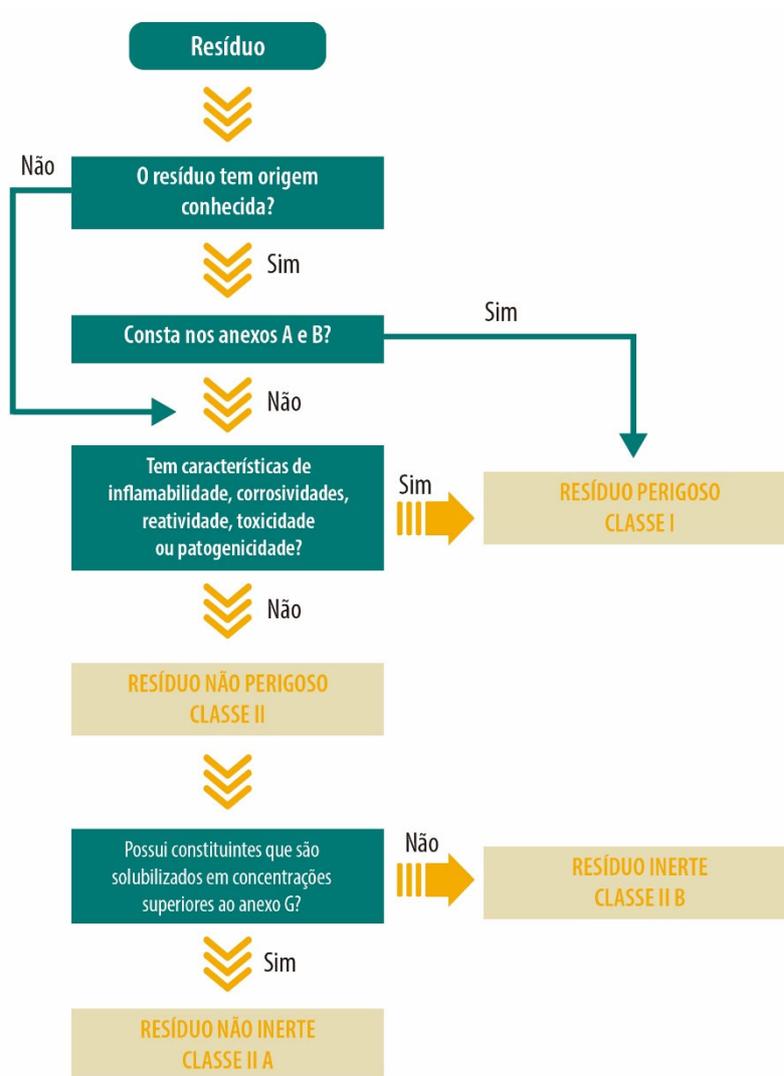
4.2.1.2 Caracterização dos resíduos

Independente do Cenário em que ocorreu a remoção, todo o rejeito ou solo que possuir indícios da presença de material que possa torná-lo perigoso (Classe I), deverão ser classificados como especificado a seguir.

Caracterização de resíduo perigoso (ou Classe I)

A caracterização qualitativa proposta para este Plano foi baseada nas diretrizes da norma ABNT NBR 10004 “Resíduos sólidos - classificação”, a qual estabelece que é considerado resíduo Classe I, os resíduos listados em seu Anexo A ou B ou que possuem características de inflamabilidade corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, conforme fluxograma apresentado na **Figura 7**.





Fonte: ABNT NBR 10004 (modificado)

Figura 7 – Fluxograma de classificação de resíduos

Uma vez em campo, o técnico deverá registrar em um formulário, como o exemplo da Ficha de Campo apresentada na **Figura 8**, as características do local e do resíduo encontrado.

Após o registro das informações da Página 1/1 da ficha de campo (ver **Figura 8**), deverão ser realizados os testes *in situ* e posteriormente realizada a remoção de rejeito ou solo.



4.2.1.3 Descrição dos testes *in situ* propostos

Os testes a serem realizados na área dependem dos constituintes de cada resíduo, conforme apresentado na **Tabela 1**. Todos os testes devem ser realizados em campo, e servirão para indicar de maneira qualitativa a presença (ou não) do vazamento da fonte primária para o rejeito ou para o solo natural.

Tabela 1 – Indicação dos testes *in situ* a serem realizados

Resíduos esperados	Constituinte perigoso	Teste <i>in situ</i>
Óleo hidráulico	TPH	PID e <i>shake test</i>
Óleo lubrificante	TPH	PID e <i>shake test</i>
Bateria	ácido sulfúrico	pH
Combustível ⁽¹⁾	Benzeno	PID
	Xilenos	PID
	Tolueno	PID
Óleo isolante térmico	TPH ⁽⁴⁾	PID e <i>shake test</i>
Ascarel	PCBs	<i>Shake test</i>

Notas:

PID: Fotoionizador Portátil

TPH: hidrocarbonetos totais de petróleo

PCBs: bifenilas policloradas

No caso das baterias somente a presença de vazamento de ácido sulfúrico será testada, uma vez que não há testes disponíveis para realização *in situ* específicos para chumbo.

No caso dos transformadores, por haver a possibilidade da presença de PCBs no óleo isolante, caso seja identificado o rompimento ou potencial vazamento de óleo no solo ou rejeito, deverá ser aplicado o teste *in situ*, e caso positivo, o material contaminado deve ser disposto em tambores e, caso comprovado a existência de PCBs por meio de análises químicas em laboratório, o material deve ser destinado conforme orientações específicas para PCBs em conformidade com os procedimentos internos do CMD-Vale.

4.2.1.3.1 Malha amostral para realização de testes *in situ*

Por se tratar de um caso que foge aos padrões estudados, não foram localizadas nas referências técnicas que definem método de distribuição da malha amostral aplicável para a situação. Assim, de maneira a estabelecer um padrão para a situação, foi considerado como ideal a realização de uma medição *in situ* a cada 4 m², conforme esquema da **Figura 9**.



MALHA AMOSTRAL PARA TESTES *IN SITU* NAS CAVAS

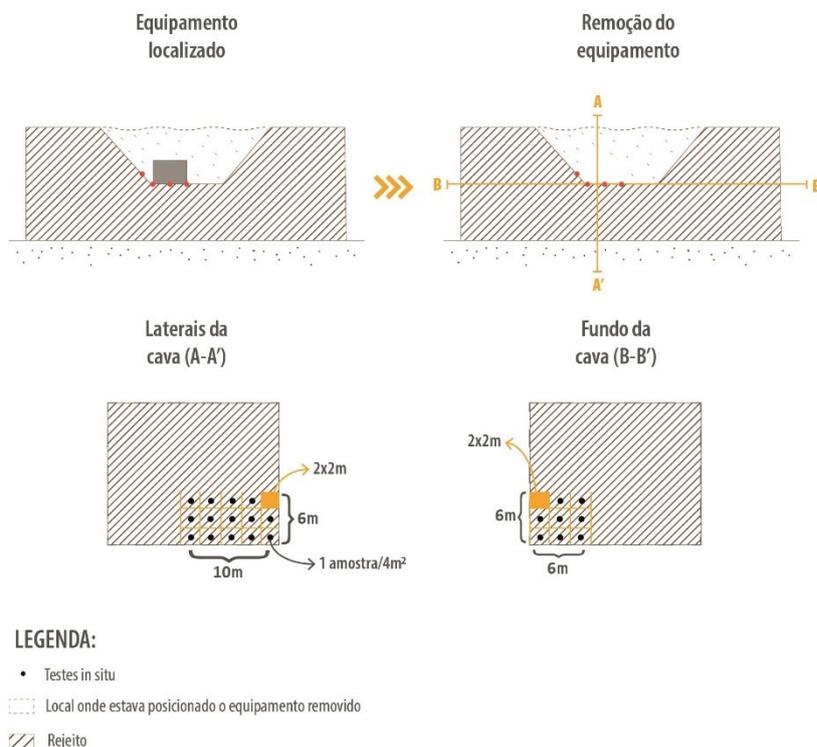


Figura 9 – Método de malha amostral para aplicação nos testes *in situ*

Os procedimentos para realização dos testes *in situ* são descritos abaixo:

Verificação do pH do solo e/ou rejeito

De acordo com EMBRAPA (1997) a medição do pH por meio de eletrodos pode ser realizada em combinado imerso em suspensão solo:água, 1:2,5. O procedimento foi adaptado para a condição em questão deve seguir as etapas abaixo elencadas:

- Colocar 10 mL de solo em copo plástico de 100 mL e adicionar 25 mL de água;
- Agitar a amostra com bastão e mergulhar o eletrodo na suspensão homogeneizada e proceder com a leitura do pH; e,
- Deve ser avaliado um solo próximo ao local, com as mesmas características para equivalência dos valores de pH.

Medição de VOC com o uso de fotoionizador portátil (PID)

Para realização das medições de Fotoionizador Portátil (PID) no solo e/ou rejeito foram consideradas as etapas descritas pela CETESB (2007), conforme segue:

- Preencha a metade de um saco plástico impermeável auto-selante (preferencialmente de polietileno), com um litro de capacidade, com o solo amostrado e, imediatamente, feche o lacre.
- Quebre manualmente os torrões existentes (sem abrir o recipiente), agite vigorosamente a amostra por 15 segundos e mantenha-a em repouso por cerca de 10 minutos até a medição.



- No momento da medição registre a temperatura ambiente, agite novamente a amostra por 15 segundos e realize imediatamente a medição dos gases presentes no espaço vazio do recipiente, introduzindo o tubo de medição (sonda) do equipamento de medição no saco plástico por meio de um pequeno orifício a ser feito no mesmo, evitando tocar o solo ou as paredes do recipiente.
- Registre o maior valor observado durante a medição, o qual normalmente ocorre a aproximadamente trinta segundos após o início da medição (verificar indicação contida no manual do fabricante). Medições erráticas podem ocorrer em função de altas concentrações de gases orgânicos ou elevada umidade. Nesta situação, alguns equipamentos analógicos podem indicar zero imediatamente após ter assinalado uma alta concentração de compostos voláteis. Em situações semelhantes, registre no caderno de campo, as anomalias observadas.

Verificação da fase residual de óleo com o uso de *Shake test*

O *Shake Test* é um teste colorimétrico, capaz de determinar se a amostra de solo analisada possui (ou não) fase residual de óleo. O procedimento consiste em colocar uma amostra de solo (ou resíduo) em um frasco apropriado e fornecido pela empresa fabricante do teste, onde é adicionado água, e o volume é agitado em torno de 1min30s. O final do período tem-se um indicativo colorimétrico da presença de fase residual na amostra analisada.

Na etiqueta do frasco fornecido estão os indicativos do nível de solo e de água, ao saturar a amostra até o indicativo do nível de água, o mesmo deve ser fechado. Dentro do frasco preso a tampa existe um cubo feito em sal solúvel embebido em duas soluções, uma incolor solúvel em água e outra na cor vermelha solúvel em óleo.

O frasco deve ser agitado até que o cubo esteja totalmente dissolvido, se forem observados glóbulos, ou anéis vermelhos flutuando no topo da amostra indica-se que a amostra analisada contém fase residual de hidrocarbonetos de petróleo ou solventes clorados.

4.2.2 Confirmação (ou *Check*) secundário

A parcela de 1,0 m rejeito removido sob um equipamento ou material com potencial de contaminação (ver **Figura 5** e **Figura 6**), o qual apresentou resultado dos testes *in situ* negativos, será encaminhado aos depósitos temporários “Ponto 6”, “Ponto 8” ou “Ponto 9” (ver localização na **Figura 10**), conforme logística operacional em execução à época. Nesses depósitos haverá um local separado para a disposição do material com identificação da procedência e placa de “Material em Análise” (**Figura 11**). Este material será encaminhado para destinação como “resíduo perigoso” ou “resíduo não perigoso” após obtenção dos resultados analíticos e classificação conforme ABNT NBR 10.004.



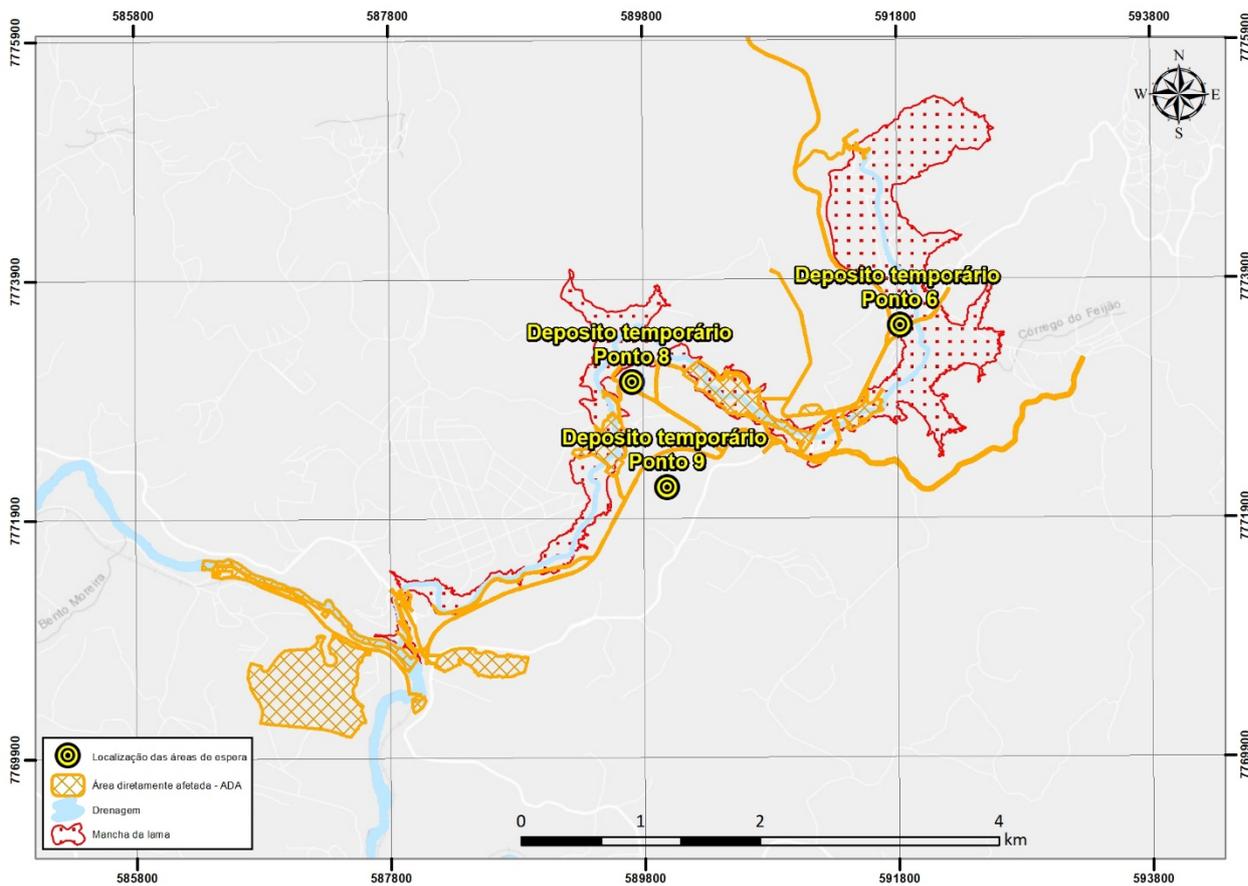


Figura 10 – Localização dos depósitos temporários



Figura 11 – Placa de identificação em uso

Para as situações acima descritas será coletada uma amostra para caracterização de NBR 10004 conforme procedimento amostral da norma ABNT NBR 10007, com complementação de análises químicas para massa bruta de compostos orgânicos voláteis (VOC) e semivoláteis (SVOC), e a partir do resultado desta análise o material será encaminhado como “perigoso” ou “não perigoso”. No caso do resultado do Cenário 1 ser classificado como “perigoso” (Classe I) e do Cenário 2 (coleta de amostras de solo natural) a área identificada será classificada visando o atendimento dos requisitos legais de áreas contaminadas estabelecidos na resolução CONAMA 420/2009, Deliberações Normativas COPAM 02/2010 e 166/2011. Para tal, foi estabelecido o procedimento descrito no fluxograma **Figura 12**.



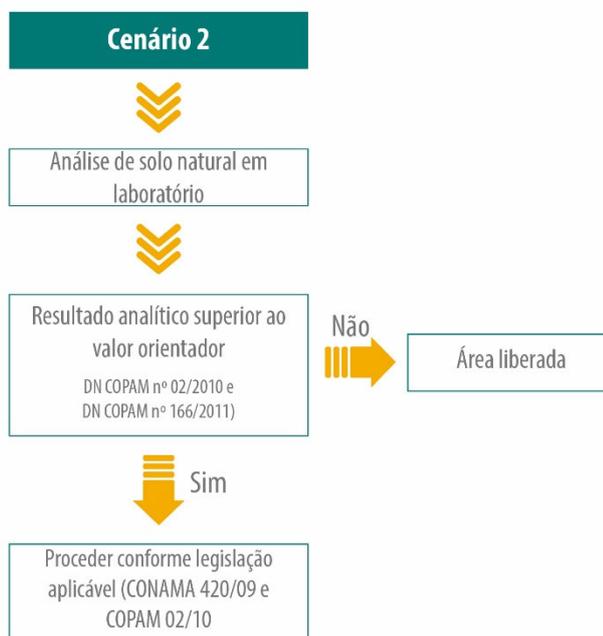


Figura 12 – Fluxograma para áreas com potencial de contaminação

As análises químicas a serem realizadas dependerão dos constituintes do resíduo conforme elencado na **Tabela 2**. Após a realização das análises e procedimentos de controle e garantia da qualidade (QA-QC), os resultados deverão ser comparados com o Valores Orientadores estabelecidos na COPAM 166/2011 e para TPH deverá ser utilizado o valor da lista holandesa mais atualizada à época e, caso o resultado seja superior a legislação, deve-se prosseguir conforme legislação de áreas contaminadas em vigor.

