VALE

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

Rompimento das Barragens B1, B4 e B4-A do Complexo Paraopeba II da Mina Córrego do Feijão

Capítulo 2
Caracterização socioambiental pós-rompimento e avaliação de impactos

Volume 1
Caracterização do rompimento das barragens B1, B4 e B4-A

Brumadinho/MG

Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba

Rompimento das Barragens B1, B4 e B4-A do Complexo Paraopeba II da Mina Córrego do Feijão

Capítulo 2
Caracterização socioambiental pós-rompimento e avaliação de impactos

Volume 1
Caracterização do rompimento das barragens B1, B4 e B4-A

Código do documento: 1.03.01.52268-PR-PL-0004-Rev.0

Brumadinho/MG

Índice

Glossário **1**

Apresentação **24**

Capítulo 2: Caracterização Socioambiental Pós-Rompimento e Avaliação de Impactos **28**

2.1. Premissa Metodológica do Plano de Reparação 32

2.2. Caracterização do Rompimento da Barragem B1 38

2.2.1. Rompimento das Barragens B1, B4 e B4-A 39

2.2.2. Áreas ocupadas pelo rejeito 52

2.2.3. Caracterização do rejeito 63

2.2.4. Gerenciamento de rejeitos e resíduos 89

2.2.5. Plano Diretor de Obras Emergenciais 110

2.3. Contextualização da inundação do rio Paraopeba em Janeiro de 2020 117

2.3.1. Caracterização do período chuvoso 2019/2020 117

2.3.2. Áreas afetadas pelas inundações do rio Paraopeba 122

2.3.3. Avaliação de áreas afetadas pela deposição de rejeitos em função das inundações 144

2.4. Aspectos legais 146

2.4.1. Licenciamento ambiental no contexto das ações de recuperação e reparação 149

2.4.2. Aspectos legais dos itens socioambientais no contexto das ações de recuperação e reparação 160

2.4.3. Normas e diretrizes do município de Brumadinho no contexto das ações de recuperação e reparação 199

Referências bibliográficas 199

Lista de Figuras

Figura 2.1-1 – Diferença entre avaliações *ex-ante* e *ex-post* de impactos e avaliação de impactos cumulativos.

Figura 2.1-2 – Modelo Conceitual do Plano de Reparação.

Figura 2.2.1-1 – Foto aérea da barragem B1 e indicação da localização das estruturas em seu entorno (após o rompimento). Os círculos em branco indicam a localização aproximada das barragens B4 e B4-A antes de serem atingidas.

Figura 2.2.1-2 – Imagem comparativa da situação pré e pós-rompimento, na Mina Córrego do Feijão - Complexo Paraopeba II, na região da barragem B1 e trecho imediatamente a jusante.

Figura 2.2.1-3 – Imagem aérea comparativa da Central Administrativa antes e depois rompimento da Barragem B1.

Figura 2.2.1-4 – Imagem aérea comparativa das situações pré e pós-rompimento da barragem B1, na área das barragens B4 e B4-A da Mina Córrego do Feijão - Complexo Paraopeba II.

Figura 2.2.1-5 – Região jusante da barragem B1, nas situações pré e pós-rompimento apresentando comunidades, povoados e bairros de Brumadinho afetados.

Figura 2.2.1-6 – Delimitação da área ocupada pela mancha de rejeitos em 294 ha, extraída de imagem GeoEye, de 29/01/2019.

Figura 2.2.1-7 – Área afetada após o rompimento da Barragem B1 e a confluência entre o ribeirão Ferro-Carvão e o rio Paraopeba.

Figura 2.2.1-8 – Análise da delimitação da macha de rejeitos.

Figura 2.2.1-9 – Estaqueamento da área da mancha de rejeito para cálculo de volume em subáreas.

Figura 2.2.1-10 - Estudo de volumes – Subdivisão de áreas.

Figura 2.2.2-1 – Visualização esquemática do rompimento da barragem, em laranja a área principal afetada. As setas representam os movimentos principais da massa com os tipos de fluxo associados, que variam ao longo do Córrego do Feijão, iniciando com fluxo detrítico de alta energia, com rompimento, reduzindo a energia e o potencial destrutivo a cada curva, até depositar, com baixa energia no rio Paraopeba.

Figura 2.2.2-2 – Mapa de uso e ocupação na área soterrada pela lama de rejeito.

Figura 2.2.2-3 – Classes de cobertura e uso do solo na área da mancha de rejeito e respectivos quantitativos.

Figura 2.2.3-1 – Localização dos pontos de sondagens para coleta de amostra, sem escala.

Figura 2.2.3-2 – Fases do projeto de caracterização do rejeito desenvolvido pela Geoenviron.

Figura 2.2.3-3 – Fluxograma para classificação dos rejeitos em depósitos temporários.

Figura 2.2.3-4 – Pontos de monitoramento da CPRM após ruptura da barragem.

Figura 2.2.3-5 – Gráficos de teores por amostras a partir da compilação de dados de rejeito e solo natural e, comparação com valores de referência CONAMA 420/2009, quando aplicável, para: A: Ferro (%), B: Manganês (ppm), C: Alumínio (%); D: Chumbo (ppm); E: Arsênio (ppm); F: Cobalto (ppm); G: Níquel (ppm), H: Cromo (ppm), I: Mercúrio (ppb); J: Cobre (ppm).

Figura 2.2.4-1 – Fluxograma integrado de gestão de resíduos.

Figura 2.2.4-2 – Fluxograma de manejo dos Resíduos da Construção Civil (RCC).

Figura 2.2.4-3 – Fluxograma das ações previstas no Plano de Manejo de Resíduo Carreados com Rejeito.

Figura 2.2.4-4 – Gráfico ilustrando quantificação de Resíduos com Potencial de Contaminação (RPs) e *status* até 31/05/2020.

Figura 2.2.4-5 – Acompanhamento Dinâmico de Disposição na Cava do Feijão até março de 2020.

Figura 2.2.4-6 – Mapa de Localização das Áreas Alvo para Estudo e Municípios.

Figura 2.2.4-7 – Fluxograma ilustrando os passos para o levantamento de massas de itens.

Figura 2.3.1-1 – Índices pluviométricos em 2019 e 2020, em comparação com as médias históricas mensais na estação 1944027 (Juatuba), localizada no Médio Paraopeba.

Figura 2.3.1-2 – Índices pluviométricos em 2019 em comparação com 2020 na estação 02044102 (Alberto Flores), localizada no Médio Paraopeba.

Figura 2.3.1-3 – Vazões médias escoadas em 2019 e 2020, em relação às médias históricas na estação 40800001 (Ponte Nova do Paraopeba), localizada no Médio Paraopeba.

Figura 2.3.1-4 – Comportamento da vazão, chuva e nível d'água (cota) na estação 40800001 (Ponte Nova do Paraopeba), localizada no Médio Paraopeba, de janeiro de 2019 a março de 2020.

Figura 2.3.1-5 – Comportamento das vazões máximas para o período avaliado.

Figura 2.3.2-1 - Metodologia do estudo de Synergia (2020).

Figura 2.4-1 – Organograma de atuação dos órgãos do SINGREH.

Lista de Mapas

Mapa 2.2.1-1 – Situação da bacia do ribeirão Ferro-Carvão após o rompimento.

Mapa 2.2.2-1 – Identificação das áreas ocupadas pela mancha de rejeito, com destaque para as regiões de confluências dos córregos Samambaia (a leste) e Olaria, Laranjeira e Tijuco (a oeste).

Mapa 2.2.2-2 – Identificação das áreas de mancha de rejeito extracalha antes da confluência do ribeirão Ferro-Carvão e rio Paraopeba.

Mapa 2.2.2-3 – Uso do solo sob a mancha de rejeitos.

Mapa 2.2.2-4 – Áreas de Preservação Permanente sob a Mancha de Rejeito.

Mapa 2.2.3-1 – Mapa de rotas e localização dos DTRs.

Mapa 2.2.3-2 – Mapa de localização dos pontos de amostragem de rejeito na bacia do ribeirão Ferro-Carvão – 2019.

Mapa 2.2.4-1 – Localização dos Resíduos com Potencial de Contaminação (RPs) encontrados até 31/05/2020.

Mapa 2.2.5-1 – Plano Diretor de obras emergenciais versão 11.1

Mapa 2.3.2-1 – Uso e Cobertura do Solo na faixa de 1 km das margens do rio Paraopeba a jusante do ribeirão Ferro-Carvão e manchas de inundação.

Lista de Quadros

Quadro 2.2.3-1 – Relação das análises e metodologias adotadas pela Vale S/A (2017).

Quadro 2.2.3-2 – Resumo das características das amostras de rejeito e solo analisadas pela Geoenviron (2019).

Quadro 2.2.4-1 – Renomeação dos resíduos, armazenamento e destinação final.

Quadro 2.2.5-1 – Planejamento macro das obras emergenciais.

Quadro 2.4-1 – Competências dos órgãos do SEGRH.

Quadro 2.4-2 – Classificação da água doce e seus usos.

Quadro 2.4-3 – Áreas de Restrição e Controle de Águas Subterrâneas.

Quadro 2.4-4 – Autorização de manejo de fauna terrestre.

Quadro 2.4-5 – Autorização de manejo de fauna aquática.

Lista de Tabelas

Tabela 2.2.2-1 – Tipologias de uso do solo afetadas pela mancha de rejeito.

Tabela 2.2.3-1 – Informações dos furos de sondagem à percussão na Barragem I.

Tabela 2.2.3-2 – Resultados da análise granulométrica das amostras dos furos de sondagem da barragem B1.

Tabela 2.2.3-3 – Resultados da análise granulométrica pelo cyclosizer por Wolff (2009).

Tabela 2.2.3-4 – Resultados da análise química das amostras dos furos de sondagem na barragem B1.

Tabela 2.2.3-5 – Resultados da análise química para as amostras globais de Wolff (2009).

Tabela 2.2.3-6 – Resultados das análises químicas por frações granulométricas (Wolff, 2009).

Tabela 2.2.3-7 – Análise química – fluorescência de raios X.

Tabela 2.2.3-8 – Composição média do rejeito da Barragem B1 da Mina Córrego do Feijão, com valores da mediana atual e da mediana da bacia (2009/20011) e da legislação CONAMA 454/2012. Teores em ppm e porcentagem (pct).

Tabela 2.2.3-9 – Teores médios do rejeito, sedimento à montante com e sem rejeito do rio Paraopeba nas campanhas 1 e de monitoramento da CPRM (2019), de 01/02/2019 a 10/03/2019.

Tabela 2.2.4-1 – Relação de Depósitos Temporários de Rejeitos.

Tabela 2.2.4-2 – Relação de Depósitos Integrados de Resíduos.

Tabela 2.2.4-3 – Quantitativo de geração de resíduos até Maio/2020 em toneladas.

Tabela 2.2.4-4 – Testes *in situ* realizados de acordo com os resíduos encontrados.

Tabela 2.2.4-5 - Análises em laboratório realizados de acordo com os resíduos encontrados.

Tabela 2.2.4-6 – Relação de amostras coletadas e classificação NBR ABNT 10.004:2004.

Tabela 2.2.4-7 – Estimativa de remoção de rejeito ao longo do tempo (Mm^3).

Tabela 2.3.2-1 Áreas de uso do solo e Cobertura vegetal afetada pelas cheias.

Tabela 2.3.2-2 – Áreas de uso do solo e Cobertura vegetal afetada pelas cheias separada por município.

Tabela 2.4-1 – Classe e critérios locacionais de enquadramento.

Tabela 2.4-2 – Itens de destaque da Resolução Semad 2.890/2019.

Tabela 2.4-3 – Competências para analisar e decidir.

Tabela 2.4-4 – Informações-chave sobre licenciamento ambiental.

Tabela 2.4-5 – Política Nacional de Recursos Hídricos.

Tabela 2.4-6 – Pontos de destaque dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos.

Tabela 2.4-7 – Principais normas sobre o CBH Paraopeba.

Tabela 2.4-8 – Principais normas sobre recursos hídricos.

Tabela 2.4-9 – Principais normas sobre solo.

Tabela 2.4-10 – Principais normas sobre espeleologia.

Tabela 2.4-11 – Principais normas sobre qualidade do ar.

Tabela 2.4-12 – Principais normas sobre fauna.

Tabela 2.4-13 – Principais normas sobre pesca.

Tabela 2.4-14 – Principais normas sobre Reserva Legal.

Tabela 2.4-15 – Principais normas sobre Cadastro Ambiental Rural – CAR.

Tabela 2.4-16 – Principais normas sobre Mata Atlântica.

Tabela 2.4-17 – Principais normas sobre flora, Área de Preservação Permanente e espécies Protegidas ou imunes a cortes.

Tabela 2.4-18 – Principais normas sobre Unidades de Conservação – UC.

Tabela 2.4-19 – Principais normas sobre Reserva de Biosfera – RB.

Tabela 2.4-20 – Principais normas sobre Corredores Ecológicos.

Tabela 2.4-21 – Principais normas sobre Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade.

Tabela 2.4-22 – Principais normas sobre Áreas de Proteção Especial Estaduais – APEE.

Tabela 2.4-23 – Principais normas sobre resíduos sólidos.

Tabela 2.4-24 – Principais normas sobre resíduos de construção civil.

Tabela 2.4-25 – Direitos constitucionais de referência.

Tabela 2.4-26 – Principais normas sobre comunidades indígenas.

Tabela 2.4-27 – Principais normas sobre comunidades tradicionais de quilombos.

Tabela 2.4-28 – Principais normas sobre patrimônio cultural, histórico, arqueológico e natural.

Tabela 2.4-29 – Principais normas sobre saneamento.

Tabela 2.4-30 – Principais normas sobre licenciamento ambiental municipal – Codema.

Tabela 2.4-31 – Principais normas sobre ruído ambiental.

Referências Cadastrais

Localização Belo Horizonte / MG

Título Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba: Capítulo 2 – Caracterização socioambiental pós-rompimento e avaliação de impactos

Contato Gleuza Jesué

E-mail gleuza.jesue@vale.com

Diretora responsável: Karin Formigoni (karin.formigoni@arcadis.com)

Gerente técnica: Rodrigo Luiz Volpi (rodrigo.volpi@arcadis.com)

Projeto/centro de custo: 1.03.01.52268

Data do documento: 16/11/2020

Elaborador/Autor	Equipe multidisciplinar	Diversos
Aprovador	Karin Formigoni	Diretora-Presidente

Este documento é composto de 5 volumes e disponibilizado em meio digital.

Equipe multidisciplinar

Nome	Temática	Formação
Karin Ferrara Formigoni	Responsável técnica	Arquiteta
Rodrigo Luiz Volpi	Gerência Técnica	Biólogo
Marcelo de Oliveira Botrel	Coordenação Geral	Engenheiro Civil
Tomás Ramos	Indicadores socioambientais	Engenheiro
Lilian Campana	Comunicação	Jornalista
Lorétti Portofé de Mello	Apoio Geral/Síntese Integrada	Bióloga
Ludmila Lage	Estatística	Estatística
Milton Akira	Caracterização da Mina e do rompimento	Engenheiro de Minas
Cristina Poggiali Almeida	Água	Bióloga
Joaquim Caetano Aguirre Junior	Água	Engenheiro Civil
Leonardo Mitre	Água/Hidrologia	Engenheiro Civil
Mariana Araújo Resende	Água	Bióloga
Rômulo Cajueiro de Melo	Água	Biólogo
Cícero Marcos Andrade de Farias	Ar	Físico
Leonardo Camilo dos Santos	Ar	Engenheiro Civil
Rafaella Marcilio	Ar	Engenheira Química
Rafael Maia	Ar	Meteorologista
Ana Maria Marinello Assis de Oliveira	Geologia, Geomorfologia e Pedologia	Geóloga
Carolina Soares	Hidrogeologia	Geóloga
Carlos Maldaner	Hidrogeologia	Geólogo
Glaucia Barreto	Apoio Caracterização	Geóloga
Marcelo Pisetta	Apoio Meio Físico	Geógrafo
Mauricio Rubio	Geologia, Geomorfologia e Pedologia	Geógrafo
Gustavo Perroni	Espeleologia	Biólogo
Frederico Ramos	Coordenação Meio Biótico	Biólogo
Adriano Paglia	Fauna	Biólogo
Caroline Bianca do Nascimento	Fauna	Bióloga
Gabriel de Freitas Horta	Fauna	Biólogo
Gustavo Bernardino Malacco	Fauna	Biólogo
Natália Livramento da Silva de Oliveira	Fauna	Bióloga
Raquel Colombo	Fauna	Bióloga

Nome	Temática	Formação
Alexandre Salino	Flora	Biólogo
Fausto Esgalha Carnier	Flora	Biólogo
Felipe Aguiar Peixoto	Flora	Biólogo
Marina Amado Almeida	Flora	Bióloga
Michele Aparecida P. da Silva	Flora	Engenheira Florestal
Raphael Leduc	Flora	Engenheiro Florestal
Renato Miazaki de Toledo	Análise de Paisagem	Ecólogo
Carlos Bernardo Mascarenhas Alves	Ictiofauna	Biólogo
Fernanda Keller Rocha Cabacinha	Ictiofauna	Bióloga
Francisco Ricardo de Andrade Neto	Ictiofauna	Biólogo
Gabriel Villela Torquato	Ictiofauna	Biólogo
Vasco Campos Torquato	Ictiofauna	Biólogo
Fabiano Alcísio e Silva	Limnologia	Biólogo
Maria Edith Rolla	Limnologia	Bióloga
Nelson Mello	Limnologia	Biólogo
Marcela Martins Ribeiro	Limnologia/Ecotoxicologia	Bióloga
Juliana Lira	Apoio socioeconomia	Assistente Técnica
Maria de Fatima do Nascimento Marques	Socioeconomia	Socióloga
Renata Martinês Datrino	Socioeconomia	Socióloga
Thiago Diniz Faria Coelho	Socioeconomia	Geógrafo
Victória Vianna	Socioeconomia	Geógrafa
Wanda Terezinha P. V. Maldonado	Socioeconomia	Cientista social
Valéria Virginia Lopes	Socioeconomia	Pedagoga
Marcelo Ling	Socioeconomia	Economista
Gustavo Mineto	Socioeconomia	Economista
Jhonnatan Porto	Socioeconomia	Geógrafo
Fabricio Ker	Socioeconomia/Epidemiologia	Biólogo
Elisângela Silva	Arqueologia	Cientista social
Vinicius Feres Durante	Arqueologia	Historiador
Josianne Cláudia Sales Rosa	Serviços Ecossistêmicos	Bióloga
Bárbara Almeida Souza	Serviços Ecossistêmicos	Engenheira Ambiental
Daniel Maragna Anton	Soluções Digitais	Gestor ambiental

Nome	Temática	Formação
Lady Aparecida Silveira	Cartografia - SIG	Geógrafa
Lais Pinheiro Evangelista	Cartografia - SIG	Geógrafa
Luiza Cintra Fernandes	Cartografia – SIG	Engenheira Ambiental
Marcela Nishimoto	Cartografia - SIG	Engenheira Ambiental
Matheus da Cruz Armond	Cartografia - SIG	Geógrafo
Thales Peixoto Soares	Cartografia - SIG	Geógrafo
Pedro Augusto Amoni Azevedo	Cartografia - SIG	Geógrafo
Wallison Henrique O. Silva	Cartografia - SIG	Geógrafo
Daniela Braga Magalhães	Apoio ao meio biótico	Estagiária Biologia

Glossário

Acompanhamento/*follow-up* (fase de)

Monitoramento e avaliação dos impactos de um projeto submetido ao processo de avaliação de impacto ambiental (AIA) para a gestão e comunicação de resultados. Executar a etapa de acompanhamento contribui para: a) aferir a capacidade do ferramental preditivo de avaliar as modificações de um projeto/atividade em um meio de inserção; b) retroalimentar a avaliação ambiental prévia de projetos quanto à definição de escopo e atribuição de significância de impactos ambientais na realização de novos estudos ambientais; c) revelar a capacidade de identificação de indicadores e parâmetros ambientais para o monitoramento das medidas mitigadoras; d) avaliar eventuais desvios entre o preconizado – e autorizado – e o realizado, em termos de práticas ambientais; e) garantir que impactos não previstos nos estudos ambientais possam ser identificados e consequentemente mitigados; f) suportar a avaliação contínua de medidas mitigadoras propostas e propor eventuais revisões e adequações das mesmas para garantir a proteção ambiental; e g) resultar em aprendizado sobre as interações de um projeto em todas as etapas da AIA, inclusive para o acompanhamento ambiental de outros empreendimentos submetidos a processos de AIA. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013; GALLARDO, A. L. C. F. **Avaliação de impacto: instrumentos de suporte à decisão** (e-book). São José dos Campos: GEOEduc, 2018.)

Afluente/tributário

Afluente ou tributário é o curso d'água cujo volume ou descarga contribui para aumentar outro no qual desemboca. Ao ponto em que um afluente desemboca no curso d'água principal é dado o nome de **confluência**. (OLIVEIRA, C. **Dicionário cartográfico**. 4. edição. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.)

Agrupamento social

Termo que apresenta carácter mais amplo do que a noção de grupo tratada pela psicologia social. Os agrupamentos sociais permitem abordar as redes de indivíduos constituídas ou em constituição nas sociedades (como família, classe, etnia, etc.). (FERNANDES, F. (org.). **Comunidade e sociedade: leituras sobre problemas conceituais, metodológicos e de aplicação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional; EDUSP, 1973.)

Alteamento a montante

Consiste em um método construtivo de barragem de rejeitos de mineração. As barragens de rejeitos são estruturas construídas ao longo do tempo visando a diluição dos custos no processo de extração mineral, por meio de alteamentos sucessivos. Assim, um dique de partida é construído inicialmente, e a barragem passa por alteamentos ao longo de sua vida útil, podendo ser construída com material compactado proveniente de áreas de empréstimo, ou com o próprio rejeito, através de três métodos: (i) montante, (ii) jusante ou (iii) linha de centro. Os métodos de alteamento por montante e pela linha de centro têm vantagens

econômicas, pois apresentam redução do custo de implantação e têm o custo de construção e o custo operacional distribuídos no tempo. Entretanto, têm na água dos poros do rejeito e do reservatório o principal elemento instabilizador. (INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Gestão e manejo de rejeitos da mineração**. Brasília: Ibram, 2016. Disponível em: http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00006222.pdf. Acesso em: 27 jul. 2020.)

Ambiente lêntico/lótico

Os ecossistemas de água doce são divididos em lênticos e lóticos. Lênticos são ambientes aquáticos de água parada, como lagoas, lagos, pântano, etc.; são importantes distribuidores de biodiversidade, por apresentarem ecótonos bem definidos. Lóticos são ambientes aquáticos de água corrente, como rios, nascentes, ribeiras e riachos; têm como principal característica o fluxo hídrico, que influencia diretamente as variáveis físico-químicas da água e as comunidades biológicas presentes.

Análise de risco/risco ambiental

Risco ambiental é definindo como o potencial de ocorrência de efeitos adversos indesejados para a saúde ou vida humana, para o ambiente ou para bens materiais. Sob esta perspectiva, **análise de risco** é o conjunto de atividades de identificação, estimativa e gerenciamento de risco. (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Risk Assessment Glossary**. 2014. Disponível em: https://www.epa.gov/risk. Acesso em: 30 jul. 2020; SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Ano hidrológico

Período contínuo de doze meses durante o qual ocorre um ciclo anual climático completo, escolhido por permitir uma comparação mais significativa dos dados meteorológicos. A determinação do ano hidrológico pode ser feita pela precipitação, baseada na distinção entre estes períodos: o ano começa no início do período chuvoso, terminando no final do período seco, contabilizando um período fixo de doze meses. (DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DNAEE. **Glossário de termos hidrológicos**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 1976.)

Aproveitamento hidrelétrico ou hidroenergético

Aproveitamento de um curso d'água para produção de energia elétrica, podendo ser feito com ou sem acumulação de água. No primeiro caso, executa-se o represamento com capacidade para acumular, durante a época de chuvas, um volume de água suficiente para que seja atravessado o período de seca. No segundo caso, não existe a interrupção do escoamento natural do curso d'água, que passa pelas turbinas e vertedouro, denominando-se aproveitamento hidrelétrico a fio d'água. (MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Glossário de termos e expressões relacionados à gestão dos recursos hídricos e do meio ambiente**. 2. ed. Belo Horizonte: IGAM, 2012.)

Aquicultura

Cultivo de organismos aquáticos geralmente em um espaço confinado e controlado. A atividade possibilita produtos mais homogêneos, rastreabilidade durante toda a cadeia e outras vantagens que contribuem para a segurança alimentar, no sentido de gerar alimento de boa qualidade, com planejamento e regularidade. (MESCHKAT, A. **Aquicultura e pesca em águas interiores no Brasil**. Rio de Janeiro: Programa de Pesquisa de Desenvolvimento Pesqueiro do Brasil, Pnud/FAO; Ministério da Agricultura/Sudepe, 1975.)

Área de estudo

Área geográfica, definida preliminarmente, na qual são realizados os levantamentos para fins do diagnóstico/*baseline*. Essa área pode variar de acordo com as necessidades de cada componente ambiental ou social analisado. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Área de influência

Área geográfica na qual são detectáveis os impactos de um projeto. Usualmente, e tal como prevê a legislação, a área de influência é delimitada em três âmbitos: área de influência indireta (AII), área de influência direta (AID) e área diretamente afetada (ADA). Cada um desses subespaços recebe impactos nas fases de construção e operação do empreendimento, com relações causais diretas ou indiretas. A definição da área de estudo corresponde a uma hipótese sobre a área de influência do empreendimento, ou seja, a área geográfica onde serão ou poderão ser notados os efeitos diretos ou indiretos decorrentes de suas atividades. A área de influência, ou, mais exatamente, a área esperada de influência do empreendimento, somente poderá ser conhecida depois de concluída a análise dos impactos, que, por sua vez, depende do diagnóstico ambiental. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013; SANTOS, R. F. **Planejamento: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.)

Área de Preservação Permanente (APP)

Consiste em uma área protegida pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/2012, conhecida como Código Florestal), que pode se encontrar coberta ou não por vegetação nativa. Tem a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem e a biodiversidade, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. São consideradas APP: margens de curso natural de água (nascentes, rios e lagos), entorno de reservatórios artificiais de água, encostas com declividade superior a 45°, topos de morros e áreas com altitude superior a 1.800 metros, além das restingas, manguezais e veredas. (BRASIL. Lei nº 12.651/2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 31 jul. 2020.)

Áreas de restrição e controle

São aquelas onde existe a necessidade de disciplinar as intervenções em águas subterrâneas e as atividades potencialmente poluidoras, com ênfase na proteção, conservação,

recuperação e uso sustentável, tais como: a) áreas de explotação de água subterrânea para o abastecimento público e outros usos prioritários; b) áreas com indícios de superexplotação ou com superexplotação confirmada; c) outras áreas vulneráveis em razão de explotação de água subterrânea. (MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH 05/2017. Disponível em: http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151. Acesso em: 31 jul. 2020.)

Assentamento

Qualquer forma de ocupação organizada do solo, quer urbana ou rural, onde o homem vive em comunidade. Entende-se como a instalação de determinado conglomerado demográfico, com o conjunto de seus sistemas de convivência, em uma área fisicamente localizada, considerando os elementos naturais e as obras materiais que a integram. (NEIRA, E. **Capacitación para el manejo del habitat**. In: Seminario Planeación Ecológica de los Asentamientos Humanos. Cidade do México: Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, 1982.)

Atributo (de um impacto)

Característica ou propriedade de um impacto, podendo ser usada para descrevê-lo ou qualificá-lo. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Avaliação de impacto ambiental

Processo de exame das consequências futuras de uma ação presente ou proposta. Está institucionalizado como um instrumento de política ambiental formado por um conjunto de procedimentos, capazes de assegurar, desde o início do processo, que se faça um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta e de suas alternativas. A avaliação de impactos ambientais pode ocorrer em dois momentos: antes da ação potencialmente impactante (avaliação “ex-ante”) e depois dela (“ex–post”). A **avaliação ex-post de impactos** é aplicada em projetos já implantados, na fase de pós-implantação (*follow-up*), quando se revisita a avaliação de impactos ambientais prévios, avaliam-se os dados dos monitoramentos e eventualmente coletam-se dados primários para verificar a efetividade das ações de mitigação feitas após algum acontecimento, seja no âmbito de projetos, de políticas ou de desastres. A avaliação de impactos “tradicional” compara a situação atual, delimitada por meio de um diagnóstico baseado em dados primários, com uma projeção de uma situação futura, com e sem o empreendimento analisado. A avaliação *ex-post* de impactos compara a situação atual com aquela que se supõe ter existido antes do acontecimento analisado, por meio de um diagnóstico pretérito baseado em dados secundários. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013; CANTER, L. W. **Environmental impact assessment**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1996; GLASSON, J.; THERIVEL, R.; CHADWICK, A. **Introduction to environmental impact assessment**. 3. ed. New York: Routledge, 2005.)

Bacia hidrográfica

Área cujo escoamento das águas superficiais contribui para um único leito ou berço (exutório), constituindo-se em uma superfície limitada por divisores de águas drenadas por um rio e seus tributários. (OLIVEIRA, C. **Dicionário cartográfico**. 4. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.)

Barragem de rejeitos

Reservatório para deposição dos rejeitos de beneficiamento mineral. As barragens normalmente são construídas aproveitando-se de um vale natural. Para tanto, constrói-se um barramento na boca do vale, criando um reservatório para se depositar o rejeito. Ao longo do tempo, existe a separação do rejeito e da água por densidade, o que permite a circulação da água para ser reutilizada na planta de beneficiamento. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13028 – Elaboração e apresentação de projeto de disposição de rejeitos de beneficiamento, em barramento, em mineração**. Rio de Janeiro: ABNT, 1993; SOARES, L. Barragem de rejeitos. In: LUZ, A. D.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. **Tratamento de minérios**. 5. ed. Rio de Janeiro: Cetem/MCT, 2010.)

Baseline (linha de base)

Baseline ou linha de base, no contexto de estudos ambientais, consiste em informações a respeito de caraterísticas naturais e socioeconômicas e culturais existentes em uma situação pretérita de determinado evento. Para o caso estudado, tais informações permitem configurar uma linha de base acerca da situação do ambiente natural (em particular, os recursos hídricos, a composição e estrutura de sua biodiversidade e os serviços ecossistêmicos) e das condições de vida das comunidades na bacia, das características socioeconômicas dos municípios e do patrimônio cultural, histórico e arqueológico, previamente à data do rompimento das barragens. Já estudos de base são os levantamentos acerca de alguns componentes e processos selecionados do meio ambiente que podem ser afetados pela proposta em análise. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Beneficiamento mineral

Também chamado de tratamento, o beneficiamento de minérios consiste em uma série de operações que buscam permitir a separação do mineral de interesse de outras substâncias. De forma geral, se dá em três grandes etapas: a cominuição, a concentração e o deságue. Durante a etapa de concentração, busca-se separar o mineral de interesse dos demais materiais presentes, que irão compor o **rejeito**. A concentração pode ser feita por diferentes tecnologias, de acordo com as propriedades dos materiais presentes, como densidade, condutividade elétrica e suscetibilidade magnética. Algumas das tecnologias de concentração demandam grande quantidade de água. Quando a separação é feita por processos úmidos, torna-se necessário eliminar o excesso de água do concentrado. O deságue ocorre por meio de espessamento ou filtragem. O espessamento se dá principalmente por gravidade. O material é transferido para espessadores, que consistem em grandes tanques onde o material mais denso decanta e é separado para ser encaminhado para secagem. O material que não

é separado no adensamento compõe o **rejeito de beneficiamento**, que é, posteriormente, encaminhado para as **barragens de rejeito**. (LUZ, A. D., SAMPAIO, J. A., FRANÇA, S. C. A. Tratamento de minérios. 5. ed. Rio de Janeiro: Cetem/MCT, 2010.)

Beneficiários

Conceito relacionado à temática de serviços ecossistêmicos. As funções ecossistêmicas geram os serviços ecossistêmicos que beneficiam determinado grupo de pessoas, chamados de beneficiários. Os beneficiários dos serviços são os usuários dos ecossistemas, incluindo indivíduos, famílias, grupos, comunidades, populações ou instituições que representam parte da sociedade. (HEIN, L.; KOPPEN, K. V.; DE GROOT, R. S.; IERLAND, E. C. V. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. **Ecological Economics**, v. 57, p. 209-228, 2006; LANDERS, D. H.; NAHLIK, A. M.; RHODES, C. R. **The beneficiary perspective**. In: Postchin M., Haines-Youg, F. Turner K. (editors). Routledge Handbook of Ecosystem Services. London; New York: Routledge. 2016.)

Bens culturais

Bens que, por razões religiosas ou profanas, são considerados por cada Estado como tendo importância arqueológica, pré-histórica, histórica, literária, artística ou científica e que pertencem às seguintes categorias: a) coleções e exemplares raros de zoologia, botânica, mineralogia e anatomia; objetos de interesse paleontológico; b) bens relacionados com a história, incluindo a história das ciências e das técnicas, a história militar e social, e com a vida dos governantes, pensadores, sábios e artistas nacionais ou ainda com os acontecimentos de importância nacional; c) produto de escavações (tanto as autorizadas como as clandestinas) ou de descobertas arqueológicas; d) elementos provenientes do desmembramento de monumentos artísticos ou históricos e de lugares de interesse arqueológico; e) antiguidades que tenham mais de 100 anos, tais como inscrições, moedas e selos gravados; f) material etnológico; g) bens de interesse artístico – como quadros, pinturas e desenhos feitos inteiramente à mão, sobre qualquer suporte e em qualquer material (com exclusão dos desenhos industriais e dos artigos manufaturados decorados à mão); produções originais de estatuária e de escultura em qualquer material; gravuras, estampas e litografias originais; conjuntos e montagens artísticas originais, em qualquer material –; (h) manuscritos raros e incunábulos, livros, documentos e publicações antigas de interesse especial (histórico, artístico, científico, literário etc.), separados ou em colecções; (i) selos de correio, selos fiscais e análogos, separados ou em coleções; j) arquivos, incluindo os fonográficos, fotográficos e cinematográficos; k) objetos de mobiliário que tenham mais de 100 anos e instrumentos de música antigos. (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA - UNESCO. **Convenção relativa às medidas a adotar para proibir e impedir a importação, a exportação e a transferência ilícitas da propriedade de bens culturais**. 16ª sessão da Conferência Geral da Unesco. Paris: 1970; GUEDES, M. T. F.; MAIO, L. M. **Bem cultural**. In: GRIECO, B.; TEIXEIRA, L.; THOMPSON, A. (org.). Dicionário Iphan de patrimônio cultural. 2. ed. rev. ampl. Rio de Janeiro; Brasília: IPHAN/DAF/Copedoc, 2016.)

Bioacumulação

Processo de assimilação e retenção de contaminantes, que podem ser absorvidos por todas as vias de exposição, como respiração, nutrição e epiderme, e por todos os compartimentos ambientais, como água, sedimento e outros organismos, assumindo elevadas concentrações. (SPACIE, A.; MCCARTY, L.S.; RAND, G. M. Bioaccumulation and bioavailability in multiphase systems. In: **Fundamentals of aquatic toxicology**. CRC Press: 7 ago. 2020. p. 493-521.)

Biomagnificação (bioacumulação indireta)

Designa o processo pelo qual os contaminantes são transferidos de níveis tróficos mais basais para os superiores, de modo que as concentrações sejam crescentes. (BURATINI, S. V.; BRANDELLI, A. **Bioacumulação**. In: ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. (Org.). Ecotoxicologia aquática: princípios e aplicações. São Carlos: RiMa, 2008.)

Caracterização geoquímica

Caracterização da variação espacial de elementos químicos na litosfera, biosfera e atmosfera. (FORTESCUE, J. A. C. **Environmental Geochemistry**. Berlim: Springer, 1979.)

Carga difusa

São cargas poluidoras que provêm de atividades que depositam poluentes de forma intermitente sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica. Podem estar associadas a eventos de precipitação. São geradas a partir de extensas áreas de ocupação antrópica, sendo sua origem de difícil associação. A poluição por cargas difusas de nutrientes pode ter natureza urbana, rural ou atmosférica. Em áreas urbanas, a poluição difusa tem composição complexa – de metais e óleos a sólidos –, constituindo-se numa fonte de poluição tanto maior quanto mais deficiente for a coleta de esgotos, ou mesmo a limpeza pública. Já na área rural, a poluição difusa é devida, em grande parte, à drenagem pluviométrica de solos agrícolas e ao fluxo de retorno da irrigação, sendo associada a sedimentos (carreados quando há erosão do solo), nutrientes (nitrogênio e fósforo) e defensivos agrícolas. A drenagem das precipitações em áreas de pecuária é associada, ainda, a resíduos da criação animal – nutrientes, matéria orgânica e coliformes. A deposição atmosférica de nutrientes, especialmente nitrogênio, provenientes de emanações industriais e queimadas de matas/cana-de-açúcar e o arraste de partículas e gases da atmosfera por águas pluviais também são considerados poluição difusa. (MACLEOD, C.; HAYGARTH, P. A review of the significance of non-point source agricultural phosphorus to surface water. **Scope Newsletter**, Devon, n. 51, p. 1-10, 2003.)

Cenário (pré *versus* pós-rompimento)

Previsão que se obtém a partir de pressupostos formulados com a finalidade de fazer comparações entre diversas situações, mais do que de prever eventos ou condições reais. No contexto do trabalho, o cenário pretérito refere-se às condições da área de estudo antes do rompimento das barragens. (MUNN, R. E. **Environmental impact assessment**. Toronto: John Wiley & Sons, 1979.)

Compensação (medidas de compensação)

Substituição de um bem que será perdido, alterado ou descaracterizado por outro, entendido como equivalente ou que desempenhe função equivalente. No contexto do Plano de Reparação, as medidas de compensação visam melhorar condições ambientais e sociais da bacia do rio Paraopeba e serão implementadas como uma forma de compensar impactos que não podem ser mitigados. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Componentes socioambientais

Quaisquer componentes do ambiente físico, biótico ou antrópico, ou quaisquer processos ou relações consideradas importantes para avaliar os impactos individuais ou cumulativos de um projeto, como, por exemplo, espécies de fauna, habitats, elementos do patrimônio material ou imaterial, qualidade do ar e disponibilidade hídrica, entre outros. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Contaminação/poluição/carga poluidora

Contaminação é entendida como a presença, em um ambiente, de seres patogênicos ou substâncias em concentração nociva ao ser humano. No entanto, se não resultar em alteração das relações ecológicas, a contaminação não é uma forma de poluição. Já o termo "poluição" é a introdução no meio ambiente de qualquer forma de matéria ou energia que possa afetar negativamente o homem ou outros organismos. Nessa perspectiva, a carga de poluentes gerada ou lançada no meio ambiente é expressa em quantidade de poluentes por tempo. (DERÍSIO, J.C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 5 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017; SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Comunidade tradicional

Grupo culturalmente diferenciado que se reconhece como tal, possui forma própria de organização social e ocupa e usa territórios e recursos naturais como condição para a sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas geradas e transmitidas pela tradição. (Art. 2º, IV, da Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13123.htm. Acesso em: 31 jul. 2020.)

Conservação (e preservação)

O conceito de conservação aplica-se à utilização racional de um recurso qualquer, de modo a se obter um rendimento considerado bom, garantindo-se, entretanto, sua renovação ou autossustentação. Conservação é entendida como o manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e

aspirações das gerações futuras e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral. Já preservação é entendida como o conjunto de métodos, procedimentos e políticas que visem a proteção a longo prazo das espécies, habitats e ecossistemas, além da manutenção dos processos ecológicos, prevenindo a simplificação dos sistemas naturais. (Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso: 31 jul. 2020.)

Curso d'água/corpo d'água

Qualquer corpo de água fluente, como rios, córregos, riachos, regatos, ribeiros, ribeirões, entre outros. (OLIVEIRA, C. **Dicionário cartográfico**. 4. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.)

Dano ambiental

Lesão aos recursos ambientais, com consequente degradação – alteração adversa ou *in pejus* – do equilíbrio ecológico e da qualidade de vida. (MILARÉ, E. **Direito do Ambiente: a gestão ambiental em foco**. 6. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009.)

Degradação ambiental

Qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou alteração adversa da qualidade ambiental. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Desabrigado

Pessoa cuja habitação foi afetada por dano ou ameaça de dano e que necessita de abrigo provido pelo governo. (BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria Especial de Políticas Regionais. Departamento de Defesa Civil. **Glossário de defesa civil: estudos de riscos e medicina de desastres**. 2. ed. Brasília: MPO, 1998.)

Desalojado

Pessoa que foi obrigada a abandonar temporária ou definitivamente sua habitação, em função de evacuações preventivas, destruição ou avaria grave, decorrentes de desastre, e que não necessariamente, carece de abrigo provido pelo Sistema. (BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria Especial de Políticas Regionais. Departamento de Defesa Civil. **Glossário de defesa civil: estudos de riscos e medicina de desastres**. 2. ed. Brasília: MPO, 1998.)

Desastre

Resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. (BRASIL. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria Especial de Políticas Regionais. Departamento de Defesa Civil. **Glossário de defesa civil: estudos de riscos e medicina de desastres**. 2. ed. Brasília: MPO, 1998.)

Descaracterização da barragem (processo de)

Termo que vem sendo utilizado para designar intervenções em barragens de rejeitos tornadas disfuncionais devido ao esgotamento de sua capacidade de armazenamento. Envolvendo principalmente medidas de controle do escoamento de águas superficiais, uma estrutura é "descaracterizada" como barragem, sendo transformada em uma feição integrada ao relevo do entorno. Esta alternativa de uso pós-fechamento se contrapõe a uma alternativa clássica de manter as barragens como obras de engenharia funcionais, reforçando os extravasores para dar vazão a cheias máximas com período de retorno de mil ou 10 mil anos. (SÁNCHEZ, L. E.; SILVA-SÁNCHEZ, S. S.; NERI, A. C. **Guia para o planejamento do fechamento de mina**. Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração, 2013.)

Descomissionamento/fechamento de mina

Momento, após o final da produção, que marca o término ou encerramento das atividades de desativação de uma mina. A desativação é o período que tem início pouco antes do término da produção mineral (encerramento) e se conclui com a remoção de todas as instalações desnecessárias e a implantação de medidas que garantam a segurança e a estabilidade da área, incluindo a recuperação ambiental e programas sociais. O fechamento de uma mina pode ser programado, quando o encerramento das atividades de produção mineral se faz de acordo com o estipulado no Plano de Fechamento. Quando o encerramento ocorre antes do previsto no Plano de Fechamento, o cenário é denominado de fechamento prematuro, usualmente precedido por uma etapa de suspensão temporária, que pode resultar na retomada da produção ou no fechamento prematuro. (SÁNCHEZ, L. E.; SILVA-SÁNCHEZ, S. S.; NERI, A. C. **Guia para o planejamento do fechamento de mina**. Brasília: Instituto Brasileiro de Mineração, 2013.)