Tabela 2 – Indicação dos testes *in situ* a serem realizados

Resíduos esperados	Constituinte perigoso	Análise química em laboratório
Óleo hidráulico	TPH	TPH <i>finger print</i> C6 -C40
Óleo lubrificante	TPH	TPH <i>finger print</i> C6 -C40
Bateria	ácido sulfúrico	Sulfato e Pb ⁽¹⁾
Combustível ⁽¹⁾	Benzeno	TPH <i>finger print</i> C6 -C40
	Xilenos	
	Tolueno	
Óleo isolante térmico	TPH ⁽⁴⁾	TPH <i>finger print</i> C6 -C40
Ascarel	PCBs	PCBs ⁽²⁾

Notas:

- (1) Incluir uma amostra fora da área impactada para comparação das concentrações do metal
- (2) Considerar a somatória dos congêneres 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180.

4.3 Remoção e Destinação de Rejeitos Sem Indícios de Contaminação

O rejeito presente na área atingida e sem indícios de contaminação, atualmente é removido e encaminhado para os três depósitos temporários, denominados como “Ponto 6”, “Ponto 8” e “Ponto 9” (ver localização na **Figura 10**). Nesses depósitos, os rejeitos são dispostos em pilhas ou leiras, conforme as fotos apresentadas na **Figura 13** e **Figura 14**, e identificados, conforme placa apresentada na **Figura 14** e em detalhe na **Figura 15**.





Figura 13 – Rejeito removido e disposto em pilhas no Depósito temporário “Ponto 9”



Figura 14 – Rejeito removido e disposto em leiras no Depósito temporário “Ponto 8”



Figura 15 – Detalhe da placa de identificação dos rejeitos dispostos nos depósitos temporários

4.3.1 Confirmação (ou Check) secundário

Os rejeitos, desde a 1ª semana do rompimento, foram caracterizados conforme apresentado no **Capítulo 3**, e em resumo, os resultados classificaram o material como “resíduo não perigoso”. De forma a produzir mais resultados de classificação de rejeitos, propõem-se a amostragem do rejeito nos depósitos temporários, conforme fluxograma apresentado na **Figura 16**.



Figura 16 – Fluxograma para checagem secundária

Quando os rejeitos estiverem dispostos em pilhas a metodologia de amostragem seguirá os requisitos da ABNT NBR 10007/2004 (**Figura 17**) e quando dispostos em leiras serão coletadas amostras compostas (**Figura 18**).



METODOLOGIAS DE AMOSTRAGEM

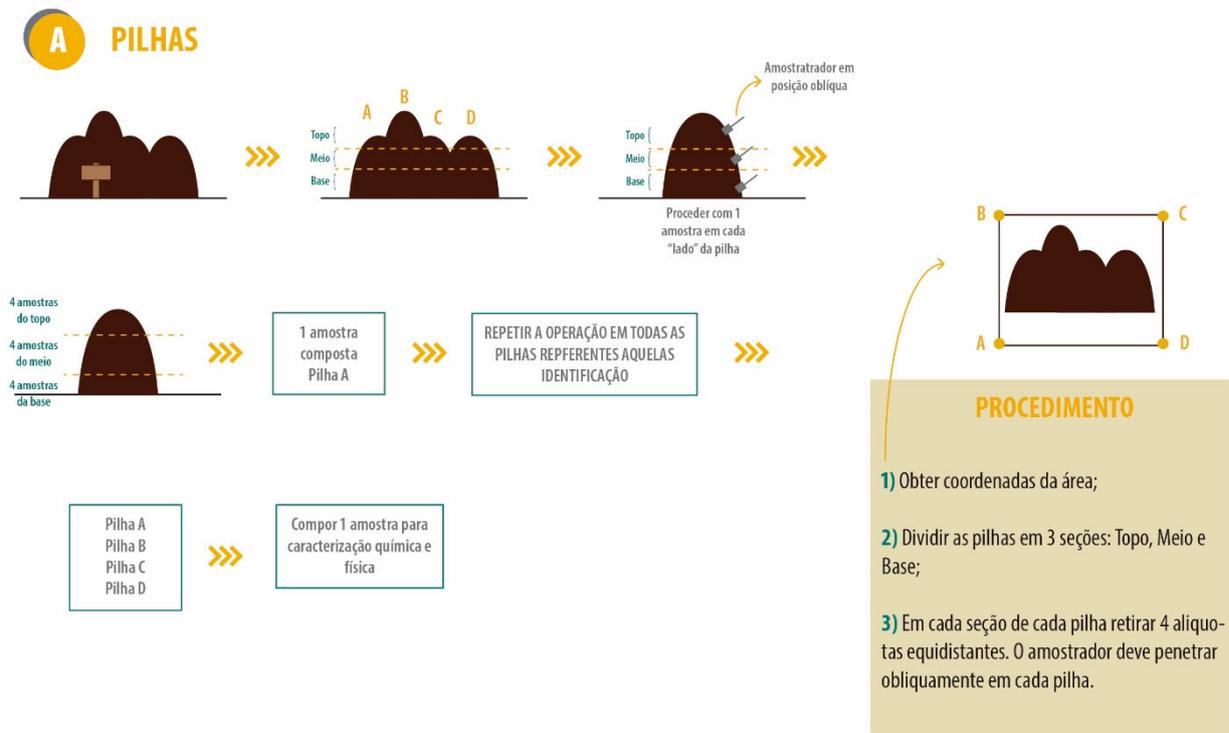


Figura 17 – Metodologias de amostragem de rejeitos nos depósitos temporários em pilhas

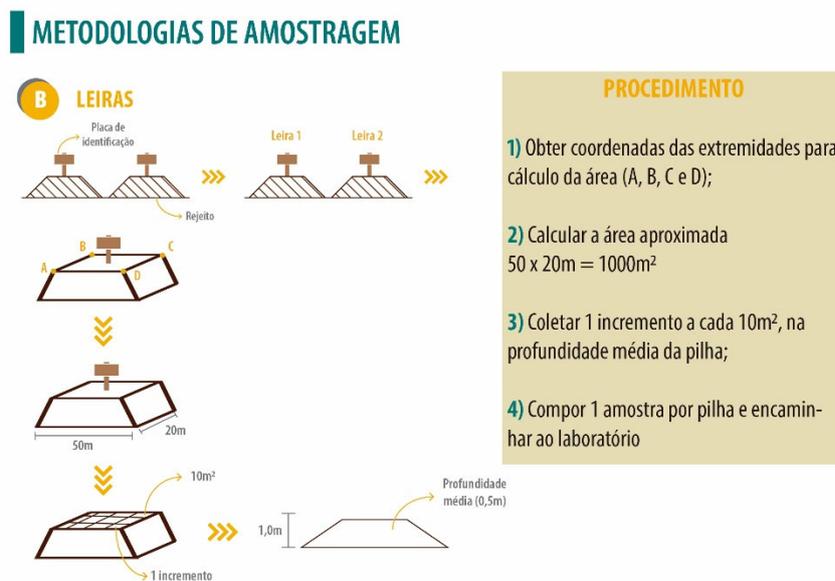


Figura 18 – Metodologias de amostragem de rejeitos nos depósitos temporários em leiras

As análises químicas e físicas a serem realizadas nas amostras coletadas nos depósitos temporários deverão seguir o especificado no **item 4.3.1.1**. Por se tratar de um procedimento de checagem secundária, uma vez que se entende que a característica geoquímica do rejeito é constante, os rejeitos continuarão no



fluxo operacional existente: remoção, disposição nos depósitos temporários e destinação, ou seja, não serão aguardados os resultados das análises propostas.

Os resultados analíticos serão comparados com os resultados obtidos no Programa de Caracterização Geoquímica dos Rejeitos, em andamento e resumido no **Capítulo 3**, e caso as amostras tenham resultados diferentes do esperado e conhecido até o momento, as escavações na área de onde a amostra é proveniente (por isso a necessidade de identificação das placas - **Figura 11**) serão interrompidas e dever-se-á proceder com uma investigação para avaliação da contaminação no local.

Conforme demonstrado no **Capítulo 3** a tendência é que o rejeito amostrado nessas áreas de triagem apresente as mesmas características de toda avaliação já realizada e, portanto, em se comprovando essa tendência, propõe-se uma reavaliação da necessidade desse procedimento após os primeiros 4 meses de operação.

Ainda neste contexto, destaca-se que, o rejeito a ser disposto em cava não apresenta potencial de alteração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, cujo acompanhamento da operação, demonstrará, pelo monitoramento do aquífero ao redor da cava, a não contaminação esperada.

4.3.1.1 Análises Químicas e Físicas propostas

Composição Química Global e de Metais Traços

- **Análise de Rocha Total** – A análise de rocha total será feita por espectroscopia de fluorescência de raios-X (XRF). O conjunto de parâmetros e os limites de quantificação são mostrados na **Tabela 3**.

Tabela 3 – Análise de rocha total (XRF) – Conjunto de parâmetros e limites mínimos de quantificação

Parâmetro	Limite de quantificação (wt.%)
Al ₂ O ₃	0,1
CaO	0,01
Fe ₂ O ₃	0,01
K ₂ O	0,01
MgO	0,1
MnO	0,01
Na ₂ O	0,1
P ₂ O ₅	0,01
SiO ₂	0,1
TiO ₂	0,01
Perda por ignição (LOI)	0,1

- **Análise de Metais-traço** – A caracterização da composição de metais-traço de uma amostra é geralmente um processo de duas etapas, incluindo uma digestão ácida para liberar os elementos na fase de solução, seguida da análise dos elementos no digerido resultante. De acordo com a Resolução CONAMA 420/2009, a análise elementar será feita conforme o procedimento ICM 14B.



O método ICM 14B (Determinação por Digestão com Água Régia) do laboratório SGS Geosol é correspondente ao ISO 11466.3 (Água Régia). Este método é o mesmo utilizado pelo Serviço Geológico Brasileiro (CPRM) em avaliações de solos e sedimentos no quadrilátero ferrífero e inclusive no contexto do acidente com a barragem B1.

A Fundação COPPETEC no Capítulo 2 “Avaliação Geoquímica de Rejeitos, Solos e Sedimentos: barragem Córrego Feijão e rio Paraopeba” do relatório parcial “ Impactos Ambientais da Ruptura da Barragem de Rejeitos de Brumadinho nos Primeiros Doze Meses Após o Desastre: Avaliação da Qualidade da Água, de Rejeitos, Solos e Sedimentos e da Biota Aquática e Comunidades Ripárias no rio Paraopeba” – relatório preliminar, publicado em maio de 2019, indica que o método de digestão via úmida proposto é suficiente para abrir óxidos de ferro e silicatos e alumino-silicatos hidratados, contendo vários metais, de estrutura menos compacta, como argilas.

O conjunto de parâmetros e os limites de quantificação são mostrados na **Tabela 4**.

Tabela 4 – Análise elementar (ICP-OES/ICP-MS) – Conjunto de parâmetros e limites mínimos de quantificação

Parâmetro	Limite de Quantificação (ppm ou mg/kg)
Ag, As, Cd, Sb, Se	1
Ti	2
Al, Ba, Be, Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni, P, Zn	3
B	4
U	5
S	7,5
Co, Pb, V	8
Li	10
Ca, K, Mg, Na, Tl	20
Hg	0,3

- **Carbono** – Análise de carbono inorgânico total (CIT) e carbono orgânico total (COT) por oxidação por via úmida do material orgânico conforme Embrapa, segundo Donagema (2011).
- **pH de pasta e condutividade específica de pasta** – O pH de pasta e a condutividade específica de pasta serão determinados usando uma relação solução/sólido de 1:1.
- **Enxofre** – Análise de Enxofre total (STOT) por queima em um forno de indução/ determinação de SO₂ (g) com detector infravermelho (IR)).

Granuloquímica

Serão determinados o teor de umidade e a distribuição granulométrica das amostras. O teor de umidade será medido pelo método apresentado na norma ABNT NBR 10.006/2004. A análise granulométrica será realizada de acordo com o método descrito em Donagema (2011), utilizando os seguintes tamanhos de malha:

- 0,500 mm (#35);
- 0,250 mm (#60);
- 0,125 mm (#120);
- 0,062 mm (#250);



- 0,025 mm (#500);
- <0,025 mm (pan).

A composição química em cada faixa granulométrica deverá seguir o padrão da amostra global.

Lixiviação (ABNT NBR 10.005/2004)

O ensaio ABNT NBR 10.005/2004 é utilizado para determinar se o material é tóxico de acordo com os termos de regulamentação de resíduos sólidos do Brasil.

O ensaio ABNT NBR 10.005/2004 é realizado a uma razão de sólido - líquido (S: L) de 1:20. Dependendo do tipo de amostra (como definido pela análise de pH inicial), um dos dois tipos de lixivantes é utilizado :1) solução de ácido acético (HOAc) com pH inicial de 2,9; ou 2) solução de acetato de sódio (HOAc/NAOC) tamponada em pH 4,9.

O teste possui duração de 18 horas, e é conduzido em temperatura ambiente. Os lixiviados são filtrados através membranas filtrantes de 0,45- μ m antes de serem submetidos as análises.

Assim como nos estudos de caracterização dos rejeitos os licores obtidos serão analisados para uma gama maior de parâmetros que as previstas originalmente no procedimento, sendo eles: Ag, Al, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, Pb, Sb, Se Sc, Sn, ,Sr, Te, Ti, V, W, Y, Zn, Zr, U, P, Sulfato, Cloreto, Fluoreto, Nitrato, Nitrito, pH, Turbidez, Condutividade, Eh e Alcalinidade.

Solubilização (ABNT NBR 10.006/2004)

O ensaio ABNT NBR 10.006/2004 é utilizado para determinar se o material é inerte ou não inerte, de acordo com os termos da regulamentação de resíduos sólidos do Brasil.

O ensaio ABNT NBR 10.006/2004 simula o potencial de lixiviação do material através de meteorização a partir de água (i.e., água de chuva).

O ensaio é realizado com água deionizada, com uma relação S:L de 1:4, e com duração de 7 dias, em temperatura ambiente. O lixiviado é filtrado através do filtro de 0,45- μ m antes de serem submetidos as análises.

Assim como nos estudos de caracterização dos rejeitos os licores obtidos serão analisados para uma gama maior de parâmetros que as previstas originalmente no procedimento, sendo eles: Ag, Al, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, Pb, Sb, Se Sc, Sn, ,Sr, Te, Ti, V, W, Y, Zn, Zr, U, P, Sulfato, Cloreto, Fluoreto, Nitrato, Nitrito, pH, Turbidez, Condutividade, Eh e Alcalinidade.



5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT NBR 10004/2004. Resíduos Sólidos – Classificação.
- ABNT NBR 10005/2004. Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos.
- ABNT NBR 10006/2004. Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.
- ABNT NBR 10007/2004. Amostragem de resíduos sólidos.
- Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH n° 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.
- Deliberação Normativa COPAM n° 166, de 29 de junho de 2011. Altera o Anexo I da Deliberação Normativa Conjunta COPAM CERH n° 2 de 6 de setembro de 2010, estabelecendo os Valores de Referência de Qualidade dos Solos.
- DONAGEMA, G. K. et al. Manual de métodos de análise de solos. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 230, 2011.
- Resolução CONAMA n° 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.
- Stanley, C.R., Sinclair, A.J. 1989. Comparison of probability plots and gap statistics in the selection of threshold for exploration geochemistry data. Journal of Geochemical Exploration, 32, 355-357.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). 2010. USEPA Contract Laboratory Program National Functional Guidelines for Inorganic Superfund Data Review – Final. EPA 540-R-10-011, Janeiro, 2010.
- W. Rose, H. E. Hawkes and J. S. Webb, “Geochemistry in mineral Exploration,” 2nd Edition, Academic Press, New York, 1979, p. 657.



Anexo I

Nota Técnica “Caracterização Geoquímica de Rejeitos – Composição Química Global, Análise Granulométrica e Classificação Segundo a Norma ANBR ABNT 10004/2004”





ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE REJEITOS B1

NOTA TÉCNICA:

**CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA DE REJEITOS-
COMPOSIÇÃO QUÍMICA GLOBAL, ANÁLISE
GRANULOMÉTRICA E CLASSIFICAÇÃO
SEGUNDO A NORMA NBR ABNT 10.004/2004**

NT-MIN-VL-CF-01-19-RV00

ELABORADO PARA:



JULHO DE 2019



Sumário

1.0	INTRODUÇÃO	2
2.0	ASPECTOS GERAIS	3
2.1	Breve Contexto geológico.....	3
2.2	Caracterização do empreendimento e da Barragem B I.....	6
2.3	Processamento mineral da Mina Córrego do Feijão.....	6
2.4	Caracterização prévia dos rejeitos depositados na Barragem BI	8
2.5	Distribuição dos rejeitos liberados pós ruptura da Barragem B I (unidade dos depósitos tecnogênicos em zonas de acumulação).....	10
3.0	PROGRAMA DE INVESTIGAÇÃO DE CAMPO.....	14
3.1	Investigação de campo.....	14
4.0	ESPECIFICAÇÕES DOS ENSAIOS DA CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA E REQUISITOS LEGAIS	16
4.1	Composição Química da massa bruta e de Metais-Traço.....	16
4.2	Granulometria.....	17
4.3	Composição Química Segundo a Fração Granulométrica.....	17
4.4	Ensaio de Lixiviação de curto-prazo	18
4.4.1	Lixiviação NBR 10.005 (ABNT, 2004a).....	18
4.4.2	Solubilização NBR 10.006 (ABNT, 2004b)	18
5.0	RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA	19
5.1	Distribuição Granulométrica	19
5.2	Composição Química Global	23
5.2.1	Componentes majoritários e minoritários	23
5.2.2	Elementos-traço.....	26
5.3	Granuloquímica	34
5.4	Comparação contra padrões regulatórios.....	40
5.4.1	Comparação contra padrões de solo.....	40
5.5	Classificação de resíduos ABNT 10.004	42
5.5.1	Lixiviação (ABNT NBR 10.005/2004).....	43
5.5.2	Solubilização (ABNT NBR 10.006/2004)	44
6.0	Conclusões.....	45
7.0	REFERÊNCIAS.....	47



1.0 INTRODUÇÃO

No dia 25 de janeiro de 2019, ocorreu o rompimento da barragem de rejeitos B1 (Barragem B1), na Mina do Córrego do Feijão em Brumadinho – MG, que resultou na liberação de 11,7 milhões m³ de rejeitos para jusante. Houve perda de vidas humanas, e impactos nos ecossistemas terrestres e aquáticos.

Desde a ruptura da Barragem B1, a Vale teve como propósito cumprir diversas metas em termos de estudos e avaliações ambientais.

Uma das metas é justamente a caracterização (geo)química dos rejeitos, para entender seu potencial de impactar o ambiente afetado e/ou oferecer riscos à saúde humana e ecológico.

De maneira geral, o que se pretende com o programa de caracterização geoquímica é entender a reatividade ambiental dos rejeitos que estavam depositados na Barragem B1.

Como reatividade ambiental, entende-se a capacidade do rejeito de alterar a qualidade dos compartimentos ambientais sob sua influência direta ou indireta ou, ainda, provocar riscos à biota e à saúde humana.

Os trabalhos de caracterização geoquímica estão em curso, e esta Nota Técnica apresenta os primeiros resultados. Estes, por sua vez, já consolidam as primeiras conclusões sobre as características ambientais dos rejeitos.

Esta Nota Técnica apresenta fundamentalmente os resultados existentes até o momento, e que são basicamente relacionados aos rejeitos coletados na planície aluvionar do córrego Ferro e Carvão. Amostras de solos e sedimentos estão sendo também coletadas e caracterizadas. Os resultados correspondentes a estas amostras serão apresentados em relatórios futuros.

Esta Nota Técnica será também revisada futuramente, assim que novos resultados analíticos do contexto dela estiverem disponíveis. Previamente à apresentação e avaliação dos resultados alcançados até o momento, alguns aspectos são apresentados, visando o entendimento sobre as características dos rejeitos em um contexto mais amplo.

Estes aspectos incluem uma descrição básica da estrutura da Barragem B1, dados do beneficiamento mineral da Mina do Córrego do Feijão, e da geologia regional e local da área de estudo.



2.0 ASPECTOS GERAIS

2.1 Breve Contexto geológico

A cidade de Brumadinho está inserida no contexto geológico da porção meridional do Cráton São Francisco, especificamente no Quadrilátero Ferrífero (QF).

O Quadrilátero Ferrífero é uma geoprovíncia auri-ferrífera historicamente reconhecida, constituindo uma clássica região da geologia pré-cambriana mundial (Dorr et al. 1959). Sua designação resulta da configuração planimétrica da área, com cerca de 7.000 quilômetros quadrados (km²) de superfície, na qual se concentram as mais importantes jazidas de ferro de Minas Gerais (Barbosa et al. 1968), e das mais importantes do Brasil.

A geologia do Quadrilátero Ferrífero compreende um cinturão de rochas verdes arqueanas (*greenstone belt*), representado pelo Supergrupo Rio das Velhas que é envolvida por terrenos granito-gnáissicos arqueanos, os quais foram sobrepostos por uma sucessão sedimentar paleoproterozoica, o Supergrupo Minas (Dorr, 1969).

Em sua macroestrutura, o QF tem geometria definida por megadobras sinformes e antiformes, truncadas por cinturões de falhas de empurrão, de direções norte-sul, na sua parte oriental. As primeiras estruturas estabelecem seus limites norte, sul, oeste e leste, representados, respectivamente, pelo homoclinal da serra do Curral, e sinclinais Dom Bosco, Moeda e Santa Rita. A leste, além do Sinclinal Santa Rita, os sinclinais Gandarela, Ouro Fino e Conta História dispõem-se segundo amplo arco de direção norte-sul, segmentados pelos cinturões de falhas de empurrão atribuídas ao Ciclo Tectônico Brasileiro.

A Figura 01 contextualiza a Área de Estudo quanto às principais feições estruturais do Quadrilátero Ferrífero. A Área de Estudo está inserida no contexto do contato da estrutura anticlinal da Serra do Curral com o embasamento cristalino, em seu seguimento denominado Bonfim.



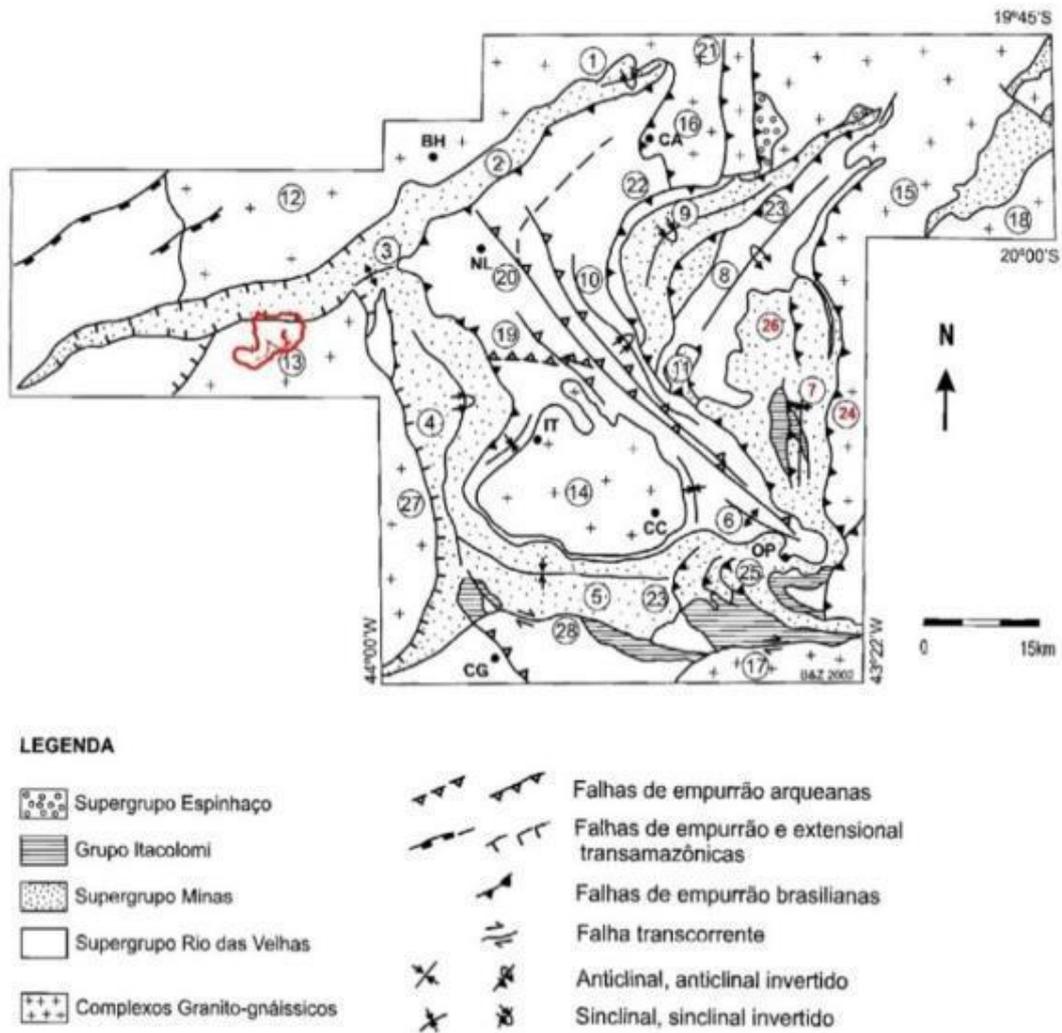


Figura 01 – Principais feições estruturais do Quadrilátero Ferrífero, com localização da Área de Estudo (em vermelho).

As rochas que caracterizam a área apresentam idades variadas, desde o Arqueano e o Paleoproterozoico, até sedimentos Quaternários, com Terrenos Granito-Gnáissicos do Complexo Gnáissico Migmatítico Bonfim, e seqüências supracrustais dos Supergrupos Rio das Velhas e Minas, além das Coberturas Cenozoicas (CPRM, 2019 e LOBATO et. al, 2005 apud Arcadis, 2019).

Especificamente, a geologia da área da Mina do Córrego do Feijão pertence ao Supergrupo Minas representado por quartzitos, filitos e itabiritos, além de formações superficiais do tipo canga ferruginosa e seixos rolados.

O minério de ferro extraído da região do Quadrilátero Ferrífero, segundo Couto (2009) corresponde às formações sedimentares do Supergrupo Minas, especificamente da Formação Cauê e Grupo Itabira, no qual as rochas são constituídas por hematitas friáveis a compactas com alto teores de ferro (cerca de 67%). Também são extraídos o ferro de itabirito silicosos contendo cerca de 62% de ferro (Couto, 2009).

Na jazida de Córrego do Feijão, a mineralização constitui-se por hematitas friáveis e compactas, correlacionáveis à base da Formação Cauê (Grupo Itabira). Subsidiariamente ocorrem itabiritos silicosos (Gomes, 2009).



A gênese do minério friável está relacionada à alteração (lixiviação) de rochas ricas em carbonato e ferro. As hematitas compactas foram geradas por processo hidrotermal durante o final da fase diagenética, ou início da fase metamórfica.

As rochas encaixantes constituem-se por itabiritos anfibolíticos da própria Formação Cauê ao topo (norte), e filitos da Formação Batatal na base (sul). Ocorrem na região ainda gnaisses do embasamento (Complexo Bonfim) e rochas da Formação Gandarela e Grupo Piracicaba (Gomes, 2009).

Há também um jazimento secundário (rolados) constituído por conglomerados com blocos de hematita e itabirito em meio a matriz argilosa. Quanto à mineralogia, predominam hematitas martíticas com magnetitas relictuais (Gomes, 2009).

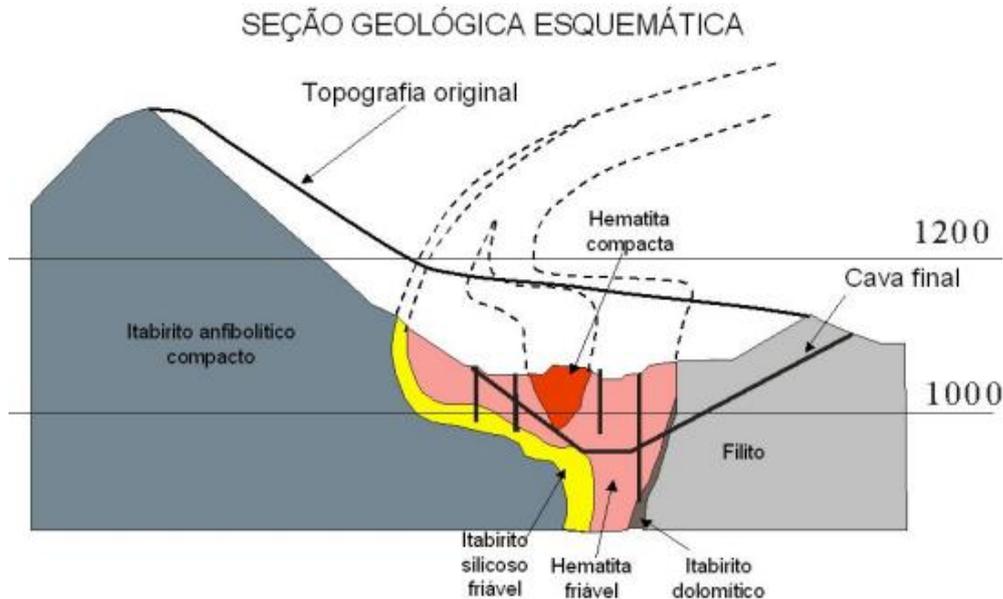


Figura 02 – Seção geológica esquemática da jazida de Córrego do Feijão (Gomes, 2009).



2.2 Caracterização do empreendimento e da Barragem B I

A Mina Córrego do Feijão iniciou as suas atividades no ano de 1956 por meio da Cia. de Mineração Ferro e Carvão. Em 1973, passou ao controle da Ferteco Mineração S.A. e em 27 de abril de 2001, a Companhia Vale do Rio Doce, atual VALE S.A., adquiriu a FERTECO S.A. que pertencia ao grupo alemão Thyssen Krupp Stahl, e passou a operar a Mina Córrego do Feijão (Amplo, 2019).

A construção da Barragem de Rejeitos da Mina Córrego do Feijão, denominada Barragem B I, foi iniciada no ano de 1976, pela Mineradora FERTECO S.A. A barragem foi construída pelo método de alteamento a montante, passou por vários alteamentos até chegar à condição em que se rompeu, quando tinha 86 m de altura e comprimento de crista de 720 m. Os rejeitos dispostos ocupavam uma área de aproximadamente 250 mil m², e um volume de 11,7 milhões de m³. A barragem, na ocasião do rompimento, estava inativa, não recebia mais rejeitos, não tinha presença de lago, e nenhuma atividade operacional em andamento (Amplo, 2019).

2.3 Processamento mineral da Mina Córrego do Feijão

O processo de concentração mineral da Mina do Córrego do Feijão visava enriquecer o produto em teor de ferro, retirando a sílica (quartzo) e os minerais de alteração (óxidos de manganês, caulinita, gibsita e goethita terrosa) que compõem predominantemente o rejeito (Vale, 2019).

A partir da construção da Barragem I (1976), a usina de beneficiamento do minério de Córrego do Feijão constituía-se de cominuição em britadores, e classificação à úmido em peneira e classificadores espirais, com geração de produtos sem concentração, apenas com classificação granulométrica e descarte dos finos para a Barragem I (Vale, 2019).

Em 2001, foi implantando um circuito de concentração magnética para a maximização do aproveitamento de finos. O processo de concentração magnética é baseado na diferença das propriedades magnéticas entre as partículas de ganga (rejeito) e minério de ferro (produto), e não utiliza reagentes químicos. Ou seja, durante todo o período de operação à úmido na unidade de beneficiamento do minério de Córrego do Feijão, não eram adicionados reagentes químicos na etapa de concentração. Os rejeitos gerados pela concentração magnética continuaram sendo direcionados para a Barragem B I (Vale, 2019).

A partir de 2012, a Vale implantou uma série de iniciativas de maximização da recuperação mássica das instalações de Córrego do Feijão, culminando com a operação 100% à umidade natural sem geração de rejeitos, a partir de 2016 (Vale, 2019).

Na Figura 03 são apresentados os fluxogramas simplificados de processo para cada fase da unidade, sendo que, em todas elas, os processos de tratamento de minério da Mina de Córrego do Feijão eram apenas físicos (Vale, 2019).



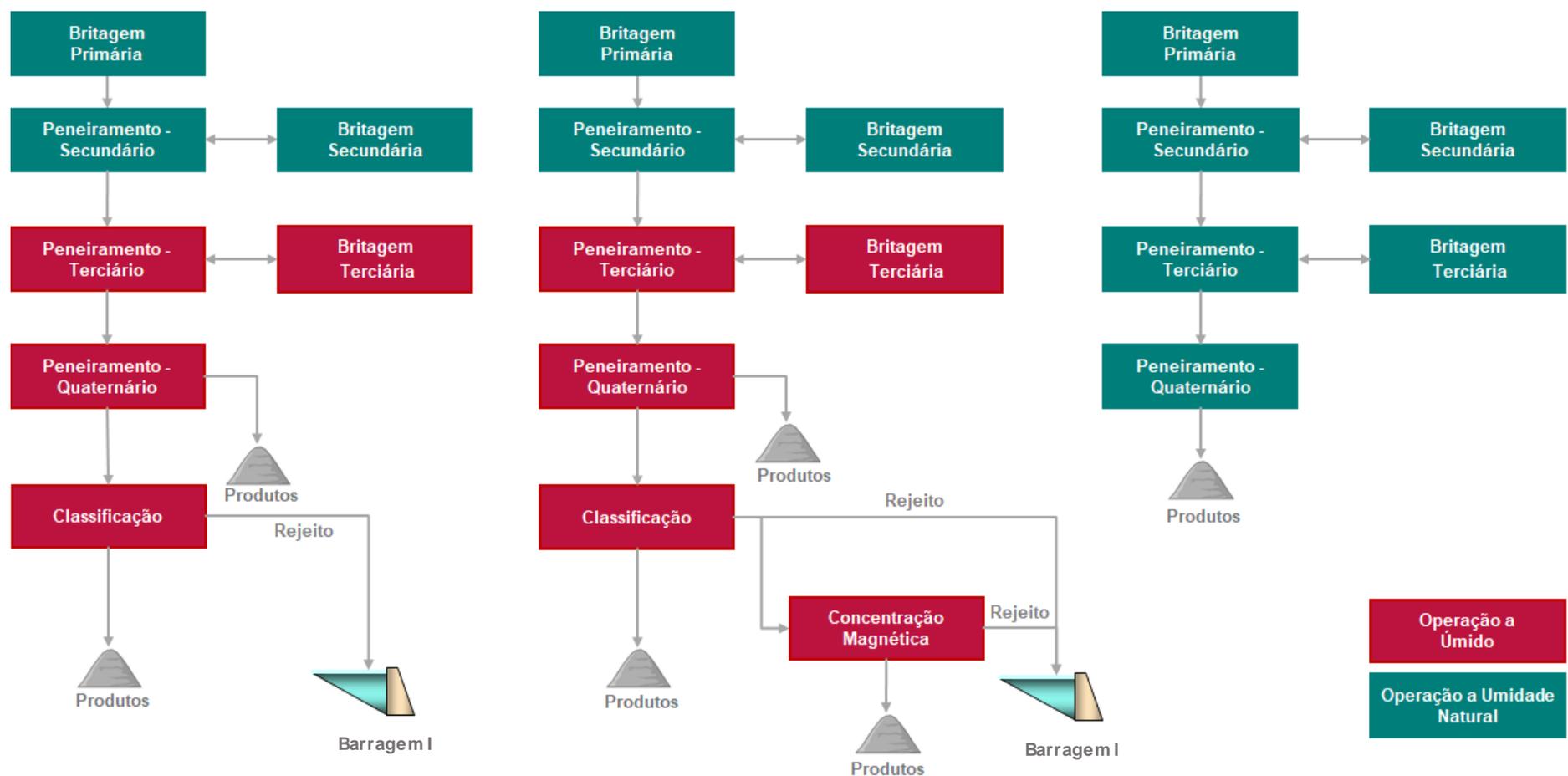


Figura 03 – Fluxogramas dos processos de beneficiamento de Córrego do Feijão (Vale, 2019).