Desempenho ambiental

Conjunto de resultados concretos e demonstráveis de proteção ambiental. Resultados dos aspectos ambientais de uma organização. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 14.031:2015 – Gestão ambiental – Avaliação de desempenho ambiental – Diretrizes**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.)

Desvio-padrão

Desvio-padrão de uma amostra (ou coleção) de dados, de tipo quantitativo, é uma medida de dispersão dos dados relativamente à média, que se obtém tomando a raiz quadrada da variância amostral. (MARTINS, E. G. M. Desvio-padrão amostral. **Rev. Ciência Elem.**, v. 1, n. 1, p. 22, 2013.)

Diagnóstico ambiental (*versus* Caracterização)

Descrição das condições ambientais existentes em determinada área no momento presente. Descrição e análise da situação atual de uma área de estudo feita por meio de levantamento de componentes e processos do meio físico, biótico e antrópico e suas interações. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São

Paulo: Oficina de Textos, 2013.; BEANLANDS, G.; DUINKER, P. **An Ecological Framework for Environmental Impact Assessment in Canada**. Halifax: Federal Environmental Assessment Review Office, Institute for Resource of Environmental Studies, Dalhousie University, 1983.)

Domínio geomorfológico

Conjunto espacial de certa ordem de grandeza territorial onde haja uma combinação característica de relevo, tipos de solos, formas de vegetação, hidrografia e condições climatológicas, que se inter-relacionam e interagem, formando uma unidade paisagística. (AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**, vol. 1. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.)

Ecossistema

Sistema que inclui, em uma certa área, todos os fatores físicos e biológicos (elementos bióticos e abióticos) do ambiente e suas interações, o que resulta em uma diversidade biótica com estrutura trófica claramente definida e na troca de energia e matéria entre esses fatores. (HASSAN, R. M.; SCHOLES, R.; ASH, N. **Ecosystems and Human Well-Being: current state and trends**. Washington: Island Press, 2005.)

Eficácia (efetividade) e eficiência

Eficácia ou efetividade ocorre quando os objetivos pré-estabelecidos são atingidos como resultado de atividade ou esforço. É entendido como a extensão na qual as atividades planejadas são realizadas, e os resultados, planejados. Já eficiência é a relação entre o resultado obtido e os recursos consumidos para conseguir aquele resultado. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 9000:2015. Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015; GONÇALVES, J. E. L. **Contribuição da utilização dos conceitos de eficácia e eficiência em administração de empresas**. Dissertação (mestrado em administração) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia e Administração, São Paulo, 1984.)

Efluente

Resíduo proveniente de atividades humanas que é lançado no meio ambiente, na forma de líquido ou de gás. Termo comumente utilizado para se referir à substância líquida com predominância de água produzida por atividades humanas (esgotos domésticos, resíduos líquidos e gasosos das indústrias etc.), lançada na rede de esgotos ou nas águas receptoras (cursos d'água, lago ou aquífero), com ou sem tratamento e com a finalidade de utilizar essas águas receptoras no seu transporte e diluição. (MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Glossário de termos e expressões relacionados à gestão dos recursos hídricos e do meio ambiente**. 2. ed. Belo Horizonte: IGAM, 2012.)

Enquadramento dos corpos d'águas

Instrumento de planejamento ambiental instituído na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), que tem como objetivo de enquadrar o (trecho do) rio em uma classe: estabelecer uma meta de qualidade da água (classe) a ser obrigatoriamente alcançada ou mantida, ao longo do tempo, em dado trecho do corpo hídrico, de acordo com os usos preponderantes atuais ou pretendidos, tendo por base a qualidade que o corpo hídrico deve possuir para atender aos usos mais restritivos. (Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 31 jul. 2020; Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459. Acesso em: 31 jul. 2020.)

Estratificação térmica/desestratificação (ou circulação de inverno)

A estratificação térmica é um fenômeno comum nos corpos de água, que consiste na formação de camadas horizontais de água. Em lagos de regiões tropicais é comum ocorrerem estratificações e desestratificações diárias, ou ainda estratificações durante a primavera, o verão e o outono, com desestratificação durante o inverno. (ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.)

Eutrofização

Crescimento excessivo no corpo hídrico de algas e plantas aquáticas planctônicas e fixas, tanto microscópicas quanto de tamanhos maiores, provocado pelo recebimento em grande quantidade de nutrientes (nitrogênio e fósforo). Esses nutrientes advêm principalmente dos efluentes industriais e esgotos. O processo de eutrofização é mais comum em lagos e represas, mas pode ocorrer também em rios, embora seja menos frequente, devido às condições ambientais serem mais desfavoráveis ao crescimento de algas e outras plantas, como turbidez e velocidades elevadas. Pode ser um processo natural de envelhecimento. (ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.)

Foz

Lugar onde um rio deságua no mar, num lago ou noutro rio. O mesmo que embocadura; desembocadura. (OLIVEIRA, C. **Dicionário cartográfico**. 4. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.)

Galgamento/*Overtopping*

Situação em que o nível d'água do reservatório sobe muito por algum motivo (normalmente, vazão afluente elevada e vertimento insuficiente) e provoca a passagem de água por cima do topo da estrutura da barragem, em direção à jusante. No dimensionamento de barragens deve-se contar com sistemas extravasores, considerando a hidrologia local e regional, além de garantir a ausência de galgamento, situação que pode provocar a ruptura do barramento. (SOARES, L. Barragem de rejeitos. In: LUZ, A. D.; SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A. **Tratamento de minérios**. 5. ed. Rio de Janeiro: Cetem/MCT, 2010; AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Programa de Capacitação em Segurança de Barragens. Curso: Inspeção e Segurança em Barragens de Usos Múltiplos**. Unidade 1: Barragens-Conceitos Básicos / Aspectos Gerais.)

Gestão adaptativa

O conceito de gestão adaptativa prevê o planejamento e a melhoria contínua de processos e produtos por meio da sucessiva reaplicação de uma avaliação crítica para alcançar resultados melhores. Envolve implementar ações, monitorar e avaliar os resultados, sendo, portanto, um processo de ajuste das ações planejadas de acordo com a realidade e circunstâncias locais, de modo a incorporar as lições aprendidas ao longo do tempo. (MORRISON-SAUNDERS, A. **Advanced introduction to environmental impact assessment**. Edward Elgar, 2018.)

Hierarquia da mitigação

Equivale à ordem de preferência na mitigação dos impactos adversos: 1º) evitar; 2ª) reduzir ou minimizar; 3ª) corrigir os impactos depois de sua ocorrência; e 4ª) compensar por impactos que não podem ser evitados ou satisfatoriamente reduzidos. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Indicador (ambiental)

Parâmetro que fornece uma medida de magnitude do impacto ambiental. Ainda pode ser entendido como aqueles parâmetros representativos de processos ambientais ou estados do meio ambiente, ou seja, em dado local ou região. Os indicadores devem ser construídos a partir de dados específicos, com base técnica, capazes de sintetizar informações, permitindo compreensão da evolução dos processos que estão sendo analisados, de modo rápido e focado, auxiliando no processo de tomada de decisão. Indicadores bem estruturados e adequados às necessidades do acompanhamento da evolução do ambiente após a obtenção dos dados da linha de base serão úteis como ferramentas de avaliação, apresentando tendências e progressos que evoluem ao longo do tempo, portanto sendo ferramenta de apoio à tomada de decisão. Consideram-se pelo menos quatro critérios para definição de indicadores: relevância, viabilidade, clareza e sensibilidade. (MUNN, R. E. **Environmental impact assessment**. Toronto: John Wiley & Sons, 1979; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR ISO 14.031:2015 – Gestão ambiental – Avaliação de desempenho ambiental – Diretrizes**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.)

Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)

Índice sintético que compreende indicadores de três dimensões do desenvolvimento humano: saúde/longevidade, educação e renda. O IDHM é usado para comparar territórios nacionais, como estados, municípios e regiões metropolitanas. (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea. Fundação João Pinheiro – FJP. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**. Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/idhm/. Acesso em: 31 jul. 2020.)

Impacto (ambiental/social/cumulativo)

ambiental: alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ações humanas.

social: algo que se vive ou sente, em nível perceptivo ou corporal à escala do indivíduo, da unidade social (família/agregado familiar/coletividade) ou da comunidade/sociedade.

cumulativo: impactos que se acumulam no tempo ou no espaço e resultam de uma combinação de efeitos decorrentes de diversas ações. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Intermitência (de cursos d'água)

Fenômeno que ocorre em determinados cursos d'água, que, em geral, escoam durante as estações de chuvas e secam na estiagem. Nessa época, o nível freático é inferior ao nível do leito do rio, e o escoamento superficial cessa ou ocorre somente durante ou imediatamente após as chuvas torrenciais. (MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Glossário de termos e expressões relacionados à gestão dos recursos hídricos e do meio ambiente**. 2. ed. Belo Horizonte: IGAM, 2012.)

Inundação

Inundações são eventos de transbordamento de água da calha normal de rios em áreas que habitualmente não são ocupadas pelas águas. São resultado de dois tipos de processo: (i) ocorrência de chuvas intensas em toda a bacia hidrográfica, associadas ao processo de urbanização; ou (ii) uma combinação da alteração de padrões meteorológicos, geomorfológicos e de cobertura vegetal. As inundações de caráter natural ocorrem em áreas ribeirinhas, decorrentes do processo natural no qual o rio ocupa seu leito maior, tendo tempo de retorno de em média dois anos. Os cursos d'água dispõem de uma área nos limites de suas margens para as quais extravasam sua vazão durante alguns períodos de fortes chuvas, o que se denomina "planície de inundação". As inundações de caráter antrópico decorrem da urbanização, em função da ocupação do solo com superfícies impermeáveis e redes de condutores de escoamento. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019; TUCCI, C. E. **Gestão das inundações urbanas**. Brasília: Global Water Partnership, 2005.)

Lixiviação

Processo de lavagem dos solos pela percolação das águas em subsuperfície, carregando os minerais para outras áreas, extraindo nutrientes e tornando o solo mais pobre. A lixiviação também ocorre em vazadouros e aterros de resíduos, dissolvendo e carregando certos poluentes para corpos d'água superficiais e subterrâneos. (MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Glossário de termos e expressões relacionados à gestão dos recursos hídricos e do meio ambiente**. 2. ed. Belo Horizonte: IGAM, 2012.)

Macrófitas aquáticas

Grupo composto basicamente por vegetais superiores que se desenvolvem em ambientes aquáticos ou úmidos. As macrófitas têm importante papel ecológico nos ecossistemas

aquáticos. Dentre as funções ecológicas desses vegetais, destaca-se sua influência na ciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo. Esse processo é mediado pela absorção direta pelas macrófitas aquáticas, pela sedimentação de partículas e pela atuação dos microrganismos associados às estruturas dessas plantas. (WETZEL, R. G. **Limnology: lake and river ecosystem**. 3.ed. San Diego: Academic Press, 2001.)

Medidas emergenciais

São ações e obras cujo objetivo é conter e remover a massa de rejeitos decorrentes do rompimento das barragens, visando a neutralização e mitigação dos efeitos do rompimento, tendo como foco, principalmente, a melhoria da qualidade da água, componente ambiental mais impactado. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Mitigação/medidas mitigadoras

São medidas com a finalidade de reduzir a magnitude ou a importância dos impactos adversos. No contexto da avaliação de impacto, a mitigação é a etapa em que são identificadas medidas para evitar, minimizar ou remediar os impactos. Essas medidas são implementadas como parte do processo de gerenciamento de impacto adversos. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013; UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME – UNEP. **Mitigation and impact management EIA Training Resource Manual**. 2002. Disponível em: https://unep.ch/etu/publications/EIA_2ed/EIA_E_top7_body.PDF.)

Modelo conceitual

Representação simplificada da realidade, na qual se apresenta uma descrição qualitativa dos componentes e das relações de um sistema. Diversos processos ambientais podem ser modelados, principalmente fenômenos físicos e, em certa medida, processos ecológicos. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Monitoramento ambiental

Coleta sistemática e periódica de dados previamente selecionados das variáveis ambientais, com o objetivo de identificar e avaliar, qualitativa e quantitativamente, as condições dos recursos naturais em determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo. Visa verificar o atendimento a requisitos predeterminados. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Módulo fiscal (de propriedade)

Unidade de medida, em hectares, cujo valor é fixado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) para cada município, levando-se em conta: (a) o tipo de exploração predominante no município (hortifrutigranjeira, cultura permanente, cultura temporária, pecuária ou florestal); (b) a renda obtida no tipo de exploração predominante; (c) outras

explorações existentes no município que, embora não predominantes, sejam expressivas em função da renda ou da área utilizada; (d) o conceito de "propriedade familiar". A dimensão de um módulo fiscal varia de acordo com o município onde está localizada a propriedade. O valor do módulo fiscal no Brasil varia de 5 a 110 hectares. (EMPRESA BRASILEIRA DE AGRICULTURA E PECUÁRIA – EMBRAPA. **Módulos fiscais**. Disponível em: https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal. Acesso em: 8 abr. 2020.)

Montante e jusante

Termos relativos à direção para onde correm as águas de uma corrente fluvial. Denomina-se jusante uma área que fica abaixo da outra, ao se considerar a corrente fluvial pela qual é banhada. Costuma-se também empregar a expressão "relevo de jusante" ao se descrever uma região que está numa posição mais baixa em relação ao ponto considerado. O oposto de jusante é montante, ou seja, lugar situado acima de outro, tomando-se em considerarão a corrente fluvial que passa na região. O relevo de montante é, por conseguinte, aquele que está mais próximo das cabeceiras de um curso d'água, enquanto o de jusante está mais próximo da foz. (GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1975; OLIVEIRA, C. **Dicionário cartográfico**. 4. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.)

Outorga (de uso de água)

A outorga de direito de uso ou interferência de recursos hídricos é um ato administrativo, de autorização ou concessão, mediante o qual o Poder Público faculta ao outorgado fazer uso da água por determinado tempo, finalidade e condição expressa no respectivo ato. (Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 31 jul. 2020.)

Partes interessadas (*stakeholders*)

Série de atores que interagem dentro e fora dos seus limites físicos, tomados em conjunto no contexto administrativo. (FREEMAN, R. E. **Strategic Management: a Stakeholder Approach**. Boston: Pitman/ Ballinger, 1984.)

Participação pública

Envolvimento em um processo decisório, de indivíduos e grupos que podem ser positiva ou negativamente afetados por um projeto ou que nele estão interessados. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Padrão legal/Parâmetros orientadores

Condições limitantes da qualidade ambiental, muitas vezes expressas em termos numéricos, usualmente estabelecidas por lei e sob jurisdição específica, para a proteção da saúde e do bem-estar dos seres humanos. Os parâmetros podem servir como indicadores para

esclarecer a situação de determinado corpo físico quanto a certa propriedade. (MUNN, R. E. **Environmental impact assessment**. Toronto: John Wiley & Sons, 1979.)

Pilha de deposição de estéril (PDE)

Colocação metódica do estéril seguindo uma ordem de subsequência previamente definida, planejada e controlada. Pilhas menores têm a aparência de pequenos morros; pilhas maiores, por questão de estabilidade, são formadas a partir de platôs, adquirindo o formato final de uma montanha cortada em degraus. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13029:2017. Mineração – Elaboração e apresentação de projeto de disposição de estéril em pilha**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017; GOMIDE, C. S.; COELHO, T. P.; TROCATE, C.; MILANEZ, B.; WANDERLEY, L. J. M. **Dicionário crítico da mineração**. Marabá: iGuana, 2018.)

Plano (ambiental/socioambiental)

Documentos que englobam diversos programas correlacionados e tratam dos componentes ambientais e sociais em uma escala mais macro, de modo a adereçar diversos impactos de maneira integrada. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Pluma (de rejeito)

No contexto do trabalho, a pluma pode ser caracterizada como uma zona com concentrações anômalas em relação às condições naturais do ambiente. É constituída por uma massa de substâncias em frações particuladas e/ou dissolvidas que interagem e variam suas concentrações, à medida que é transportada pelo fluxo de água ao longo do tempo e do espaço. Seu limite é estabelecido quando ela se torna analiticamente compatível com as condições de equilíbrio (*baseline*) do ambiente aquático.

Previsão de impacto

Uso de métodos e técnicas para antecipar a magnitude ou a intensidade dos impactos ambientais. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.)

Produção mineral bruta (ROM)

Refere-se ao minério em seu estado natural, não processado, como está quando extraído. Minério extraído de um tamanho que pode ser processado diretamente sem triturar. (GOMIDE, C. S.; COELHO, T. P.; TROCATE, C.; MILANEZ, B.; WANDERLEY, L. J. M. **Dicionário crítico da mineração**. Marabá: iGuana, 2018.)

Programa ambiental

Conjunto de recursos e atividades direcionados a um objetivo. É organizado em um documento que, de forma objetiva, elenca e define, em nível de detalhamento e precisão

adequado, as ações e atividades a serem implementadas ou implantadas, com a execução das obras e com vistas a promover a mitigação e o tratamento dos impactos ambientais, em conformidade com o instituído pelos estudos ambientais, exigências e recomendações pertinentes dos órgãos ambientais. (SCHEIRER, M. A. Designing and using process evaluation. In: J.S. Wholey; H.P. Hatry, K.E. Newcomer (org.). **Handbook of Practical Program Evaluation**. San Francisco: Joey-Bass, 1994.)

Qualidade ambiental

Medida da condição de um ambiente relativa aos requisitos de uma ou mais espécies e/ou de qualquer necessidade ou objetivo humano. Deve ser descrito com a ajuda de indicadores e apreendida no plano de sua percepção pelos diferentes atores sociais. (JONHSON, D. L. *et al*. Meanings of Environmental Terms. **Journal of Environmental Quality**, n. 26, p. 581-9, 1997.)

Reabilitação

Retorno da área degradada a um estado intermediário da condição original, havendo a necessidade de uma intervenção antrópica. (KOBIYAMA, M., USHJWATA, C. T.; BARCIK, C. Recuperação de áreas degradadas: conceito. um exemplo e uma sugestão. Bio. **Saneamento e Progresso**, Rio de Janeiro, n. 6, p. 95-102, nov./dez. 1993; MAJER, J.D. Fauna scudies and land reclamalion technology: review of the history and need for sucb studies. In: **Animals in primary succession: the role of fauna in reclaimed lands.** London: Cambridge University Press, 1989.)

Recomposição florestal

Na literatura e manuais práticos recentes, o termo pode ser entendido como sinônimo de restauração florestal. (RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Recomposição de florestas nativas: princípios gerais e subsídios para uma definição metodológica. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, n. 2, p. 4-15, 1996.)

Recuperação ambiental

Aplicação de técnicas de manejo visando tornar o ambiente degradado apto para novo uso produtivo, desde que sustentável. Outra definição é a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original. (IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Instrução Normativa do Ibama nº 4, de 13 de abril de 2011**. Brasília: Diário Oficial da União, 2011; SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental**. 2 ed. São Paulo, Oficina de Textos, 2013; GRIFFITH, J. **Introdução à prática de recuperação ambiental**. In: Workshop Internacional sobre a recuperação de recursos naturais degradados pela mineração, Poços de Caldas, Minas Gerais, novembro de 1993. Anais. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995. p. 19-24.)

Região fisiográfica

Compartimentação de uma região com base na caracterização de componentes físicos. Pode ser realizada com base na utilização de processos de fotointerpretação sistemáticos de imagens de satélites, pela análise das diversas propriedades da rede de drenagem, a partir da homogeneidade e da similaridade das unidades da paisagem e pela definição de Unidades Territoriais Básicas, por meio da integração de unidades naturais e antropizadas da paisagem. (VEDOVELLO, R. **Zoneamento geotécnico, por sensoriamento remoto, para estudos de planejamento do meio físico: aplicação em expansão urbana**. Dissertação (mestrado em sensoriamento remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1993.)

Rejeito (de beneficiamento mineral)

O rejeito consiste no resíduo produzido pelas usinas de beneficiamento de minérios, depois que os minerais com valor econômico para as mineradoras foram extraídos. As usinas que utilizam beneficiamento a úmido geram normalmente rejeitos em estado lamoso, que exigem disposição em barragens. Alternativamente, podem ser usados processos de adensamento que passam o rejeito do estado lamoso para o estado adensado ou pastoso. Ainda é possível, por meio de processos de filtragem, chegar ao rejeito seco. Quanto mais baixo é o teor de água, menor é a área necessária para sua disposição, assim como o impacto do escorregamento, no caso de falhas no sistema de disposição. (ELAW. **Guidebook for evaluating mining project EIAs**. Eugene: Environmental Law Alliance Worldwide, 2010.)

Remanso (hidráulico)

Área em um canal de escoamento livre onde, em função da existência de um obstáculo no canal, ocorre a elevação da profundidade, redução da velocidade e, consequentemente, o movimento variado retardado. A área de remanso influencia os processos hidrossedimentológicos na calha do rio, em função da desaceleração da massa de água, provocando a deposição de sedimentos em suspensão. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Manual de estudos de disponibilidade hídrica para aproveitamentos hidrelétricos: manual do usuário**. Brasília: ANA, 2010.)

Remediação

Termo usado para designar a recuperação ambiental de áreas contaminadas. Aplicação de técnicas ou conjunto de técnicas em uma área contaminada visando a remoção ou contenção dos contaminantes presentes, de modo a assegurar uma utilização para a área, com limites aceitáveis de riscos aos bens a proteger. (CETESB. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. 2. ed. São Paulo: Cetesb/GTZ, 2001.)

Renaturalização

Ações de restabelecimento, por meio de medidas de configuração do biótopo, de uma condição natural, ou quase natural, de um espaço paisagístico danificado por intervenções humanas. Entende-se por renaturalização de rios o processo de trazer ao rio sua condição

mais natural ou original possível. (BINDER, W. **Rios e córregos, preservar – conservar – renaturarizar. A recuperação de rios: Possibilidades e limites da engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: SEMADS, 1998; LÜDERITZ, V.; JÜPNER, R.; MÜLLER, S.; FELD, C. K. (2004). Renaturalization of streams and rivers: the special importance of integrated ecological methods in measurement of success. An example from Saxony-Anhalt (Germany). **Limnologica**, v. 34, n. 3, p. 249-63, 2004.)

Reparação

Termo amplamente utilizado juridicamente no contexto de dano ambiental. A reparação é a materialização do princípio do poluidor-pagador e do princípio da reparação integral. As formas de reparação se dão pelas práticas de restauração, indenização pecuniária ou compensação econômica. No contexto do trabalho, medidas de reparação são aquelas que objetivam minimizar os efeitos do rompimento das barragens. (MILARÉ, E. **Direito do ambiente**. 3. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004; SENDIM, J. S. C. **Responsabilidade civil por danos ecológicos: da reparação do dano através da restauração natural**. Coimbra: Coimbra, 1998.)

Restauração ambiental

Retorno de uma área degradada às condições existentes antes da degradação. As medidas de restauração englobam aquelas que objetivam restabelecer as condições ambientais pré-existentes ao rompimento das barragens ou o mais próximo possível dessas. (SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental**. 2 ed. São Paulo, Oficina de Textos, 2013.)

Revegetação

Termo empregado para se referir à fase de implantação da vegetação em determinada área, em geral em contexto de áreas degradadas. (ALMEIDA, R. O. P. O., SÁNCHEZ, L. E. Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação do desempenho. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, p. 47-54, 2005; US DEPARTAMENT OF AGRICULTURE, NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICES. **Plant Materials**, 9. Washington, 2005. Disponível em: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_PLANTMATERIALS/publications/wapmctn6333.pdf.)

Seguro defeso

É o Seguro-Desemprego do Pescador Profissional Artesanal (SDPA), um benefício pago ao pescador artesanal, que fica proibido de exercer a atividade pesqueira durante o período de defeso de alguma espécie. É elegível o pescador artesanal, desde que exerça sua atividade profissional ininterruptamente, de forma artesanal e individualmente ou em regime de economia familiar. O benefício tem valor de 1 salário-mínimo mensal, durante o período de defeso de atividade pesqueira para a preservação da espécie. (Lei nº 10.779, de 25 de novembro de 2003. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.779.htm. Acesso em 31 jul 2020.)

Série histórica

É a série estatística em que os dados são obtidos em intervalos regulares de tempo durante um período específico. Nesse tipo de série o tempo é variável, e o fato e o local são fixos. Também denominada como temporal, temporal, cronológica, cronológica, evolutiva. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Banco de Dados Séries Estatísticas & Séries Históricas**. Disponível em: https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/apresentacao.aspx. Acesso em: 30 jul 2020.)

Pelotização (*sinter feed*)

Processo no qual os finos de minério de ferro (com granulometria e superfície específica controladas), decorrentes da extração ou beneficiamento do minério, passam por processo de aglomeração e adensamento, transformando-os em pelotas. Do ponto de vista metalúrgico, o minério de ferro é dividido em três categorias, de acordo com a granulometria: granulado (*lump ore*), finos para sínter (*sinter feed*) e finos para pelotas (*pellet feed*). A pelotização facilita os processos siderúrgicos posteriores que utilizam as pelotas de ferro, como a fabricação de aço. (GOMIDE, C. S.; COELHO, T. P.; TROCATE, C.; MILANEZ, B.; WANDERLEY, L. J. M. **Dicionário crítico da mineração**. Marabá: iGuana, 2018.)

Território

Dimensão do espaço habitado, com limites físicos de caráter político/administrativo. O território está associado à ideia de poder, de controle, quer se faça referência ao poder público ou de corporações que transcendem as fronteiras políticas. (SANTOS, M. **Espaço e método**. São Paulo: Nobel, 1985.)

Topofilia/Topofobia

Percepção e relação que um indivíduo tem com determinado local, expressando sentimentos e sensações sobre ele. Assim, consiste em uma ligação afetiva, como uma associação da pessoa ao lugar de vida, unindo os conceitos de percepção, sentimento e atitude. Nesse sentido, o neologismo exprime a filiação do ser humano ao ambiente que o cerca. A topofilia, enquanto percepção, sentimento e atitude dos indivíduos para com o ambiente, constitui elemento estruturador dessa ligação, aqui chamada de afetiva. Já a rejeição seria a topofobia. Essa filiação não é constante entre os diferentes indivíduos, que constroem múltiplas e contrastadas ideias, impressões, julgamentos, concepções, pré-conceitos e imagens de um mundo real que não é percebido da mesma forma por todos. Assim, o entendimento e a compreensão desse valor afetivo/rejeição ficam condicionados ao envolvimento com o ambiente circundante, que depende do complexo conjunto de filtros que se levantam entre o sujeito e a realidade percebida. (TUAN, Y. **Espaço e Lugar: a perspectiva da experiência**. São Paulo: Difel, 1983.)

Toxicidade

Propriedade potencial que o agente tóxico tem de provocar, em maior ou menor grau, um efeito adverso em consequência de sua interação com o organismo. (ASSOCIAÇÃO

BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10004:2004. Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.)

Ecotoxicidade: ciência que visa o estudo dos efeitos de uma ou mais substâncias químicas sobre uma população ou comunidades de organismos. Surgiu como ferramenta de monitoramento ambiental, baseado nas respostas de organismos-teste expostos a poluentes. Pode ser entendida com a junção de ecologia e toxicidade. (MAGALHÃES, D. P.; FERRÃO FILHO, A. S. A Ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 355-81, 2008.)

Uso da água

Consuntivo: uso que diminui espacial e temporalmente as disponibilidades quantitativa e/ou qualitativa de um corpo hídrico, ou seja, quando há perdas entre o que é retirado e o que retorna ao curso natural.

Não consuntivo: uso que não implica redução da disponibilidade quantitativa e/ou qualitativa de água nos corpos hídricos, ou seja, quando não há perdas entre o que é retirado e o que retorna ao curso natural, mas podendo haver modificação no seu padrão espacial e temporal (por exemplo, com a implantação de grandes represas).

Múltiplo: princípio da política de recursos hídricos em que se coloca todas as categorias de uso da água em igualdade de condições em termos de acesso aos recursos hídricos, assegurando a todos os usuários o direito de uso, sem privilegiar um setor específico.

Preponderante: conjunto de usos da água, atuais e futuros, com relevância econômica, social e ambiental em determinado trecho de corpo hídrico. A Resolução Conama nº 20 de 1986 estabelece dez usos preponderantes, na seguinte ordem: abastecimento doméstico, preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação, aquicultura, dessedentação animal, navegação, harmonia paisagística e usos menos exigentes.

Insignificante: derivações, captações, lançamentos e acumulações consideradas insignificantes pelos Comitês de Bacia Hidrográfica, ou, na falta destes, pelo IGAM, devendo constar no Plano de Recursos Hídricos da respectiva bacia. A Deliberação Normativa nº 9 de 2004 do CERH-MG define os usos insignificantes para efeito de outorga de direito de uso de recursos hídricos. (MINAS GERAIS. Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Semad. **Glossário de termos relacionados à gestão de recursos hídricos**. Publicação específica para a I Oficina do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos. 2008; MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa CERH-MG nº 9, de 16 de junho de 2004**. Disponível em: http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=209. Acesso em: 31 jul. 2020.)

Vazão $Q_{7,10}$

Valor médio da série histórica das vazões mínimas das médias móveis de sete dias, ao longo do período de dados das estações fluviométricas. Vazão mínima das médias móveis de sete dias, considerada ano a ano, sendo portanto a contribuição subterrânea, uma vez que é medida em época de baixas vazões, ou seja, durante a estiagem, quando a vazão superficial é mantida pelo fluxo de base. Calculada a partir de séries de vazões naturais ou

naturalizadas, sem a influência de regularizações; quando estas ocorrem, devem ser filtradas. (SCHVARTZMAN, A. S.; MEDEIROS, M. J.; NASCIMENTO, N. O. **Avaliação preliminar do critério de outorga adotado do estado de Minas Gerais**. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 13, 1999, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: ABRH, 1999.)

Vertente

Planos de declives variados que divergem das cristas ou dos interflúvios enquadrando o vale. Nas zonas de planície, muitas vezes as vertentes podem ser abruptas e formarem gargantas. (GUERRA, A. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 8. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1975.)

Vulnerabilidade social

Condição que caracteriza grupos de pessoas em situação de exclusão social, sobretudo por fatores socioeconômicos. (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Atlas da vulnerabilidade nos municípios brasileiros**. Brasília: Ipea, 2015.)

APRESENTAÇÃO

O presente documento está estruturado em cinco volumes. Este Volume I, além desta apresentação, apresenta a caracterização socioambiental pós-rompimento, e os aspectos legais citados ao longo do documento reunidos em um único item. O Volume II apresenta a caracterização socioambiental do cenário pós-rompimento, englobando as áreas temáticas relacionados ao meio físico. O Volume III apresenta a caracterização socioambiental do cenário pós-rompimento, englobando o meio biótico, a socioeconomia, o patrimônio cultural e os serviços ecossistêmicos. No Volume IV é detalhada a metodologia de avaliação de impactos utilizada, bem como os impactos identificados são descritos e avaliados. E por fim, o Volume V apresenta os anexos citados ao longo de todo o documento.

Antes da caracterização do rompimento das barragens B1, B4 e B4-A, as premissas metodológicas que nortearam a construção do Plano de Reparação são reapresentadas, tal qual foi apresentado no Capítulo 1 – Diagnóstico Pretérito – *Baseline*.

Tal como anteriormente apresentado no Capítulo 1 do Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba, no início da tarde do dia 25 de janeiro de 2019, a bacia hidrográfica do rio Paraopeba foi afetada pelo rompimento das barragens B1, B4 e B4-A[1], de propriedade da VALE S/A em Brumadinho-MG, induzindo um desastre humanitário, socioeconômico e ambiental.

A barragem B1 era responsável por armazenar 11.741.325,34m^3 de rejeitos provenientes do beneficiamento de minério de ferro da Mina Córrego do Feijão do Complexo Paraopeba II. Já as barragens B4 e B4-A eram destinadas à contenção de sedimentos, e romperam em consequência do rompimento da B1. A barragem B1 foi construída em 1976, pelo método de alteamento a montante, pela Ferteco Mineração, e adquirida pela VALE S/A em 2001. Tal barragem ocupava cerca de 27 hectares e tinha 87 metros de altura, estava paralisada desde 2016, e tinha recebido licença ambiental da Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM, com vistas ao reaproveitamento de rejeitos de minério de ferro e futura desativação.

Quando se romperam, as barragens criaram uma onda de lama que, em menos de um minuto, arrastou áreas administrativas, refeitório e edificações operacionais da VALE S/A. O rejeito soterrou parte da comunidade Vila do Ferteco do povoado Córrego do Feijão, a pousada Nova Estância, parte dos bairros Parque da Cachoeira e Alberto Flores, na área rural do munícipio de Brumadinho. O rompimento resultou em um número de fatalidades conforme a seguir descrito: até o momento foram registradas as mortes de 272 pessoas, sendo que desses 11[2] pessoas continuam desaparecidas.

---

1 Embora a Nota Técnica 2/FEAM/DOCUMENTACAOB1/2019 se referencie ao rompimento da Barragem de Rejeitos B1, este documento tratará como rompimento das barragens B1, B4 e B4-A, uma vez que, ao avançarem os trabalhos em campo, observou-se que as barragens de sedimentos B4 e B4-A foram rompidas com a força do deslocamento dos rejeitos da barragem B1, conforme descrição das estruturas da mina Córrego do Feijão, apresentada no Capítulo 2. Deste modo, a padronização estabelecida neste documento é equivalente aos termos “rompimento da barragem B1 ou rompimento da barragem de Brumadinho” utilizados em outros documentos técnicos ou nos meios de comunicação.

2 Atualizado de acordo com o Boletim Estadual de Proteção e Defesa Civil, Nº 294 de 20 de outubro de 2020. Disponível em: Disponível em < http://www.sistema.defesacivil.mg.gov.br/anexo/boletim/85-0941_Boletim_294_de_20_de_Outubro_de_2020.pdf >

Os trabalhos de resgate às vítimas pelos bombeiros começaram imediatamente após o rompimento, foram interrompidas em 20 de março de 2020 em decorrência da pandemia causada pela Covid-19 e iniciou o processo de retomada em 27 agosto de 2020.

A onda de rejeitos fluiu pelo ribeirão Ferro-Carvão, alterando sua morfologia e paisagem, até atingir o rio Paraopeba, distante cerca de 10 km da barragem B1. Nesse percurso, a onda arrastou o pontilhão da linha férrea e interceptou a ponte Alberto Flores e a estrada Cantagalo, interrompendo temporariamente o fluxo de pessoas e veículos.

O rejeito ocupou uma área de aproximadamente 294 hectares, que originalmente possuía diversos usos, dentre os quais destacam-se 17 hectares de áreas destinadas à agricultura, 22 ha de pastagens, 4 ha de área urbana e 9 ha de habitação rural. A força e velocidade dessa onda removeu cerca de 132 hectares de vegetação nativa, do bioma Mata Atlântica, causando a fragmentação da cobertura vegetal e da paisagem, numa região preservada da bacia do rio Paraopeba, induzindo alteração do *habitat* das populações da fauna silvestre.

O monitoramento diário da qualidade da água foi iniciado no dia do rompimento das barragens, e no dia seguinte foi registrada uma turbidez de 83400 NTU no ribeirão Ferro-Carvão, e de 10220 NTU no rio Paraopeba.

Em março de 2020 o monitoramento da qualidade da água baseava-se em 65 pontos e 13 estações telemétricas, se estendendo até a foz do rio São Francisco, no oceano Atlântico, entre Sergipe e Alagoas. Até o final do período de estiagem de 2019 (setembro de 2019), os resultados deste monitoramento indicavam que a pluma de turbidez e metais decorrente do rejeito estava contida no reservatório da Usina Hidrelétrica de Retiro Baixo, distante cerca de 315 km da barragem B1.

O espalhamento do rejeito ao longo do ribeirão Ferro-Carvão e rio Paraopeba ocasionou a redução de *habitat* aquáticos e soterramento da comunidade bentônica, causando alteração na cadeia alimentar. De modo mais direto e imediato, observou-se a mortandade de peixes, animais domésticos e silvestres.

A análise dos resultados do monitoramento da água fez que com o Governo de Minas Gerais[3] recomendasse a não utilização o uso da água do rio Paraopeba e dos poços artesianos na faixa de 100m e que fosse mantida a distância mínima de 100 metros das margens do rio, devido aos riscos à saúde humana e animal.

A restrição ao uso da água ocasionou o desabastecimento da população da área rural de 18 municípios da bacia do rio Paraopeba, que utilizavam a água do rio para dessedentação animal, irrigação e para usos domésticos. O rejeito também afetou captações de água no rio Paraopeba para abastecimento público, nos municípios de Brumadinho, Pará de Minas e Paraopeba.

Ainda no dia 25 de janeiro de 2019, a VALE S/A criou o Comitê de Resposta Imediata e de Ajuda Humanitária, e o Ministério Público de Minas Gerais (MPMG) instituiu a Força-Tarefa para atuação nas áreas Criminal, Meio Ambiente, Direitos Humanos, Saúde, Patrimônio Público, Educação, Defesa das Crianças e Adolescentes. No qual foram deliberadas diversas ações de atendimento às emergências frente aos impactos causados.

[3] A decisão foi divulgada por meio da Nota de Esclarecimento 9 no dia 31 de janeiro de 2019 pelas Secretarias de Estado de Saúde (SES-MG); de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad); e de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa).

Em 26 de fevereiro de 2019, foi criado, pelo Governo do Estado de Minas Gerais, o Comitê Gestor Pró-Brumadinho, com o objetivo de "coordenar as ações estaduais de recuperação, mitigação e compensação dos danos causados à população dos municípios atingidos pelo rompimento" (Decreto Numeração especial 176, de 26 de fevereiro de 2019). Posteriormente, dentro da estrutura organizacional da Vale S/A, foi constituída a "Diretoria Especial de Reparação e Desenvolvimento", com equipe dedicada exclusivamente às ações de mitigação, reparação e compensação dos impactos.

Durante o primeiro período chuvoso pós-rompimento (outubro 2019 a março de 2020), ocorreu precipitação excepcional e aumento da vazão em ordem de grandeza superior ao período chuvoso anterior, com destaque para o mês de janeiro de 2020. Esta condição hidrológica extraordinária implicou alterações na qualidade da água e na inundação das margens do rio Paraopeba.

A alteração na qualidade da água do rio Paraopeba, neste período chuvoso em específico, foi observada até o braço do rio Paraopeba no reservatório da Usina Hidrelétrica Três Marias e se deu por um conjunto de fatores, a saber: arraste de partículas de rejeitos sedimentadas no rio Paraopeba, carreamento de material da área de drenagem da bacia, condições de operação da UHE Retiro Baixo, contribuições de tributários do rio Paraopeba, conforme descrito na Caracterização Socioambiental Pós-Rompimento (item 2.5), em especial o item 2.5.5 – Recursos Hídricos Superficiais. Cabe ressaltar, contudo, que não há clareza das contribuições relativas a cada um dos fatores.

Com as inundações registradas no início de 2020, os impactos do rompimento das barragens, também puderam ser verificados com o extravasamento da água do leito do rio Paraopeba, tal como caracterizado no item 2.3 – Contextualização da Inundação do Rio Paraopeba.

Embora se reconheça que a dimensão e complexidade das perdas e danos decorrentes do rompimento da barragem de rejeitos B1, somada aos rompimentos das barragens de sedimento B4 e B4-A, com a perda de vidas, e os impactos culturais, psicossociais, econômicos e ambientais sejam incalculáveis, apresenta-se o **Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba** com o objetivo de remediar, restituir, restaurar e reparar os efeitos adversos dos rompimentos.

O Plano de Reparação visa estabelecer uma condição mais saudável e sustentável para a bacia, baseado na reparação adequada e na gestão adaptativa, que procura definir e redefinir estratégias de reparação discutidas e validadas com as partes interessadas e afetadas.

O objetivo do Plano[4] é apresentar estratégias, pautadas na avaliação técnica, por meio da análise dos dados dos cenários pré e pós-rompimento para:

- **remediar os danos** causados;
- **restituir os ecossistemas afetados e as condições biofísicas** da área impactada, sempre que possível, devolvendo ao estado mais próximo ao original, e recompondo suas

4 Apesar de contemplar programas socioeconômicos com efeito direto sobre as pessoas e comunidades que integram a área de influência do Plano de Reparação, cabe ressaltar que as ações relacionadas aos Acordos de Indenizações às famílias que sofreram perda de vidas ou danos materiais não são tratadas neste Plano de Reparação.

funções ecológicas e serviços ecossistêmicos;

- **restaurar as condições de infraestruturas** locais afetadas;
- **reparar perdas sociais e econômicas** na região afetada;
- **recuperar** as áreas atingidas e **promover a sua ressignificação**;
- **reparar a perda** de memória e patrimônio cultural.

A revisão do Plano de Reparação Socioambiental do Rio Paraopeba realizada no ano de 2020 apresenta, além dos impactos decorrentes do rompimento das barragens, os impactos das inundações ocorridas no período chuvoso de 2019/2020, bem como as recomendações realizadas nas reuniões técnicas com o SISEMA e MPMG/AECOM.

O presente documento apresenta o Capítulo 2 do Plano de Reparação Socioambiental do Rio Paraopeba, contendo, principalmente, a caracterização do rompimento das barragens, caracterização socioambiental da região de estudo após o rompimento, e a avaliação dos impactos oriundos do rompimento das barragens.

CAPÍTULO 2: CARACTERIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL PÓS-ROMPIMENTO E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

O capítulo 2 do Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba tem por objetivo caracterizar o rompimento das barragens B1, B4 e B4-A, o cenário socioambiental pós-rompimento e, com base na comparação deste com o cenário pré-rompimento (apresentado no capítulo 1), identificar e avaliar os impactos deste rompimento. Essa versão do capítulo 2 foi revisada e ampliada a partir das considerações e recomendações realizadas pelos:

- memorandos da FEAM GERES 16/2020, GERAQ 35/2020 e GESAR 25/2020;
- ofícios da FEAM GERAI 47/2020, GERAI 49/2020, GERAI 37/2020 e GERAI 45/2020;
- ofícios Instituto Estadual Florestal – IEF DFAU 18/2020 (e seu detalhamento) e GRAPE 65/2020,
- Memorando dos Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM GEMOQ 14/2020;
- Notas técnicas AECOM 60612553-ACM-DM-ZZ-TN-PM-0001-2020 e AECOM 60612553-ACM-DM-ZZ-TN-PM-0002-2020.

O capítulo 2 do Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba apresenta uma caracterização socioambiental do cenário pós-rompimento tendo um escopo temporal e espacial bem definido, que subsidia o processo de identificação e avaliação do grau de importância dos impactos.

Dada as especificidades e inerente complexidade que envolve o rompimento das barragens, os diagnósticos socioambientais foram conduzidos em duas escalas: uma em contexto mais regional, no âmbito da bacia do rio Paraopeba e do entorno da UHE Três Marias; e, outra mais local, na região da sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão, cujas áreas temáticas apresentam seus próprios critérios para definição dos limites das áreas de estudos. Conforme discutido durante as reuniões técnicas sobre o capítulo 2 (versão protocolada em setembro 2019) ocorridas entre os dias 25 de maio e 26 de junho de 2020, ficou acordado que, para esse capítulo, se faz necessário apresentar uma caracterização socioambiental englobando dados de janeiro de 2019 (imediatamente após rompimento) até março/abril de 2020, contemplando, portanto, um ano hidrológico completo.

Nesse sentido, o capítulo 2 aborda também o período chuvoso de 2019/2020 quando ocorreram as inundações do rio Paraopeba, evento natural na bacia, mas que, devido à presença do rejeito na calha do rio, se configurou em um aspecto indutor de impactos. Salienta-se que o processo de inundações das margens do rio Paraopeba já ocorria no cenário pré-rompimento sendo um processo natural da dinâmica fluvial da bacia, que só se tornou um aspecto devido à presença de traços de rejeitos nas águas do rio Paraopeba. Trata-se, portanto, de um processo natural que não pode ser planejado, diferindo de atividades planejadas realizadas no âmbito de obras emergenciais ou outras ações da reparação.

Desde o rompimento das barragens, diversas ações de reparação, incluindo as obras emergenciais, foram iniciadas e outras estão previstas para serem implementadas. Diante disso, durante as discussões do capítulo 2, realizadas com diversos atores, foi pautada a necessidade de se considerar:

> "todas as intervenções realizadas e previstas, incluindo as áreas afetadas pelo rejeito no período de chuvas, as obras emergenciais, as obras de infraestrutura para acessos viários, as obras para

garantir a segurança hídrica para os diferentes fins de uso da água, fornecimento de energia, áreas de empréstimo, etc., bem como todas as intervenções, permanentes ou temporárias, e necessárias para a implantação das medidas de reparação e compensação" (Nota técnica AECOM Nº 60612553-ACM-DM-ZZ-TN-PM-0001-2020 p. 4).

"Considerar, também, os impactos cumulativos em virtude do rompimento, de obras emergenciais e de outras intervenções ambientais" (IEF/GRAPE nº 65/2020 p.7).

"Para análise de impactos cumulativos e sinérgicos, considerar as intervenções realizadas pelas obras emergenciais e demais estruturas associadas ao rompimento, bem como os impactos entre as atividades coexistentes e demais impactos associados ao rompimento. Incluir avaliação de impactos cumulativos e sinérgicos entre os impactos decorrentes do rompimento da B-I. Incluir as obras emergenciais na avaliação dos impactos cumulativos" (AECOM N. 60612553-ACM-DM-ZZ-TN-PM-0001-2020, p. 4).

Ressalta-se que a elaboração do Plano de Reparação e consequente processo de identificação de impactos foi iniciado em abril de 2019, quando o processo de avaliação de impactos das obras emergenciais também já estava em andamento. Portanto, a avaliação individualizada e sistematizada dos impactos provenientes das obras emergenciais são objeto do processo administrativo específico e não fazem parte deste documento.

Considerando as solicitações expostas acima, as boas práticas internacionais sobre a temática "impactos cumulativos" e principalmente, as premissas metodológicas do Plano de Reparação, para uma análise dos efeitos adversos das ações de reparação realizadas e previstas, bem como, sua cumulatividade, seja aditiva ou sinérgica com os impactos do rompimento e das Chuvas 2019/2020, será aplicada a metodologia de Avaliação de Impactos Cumulativos (IFC, 2013).

Sendo assim, foi encaminhada a "manifestação técnica quanto a metodologia que a Vale está adotando para a análise dos impactos das obras emergenciais, conforme discutido nas reuniões dos dias 14 e 16/10/2020.", em atenção ao solicitado no Ofício FEAM/GERAI nº. 125/2020, de 19 de outubro de 2020.

Para a metodologia de Avaliação de Impactos Cumulativos proposta a este plano, foi protocolado no dia 11 de setembro de 2020 por meio da Carta Ger. Executiva de Reparação nº C.EXT. 0997/2020 o Plano de Trabalho que fundamenta a Avaliação de Impactos Cumulativos que deverá avaliar os impactos decorrentes da implantação de um conjunto de ações de reparação de responsabilidade da Vale S/A, em combinação com os impactos do rompimento das barragens e das Chuvas 2019/2020, além de impactos de outras atividades e ações na região de estudo. O item 2.12 do Volume 4 deste capítulo reapresenta o detalhamento deste Plano de Trabalho de programa em andamento.

O diagnóstico pós-rompimento da presente versão do Plano de Reparação considera os dados e relata os efeitos ocorridos em função das intervenções das obras emergenciais desde que esses estejam dentro das áreas de estudo e do escopo temporal definido, conforme premissas metodológicas do Plano de Reparação. Demais efeitos provenientes de intervenções ou obras emergenciais, que estão fora do escopo temporal e espacial definidos, não se enquadrando nas premissas metodológicas do Plano de Reparação e deverão constar no processo de identificação e avaliação de impactos individualizada feita no âmbito de processo administrativo específico.

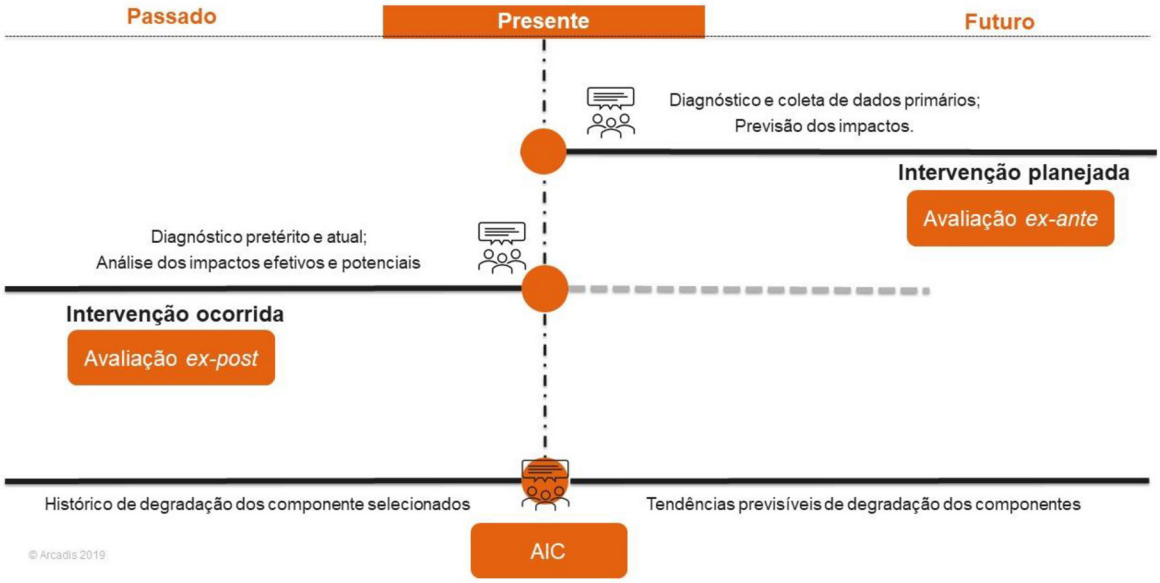
A metodologia capaz de considerar diversas fontes de impactos, considerando ao mesmo tempo intervenções ocorridas e planejadas é a avaliação de impactos cumulativos, conforme explicitado no item 2.12 – volume 4. A abordagem metodológica para a Avaliação de Impactos do Rompimento utilizada neste capítulo 2 é denominada avaliação *ex-post* de impactos, conforme detalhado no item 2.7, "Metodologia de avaliação de impactos", do Volume 4. Diferentemente de uma avaliação de impactos *ex-ante* (regular – aplicado nos estudos de impactos como o EIA/RIMA) que analisa intervenções planejadas, a avaliação *ex-post* de impactos é aplicada quando o objeto analisado é uma intervenção ocorrida e por isso o foco da avaliação está em olhar para as intervenções passadas, tendo uma data de corte para análise de dados bem definida.

A avaliação de impactos *ex-ante* compara a situação atual - delimitada por meio de um diagnóstico baseado em dados primários - com uma projeção de uma situação futura, com o empreendimento analisado (prognóstico ambiental) e então propõe medidas mitigadoras para evitar, minimizar, corrigir ou compensar os impactos previstos. A avaliação *ex-post* de impactos compara a situação atual, ou seja, aquela deflagrada após o acontecimento analisado, com aquela que se supõe ter existido antes do acontecimento analisado, por meio um diagnóstico pretérito (Figura 2.1-1).

Já Avaliação de Impactos Cumulativos é capaz de captar o histórico de degradação pretérito, ou seja, intervenções ocorridas, bem como tendências de degradação projetadas no futuro, sendo assim, intervenções planejadas. Porém a avaliação de impactos cumulativos é focada em um conjunto pequeno de Componentes Ambientais e Sociais Selecionados e por isso não apresenta o mesmo escopo de avaliações de impactos individualizadas, independente da metodologia adotada, seja *ex-post* ou *ex-ante*. Portanto, a avaliação de impactos cumulativos é complementar à avaliação *ex-post* dos impactos rompimento.

Figura 2.1-1 – Diferença entre avaliações *ex-ante* e *ex-post* de impactos e avaliação de impactos cumulativos.

A avaliação *ex-ante*, a partir principalmente de dados coletados no presente, analisa as intervenções futuras e planejadas. A avaliação *ex-post*, a partir de dados do passado, anterior à ação impactante, analisa os impactos que já ocorreram, que estão ocorrendo e que podem ocorrer no futuro, baseado no cenário presente. Já a AIC analisa o histórico de degradação bem como considera tendências futuras de degradação sobre os componentes selecionados.



Legenda: AIC – Avaliação de Impactos Cumulativos. Elaboração: Arcadis, 2020.

Assim, a avaliação *ex-post* de impactos apresentada neste documento é focada nos efeitos adversos do rompimento das barragens B1, B4 e B4-A.

2.1. PREMISSA METODOLÓGICA DO PLANO DE REPARAÇÃO

Tal como apresentado inicialmente no Capítulo 1, o **Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba** consiste em avaliar os efeitos imediatos, intermediários e de longo prazo ocasionados pelo rompimento das barragens, a partir da análise da condição da bacia antes do rompimento (*baseline*), e definir um conjunto de planos e programas para reparação da bacia, contendo ações emergenciais (já implantadas, sendo parte já finalizadas pela VALE S/A), e outras, de curto (em execução), médio e longo prazos.

Para tanto o modelo metodológico que norteou a construção do Plano é o chamado Pressão-Estado-Impacto-Resposta, que foi sugerido por SÁNCHEZ *et al.* (2018) no contexto do rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, MG. O Modelo é adotado pela OECD (*Organisation for economic co-operation and development*), pelas Organização das Nações Unidas para apoiar o processo de tomada de decisão na gestão ambiental.

O modelo foi usado como norteador do Plano de Reparação por facilitar o entendimento da relação de causa-e-efeito entre pressões e os impactos sobre o estado dos ecossistemas e sociedade (Figura 2.1-2). A **Pressão** representa uma ação humana que causa mudanças, que neste caso é representada pelo rompimento das barragens e as inundações de 2019/2020. O **Estado** representa as condições em que os ambientes biofísico e social afetados pela pressão se encontravam, sendo neste estudo composto por 14 áreas temáticas principais ou componentes analisados. O **Impacto** são os efeitos adversos que a pressão causou sobre o estado, ou seja, são descritos os impactos causados pelo rompimento das barragens e a inundações decorrente das chuvas de 2019/2020 sobre o ambiente biofísico, social e cultural da bacia do rio Paraopeba. Por fim, a **Resposta** representa o Plano de Ação em implantação ou a ser implementado para reparar as condições do estado ambiental, social e cultural da bacia do rio Paraopeba.

O Plano prevê o planejamento e melhoria contínua de processos e produtos, por meio da sucessiva reaplicação de uma avaliação crítica para alcançar resultados melhores. A **gestão adaptativa** é conceituada como aquela que se ajusta ou se corrige para assegurar que se alcance os objetivos ou resultados pretendidos, principalmente considerando os resultados das ações de reparação executadas, dos indicadores de acompanhamento e dos monitoramentos.

O conceito de gestão de adaptativa é ainda mais recomendada em situações de alta complexidade como recuperação de ecossistemas com atuação em amplo território e por longo período de tempo, e quando há um alto nível de incertezas no processo de tomada de decisão, como é o caso de desastres ambientais.

As lições aprendidas de práticas passadas são, portanto, consideradas no processo de decisão de novas ações (*International Association for Impact Assessment* - IAIA, 2018) em um momento inicial.

Com isso as ações de reparação, organizadas em planos e programas, podem ser continuamente revisitadas, revisadas e complementadas com novas informações, dados e conhecimento de modo a reduzir o nível de incertezas (HOLLING, 1978).

Assim, a gestão adaptativa envolve, a partir da implementação das ações, em monitorar e avaliar os resultados, sendo um processo de ajuste das ações planejadas de acordo com a

realidade e circunstâncias locais, de modo a incorporar as lições aprendidas ao longo do tempo (MORRISON-SAUNDERS, 2018).

Na prática, a gestão adaptativa ocorre por meio do monitoramento das ações de reparação implementadas ou a serem implantadas, por meio de indicadores. Todo esse processo de monitoramento via indicadores se organiza dentro de um banco de dados, que também mantém os dados do diagnóstico pretérito e pós-rompimento.

O que se espera é realizar uma gestão proativa, onde os indicadores irão sinalizar a necessidade de adequação, revisão ou complementação de ações nos diversos planos e programas, seja por fornecer uma nova visão do processo de reparação ou por demonstrar ineficácia de alguma ação.

Assim, faz parte do processo de gestão do Plano de Reparação eventualmente redefinir prioridades, a serem discutidas e validadas com os principais *stakeholders*. Para tanto, assume-se que, ao longo do processo de implementação do Plano de Reparação, surgirão novos dados e informações que ajudarão a elucidar incertezas e a direcionar as soluções para os problemas. Esta dinâmica fará com que as ações sejam constantemente revisitadas e ajustadas, para o atingimento das metas a que se propõem.

Figura 2.1-2 – Modelo Conceitual do Plano de Reparação.

Elaboração: Arcadis, 2019, baseado em Sánchez (2013) e Sánchez et al., (2018). Legenda: os números apresentados no modelo conceitual correspondem aos Capítulos estabelecidos no Plano de Reparação.

O **Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba** está estruturado nos capítulos que são apresentados a seguir.

O estado ambiental, social e cultural da bacia do rio Paraopeba, e em detalhe da região do ribeirão Ferro-Carvão, é apresentado no Capítulo 1 – ***Baseline* - Diagnóstico Pretérito da bacia do rio Paraopeba**, fornecendo um *baseline* da situação em que os componentes se encontravam antes do rompimento das barragens.

Esse capítulo apresenta as condições socioambientais da bacia antes do rompimento das barragens. Ele permite configurar uma linha de base acerca da situação do ambiente abiótico e biótico (em particular, os recursos hídricos, a composição e estrutura da biodiversidade e os

serviços ecossistêmicos) e das condições de vida das comunidades na bacia, das características socioeconômicas dos municípios e do patrimônio cultural, histórico e arqueológico, previamente à data de 25 de janeiro de 2019.

O método de coleta e análise de dados do diagnóstico pretérito foi feito, particularmente, por meio de levantamento de dados secundários (bases de dados oficiais, estudos científicos, estudos de impactos ambientais, relatórios de monitoramento fornecidos pela VALE S/A, base de dados de órgãos ambientais e sociais). Também foram utilizados dados primários coletados pela própria VALE S/A e por empresas de consultorias, em áreas ainda não afetadas pelos rejeitos, de modo a enriquecer o diagnóstico de algumas temáticas.

O presente Capítulo 2, **Caracterização Pós-Rompimento e Avaliação de Impactos,** inicia-se com o detalhamento do rompimento das barragens B1, B4 e B4-A da Mina Córrego do Feijão e efeitos das chuvas de 2019/2020, caracterizando-se as condições ambientais e sociais após a data de 25 de janeiro de 2019 e eventos das chuvas e 2019/2020.

A coleta e análise de dados deste diagnóstico foi ancorada em base de dados oficiais e nos relatórios das diversas empresas de consultoria que monitoram os componentes afetados desde o dia do rompimento. Foram e estão sendo feitos diversos estudos específicos, monitoramentos e reportes de ações emergenciais que serviram de informação para se compreender os efeitos do rompimento das barragens sobre cada componente analisado.

No que diz respeito ao diagnóstico pós-rompimento, após uma série de discussões técnicas realizadas por meio de *conference call* entre 26 de maio a 25 de junho 2020, com o SISEMA e MP-MG/AECOM, ficou convencionado que esta revisão (versão de 2020) do Plano de Reparação da Bacia do Rio Paraopeba seria baseada na análise de dados de um ano, portanto, um ciclo hidrológico completo. Para a temática de águas superficiais, subterrâneas e sedimentos a data de corte acordada com o IGAM foi de março de 2020, conforme documentos e dados utilizados. Para o meio biótico, em comum acordo com o IEF, a data de corte ficou delimitada para o mês de abril de 2020.

Cabe ressaltar que, diferentemente dos critérios adotados em estudos ambientais para licenciamento de empreendimentos, ou em estudos sociais, em que usualmente se adota uma única área de estudo para todos os temas, neste caso, a área de estudo dos diagnósticos foi diferenciada, de acordo com as diversas áreas temáticas, embora o foco do Plano de Reparação seja a sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão e a bacia do rio Paraopeba.

Área de estudo é definida por Sánchez (2013), como “área geográfica na qual são realizados os levantamentos para fins de diagnóstico ambiental”. Embora tenha-se, de modo geral, a bacia do rio Paraopeba como área de estudo macro e a sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão como área de estudo de detalhe, essas áreas sofrem ajustes de acordo com cada componente analisado. Portanto, cada área temática do Plano de Reparação apresenta seus critérios para definição de área de estudo, já que o levantamento de dados pode variar em função do componente analisado e sua interação com os rejeitos.

O método de avaliação de impactos do Plano de Reparação segue as recomendações da *International Union for Conservation of Nature* - IUCN (SANCHEZ *et al*., 2018), que ressaltam a importância de se fazer uma análise integrada, adotando uma linha de base no passado (situação pretérita, apresentada no Capítulo 1) que, comparada à caracterização da situação

posterior, permite identificar e avaliar os impactos proveniente do rompimento das barragens. Sempre que possível, consideram-se dados quantitativos coletados nos levantamentos e monitoramentos que vêm sendo realizados desde o dia do rompimento, e que possam traduzir a dimensão dos impactos. Além da descrição comparativa dada em cada um dos impactos, também é apresentada uma síntese dos cenários pré e pós rompimento no Capítulo 2.

Na última parte do Capitulo 2, faz-se a identificação e a avaliação dos impactos decorrentes dos rompimentos, tratando-se de uma *avaliação ex-post de impactos* (SÁNCHEZ, et al., 2019), associado ao **Método Hipotético Dedutivo** que se baseia no levantamento de hipóteses de impactos prováveis, que poderão ser confirmados ao longo do tempo, e respostas necessárias à reparação. A identificação dos impactos foi feita por meio da comparação entre os cenários pré e pós-rompimento conforme recomenda a FEAM por meio da Nota Técnica nº 2/FEAM/DOCUMENTACAOB1/2019.

Observa-se ainda, que de modo a atender às recomendações contidas no ofício IEF/DFAU nº. 18/2020 e discussões ocorridas na Reunião Técnica de 27/05/2020 com participação da VALE S/A, Arcadis, SISEMA e MPMG/AECOM, os impactos foram separados entre efetivos e potenciais.

Os impactos efetivos são aqueles de ocorrência certa, ou seja, aqueles que ocorreram ou estão ocorrendo. Os impactos potenciais são aqueles que ainda não foram confirmados, seja pela falta de entendimento dos processos que o geram ou por falta de dados e, portanto, são foco dos programas de monitoramento.

Adicionalmente é apresentada uma cadeia de causa e efeito dos impactos de modo a evidenciar o encadeamento e as relações dos impactos causados pelo rompimento das barragens e das inundações decorrentes do período chuvoso de 2019/2020.

Seguindo o conceito de área de influência definido por Sánchez (2013), como “área geográfica onde os impactos ocorrem”, a definição das áreas de influências no Capítulo 2 foi realizada a partir da análise de cada um dos impactos.

Conforme colocado pela Nota Técnica nº 2/FEAM/DOCUMENTACAOB1/2019, a delimitação da área de influência é “dinâmica, e pode sofrer alterações em função de novos fatos, revisões e/ou conclusões de estudos ou melhorias no desenho amostral ou experimental”, o que corrobora o conceito de gestão adaptativa, adotado neste Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba. A área de influência é apresentada para cada um dos impactos no Capítulo 2, bem como, é apresentada uma área única por tema.

Como medidas de mitigação da avaliação de impactos do Capítulo 2, são apresentadas as ações e planos/programas que são comumente adotadas conforme as boas práticas para mitigação dos impactos avaliados, as quais incluem as diversas ações emergenciais e curto prazo (já concluídas ou em andamento) e planejadas para serem executadas em médio e longo prazos.

No entanto, é importante ressaltar que na presente versão do Capítulo 2 a apresentação das ações e planos/programas são feitas em caráter qualitativo, uma vez que a definição destas dependem de discussão do “Capítulo 3 - Plano de Ação para Remediação, Reparação e Restauração dos Impactos” junto aos órgãos competentes em etapa futura. Portanto, após a

discussão e aprovação do referido Capítulo 3, a relação do programas com os impactos poderá ser revisada e/ou complementada.

Por fim, considera-se a necessidade de compreensão acerca dos impactos cumulativos, contemplando a interação dos impactos do rompimento das barragens B1, B4 e B4-A do Complexo Paraopeba II da Mina Córrego do Feijão e dos que são provenientes das diversas ações de reparação implementadas (e a serem implementadas) pela VALE S/A, bem como de outras atividades da região.

Dada a complexidade inerente às interações dos diversos impactos, tanto dos discutidos nesse documento, como os provenientes de outras ações/obras implementadas em função do rompimento, esta avaliação apresenta metodologia própria dentro de um estudo específico intitulado de "Avaliação de Impactos Cumulativos", cujo Plano de Trabalho encontra-se em fase de aprovação pelo SISEMA.

Em 05 de outubro de 2020, por meio do Ofício FEAM/GERAI nº. 118/2020, a Fundação Estadual do Meio Ambiente encaminhou a Nota Técnica nº 2/FEAM/GEAAD/2020 referente a Análise do Plano de Trabalho da AIC Obras de Reparação em Brumadinho em atendimento ao Despacho nº 291/2020/FEAM/DIGA (19546277).

Em 16/10/2020 foi realizada reunião entre a Vale, Arcadis e SISEMA para esclarecimentos acerca das recomendações constantes na Nota Técnica supracitada. Na qual foram esclarecidos os principais aspectos da Nota Técnica, cabendo ao SISEMA a manifestação final acerca do Plano de Trabalho.

O resultado da avaliação de impactos cumulativos irá compor o Plano de Reparação em versão futura. Portanto, a presente versão do Capítulo 2 - Caracterização Pós-Rompimento e Avaliação de Impactos apresenta, a metodologia aplicável à avaliação de impactos cumulativos que irá integrar a versão futura supramencionada.

No Capítulo 3, apresenta-se o **Plano de Ação para remediação, reparação e restauração dos impactos** na bacia do rio Paraopeba, que integra as diversas ações emergenciais e curto prazo (já concluídas ou em andamento) e planejadas para serem executadas em médio e longo prazos, em resposta aos impactos adversos causados pelo rompimento das barragens.

A diretriz adotada no Plano de Ação buscou garantir que cada impacto tenha o devido endereçamento em projetos, programas e planos, de maneira integrada. Por meio da correlação dos impactos identificados com as medidas necessárias (Planos, Programas e Projetos) para sua remediação, reparação e restauração, objetivando-se identificar eventuais lacunas e sobreposições, evitando-as e corrigindo-as.

A diversidade e quantidade de ações previstas no Plano de Reparação demandam gestão robusta e de fácil entendimento, para isto, utilizou-se como ferramenta de planejamento o GOM – Gráfico de Objetivos e Meios, que integra ao conceito de gestão adaptativa, no qual os impactos identificados estão associados às ações previstas, com clara definição de metas e indicadores para seu monitoramento, que poderão evidenciar necessidade de redefinição e/ou redirecionamento das ações planejadas. Isto garante a integração necessária das ações, sem perder a visão da finalidade maior e objetivos estratégicos a serem alcançados com o Plano, e permitirá a realização da gestão de sua implantação.

Ainda como parte do Capítulo 3[5], o desenvolvimento do monitoramento de **indicadores socio-ambientais** permitirá a análise da reparação ao longo do tempo. Indicadores são parâmetros selecionados com especial pertinência para refletir determinadas condições ambientais e/ou sociais. Os indicadores preconizados nos Planos e Programas do Capítulo 3 são sistematizados na gestão de dados para possibilitar o uso como base das tomadas de decisão ao longo tempo, inclusive para avaliar potencial necessidade de adaptação nas ações de reparação.

Cada programa contém um conjunto de indicadores organizados em três tipos (i) de realização, que se relacionam diretamente com as atividades realizadas; (ii) de resultados, que permitem medir os efeitos diretos associados a um programa/intervenção (iii) de impacto, que demonstram as consequências mais amplas de um programa, para além dos seus efeitos diretos.

O processo de Reparação Socioambiental da bacia do rio Paraopeba gerará grande volume de dados e informações, sendo necessária a construção de um banco de dados capaz de demonstrar a eficácia das ações propostas e a efetividade da mitigação dos impactos e, consequentemente direcionando a trajetória de mudanças desejadas aos componentes socioambientais ao longo do tempo. Essas alterações deverão ser constantemente analisadas e avaliadas, fornecendo *inputs* ao processo de gestão adaptativa. Assim, o Plano de Reparação prevê também um Capítulo específico dedicado ao Plano de Gestão de Dados, onde apresenta-se a **Gestão de Dados e Informações Técnicas**, baseada em múltiplos bancos de dados, que serão integrados, para gerar informações e indicadores para técnicos, gestores e sociedade.

[5] A definição da apresentação dos indicadores do Plano de Reparação conjugado ao Capítulo 3, juntamente com os Planos e Programas, foi solicitada pelo SISEMA através do Ofício FEAM/GERAI nº 80/2020.

2.2. CARACTERIZAÇÃO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM B1

O rompimento da barragem B1 ocorreu às 12h28min do dia 25 de janeiro de 2019, provocando o extravasamento do rejeito contido pela estrutura. O rejeito extravasado arrastou-se pelo vale do ribeirão Ferro-Carvão até atingir o rio Paraopeba, 10 km a jusante. Nesse caminho, o material extravasado da barragem afetou parte da infraestrutura da Mina Córrego do Feijão.

Dentre as estruturas da Mina Córrego do Feijão atingidas, estão as instalações de usina, o terminal de carregamento onde se localizava a pera-ferroviária, as oficinas de manutenção, o refeitório e os prédios administrativos. A barragem de contenção de sedimentos B6, vizinha à Barragem B1, também foi escoriada pelo volume de rejeito, tendo sua estrutura parcialmente comprometida. Além disso, foram atingidas estruturas de contenção de sedimentos de pequeno porte, as barragens B4 e B4-A.

A liberação da massa de rejeito disposta na barragem B1 comprometeu não só das estruturas da Vale S/A localizadas à jusante da B1 mas também infraestruturas públicas, propriedades privadas, e principalmente levou a óbito pessoas que se encontravam na área impactada pelo material extravasado da barragem.

A deposição de rejeitos provenientes do rompimento alterou a morfologia e paisagem do vale do ribeirão Ferro-Carvão, suprimiu cerca de 140 hectares de Mata Atlântica, além de áreas de ocupação rural, destinadas à agricultura e pastagens. Com a fragmentação da cobertura vegetal e da paisagem, a deposição do rejeito alterou *habitat* das populações da fauna silvestre, além de ter soterrado *habitat* aquáticos e a comunidade bentônica.

O rejeito arrastou-se pelo ribeirão Ferro-Carvão e atingiu o rio Paraopeba, distante cerca de 10 km da barragem B1, causando um barramento temporário neste curso d'água, que ocasionou inclusive um refluxo de águas deste para a região da foz do ribeirão Casa Branca, a montante da confluência do ribeirão Ferro-Carvão com o rio Paraopeba.

Além do assoreamento do rio Paraopeba nos primeiros quilômetros a partir da foz do ribeirão Ferro-Carvão, o rejeito foi diluído e seguiu na forma de uma pluma de turbidez pelo rio Paraopeba até o reservatório da UHE Retiro Baixo, conforme dados do monitoramento durante o período de estiagem (janeiro a setembro de 2019), atingindo, a partir das chuvas de janeiro de 2020, o braço do rio Paraopeba no reservatório da UHE Três Marias, a cerca de 400 km do eixo da barragem B1.

As influências do rompimento das barragens alteraram a qualidade das águas do rio Paraopeba, afetando as comunidades aquáticas ali presentes, tendo sido observada a mortandade de peixes e o soterramento dos organismos bentônicos, e restringindo os usos da água do rio e dos poços a 100 m de suas margens, impossibilitando o abastecimento das comunidades rurais, fosse para irrigação, dessedentação animal ou usos domésticos, ao longo de 18 municípios, e interrompendo a captação para abastecimento público dos municípios de Brumadinho, Pará de Minas e Paraopeba.

O presente item de caracterização do rompimento da barragem B1 tem como objetivo principal caracterizar os principais efeitos do rompimento e as alterações socioambientais provocadas no ambiente, proporcionando a compreensão acerca da caracterização socioambiental pós-rompimento apresentada no item 2.5 e como o rompimento pode ter provocado a alteração

de tais ambientes em relação à sua situação pretérita que é apresentada no "Capítulo 1 – Diagnóstico pretérito".

A caracterização do rompimento inicia-se com a descrição de como o ambiente foi impactado pelo rompimento da barragem B1 (item 2.2.1) a partir de imagens aéreas que comparam a situação pré e pós-rompimento, permitindo compreender a dimensão do rompimento, bem como identificação geral das estruturas impactadas, a supressão da vegetação nativa, dentre outros aspectos.

Na sequência, de modo a melhor compreender a dimensão do rompimento perante as características do ambiente afetado pela onda de detritos, foi feito um levantamento das áreas ocupadas pelo rejeito bem como o uso e ocupação do solo existente na área do rompimento, relacionado a extensão das áreas e usos que foram suprimidas pelo rompimento (item 2.2.2).

Uma vez que faz-se necessário investigar as propriedades físico-químicas do rejeito da barragem B1 para compreensão dos potenciais efeitos do rompimento nos componentes físicos, bióticos e sociais presentes nas áreas impactadas, a caracterização do rompimento também traz análises sobre a caracterização do rejeito (item 2.2.3), permitindo entender a forma de interação entre o ambiente e os materiais disponibilizados pelo rompimento.

Ainda, considerando que uma série de resíduos perigosos e/ou de construção civil foram gerados em função do rompimento, seja pelas edificações e obras civis ou até mesmo os maquinários, veículos e/ou produtos carreados pela onda de detritos, apresenta-se um item específico relacionado ao gerenciamento de rejeitos e resíduos (item 2.2.4), o qual permite compreender as formas de interação entre o rompimento e a disponibilização de resíduos e rejeito ao ambiente.

Por fim, de modo a contextualizar as obras emergenciais implementadas após o rompimento, considerando os dados primários apresentados no item 2.5 – caracterização socioambiental pós-rompimento também tem como origem e/ou fazem parte também do processo de implantação e monitoramento das obras emergenciais, o item 2.2.5 apresenta o Plano Diretor de Obras Emergenciais versão 11.1 para compreensão acerca da relação de tais obras com o ambiente da área de estudo de detalhe caracterizado no item de Caracterização Pós-Rompimento.

2.2.1. Rompimento das Barragens B1, B4 e B4-A

De modo a descrever os efeitos do rompimento das barragens B1, B4 e B4-A[1], a seguir serão apresentadas informações sobre a localização do empreendimento e das barragens, efeitos do rompimento, levantamento da área e volume de rejeito, bem como o processo de buscas por vítimas em andamento.

2.2.1.1. Localização do empreendimento e das barragens

No que diz respeito à localização da Mina Córrego do Feijão e das barragens B1, B4 e B4-A, tal como apresenta o item de Caracterização do Complexo Paraopeba II no "Capítulo 1

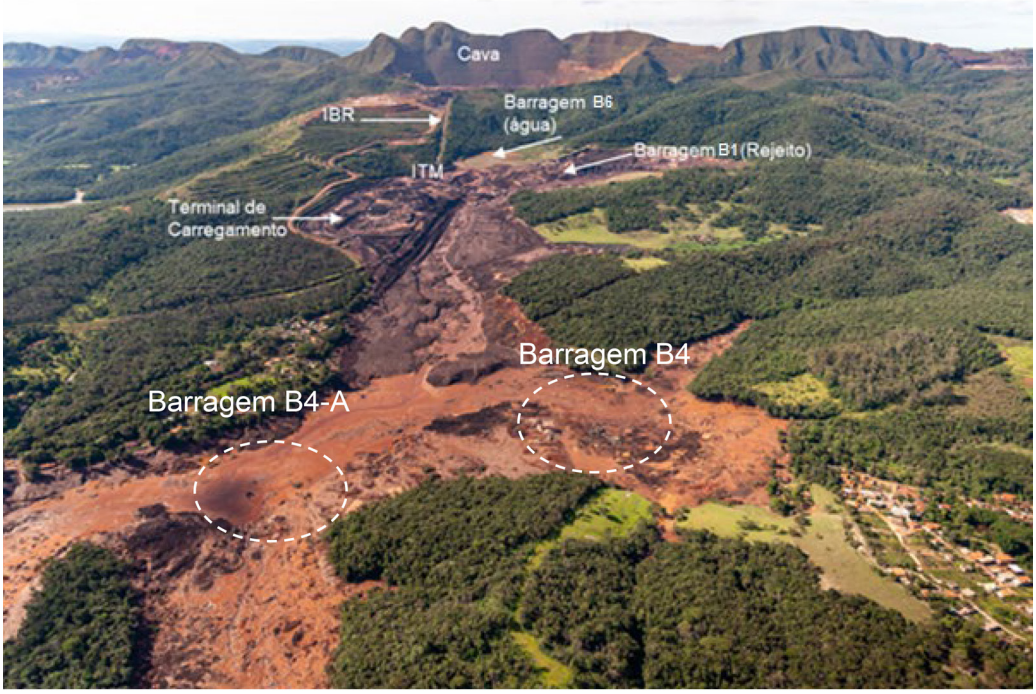
[1] De acordo com o documento "NT-001_VBRU_2019 (Vale, 2019)", as barragens B1, B4 e B4-A encontram-se em processo de descadastramento junto à Agência Nacional de Mineração (ANM). O documento de descadastramento protocolado na ANM é apresentado no Anexo 1 – Volume V deste Capítulo 2.

– Diagnóstico pretérito" do Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba, a mina está localizada no Quadrilátero Ferrífero, no município de Brumadinho (MG).

A Mina Córrego do Feijão está inserida na quadrícula limitada pelas coordenadas UTM 7776000 mN e 7774000 mN e 590000 mE e 592000 mE (Zona 23K, datum SIRGAS 2000), no divisor de bacias do ribeirão Ferro-Carvão e do córrego Olaria, tendo seu acesso feito a partir de Belo Horizonte pela BR-040, em direção ao Rio de Janeiro, entrando à direita no bairro Jardim Canadá indo na direção à portaria do Parque Estadual Serra do Rola Moça. A partir desta portaria, por rodovia asfaltada, segue-se em direção ao povoado de Casa Branca, percorrendo-se cerca de 10 km. Do povoado de Casa Branca, segue-se por uma estrada de terra, cerca de 20 km, até o povoado de Córrego do Feijão, que está distante aproximadamente 2 km da portaria da Mina Córrego do Feijão.

A foto aérea da Mina Córrego do Feijão após o rompimento é apresentada na Figura 2.2.1-1, com indicação da localização das principais estruturas.

Figura 2.2.1-1 – Foto aérea da barragem B1 e indicação da localização das estruturas em seu entorno (após o rompimento). Os círculos em branco indicam a localização aproximada das barragens B4 e B4-A antes de serem atingidas.



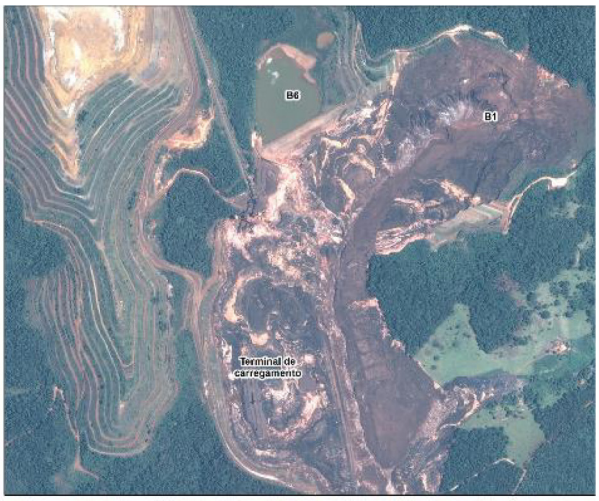
Fonte: Vale S/A, 2020.

2.2.1.2. Efeitos do rompimento das barragens

De modo que o rompimento possa ser melhor interpretado e compreendido, da Figura 2.2.1-2 a Figura 2.2.1-4 são apresentados recortes de imagens aéreas, mostrando detalhes comparativos de antes (18/01/2019) e depois (29/01/2019) do rompimento das barragens B1, B4 e B4-A, a jusante do local do rompimento da barragem B1.

Na Figura 2.2.1-5 é apresentado o comparativo da área impactada pelo rejeito extravasado pelo rompimento, desde a Barragem B1 até a confluência com o rio Paraopeba, ao longo do ribeirão Ferro-Carvão, com indicação das áreas atingidas.

Figura 2.2.1-2 – Imagem comparativa da situação pré e pós-rompimento, na Mina Córrego do Feijão - Complexo Paraopeba II, na região da barragem B1 e trecho imediatamente a jusante.

Pré-rompimento	Pós-rompimento
	

Elaboração: Arcadis, 2020.

Figura 2.2.1-3 – Imagem aérea comparativa da Central Administrativa antes e depois rompimento da Barragem B1.

Pré-rompimento	Pós-rompimento

Elaboração: Arcadis, 2020.

Figura 2.2.1-4 – Imagem aérea comparativa das situações pré e pós- rompimento da barragem B1, na área das barragens B4 e B4-A da Mina Córrego do Feijão - Complexo Paraopeba II.

Pré-rompimento	Pós-rompimento

Elaboração: Arcadis, 2020.

Figura 2.2.1-5 – Região jusante da barragem B1, nas situações pré e pós-rompimento apresentando comunidades, povoados e bairros de Brumadinho afetados.

Pré-rompimento	Pós-rompimento

Elaboração: Arcadis, 2020.

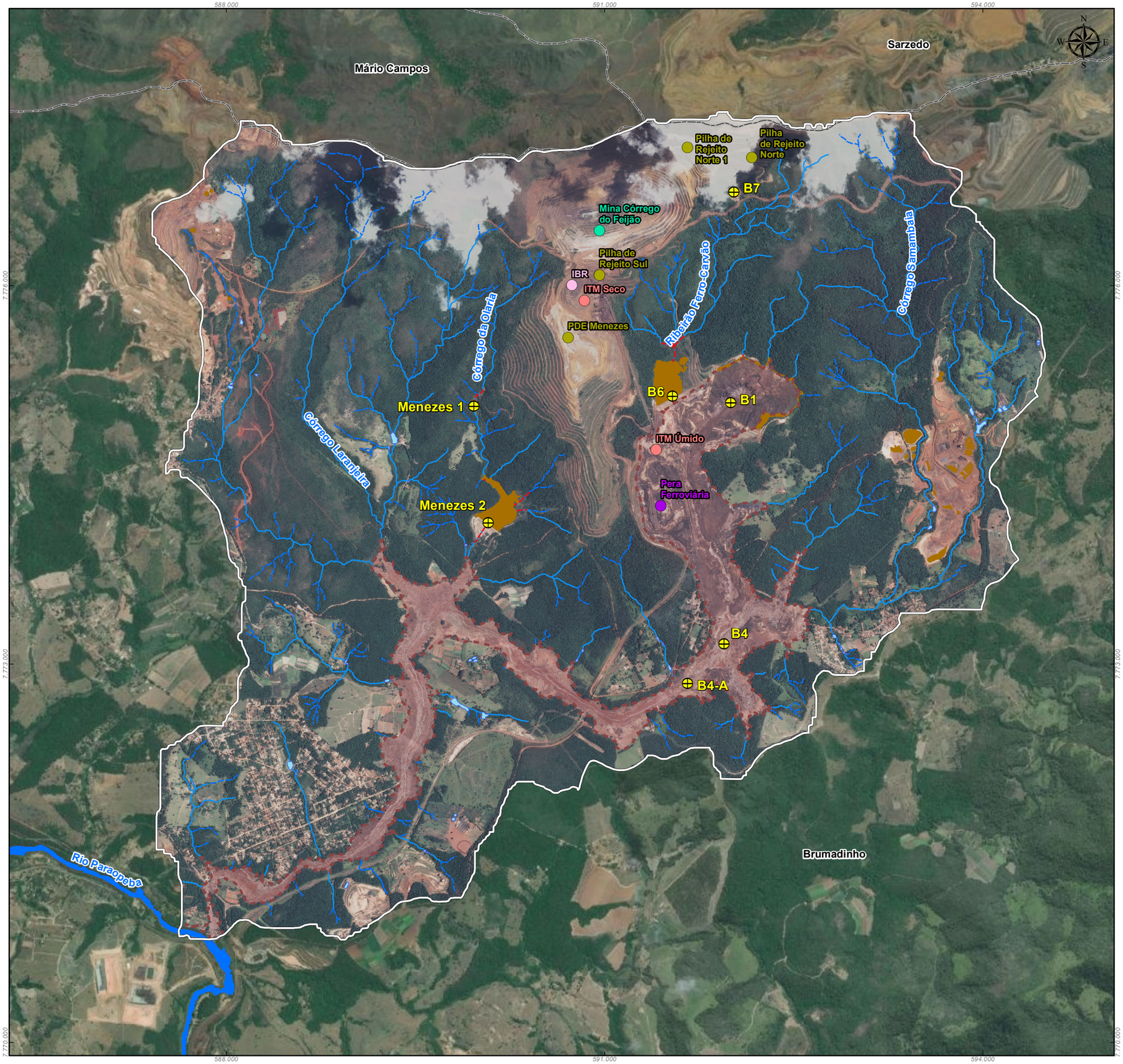
Da Figura 2.2.1-2 a Figura 2.2.1-5 observa-se a deposição de grande volume de rejeito e detritos a jusante de B1, sendo atingida, de imediato, a porção no entorno da estrutura que compreendia as instalações de usina, o terminal de carregamento onde se localizava a pera-ferroviária, as oficinas de manutenção, o refeitório e os prédios administrativos (Figura 2.2.1-3). A barragem de contenção de sedimentos B6, que se posicionava adjacentemente à Barragem B1, também foi atingida pelo volume de rejeito, tendo sua estrutura parcialmente comprometida. Além disso, observa-se o soterramento das estruturas de contenção de sedimentos de pequeno porte (Barragens B4 e B4-A).