2.4 Caracterização prévia dos rejeitos depositados na Barragem B I

Basicamente, existe até então apenas um trabalho na literatura relacionado à caracterização dos rejeitos depositados na antiga Barragem B I. Os rejeitos dispostos na Barragem B I da Mina do Córrego do Feijão foram caracterizados por Gomes (2009). Neste trabalho, o autor tinha o objetivo de caracterizar os rejeitos dispostos na barragem B I para verificar a possibilidade de concentração dos mesmos visando a obtenção de produtos, e enquadrando-os dentro de especificações para aplicações na indústria metalúrgica. Neste trabalho, o autor realizou alguns ensaios de caracterização química e granulométrica, caracterização mineralógica e ensaios em escala de bancada para separação magnética, deslamagem e flotação.

Gomes (2009) realizou 26 sondagens na barragem para a coleta de material e realização dos ensaios de caracterização. Estas sondagens cobriam toda a área superficial da barragem, visto que o intuito do autor era alcançar um bom nível de representatividade amostral, em relação aos trabalhos de reaproveitamento pretendidos. No total, foram coletadas 251 amostras de rejeitos, nos diferentes furos de sondagem. Estas amostras foram posteriormente compostas de 3 em 3 metros de profundidade, e analisadas em relação aos ensaios descritos anteriormente.

Na Figura 04, é possível verificar a malha de amostragem realizada na Barragem B I, previamente ao seu rompimento, e na Tabela 01, são listadas as composições químicas e a granulometria do rejeito amostrado à época do estudo (Gomes, 2009).

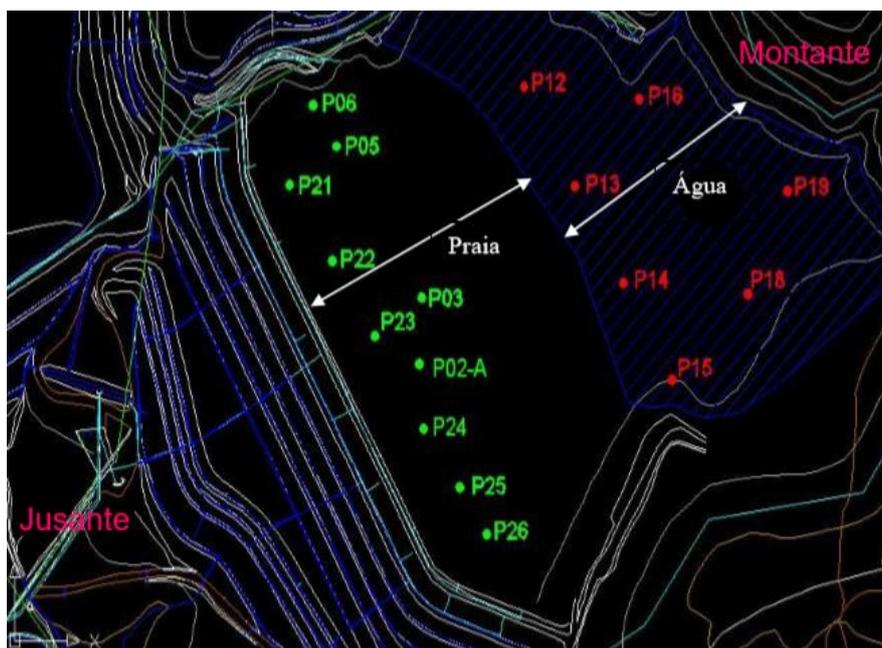


Figura 04 – Malha de Amostragem realizada na Barragem B I (Fonte: Gomes, 2009).



Tabela 01 – Composição química e granulometria dos furos de sondagem amostrados na Barragem B I (Fonte: Gomes, 2009).

Furo	% retida simples			análise química (%)								
	+0,150 mm	+0,045 mm	-0,045 mm	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P	Mn	TiO ₂	CaO	MgO	PPC
SPL 02	18,50	48,92	32,58	54,19	14,30	2,20	0,194	0,587	0,091	0,071	0,067	2,51
SPL 03	11,93	57,14	30,93	51,52	15,31	1,70	0,057	0,436	0,086	0,021	0,068	2,40
SPL 05	10,72	47,21	42,07	51,14	18,17	2,18	0,078	0,682	0,092	0,044	0,085	3,09
SPL 06	6,55	60,11	33,34	48,60	24,70	1,88	0,056	0,461	0,095	0,017	0,062	3,00
SPL 12	0,00	0,00	100,00	47,91	11,90	7,92	0,171	1,955	0,243	0,076	0,257	6,62
SPL 13	0,00	6,84	93,16	44,24	15,86	6,63	0,188	2,182	0,319	0,085	0,254	10,00
SPL 14	0,00	11,66	88,34	48,68	19,36	4,07	0,133	1,574	0,151	0,065	0,138	4,26
SPL 15	0,00	0,00	100,00	43,23	34,66	1,43	0,047	0,200	0,107	0,005	0,045	1,91
SPL 16	0,00	2,98	97,02	38,90	35,98	3,04	0,095	0,873	0,106	0,105	0,171	3,51
SPL 18	0,00	3,35	96,65	37,02	29,27	7,32	0,165	1,859	0,311	0,071	0,160	6,40
SPL 19	11,56	19,70	68,74	34,80	-	-	-	-	-	-	-	-
SPL 21	10,55	48,30	41,15	51,70	20,08	1,92	0,064	0,629	0,074	0,036	0,091	2,57
SPL 22	9,95	48,42	41,63	50,72	20,37	2,22	0,068	0,605	0,108	0,019	0,053	3,69
SPL 23	18,27	49,88	31,85	60,78	8,82	1,35	0,046	0,491	0,065	0,040	0,056	1,61
SPL 24	16,41	46,18	37,41	55,64	14,48	1,88	0,063	0,649	0,108	0,015	0,063	2,87
SPL 25	12,83	57,46	29,71	48,11	25,30	1,96	0,065	0,545	0,106	0,021	0,059	2,91
SPL 26	12,23	52,55	35,22	50,23	20,79	2,89	0,077	0,516	0,127	0,035	0,077	3,38
média	8,21	32,98	58,81	48,08	20,58	3,16	0,098	0,890	0,137	0,045	0,107	3,80

Em relação à granulometria Gomes (2009) classificou as amostras como pertencendo a três diferentes domínios, em relação ao percentual passante na peneira de 0,045 mm. Esta classificação foi definida da seguinte forma: Domínio de grossos com amostras apresentando entre 30 e 42% passante em 0,045 mm; Domínio de finos com percentual de 88 a 100% passante na mesma faixa, e Domínio dos mistos com percentual no entorno de 70%.

O autor percebeu uma distribuição dessas faixas granulométricas em relação ao eixo da barragem, o que era consistente com o método de lançamento e disciplinamento dos rejeitos na mesma. Desta maneira, o domínio de partículas mais grosseiras estava mais próximo ao maciço, e existia um gradiente em relação a esta distribuição em relação ao fundo do vale.

Gomes (2009) observou, ainda, uma gradação também em termos de teores, chegando a definir três classes de materiais em função dos teores de ferro, associadas a possíveis rotas de beneficiamento mineral.



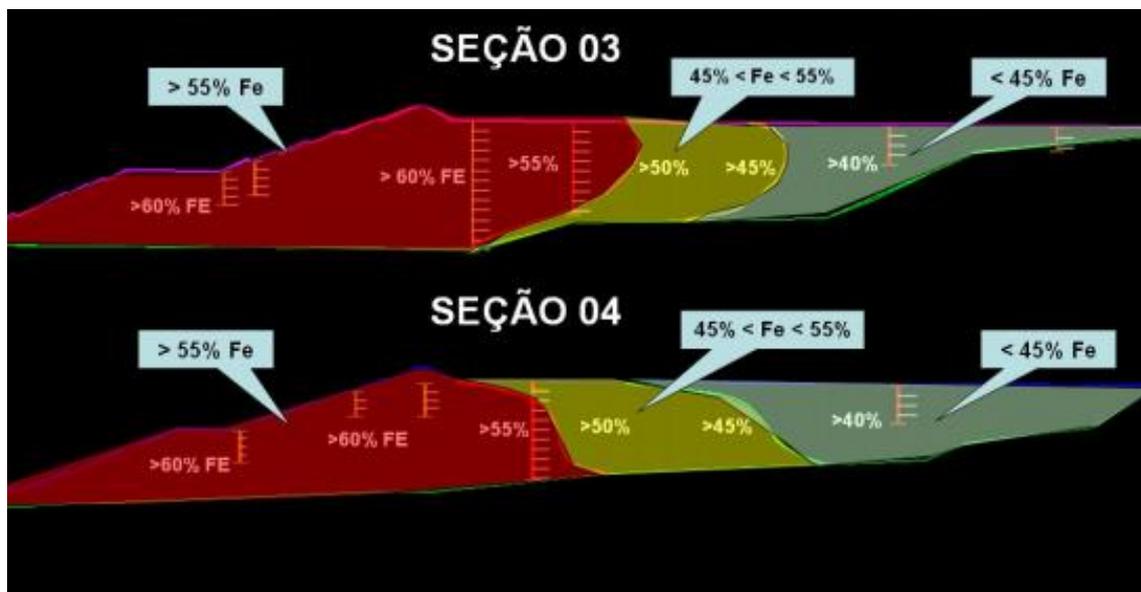


Figura 05 – Perfil de distribuição de granulometria e teores de ferro na Barragem B I. A granulometria varia da mais grosseira (região vermelha) para mais fina (região verde) ao longo do eixo da barragem (Fonte: Gomes, 2009).

Como o estudo de Gomes (2009) não focava a caracterização de metais-traço, as informações produzidas pelo autor somente auxiliam em validações relacionadas aos teores de elementos maiores da composição dos rejeitos. No atual programa de caracterização geoquímica, as avaliações desta natureza estão sendo realizadas com vistas à validação da representatividade das amostras coletadas.

2.5 Distribuição dos rejeitos liberados pós ruptura da Barragem B I (unidade dos depósitos tecnogênicos em zonas de acumulação)

Após o rompimento da Barragem B I da Mina Córrego do Feijão, observou-se na paisagem a formação de grandes zonas nas quais o material rompido encontra-se atualmente depositado. Esta área afetada pelo rompimento foi denominada depósitos tecnogênicos.

Estes depósitos são compostos, principalmente, pelos rejeitos acumulados da Barragem que se rompeu e, secundariamente, pelos solos, depósitos aluviais, depósitos coluvionares, vegetação do entorno imediato, estruturas de mineração que se encontravam a jusante (tais como escritórios, almoxarifados, pãra ferroviária e etc.) e estruturas e edificações civis que se situavam ao longo do vale do ribeirão Ferro e Carvão, e do córrego Samambaia (região na qual também ocorreu espriamento dos rejeitos-resíduos), que foram abarcadas pelo fluxo do rompimento da barragem no dia 25 de janeiro de 2019.



Tal material foi depositado principalmente ao longo do vale do ribeirão Ferro e Carvão, e nas feições fluviais do Rio Paraopeba, além de demais zonas de baixa declividade. Estas últimas incluem locais de confluência de afluentes do ribeirão Ferro e Carvão, como foi observado na confluência com os córregos Samambaia, Olaria e Laranjeira, bem como em outros afluentes de primeira ordem sem nomenclatura.

Os materiais que se depositaram ao longo dos vales dos cursos d'água detêm de características próprias, que demonstram que sua gênese se diferencia dos processos naturais existentes no ambiente.

Desta maneira, após o episódio de ruptura da Barragem B I, os rejeitos liberados ficaram conceitualmente depositados no ambiente das seguintes formas (basicamente):

- Dentro da própria estrutura da Barragem B I (rejeitos remanescentes)
- Nas calhas e planícies aluvionares dos cursos d'água, e solos da sub-bacia do córrego Ferro e Carvão, localizados a jusante da Barragem B I;
- Em bancos de sedimentos acumulados em algumas áreas, no rio Paraopeba, sobretudo logo a jusante da confluência com o córrego Ferro e Carvão;
- No fundo do rio Paraopeba (sedimentos ativos, ou de corrente).

Sobre essa distribuição conceitual de materiais é importante ressaltar que, possivelmente, durante o carreamento, parte significativa dos rejeitos se misturaram aos solos e sedimentos naturais das áreas afetadas.

Essa mistura aumenta a complexidade da investigação para a compreensão do comportamento geral dos rejeitos, e sua capacidade de alterar a qualidade ambiental.

É possível que os rejeitos misturados possuam diferenças significativas em relação aos rejeitos originais, quanto à reatividade ambiental.

Desta maneira, será objetivo do trabalho entender as características de cada um destes materiais (rejeitos, rejeitos misturados, solos e sedimentos naturais da região) do ponto de vista do entendimento da estabilidade geoquímica (reatividade ambiental).

Um aspecto importante da geoquímica ambiental, no contexto das barragens de mineração de ferro, é a diferença entre teor de elementos contido no meio e sua efetiva disponibilidade para compartimentos ambientais, e para o ciclo biológico (biodisponibilidade).

Embora seja de conhecimento geral que existem diferenças significativas entre o conteúdo total de elementos químicos em diferentes meios - solos, sedimentos, água – e a sua disponibilidade/biodisponibilidade, a existência de legislação baseada exclusivamente em teores totais pode levar a interpretações equivocadas sobre contaminação e poluição ambiental.

Em ambientes geológicos mineralizados, muitos elementos-traço podem ser retidos na estrutura de minerais, e isto se verifica comumente com óxidos e hidróxidos de ferro que tem forte afinidade com muitos elementos. Uma vez



fixados na estrutura ou superfície dos minerais de Fe e outras fases sólidas, tais elementos perdem a mobilidade e têm seu potencial de impacto ao ambiente reduzido, exceto se houver mudanças expressivas nas condições de Eh (óxido-redução) e pH (potencial hidrogeniônico) que podem colocar em desequilíbrio as fases minerais em questão. De modo geral, teores biodisponíveis destes elementos são muito inferiores aos teores totais, e devem ser priorizados quando se avalia o impacto de elementos químicos nos seres vivos.

Estes aspectos de entendimento das questões de disponibilidade/biodisponibilidade dos elementos-traço associados aos rejeitos da Barragem B I serão avaliados ao longo do trabalho que será realizado.

A abordagem baseada na lixiviação/solubilização de materiais geológicos se constitui historicamente como evolução e complementação da avaliação realizada a partir de dados de massa bruta) i.e., teores totais), na predição do potencial de contaminação de materiais sólidos, ainda que esta última abordagem seja até hoje utilizada para solos e sedimentos (GARD, 2009).

A lixiviação é o processo pelo qual os constituintes solúveis são dissolvidos a partir de um material sólido como rocha, solo ou resíduo, em um fluido por percolação ou difusão (ECOLOGY, 2003).

A liberação de constituintes é governada por uma combinação de processos químicos e mecanismos de transferência de massa que, por sua vez, é controlada por fatores como a composição química, propriedades físicas do material, juntamente com as condições de pH, potencial redox e composição (constituintes dissolvidos) do fluido de contato (ECOLOGY, 2003).

Em aplicações ambientais, a lixiviação representa o termo fonte para liberação de substâncias potencialmente danosas ao ambiente. Em geral, o termo “lixiviabilidade” é usado para descrever a propensão, a extensão da lixiviação ou a dependência do tempo de mobilização para um determinado material (VAN DER SLOOT, H.A *et al.*, 1997).

A composição do lixiviado gerado a partir de um material, e seu potencial de impactar a qualidade das águas naturais sob sua influência, são fatores-chave na gestão ambiental do material (VAN DER SLOOT, H.A *et al.*, 1997).

Testes laboratoriais de lixiviação fornecem a base para estimar quais componentes serão liberados para o ambiente, a taxa em que eles vão lixiviar, e os fatores que controlam a lixiviação.

Tradicionalmente, o potencial de impacto ambiental através da lixiviação sempre foi estimado usando um ou mais testes de lixiviação de ponto único, e que representam um cenário específico ou um conjunto de condições.

Como exemplo destes testes de ponto único estão o Procedimento de Lixiviação de Característica de Toxicidade – TCLP (USEPA, 1992), ou os de Lixiviação e Solubilização de Resíduos NBR 10.004 (ABNT, 2004), que simulam condições que “podem”, por exemplo, ser encontradas dentro de um aterro sanitário municipal.



As abordagens de ponto único podem ser apropriadas para fins de triagem ou classificação de materiais, para aplicações regulatórias específicas, ou para padrões regulatórios de tratamento de resíduos.

Os testes específicos a ser empregados em uma estrutura de investigação devem ser selecionados com base em requisitos regulatórios, objetivos e consideração do uso final dos dados.

Vários fatores físicos, químicos e biológicos influenciam a lixiviação de um resíduo ou solo em condições de campo. Entretanto, apenas um pequeno número dos fatores mais facilmente modelados é incorporado em um único protocolo de teste de laboratório, sendo então recomendada a combinação de testes, de forma a cobrir uma variedade de condições geoquímicas possíveis.

Nas áreas mais próximas ao local do rompimento da Barragem B I (Bacia do córrego Ferro e Carvão), os rejeitos liberados depositaram-se nas áreas afetadas a jusante, nos seguintes ambientes geoquímicos:

- Subaéreo – Rejeitos depositados ao longo de margens, bancos no rio e nas planícies de inundação circundantes, e que estão geralmente expostos às condições atmosféricas.
- Subaquático – A deposição subaquática de rejeitos ocorre nas áreas afetadas da seguinte maneira: 1) rejeitos submersos em leitos do rio Paraopeba; e 2) rejeitos submersos em reservatórios hidroelétricos.