Foram atingidas as instalações de usina, o terminal de carregamento, as oficinas de manutenção e os prédios administrativos da Mina Córrego do Feijão do Complexo Paraopeba II, além de bloqueios no acesso rodoviário da mina até a comunidade Córrego do Feijão e o acesso da portaria até o trevo de Alberto Flores.

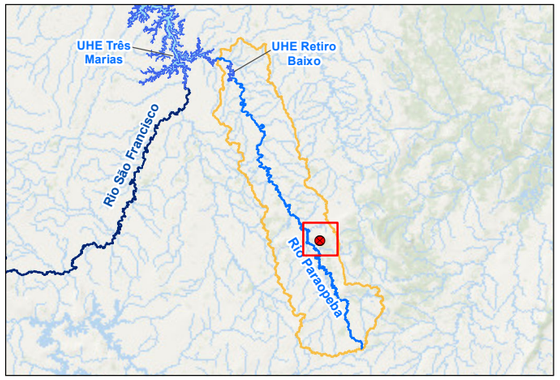
Fora da Mina Córrego do Feijão do Complexo Paraopeba II, o povoado homônimo e os bairros Parque da Cachoeira e Alberto Flores, em Brumadinho, foram parcialmente afetados, além da pousada Nova Estância, completamente atingida pelo volume de rejeitos e detritos (Figura 2.2.1-5).

O Mapa 2.2.1-1 apresenta a situação da sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão após o rompimento, localizando as estruturas da Mina Córrego do Feijão e permitindo identificar a abrangência das áreas ocupadas pelo rejeito.

Mapa 2.2.1-1 – Situação da bacia do ribeirão Ferro-Carvão após o rompimento.



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



LEGENDA

Tipologia de estrutura

- IBR
- ITM
- Mina
- Pera Ferroviária
- Pilha de Rejeito
- Barragens de rejeito
- Curso d'água inferido - barragem
- Curso d'água
- Talvegue de drenagem pluvial
- Rio Paraopeba
- Barragem de rejeito e estrutura de mineração
- Corpo d'água
- Área de deposição do rejeito
- Sub-bacia hidrográfica do ribeirão Ferro-carvão
- Limite municipal

FONTES:
-IMAGEM: PLEIADES, 29/01/2019;
-ESTRUTURAS E ÁREA DE DEPOSIÇÃO DE REJEITO: VALE S/A, 2019
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018 E ARCADIS, 2019;
-BARRAGEM DE REJEITO: FEAM, 2019;
-PILHA DE REJEITOS: VALE S/A, 2019.

ESCALA GRÁFICA

0 0,5 1 km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

CLIENTE: VALE | ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO:

PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO:

LOCALIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS DO COMPLEXO DA MINA CÓRREGO DO FEIJÃO - PÓS ROMPIMENTO

SOLICITANTE:	RESP. CARTOGRÁFICO:	VERSÃO:	
M.B.	T.P.S.	☐ PRELIMINAR	■ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:30.000	A3	OUT /2020

No que diz respeito às interferências do rompimento sobre a qualidade da água, nota-se que o extravasamento do rejeito para o ribeirão Ferro-Carvão e, em sequência, para o rio Paraopeba, provocou alterações na qualidade da água que puderam ser acompanhadas temporalmente e espacialmente, principalmente a partir de elevações expressivas na turbidez e de concentrações de alguns metais, especialmente ferro, manganês e alumínio.

A princípio, o monitoramento do avanço das alterações sobre a qualidade da água foi realizado a partir do acompanhamento dos índices de turbidez, até o dia 02/03/2019. Após esta data, devido aos mecanismos de dispersão e sedimentação inerentes às condições de ambientes intermediários e lênticos, a turbidez originária da pluma atenuou-se quando adentrou o reservatório da UHE Retiro Baixo, a ponto de não indicar mais contrastes com as condições prévias da qualidade da água, dificultando a identificação precisa de seu posicionamento.

Diante dessa situação, o monitoramento do avanço do material extravasado passou a ser acompanhado também por meio das alterações das concentrações de outros metais, em especial manganês e ferro, em suas frações totais, já que se observou que estes parâmetros apresentaram alterações à medida que a pluma se movimentava no rio Paraopeba, além de variações persistentes ao longo das semanas após o rompimento. Durante os meses de estiagem de 2019, a massa que ficara contida no reservatório da UHE Retiro Baixo se dissipou em função da sedimentação.

Com o retorno do período chuvoso, no ciclo de 2019/2020, caracterizado por índices pluviométricos bastante elevados e vazões pronunciadas, configurou-se novas condições de fluxo que proporcionaram alterações da qualidade da água, relacionadas a um conjunto de fatores que inclui a remobilização do rejeito depositado no leito do rio Paraopeba e o a contribuição ordinária de sedimentos da área de captação da bacia como um todo, intensificados pela condição de chuvas e vazões em uma ordem de grandeza significativamente superior ao período chuvoso de 2019.

Em função destas vazões elevadas e das condições de operação da UHE Retiro Baixo, com forte influência no comportamento do fluxo das águas represadas e do estirão do rio Paraopeba entre o barramento desta hidrelétrica e o início do remanso da UHE Três Marias, neste trecho foram identificadas alterações na qualidade da água, que podem ter, dentre outros fatores, relação com o rompimento das barragens B1, B4 e B4-A.

Maiores informações a respeito dos efeitos do rompimento na qualidade da água do rio Paraopeba são apresentadas no item de Recursos Hídricos Superficiais (item 2.5.5).

2.2.1.3. Levantamento da área afetada e volume de rejeito

O presente item tem como objetivo apresentar a área afetada pelo rejeito extravasado pelo rompimento das barragens, bem como as bases de dados utilizadas para o levantamento e cálculo do volume de rejeito disponibilizado no ambiente.

O levantamento da área afetada leva como consideração os cálculos realizados pelo Instituto Tecnológico Vale (ITV) no mês de fevereiro de 2019.

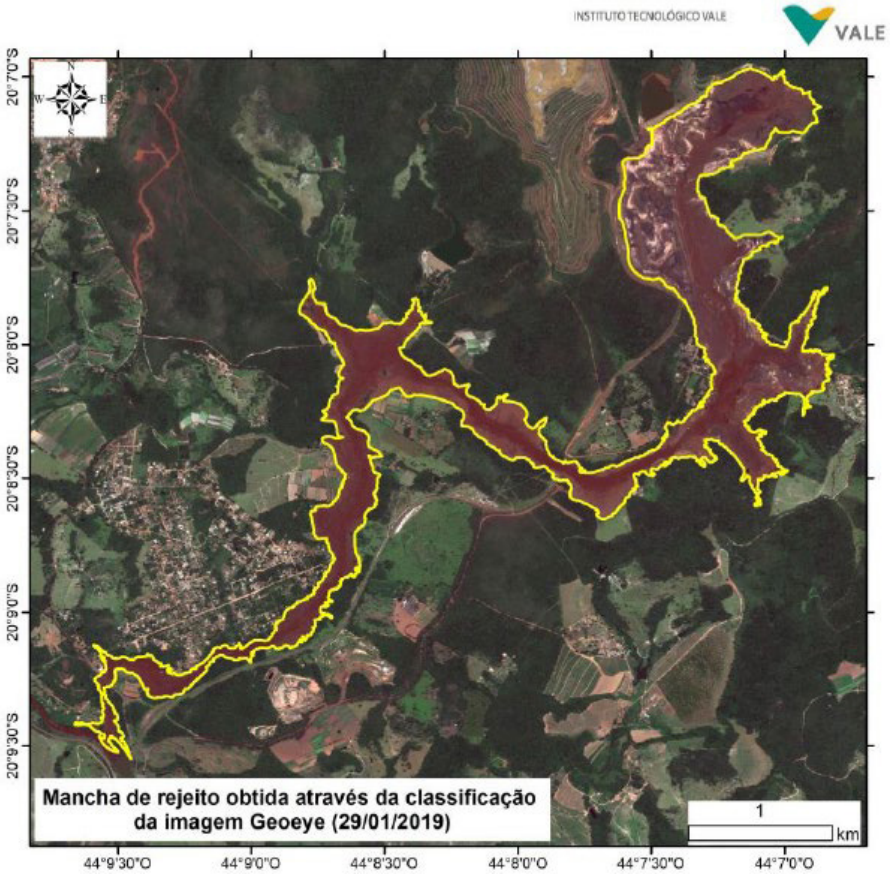
No que diz respeito ao levantamento do volume de rejeito, apresenta-se o cálculo deste volume, tendo como ponto de partida as informações contidas no Plano de Ação Emergencial para

Barragens de Mineração (PAEBM) de 2018. Após o rompimento, para fins de diagnóstico foram realizados cálculos dos volumes de rejeito pela CPMais em 2019. Nota-se, no entanto, que o cálculo do volume de rejeito foi atualizado no Relatório Técnico RL-2000G-G-G-00010_Rev0 (Vale, 2020), sendo a informação mais precisa e atualizada no momento da elaboração deste documento.

2.2.1.3.1. Levantamento da área ocupada pela mancha de rejeito

Para identificação das áreas atingidas pelo rejeito, o ITV (2019), realizou o mapeamento e quantificação da área ocupada pelo rejeito após o rompimento utilizando como base para comparações imagens de sensores remotos de moderada (10-30 m) e alta resolução espacial (0,5 – 3 m) de alguns dias antes do acidente (22/01/2019) a 01/02/2019 e imagens posteriores ao acidente. A imagem adotada por ITV (2019) foi extraída pelo satélite GeoEye, de alta resolução (0,5 m), adquirida em 29/01/2019, com estimativa da área em 290 ha da região atingida pelo rejeito (Figura 2.2.1-6).

Figura 2.2.1-6 – Delimitação da área ocupada pela mancha de rejeitos em 294 ha, extraída de imagem GeoEye, de 29/01/2019.



Fonte: ITV, 2019.

2.2.1.3.2. Levantamento dos volumes do rompimento da barragem B1

Segundo o Plano de Ação Emergencial para Barragens de Mineração (PAEBM), elaborado para a Barragem B1 do Complexo Paraopeba II – Mina do Córrego do Feijão em 2018, o volume total de sólidos depositados no reservatório era de 7.529.033 m^3 (rejeito) e, 1.266.103m^3 de volume disponível para o trânsito de cheias (volume entre a cota da soleira do topo do rejeito depositado e a crista da barragem).

Segundo o PAEBM (2018), na hipótese de ruptura por modo de falha por liquefação, a simulação previa que o volume mobilizado seria equivalente ao somatório do volume do lago, volume da brecha (considerado como volume total do maciço, ou seja, aprox. 3,72 Mm^3), 35% dos sólidos depositados e volume do trânsito de cheias. O documento considerou, ainda, o rompimento em cascata das Barragens B6, B4, e B4-A, a jusante de B1. A propagação da onda de ruptura e áreas potencialmente afetadas perfariam aproximadamente 65 km de extensão, tendo sido previstos, em caso de ruptura, impactos relacionados ao abastecimento de água e fornecimento de energia elétrica, inundação de áreas urbanas ao longo do vale a jusante, interrupção de tráfego de vias de acesso, assoreamento de cursos d'água, remoção de solo de cobertura, deposição de rejeitos, destruição de vida animal, biota aquática e demais prejuízos à fauna e flora características da região.

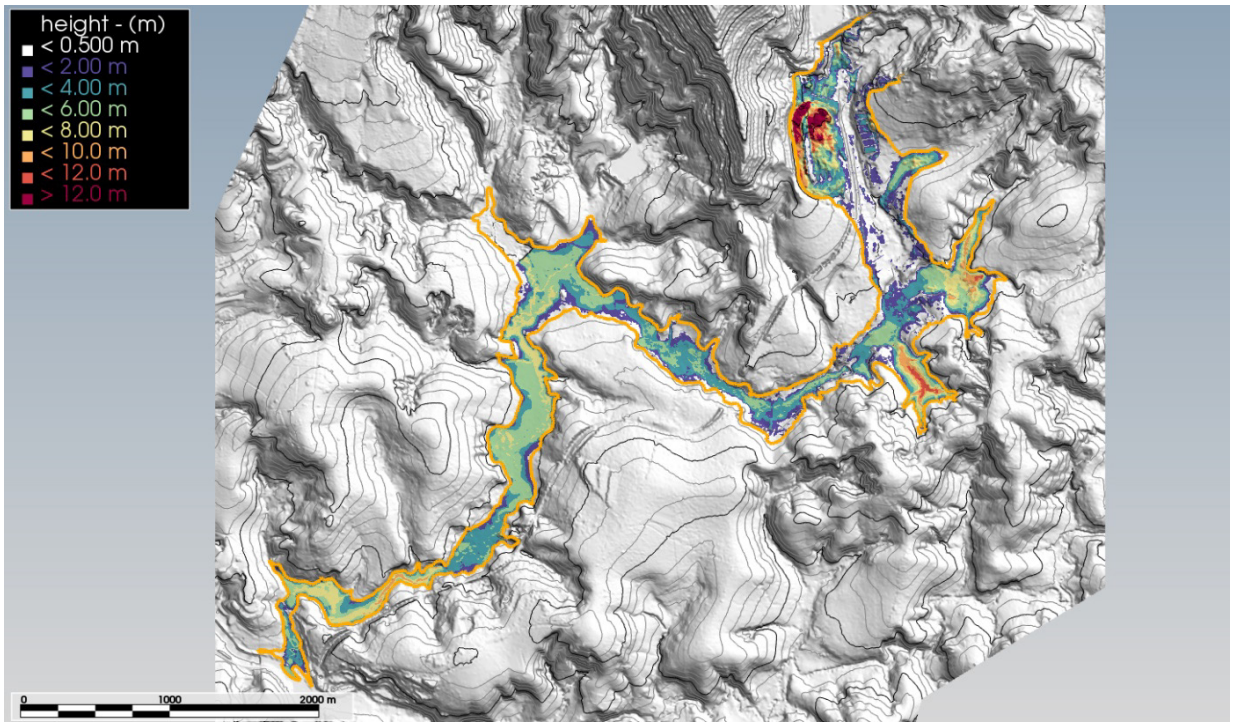
O volume do rejeito na "zona quente" (da Barragem B1 até a confluência com o rio Paraopeba), extravasado após o rompimento, foi inicialmente estimado pela empresa CPMais (2019). Foi realizada a análise do volume total depositado entre a barragem B1 e o trecho Ferro-Carvão, utilizando o software Muk3D para processamento das informações. Para tanto, foram utilizadas como base, informações obtidas através de voos topográficos feitos entre 2016 e 2019, incluindo voos realizados dois dias após a ruptura da barragem. As informações obtidas através dos voos foram analisadas em conjunto com imagens de satélite PLEIADES e SPOT 6, de 50 metros de resolução (das datas de 18/01/2019 e 29/01/2019).

A Figura 2.2.1-7 representa a área imediatamente afetada após o rompimento entre a Barragem B1 e a confluência entre o ribeirão Ferro-Carvão e o rio Paraopeba (contorno em amarelo) e os resultados com a diferença de topografia antes (com base no levantamento de 2016) e depois do rompimento, sendo levantados locais onde houve depósito (vermelho) ou destacamento / transporte de materiais (outras cores), de acordo com CPMais (2019).

No estudo de CPMais (2019), os volumes estimados correspondem ao somatório das parcelas do maciço da barragem, água livre e rejeito, este último constituído de água e sólidos. Foi inicialmente estimado um volume total de rejeito de 10,6 Mm^3, sendo 7,8 Mm^3 de volume retido até a confluência com o rio Paraopeba e, 2,8 Mm^3 de volume deslocado para o rio Paraopeba.

Para a Barragem B1, comparando o diferencial hipsométrico (relevo por curvas de nível, com cores, representando intervalo de cotas topográficas) foi calculado 9,8 Mm^3 de rejeito deslocado (CPMais, 2019).

Figura 2.2.1-7 – Área afetada após o rompimento da Barragem B1 e a confluência entre o ribeirão Ferro-Carvão e o rio Paraopeba.



Fonte: CPMais, 2019.

CPMais (2019), a partir dos levantamentos topográficos, estimou que a energia do rompimento provocou destacamento ou erosão de aproximadamente 0,8 Mm^3 no trecho entre o ribeirão Ferro-Carvão e a confluência do rio Paraopeba, tendo sido estimado que 2,8 Mm^3 de material tenha atingido o rio Paraopeba.

Os trabalhos do ITV (2019) e da CPMais (2019) foram importantes para apresentar uma primeira aproximação dos volumes de rejeitos extravasados, no entanto, maiores detalhamentos se faziam necessários. Neste sentido, a Vale S.A. elaborou o Relatório Técnico RL-2000GG-G-00010_Rev0 - Volumes do Rompimento da Barragem B-I, o qual apresenta uma metodologia de cálculo dos volumes de rejeitos extravasados e depositados na mancha de rejeitos da sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão, os valores obtidos nestes cálculos de volumes e as próximas atividades a serem realizadas para continuidade do processo de aferição dos volumes de rejeitos. O Anexo 2 – Volume 5 apresenta o Relatório Técnico: Volumes do Rompimento da Barragem B-I.

Para o cálculo do volume de rejeito depositado ao longo da calha e planícies do ribeirão Ferro-Carvão, logo após o rompimento da Barragem I, foram utilizadas três bases topográficas para comparação, duas anteriores ao evento, e uma do dia seguinte ao rompimento:

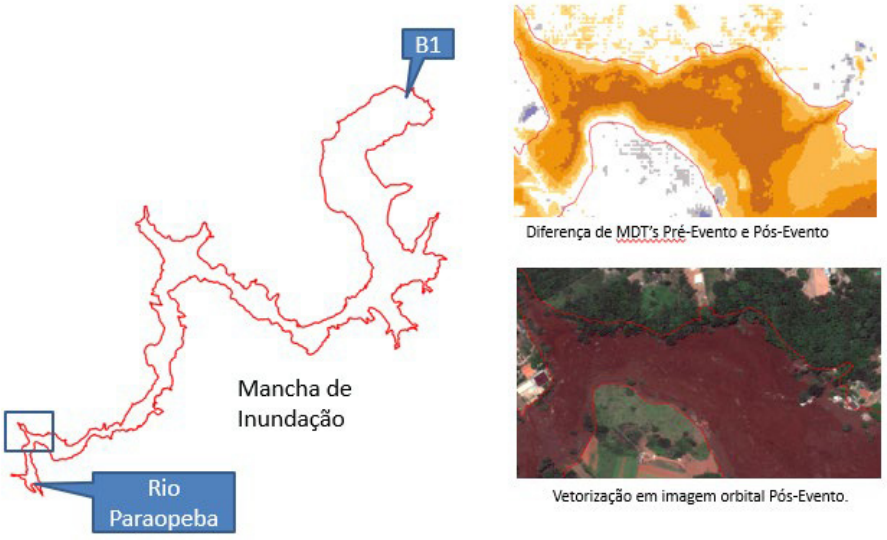
- Base 1: Topografia “Original” do Córrego do Feijão, imagens convertidas, via SISPAC, para o datum Horizontal SAD-69 e para o datum Vertical de Imbituba, datada de 1966;
- Base 2: Resultado de dois levantamentos aerofotogramétricos (2012 e 2016), obtidas a partir de perfilamento a laser (LIDAR, referência vertical: Imbituba, datum planimétrico original: SAD-69, projeção UTM 23S, Fonte: Topocart

- Base 3: Resultado do levantamento aerofotogramétrico realizado em 26/01/2019, a partir de perfilamento a laser LIDAR, referência vertical: Imbituba, datum planimétrico original: SAD-69, projeção UTM 23S, Fonte: Fototerra.

Realizando a comparação entre a topografia original (Base 1), previamente à deposição de rejeitos e, o levantamento pré-rompimento (Base 2), foi estimado 11,77 Mm^3 de volume existente na Barragem B1 previamente ao rompimento. A comparação da topografia original (Base 1) com a topografia pós rompimento (Base 3), possibilitou estimar 2,05 Mm^3 de volume remanescente em B1 após o rompimento. Considerando-se assim, 9,72 Mm^3 de volume mobilizado.

Para análise da disposição do rejeito na calha e planícies do ribeirão Ferro-Carvão, foi realizada a delimitação da mancha de rejeito a partir de imagens de satélite (pós-rompimento) e da diferença de modelo digitais de terreno (MDT) (pré e pós rompimento), como ilustrado na Figura 2.2.1-8, tendo sido estimada uma área de 3.128.871,44 m^2 (312,89 ha).

Figura 2.2.1-8 – Análise da delimitação da macha de rejeitos.

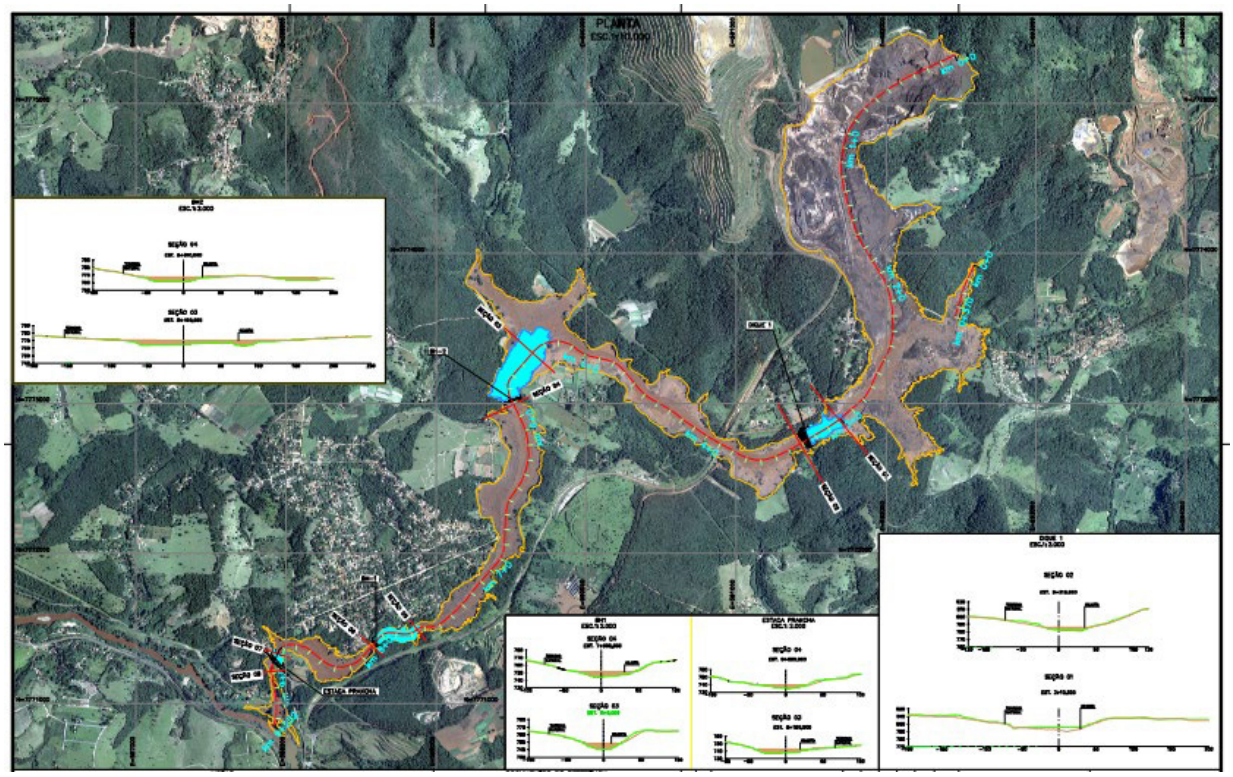


Fonte Vale, 2020 (RL-2000GG-G-00010_Rev0).

A comparação dos modelos digitais de terreno (Base 2 confrontada com Base 3) possibilitou observar a existência de regiões escavadas e outras com depósito de material, tendo sido estimado um volume movimentado (solo + água) de 10.477.586,69 m^3 e volume depositado (solo + água) de 7.725.600,45 m^3, a diferença desses volumes foi considerada a massa deslocada para o Rio Paraopeba (2.751.986,18 m^3). A explicação da divergência de volume encontrada, de 10,47 Mm^3 e 9,72 Mm^3 foi da possibilidade do processo de escavação do terreno "in situ" na calha da drenagem natural a jusante da barragem, ocasionada pela energia de arraste do material vertido.

A fim de dividir em subáreas o volume depositado ao longo do ribeirão Ferro-Carvão, foi feito estaqueamento da área central da mancha e, a partir disto, foram geradas seções de 20 em 20 metros, com comparação dessas topografias, definindo áreas de corte e de aterro. O volume acumulado em cada área foi calculado pela média da altura dos depósitos multiplicada pela distância (Figura 2.2.1-9).

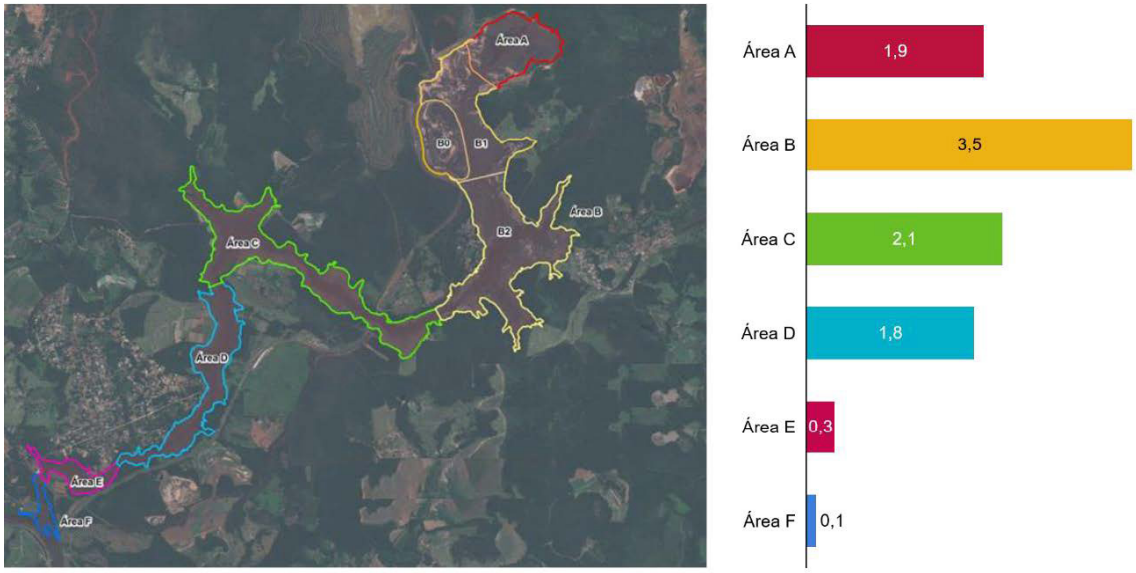
Figura 2.2.1-9 – Estaqueamento da área da mancha de rejeito para cálculo de volume em subáreas.



Fonte Vale, 2020 (RL-2000GG-G-00010_Rev0).

Assim, foi apresentada a setorização inicial do cálculo do volume de rejeito depositado no vale do ribeirão Ferro-Carvão (Figura 2.2.1-10), considerando-se que dos 11,7 Mm^3 que compunham o maciço da Barragem B1, 1,9 Mm^3 permanecem no local e, o restante, 9,8 Mm^3, como carreado.

Figura 2.2.1-10 - Estudo de volumes – Subdivisão de áreas.



Fonte Vale, 2020 (RL-2000GG-G-00010_Rev0).

Com o avanço dos trabalhos de busca por vítimas, manejo do rejeito, construção das estruturas de contenção e execução de sondagens ao longo do ribeirão Ferro-Carvão foram

detectadas imprecisões nos cálculos, considerando-se os estudos iniciais e a espessuras reais encontradas.

Estudos mais abrangentes e detalhados para determinação do real volume depositado na mancha de inundação do Ferro-Carvão e o volume lançado para o Rio Paraopeba estão sendo realizados conforme Plano de Manejo de Rejeitos, encontrando-se em andamento um trabalho composto por 4 etapas:

- 1ª Etapa – Refinamento das informações cartográficas existentes
- 2ª Etapa – Balanço de massa da área
- 3ª Etapa – Investigação geotécnica detalhada (métodos diretos e indiretos), para determinação da superfície atual de contato do terreno natural com o rejeito;
- 4ª Etapa - Avaliação reológica das deposições ao longo da mancha.

Por fim, cabe indicar que as próximas etapas relacionadas ao cálculo de volume de rejeitos serão feitas através do Plano de Manejo de Rejeitos, documento que se encontra em construção e discussão junto ao SISEMA. É previsto que o Plano de Manejo de Rejeitos seja um periodicamente atualizado, sendo sua entrega prevista para o mês de janeiro de 2021.

2.2.1.4. Busca por vítimas

No que diz respeito às buscas por vítimas nas áreas afetadas pelo rompimento, encontra-se em andamento uma série de atividades e obras emergenciais, as atividades de busca são coordenadas pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Minas Gerais (CBMMG).

As buscas por vítimas coordenadas pelo CBMMG e a gestão dos rejeitos e resíduos (materiais carreados pelo fluxo do rompimento da barragem) seguem as diretrizes que são apresentadas no PIGRR (Gerenciamento Integrado de Gerenciamento de Resíduos e Rejeito) – apresentado no item 2.2.4 - Gerenciamento de Rejeitos e Resíduos.

De acordo com o Plano Diretor de Obras Emergenciais versão 11 (Vale, 2020), as buscas feitas pelo CBMMG seguem a 6ª estratégia de buscas por vítimas do CBMMG, que teve suas discussões iniciadas em 27/02/2020 e em julho de 2020 encontravam-se em fase final de discussão.

Neste sentido, a estratégia para as frentes de trabalho ao longo do ribeirão Ferro-Carvão, pretende além de viabilizar a busca por vítimas, também possibilitar a remoção, segregação, triagem e disposição intermediária ou final de rejeitos das obras emergenciais de forma segura.

Cabe ressaltar que houve a interrupção das operações de buscas pelas vítimas em campo desde 21 de março de 2020, em consequência da pandemia do Covid-19. As atividades de buscas retornaram no dia 27 de agosto 2020.

De acordo com o Boletim Estadual de Proteção e Defesa Civil 294, de 20 de outubro de 2020[2], até este período 395 pessoas foram localizadas; 11 permanecem desaparecidos; foram registrados e identificados 259 óbitos.

[2] Disponível em: http://www.sistema.defesacivil.mg.gov.br/anexo/boletim/85-0941_Boletim_294_de_20_de_Outubro_de_2020.pdf.

2.2.2. Áreas ocupadas pelo rejeito

Com o rompimento da Barragem B1 houve transformação da paisagem, em função da deposição do material extravasado ao longo do vale do ribeirão Ferro-Carvão, concentrada nas zonas de baixa declividade, onde ocorre a confluência de afluentes do ribeirão Ferro-Carvão, *i.e.* córregos Samambaia, Olaria, Laranjeiras, entre outros sem nomenclatura oficial, até o rio Paraopeba. Esses depósitos, denominados tecnogênicos, são constituídos principalmente pelos rejeitos acumulados e, secundariamente, pelos solos, depósitos aluviais, depósitos coluvionares, vegetação do entorno imediato, estruturas à jusante da mineração como escritórios, almoxarifados, pera ferroviária e outras estruturas (edificações civis) interceptadas ao longo do arraste de rejeitos e resíduos (GEOENVIRON, 2019).

Segundo Geoenviron (2019), os rejeitos extravasados ficaram dispostos no ambiente de quatro formas: 1) depositados dentro da própria barragem (rejeitos remanescentes) e misturados com solos e sedimentos naturais imediatamente à jusante da barragem; 2) nas calhas e planícies aluvionares dos cursos d'água e da sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão; 3) em bancos de sedimentos acumulados no canal fluvial do rio Paraopeba (sobretudo imediatamente à jusante da confluência com o ribeirão Ferro-Carvão); e 4) no leito do rio Paraopeba, como sedimentos ativos ou de corrente.

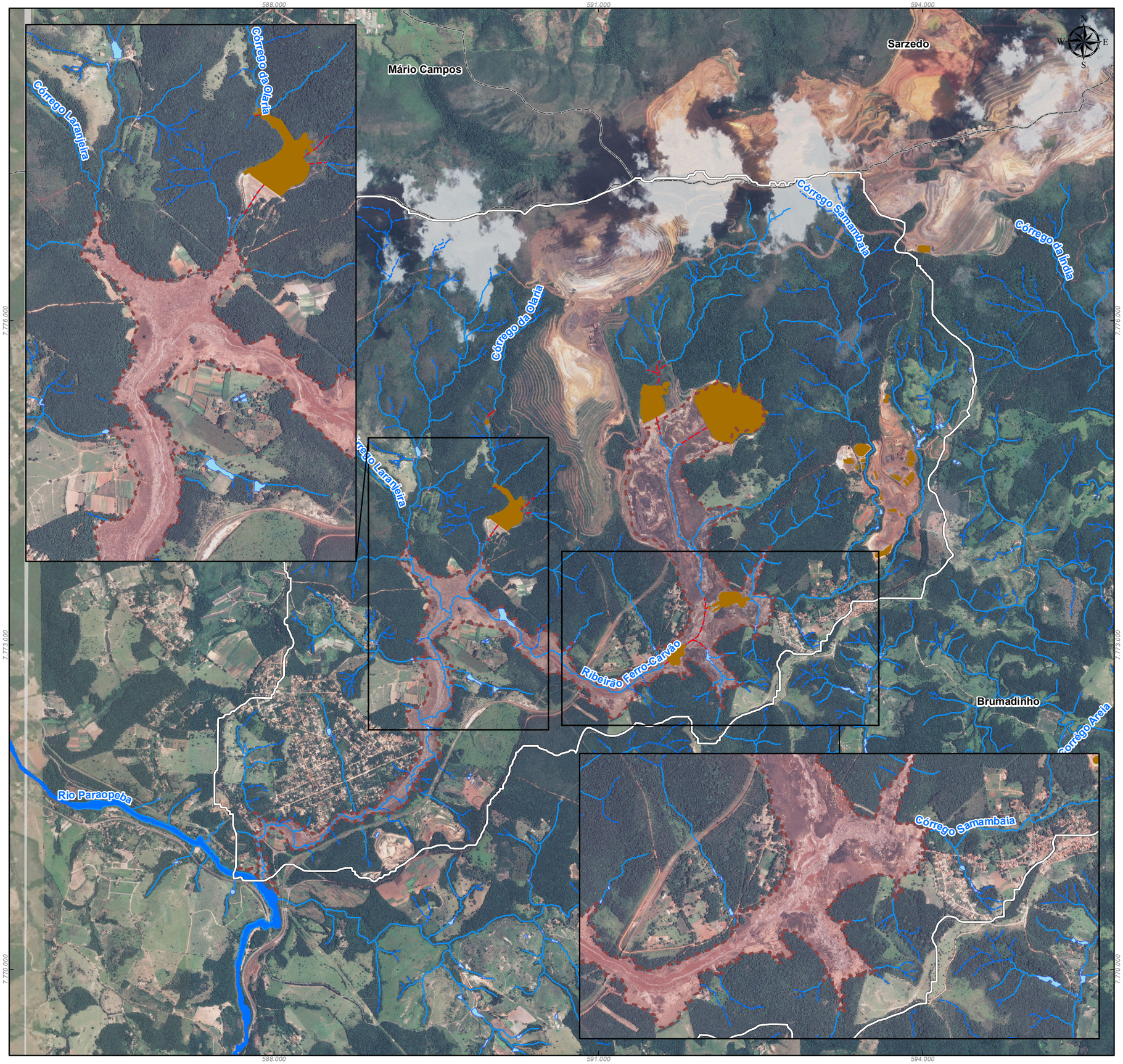
Cabe mencionar que, com o avanço dos estudos e execução de sondagens, os bancos de sedimentos acumulados no canal fluvial apresentam-se dispostos de forma mais ou menos contínua, sugerindo uma camada de rejeitos, de espessura variada. Os bancos descritos pela Geoenviron (2019), correspondem ao topo desta camada que aflora em períodos de estiagem.

Os locais onde houve os maiores diferenciais hipsométricos, indicando maiores taxas de movimentação e disposição de rejeito, podem ser observados na Figura 2.2.2-1, com base no levantamento realizado pela CPMais (2019). E a estimativa de volume do depósito de material, separada por trechos pode ser visualizada na Figura 2.2.1-10 (Vale, 2020).

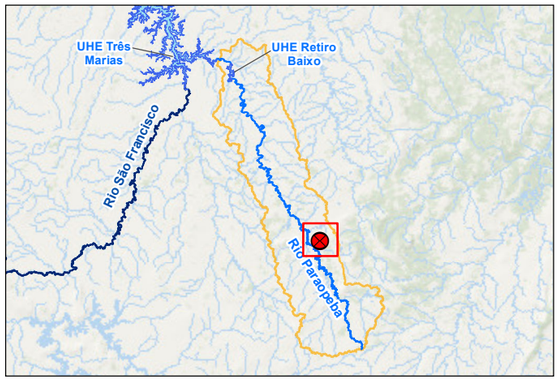
A fim de se observar a ocupação pelo rejeito dos cursos e corpos d'água, foram elaborados os mapas apresentados a seguir. No Mapa 2.2.2-1, observa-se o curso normal da drenagem do ribeirão Ferro-Carvão na situação pré-rompimento, representado pela linha azul assim denominada. O polígono tracejado em marrom representa o limite horizontal da área com deposição dos rejeitos e resíduos, onde houve preenchimento da calha do ribeirão Ferro-Carvão e parte de seus tributários, e consequente soterramento dos mesmos, e formação de depósitos extracalhas.

É apresentado no mapa, um maior detalhamento dos trechos atingidos pelo rejeito em grandes extensões, sendo a área à leste correspondente ao trecho do córrego Samambaia, onde ocorreu o espraiamento dos rejeitos, e o polígono à oeste correspondente às confluências dos córregos da Olaria, Laranjeira e Tijuco com o ribeirão Ferro-Carvão. Do mesmo modo, o Mapa 2.2.2-2 destaca a presença dos rejeitos próximo à confluência do ribeirão Ferro-Carvão com o rio Paraopeba .

Mapa 2.2.2-1 – Identificação das áreas ocupadas pela mancha de rejeito, com destaque para as regiões de confluências dos córregos Samambaia (a leste) e Olaria, Laranjeira e Tijuco (a oeste).



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



LEGENDA

- Curso d'água inferido - barragem
- Curso d'água
- Talvegue de drenagem pluvial
- Rio Paraopeba
- Barragem de rejeito e estrutura de mineração
- Corpo d'água
- Área de deposição do rejeito
- Sub-bacia hidrográfica do ribeirão Ferro-carvão
- Limite municipal

FONTES:
-IMAGEM: PLEIADES, 18/01/2019 E 29/01/2019;
-ÁREA DE DEPOSIÇÃO DE REJEITO: VALE S/A, 2019
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018 E ARCADIS, 2019;
-LIMITE MUNICIPAL: IBGE, 2018.