Cabe ressaltar que, mesmo nas áreas de deposição de rejeitos subaéreos, nos locais onde camadas mais espessas ocorram, os rejeitos de porções mais profundas poderão não estar totalmente em contato com o oxigênio atmosférico e, por consequência, estarem sujeitos a condições anóxicas.

Nesta Nota Técnica estão apresentados e discutidos os resultados das caracterizações dos rejeitos distribuídos segundo as seguintes formas:

- Dentro da própria estrutura da Barragem B I - Rejeitos remanescentes;
- Nas calhas e planícies aluvionares dos cursos d'água, e solos da sub bacia do córrego Ferro e Carvão, localizados a jusante da Barragem B I;

Amostras das outras formas conceituais da presença dos rejeitos estão sendo avaliadas, e serão apresentadas nos próximos relatórios em conjunto com os dados aqui discutidos.



3.0 PROGRAMA DE INVESTIGAÇÃO DE CAMPO

3.1 Investigação de campo

As atividades de investigação de campo foram iniciadas pela Geoenviron em 30 de janeiro de 2019 e estão em curso.

O objetivo primário das investigações de campo consiste em coletar amostras para análise geoquímica que representem a ampla gama de materiais e ambientes deposicionais resultantes da liberação dos rejeitos, devido ao rompimento da Barragem B I (por exemplo, deposição subaquática no fundo de reservatórios, e deposição superficial ao longo das margens ou centro das calhas de rios e em planície de inundação).

A Figura 01 do Anexo I apresenta a localização das amostras de rejeitos (com características originais e misturados) já coletadas até o momento.

As condições de saúde e a segurança da equipe de campo, além de acesso às áreas, em função das buscas realizadas pelos bombeiros, influenciaram nos critérios de seleção dos pontos de amostragem. As primeiras amostragens foram, inclusive, realizadas utilizando um helicóptero do corpo de bombeiros, devido às dificuldades de acesso às áreas.

A Tabela 01 do Anexo II apresenta a lista de amostras de rejeito coletadas para o Programa de Caracterização Geoquímica. Esta Tabela contém, também, informações sobre a localização, profundidade, zona geográfica, coordenadas e elevação, tipo de amostragem e a data e hora da coleta.

Duas tipologias de rejeitos foram coletadas durante as atividades de campo, como se segue:

- Rejeitos com características originais (CO): amostras de rejeitos coletadas no antigo reservatório da Barragem de Rejeitos B I. Estas amostras são usadas como sendo as mais próximas dos rejeitos depositados antes de seu rompimento, sem a influência de outros materiais que podem ter sido misturados aos rejeitos, após a ruptura;
- Rejeitos potencialmente misturados (RM): amostras de rejeitos coletadas ao longo da planície afetada do ribeirão Ferro e Carvão na área afetada pela “mancha de rejeitos”;

A classificação das amostras vem se baseando nos critérios listados acima, que são provenientes das avaliações feitas para definição dos pontos de coleta e das evidências visuais.

As amostras de rejeitos foram coletadas de maneira geral através de amostras simples utilizando pá manual de inox em uma profundidade compreendida entre 0-20 cm. Algumas amostras foram coletadas acessando as áreas via helicóptero, utilizando basicamente o mesmo procedimento.



Amostras em profundidade foram coletadas também em três seções ao longo da planície do ribeirão Ferro e Carvão. Quando possível, essas amostras foram coletadas em até três profundidades, 0-20 cm; 50-70 cm e 90-110 cm.

O detalhamento de quais amostras foram coletadas usando essa sistemática estão apresentados na Tabela 01 do Anexo II.

Um resumo da distribuição das amostras em relação a sua localização está apresentado na Tabela 02 a seguir:

Tabela 02 – Resumo das características das amostras de rejeito coletadas

Amostras	Classificação	Descritivo
AM 00, AM 05, AM 06, AM 07, AM 14	Rejeitos com características originais: amostras de rejeitos coletadas no antigo reservatório da Barragem de Rejeitos B I	Amostras coletadas dentro do reservatório da Barragem B I. A amostra AM 00 trata-se de amostra composta coletada antes do rompimento. Todas as amostras foram coletadas entre 0-20cm.
AM 01, AM 02, AM 03, AM 04, AM 08, AM 09, AM 10, AM 11, AM 12, AM 13, AM 15, AM 16, AM 17, AM 19, AM 20, AM 22, AM 23, AM 24, AM 25, AM 26, AM 27, AM 28, AM 29, AM 30, AM 31, AM 32, AM 33, AM 34, AM 35, AM 36, AM 42, AM 46	Rejeitos misturados: amostras de rejeitos coletadas ao longo da planície afetada do ribeirão Ferro e Carvão	Amostras coletadas próximas às antigas áreas da mina Feijão e na planície do ribeirão Ferro e carvão, próximo a interferências com terrenos da população do entorno. Todas as amostras foram coletadas entre 0-20cm.
AM 37, AM 38, AM 39, AM 40, AM 41, AM 43, AM 44, AM 45	Rejeitos misturados: amostras de rejeitos coletadas ao longo da planície afetada do ribeirão Ferro e Carvão	Amostras coletadas em até três profundidades (0-20 cm; 50-70 cm e 90-110 cm) em três seções distribuídas ao longo da planície do ribeirão Ferro e Carvão



4.0 ESPECIFICAÇÕES DOS ENSAIOS DA CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA E REQUISITOS LEGAIS

Esta seção apresenta a descrição dos ensaios selecionados para a caracterização geoquímica dos rejeitos solos e sedimentos na primeira etapa de caracterização (em curso), e que serão inicialmente apresentados nesta Nota Técnica, tais como: características gerais dos ensaios, bem como as justificativas para sua seleção.

Esta seção apresenta, ainda, os requisitos legais utilizados nas interpretações dos dados.

4.1 Composição Química da massa bruta e de Metais-Traço

Os ensaios de caracterização de massa bruta (rocha total) e metais-traço na composição dos rejeitos, solos e sedimentos incluirão:

Análise de Rocha Total – A análise de rocha total será feita por espectroscopia de fluorescência de raios-X (XRF) para os parâmetros Al_2O_3 , K_2O , CaO , MgO , Fe_2O_3 , MnO , P_2O_5 , SiO_2 , TiO_2 e LOI.

Análise de Metais-traço – A caracterização da composição de metais-traço de uma amostra é geralmente um processo de duas etapas, incluindo uma digestão ácida para liberar os elementos na fase de solução, seguida da análise dos elementos no digerido resultante. Vários procedimentos de digestão ácida estão disponíveis na literatura e vem sendo usados em aplicações ambientais. Dois dos principais métodos utilizados na literatura são o 3050B da USEPA (1996) e ISO 11466.3 (Água Régia)

Em avaliação recente dos dois métodos, Peña-Icart *et al.* (2012) sugeriu que do ponto de vista prático, qualquer um dos métodos pode ser usado em aplicações ambientais, não sendo possível definir previamente o melhor método a ser utilizado para vários elementos sem uma avaliação específica. Os autores sugeriram ainda, que o método para um analito de interesse em específico deva ser selecionado por meio da eficiência de extração do método selecionado. Como neste trabalho vários são os elementos de interesse, e como será necessário comparações com informações disponíveis em bases de dados públicas, o método selecionado foi o ICM 14B (Determinação por Digestão com Água Régia) do laboratório SGS Geosol e que é correspondente ao ISO 11466.3 (Água Régia).

Este método é o mesmo utilizado pelo Serviço Geológico Brasileiro (CPRM) em avaliações de solos e sedimentos no quadrilátero ferrífero e inclusive no contexto do acidente com a Barragem B I. O método já foi extensivamente testado pela CPRM para amostras em contextos geológicos semelhantes ao da Barragem B I, sendo esta a razão da escolha do método.



Carbono – Análise de carbono inorgânico total (CIT) e carbono orgânico total (COT) por oxidação por via úmida do material orgânico conforme Embrapa, segundo Donagema (2011).

Enxofre – Análise de Enxofre total (STOT) por queima em um forno de indução/determinação de SO₂ (g) com detector infravermelho (IR)).

4.2 Granulometria

Serão determinados o teor de umidade e a distribuição granulométrica das amostras. O teor de umidade será medido pelo método apresentado na norma NBR 10.006 (ABNT, 2004b). A análise granulométrica será realizada utilizando os seguintes tamanhos de malha:

- 2,00 mm (areia muito grossa)
- 1,00 mm (areia muito grossa)
- 0,600 mm (areia grossa)
- 0,250 mm (#60); (areia média)
- 0,125 mm (#120); (areia fina)
- 0,063 mm (#250); (areia muito fina)
- 0,020 mm (#500); (Silte)
- <0,020 mm (pan). (Argila)

Estas malhas foram selecionadas buscando os limites das frações de solo pelo tamanho dos grãos segundo a ABNT NBR 6502/95 e levando-se em consideração as malhas disponíveis no laboratório utilizado nas avaliações.

4.3 Composição Química Segundo a Fração Granulométrica

O objetivo desta análise é identificar quaisquer tendências nas concentrações de metais em função da granulometria, uma vez que o transporte físico dos rejeitos nas águas afetados é influenciado pela granulometria, com partículas menores, provavelmente, permanecendo em suspensão e percorrendo distâncias maiores do que partículas mais grosseiras.

As tendências químicas em função da granulometria são relevantes para a interpretação dos resultados de qualidade das águas, dos sólidos em suspensão, dos sedimentos transportados por arraste e dos materiais depositados.

Neste ensaio alíquotas das frações retidas no ensaio de granulometria são submetidas à mesma estrutura de caracterização dos ensaios de composição química global apresentados anteriormente.



4.4 Ensaios de Lixiviação de curto-prazo

4.4.1 Lixiviação NBR 10.005 (ABNT, 2004a)

O ensaio NBR 10.005 (ABNT, 2004a) é utilizado para determinar se o material é tóxico, de acordo com os termos de regulamentação de resíduos sólidos do Brasil.

O ensaio é realizado a uma razão de sólido - líquido (S: L) de 1:20. Dependendo do tipo de amostra (como definido pela análise de pH inicial), um dos dois tipos de lixivantes é utilizado :1) solução de ácido acético (HOAc) com pH inicial de 2,9; ou 2) solução de acetato de sódio (HOAc/NAOC) tamponada em pH 4,9.

O teste possui duração de 18 horas, e é conduzido em temperatura ambiente. Os lixiviados são filtrados através membranas filtrantes de 0,45- μ m antes de serem submetidos as análises.

4.4.2 Solubilização NBR 10.006 (ABNT, 2004b)

O ensaio NBR 10.006 (ABNT, 2004b) é utilizado para determinar se o material é inerte ou não inerte, de acordo com os termos da regulamentação de resíduos sólidos do Brasil.

O ensaio simula o potencial de lixiviação do material através de meteorizarão a partir de água (i.e., água de chuva). O ensaio é realizado com água deionizada, com uma relação S:L de 1:4, e com duração de 7 dias, em temperatura ambiente. O lixiviado é filtrado através do filtro de 0,45 μ m antes de serem submetidos às análises.



5.0 RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA

5.1 Distribuição Granulométrica

Os resultados de distribuição granulométrica estão apresentados na Tabela 01 do Anexo II e nos laudos do Anexo III.

As curvas de distribuição granulométrica das amostras de rejeitos coletadas no reservatório da Barragem B I e, de rejeitos misturados coletadas a jusante da barragem, na bacia do ribeirão Ferro e Carvão, são mostradas nas Figuras 06 a 10.

A Figura 06 apresenta as curvas do conjunto global de amostras. O conjunto global das amostras de rejeitos e rejeitos misturados se enquadrou principalmente na faixa granulométrica de silte a areia muito fina, conforme a concepção de Wentworth (apud Conama, 2012).

Nas Figuras 07 a 09, as curvas representando as amostras foram reunidas em três grupos razoavelmente homogêneos, de acordo com os seus formatos e D50 (isto é, o diâmetro mediano de tamanho de partícula). A Figura 10 reúne as curvas de distribuição granulométrica específicas dos rejeitos coletados na Barragem B1 (i.e., amostras AM 00, AM 05, AM 06 AM 07 e AM 14).

O primeiro grupo caracterizou-se por granulometrias indicando maior predominância de finos, representando as seguintes amostras: AM 00, AM 01, AM 02, AM 03, AM 04, AM 19, AM 35, AM 36, AM 38 e AM 45. Estas amostras apresentaram valores D50 estimados entre 0,020 e 0,025mm.

O segundo grupo caracterizou-se por granulometrias indicando predominância de partículas mais grosseiras (em relação ao primeiro grupo). Ele também apresentou curvas granulométricas mais distribuídas entre frações finas e grosseiras, sendo, portanto, o mais heterogêneo dentre os três conjuntos, e representando as amostras AM 06, AM 07, AM 08, AM 10, AM 11, AM 14, AM 15, AM 16, AM 20, AM 22, AM 26 e AM 30. Estas amostras apresentaram valores D50 estimados em torno de 0,06 a 0,15 mm.

O terceiro grupo foi formado por amostras com granulometrias mais distribuídas nas faixas em relação aos dois primeiros. As amostras que representaram este grupo foram: AM 05, AM 09, AM 12, AM 13, AM 17, AM 23, AM 24, AM 25, AM 27, AM 28, AM 29, AM 31, AM 32, AM 33, AM 34, AM 42, AM 43 e AM 44. Estas amostras apresentaram D50 com valores estimados entre 0,02 e 0,10 mm.

Com relação à diferenciação entre amostras de rejeito com características originais (i.e., rejeitos) e rejeitos misturados, observa-se que, com exceção da amostra AM 00, os rejeitos avaliados apresentaram domínio de partículas grosseiras, com valores D50 oscilando entre 0,025 mm (AM 14) e 0,13 mm (AM 07). A amostra AM00 (i.e., amostra composta de rejeito, coletada em 2017) foi caracteristicamente mais fina que as demais, com D50 estimado em 0,02 mm (Figura 10).

Não foi possível estabelecer uma relação direta e absoluta de localização das amostras e predominância de uma determinada faixa granulométrica, ainda que seja possível perceber pequenos trechos de predominância de uma faixa



granulométrica em específico. Valores de D50 estimados para as amostras coletadas a partir da Barragem B I, ao longo da planície aluvionar do ribeirão Ferro e Carvão, até a confluência com o rio Paraopeba, indicaram não haver correlação entre granulometria e distância percorrida pelos rejeitos, para o conjunto amostral avaliado.

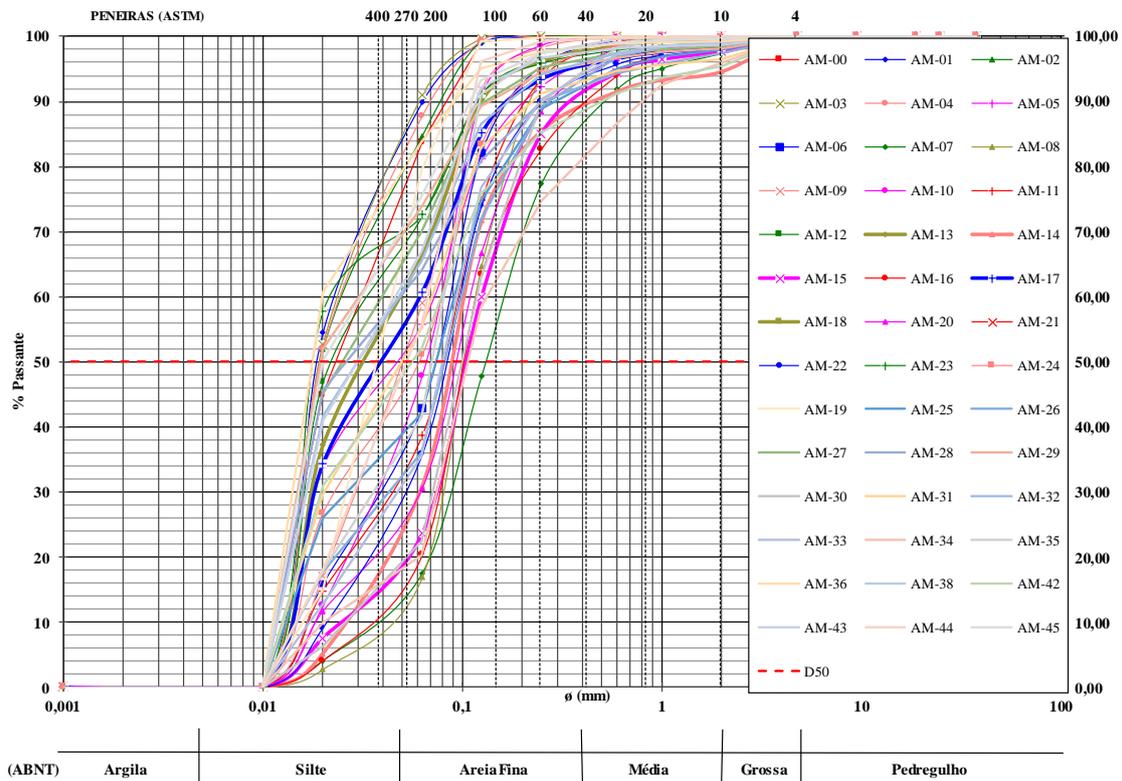


Figura 06 – Distribuição granulométrica do conjunto global de amostras coletadas.