ESCALA GRÁFICA

0 0,5 1 km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

CLIENTE: VALE | ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO:

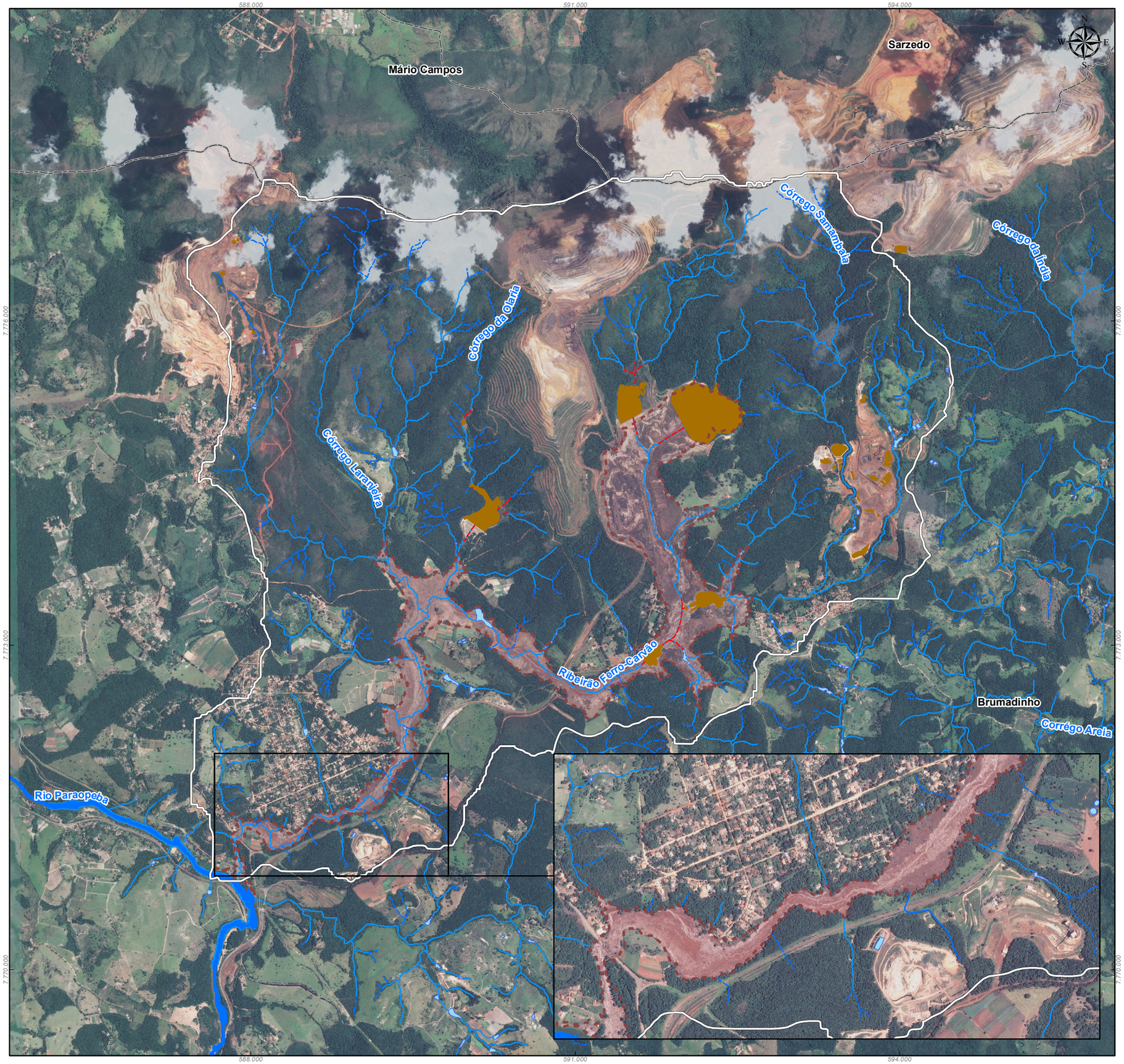
PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO:

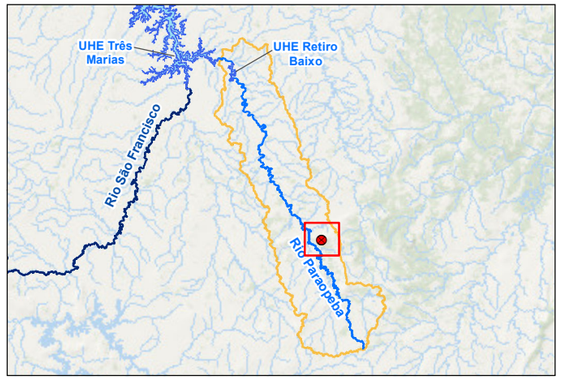
ÁREA DE DEPOSIÇÃO DO REJEITO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO - PRÉ/PÓS ROMPIMENTO

SOLICITANTE:	RESP. CARTOGRÁFICO:	VERSÃO:	
M.B.	T.P.S.	☐ PRELIMINAR	■ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:35.000	A3	OUT /2020

Mapa 2.2.2-2 – Identificação das áreas de mancha de rejeito extracalha antes da confluência do ribeirão Ferro-Carvão e rio Paraopeba.



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



LEGENDA

- Curso d'água inferido - barragem
- Curso d'água
- Talvegue de drenagem pluvial
- Rio Paraopeba
- Barragem de rejeito e estrutura de mineração
- Corpo d'água
- Área de deposição do rejeito
- Sub-bacia hidrográfica do ribeirão Ferro-carvão
- Limite municipal

FONTES:
-IMAGEM: PLEIADES, 18/01/2019 E 29/01/2019;
-ÁREA DE DEPOSIÇÃO DE REJEITO: VALE S/A, 2019
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018 E ARCADIS, 2019;
-LIMITE MUNICIPAL: IBGE, 2018.

ESCALA GRÁFICA

0 0,5 1 km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

CLIENTE: VALE | ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO:

PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO:

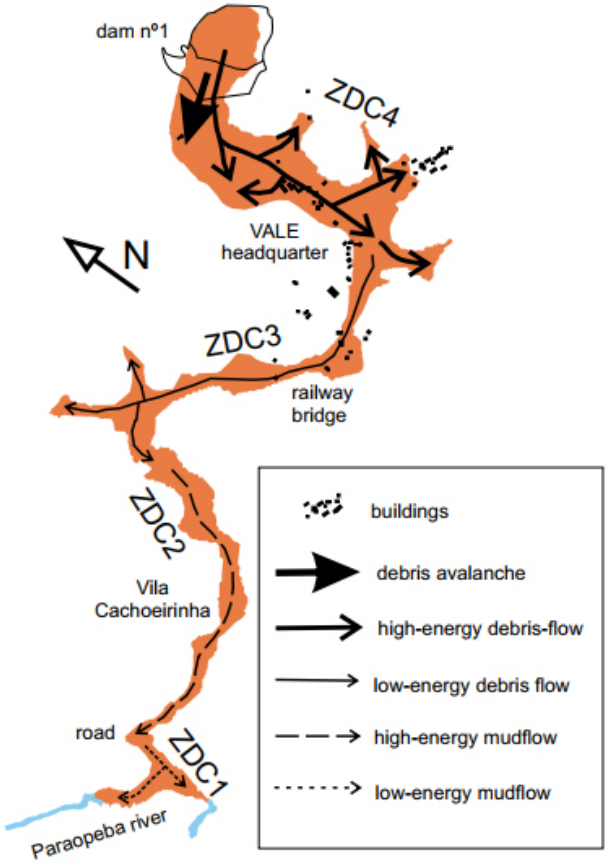
ÁREA DE DEPOSIÇÃO DO REJEITO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO - PRÉ/PÓS ROMPIMENTO

SOLICITANTE:	RESP. CARTOGRÁFICO:	VERSÃO:	
M.B.	T.P.S.	☐ PRELIMINAR	☒ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:35.000	A3	OUT /2020

No que diz respeito à forma em que fluxo de detritos resultou na delimitação da área apresentada anteriormente (Mapas 2.2.2-1 e 2.2.2-1), com estudos recentes detalhados, segundo Lima et al. (2020), a CENACID (Centro de Apoio Científico em Desastres), as consequências imediatas do rompimento da barragem são: a) escorregamento rotacional provocando destruição da estrutura da barragem; b) Avalanche de lama; c) fluxo de detritos e, d) fluxo de lama (rejeito + solo).

Como o fluxo de detritos ocorre a elevadas velocidades, a área afetada foi subdividida em zonas de acordo com a capacidade de destruição (ZDC – zones of destructive capability), de ZDC1 a ZDC4. Os maiores potenciais destrutivos (ZDC4) incluem avalanche detrítica associada a altíssima energia do fluxo de detritos. Na ZDC3 ocorre a transição da baixa energia do fluxo de detritos para o fluxo de lama, com o aumento do aporte de solo misturado ao rejeito. A ZDC2 compreende alta energia do fluxo de lama, com maiores taxas de deposição do que de erosão e, na ZDC1, o fluxo de lama de baixa energia é depositado no Paraopeba (Figura 2.2.2-1). No canal do rio, os sedimentos finos são carregados tanto como material de fundo (carga no leito) quanto em suspensão.

Figura 2.2.2-1 – Visualização esquemática do rompimento da barragem, em laranja a área principal afetada. As setas representam os movimentos principais da massa com os tipos de fluxo associados, que variam ao longo do Córrego do Feijão, iniciando com fluxo detrítico de alta energia, com rompimento, reduzindo a energia e o potencial destrutivo a cada curva, até depositar, com baixa energia no rio Paraopeba.



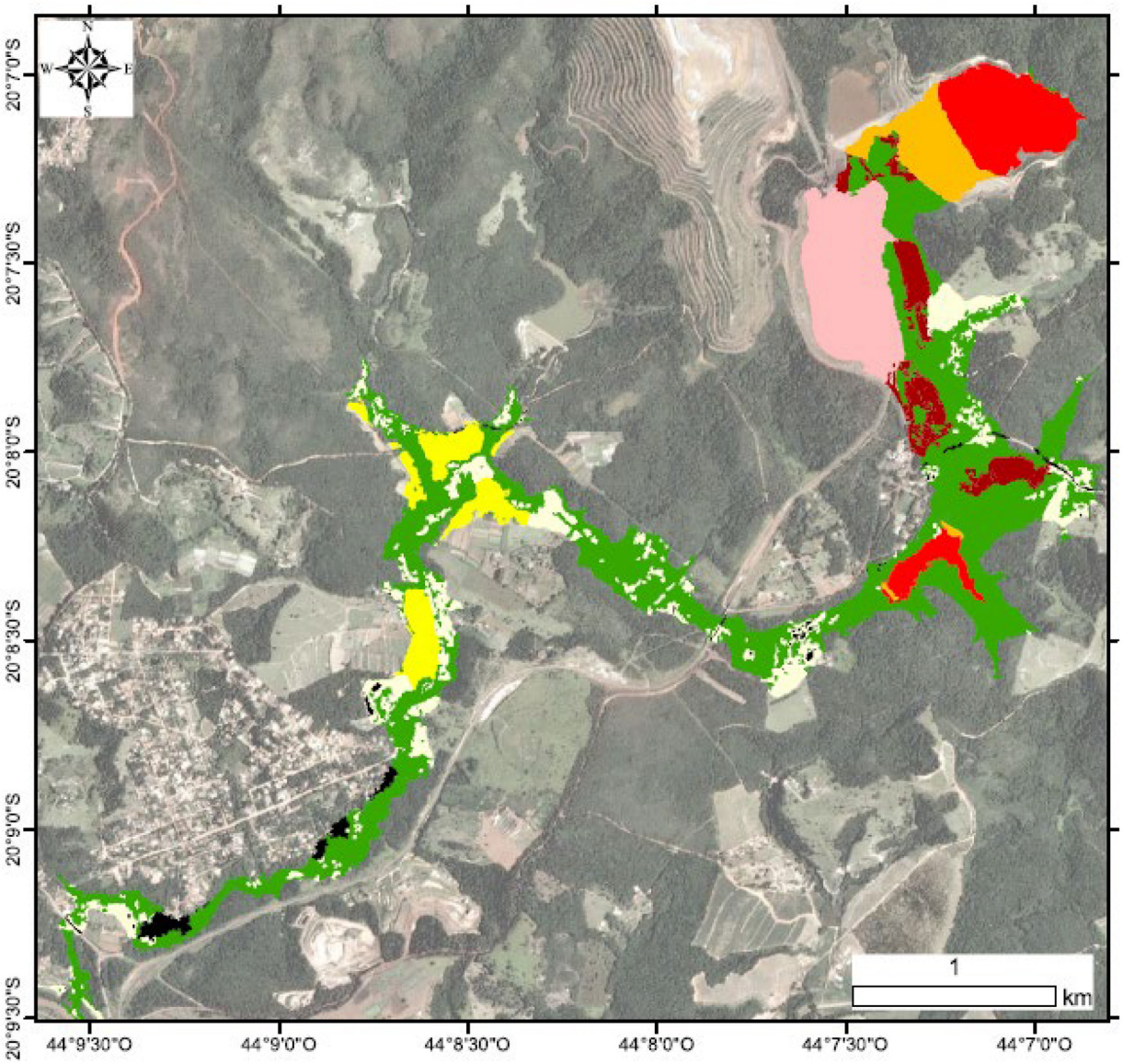
Fonte: Lima et al., 2020.

2.2.2.1. Uso do solo na área impactada

Quanto aos usos e coberturas do solo afetados pelo arraste e deposição de rejeitos, uma série de levantamentos passaram a ser realizados para se chegar na adequada caracterização e quantificação.

A primeira abordagem foi feita pelo ITV (2019), que, utilizando-se do mesmo geoprocessamento realizado para a determinação da área total ocupada pela mancha, mapeou e quantificou a cobertura e o uso do solo soterrados pela mancha de rejeito. Esse mapeamento considerou classes gerais de uso do solo, sem maiores detalhamentos, sendo elas: agricultura; pastagem; uso urbano; floresta; barragem de rejeito; mineração/estruturas administrativas; pilha de minério/pera ferroviária; e bacia de rejeito. O mapa de uso do solo elaborado pelo ITV (2019) e a quantificação das áreas afetadas de cada classe podem ser observados na Figura 2.2.2-2. De acordo com esse mapeamento, a classe mais afetada foi floresta (141 ha), que recobria 48% da área, seguida por áreas de mineração em geral (33%), pastagem (11%), agricultura (6%) e áreas de uso urbano (2%) (Figura 2.2.2-2).

Figura 2.2.2-2 – Mapa de uso e ocupação na área soterrada pela lama de rejeito.



Classes de uso do solo convertidos para lama de rejeito

- Agricultura
- Pastagem
- Urbano
- Floresta
- Barragem de rejeito
- Mineração/Estruturas administrativas
- Pilha de Minerio/Pêra Ferroviária
- Bacia de rejeito

Classes convertidas em lama	Área (ha)	%
Agricultura	16,75	5,78
Bacia de rejeito	28,55	9,84
Barragem	14,80	5,10
Floresta	141,01	48,61
Mineração	16,83	5,80
Pastagem	33,48	11,54
Pilha de Minerio/Pêra Ferroviária	32,82	11,31
Urbano	5,84	2,01
Total Resultado	**290,1**	**100**

Fonte: ITV (2019).

Paralelamente, no desenvolvimento do Estudo de Impacto Ambiental das Obras Emergenciais, desenvolvido pela consultoria Amplo e apresentado em maio de 2019, foi realizado um mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo na sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão. Esse mapeamento foi realizado na escala 1: 5.000, a partir da classificação supervisionada com posterior

verificação visual, baseada inclusive em levantamento expedito de campo, da imagem de satélite Plêiades 1B, de 29/01/2019, com resolução espacial de 0,5 m (AMPLO, 2019).

O mapeamento da Amplo (2019) detalhou um pouco mais as classes de cobertura e uso do solo, conforme se observa na Figura 2.2.2-3. A partir dos quantitativos obtidos pela Amplo a partir de seu mapeamento (Figura 2.2.2-3), observa-se que, neste levantamento a classe mais afetada foi Floresta Estacional em Estágio Médio Avançado (41,8% da área da mancha de rejeito) e, somando-se as classes de vegetação nativa, têm-se um valor similar ao anteriormente considerado pelo ITV: 140,5 ha, ou 49,3% da área da mancha de rejeito. Áreas de mineração em geral perfaziam 32% do total afetado pela mancha de rejeito, enquanto pastagens ocupavam 10,3%, áreas de cultivo 4,8% e áreas urbanas, apenas 0,5%. Outras áreas edificadas perfaziam 0,7% e estradas e acessos, 0,7%. Corpos d'água ocupavam 0,4% da área da mancha. Contudo, ressalta-se que a área total da mancha de rejeito considerada difere daquela apontada pelo ITV, sendo de 284,7 ha (AMPLO, 2019).

Figura 2.2.2-3 – Classes de cobertura e uso do solo na área da mancha de rejeito e respectivos quantitativos.

Tipologia da Cobertura e Uso do Solo	Área (ha)	%
Antrópico		
Área Edificada	2,0	0,7
Área Urbana	1,5	0,5
Campo/Pastagem	29,2	10,3
Cultivo	13,6	4,8
Estrada/Acesso	1,9	0,7
Mineração	25,1	8,8
Solo Exposto	1,3	0,5
Sistema de Barragem	46,0	
Total Antrópico	**143,1**	**50,3**
Natural		
Área úmida	8,0	2,8
Corpo d'água	1,1	0,4
Floresta Estacional em Estágio Inicial	13,5	4,7
Floresta Estacional em Estágio Médio Avançado	119,0	41,8
Total Natural	**141,6**	**49,7**
Total da Área Afetada pelo Rejeito na Bacia do Ferro-Carvão	**284,7**	**100,0**

Fonte: Amplo, 2019.

A partir do mapeamento da cobertura e uso do solo realizado pela Amplo (2019), e considerando a área da mancha de rejeito de 290,05 ha definida pelo ITV (2019), a Arcadis produziu um novo mapa.

Neste contexto, para a espacialização do uso e cobertura do solo nas sub bacias dos ribeirões Ferro-Carvão e Casa Branca, foi utilizado como referência o mapeamento elaborado pela Amplo Engenharia (2019), refinado e ampliado pela Arcadis com base na interpretação da imagem de satélite Plêiades 1-b, com resolução espacial de 0,5 metros, e imageamento datado em 29 de janeiro de 2019. Tais imagens apresentam altíssima resolução espacial, o que garante a possibilidade de extração de informações mais detalhadas no mapeamento.

Por essa perspectiva, a extração das informações contidas na imagem citada de se deu na forma de foto interpretação, sendo executada no software ArcGis 10.5®. Ressalta-se que a escolha por esse método se deu em virtude da extensão territorial do recorte espacial, que possibilitava a aplicação de tal metodologia, e no interesse de se obter o máximo possível de detalhamento.

Esse mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal realizado pela Arcadis apontou que a mancha de rejeito afetou principalmente a Floresta Estacional Semidecidual, que representava 45,1% (132,6 ha) da área soterrada pela mancha de rejeito, sendo 36,4% (106,9 ha) de floresta em estágio médio avançado e 8,7% (25,7 ha) em estágio inicial (Tabela 2.2.2-1). A segunda tipologia mais afetada, que compunha 84 dos 290 ha, foi a própria área de Mineração e sistemas de barragens, representando 28,6% da área afetada. Dentre as demais áreas naturais afetadas, encontravam-se áreas úmidas (12,6 ha) e corpos d'água (6,4 ha), que representam, respectivamente, 4,3% e 2,2% da área ocupada pela mancha de rejeito. Áreas de cultivo agrícola e pastagens foram afetadas em 17,1 ha e 22,5 ha, representando 5,8% e 7,7% do total afetado, enquanto ocupações rurais, áreas urbanas e acessos foram atingidos em 9,1 ha, 4,4 ha e 2,8 ha, respectivamente, representando 3,1%, 1,5% e 0,9% dos 290 ha soterrados pelos rejeitos. Outras classes afetadas pelo rejeito foram: bambuzal e solo exposto, que tiveram 0,4 ha e 2,1 ha atingidos, o que representa 0,1% e 0,7% da área total recoberta pelo rejeito. Todas as classes de cobertura e uso do solo atingidas, suas áreas e sua representatividade estão apresentadas na Tabela 2.2.2-1.

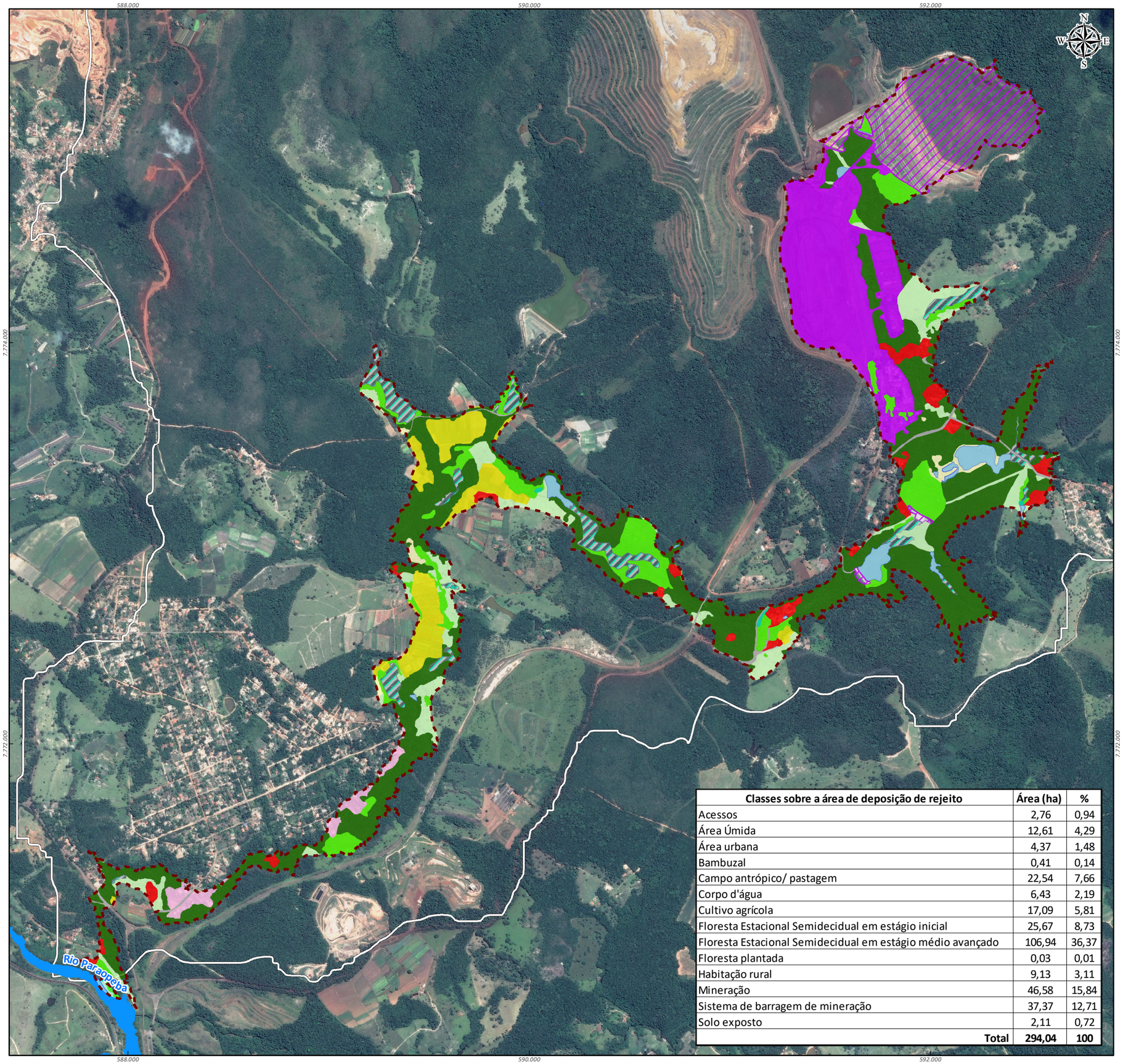
O Mapa 2.2.2-3 apresenta o uso do solo e cobertura vegetal mapeados pela Arcadis nas áreas ocupadas pela mancha de rejeitos.

Tabela 2.2.2-1 – Tipologias de uso do solo afetadas pela mancha de rejeito.

Tipologia de Uso e Ocupação	Área afetada pelo rejeito	
	ha	%
Acessos	2,8	0,9
Área Úmida	12,6	4,3
Área urbana	4,4	1,5
Bambuzal	0,4	0,1
Campo antrópico/ pastagem	22,5	7,7
Corpo d'água	6,4	2,2
Cultivo agrícola	17,1	5,8
Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	25,7	8,7
Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	106,9	36,4
Habitação rural	9,1	3,1
Mineração	46,6	15,8
Sistema de barragem de mineração	37,4	12,7
Solo exposto	2,1	0,7
Total	**294,05**	**100**

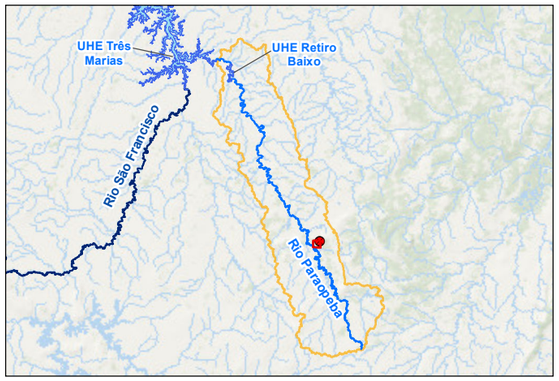
Fonte: Arcadis, 2020. Elaboração: Arcadis, 2020.

Mapa 2.2.2-3 – Uso do solo sob a mancha de rejeitos.



Classes sobre a área de deposição de rejeito	Área (ha)	%
Acessos	2,76	0,94
Área Úmida	12,61	4,29
Área urbana	4,37	1,48
Bambuzal	0,41	0,14
Campo antrópico/ pastagem	22,54	7,66
Corpo d'água	6,43	2,19
Cultivo agrícola	17,09	5,81
Floresta Estacional Semidecidual em estágio inicial	25,67	8,73
Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio avançado	106,94	36,37
Floresta plantada	0,03	0,01
Habitação rural	9,13	3,11
Mineração	46,58	15,84
Sistema de barragem de mineração	37,37	12,71
Solo exposto	2,11	0,72
Total	**294,04**	**100**

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



LEGENDA

- Rio Paraopeba
- Área de deposição do rejeito
- Sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão

Classes de Uso do Solo

- Acessos
- Afloramento rochoso
- Área urbana
- Área úmida
- Aterro sanitário
- Bambuzal
- Campo antrópico/pastagem
- Campo rupestre
- Cerrado sensu Stricto
- Corpo d'água
- Cultivo agrícola
- Floresta estacional semidecidual em estágio inicial
- Floresta estacional semidecidual em estágio médio avançado
- Floresta plantada
- Habitação rural
- Mineração
- Sistema de barragem de mineração
- Solo exposto

FONTES:
-IMAGEM: PLEIADES, 18/01/2019;
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018;
-LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2018.
-ÁREA DE DEPOSIÇÃO DE REJEITO: VALE S/A, 2019;
-USO DO SOLO: ARCADIS, 2019.

ESCALA GRÁFICA

0 — 0,5 — 1 km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

CLIENTE: VALE | ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO:
PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

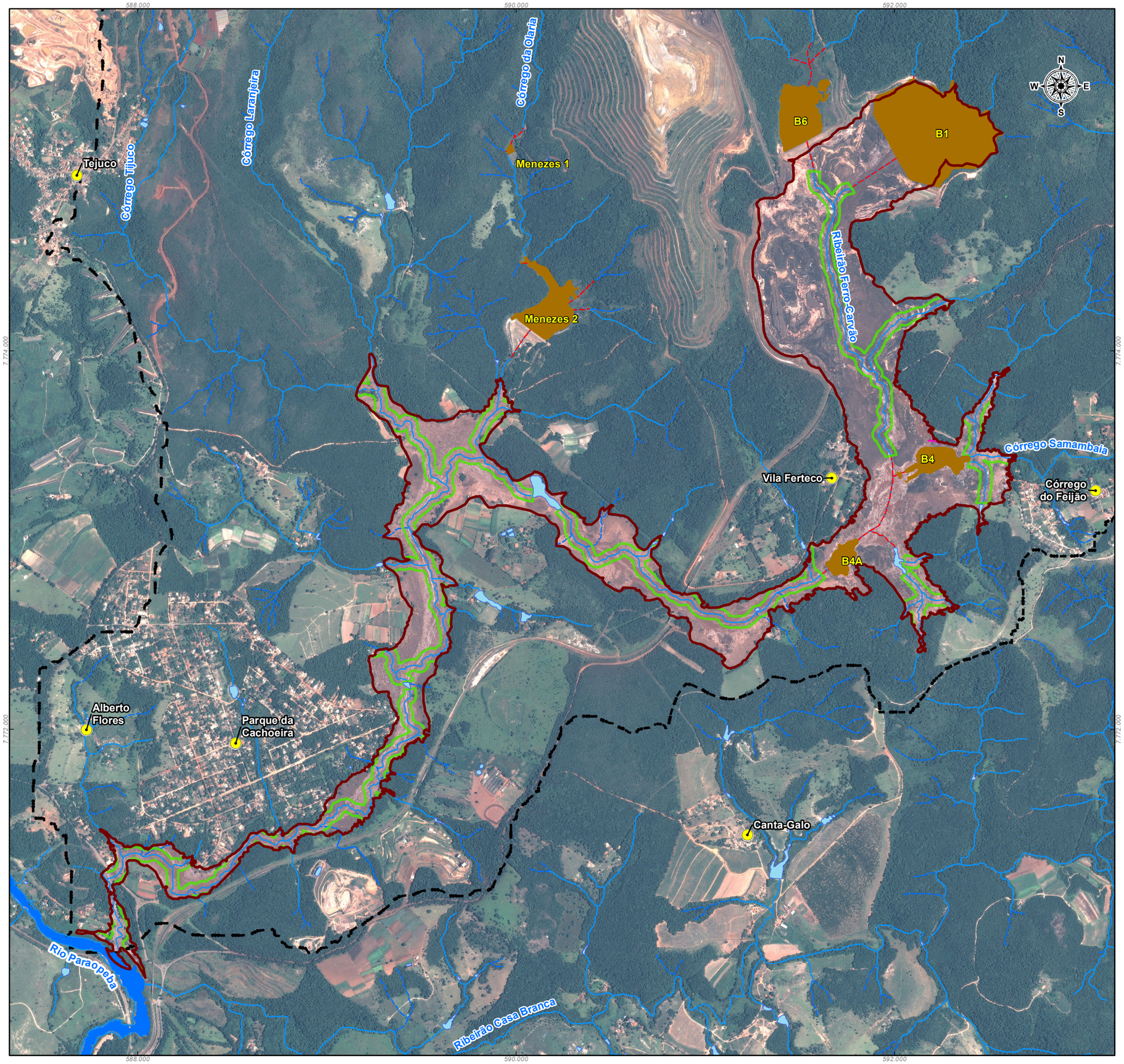
TÍTULO:
USO DO SOLO NA ÁREA DE DEPOSIÇÃO DO REJEITO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO

SOLITANTE:	RESP. CARTO.:	VERSÃO:	
M.B.	T.P.S.	☐ PRELIMINAR ■ FINAL	
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:18.847	A3	NOV /2020

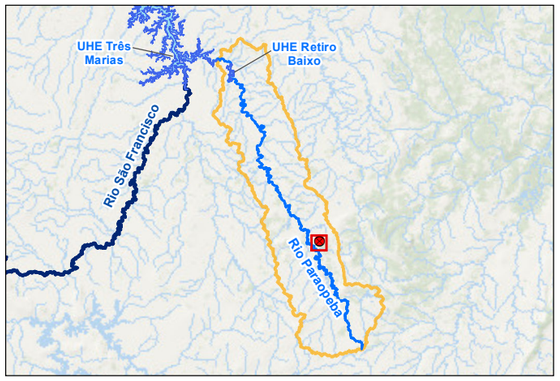
2.2.2.2. Áreas protegidas na área impactada

A partir do mapeamento da hidrografia realizado pela Arcadis na sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão, na escala 1: 5.000 (ou 1: 2.500, quando possível), por meio da geração de um modelo digital de elevação, com curvas a cada 2 m (ou menos, dependendo da disponibilidade de dados topográficos), combinado à fotointerpretação da imagem, foram mapeadas as Áreas de Preservação Permanente de nascentes, cursos e corpos hídricos afetadas pela mancha. Foram mapeadas também as Áreas de Preservação Permanente de encostas com declividades superiores a 45º, a partir de carta clinográfica gerada através das curvas de nível. No local, não foram encontrados outros tipos de APP além destes. As APP mapeadas na área da mancha de rejeito estão apresentadas no Mapa 2.2.2-4. O item 2.5.11 – Áreas Protegidas apresenta maiores informações sobre a caracterização pós-rompimento do tema.

Mapa 2.2.2-4 – Áreas de Preservação Permanente sob a Mancha de Rejeito.



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



LEGENDA

- Nascente
- Agrupamentos sociais
- Rio Paraopeba
- Curso d'água
- Talvegue de drenagem pluvial
- Curso d'água inferido - barragem
- Barragem de rejeito e estrutura de mineração
- Corpo d'água
- Área de deposição de rejeito
- Área de Preservação Permanente - hídrica
- Área de Preservação Permanente - declividade acima de 45°
- Sub-bacia hidrográfica do ribeirão Ferro-carvão
- Limite municipal

FONTES:
-IMAGEM: ESRI, 2018;
-ÁREA DE DEPOSIÇÃO DE REJEITO: VALE S/A., 2019;
-BASE HIDROGRÁFICA: ARCADIS, 2019;
-LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2017;
-APP: ARCADIS, 2020;

ESCALA GRÁFICA

0 — 0,5 — 1 km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

CLIENTE: VALE | ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO:

PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO:

ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE SOB A MANCHA DE REJEITO

SOLICITANTE:	RESP. CARTOGRÁFICO.:	VERSÃO:	
M.B; M.A	W.H.O.S	☐ PRELIMINAR	☒ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:20.000	A3	OUT /2020

Foram afetadas pela mancha de rejeito 78,71 ha de APP. As Áreas de Preservação Permanente referentes a curso d'água foram as mais afetadas (78,57 ha), seguidas pelas APP de nascente (0,12 ha) e APP de declividade (0,03 ha).

Para as Reservas Legais situadas na região do ribeirão Ferro-Carvão, considerando-se os dados disponíveis no SICAR, foram afetados pelo extravasamento e deposição de rejeito 16,66 ha de terras situadas em Reservas Legais. Somando-se à área de Reserva Legal fornecida pela Vale S/A que não se sobrepõe ao SICAR, têm-se 18,53 ha de áreas inseridas em Reservas Legais diretamente impactadas pela deposição de rejeito.

Dentre as 41 Unidades de Conservação que se inserem total ou parcialmente na bacia hidrográfica do rio Paraopeba, apenas duas têm relações diretas com a área afetada pela mancha de rejeito: a Área de Proteção Ambiental Estadual Sul Região Metropolitana de Belo Horizonte (APA Sul RMBH) e o Parque Estadual da Serra do Rola-Moça.

O Parque Estadual da Serra do Rola-Moça, UC de Proteção Integral, está situado a quase oito quilômetros a montante do local onde houve o arraste e deposição do rejeito. Contudo, sua Zona de Amortecimento, definida em 2007 pelo Plano de Manejo, foi afetada em 209,9 ha.

A APA Sul RMBH estende-se por 164.365,1 ha, estando 23.133,3 ha inseridos na bacia hidrográfica do rio Paraopeba. Essa UC de Uso Sustentável tem agora 9,76 ha de seu território ocupados por depósito de rejeito oriundo do rompimento das barragens da Mina Córrego do Feijão.

Todas as demais UC estão situadas há mais de três quilômetros do depósito de rejeito, à exceção da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Mata do Jequitibá, imediatamente a montante, a menos de 30 m do que antes era o limite da bacia de rejeito, e não atingida pela mancha.

2.2.3. Caracterização do rejeito

A caracterização do rejeito apresentada a seguir considera o rejeito *in situ* com base em estudos na barragem de período anterior ao rompimento, bem como dados pós-rompimento de investigações geoquímicas do rejeito extravasado realizadas pela Vale S/A.

Para a caracterização *in situ*, considera os estudos realizados previamente ao rompimento realizados por Gomes (2009) e Wolff (2009), que possuíam o intuito de avaliar a viabilidade de se extrair o minério ainda presente na barragem de rejeito, devido à modernização das técnicas de extração, bem como a possibilidade de se ampliar a vida útil da barragem, com a redução do volume de passivos ambientais ali depositados.

Foram observados, também, para efeito de caracterização do rejeito extravasado, os dados pós-rompimento gerados pelas investigações geoquímicas realizadas pela Vale S/A, em conjunto com a Geoenviron, e que ainda estão em curso.

2.2.3.1. Caracterização do rejeito *in situ* da barragem B1 antes do rompimento

A disposição de rejeito na Barragem B1 se iniciou em 1974. Em 2001, os rejeitos passaram a ser depositados após separação magnética. A partir da extração de hematitas friáveis (com

67% de teor de Fe) e itabiritos silicosos (62% de Fe), correlacionáveis ao Grupo Itabira, da base da Formação Cauê, da jazida do Córrego do Feijão, o processamento do minério, em 2008, gerava aproximadamente 25% de rejeito para uma produção de 6.039.597 t de produto (Gomes, 2009). Segundo Geoenviron (2019), em 2012 passou a haver maximização da recuperação mássica das instalações do Córrego do Feijão, culminando com a operação 100% à umidade natural, sem geração de rejeitos a partir de 2016.

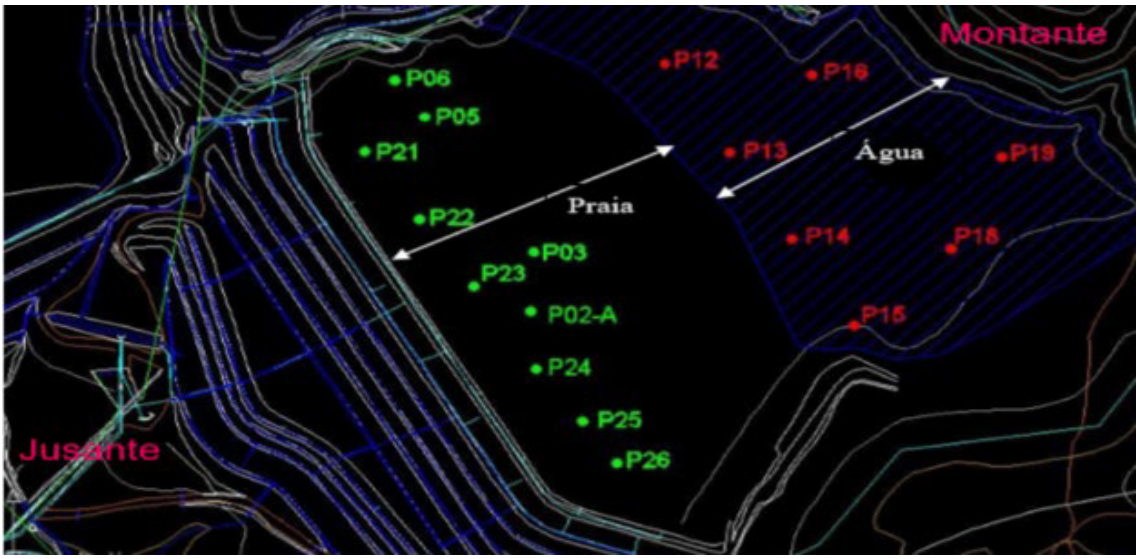
Assim, para a verificação da possibilidade de aproveitamento do rejeito feita por Gomes (2009) e Wolff (2009), foram realizados estudos mineralógicos, granulométricos e químicos dos materiais presentes na barragem de rejeitos. Tais análises nortearíam o uso do rejeito a depender das características dos materiais, *i.e.* diversos tipos de indústrias como a cerâmica e siderúrgicas.

No trabalho de Gomes (2009), em presença de água, foram realizadas sondagens a percussão com fluxo de água contínua, iniciada com a torre firmemente instalada. Na praia, sondagens a trado helicoidal iniciaram as perfurações até se tornarem inoperantes ou, ao encontrar o nível da água. Foram analisados 17 pontos na estrutura com sondagem a percussão e, para os furos a trado, estes eram compostos por vários horizontes, que representavam diversas profundidades, com uma massa muito pequena, assim foram agrupados para se realizar a caracterização do material. A Figura 2.2.3-1 apresenta a malha amostral adotada para a caracterização.

Ainda neste trabalho, as profundidades das sondagens variaram de 8,0 m a 79,4 m, com profundidades máximas ao alcançar a fundação da barragem. O procedimento de amostragem consistiu em consolidar as paredes dos furos com polímeros orgânicos, recuperando-se todo o material.

O material coletado era despejado num coletor menor (balde de plástico) que se localizava dentro de um tambor de 200 L. O produto (rejeito rico) se consolidava no fundo do coletor menor e a água transbordava para o coletor maior. Ao encher o coletor menor, o material decantado era recolhido em sacos plásticos, após drenar a água, sendo estes devidamente identificados. Na Tabela 2.2.3-1 encontram-se relacionados os furos, suas coordenadas, profundidades, quantidades de amostras e massa total de cada sondagem.

Figura 2.2.3-1 – Localização dos pontos de sondagens para coleta de amostra, sem escala.



Fonte: Gomes, 2009.

Tabela 2.2.3-1 – Informações dos furos de sondagem à percussão na Barragem I.

Furos	Coordenadas		Prof. Furo	Quantidade Amostras	Massa (g)
	E	N			
SPL-02	278.346,929	2.774.818,223	60,7	61	83.278,50
SPL-03	278.349,727	2.774.877,955	55,8	56	75.060,60
SPL-05	278.258,674	2.775.008,631	25,0	25	54.760,70
SPL-06	278.234,315	2.775.044,238	16,5	17	15.448,64
SPL-12	278.457,575	2.775.061,055	13,0	13	57.778,87
SPL-13	278.511,206	2.774.973,752	23,5	24	8.935,23
SPL-14	278.562,644	2.774.889,434	18,7	19	8.803,10
SPL-15	278.614,551	2.774.804,347	8,0	8	1.790,00
SPL-16	278.579,610	2.775.049,914	14,0	14	9.834,72
SPL-18	278.694,681	2.774.879,397	10,0	10	5.476,00
SPL-19	278.736,444	2.774.969,598	26,0	26	18.233,88
SPL-21	278.209,148	2.774.974,761	28,3	29	69.305,90
SPL-22	278.254,309	2.774.908,726	15,7	16	28.179,84
SPL-23	278.300,816	2.774.841,199	79,4	80	122.933,20
SPL-24	278.351,373	2.774.761,950	53,5	54	45.637,80
SPL-25	278.389,790	2.774.710,623	26,75	27	40.371,94
SPL-26	278.418,016	2.774.669,352	23,0	23	35.120,80
		Total:	248,45	251	680.949,72

Observação: Profundidade em metros (m).
Fonte: Gomes, 2009.

Wolff (2009) tinha como objetivo caracterizar sólidos constituídos por partículas de granulometria inferior a 10 µm (que se encontram dentro da faixa de ultrafinas, de acordo com a classificação de Somasundaran, 1980) contidas em rejeitos de sete usinas de beneficiamento da Vale, incluindo a Mina Córrego do Feijão. Foram utilizadas duas amostras, uma de rejeito de hematita – RH-CF – e outra de rejeito do itabirito – RIL-CF.

Somansudaran (1980) classifica as partículas com base em seu tamanho e comportamento em meio aquoso em: finas (entre 100 e 10 µm), que são facilmente separáveis por processos gravitacionais; ultrafinas (entre 10 e 1 µm), são separáveis por processos não convencionais; coloides (< 1 µm) e; lamas, consistindo na mistura de coloides e ultrafinos naturais e gerados por processos de cominuição, sendo uma de suas características é ter a sedimentação bastante lenta.

Após o recebimento das amostras em polpa Wolff (2009) mediu a porcentagem de sólidos (% p/v) e o teor de sólidos sedimentáveis para correlacionar com a mineralogia das amostras. A porcentagem de sólidos foi de 4,0% para RH-CF e 2,8% para RIL-CF e, sólidos sedimentáveis, o resultado foi de 320 ml/L e 72 ml/L, para as amostras RH-CF e RIL-CF, respectivamente.