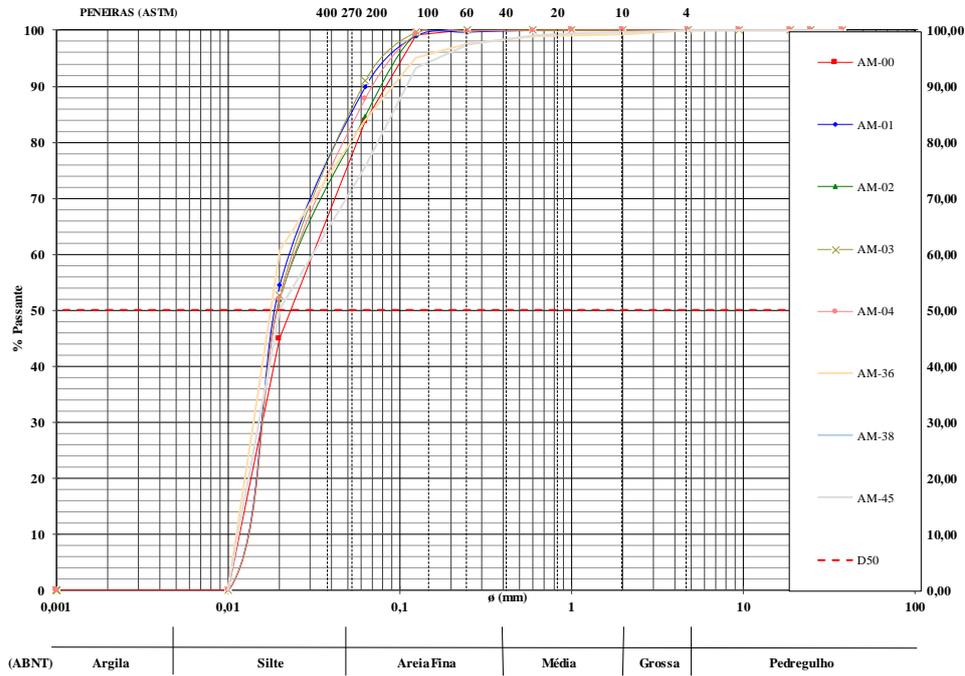


Figura 07 – Distribuição granulométrica do grupo de amostras coletadas com predominância de finos.

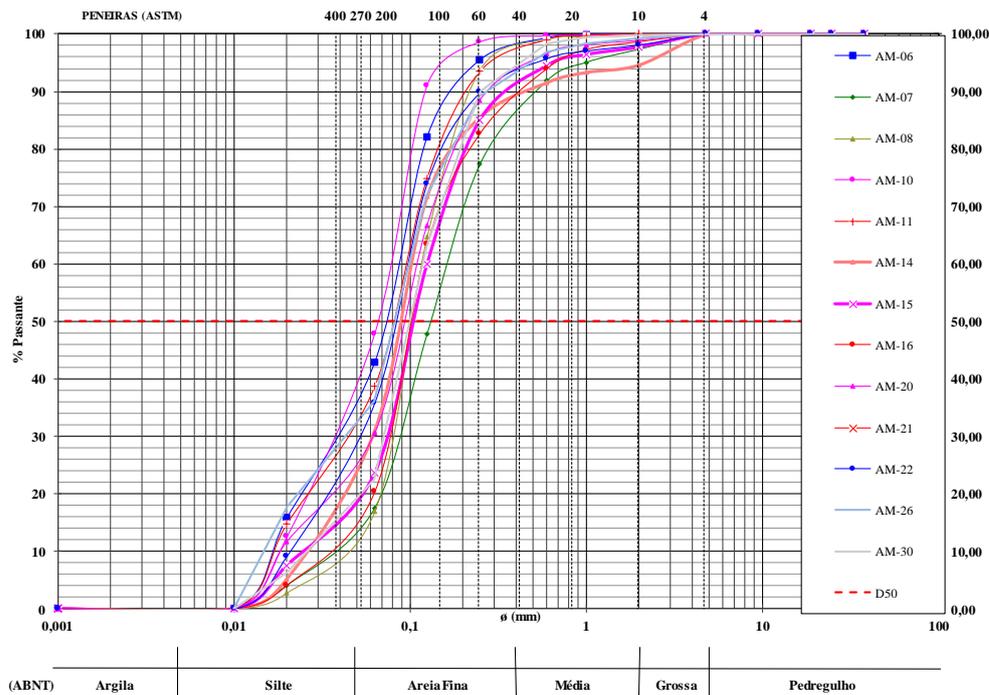


Figura 08 – Distribuição granulométrica do grupo de amostras coletadas com predominância de grossos.



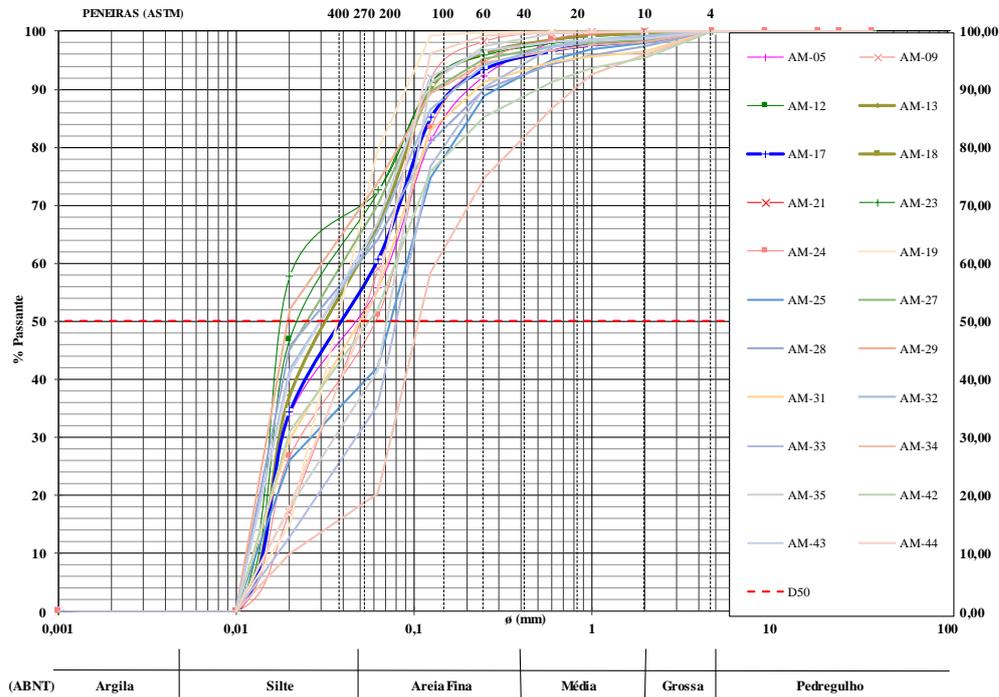


Figura 09 – Distribuição granulométrica do grupo de amostras coletadas com curvas granulométricas mais distribuídas entre frações finas e grosseiras.

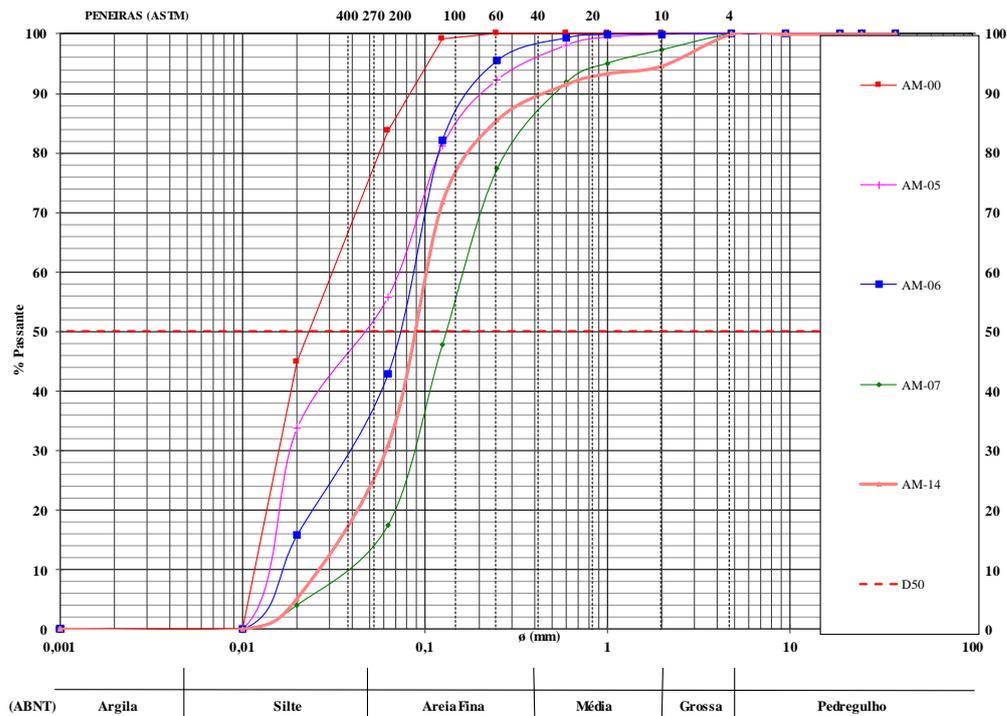


Figura 10 – Distribuição granulométrica das amostras de rejeitos (i.e., rejeitos com características originais).



5.2 Composição Química Global

5.2.1 Componentes majoritários e minoritários

Os resultados da análise composicional realizada através de fluorescência de raios-X (XRF) para as amostras de rejeitos, e para as amostras de rejeitos misturados, são apresentados na Tabela 02 do Anexo II e nos laudos do Anexo III. A estatística descritiva dos dados, correspondente aos principais óxidos metálicos e LOI (perda percentual de massa por ignição) são apresentados na Tabela 03, a seguir, tanto para os rejeitos com características originais (CO) quanto para os rejeitos potencialmente misturados (RM). Para efeitos do cálculo, resultados com valores inferiores ao limite de quantificação (LQ), foram considerados como LQ/2.

Rejeitos com características originais

Ferro (Fe) e silício (Si) foram os principais constituintes dos rejeitos, sendo Fe o elemento essencialmente majoritário em suas composições. Os valores de média e mediana (expressos para estes elementos, respectivamente na forma dos óxidos $[Fe_2O_3]$ e sílica $[SiO_2]$) foram ao menos uma ordem de grandeza superiores às médias e medianas dos demais constituintes. As médias de $[Fe_2O_3]$ e sílica somaram 94,4% da massa amostral, enquanto suas medianas somaram 96,4%.

Dados dos coeficientes de variação (CV) indicaram, entretanto, um intervalo significativo para os teores de sílica (i.e., $CV=69,21\%$) contra teores considerados homogêneos de $[Fe_2O_3]$ (i.e., $CV=13,1\%$) – Tabela 03.

De acordo com a Figura 11, as concentrações de $[Fe_2O_3]$ e $[SiO_2]$ nos rejeitos foram indiretamente proporcionais entre si, apresentando forte correlação linear negativa (i.e., coeficiente de correlação de Pearson, $R= -0,978$).

As concentrações média e mediana de alumínio na sua forma de óxido $[Al_2O_3]$ corresponderam a apenas 2,12% e 1,36% do total, respectivamente, e foram ainda menores para os demais óxidos metálicos.

Rejeitos potencialmente misturados (RM)

A estatística descritiva das amostras de rejeitos misturados (Tabela 05) apresentou resultados semelhantes a dos rejeitos com características originais (CO).

Como aqueles, os rejeitos misturados constituíram-se essencialmente de $[Fe_2O_3]$, seguido de sílica, e apresentaram correlação linear negativa forte ($R= -0,973$) entre estes parâmetros (Figura 12). Entretanto, os dados indicaram um enriquecimento relativo dos teores da própria sílica (i.e., média e mediana de 15,9%) nos rejeitos misturados, quando comparados aos rejeitos. As concentrações de outros óxidos metálicos também foram incrementadas, principalmente $[Al_2O_3]$, $[K_2O]$ e $[TiO_2]$, além de perda por ignição (LOI).



Por outro lado, houve um decréscimo nos teores médio e mediano de ferro (72,7% e 75,3 %, respectivamente). Em geral, amostras com teores de sílica cada vez mais elevados que 30% em peso, decresceram, concomitantemente, seus teores de ferro, ao mesmo tempo em que a soma das concentrações destes dois parâmetros tenderam a decrescer para aquém de 85% em peso, sugerindo a presença cada vez mais expressiva de (minerais contendo) Al, K e Ti (Figura 11).

A estatística descritiva indicou, ainda, um incremento no coeficiente de variação (CV) para vários constituintes avaliados nas amostras de rejeitos misturados (Tabela 03).

Estes resultados refletem provavelmente a variabilidade composicional das amostras, à medida que os rejeitos liberados da Barragem B I misturaram-se com solos e sedimentos naturais da região de estudo. Os resultados também indicaram similaridade composicional global entre os rejeitos com características originais e os rejeitos misturados, com a peculiaridade que os rejeitos com características originais são relativamente mais ricos em ferro, e menos enriquecidos em sílica e alumínio.

Tabela 03 – Estatística descritiva das amostras de rejeitos. Concentrações em %.

Parâmetro	Grupo	No. de observações	Mínimo	Máximo	1° Quartil	Mediana	3° Quartil	Média	Desvio-padrão (n)	Coeficiente de variação	Coeficiente de variação (%)	Assimetria (Pearson)	Curtose (Pearson)	Razão entre as Medianas (CO/RM)
Fe2O3 (%)	CO	5	69,00	96,70	71,50	85,40	91,30	82,78	10,87	0,131	13,13	-0,112	-1,635	1,14
	RM	35	42,60	97,40	68,55	75,20	84,10	74,22	13,41	0,181	18,06	-0,548	-0,124	
SiO2 (%)	CO	5	1,68	22,80	4,26	11,00	18,20	11,59	8,02	0,692	69,21	0,129	-1,539	0,69
	RM	35	1,10	36,20	9,42	15,90	20,80	15,90	8,71	0,548	54,79	0,571	-0,088	
Al2O3 (%)	CO	5	0,70	4,56	1,17	1,36	2,81	2,12	1,41	0,665	66,46	0,765	-0,925	0,35
	RM	35	0,44	12,50	1,95	3,92	5,27	4,19	2,72	0,648	64,85	1,120	-1,131	
MnO (%)	CO	5	0,43	1,25	0,63	0,88	0,92	0,82	0,28	0,338	33,83	0,114	-1,039	1,01
	RM	35	0,32	1,79	0,67	0,87	1,27	0,97	0,40	0,408	40,83	0,503	-0,783	
MgO (%)	CO	5	0,14	0,37	0,17	0,21	0,21	0,22	0,08	0,361	36,14	1,089	-0,229	1,24
	RM	35	0,11	0,27	0,15	0,17	0,22	0,18	0,05	0,257	25,67	0,330	-1,031	
TiO2 (%)	CO	5	0,05	0,17	0,06	0,09	0,12	0,10	0,04	0,444	44,43	0,528	-1,080	0,56
	RM	35	0,05	0,46	0,09	0,16	0,19	0,16	0,09	0,545	54,51	1,517	2,469	
P2O5 (%)	CO	5	0,08	0,24	0,09	0,13	0,24	0,16	0,07	0,453	45,25	0,251	-1,773	0,81
	RM	35	0,06	0,35	0,12	0,16	0,24	0,18	0,08	0,453	45,29	0,560	-0,805	
Na2O (%)	CO	5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00	0,000	0,00			1,00
	RM	35	0,05	0,12	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,224	22,43	5,659	30,029	
K2O (%)	CO	5	0,02	0,09	0,02	0,06	0,08	0,05	0,03	0,544	54,43	-0,112	-1,711	0,40
	RM	35	0,02	0,76	0,08	0,15	0,26	0,22	0,20	0,925	92,51	1,412	0,909	
S (%)	CO	5	0,005	0,020	0,010	0,010	0,020	0,013	0,006	0,462	46,15	0,111	-1,602	0,50
	RM	35	0,005	0,030	0,010	0,020	0,020	0,016	0,007	0,408	40,78	-0,065	-1,082	
Toc (%)	CO	5	0,025	0,160	0,060	0,070	0,090	0,081	0,045	0,553	55,27	0,686	-0,560	0,70
	RM	35	0,010	0,690	0,075	0,100	0,185	0,167	0,167	1,002	100,15	1,675	2,087	
LOI (%)	CO	5	0,64	4,30	1,52	1,59	3,09	2,23	1,30	0,584	58,40	0,446	-1,203	0,46
	RM	35	0,38	9,32	2,09	3,45	5,00	3,59	1,88	0,524	52,43	0,714	0,496	



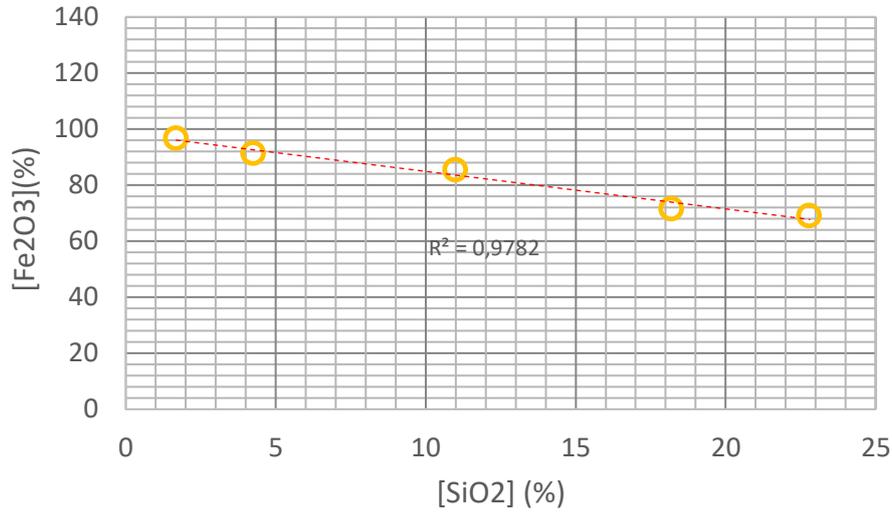


Figura 11 – Correlação entre as concentrações de [Fe₂O₃] e [SiO₂] nos rejeitos com características originais.