A análise mineralógica, realizada por difratometria de Raio X (Gomes, 2009 e Wolff, 2009) permitiu identificar minerais de ferro: hematita, martita, magnetita e goethita e, minerais de ganga: quartzo, gibbisita, caolinita e muscovita. Wollf (2009), por microscopia eletrônica de varredura (MEV) com espectrômetro dispersivo de energia (EDS), identificou que as partículas das amostras não são esféricas.

Gomes (2009), para as análises granulométricas, adotou o peneiramento a úmido. Classificou as amostras em relação ao percentual passante na peneira de 0,045 mm em três domínios distintos: domínio de grossos (29,71 a 42,09% da amostra passante), domínio de finos (88,34 a 100,00% passante) e domínio dos mistos (percentual de passante em torno de 70%). O autor determinou

ainda que, 91,79% das partículas menores que 0,150mm (150 µm), e 58,81% de partículas retidas menores que 0,045mm (45 µm). As amostras com predominância dos domínios grossos correspondem à porção próxima ao maciço da barragem (praia – Figura 2.2.3-1) e, o domínio de finos à extremidade oposta à descarga da tubulação de rejeito (água – Figura 2.2.3-1). Os resultados das análises granulométricas e químicas estão representados na Tabela 2.2.3-2.

Wolff (2009) realizou a separação granulométrica por dois procedimentos, o peneiramento a úmido, separando as amostras em três faixas granulométricas (-10 µm, -15+10 µm e +15 µm) e elutriação (cyclosizer) (+16 µm, -16 +9 µm e, +9 µm), faixas mais próximas possível do peneiramento a úmido. Segundo este estudo, a maior porcentagem da granulometria dessas amostras encontra-se na faixa inferior a 9 µm (Tabela 2.2.3-3).

As análises químicas quantitativas foram executadas tanto em amostras globais quanto pelos domínios granulométricos, utilizando-se espectrometria de plasma (Gomes, 2009 e Wolff, 2009). Os teores médios calculados em Gomes (2009) foram de 48,08% de Ferro, 20,58% de Quartzo (SiO_2), 3,16% de óxido de Alumínio (Al_2O_3) (Tabela 2.2.3-4), tendo sido estimadas maiores concentrações de Ferro para amostras de maiores granulometrias (domínio de grossos) comparativamente aos domínio de finos e mistos ao longo do eixo da barragem, havendo uma gradação da composição química em termos de teores nos domínios granulométricos.

Como há locais com maiores porcentagens de domínio grossos do que de finos, Gomes (2009), considerou a distribuição da granulometria ao longo da estrutura como heterogênea, ocorrendo devido a descarga da tubulação de rejeito na barragem, com o material mais pesado (com maiores teores de Fe) se sedimentando nas imediações da descarga e, o mais fino (com menores teores de Fe), carreado para a extremidade oposta à descarga, depositando-se após cessar a agitação.

Tabela 2.2.3-2 – Resultados da análise granulométrica das amostras dos furos de sondagem da barragem B1.

Furo	% retida simples		
	+0,150 mm	+0,045 mm	-0,045 mm
P02-A	18,50	48,92	32,58
P03	11,93	57,14	30,93
P05	10,72	47,21	42,07
P06	6,55	60,11	33,34
P12	0,00	0,00	100,00
P13	0,00	6,84	93,16
P14	0,00	11,66	88,34
P15	0,00	0,00	100,00
P16	0,00	2,98	97,02
P18	0,00	3,35	96,65
P19	11,56	19,70	68,74
P21	10,55	48,30	41,15
P22	9,95	48,42	41,63
P23	18,27	49,88	31,85
P24	16,41	46,18	37,41
P25	12,83	57,46	29,71
P26	12,23	52,55	35,22
Média	**8,21**	**32,98**	**58,81**

Fonte: Gomes, 2009.

Tabela 2.2.3-3 – Resultados da análise granulométrica pelo cyclosizer por Wolff (2009).

Amostra	% retida simples					
RH-CF	30 µm	21 µm	16 µm	11 µm	9 µm	- 9 µm
	6,6	1,0	2,1	7,8	8,8	73,7
RIL-CF	33 µm	24 µm	17 µm	12 µm	9 µm	- 9 µm
	27,8	10,1	8,6	6,8	3,9	42,8

Fonte: Wolff, 2009.

Tabela 2.2.3-4 – Resultados da análise química das amostras dos furos de sondagem na barragem B1.

Furo	Análise Química (%)								
	Fe	SiO_2	Al_2O_3	P	Mn	TiO_2	CaO	MgO	PPC
P02-A	54,19	14,30	2,20	0,194	0,587	0,091	0,071	0,067	2,51
P03	51,52	15,31	1,70	0,057	0,436	0,086	0,021	0,068	2,40
P05	51,14	18,17	2,18	0,078	0,682	0,092	0,044	0,085	3,09
P06	48,60	24,70	1,88	0,056	0,461	0,095	0,017	0,062	3,00
P12	47,91	11,90	7,92	0,171	1,955	0,243	0,076	0,257	6,62
P13	44,24	15,86	6,63	0,188	2,182	0,319	0,085	0,254	10,00
P14	48,68	19,36	4,07	0,133	1,574	0,151	0,065	0,138	4,26
P15	43,23	34,66	1,43	0,047	0,200	0,107	0,005	0,045	1,91
P16	38,90	35,98	3,04	0,095	0,873	0,106	0,105	0,171	3,51
P18	37,02	29,27	7,32	0,165	1,859	0,311	0,071	0,16	6,40
P19	34,80	-	-	-	-	-	-	-	-
P21	51,70	20,08	1,92	0,064	0,629	0,074	0,036	0,091	2,57
P22	50,72	20,37	2,22	0,068	0,605	0,108	0,019	0,053	3,69
P23	60,78	8,82	1,35	0,046	0,491	0,065	0,040	0,056	1,61
P24	55,64	14,48	1,88	0,063	0,649	0,108	0,015	0,063	2,87
P25	48,11	25,30	1,96	0,065	0,545	0,106	0,021	0,059	2,91
P26	50,23	20,79	2,89	0,077	0,516	0,127	0,035	0,077	3,38
Média	**48,08**	**20,58**	**3,16**	**0,098**	**0,890**	**0,137**	**0,045**	**0,107**	**3,80**

Fonte: Gomes, 2009.

No trabalho de Wolff (2009), as análises químicas foram feitas, assim como Gomes (2009), para determinar os teores de ferro. Para amostras globais foram realizadas análises químicas via úmida e, elementos minoritários por ICP (espectrometria de plasma de acoplamento indutivo).

Nas amostras globais, o teor de ferro foi de 55,7% de Fe para RH-CF e, 45,6 % de Fe para RIL-CF por via úmida e, por espectrometria de plasma maiores de teores de ferro também foram detectados para a amostra de hematita (56,3%) do que para a de itabirito (46,5%). Os resultados ICP das amostras globais estão na Tabela 2.2.3-5.

Tabela 2.2.3-5 – Resultados da análise química para as amostras globais de Wolff (2009).

Amostra	Fe	Al	Mn	P	Ca	K	Mg	Ti
	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
RH-CF	56,3	1,3	4,6	0,27	1483	172	559	287
RIL-CF	46,5	2	1,1	0,11	484	193	508	605

Fonte: Wolff, 2009.

As análises químicas por faixas granulométricas indicaram que maiores teores de Fe estão associados às frações granulométricas mais grossas, corroborando à correlação de Gomes (2009). Os resultados de Wolff das análises químicas das amostras por frações estão apresentadas na Tabela 2.2.3-6. Ainda segundo Wolff (2009), quanto menor a granulometria das partículas, menores são as concentrações de quartzo (SiO_2); maiores são as concentrações de goethita e caulinita.

Wolff (2009) notou uma possível correlação entre o teor de sólidos sedimentáveis com o teor de goethita (quanto mais goethita, mais lenta é a sedimentação), a amostra de itabirito (RIL-CF) foi reportada com baixo teor de goethita (29%), ou seja, lenta sedimentação. A ausência dessa correlação também pode ser explicada por outros fatores *i. e.* a porcentagem de sólidos, a porosidade, morfologia e a distribuição granulométrica das partículas.

Tabela 2.2.3-6 – Resultados das análises químicas por frações granulométricas (Wolff, 2009).

Amostra	Fração	Fe	Al	Mn	P	Ca	K	Mg	Na	Ti
-	µm	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
RH-CF	16	70	0,1	0,4	0,019	375	77	113	272	171
	- 16 + 9	65,4	0,2	1,1	0,082	1215	59	258	266	307
	-9	49,1	1,9	7,4	0,37	2191	302	1709	270	312
RIL-CF	17	50,6	0,7	0,3	0,038	317	135	208	294	306
	- 17 + 9	52,1	1,3	0,6	0,079	407	72	557	266	561
	-9	47,5	2,3	1,8	0,16	512	173	929	276	860

Fonte: Wolff (2009).

Com o rompimento da barragem, a energia liberada foi capaz de misturar e transportar rejeito, solo, sedimentos e uma ampla diversidade de detritos e resíduos. Apesar dos estudos supracitados não terem focado na caracterização de elementos traço, possibilita-se a validação de materiais provenientes da barragem B1 a partir das características do rejeito levantadas e expostas (granulometria e teores de elementos maiores) (Geoenviron, 2019).

Além disso, tais levantamentos (Gomes, 2009 e; Wolff, 2009) subsidiam a primeira etapa do trabalho de Domingos e Castilhos (2019), a respeito da Avaliação de Risco à Saúde Humana e Ecológicos de materiais associados ao rompimento da Barragem B1, ou seja, proporcionam a caracterização dos rejeitos da mineração de ferro que se encontravam na barragem e que, encontram-se atualmente sobre solos e córregos da região.

A distribuição granulométrica tem papel fundamental para a avaliação de risco. Dependendo da faixa de tamanho das partículas, quando inaladas, podem chegar até o sistema respiratório inferior, sendo que partículas menores do que 10 µm alcançam os alvéolos pulmonares. Porém, os efeitos adversos dependem da composição química dos materiais, especialmente quanto ao teor de sílica, que pode implicar danos à saúde humana (Castilhos *et al.,* 2008).

De acordo com os estudos supracitados, as partículas provenientes da Barragem B1 são partículas finas (100 a 10 µm), ultrafinas (10 a 1 µm) e coloidais (< 1 µm) de partículas não esféricas de minerais de ferro: hematita, martita, magnetita e goethita e, minerais de ganga: quartzo, gibbisita, caolinita e muscovita. Com maiores teores de ferro associados a partículas mais grossas (Gomes, 2009) sendo ainda identificado que, quanto menor a granulometria das partículas,

menores são as concentrações de quartzo (SiO_2) e maiores são as concentrações de goethita e caulinita Wolff (2009).

Os novos dados coletados nas campanhas de monitoramento após rompimento da barragem estão discutidos no item 2.2.3.2. A correlação entre os dados do rejeito descritos previamente aos atuais encontram-se no item 2.2.3.3.

Outra caracterização pré-rompimento foi desenvolvida pela equipe de Gestão de Riscos Geotécnicos da Vale S/A, com coleta e análise de uma amostra de rejeito da barragem B1, em outubro de 2017. Uma alíquota dessa amostra foi enviada para a empresa ALS Global para sua caracterização e classificação, conforme norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 10.004, e outra alíquota para o Centro de Pesquisas Tecnológicas da Vale S/A. Essa amostra foi nomeada AM-00 no estudo de caracterização do rejeito da Geoenviron (2019)[3], apresentado no item 2.2.3.2, adiante neste relatório. A relação das análises e metodologias adotadas seguem os mesmos critérios que os descritos anteriormente (Quadro 2.2.3-1).

Quadro 2.2.3-1 – Relação das análises e metodologias adotadas pela Vale S/A (2017).

Análise	Método
Granulométrica	Peneiramento a úmido
Química	Fluorescência de raios X
Mineralógica	Microscopia eletrônica de varredura

Fonte: Vale S/A, 2017.

Os resultados das análises granulométricas de uma amostra de rejeito de minério de ferro da barragem B1 apontaram que cerca de 63% das partículas passantes são menores que 0,045mm.

Em relação às análises químicas, foram identificadas as seguintes porcentagens: 47,86% de Ferro, 23,19% de Sílica, 2,46% de Óxido de Alumínio e, menos de 1% de óxido de Manganês, Magnésio, Cálcio e Titânio, conforme apresentado na Tabela 2.2.3-7. A caracterização mineralógica do rejeito indicou composição de 72,65% de óxidos e hidróxidos de ferro (hematita, goethita e martita), 18,48% de quartzo e gibbisita com 5,2%.

De acordo com Vale S/A (2017), o rejeito coletado da amostra é classificado como material não-perigoso e não-inerte (Classe II A), com concentração de ferro e alumínio no extrato do solubilizado acima dos valores da norma NBR 10.004.

Tabela 2.2.3-7 – Análise química – fluorescência de raios X.

Análise Química (%)								
Fe	SiO_2	Al_2O_3	P	Mn	TiO_2	CaO	MgO	PPC
47,86	23,19	2,460	0,100	0,891	0,118	0,200	0,352	3,00

Fonte: Vale S/A, 2017.

[3] Geoenviron – empresa contratada pela VALE S/A para desenvolver o programa relacionado à caracterização geoquímica de rejeitos. Para o entendimento das suas características, são propostos ensaios analíticos de composição química global e granuloquímica. No que tange à estabilidade geoquímica dos materiais, propõe-se ensaios estáticos, testes dinâmicos e ensaios de campo. Os ensaios e análises são realizados de modo a atender padrões regulatórios como ABNT NBR 10.004/2004.

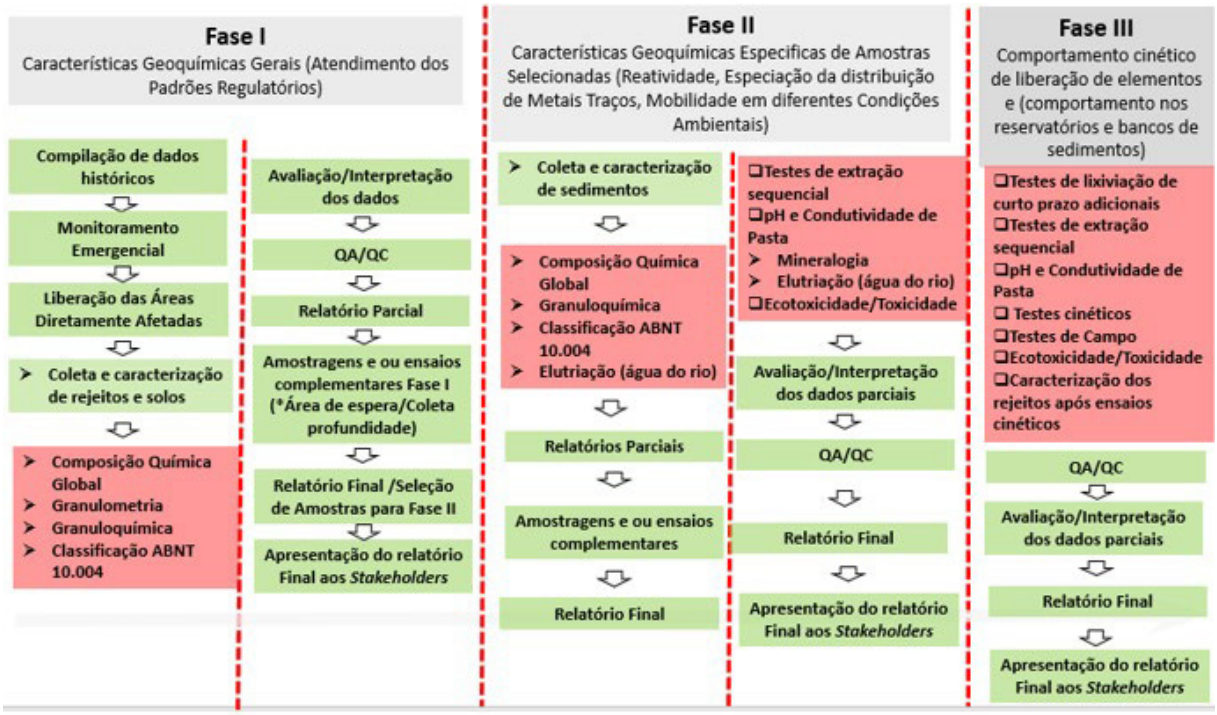
2.2.3.2. Caracterização do rejeito extravasado pelo rompimento

O extravasamento do rejeito, preencheu por completo o Córrego do Feijão, parte dos seus tributários e parou cerca de 1 km após a foz com o rio Paraopeba, represando parte de seu curso, com aproximadamente 4 metros de altura. Lima et. al. (2020), considerando que o comportamento e alcance do fluxo desse material, denominado de movimento de massa gravitacional antropogênica, pode variar de acordo com diversos fatores, envolvendo os aspectos construtivos da barragem, o tipo de rejeito, a morfologia do ambiente e, a interação do solo com os corpos hídricos, foram executados estudos a fim de detalhar o alcance desse fluxo. Assim, foi estimado que o fluxo de massa seguiu pelo talvegue do Córrego do Feijão, alcançando a velocidade de 99 km/h, próximo à barragem (ZDC4) e, em zonas de menores energias, na confluência com o rio Paraopeba (ZDC1), chega a velocidades inferiores a 8 km/h (Figura 2.2.2-1). Assim, o material do Córrego do Feijão, principalmente areia, foi depositada a 8,4 km da barragem, no rio Paraopeba e, o material fino continuou seu movimento por suspensão ou por material de fundo do rio.

As investigações geoquímicas tratadas pela Vale S/A, em conjunto com a Geoenviron, encontram-se em desenvolvimento desde o dia 30 de janeiro de 2019 (logo após o rompimento da barragem). O objetivo do programa de caracterização geoquímica dos rejeitos é compreender as características físicas e químicas do rejeito extravasado da Barragem B1, podendo-se assim entender a reatividade ambiental, ou seja, a capacidade do rejeito em alterar a qualidade dos compartimentos ambientais sob sua influência direta ou indireta ou, ainda, provocar riscos à biota e à saúde humana na área da bacia do rio Paraopeba e São Francisco (Geoenviron, 2019).

O projeto de caracterização de rejeitos foi dividido em três etapas pela Geoenviron (2019), na Figura 2.2.3-2 é apresentada a síntese das fases, sendo a fase 1 concluída e as demais em andamento.

Figura 2.2.3-2 – Fases do projeto de caracterização do rejeito desenvolvido pela Geoenviron.



Fonte: Geoenviron, 2019.

A Fase I engloba a caracterização da composição química, granulométrica e avaliação de atendimento a padrões legais dos rejeitos liberados da Barragem B1 (i.e., rejeitos originais e misturados) e solos naturais (amostras para serem utilizadas como referência). Neste item estão reportados os primeiros resultados das características geoquímicas gerais do rejeito, presentes em detalhe no relatório final Fase I "Caracterização Geoquímica de Rejeitos - Composição Química Global, Análise Granulométrica e Classificação Segundo a Norma NBR ABNT 10.004/2004" (Geoenviron, 2019). Esta etapa compreendeu ainda, testes de lixiviação de curto prazo, incluindo testes relevantes em termos regulatórios (ABNT NBR 10.005/2004 – Lixiviação e ABNT NBR 10.006/2004 – Solubilização) com o objetivo de determinar se o material é tóxico e, se é inerte ou não inerte, de acordo com os termos de regulamentação de resíduos sólidos do Brasil (ABNT NBR 10.004/2004).

As Fases II e III, com foco nas características geoquímicas de amostras selecionadas, visam determinar a estabilidade química (i.e., potencial de mobilização de metais a partir da fase sólida para a fase aquosa) dos rejeitos e sedimentos afetados. Os resultados dessas fases possibilitarão o entendimento do potencial de mobilização de metais e a comparação com padrões brasileiros de qualidade da água aplicáveis, no curto e longo prazo.

O programa contempla ainda testes para avaliar o potencial de mobilização de metais na água do rio (NBR 15469,ABNT, 2015) e, testes para avaliar o potencial de mobilização de metais sob diferentes condições de pH (i.e., USEPA 1313 e 1316).

Análises mineralógicas encontram-se no escopo para identificar os hospedeiros mineralógicos de metais em cada amostra, sendo os resultados de extração sequencial usados para identificar a forma mineralógica em que um elemento é mantido, o que fornece informação quanto à sua origem e seu potencial de mobilidade.

Por fim, estão sendo conduzidos testes cinéticos como parte do programa Fase III num subconjunto de 29 amostras, visando determinar o potencial de mobilização de metais no longo prazo, sob condições atmosféricas e inundadas (submersas). Estes testes ainda estavam sendo executados na data de preparação deste relatório.

Assim, na Fase I, para a caracterização dos rejeitos, a Geoenviron (2019) os dividiu de acordo com sua distribuição: dentro da própria estrutura da barragem (rejeito remanescente, com características originais - CO) e, nas calhas e planícies aluvionares dos cursos d'água incluindo, solos da sub bacia do ribeirão Ferro-Carvão, localizados a jusante de B1, denominados de potencialmente misturados (RM).

Nessa fase de investigações, foram discutidas 127 amostras de rejeito e outras 13 amostras de solo não afetado (SNA) coletadas no entorno dos rejeitos espalhados na planície do ribeirão Ferro-Carvão. Das 127 amostras, 33 foram coletadas pela COPPE/UFRJ e as demais pela Geoenviron (40 resultados apresentados na NT-MIN-VL- 01-19-RV00 e 23 no relatório RT-MIN-VL-CF-04-19).

No Quadro 2.2.3-2 é apresentada a relação de amostras da analisadas, sendo 44 de rejeitos com características originais (CO) e 83 de rejeitos potencialmente misturados (RM). Detalhes sobre as amostras estão apresentados no Anexo 3 – Volume V. Destaca-se que as próximas fases de caracterização geoquímica contam com amostragem adicionais também em amostras de rejeito localizadas em Depósitos Temporários de Rejeito (DTRs), para maior representatividade amostral.

Com a amostragem para análise geoquímica tentou-se representar a ampla gama de materiais e ambientes deposicionais resultantes da liberação dos rejeitos provenientes da Barragem B1, considerando deposições subaquáticas (no fundo dos corpos hídricos) e deposição superficial (ao longo das margens dos rios e planícies de inundação). Segundo Geoenviron (2019), a definição de áreas afetadas e não afetadas se baseou na avaliação de fotos aéreas e imagens de satélite, para identificar a extensão do fluxo de rejeitos e detritos, bem como evidências visuais de haver ou não deposição de rejeito durante a execução do programa de amostragem. Assim, as áreas afetadas são identificadas pelo fluxo de rejeitos e detritos bem como evidência visual de deposição de rejeito. As áreas não afetadas encontram-se fora do fluxo de detritos e, locais onde não foram observadas evidências de deposição de rejeitos.

A amostragem foi realizada de maneira aleatória determinada principalmente pela dificuldade de acesso à área, além de condições de saúde e segurança de trabalho sendo, as primeiras amostragens, realizadas com auxílio de helicóptero do corpo de bombeiros. Um pequeno conjunto de amostras foi coletado utilizando como sistemática a proximidade de ocupações humanas a fim de analisar potenciais risco à saúde humana (Geoenviron, 2019).

A coleta de amostras de rejeito se deu utilizando pá manual de inox em profundidade compreendida entre 0-20 cm, retirando-se cerca de 20 kg de amostra. Quando possível, amostras em maiores profundidades foram coletadas em três seções, ao longo da planície do ribeirão Ferro-Carvão (entre 0-20 cm; 50-70 cm e 90-110 cm). Trata-se de metodologia semelhante de amostragem adotada por Golder (2017) nos trabalhos de investigação geoquímica das características do rejeito vinculado à Barragem do Fundão. Cabe mencionar que não há metodologia específica para amostragem de rejeito proveniente de rompimento de barragens. Ressalta-se ainda a dificuldade de acesso e, o fluxo turbulento que provocam ausência de padronização em meio a materiais remobilizados, neste contexto foi realizado o sistema de amostragem para caracterização geoquímica dos rejeitos.

Quadro 2.2.3-2 – Resumo das características das amostras de rejeito e solo analisadas pela Geoenviron (2019).

Amostras	Classificação	Empresa responsável pela coleta	Descritivo
AM 00*, AM 05, AM 06, AM 07, AM 14, AM 47, AM 48, AM 49, AM 50, AM 51, AM 52, AM 53, AM 54, AM 55, AM 56, AM 57, AM 58, AM 59, AM 60 AM 61	Rejeitos com características originais: amostras de rejeitos coletadas no antigo reservatório da Barragem de Rejeitos B I	GEOENVIRON	Amostras coletadas dentro do reservatório da Barragem B I. Todas as amostras foram coletadas entre 0-20cm. *A amostra AM 00 trata-se de amostra composta coletada antes do rompimento.
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	GEOENVIRON	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.

Amostras	Classificação	Empresa responsável pela coleta	Descritivo
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	GEOENVIRON	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
AMPXRF 01, AMPXRF 01A, AMPXRF 01B, AMPXRF 01C, AMPXRF 01D, AMPXRF 01F, AMPXRF 13A, AMPXRF 13B, AMPXRF 14A, AMPXRF 14B	Rejeitos com características originais: amostras de rejeitos coletadas no antigo reservatório da Barragem de Rejeitos B I	ARCADIS	Amostras coletadas dentro do reservatório da Barragem B I. Todas as amostras foram coletadas entre 0-20cm.
AMPXRF 01E, AMPXRF 02, AMPXRF 03, AMPXRF 04, AMPXRF 05, AMPXRF 06, AMPXRF 07, AMPXRF 08, AMPXRF 09, AMPXRF 12D, AMPXRF 25B, AMPXRF 33D, AMPXRF 45E	Rejeitos misturados: amostras de rejeitos coletadas ao longo da planície afetada do ribeirão Ferro e Carvão	ARCADIS	Amostras coletadas ao longo da planície do ribeirão Ferro e Carvão. Todas as amostras foram coletadas entre 0-20cm
AMPCOPPE 01, AMPCOPPE 02, AMPCOPPE 12	Rejeitos com características originais: amostras de rejeitos coletadas no antigo reservatório da Barragem de Rejeitos B I	COPPE/UFRJ	Amostras coletadas dentro do reservatório da Barragem B I. Todas as amostras foram coletadas entre 0-20cm.
AMPCOPPE 10, AMPCOPPE 13, AMPCOPPE 14	Rejeitos com características originais: amostras de rejeitos coletadas no antigo reservatório da B1	COPPE/UFRJ	Amostras coletadas em até três profundidades (0-20 cm; 50- 70 cm e 90-110 cm) dentro do reservatório da Barragem B I.
AMPCOPPE 03, AMPCOPPE 04, AMPCOPPE 05, AMPCOPPE 06	Rejeitos misturados: amostras de rejeitos coletadas ao longo da planície afetada do ribeirão Ferro e Carvão	COPPE/UFRJ	Amostras coletadas ao longo da planície do ribeirão Ferro e Carvão. Todas as amostras foram coletadas entre 0-20cm
AMPCOPPE 07, AMPCOPPE 08, AMPCOPPE 09, AMPCOPPE 15, AMPCOPPE 16	Rejeitos misturados: amostras de rejeitos coletadas ao longo da planície afetada do ribeirão Ferro e Carvão	COPPE/UFRJ	Amostras coletadas em até três profundidades (0-20 cm; 50- 70 cm e 90-110 cm) em pontos distribuídos ao longo da planície do ribeirão Ferro e Carvão
UD-01, UD-03, UD-04, UD-05, UD-16, UD-18, UD-19, UD-20, UD-22, UD-23, UD-24, UD-25, UD-26	Amostras de solo coletadas com o objetivo de caracterização do solo no entorno da área afetada pela mancha de lama e rejeito	ARCADIS	Todas as amostras foram coletadas entre 0-20cm.

Fonte: Geoenviron, 2019.

Foi utilizada a estatística paramétrica para a avaliação das características geoquímicas dos rejeitos, ou seja, de que houvesse distribuição aleatória na assembleia de fases, granulometria, composição e independência dos erros residuais dentro das unidades amostrais, para

que fossem calculados, sem a introdução de uma tendência, além da média, desvio padrão e coeficiente de variação. De acordo com Geoenviron (2019), os valores de D50, estimados para as amostras de rejeito CO e rejeito RM indicaram que a faixa granulométrica de silte e areia fina é predominante.

De maneira geral, segundo Geoenviron (2019), as amostras de rejeito com características originais apresentam variação maior na distribuição granulométrica (de 0,015 a 0,6 mm) do que as amostras de rejeito potencialmente misturado (que se concentram majoritariamente entre 0,01 e 0,2 mm), mesmo sem ter sido detectada relação entre a granulometria e a distância percorrida pelo rejeito (local onde a amostra foi coletada) ao longo da planície aluvionar do ribeirão Ferro-Carvão até a confluência com o rio Paraopeba. Além disso, foram detectadas granulometrias de areia média e grossa (ente 50% e 30%) em meio às amostras de rejeito CO.

O Anexo 4 – Volume V apresenta tabela detalhada com as distribuições granulométricas das amostras.

Para determinar a composição química do rejeito, solo e sedimentos Geoenviron (2019), realizou análise por massa bruta (Rocha Total) por espectroscopia de fluorescência de raio-X (XRF) para a detecção da concentração dos parâmetros Al_2O3, K_2O, CaO, MgO, Fe_2O_3, MnO, P_2O_5, SIO_2, TIO_2 e LOI (análise de perda ao fogo) e de metais-traço. A análise de metais traço foi dividida em duas etapas, inclui inicialmente a digestão ácida, sendo utilizada água régia para liberação dos elementos na fase de solução (pelo método ISO 11466.3) (mesmo utilizado pela CPRM, 2019), seguida da análise dos elementos com espectrometria de massa por plasma (ICP-MS).

De acordo com Geoenviron (2019), as análises de composição química global indicam que o Ferro (Fe) e silício (Si) são os principais constituintes dos rejeitos tanto para as amostras de rejeito com características originais (CO) quanto potencialmente misturados (RM). Para rejeitos CO, as médias de Fe_2O_3 e SiO_2 somaram 89,6% da massa amostral, as medianas somaram 91,5%. As concentrações média e mediana de Al_2O_3 correspondem a 4,3% e 2,5%, respectivamente, da massa amostral. Para os rejeitos RM, os teores médio e mediano de Fe_2O_3 foi de 70,8% e 74,9%, respectivamente, e de SiO_2 a média foi de 17,9% e mediana 16,4% da massa amostral.

Apesar de haver similaridade composicional global entre os rejeitos RM e CO, sendo as concentrações de Fe_2O_3 para os resultados dos rejeitos (CO e RM) inversamente proporcionais aos teores de SiO_2 (correlação linear negativa). Foi identificada maior variabilidade composicional para os resultados RM, sugerindo a presença mais expressiva de minerais contendo Al, K, Ti, com aumento da variabilidade composicional à medida que os rejeitos liberados de B1 misturam-se, em alguma medida com solo e sedimentos da região. Geoenviron (2019), aponta ainda que os rejeitos CO são relativamente mais enriquecidos em Fe e Mn.

Tanto para CO quanto para RM, o estudo apontou correlação linear positiva entre Mn e a maioria dos metais (Sb, As, Ba, Cd, Pb, Co, Cu, Mo, Ni e Zn), ou seja, quanto maior o teor de Mn, maior o teor desses outros metais, indicando potencial de associação mineral entre Mn e os elementos traço das amostras.

As maiores concentrações de traço no rejeito CO comparativamente ao RM foi interpretada como possível diluição ao longo do percurso percorrido pelo rejeito, assim como seu

enriquecimento no teor de sílica, proveniente de incorporações de solo da região, influenciando na diferenciação dos materiais.

Com o intuito de expor as diferenças entre as tipologias de rejeito CO e RM, Geoenviron (2019), submeteu os resultados ao teste de Mann-Whitney, que compara dois grupos independentes. Foram considerados que os parâmetros SiO_2, Cr e Ni, de maior interesse ambiental, apresentaram diferenças significativas para os grupos CO e RM. Cromo e níquel apresentaram concentrações mais elevadas para as amostras CO e SiO_2 concentrações maiores nas amostras RM. Nos Anexos 5 e 6– Volume V são apresentados os resultados obtidos através da espectroscopia de fluorescência de raios-X e espectrometria de massa com plasma.

Para medir, explicar e prever a relação entre as variáveis, Geoenviron (2019), realizou análises estatísticas multivariadas (Análise de Cluster e Análise de Componentes Principais) utilizando os parâmetros Fe_2O_3, Al_2O_3, MnO, Sb, As, Ba, Cd, Pb, Co, Cu, Cr, Hg, Mo, Ni, Ag, Zn e Se para as amostras de rejeitos CO e RM e solo não afetado (SNA).

As análises de clusters agruparam observações em grupos de acordo com suas similaridades, como CO e RM possuem características em comum, nas amostras analisadas, o grau de mistura foi considerado como não tão pronunciado. Além disso, para o conjunto de amostras, a profundidade não apontou grande influência na concentração dos parâmetros.

As análises de componentes principais (ACP), tiveram como objetivo facilitar a visualização e análise de dados. Dos grupos identificados, o CO é correlacionado quando os componentes principais são Fe_2O_3 e SiO_2, com maiores concentrações de elementos traço. O RM é representado por menores teores de Fe e maiores de Si e Al, indicando contribuição de solos, sedimentos e outros materiais, misturados ao rejeito.

Os resultados composicionais de metais-traço nas amostras de RO e RM foram comparados com os padrões regulatórios de solos de prevenção estabelecido pela Resolução CONAMA nº 420/2009 (limites de referência de qualidade), que define critérios para qualidade do solo e diretrizes para a gestão ambiental de áreas contaminadas por substâncias resultantes de atividades antropogênicas. Dos resultados analisados, 90% encontram-se dentro dos limites preconizados. Os parâmetros Cu, Ba, Co, As e Ni, tanto nas amostras RM quanto CO apresentaram maiores extrapolações aos valores de referência de qualidade. Dentre as amostras coletadas em áreas não afetadas pelo rejeito, foram detectadas concentrações acima dos valores orientadores no solo para Sb, As, Cr, Ba e Cu em apenas duas amostras. Não houve excedentes para rejeitos ou rejeitos misturados em relação a Pb, Cr, Hg, Mo e Zn (selênio não foi detectado em nenhuma das amostras do programa analítico) (Geoenviron, 2019).

As análises da composição química segundo a fração granulométrica (granuloquímica), tem como intuito identificar tendências nas concentrações de metais em função dessa propriedade física, uma vez que o transporte físico dos rejeitos nas águas afetadas é influenciado pela granulometria. Assim, partículas menores, tendem a permanecer em suspensão e percorrer distâncias maiores do que partículas mais grosseiras. Neste ensaio, as frações retidas no peneiramento são submetidas à mesma sequência de caracterização dos ensaios de composição química global.

A análise granuloquímica identificou maiores concentrações de Fe_2O_3, MnO e BaO nas frações mais finas, sendo que para as amostras de granulometria -0,020 mm não houve diferença

significativa entre os diferentes grupos de amostras. Um fator que ajuda distinguir amostras CO das demais é a ausência de Arsênio (As) para as frações mais grosseiras (+ 2,00 mm). As diferenças de teores de MnO e Fe_2O_3 nas frações de cada grupo podem refletir as diferenças de características mineralógicas, que alteram o comportamento geoquímico de cada grupo, as avaliações mineralógicas estão em andamento (Geoenviron, 2019).

A avaliação dos teores totais a partir da massa bruta dos solos e sedimentos foram utilizadas para estudar a lixiviação / solubilização dos materiais geológicos (dissolução em um fluido por percolação ou difusão), ou seja, estimar quais componentes podem ser liberados para o ambiente, em que taxa (taxa de lixiviação) e, quais fatores controlam a lixiviação. Foram analisadas 20 amostras de rejeito CO, 36 de rejeito RM e 13 amostras do SNA, tendo sido selecionadas pelo volume das amostras. Para o teste de lixiviação (ensaio ABNT NBR 10.005/2004) Geoenviron (2019), verificou que as amostras de rejeito CO e RM apresentam baixo potencial de lixiviação, ou seja, baixa mobilidade de metais em condições às quais as amostras foram submetidas ao teste, isto é, condições mais ácidas do que aquelas encontradas em ambientes naturais.

Os ensaios de solubilização foram realizados de acordo com ABNT NBR 10.006/ 2004, para verificar se os materiais eram inertes ou não inertes. O ensaio simula o potencial de lixiviação do material através de meteorizarão a partir de água (*i.e.*, água de chuva), 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 µm antes de ser submetido às análises.

De forma geral, as amostras de solo e rejeito apresentaram condições de mobilização de metais semelhantes. Manganês, ferro e alumínio foram mais solubilizados nas amostras de solo do que de rejeito, como Mn apresentou concentrações mais elevadas nos extratos avaliados, os rejeitos podem ser fonte potencial para este elemento (Geoenviron, 2019).

Realizando a comparação dos resultados dos testes de lixiviação com a classificação de resíduos ABNT 10.004:2004, todas as amostras (rejeito e solo) foram classificadas como Resíduo Classe II. Para as amostras de rejeito, a maioria (43 de 56) foi classificada como inerte. As demais amostras, não inertes, foram classificadas assim devido a solubilização de alguns elementos: AM 00 (Al), AM 01 (Mn), 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), AM 36 (Al, Mn e Fe), AM 42 (Mn). Para as amostras de solo (SNA), 8 de 13 amostras foram classificadas como não inertes, pela solubilização de Fe, Al e Mn: UD 01 (Al, Fe e Mn), UD 05 (Mn), UD 16 (Al), UD 18 (Al), UD 19 (Fe e Mn), UD 20 (Fe e Mn), UD 22 (Al e Fe) e UD 24 (Al).

As amostras de rejeito CO exibiram condições de mobilização de metais semelhantes aos de rejeito RM. De acordo com Geoenviron (2019), considerando as condições de ensaio e percentual de amostras com extrapolações para manganês, os resultados sugerem que o material pode ser uma fonte pontual desse elemento para as áreas afetadas. As amostras de solo exibiram concentrações de manganês menores em média às amostras de rejeitos (que apresentaram extrapolação aos limites previstos para as amostras solubilizadas); mas apresentaram concentrações de ferro e alumínio mais pronunciadas que as observadas nos rejeitos.

De acordo com Geoenviron (2019), não foi possível estabelecer relação entre a classificação das amostras de rejeito e solo, sua granulometria e localização, tendo sido considerada a

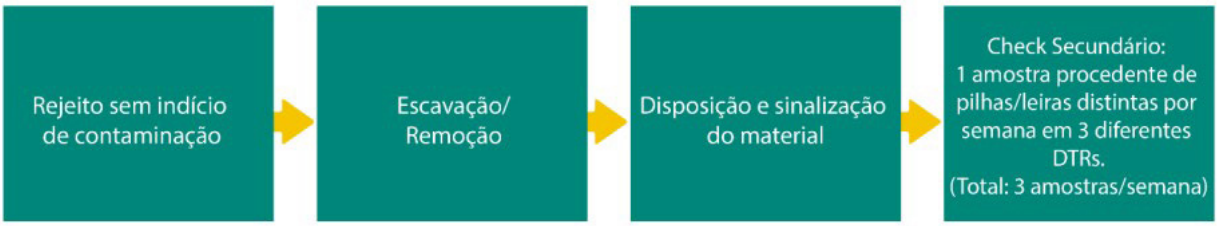
distribuição aleatória das amostras classificadas como inertes em relação a área afetada. O estudo aponta que os dados analisados no contexto da composição química global, não determinam o comportamento de reatividade ambiental (resíduos não perigosos). As próximas etapas preveem investigações adicionais, com objetivo primário de coleta de amostras a maiores profundidades e a amostragem após remoção de rejeito em áreas onde os solos foram sotopostos pelos rejeitos.

Quando há inclusão de outros materiais com potencial de contaminação envolvendo os rejeitos (*i.e.*, tambores com produtos orgânicos), estes são tratados como resíduos, sendo questões inclusas no Plano de Gerenciamento de Rejeitos e Resíduos com Potencial Contaminação Carreados pelo Rompimento da Barragem B1"(Vale, 2019).

Além disso, o PIGRR Revisão 04 (Vale, 2020) propõe amostragem do rejeito nos depósitos temporários, conforme fluxograma da Figura 2.2.3-3. A amostragem nos depósitos temporários visa o atendimento de solicitação oficial feita através do Relatório Técnico 51/FEAM/GERAC/2019. Quando dispostos em pilhas ou leiras, a metodologia de amostragem segue ABNT NBR 10.007:2004, conforme condições em campo para esta amostragem. Em 27/03/2020 foi protocolado na SUPRAM CM (Protocolo SEI 12866833), relatório de atendimento a Condicionante 2 da LAS/RAS, referente à caracterização dos rejeitos coletados na área impactada pelo rompimento da Barragem B1.

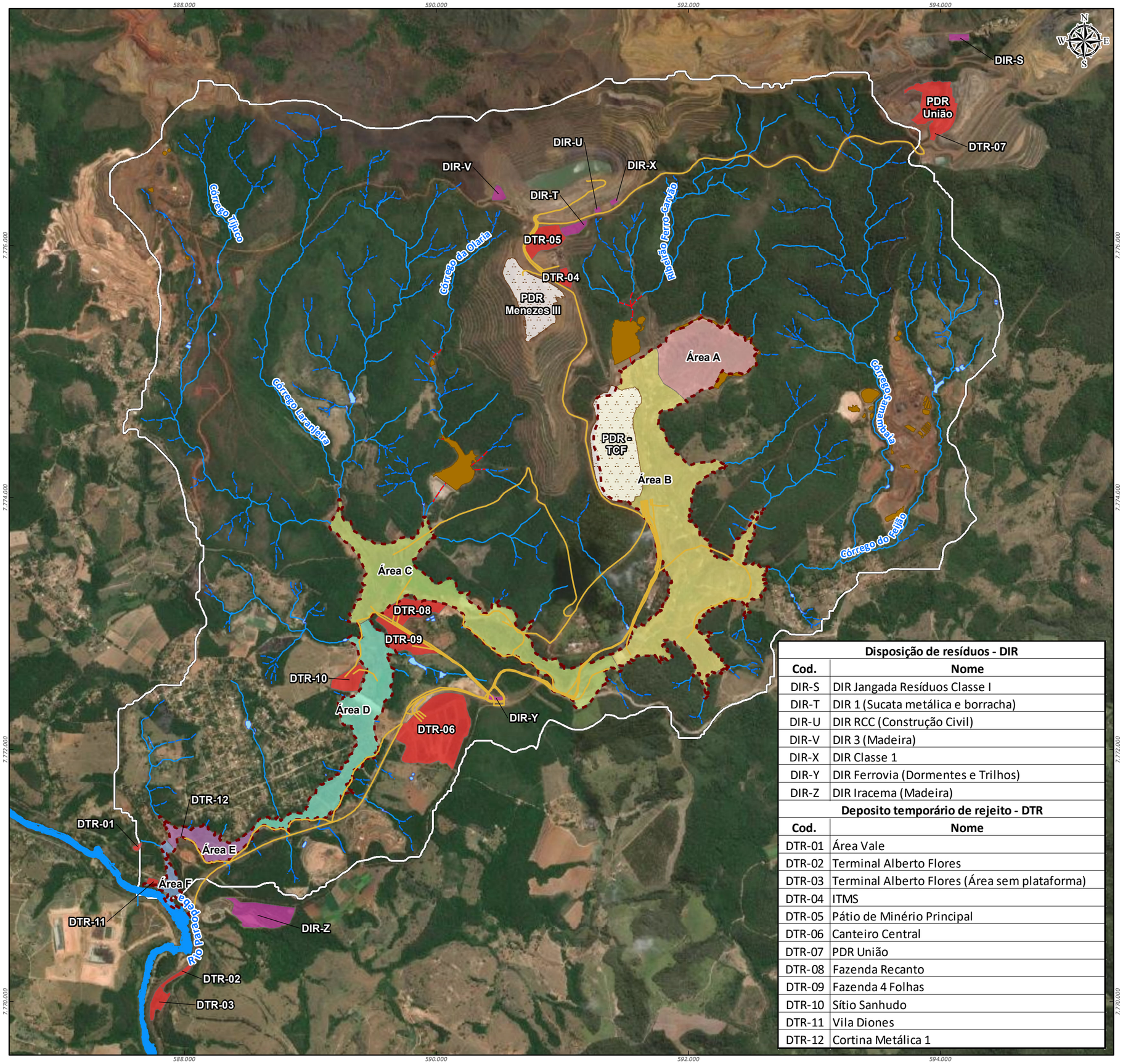
As análises químicas e físicas propostas a partir do PIGRR Revisão 04 (Vale, 2020), com uma amostra de diferente procedência por semana em cada DTRs que haja armazenamento de rejeito (Mapa 2.2.3-1), seguem a mesma metodologia descrita para os primeiros estudos sobre o rejeito, os resultados irão compor a próxima versão do estudo "Caracterização Geoquímica de Rejeitos", a ser realizado pela Geoenviron. Além do procedimento estabelecido pelo PIGRR Revisão 04 (Vale, 2020), foram realizadas as Amostragens em áreas estratégicas de disposição temporária de rejeitos liberados pelo CBMMG, com o objetivo aumentar a confiabilidade dos resultados de caracterização dos rejeitos para sua destinação final.

Figura 2.2.3-3 – Fluxograma para classificação dos rejeitos em depósitos temporários.



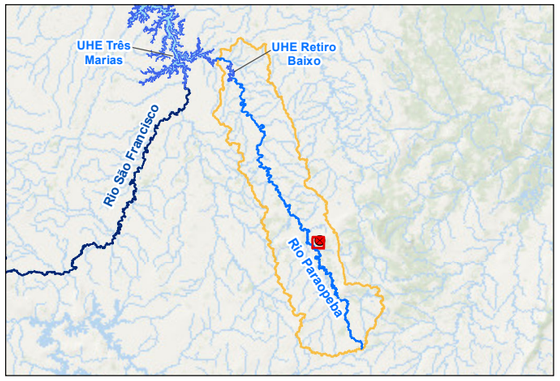
Fonte PIGRR Revisão 04 (Vale, 2020).

Mapa 2.2.3-1 – Mapa de rotas e localização dos DTRs.



Disposição de resíduos - DIR	
Cod.	**Nome**
DIR-S	DIR Jangada Resíduos Classe I
DIR-T	DIR 1 (Sucata metálica e borracha)
DIR-U	DIR RCC (Construção Civil)
DIR-V	DIR 3 (Madeira)
DIR-X	DIR Classe 1
DIR-Y	DIR Ferrovia (Dormentes e Trilhos)
DIR-Z	DIR Iracema (Madeira)
Deposito temporário de rejeito - DTR	
Cod.	**Nome**
DTR-01	Área Vale
DTR-02	Terminal Alberto Flores
DTR-03	Terminal Alberto Flores (Área sem plataforma)
DTR-04	ITMS
DTR-05	Pátio de Minério Principal
DTR-06	Canteiro Central
DTR-07	PDR União
DTR-08	Fazenda Recanto
DTR-09	Fazenda 4 Folhas
DTR-10	Sítio Sanhudo
DTR-11	Vila Diones
DTR-12	Cortina Metálica 1

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



LEGENDA

- Acessos
- Curso d'água inferido - barragem
- Talvegue de drenagem pluvial
- Curso d'água
- Rio Paraopeba
- Barragem de rejeito e estrutura de mineração
- Corpo d'água
- Área de deposição do rejeito
- Sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão

Áreas do Plano de Gestão de Resíduos/Rejeitos

- Área A
- Área B
- Área C
- Área D
- Área E
- Área F
- Deposito temporário de rejeito - DTR
- Disposição de resíduos - DIR
- Pilha temporária

FONTES:
-IMAGEM: GEOEYE, 2019;
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018;
-LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2018.
-DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS: VALE S/A, 2019;
-ÁREAS DO PLANO DE GESTÃO DE RESÍDUOS/REJEITOS: ARCADIS, 2019.

ESCALA GRÁFICA

0 0,5 1 km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

CLIENTE: VALE

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO:

PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO:

ROTAS E ÁREAS DO PLANO INTEGRADO DE GESTÃO DE RESÍDUOS/REJEITOS - PÓS-ROMPIMENTO

SOLITANTE:	RESP. CARTO.:	VERSÃO:	
M.B.	T.P.S.	☐ PRELIMINAR	■ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:30.000	A3	OUT /2020

Em atendimento a condicionante 2 da LAS 462/2019 de Disposição de Rejeitos coletados na área impactada pelo rompimento da Barragem B1 – Protocolo SEI 12866833, os resultados analíticos da amostragem para caracterização dos rejeitos coletados são apresentados em relatórios sob a forma de informes técnicos de frequência trimestral pela Arcadis.

O primeiro informe técnico, protocolado em 27/03/2020 compreende campanhas de amostragens coletadas de 29/10/2019 a 16/01/2020. Neste período, a amostragem para caracterização dos rejeitos conforme NBR ABNT 10.004:2004 e complementações de composição química, foram realizadas na PDR União (DTR 07), ITMS (DTR 04), PDR TCF, Canteiro Central (DTR 06), Fazenda Recanto (DTR 08) e Área de Espera 1.

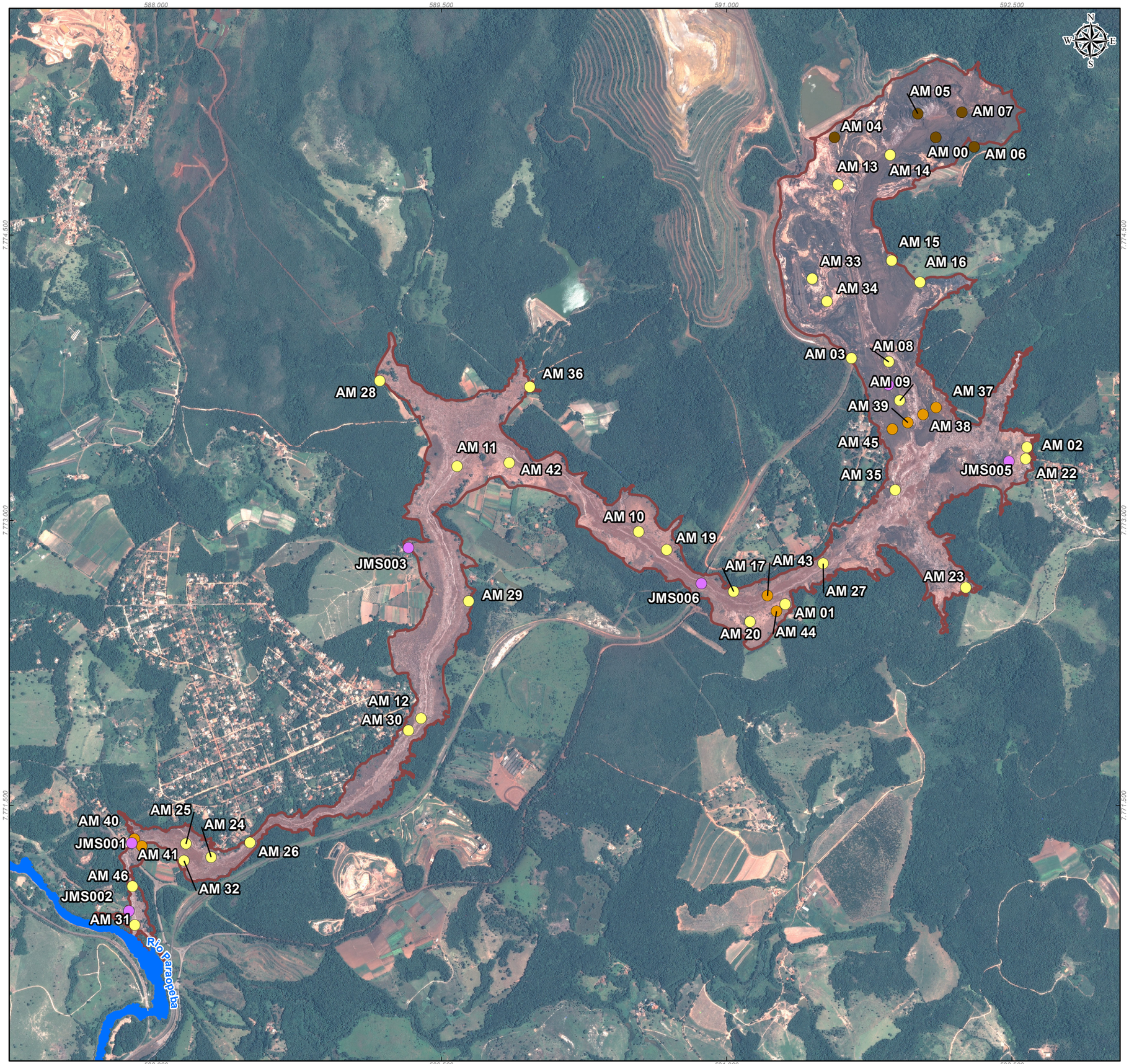
De acordo com o segundo informe técnico, protocolado em 25/06/2020, de 29/10/2019 a 16/06/2020 foram coletas amostras no ITMS (DTR 04), PDR TCF, Canteiro Central (DTR 06), Fazenda Recanto (DTR 08) e Área de Espera 1 e PDE Menezes.

Ao todo, de 29/10/2019 (início dessas amostragens) até 25/06/2020 (data em que o 2º informe foi protocolado), 92 amostras analisadas foram classificadas de acordo com NBR ABNT 10.004:2004, 91 como Classe IIB (Não Perigoso, inerte) e apenas uma como Classe IIA (Não Perigoso, não inerte), devido à solubilização de alumínio elevada, em consonância com os trabalhos apresentados pela Geoenviron (2019), em que a maioria dos dados apresentou classificação Classe IIB, sendo que os metais ferro e alumínio indicavam maiores solubilizações vinculadas ao solo do que o próprio rejeito em si.

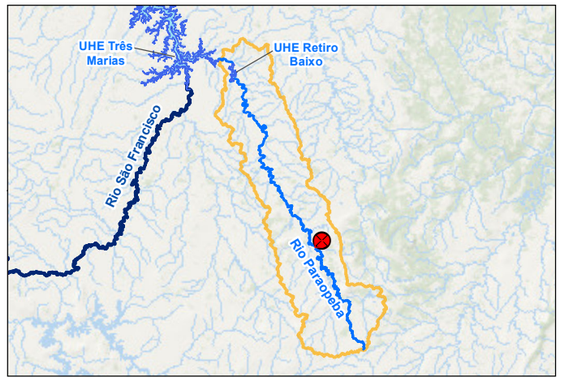
Esses resultados complementam a próxima versão do estudo “Caracterização Geoquímica de Rejeitos”, a ser realizado pela Geoenviron, contribuindo à representatividade amostral da caracterização geoquímica do rejeito.

Os pontos de coleta das amostras analisadas pela CPRM (2019) e Geoenviron (2019) estão apresentados no Mapa 2.2.3-2.

Mapa 2.2.3-2 – Mapa de localização dos pontos de amostragem de rejeito na bacia do ribeirão Ferro-Carvão – 2019.



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



LEGENDA

- Ponto de amostragem de rejeito da CPRM

Ponto de amostragem da Geoenviron

- Rejeito
- Rejeito misturado
- Rejeito potencialmente misturado
- Rio Paraopeba
- Área de deposição de rejeito

FONTES:
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018;
-IMAGEM: PLEIADES, 2019 E ESRI, 2019;
-ÁREA DE DEPOSIÇÃO DE REJEITO: VALE S/A, 2019;
-LOCALIZAÇÃO DO ROMPIMENTO: VALE S/A, 2019;
-PONTOS DE AMOSTRAGEM DE REJEITO: GEOENVIRON E CPRM, 2019.

ESCALA GRÁFICA

0 250 500 m

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

CLIENTE: VALE | ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO:

PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO:

LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DE REJEITO DA CPRM E GEOENVIRON NA BACIA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO - PÓS ROMPIMENTO

SOLICITANTE:	RESP. CARTOGRÁFICO:	VERSÃO:	
C.P	W.H.O.S	☐ PRELIMINAR	■ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:20.000	A3	OUT /2020

2.2.3.2.1. Análise de águas superficiais, sedimentos e solos da CPRM (2019)

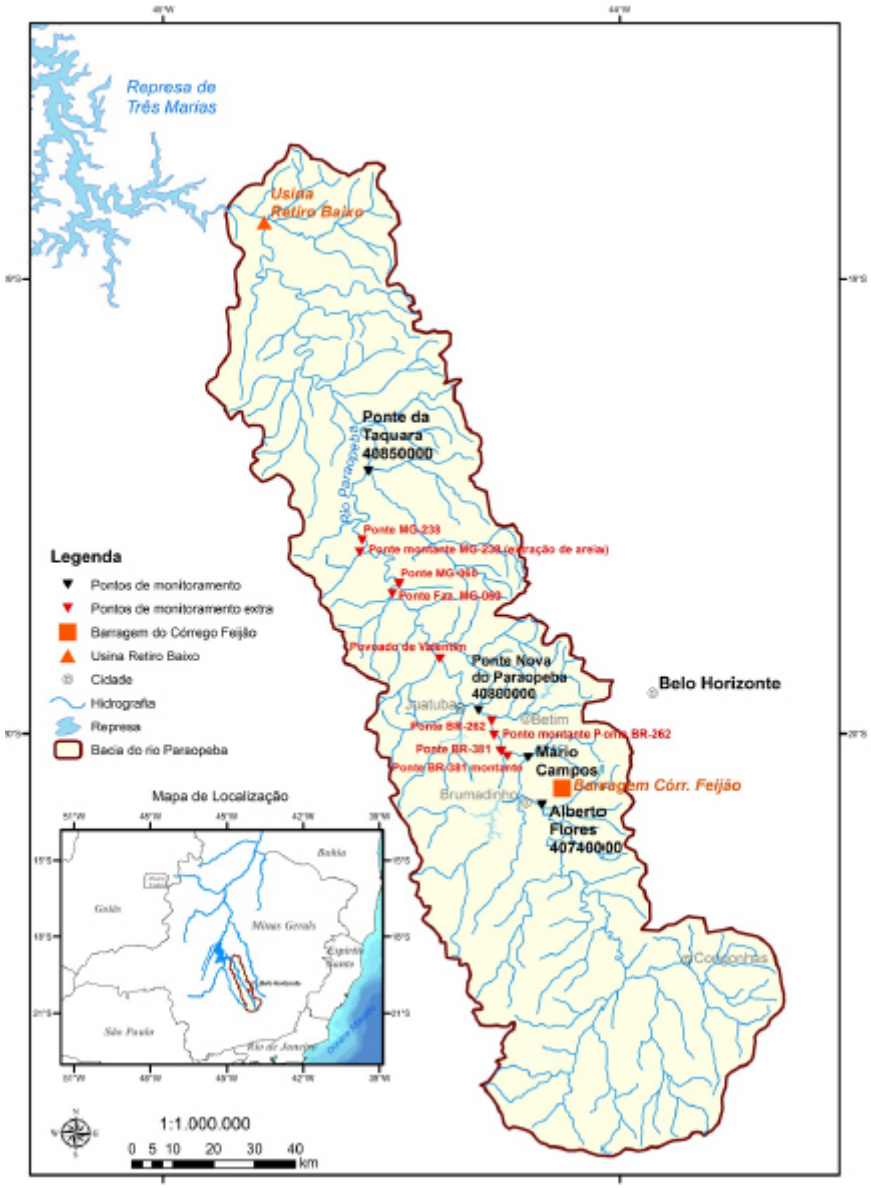
O Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) está realizando o monitoramento geoquímico e da turbidez ao longo do rio Paraopeba pela rede hidrometerorológica nacional (RHN), visando a acompanhar a qualidade da água. Até o presente momento foram emitidos quatro relatórios da série "Monitoramento Especial da Bacia do rio Paraopeba", referentes aos monitoramentos Hidrológicos, Sedimentométricos e Geoquímicos, sendo o último com dados coletados de 26/03 a 31/05/2019.

Para o acompanhamento da pluma de rejeitos o monitoramento da SBG/CPRM inclui pontos a partir da confluência do ribeirão Ferro-Carvão com o rio Paraopeba para jusante. Os pontos de monitoramento estão apresentados no Figura 2.2.3-4.

O 1º relatório (CPRM, abril/2019) contém primeiros resultados de dados coletados entre 25/01/2019 e 31/09/2019, sendo observado na estação fluviométrica Alberto Flores (40740000) o aumento brusco do nível da água (5 metros) decorrente da deposição de rejeitos na confluência do ribeirão Ferro-Carvão com o rio Paraopeba e redução das vazões médias a jusante desta seção, resultando numa menor capacidade de transportar sedimentos.

Os valores de turbidez máximos, da série histórica do rio Paraopeba, eram da ordem de 1100 NTU, com o rompimento da Barragem B1, a estação Mario Campos (a jusante do rompimento), nos períodos chuvosos (fevereiro), a turbidez foi verificada acima de 20 mil NTU. As concentrações de sedimentos em suspensão apontaram aumento de 5 mil mg/L (valor máximo da série histórica) para 10 mil mg/L, estimativas realizadas, considerando a densidade média do rejeito de 2t/m^3, apontaram que aprox.175mil m^3, por descarga sólida em suspensão foi transportada de 26/01/2019 a 10/03/2019 em Mário Campos. A granulometria dos sedimentos em suspensão detectada em Mario Campos foi de 4 a 7 µm (silte muito fino). Parâmetros como oxigênio dissolvido, pH e Condutividade elétrica não apresentaram alterações significativas com relação à ruptura da barragem.

Figura 2.2.3-4 – Pontos de monitoramento da CPRM após ruptura da barragem.



Fonte: CPRM (abril, 2019).

O segundo relatório (CPRM/SBG, março/2019) apresenta a primeira campanha do monitoramento geoquímico das águas superficiais, sedimentos e solo, com base em análise de metais solúveis em água.

De acordo com o levantamento de dados históricos, a bacia do rio Paraopeba apresentava valores anômalos para mercúrio, manganês, ferro e alumínio em sedimentos, água e solo, principalmente nas cabeceiras, indicando origem geogênica. A elevação da turbidez em grande parte do curso do rio Paraopeba foi devido às chuvas frequentes que, remobilizam solo exposto das margens do rio e a fração fina depositada no vale do ribeirão Ferro-Carvão.

O estudo reporta que o rejeito transportado pelo rio Paraopeba configurava na coloração das águas pouco mais avermelhada, devido ao material fino, escuro e pesado em suspensão, que se sedimenta após redução da energia do transporte, seja por obstáculo ou diminuição da vazão e velocidade.

No Relatório 03 da série "Monitoramento Especial da Bacia do rio Paraopeba" da CPRM, publicado em abril de 2019, foram apresentados os resultados de seis amostras de sedimentos com rejeito da Barragem B1 (JMS001 a JMS006) coletadas em fevereiro de 2019, em pontos alocados no entorno da estrutura rompida até próximo à confluência do ribeirão Ferro-Carvão com o rio Paraopeba ("zona quente").

A malha amostral configurada pela CPRM (2019) objetivou representar o comportamento do rejeito na região afetada e monitorar os efeitos nos solos, sedimentos e águas. Destaca-se que, no trabalho, as análises químicas e mineralógicas foram realizadas considerando a mediana do total das seis amostras, realizadas análises por fluorescência de raio-X para obtenção dos elementos maiores em óxidos e ICP-MS para elementos traço.

A composição do rejeito pelo estudo da CPRM (abril, 2019) apontou altos teores de Ferro (68,45%) e Manganês (6831 ppm). Além disso As, Cu e Ni foram detectados com concentrações acima do nível 2 da resolução CONAMA 454, conforme apresentado na Tabela 2.2.3-8. Foi detectado 50% de sedimentos em suspensão em meio ao líquido denso que drena o ribeirão Ferro-Carvão, que decanta rapidamente, com altas concentrações de Mn.

Foram realizadas comparações de sedimento com e sem rejeito a fim de se compreender se os elementos encontrados nas amostras de sedimento nas estações de monitoramento eram ou não provenientes dos rejeitos da barragem rompida, foram detectados que Fe, Mn, Hg, Cd, Co e Cu apresentam maiores variações com a entrada de rejeito (Tabela 2.2.3-9). Foi estimado que o rejeito ocupa uma área de aprox. 3,2 km^2, relativamente estável, podendo a fração mais fina ser remobilizada a cada episódio de chuvas intensas devido ao aumento da vazão.

Ainda de acordo com o 3º Monitoramento da CPRM (abril, 2019), as partículas sólidas do rejeito são transportadas ao longo do rio Paraopeba de acordo com o aumento de energia, sendo que as partículas finas são capazes de percorrer maiores distancias de dispersão e as mais grossas se depositam no fundo do rio.

Tabela 2.2.3-8 – Composição média do rejeito da Barragem B1 da Mina Córrego do Feijão, com valores da mediana atual e da mediana da bacia (2009/20011) e da legislação CONAMA 454/2012. Teores em ppm e porcentagem (pct).

Elemento	Mediana rejeito	Mediana Atual	Mediana Bacia	Conama 454 Nível 1	Elemento	Mediana rejeito	Mediana Atual	Mediana Bacia	Conama 454 Nível 1
Al_pct	1,365	0,515	1,3	-	Mn	6831	459	351	-
As	17	5	3	5,9	MnO_pct	1,63	0,459	0,351	-
Ba	159,5	31,5	51	-	Mo	1,675	0,43	0,35	-
Be	2	0,5	0,5	-	Nb	1,095	0,705	0,57	-
Bi	0,25	0,18	0,22	-	Ni	23,1	3,35	12,6	18
Ca_pct	0,04	0,03	0,04	-	P	936	219,5	214	-
Cd	0,405	0,03	0,03	0,6	Pb	25,85	8,7	15	35
Ce	22,055	69,255	53,67	-	Rb	3,05	5,35	13,6	-
Co	29,75	6,85	7,2	-	Sb	0,93	1,525	0,21	-
Cr	10,5	30,5	39	37,3	Sc	7,8	3,1	4,2	-
Cs	0,305	0,315	1,07	-	Sn	1,3	0,7	1,2	-
Cu	88,75	7,3	15,6	35,7	Sr	28,5	3,7	6	-
Fe_pct	-	17,38	3,11	-	Tb	0,42	0,52	-	-
Fe2O3_pct	68,45	17,38	3,11	-	Te	0,08	0,025	0,025	-
Ga	6,85	2,35	6,3	-	Th	3,85	26	8,5	-
Ge	1,1	0,05	0,05	-	Ti_pct	0,035	0,09	0,04	-
Hf	0,265	0,255	0,15	-	Tl	0,32	0,12	-	-
Hg	0,145	0,02	0,03	0,17	U	9,945	3,47	1,61	-
In	0,07	0,01	0,02	-	V	19	26	37	-
K_pct	0,03	0,05	0,08	-	W	1,1	0,25	0,2	-
La	6,45	33,45	22,5	-	Y	21,255	10,89	7,34	-
Li	15	2	7	-	Yb	2,75	0,6	-	-
Lu	0,445	0,085	-	-	Zn	71,5	23,5	29	123
Mg_pct	0,065	0,03	0,05	-	Zr	18,3	13,1	5,1	-

Fonte: CPRM (3º Monitoramento, abril, 2019).

Tabela 2.2.3-9 – Teores médios do rejeito, sedimento à montante com e sem rejeito do rio Paraopeba nas campanhas 1 e de monitoramento da CPRM (2019), de 01/02/2019 a 10/03/2019.

Mediana do Sedimento do rio Paraopeba - Março / 2019								
Sedimento	**Mn_ppm**	**Co_ppm**	**Cd_ppm**	**Mo_ppm**	**Be_ppm**	**In_ppm**	**Sr_ppm**	**Lu_ppm**
à montante	1896	18,4	0,1	0,75	0,9	0,03	10,5	0,15
sem rejeito	784	9,8	0,05	0,57	0,8	0,02	6,7	0,12
com rejeito	16700	36,9	0,5	1,905	2,25	0,09	40,85	0,49
só rejeito	12180,5	29,75	0,405	1,675	2	0,07	28,5	0,445
Sedimento	**Cu_ppm**	**Pb_ppm**	**P_ppm**	**Li_ppm**	**Zn_ppm**	**Ba_ppm**	**Hg_ppm**	**Fe_%**
à montante	27,4	15,7	385	7	53	101	0,04	15,09
sem rejeito	19,7	15,1	303	4	42	76	0,02	8,73
com rejeito	104,25	33	1015,5	19	91,5	224,5	0,14	34,755
só rejeito	88,75	25,85	936	15	71,5	159,5	0,145	47,915

Fonte: CPRM (3º Monitoramento, abril, 2019).

O 4º Monitoramento da CPRM (julho/2019) compila todos os resultados anteriores. Foi observada correlação da turbidez com a concentração de sedimentos em suspensão no rio Paraopeba após o rompimento da barragem. Devido ao aporte de rejeito no rio, houve uma alteração na distribuição granulométrica, sendo que o material de fundo, previamente constituído por cascalho muito fino a areia fina, passou a predominar areia média e areia fina, ou seja, de modo geral, houve redução da granulometria.

Observa-se correlação dos estudos da CPRM (2019) e Geoenviron (2019) com estudos prévios ao rompimento da barragem (Gomes, 2009 e Wolff, 2009), entre os materiais detectados, ferro e sílica são os principais constituintes do rejeito e a elevação desses minerais pelas caracterizações após o rompimento, devido a composição das rochas mineradas, sendo um processo essencialmente físico, sem alterações químicas.

2.2.3.2.2. Comparação do solo natural com o rejeito

Com base no mapeamento geoquímico do Quadrilátero Ferrífero e seu Entorno realizado pela CPRM (2014), foi possível compilar dados prévios do solo natural para assim, compará-los aos dados dos rejeitos e estimar as alterações provenientes do rompimento da Barragem B1. Foi também realizada a comparação com valores orientadores CONAMA 420/2009, quando possível.

Assim, com base na compilação de materiais de solos naturais e dos rejeitos, observa-se que:

Os teores de Fe e Mn das amostras de rejeito variam de 7.8 a 66.7% de Fe, com média de 48.5% e, 599 a 9616 ppm de Mn, com média de 4661 ppm. São concentrações notavelmente superiores aos resultados de solo para estes elementos. Estes dados são consistentes já que representam a proveniência, correlacionando aos teores médios de rochas ricas em ferro (rejeito de minérios), representantes de mineralizações como anomalias em meio ao *background* regional de solos (Figura 2.2.3-5 a e b). Teores de Alumínio nas amostras de rejeito variaram de 0.19 a 5.8% Al, com média de 1.3%. Para este elemento observa-se que os teores de Al em

solo são, em geral, superiores aos das amostras de rejeito, refletindo um *background* regional de solo predominantemente correlacionável a granitóides e sedimentos aluminosos (Figura 2.2.3-5 c).

Nas amostras de rejeito, os teores de chumbo variam de 5 a 39 ppm, apresentando média de 17 ppm. Assim, nenhuma amostra encontra-se acima do limiar de Prevenção (72 mg/kg) tampouco do limite de Investigação Agrícola (180 mg/kg). Para as amostras de solo, há apenas quatro amostras com teor superior a 72 ppm e, todos inferiores a 180 ppm (Figura 2.2.3-5 d).

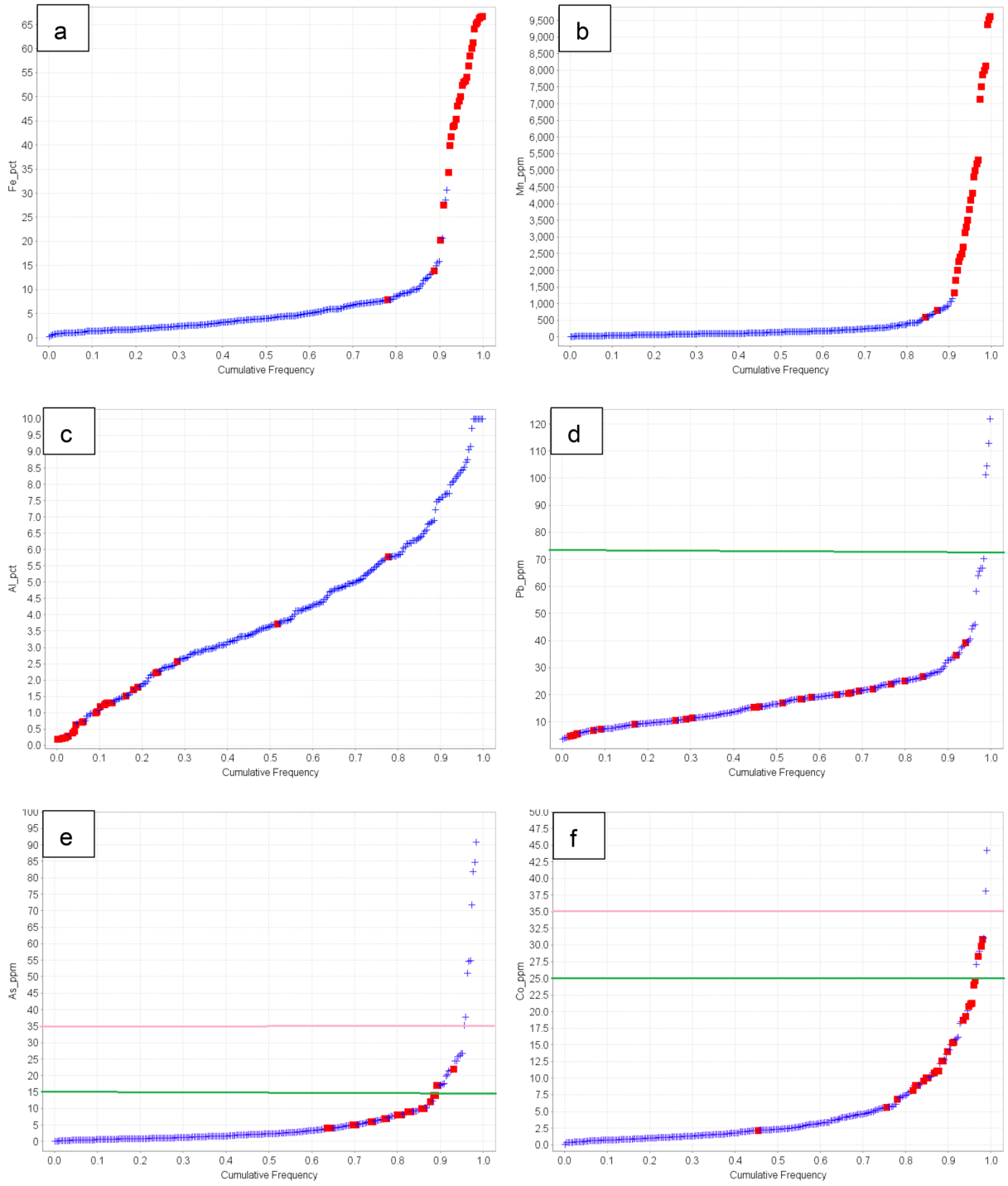
Para Arsênio e cobalto, foram identificados resultados das amostras de rejeitos acima do limiar de prevenção (15 mg/kg e 25 mg/kg, respectivamente) e, abaixo do limite de Investigação agrícola (35 mg/kg tanto para As quanto para Co), com médias de 9 ppm para As e 15 ppm para Co. Também em ambos os casos, em amostras de solo foram detectados teores acima de ambos parâmetros. Assim, as amostras de rejeito com concentrações acima do limite de prevenção podem ser consideradas normais dado o background da área. (Figura 2.2.3-5 e f).

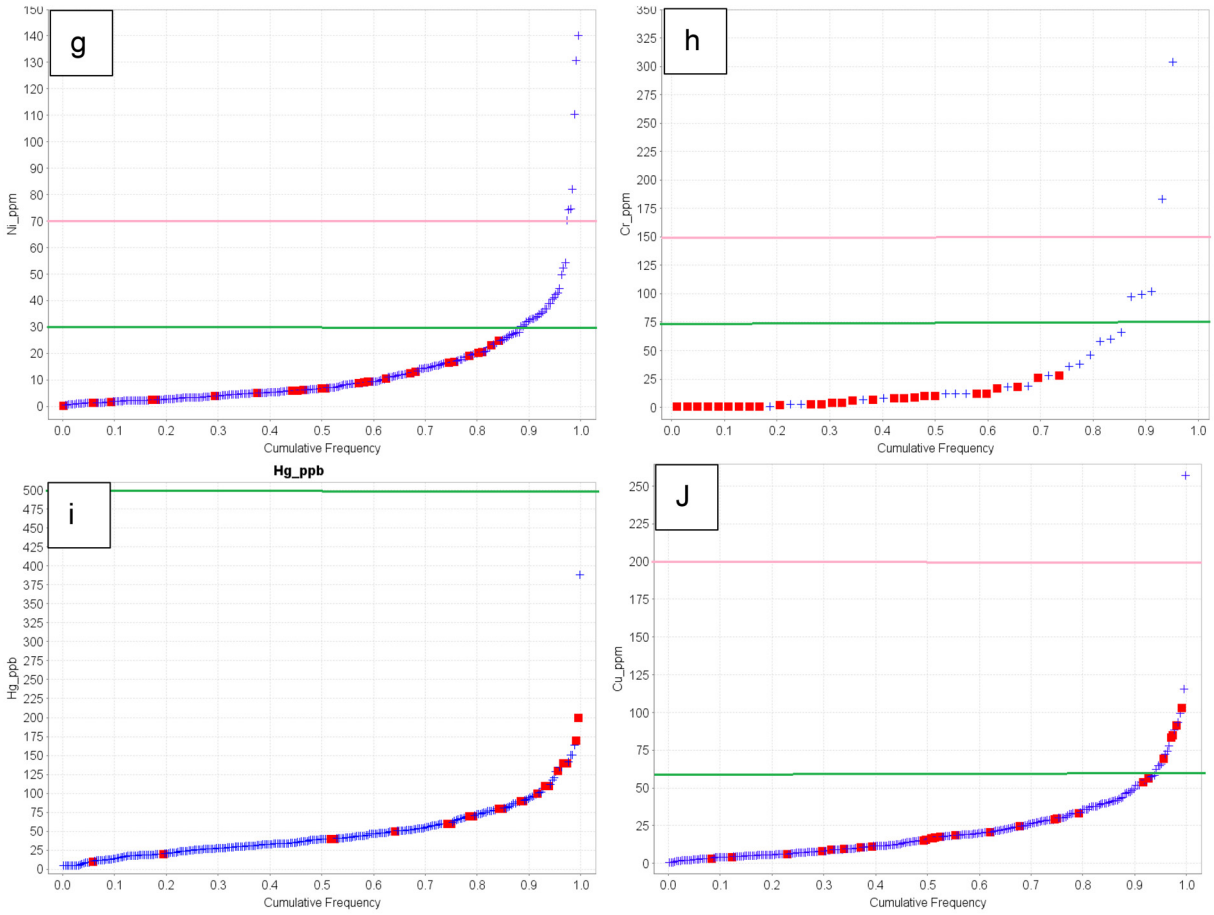
Teores de Níquel e Cromo nas amostras de rejeito encontram-se do limiar de Prevenção (30 mg/kg e 75 mg/kg, respectivamente) e do limite de Investigação Agrícola (70 mg/kg e 150 mg/kg, respectivamente). Níquel apresenta média de10 ppm e Cr de 7 ppm. Para os resultados de níquel no solo, 8 casos apresentaram teores acima de 70 ppm (3% do universo) e 33 casos superiores a 30 ppm (12% do total). Para Cromo, 4 casos foram detectados com teor acima de 150 ppm (12% do total) e 7 casos superiores a 75 ppm (25% do total) num universo amostral de 24 amostras (Figura 2.2.3-5 g h).

Para Mercúrio, tanto as amostras de solo quanto de rejeito encontram-se com resultados inferiores a limite de prevenção (500 ppb) (Figura 2.2.3-5 i).

Os teores de Cobre nas amostras de rejeito variaram de 3 a 103 ppm, com média de 32 ppm. Cinco amostras (15% dos casos) acima do limiar de Prevenção (60 mg/kg) e nenhum caso superior ao limite de Investigação Agrícola (200 mg/kg). As amostras de solo indicam ocorrência de teores acima do limite de prevenção e de Investigação Agrícola (Figura 2.2.3-5 j).

Figura 2.2.3-5 – Gráficos de teores por amostras a partir da compilação de dados de rejeito e solo natural e, comparação com valores de referência CONAMA 420/2009, quando aplicável, para: A: Ferro (%), B: Manganês (ppm), C: Alumínio (%); D: Chumbo (ppm); E: Arsênio (ppm); F: Cobalto (ppm); G: Níquel (ppm), H: Cromo (ppm), I: Mercúrio (ppb); J: Cobre (ppm).





Fonte: Vale S/A, 2019.

2.2.3.3. Considerações sobre a caracterização geoquímica do rejeito

Estudos de caracterização dos rejeitos antes do rompimento da barragem (Wolff, 2009 e Gomes, 2009) e, as análises granuloquímicas de estudos posteriores ao rompimento (Geoenviron, 2019) identificaram maiores concentrações de Fe_2O_3, MnO e BaO nas frações mais grossas. Além disso, os rejeitos provenientes da Barragem B1 apresentam menores concentrações de sílica em partículas mais finas, o que resultaria em menores riscos à saúde humana, conforme apontado no estudo de Castilhos *et al.* (2008).

Com reação aos índices de turbidez, os resultados apontam correlação entre o teor de sólidos sedimentáveis com o teor de goethita, sendo que quanto mais goethita, mais lenta é a sedimentação reportada por Wolff (2009) (tendo sido detectado em seu trabalho maiores concentrações de goethita e caulinita em frações mais finas). Tais dados ajudam a justificar as baixas taxas de sedimentação reportadas por CPRM (2019), devido à elevação dos teores de goethita.

Como apontado pela CPRM (2019), as partículas sólidas do rejeito são transportadas ao longo do rio Paraopeba de acordo com o aumento de energia, sendo que as partículas finas são capazes de percorrer maiores distâncias de dispersão e as mais grossas se depositam no fundo do rio.

Devido ao maior tempo de permanência em suspensão de partículas menores, com maior capacidade de percorrer distâncias maiores do que partículas mais grosseiras, com base nesses

resultados, espera-se o aumento principalmente esses os elementos (FeO_2, MnO) carreados em suspensão ao longo do rio Paraopeba. Apesar disso, como apresentado por Geoenviron (2019), áreas com o solo não afetado ou com características originais, apresentavam maiores concentrações de Fe e Mn em comparação com os locais com rejeito misturado. Assim, aumento das concentrações de Fe_2O_3 e MnO podem ser provenientes do próprio solo natural (com maiores índices de erosão – associação indireta com o transporte de rejeitos).

De acordo com o levantamento de dados históricos realizados pela CPRM (2019), a bacia do rio Paraopeba apresentava valores anômalos para mercúrio, manganês, ferro e alumínio em sedimentos, água e solo, principalmente nas cabeceiras, indicando origem geogênica. Assim, no que tange aos rejeitos, as alterações decorrentes da composição química do rejeito não são o principal foco de preocupação.

2.2.4. Gerenciamento de rejeitos e resíduos

Após o rompimento da Barragem B1, foram iniciadas ações de caráter emergencial, incluindo escavações dos rejeitos coordenadas pelo Corpo de Bombeiros Militar de MG (CBMMG) para localização de vítimas.

De modo a complementar ações emergenciais e realizar a gestão dos rejeitos e resíduos sub-bacia do Ribeirão Ferro-Carvão "zona quente", em atendimento à legislação e normas vigentes (*i.e.*, Política Estadual de Resíduos Sólidos - 18.031/2009; Classificação de Resíduos Sólidos - ABNT NBR 10.004:2004), foi elaborado o "Plano Integrado de Gerenciamento de Rejeitos e Resíduos - PIGRR carreados pelo rompimento da Barragem I_Rev.01" pela Vale em 29/11/2019, estando em sua quarta revisão, protocolada em 21/08/2020 (Vale, 2020), integrando os trabalhos para manejo dos rejeitos e resíduos.

A "zona quente" é a área afetada pelo rejeito na sub-bacia do Ribeirão Ferro-Carvão (desde a Barragem B1, até a confluência com o rio Paraopeba) e o PIGRR Revisão 04 (Vale, 2020) estabelece procedimentos e critérios técnicos a serem adotados para caracterização, segregação, movimentação e descarte final de resíduos e rejeitos.

As escavações estão sendo realizadas com máquinas (escavadeiras e retroescavadeiras), de acordo com procedimento estabelecido pelo CBMMG, em locais definidos em programações semanais de buscas e de obras como implantação de diques e contenções, limpeza etc. (Vale, 2020). A gestão dos equipamentos e/ou materiais encontrados pela equipe de Meio Ambiente da Vale S/A e CBMMG, com ou sem potencial de contaminação, está sendo realizada em constante aprimoramento.