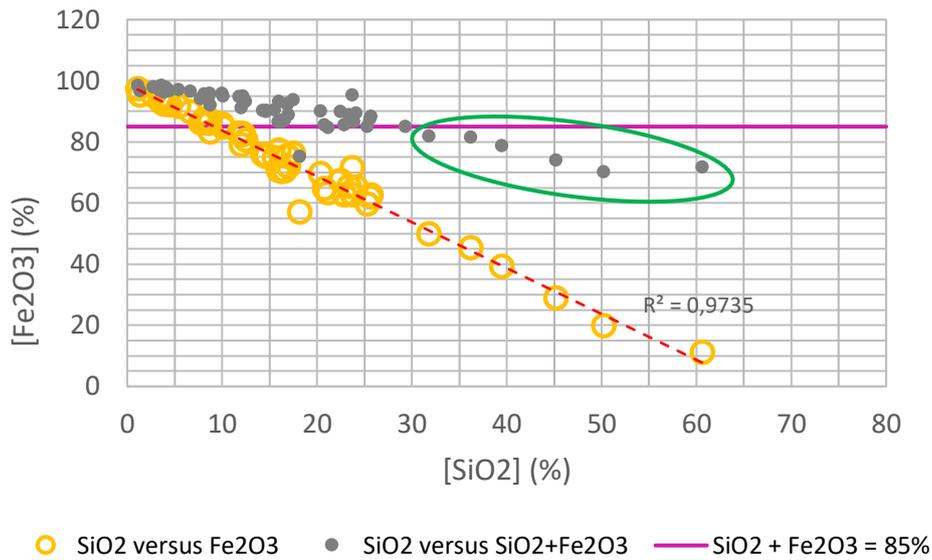


Figura 12 – Correlação entre as concentrações de [Fe₂O₃] e [SiO₂] nos rejeitos misturados.



5.2.2 Elementos-traço

A análise composicional de elementos-traço nos materiais de estudo foi realizada após digestão da amostra com água-régia, seguida da determinação analítica via ICP-MS. Os dados dessa avaliação estão apresentados na Tabela 03 do Anexo II e nos laudos do Anexo III.

A Tabela 04, a seguir, apresenta a estatística descritiva para traços potencialmente tóxicos, estabelecidos na literatura, e que são geralmente associados com a mineração histórica de ouro (e.g., As, Cd e Hg), ou de ferro e manganês (e.g., Ba) no Quadrilátero Ferrífero. São eles: antimônio, (Sb), arsênio (As), bário (Ba), cádmio (Cd), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), mercúrio (Hg), molibdênio (Mo), níquel (Ni), prata (Ag) e zinco (Zn). Selênio (Se). O Se não foi detectado em nenhuma das amostras de rejeito, ou rejeito misturado (Tabela 03 do Anexo II). A Tabela 04 apresenta ainda as razões entre as medianas de concentrações dos rejeitos com características originais pelos rejeitos misturados, listadas nas tabelas anteriores.

Para efeitos dos cálculos estatísticos, valores inferiores ao limite de quantificação (LQ) foram considerados como LQ/2, assim como na seção anterior.

Uma avaliação global dos resultados de composição química dos elementos-traço é apresentada abaixo, com base na Tabela 03 do Anexo II, nos laudos do Anexo III e na Tabela 04:

- Os rejeitos com características originais apresentaram os menores teores de traços como As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, e Ni, e Zn.
- Considerando dados obtidos, observa-se que, das amostras de rejeito (rejeitos com características originais), a amostra composta (AM00) apresentou concentrações de metais relativamente mais elevadas que a média e mediana entre concentrações das amostras simples (AM05, AM06, AM07 e AM14)*, exceto em relação à Hg e Ag. (*Nota: *A tabela 04 mostra média e mediana para as 5 amostras, e não entre as 4 amostras simples*). Um exemplo neste contexto foi o elemento cromo, com teor de 2 mg/kg na amostra AM00, mas não foi detectado nas outras 4 amostras (i.e., Cr < 1 mg/kg). As concentrações de Hg e Ag na amostra AM00 corresponderam a 0,05 mg/kg e 1,41 mg/kg, ao passo que o teor mediano nas amostras simples foi de 0,09 mg Hg/kg e 1,69 mg Ag/kg, respectivamente. Possivelmente essas diferenças estão associadas ao pequeno número de amostras avaliadas até o momento neste grupo.
- As concentrações de metais-traço potencialmente tóxicos foram, em geral, similares entre as amostras de rejeitos com características originais e rejeitos misturados:
 - As concentrações medianas desses metais-traço nos rejeitos, e nos rejeitos misturados foram similares entre si, com razões entre medianas oscilando entre 0,75 e 1,00. Exceção neste caso observada em relação a Pb (Tabela 04):



- Ag decresceu sua concentração nos rejeitos misturados, apresentando razão entre as medianas correspondente a 1,13.
- As, Ba, Cd, Cu, Hg, Zn, Ni, Mo e principalmente Pb, por outro lado, apresentaram concentrações inferiores nos rejeitos com características originais. Esses dados sugerem um enriquecimento dos rejeitos misturados em elementos traços, no entanto o número reduzido de amostras nesse conjunto pode estar influenciando essa avaliação, não sendo possível ainda concluir que este é enriquecimento é um fato.
- Assim, como no contexto dos componentes majoritários e minoritários (seção anterior), estes resultados indicaram, ao mesmo, tempo a variabilidade e a semelhança composicional de traços entre rejeitos com características originais e rejeitos misturados. Novas amostras coletadas e incorporadas nessa avaliação permitirão consolidar o julgamento sobre o comportamento entre os rejeitos. Na próxima seção, resultados de concentração destes elementos são comparados contra padrões regulatórios.



Tabela 04 – Estatística descritiva de metais-traço potencialmente tóxicos – Rejeitos. Concentrações em mg/kg.

Parâmetro	Grupo	No. de observações	Mínimo	Máximo	1° Quartil	Mediana	3° Quartil	Média	Desvio-padrão (n)	Coefficient e de variação	Coefficient e de variação (%)	Assimetria (Pearson)	Curtose (Pearson)	Razão entre as Medianas (CO/RM)
Sb (ppm)	CO	5	1,07	1,72	1,11	1,25	1,52	1,33	0,25	0,187	18,68	0,436	-1,402	1,01
	RM	35	0,75	1,81	1,10	1,24	1,48	1,30	0,26	0,200	19,97	0,145	-0,698	
As (ppm)	CO	5	5,00	17,00	8,00	9,00	14,00	10,60	4,32	0,407	40,73	0,259	-1,361	0,75
	RM	35	6,00	24,00	10,00	12,00	17,00	13,51	4,74	0,351	35,08	0,429	-0,961	
Ba (ppm)	CO	5	72,00	158,00	83,00	102,00	146,00	112,20	34,10	0,304	30,39	0,221	-1,660	0,86
	RM	35	53,00	211,00	94,00	119,00	150,50	122,51	41,57	0,339	33,93	0,313	-0,642	
Cd (ppm)	CO	5	0,11	0,55	0,19	0,21	0,32	0,28	0,15	0,553	55,26	0,854	-0,608	0,78
	RM	35	0,07	0,74	0,18	0,27	0,49	0,33	0,19	0,571	57,14	0,614	-0,902	
Pb (ppm)	CO	5	8,70	19,50	9,70	12,70	17,50	13,62	4,24	0,312	31,16	0,214	-1,616	0,58
	RM	35	8,00	44,50	15,25	21,80	27,20	22,11	8,70	0,394	39,37	0,442	-0,313	
Co (ppm)	CO	5	16,40	36,70	22,70	24,30	28,10	25,64	6,70	0,261	26,12	0,367	-0,775	1,00
	RM	35	10,00	47,20	18,90	24,20	34,10	26,45	10,28	0,389	38,86	0,340	-0,908	
Cu (ppm)	CO	5	17,30	84,80	22,70	26,60	63,50	42,98	26,49	0,616	61,64	0,561	-1,411	0,74
	RM	35	14,90	123,80	25,05	36,10	72,40	50,96	31,52	0,619	61,86	0,857	-0,493	
Cr (ppm)	CO	5	0,50	2,00	0,50	0,50	0,50	0,80	0,60	0,750	75,00	1,500	0,250	1,00
	RM	35	0,50	12,00	0,50	0,50	6,00	3,11	3,36	1,079	107,88	1,007	-0,231	
Hg (ppm)	CO	5	0,04	0,15	0,05	0,07	0,10	0,08	0,04	0,484	48,41	0,677	-0,933	0,78
	RM	35	0,02	0,20	0,07	0,09	0,15	0,10	0,05	0,447	44,68	0,231	-0,883	
Mo (ppm)	CO	5	0,82	1,54	0,96	1,01	1,44	1,15	0,28	0,245	24,53	0,294	-1,655	0,75
	RM	35	0,91	2,49	1,14	1,34	1,70	1,43	0,37	0,262	26,18	0,678	0,028	
Ni (ppm)	CO	5	3,20	18,30	11,00	13,00	13,10	11,72	4,90	0,418	41,79	-0,560	-0,515	0,95
	RM	35	2,90	34,90	8,60	13,70	19,60	14,85	8,29	0,559	55,86	0,692	-0,329	
Ag (ppm)	CO	5	1,41	1,72	1,59	1,67	1,70	1,62	0,11	0,070	6,99	-1,007	-0,509	1,13
	RM	35	0,59	1,90	1,29	1,48	1,64	1,43	0,31	0,214	21,44	-0,964	0,492	
Se (ppm)	CO	5	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,000	0,00			1,00
	RM	35	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,000	0,00			
Zn (ppm)	CO	5	33,00	61,00	40,00	41,00	61,00	47,20	11,60	0,246	24,58	0,228	-1,704	0,91
	RM	35	29,00	90,00	38,50	45,00	67,00	52,57	18,02	0,343	34,27	0,675	-0,779	
B (ppm)	CO	5	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,000	0,00			1,00
	RM	35	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,00	0,000	0,00			
Be (ppm)	CO	5	1,00	2,50	1,10	1,20	1,70	1,50	0,55	0,370	37,00	0,927	-0,686	0,86
	RM	35	0,30	3,80	1,10	1,40	2,30	1,77	0,83	0,469	46,88	0,613	-0,292	
Bi (ppm)	CO	5	0,16	0,24	0,18	0,19	0,22	0,20	0,03	0,144	14,43	0,202	-1,336	0,66
	RM	35	0,18	0,42	0,24	0,29	0,33	0,29	0,07	0,230	23,02	0,258	-0,933	
Ce (ppm)	CO	5	3,77	16,66	4,32	7,58	10,94	8,65	4,76	0,550	54,96	0,606	-1,023	0,53
	RM	35	3,93	44,22	7,58	14,40	16,84	13,94	8,30	0,596	59,56	1,540	3,167	
Cs (ppm)	CO	5	0,050	0,220	0,070	0,090	0,210	0,128	0,072	0,564	56,42	0,321	-1,770	0,31
	RM	35	0,025	1,520	0,165	0,290	0,460	0,402	0,361	0,899	89,89	1,673	2,093	
Ga (ppm)	CO	5	1,80	6,40	2,40	2,70	4,70	3,60	1,71	0,474	47,37	0,605	-1,199	0,51
	RM	35	2,00	13,70	3,60	5,30	7,75	5,83	2,79	0,479	47,85	0,862	0,409	
Ge (ppm)	CO	5	0,60	1,00	0,60	0,80	0,80	0,76	0,15	0,197	19,69	0,344	-1,153	1,33
	RM	35	0,20	1,40	0,50	0,60	0,80	0,65	0,25	0,378	37,83	0,777	0,803	
Hf (ppm)	CO	5	0,07	0,29	0,11	0,12	0,23	0,16	0,08	0,502	50,22	0,435	-1,430	0,71
	RM	35	0,07	0,45	0,14	0,17	0,24	0,20	0,08	0,426	42,56	1,011	0,734	
In (ppm)	CO	5	0,04	0,09	0,04	0,06	0,09	0,06	0,02	0,351	35,08	0,132	-1,758	0,86
	RM	35	0,04	0,14	0,06	0,07	0,10	0,08	0,03	0,363	36,27	0,581	-0,691	
La (ppm)	CO	5	1,20	6,40	1,60	1,70	2,90	2,76	1,91	0,691	69,07	1,203	-0,206	0,43
	RM	35	1,50	11,00	2,25	4,00	4,80	3,97	2,06	0,517	51,72	1,310	2,164	
Li (ppm)	CO	5	6,00	14,00	8,00	9,00	13,00	10,00	3,03	0,303	30,33	0,129	-1,559	0,82
	RM	35	5,00	23,00	8,00	11,00	14,50	11,57	4,76	0,411	41,12	0,679	-0,479	
Lu (ppm)	CO	5	0,10	0,51	0,13	0,14	0,32	0,24	0,16	0,648	64,82	0,803	-0,956	0,54
	RM	35	0,08	0,66	0,14	0,26	0,34	0,27	0,15	0,569	56,90	0,920	0,120	
Mn (ppm)	CO	5	2919,0	8592,0	4289,0	6205,0	6405,0	5682,0	1941,1	0,342	34,16	0,037	-1,111	0,98
	RM	35	2205,0	10000,0	4756,5	6319,0	8968,5	6631,9	2368,8	0,357	35,72	0,057	-1,612	
Nb (ppm)	CO	5	0,45	1,01	0,46	0,63	0,84	0,68	0,22	0,322	32,20	0,356	-1,432	0,69
	RM	35	0,44	1,93	0,69	0,91	1,16	0,97	0,38	0,390	39,01	1,001	0,442	
P (ppm)	CO	5	262,00	931,00	335,00	425,00	829,00	556,40	271,14	0,487	48,73	0,343	-1,689	0,76
	RM	35	195,00	1365,00	428,00	558,00	877,00	649,69	293,48	0,452	45,17	0,627	-0,520	
Rb (ppm)	CO	5	0,30	1,20	0,50	0,80	1,10	0,78	0,34	0,440	43,97	-0,127	-1,542	0,35
	RM	35	0,30	11,10	1,25	2,30	4,00	3,24	3,00	0,925	92,54	1,467	1,067	
Re (ppm)	CO	5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00	0,000	0,00			1,00
	RM	35	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,00	0,000	0,00			
Sc (ppm)	CO	5	2,00	6,20	2,90	3,60	4,70	3,88	1,46	0,376	37,58	0,350	-1,104	0,77
	RM	35	1,60	9,40	3,35	4,70	6,95	5,10	2,15	0,421	42,07	0,388	-0,939	
Sn (ppm)	CO	5	0,70	2,10	0,80	1,30	1,80	1,34	0,55	0,408	40,77	0,143	-1,582	0,72
	RM	35	0,80	4,80	1,30	1,80	2,45	2,03	0,93	0,461	46,09	1,156	0,960	
Sr (ppm)	CO	5	10,60	24,50	14,90	17,40	23,40	18,16	5,22	0,287	28,72	-0,096	-1,446	0,92
	RM	35	8,00	37,80	16,10	18,90	26,90	20,95	7,51	0,359	35,87	0,485	-0,714	
Ta (ppm)	CO	5	0,025	0,130	0,025	0,025	0,025	0,046	0,042	0,913	91,30	1,500	0,250	1,00
	RM	35	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,000	0,000	0,00			
Tb (ppm)	CO	5	0,10	0,45	0,10	0,13	0,24	0,20	0,13	0,654	65,37	1,035	-0,516	0,52
	RM	35	0,08	0,68	0,15	0,25	0,34	0,25	0,13	0,508	50,79	0,988	1,451	
Te (ppm)	CO	5	0,025	0,090	0,025	0,025	0,080	0,049	0,030	0,603	60,33	0,443	-1,758	0,42
	RM	35	0,025	0,110	0,025	0,060	0,080	0,057	0,027	0,480	47,99	0,199	-1,214	
Th (ppm)	CO	5	0,80	2,90	1,00	1,60	2,20	1,70	0,77	0,456	45,56	0,336	-1,315	0,52
	RM	35	1,20	12,60	1,90	3,10	4,40	3,73	2,48	0,666	66,62	1,761	3,156	
Tl (ppm)	CO	5	0,17	0,28	0,19	0,23	0,27	0,23	0,04	0,189	18,90	-0,088	-1,617	0,79
	RM	35	0,08	0,49	0,24	0,29	0,36	0,29	0,09	0,321	32,15	0,101	-0,354	
U (ppm)	CO	5	5,22	14,42	5,28	5,94	9,18	8,01	3,52	0,440	43,97	0,983	-0,623	0,68
	RM	35	4,35	19,37	6,17	8,72	10,99	9,21	3,66	0,397	39,74	0,948	0,600	
V (ppm)	CO	5	3,00	13,00	3,00	5,00	10,00	6,80	4,02	0,591	59,12	0,479	-1,461	0,42
	RM	35	4,00	39,00	7,50	12,00	16,50	13,26	7,24	0,546	54,58	1,437	2,685	
W (ppm)	CO	5	0,80	1,30	0,80	1,10	1,30	1,06	0,22	0,212	21,18	-0,132	-1,758	1,10
	RM	35	0,50	1,30	0,90	1,00	1,10	0,99	0,19	0,191	19,12	-0,536	-0,113	
Y (ppm)	CO	5	6,22	38,22	7,72	8,24	19,36	15,95	12,08	0,757	75,72	1,038	-0,527	0,56
	RM	35	5,92	33,18	8,50	14,65	22,96	15,75	7,54	0,479	47,89	0,394	-1,013	
Yb (ppm)	CO	5	0,60	3,00	0,80	0,80	1,80	1,40	0,90	0,645	64,52	0,873	-0,823	0,53
	RM	35	0,50	3,80	0,90	1,50	2,00	1,59	0,88	0,554	55,41	0,804	-0,219	
Zr (ppm)	CO	5	10,60	18,00	12,00	12,20	15,60	13,68	2,71	0,198	19,84	0,505	-1,289	0,88
	RM	35	10,40	20,80	12,80	13,90	16,10	14,65	2,65					

É bem estabelecido na literatura que óxi/hidróxidos de ferro, e óxi/hidróxidos de manganês (e mesmo de alumínio), são substratos para a sorção de elementos que formam oxianions (como o As), ou elementos que formam cátions (como o Ni), de modo que tais fases minerais são muito importantes para o controle ambiental da mobilidade de metais. Ferro e manganês são, assim, importantes na avaliação de relações com teores de metais-traço nos materiais investigados

As Tabelas 05 e 06 apresentam matrizes de correlação entre parâmetros composicionais dos rejeitos e rejeitos misturados, respectivamente. Em ambos os casos, observaram-se forte correlação linear positiva entre Mn e a grande maioria dos metais avaliados (i.e., Sb, As, Ba, Cd, Pb, Co, Ci, Cr, Mo, Ni e Zn). Ao contrário, entretanto, as correlações entre os metais e ferro foram em geral negativas, assim como foram negativas entre ferro e sílica (conforme descrito anteriormente). As correlações entre os metais-traço e sílica, ou Al, foram geralmente positivas.

As Figuras 13 a 16 exemplificam graficamente as correlações encontradas entre Fe e Mn *versus* As. A análise gráfica mostrou forte correlação negativa entre Fe e As (Figura 12) nas amostras de rejeitos. Por outro lado, os dados indicaram, respectivamente, moderada e forte correlações positivas entre As e Mn (Figuras 14 e 16). Estes resultados sugerem um pequeno potencial de associação mineral do As com Fe nos rejeitos, e o oposto em relação a Mn para as amostras de rejeitos e rejeitos misturados.

A Figura 15 apresenta as concentrações de As e Fe para o conjunto dos rejeitos misturados. Neste caso, por outro lado, observa-se que o padrão de dispersão da maioria dos dados sugere correlação negativa elevada entre Fe e As. Entretanto, um pequeno grupo de dados (com teores de Fe_2O_3 abaixo de 50% p/p) sugere a existência de uma população distinta, apresentando correlação positiva entre estes parâmetros. O resultado global é uma fraca ($r=0,198$) correlação para o conjunto total dos dados analíticos. As associações minerais nas matrizes investigadas serão avaliadas a partir dos resultados dos ensaios mineralógicos e ensaios de lixiviação como extração sequencial.



Tabela 05 – Matriz de correlação de Pearson para composições das amostras de rejeitos

	MnO	SiO2	Al2O3	Fe2O3	Sb	As	Ba	Cd	Pb	Co	Cu	Cr	Hg	Mo	Ni	Ag	Se
SiO2	0,592																
Al2O3	0,467	0,803															
Fe2O3	-0,62	-0,989	-0,874														
Sb	0,733	0,846	0,718	-0,844													
As	0,627	0,862	0,967	-0,927	0,739												
Ba	0,884	0,823	0,815	-0,87	0,897	0,892											
Cd	0,919	0,784	0,565	-0,78	0,925	0,678	0,919										
Pb	0,548	0,763	0,869	-0,801	0,916	0,808	0,845	0,734									
Co	0,959	0,688	0,553	-0,706	0,887	0,664	0,929	0,982	0,724								
Cu	0,854	0,885	0,765	-0,901	0,962	0,839	0,974	0,963	0,859	0,938							
Cr	0,77	0,699	0,245	-0,634	0,774	0,394	0,672	0,898	0,457	0,826	0,789						
Hg	0,087	0,24	0,699	-0,366	0,036	0,658	0,348	-0,045	0,324	0,018	0,175	-0,403					
Mo	0,759	0,787	0,905	-0,852	0,883	0,921	0,968	0,82	0,928	0,84	0,927	0,505	0,474				
Ni	0,866	0,401	0,373	-0,43	0,78	0,436	0,783	0,857	0,661	0,924	0,777	0,672	-0,095	0,73			
Ag	-0,78	-0,845	-0,559	0,813	-0,96	-0,637	-0,847	-0,963	-0,768	-0,903	-0,942	-0,92	0,152	-0,765	-0,76		
Se	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zn	0,791	0,792	0,852	-0,842	0,934	0,872	0,973	0,877	0,94	0,89	0,956	0,595	0,347	0,99	0,796	-0,836	*



Tabela 06-Matriz de correlação de Pearson para composições das amostras de rejeitos misturados

	MnO	SiO2	Al2O3	Fe2O3	Sb	As	Ba	Cd	Pb	Co	Cu	Cr	Hg	Mo	Ni	Ag	Se	
SiO2	-0,13																	
Al2O3	-0,13	0,911																
Fe2O3	0,061	-0,987	-0,956															
Sb	0,609	-0,229	-0,25	0,2														
As	0,803	0,163	0,171	-0,236	0,702													
Ba	0,44	0,415	0,466	-0,467	0,169	0,487												
Cd	0,864	0,018	0,02	-0,08	0,781	0,859	0,43											
Pb	0,598	0,403	0,472	-0,486	0,493	0,799	0,577	0,637										
Co	0,814	-0,146	-0,137	0,092	0,824	0,798	0,37	0,915	0,59									
Cu	0,91	0,108	0,14	-0,191	0,599	0,872	0,527	0,911	0,723	0,807								
Cr	0,068	0,627	0,751	-0,692	-0,181	0,185	0,601	0,124	0,495	0,025	0,242							
Hg	0,81	-0,015	0,05	-0,074	0,355	0,725	0,449	0,609	0,578	0,503	0,783	0,161						
Mo	0,825	0,273	0,327	-0,366	0,398	0,823	0,559	0,72	0,764	0,606	0,891	0,339	0,821					
Ni	0,898	-0,055	0,001	-0,023	0,54	0,692	0,436	0,873	0,577	0,82	0,912	0,229	0,664	0,766				
Ag	0,142	-0,817	-0,814	0,82	0	-0,139	-0,339	-0,146	-0,348	-0,033	-0,078	-0,54	0,175	-0,116	-0,026			
Se	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zn	0,905	0,026	0,092	-0,118	0,641	0,883	0,531	0,915	0,727	0,833	0,978	0,253	0,789	0,862	0,9	-0,015	*	



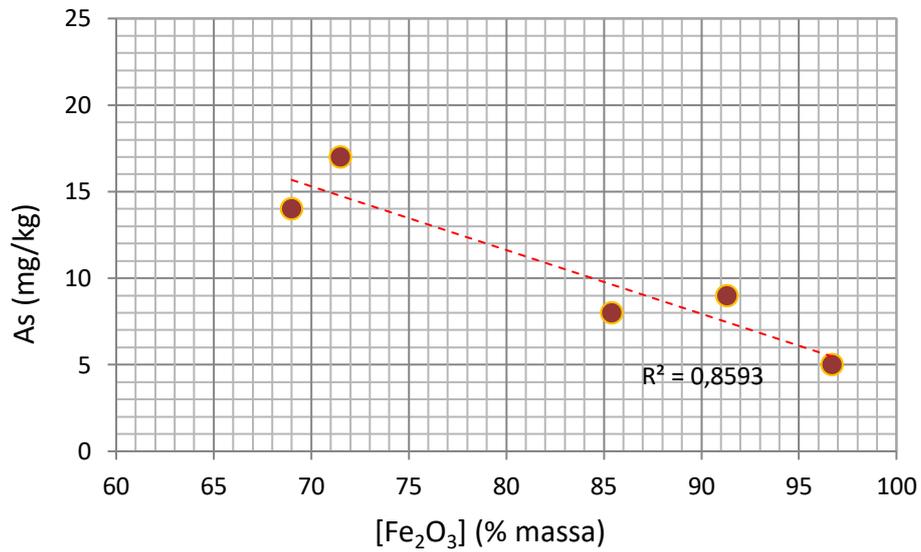


Figura 13 – Correlação entre as concentrações de Arsênio e [Fe₂O₃] nos rejeitos com características originais.

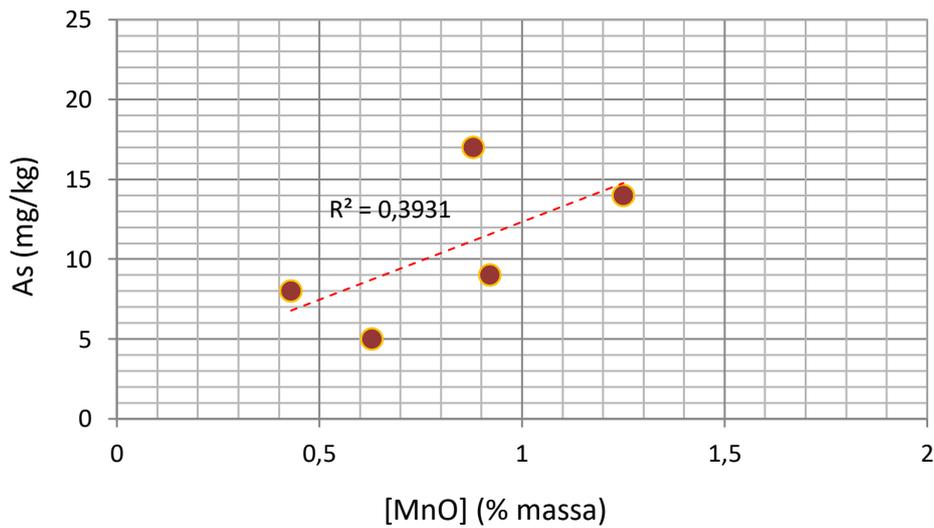


Figura 14 – Correlação entre as concentrações de Arsênio e [MnO] com características originais.



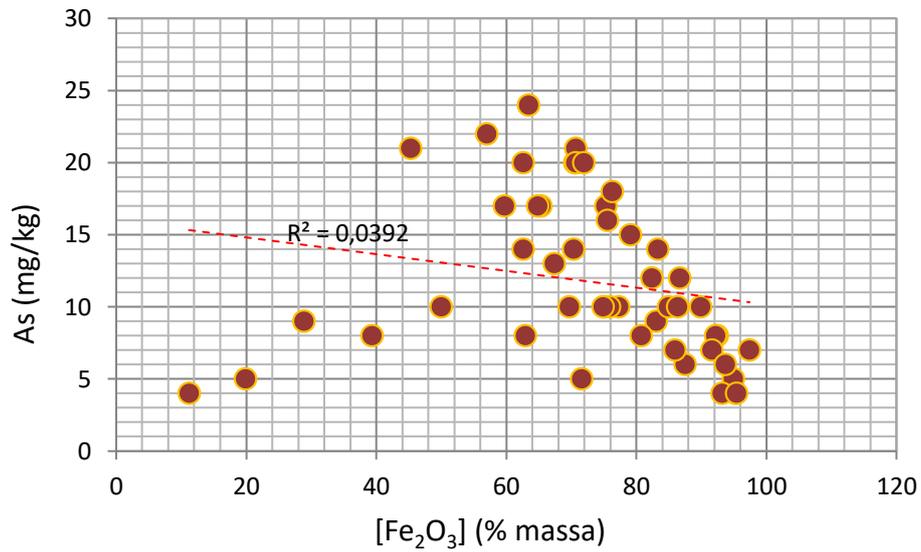


Figura 15 – Correlação entre as concentrações de Arsênio e $[Fe_2O_3]$ nos rejeitos misturados.

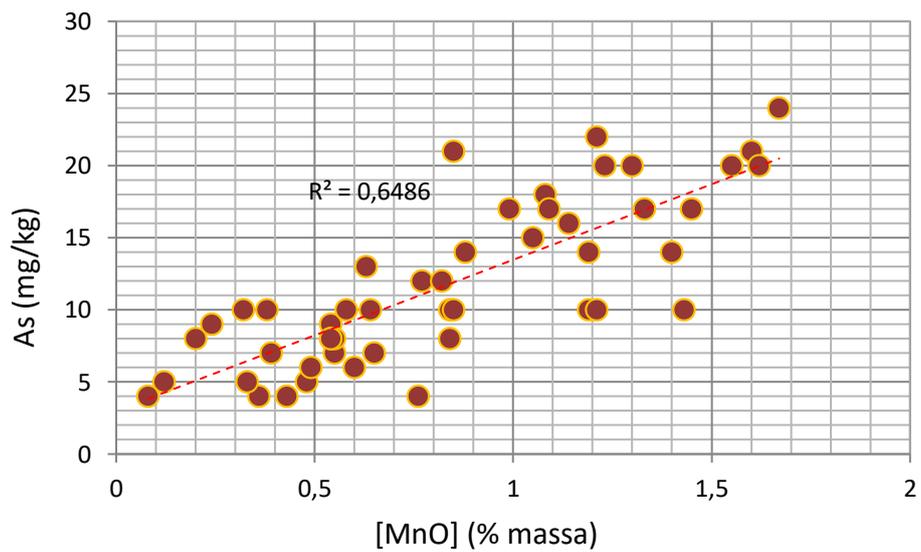


Figura 16 – Correlação entre as concentrações de Arsênio e $[MnO]$ nos rejeitos misturados.



5.3 Granuloquímica

A análise composicional em frações segundo a distribuição granulométrica (granuloquímica) foi realizada a fim de avaliar a existência de eventuais padrões ou tendências de teores de metais (majoritários e traços), em função da granulometria. Os resultados da análise granuloquímica estão apresentados nos laudos do Anexo III.

Os resultados são discutidos abaixo para as amostras de rejeitos e para um grupo do subconjunto de amostras de rejeitos misturados. A discussão inclui sílica e $[Fe_2O_3]$ (os principais constituintes das amostras), e alguns metais (i.e. As e Ni, como exemplo).

A Figura 17 apresenta o fracionamento de $[Fe_2O_3]$ e sílica para as médias das concentrações das 5 amostras de rejeito.

A Figura 18 mostra o mesmo fracionamento das médias de 4 amostras de rejeitos misturados, com tamanhos (i.e., D50) similares às primeiras amostras. A avaliação destas figuras indicou:

- Nas amostras de rejeitos, as concentrações médias de ferro foram mais elevadas nas frações entre 0,01 e 0,125 mm. Nas amostras de rejeitos misturados, as concentrações médias mais elevadas de ferro ocorreram de 0,02 a 0,25 mm, e na fração > 2mm. Figuras 20-a,d.
- Não foram observadas tendências consistentes de concentração das médias de sílica dos rejeitos (Figura 16). Para rejeitos misturados, porém, as maiores concentrações médias de sílica tenderam a ocorrer nas frações mais grosseiras (0,6 mm e 1 mm), e decrescem a partir das frações < 0,125 mm (Figura 17). Estes resultados ilustraram bem as tendências opostas das concentrações de sílica de e de ferro com a granulometria, conforme ilustrado na Figura 20d, e concordam com resultados anteriores da análise composicional.



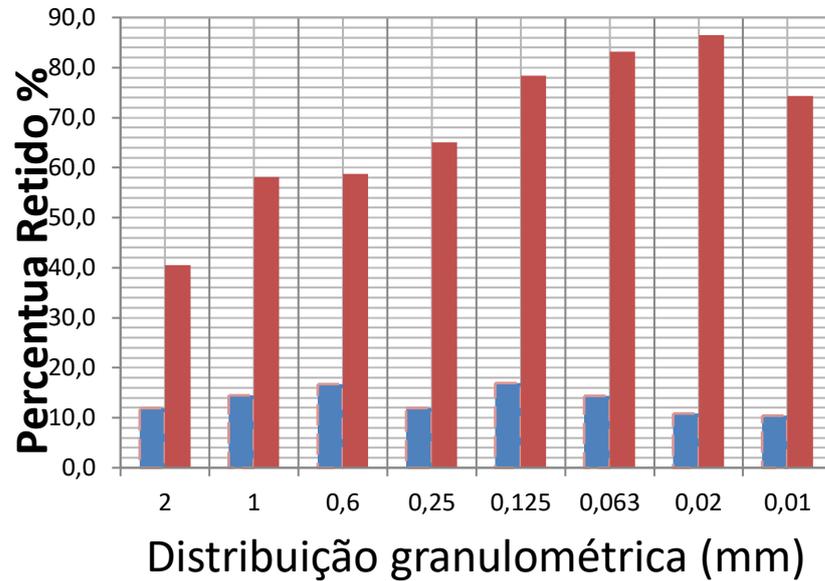


Figura 17 – Fracionamento de [Fe₂O₃] (barras vermelhas) e sílica (barras azuis) para as médias das concentrações das 5 amostras de rejeito com características originais

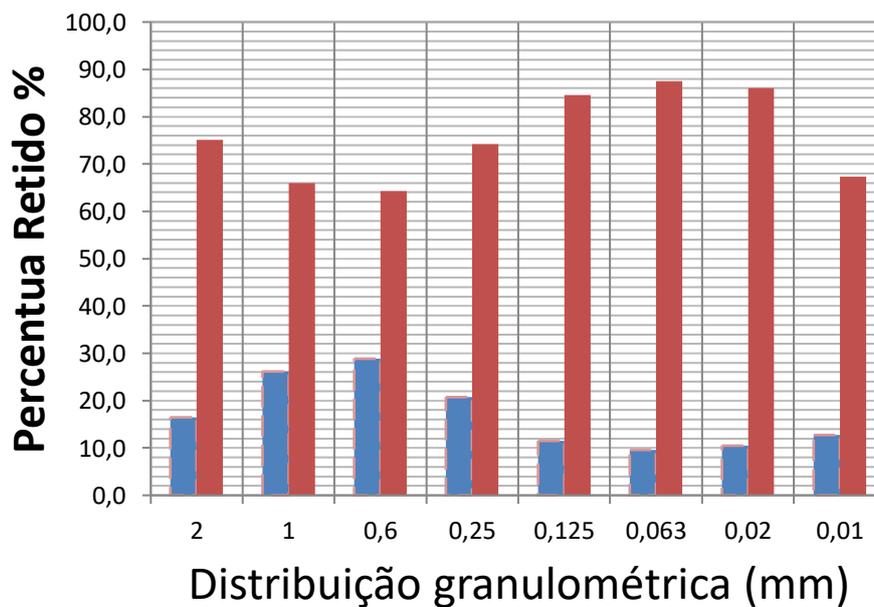


Figura 18 – Fracionamento de [Fe₂O₃] (barras vermelhas) e sílica (barras azuis) para as médias das concentrações das amostras de rejeitos misturados