Além das buscas do CBMMG, são realizadas ações de implantação de obras e de operação das estruturas de contenção dos rejeitos, quais sejam os diques de enrocamento (sendo o maior deles, o Dique 2), instalação de duas cortinas metálicas em estaca-prancha (CM1 e CM2), barreiras hidráulicas (BH1 e BH0) – transversais ao leito do ribeirão e, instalação e operação da ETAF1 (Estação de tratamento de Águas Fluviais – Fazenda Iracema), para o devido tratamento das águas superficiais do ribeirão Ferro-Carvão previamente à sua confluência com o rio Paraopeba (Obras Emergenciais Planejadas – OEP - Vale, 2019). O item 2.2.5 apresenta o Plano Diretor de Obras Emergenciais e relaciona as estruturas supramencionadas conforme sua função.

Neste contexto, os rejeitos provenientes das escavações são encaminhados aos Depósitos Temporários (DTRs) para posterior destinação final. Atualmente, no total são quatorze DTRs, onde são armazenados e segredados os rejeitos já inspecionados pelo CBMMG ou que ainda serão examinados. A Tabela 2.2.4-1 apresenta a relação de DTRs, as áreas que os rejeitos são removidos podem ser localizadas na Figura 2.2.1-10.

Tabela 2.2.4-1 – Relação de Depósitos Temporários de Rejeitos.

Depósitos Temporários de Rejeito	Coordenada (UTM)		Utilização
(DTR)	X	Y	
DTR 01 - Área Vale	587632	7771217	Atividades de busca e segregação do rejeito retirado das áreas E e F
DTR 02 - Terminal Alberto Flores	588121	7770369	Atividades de busca e segregação do rejeito retirado das áreas E e F
DTR 03 - Terminal Alberto Flores - área sem plataforma	587857	7770001	Atividades de busca e segregação do rejeito retirado das áreas E e F
DTR 04 - ITMS	591018	7775735	Armazenamento temporário de material passante no peneiramento
DTR 05 - Pátio de Minério Principal	590871	7776076	Armazenamento temporário do rejeito retirado da zona quente
DTR 06 - Canteiro Central	589896	7772256	Atividades de busca e segregação do rejeito retirado das áreas C e D
DTR 07 - PDR União	593941	7777078	Armazenamento temporário do rejeito retirado da zona quente
DTR 08 - Fazenda 4 folhas	589792	7772908	Atividades de busca e segregação do rejeito retirado das áreas C e D
DTR 09 - Fazenda Recanto	589816	7773152	Atividades de busca e segregação do rejeito retirado das áreas C e D
DTR 10 - Sítio Sanhudo	589346	7772595	Atividades de busca e segregação de rejeito retirado da área da Barreira Hidráulica BH01
DTR 11 - Vila Diones	587740	7770962	Atividades de busca e segregação do rejeito retirado das áreas F
DTR 12 – Cortina metálica 1	587948	7771303	Utilizado para sedimentação dos rejeitos dragados do reservatório da Cortina Metálica 1, localizado no trecho E
DTR 13 – Remanso 3 Direito	789711	7773680	Utilizado para as atividades de busca e segregação do rejeito retirado dos trechos C e D
DTR 14 – Bota Espera 01	591864	7773526	Utilizado para as atividades de busca e segregação do rejeito retirado dos trechos B

Fonte: PIGRR Revisão 04 (Vale, 2020).

Os resíduos encontrados durante as atividades de escavação da CBMMG e das obras são encaminhados para Depósitos Intermediários de Resíduos (DIRs) (Tabela 2.2.4-2). Nestes depósitos são classificados (como perigosos ou não perigosos) e direcionados para o armazenamento temporário e, posterior destinação final. Atualmente, constam oito estruturas de DIR, conforme Tabela 2.2.4-2. Segundo o Informe de atendimento ao PIGRR (Arcadis, 2020), o DIR Classe I (próximo à cava da Mina Córrego do Feijão) será descomissionado, seus resíduos perigosos estão sendo encaminhados temporariamente para a oficina da Mina de Jangada (DIR Jangada), até o término da construção da nova Central de Materiais Descartáveis (CMD).

Equipamentos, máquinas e outros objetos que possuem resíduos diversos em sua composição (*i.e.*, metal, plástico, borracha) são removidos e segregados em baias específicas para o envio à destinação final (Vale, 2019).

Tabela 2.2.4-2 – Relação de Depósitos Integrados de Resíduos.

DIR	Coordenada (UTM*)		Localização	Utilização
	X	Y		
DIR Jangada	593909	7777476	Mina da Jangada	Armazenamento de resíduos Classe I. O local é coberto, contém box impermeabilizado.
DIR Classe I	591441	7776364	Mina Córrego do Feijão (próximo à cava)	Armazenamento de resíduos Classe I, principalmente resíduos e rejeitos contaminados com óleo e/ou combustíveis, provenientes das áreas de escavação.
DIR Sucatas	591081	7776130	Mina Córrego do Feijão (próximo à cava)	Armazenamento de sucatas metálicas e borrachas.
DIR RCC (Resíduos de construção civil)	591325	7776324	Mina Córrego do Feijão (ao lado da cava)	Armazenamento de resíduos da construção civil.
DIR Madeiras	590507	7776424	Mina Córrego do Feijão (ao lado da cava)	Armazenamento de Madeiras provenientes das áreas de escavação.
DIR Ferrovia (Dormentes e trilhos)	590515	7772441	Ao lado da ferrovia, próximo ao pontilhão danificado pela onda de rejeito	Armazenamento de dormente e trilhos.
DIR Iracema (Madeiras)	588621	7770696	Ao lado da ETAF1	Armazenamento de madeira de supressão vegetal e carreada pelo rejeito.
DIR Capim Branco	596253	7777064	A sudeste da cava da Mina de Jangada	Armazenamento de madeiras provenientes das áreas de escavação e de supressão

** WGS84_23S*

Fonte: PIGRR Revisão 04 (Vale, 2020).

Cabe mencionar que houve interrupção das atividades de campo e amostragens semanais em respeito ao Decreto Municipal (Brumadinho) nº 50, em 19/03/2020 (enfrentamento da Situação de Emergência Pública causada pelo agente Coronavírus – Covid 19), que determinou a suspensão total das atividades de reparação relacionadas ao rompimento da Barragem B1. Parte das atividades relacionadas aos resíduos e rejeitos foram retomadas no dia 25/05/2020 (pelo Decreto Municipal [Brumadinho] nº 75 de 12/05/2020), sendo paralisadas novamente em 04/06/2020 (Decreto Municipal [Brumadinho] nº 94, de 04/06/2020). Assim, durante o período de 20/03/2020 a 25/05/2020 não foram realizadas atividades de campo no contexto do PIGRR.

Os itens subsequentes apresentam as principais características dos resíduos gerados e gerenciados pelo PIGRR, incluindo as diretrizes seguidas para transporte e destino final dos resíduos, apresentados nos itens 2.2.4.1 e 2.2.4.2, respectivamente.

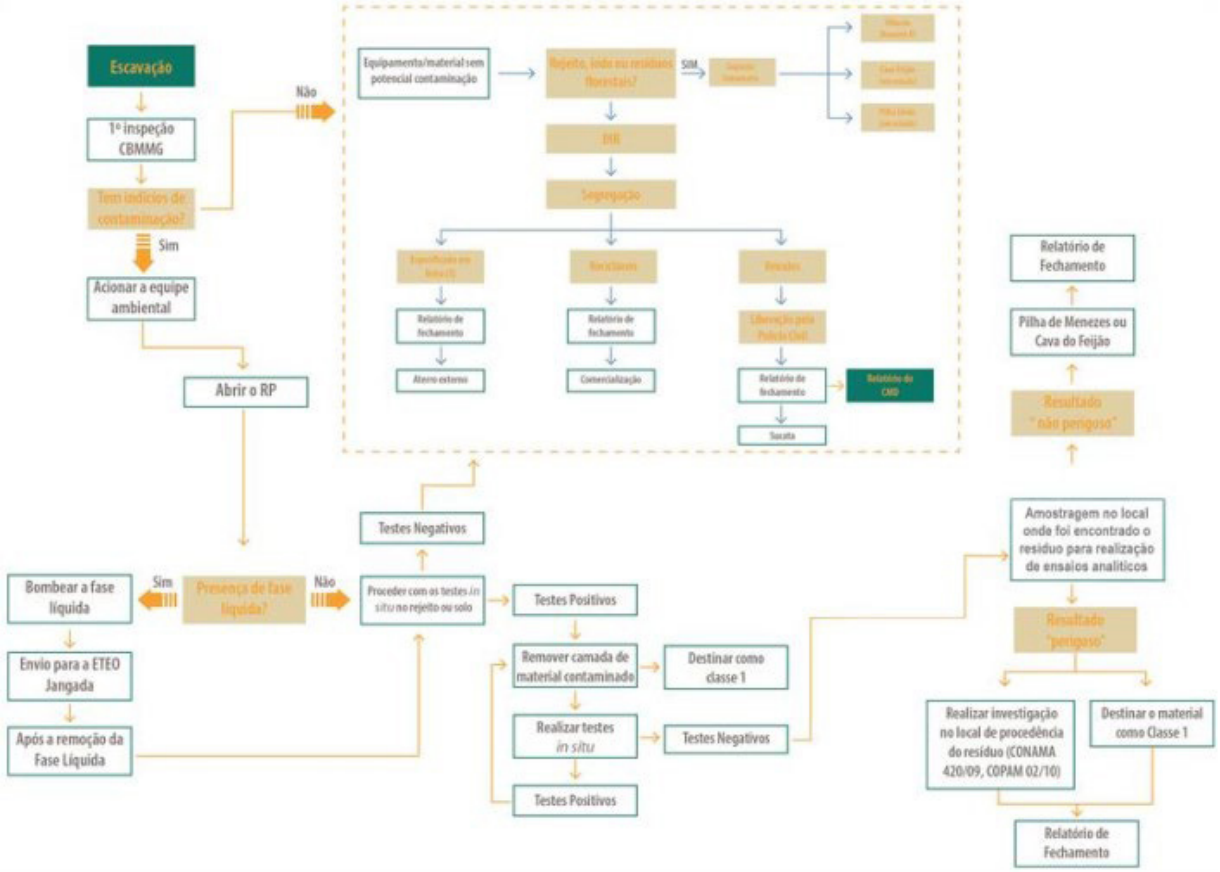
Ainda, o item 2.2.4.3 apresenta informações a respeito das investigações de áreas contaminadas antes do rompimento e estudos que se encontram em andamento referente a esta investigação.

Por fim, o item 2.2.4.4 apresenta a metodologia do estudo que se encontra em andamento com o objetivo de realizar o levantamento do movimento de massas de estruturas, veículos e equipamentos para estimar a porcentagem de estruturas carreadas pelo rompimento.

2.2.4.1. Caracterização dos resíduos gerados

A característica principal dos resíduos gerados é a mistura de grandes quantidades de rejeitos com outros materiais diversos, incorporados a uma mistura com solos e materiais florestais (Vale, 2020). A partir das escavações realizadas, o gerenciamento dos materiais encontrados se dá de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 2.2.4-1.

Figura 2.2.4-1 – Fluxograma integrado de gestão de resíduos.



Fonte: PIGRR Revisão 4 (Vale, 2020).

Segundo PIGRR Revisão 04 (Vale, 2020), os principais resíduos encontrados na área de escavação da zona quente são: madeiras, rejeito contaminado com óleo, graxa e/ou combustíveis, tambores, bombonas e tanques, veículos leves (veículos pequenos, caminhonetes, vans e ambulâncias), veículos pesados (caminhões, carretas, guindastes), máquinas e, equipamentos (locomotivas, transformadores, cilindros, GPL, caçambas, perfuratrizes, plataformas elevatórias, cilindros hidráulicos, containers, inversores e máquinas de soldas, painéis elétricos, bombas hidráulicas, empilhadeiras de carga, pneus inservíveis, etc.).

De acordo com o PIGRR Revisão 04 (Vale, 2020), resíduos não contaminados incluem sucatas, peças metálicas, móveis, resíduos florestais, de construção civil e outros, misturados ao rejeito. Esses materiais são retirados das frentes de escavação, segregados, tratados caso necessário (i.e., drenagem de fluidos de automóveis), utilizados internamente ou reciclados quando possível e, posteriormente, destinadas aos DIRs específicos de acordo com o tipo de material (Tabela 2.2.4-2). Na Tabela 2.2.4-3, são apresentados os quantitativos, em toneladas, dos resíduos encontrados e destinados, até maio de 2020, de acordo com Informe de atendimento ao PIGRR (Arcadis, 2020).

Tabela 2.2.4-3 – Quantitativo de geração de resíduos até Maio/2020 em toneladas.

Resíduos	Abril a dez (2019)	Jan (2020)	Fev (2020)	Mar (2020)	Abril (2020)	Maio (2020)	Total
Sucata De Ferro e Aço	2438,9	211,5	137,8	60	0	0	**2848,2**
Sucata Trilho Ferroviário (P/ Siderúrgica)	371,1	-	-	-	0	0	**371,1**
"Resíduo" Contaminado c/ Óleo e Graxa	248,3	51,7	98,4	56,2	0	0	**448,6**
"Resíduo" Contaminado c/ Óleo Combustível Alterado	45,6	-	-	-	0	0	**45,6**
Sucata De Pneu Veículos Diversos	37,3	15,5	4,6	-	0	0	**57,4**
Sucata de Pneu Caminhão Fora de Estrada	65,7	-	-	-	0	0	**65,7**
Sucata de Borracha Em Manta e Tira	41,7	-	-	-	0	0	**41,7**
"Resíduo" Borra Oleosa	3,4	14,9	-	-	0	0	**18,4**
Sucata de Motor	13,7	-	-	-	0	0	**13,7**
Sucata de Alumínio	6,8	-	-	-	0	0	**6,8**
Sucata de Manganês	6,7	-	-	-	0	0	**6,7**
TOTAL	**3273,4**	**293,6**	**240,8**	**116,2**	**0**	**0**	**3924**

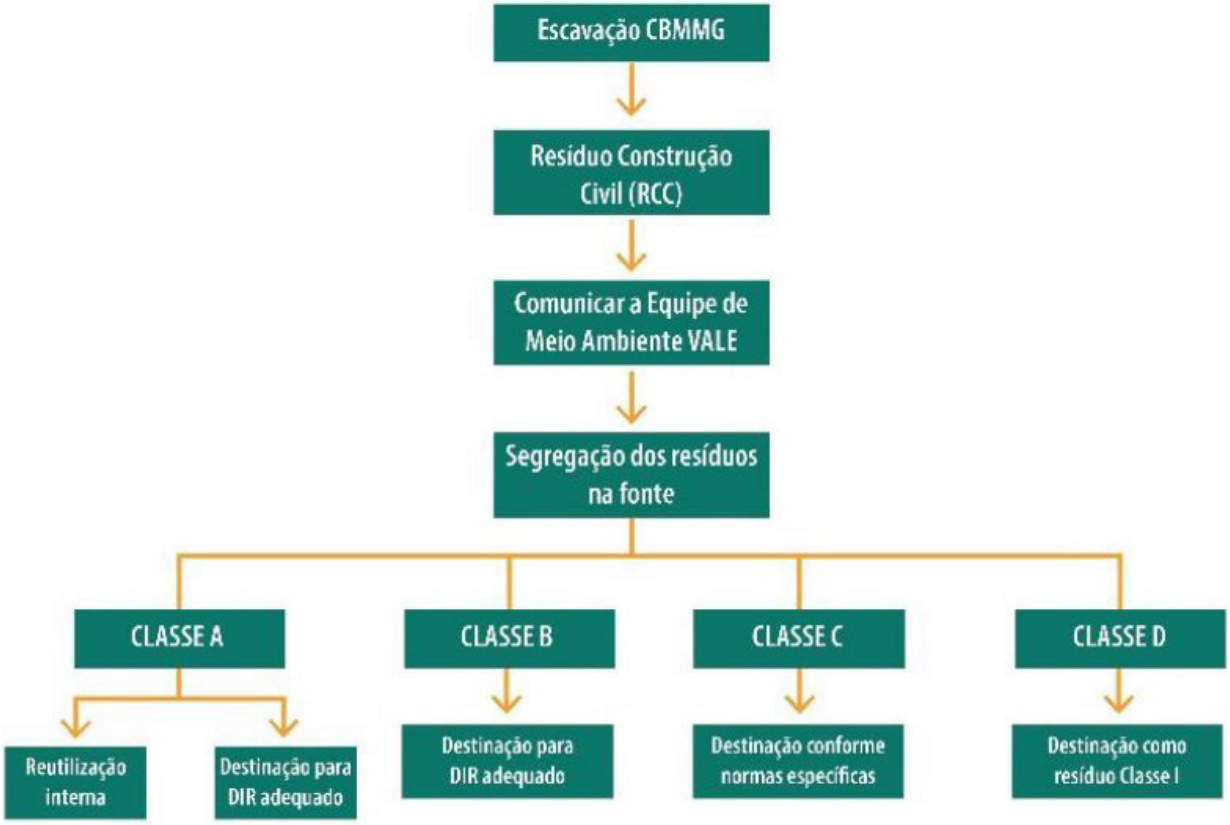
Elaboração: Arcadis, 2020. Fonte: Informe de atendimento ao PIGRR (Arcadis, 2020).

De acordo com PIGRR Revisão 04 (Vale, 2020), os resíduos de construção civil são classificados conforme a Resolução CONAMA 307/2002 em Classe A (reutilizáveis ou recicláveis como agregados da construção como blocos, tijolos, concreto, etc.), Classe B (recicláveis- ex.: plásticos, papelões, vidros, etc.), Classe C (resíduos sem tecnologia para reciclagem, como produtos oriundos do gesso), Classe D (resíduos perigosos do processo de construção, como tintas, solventes, óleos ou outros materiais contaminados ou prejudiciais à saúde provenientes de demolições, reformas ou reparos). O PIGRR (2020 versão 04) também segue a inclusão da Classe E na deliberação normativa COPAM 155/2010 e 74/2004, com códigos de atividade para manejo e destinação de resíduos da construção civil e volumosos.

Adicionalmente à classificação estabelecida anteriormente, os resíduos devem ser caracterizados e classificados segundo seu risco potencial para com o meio ambiente e a saúde pública, conforme as diretrizes da norma ABNT NBR 10.004:2004. De acordo com a classificação da CONANA 307/2002, os principais resíduos encontrados na Zona Quente são os resíduos classificados como Classe A. Nesse caso, em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a principal destinação destes resíduos será a reciclagem e reutilização interna.

Assim, o manejo para segregação dos resíduos da construção civil (RCC) é realizado seguindo o procedimento apresentado no fluxograma da Figura 2.2.4-2.

Figura 2.2.4-2 – Fluxograma de manejo dos Resíduos da Construção Civil (RCC).



Fonte: PIGRR Revisão 04 (Vale 2020).

Os resíduos com potencial de contaminação previamente listados, em estoques do CMD norteiam as buscas realizadas (item 2.2.4.3). Quando são identificados resíduos com potencial de contaminação pelas equipes do CBMMG a equipe técnica especializada em campo é acionada (formada por técnicos da equipe de meio ambiente da Vale e por empresas especializadas em gestão de resíduos sólidos e de atendimento às emergências ambientais).

As atividades desenvolvidas pelas equipes de campo, nos locais onde foram encontrados resíduos carreados pelo rejeito com potencial de contaminação (RPs), conforme especificado no PIGRR Revisão 04 (Vale, 2020), referem-se à identificação dos resíduos; verificação visual da presença de substâncias químicas em contato com o rejeito/solo; identificação de indícios de contaminação, verificação de equipamentos danificados; remoção do(s) resíduo(s) e encaminhamento para o Depósito Intermediário de Resíduo (DIR-Jangada); limpeza da área com utilização de materiais absorventes, drenagem dos resíduos líquidos, remoção da camada superficial de material contaminado e demais procedimentos necessários; e aplicação de testes *in situ* (fotoionizador portátil PID - Photoionization Detector, Shake Test e medição de pH), de acordo com o RP encontrado. Em sequência, caso seja verificada contaminação visual e/ou a partir dos resultados positivos dos testes *in situ* para presença de contaminantes, é realizada, além da limpeza da área (remoção do material contaminado), a coleta de amostras para caracterização do material quanto a classificação ABNT NBR 10.004:2004 e análises químicas definidas na Resolução CONAMA nº420/2009, de acordo com o tipo de resíduo encontrado, conforme especificado no PIGRR.

Os testes *in situ* propostos dependem dos constituintes de cada resíduo (Tabela 2.2.4-4), sendo avaliados qualitativamente a presença ou não do vazamento da fonte primária para o rejeito ou solo natural (Vale, 2019).

Tabela 2.2.4-4 – Testes *in situ* realizados de acordo com os resíduos encontrados.

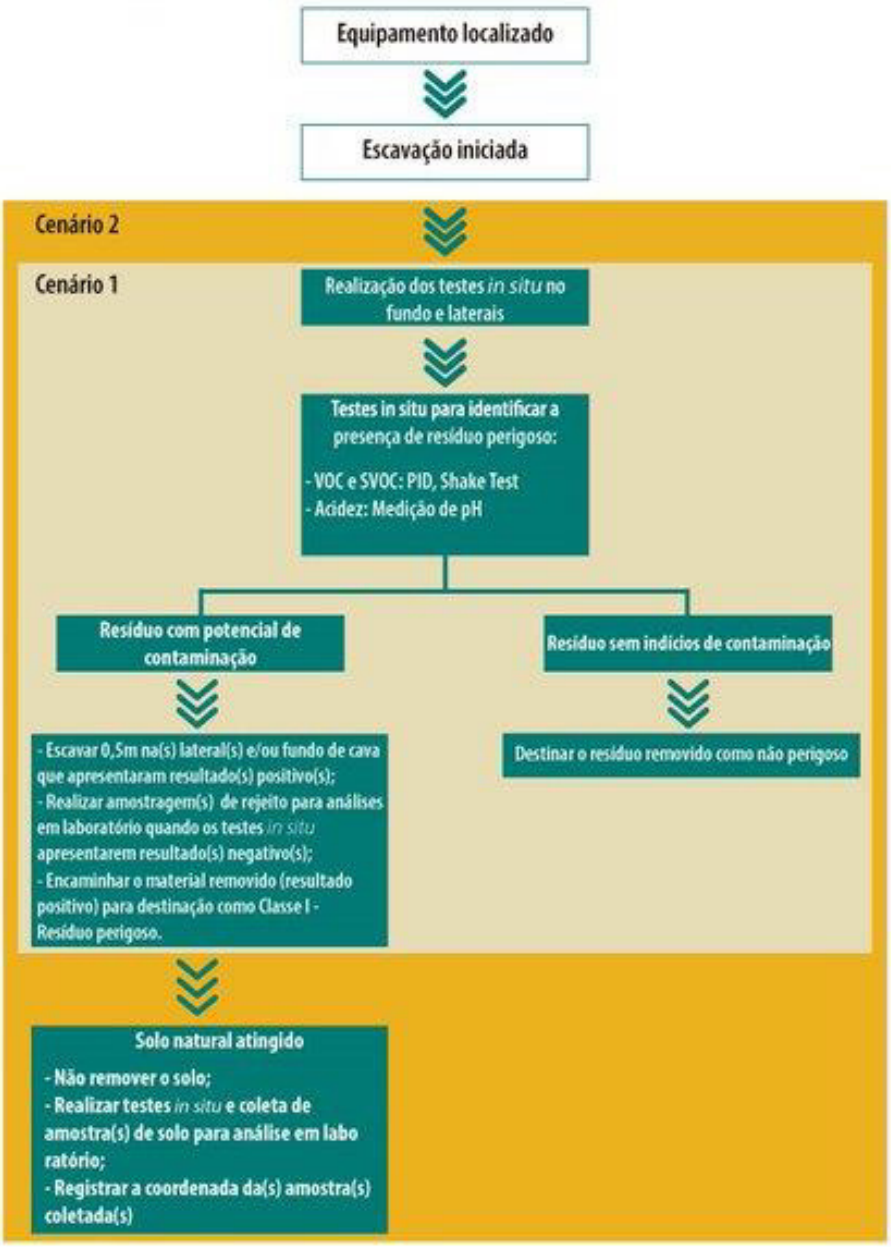
Resíduos esperados	Constituinte perigoso	Teste *in situ*
Óleo hidráulico	TPH	PID e *Shake Test*
Óleo lubrificante	TPH	PID e *Shake Test*
Bateria	Chumbo, ácido sulfúrico	pH
Combustível (1)	Benzeno	PID e *Shake Test*
	Xilenos	
	Tolueno	
Óleo isolante térmico	TPH (4) e PCBs	PID e *Shake Test*
Ascarel	PCBs	*Shake Test*

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.

Fonte: Vale (2020).

De acordo com PIGRR Revisão 04 (Vale, 2020), caso seja identificado indício e/ou contaminação no local, são tomadas ações de controle como drenagem dos resíduos líquidos, acondicionamento de óleos, utilização de materiais absorventes, com posterior remoção do resíduo e, se necessário, são realizados procedimentos de limpeza da área, podendo incluir a remoção da camada de rejeito impactada etc. O procedimento seguido para remoção dos resíduos considerados como perigosos (Classe I) ou com potencial de contaminação carreados e misturados ao rejeito original é apresentado no fluxograma da Figura 2.2.4-3.

Figura 2.2.4-3 – Fluxograma das ações previstas no Plano de Manejo de Resíduo Carreados com Rejeito.



Fonte: PIGRR, revisão 4 (Vale, 2020).

Após a remoção do resíduo e limpeza da área, por meio da aplicação de materiais absorventes e/ou remoção de rejeitos/solo impactados, os testes *in situ* devem ser aplicados no local. Caso os resultados dos testes *in situ* forem positivos deve ser realizada a remoção de mais 0,5 m rejeito/solo, até que os resultados dos testes *in situ* sejam negativos para presença de contaminantes. A amostragem do rejeito/solo para realização de análises laboratoriais deve ser realizada apenas nos casos em que tiver sido verificada visualmente presença de contaminantes no rejeito/solo; e/ou se os resultados dos testes *in situ* forem positivos para presença de contaminantes. Em laboratório são realizadas as análises de acordo com a Tabela 2.2.4-5.

Tabela 2.2.4-5 - Análises em laboratório realizados de acordo com os resíduos encontrados.

Resíduos esperados	Constituinte perigoso	Análise química em laboratório
Óleo hidráulico	TPH	TPH *finger print C6* -C40 com *clean up*, BTEX (1) e HPAs (2)
Óleo lubrificante	TPH	
Bateria	Chumbo, ácido sulfúrico	Sulfato e Pb (3)
Combustível (1)	Benzeno	TPH *finger print C6* -C40 com *clean up*, BTEX e HPAs
	Xilenos	
	Tolueno	
Óleo isolante térmico	TPH (4), PCBs, triclorobenzeno	TPH *finger print C6* -C40 com *clean up*, BTEX, HPA e PCBs (4,5)
Ascarel	PCBs e triclorobenzeno	PCBs

Notas:

(1) BTEX: benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (o, m e p).
(2) HPAs: Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos.
(3) Incluir uma amostra fora da área impactada para comparação das concentrações do metal.
(4) PCBs: bifenilas policloradas
(5) Considerar os congêneres individuais # 28, #52, #101, #118, #138, #153, #180 (principais congêneres dos Aroclors 1242, 1254, 1260, 1016, 1248).

Fonte: Vale (2020).

Os resíduos são acondicionados em tambores específicos (de acordo com ABNT NBR 12.235/1992), devidamente identificados e encaminhados para armazenamento no Destino Intermediários de Rejeito (DIR Jangada), para posterior destinação final de acordo com os procedimentos da Central de Materiais Descartáveis (CMD) da Vale, realizado por motorista treinado no curso de MOPP (Movimentação Operacional de Produtos Especiais) e mediante emissão de MTP (Manifesto de Transporte de Resíduos) (Vale, 2019).

Os equipamentos contaminados com óleo e/ou combustíveis (i.e., peças de motor, tanque de combustível etc.) são encaminhados para o lavador de Jangada, que conta com estação de tratamento de efluentes oleosos (ETEO), para remoção da fase oleosa. Os resíduos após lavagem são encaminhados aos seus respectivos DIRs (Vale, 2020). Outros resíduos líquidos e/ou oleosos são armazenados em recipientes apropriados e encaminhados ao DIR Jangada para posterior destinação final adequada por empresa terceirizada (Informe em atendimento ao PIGRR, Arcadis, 2020).

Os Resíduos com Potencial de Contaminação são diferenciados por duas classificações ao seu registro/acompanhamento:

Quanto ao status: referente à remoção dos resíduos na Zona Quente e finalização das atividades/procedimentos definidos no PIGRR.

- **Encerrado** – resíduo removido e encaminhado ao armazenamento temporário no DIR mais adequado, atividades de limpeza do local e amostragem realizadas, quando necessário, e resultados dentro dos requisitos legais;
- **Em aberto** – resíduo removido e local não liberado, devido as atividades de limpeza e/ou investigação de contaminação em andamento; e
- **No local** – resíduo encontra-se no local.

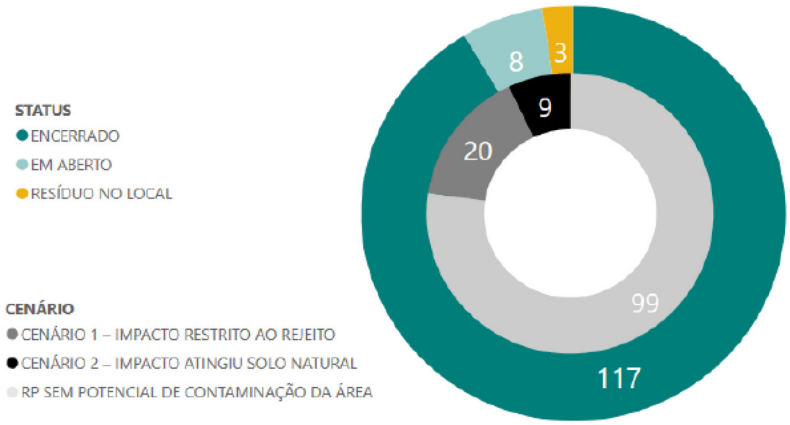
E ***quanto ao cenário****:* referente ao potencial de contaminação da área.

- **Sem potencial de contaminação**;
- **Cenário 1** – impacto restrito ao rejeito; e
- **Cenário 2** – impacto atingiu o solo natural.

Segundo o Informe de atendimento ao PIGRR (Arcadis, 2020), foram localizados 128 Resíduos com potencial de contaminação (RPs), dispostos, até 31/05/2020, da seguinte maneira:

- 3 resíduos no local, sem possibilidade de acesso à área para continuidade de remoção ou cujas atividades foram paralisadas em obediência às medidas municipais para combate ao COVID19;
- 8 resíduos em aberto, aguardando o reporte dos resultados de caracterização segundo NBR ABNT 10.004:2004 e/ou complementação de análises químicas e continuidade das atividades após retomada dos trabalhos em campo e;
- 117 resíduos encerrados, em que as atividades relacionadas ao PIGRR foram finalizadas. Em meio aos resíduos com potencial de contaminação, em 99 não foi confirmada a contaminação na área, 20 RPs não atingiram o solo natural e, em 9 RPs o solo natural foi atingido (identificados visualmente e por testes in situ/), conforme evidencia a Figura 2.2.4-4.

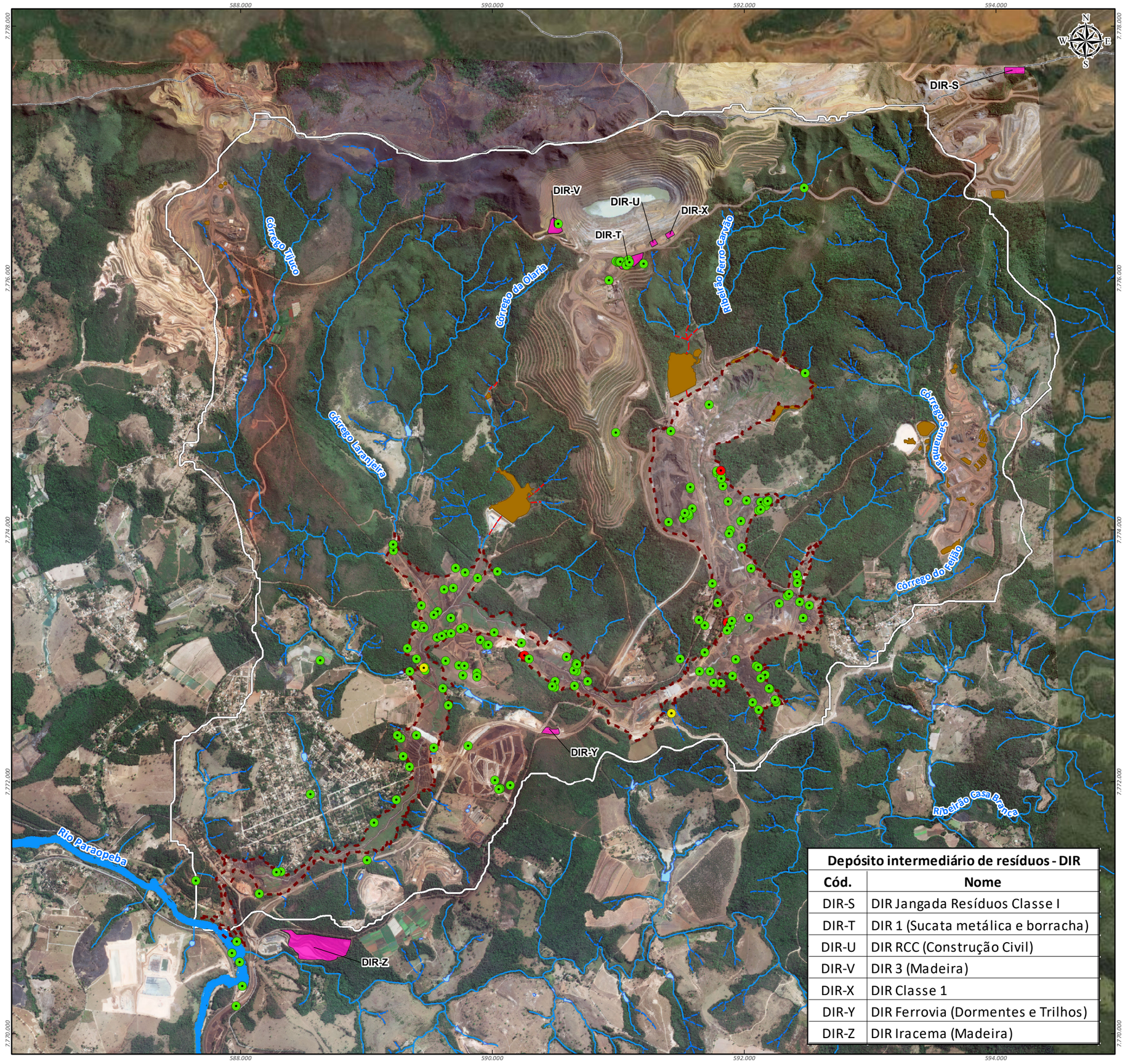
Figura 2.2.4-4 – Gráfico ilustrando quantificação de Resíduos com Potencial de Contaminação (RPs) e *status* até 31/05/2020.



Fonte: Informe ao PIGRR (Arcadis, 2020).

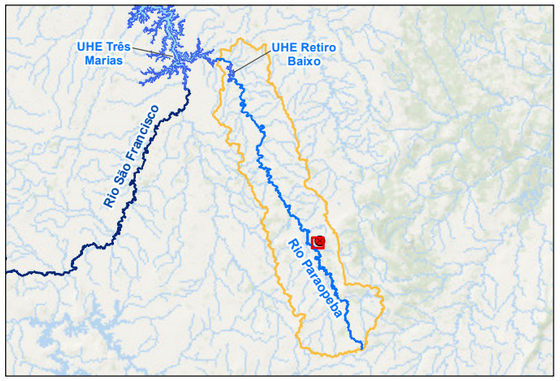
O Mapa 2.2.4-1 apresenta a localização dos resíduos com potencial de contaminação encontrados até maio de 2020.

Mapa 2.2.4-1 – Localização dos Resíduos com Potencial de Contaminação (RPs) encontrados até 31/05/2020.



Depósito intermediário de resíduos - DIR	
Cód.	**Nome**
DIR-S	DIR Jangada Resíduos Classe I
DIR-T	DIR 1 (Sucata metálica e borracha)
DIR-U	DIR RCC (Construção Civil)
DIR-V	DIR 3 (Madeira)
DIR-X	DIR Classe 1
DIR-Y	DIR Ferrovia (Dormentes e Trilhos)
DIR-Z	DIR Iracema (Madeira)

CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



LEGENDA

Resíduos com potenciais de contaminação

- Resíduos em aberto
- Resíduos no local
- Resíduos encerrados
- Curso d'água inferido - barragem
- Talvegue de drenagem pluvial
- Curso d'água
- Rio Paraopeba
- Barragem de rejeito e estrutura de mineração
- Corpo d'água
- Disposição de resíduos - DIR
- Área de deposição do rejeito
- Sub-bacia do ribeirão Ferro-Carvão
- Limite municipal

FONTES:
-IMAGEM: GEOEYE, 2019;
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018;
-LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2018.
-RESÍDUOS COM POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO: VALE S/A, 2020.
-DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS: VALE S/A, 2019.

ESCALA GRÁFICA

0 0,5 1 km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

CLIENTE: VALE | ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO:
PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO:
ÁREAS E PONTOS DO PLANO INTEGRADO DE GESTÃO DE RESÍDUOS/REJEITOS - PÓS ROMPIMENTO

SOLITANTE:	RESP. CARTO.:	VERSÃO:	
M.B.	T.P.S.	☐ PRELIMINAR	☒ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:30.000	A3	OUT /2020

Amostras de solo e/ou rejeito vinculadas aos RPs foram analisadas em laboratório e classificadas de acordo com NBR ABNT 10.004:2004, dos 9 resultados, 4 como Classe IIB (não perigoso e inerte) e 5 foram classificados como Classe IIA (não perigoso e não inerte) (Tabela 2.2.4-6), sendo detectada solubilização de Mn e Al. Também foram analisadas os parâmetros BTEX, TPH e HPAs, e todos os resultados apresentaram-se abaixo do limite de quantificação do laboratório (Arcadis, 2020).

Tabela 2.2.4-6 – Relação de amostras coletadas e classificação NBR ABNT 10.004:2004.

ID da Amostra	Resíduos ou vazamentos de operação	Data de amostragem	Análises solicitadas	Classificação NBR 10.004/2004	Relatório técnico
Pilha de quarentena RP 111A	Fora de Estrada	14/11/2019	NBR 10.004/2004	Classe II A	RT1900402
Pilha de quarentena RP 111B	Fora de Estrada	14/11/2019	NBR 10.004/2004	Classe II A	RT1900404
RP 123 local1	Transformador	13/01/2020	NBR 10.004/2004; BTEX3; TPH4;HPA5 e PBCs	Classe II B	RT2000094
RP 123 removido2	Transformador	13/01/2020	NBR 10.004/2004; BTEX3; TPH4;HPA5 e PBCs	Classe II A	RT2000095
RP 49	Pá carregadeira	15/01/2020	NBR 10.004/2004; BTEX; TPH e HPA	Classe II B	RT2000096
RP 60	4 tambores, IBC, lança de guindaste, escavadeira hidráulica e chassi de carreta	28/01/2020	NBR 10.004/2004; BTEX; TPH e HPA	Classe II A	RT2000097
RP 04	3 caminhões fora de estrada (CA 5538, 5585, 5586)	19/02/2020	NBR 10.004/2004; BTEX; TPH e HPA	Classe II A	RT2000270
RP 112	Tanque de combustível de um fora de estrada	20/02/2020	NBR 10.004/2004; BTEX; TPH e HPA	Classe II B	RT2000288
RP 154	Tambor com graxa e roupas contaminadas com óleo	09/03/2020	NBR 10.004/2004; BTEX; TPH e HPA	Classe II B	RT2000193
RP 145	Vazamento de óleo na área	28/05/2020	NBR 10.004/2004; BTEX; TPH e HPA	Previsão de envio dos resultados junho/2020	-
RP 151	Resíduos contaminados com óleo	29/05/2020	NBR 10.004/2004; BTEX; TPH e HPA	Previsão de envio dos resultados junho/2021	-

Fonte: Informe de atendimento ao PIGRR (Arcadis, 2020). Legenda: [1]RP 123-local: amostra coletada do solo remanescente no local onde o resíduo (transformador) foi encontrado; [2]RP 123-removido: amostra coletada do material removido do local onde o resíduo (transformador) foi encontrado.

NOTA: Foram coletadas duas amostras para caracterização do material neste caso, visto que o PIGRR prevê este procedimento quando o resíduo se trata de um transformador; [3]BTEX: benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno (o, m e p); [4]TPH: hidrocarbonetos totais de petróleo; [5]HPAs: Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos; [6]PCBs: Bifenilas Policlorada.

2.2.4.2. Transporte e destino final dos resíduos e rejeitos

No que diz respeito ao processo de transporte e destino final dos resíduos e rejeitos, segundo o PIGRR Revisão 04 (Vale, 2020), após a identificação e segregação dos resíduos em seus

respectivos DIRs, estes são renomeados conforme descrito no Quadro 2.2.4-1, para fins de destinação final de acordo com o tipo de material. Esta renomeação tem por objetivo unificar a descrição dos resíduos e facilitar o gerenciamento destes, tendo em vista que os resíduos encontrados na atividade de escavação são genéricos. Observa-se também que os resíduos são, quando possível, reutilizados, reciclados ou co-processados. Caso contrário, são destinados a aterros sanitários apropriados.

O transporte interno dos resíduos para seus respectivos DIRs é realizado por equipamentos móveis, bem como o transporte para a destinação final. No que tange às informações de transporte para destinação final dos resíduos oriundos da Zona Quente, estas são inseridas no Sistema Estadual de Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) do órgão Ambiental Estadual, bem como a Declaração de Movimentação de Resíduos (DMR), tendo um código específico no sistema para caracterizar os resíduos que foram movimentados na Zona Quente e, os empreendimentos de destinação de resíduos emitem o Certificado de Destinação Final (CDF).

Quadro 2.2.4-1 – Renomeação dos resíduos, armazenamento e destinação final.

Resíduos	Armazenagem	Destinação final
Resíduo contaminado com óleo e graxa	DIR Jangada	Co-processamento / Blendagem / Aterro Classe I
Resíduo contaminado com óleo combustível alterado	DIR Jangada	Co-processamento / Blendagem / Aterro Classe I
Resíduos diversos não perigosos – não misturados com o rejeito	DIRs específicos por tipologia de material	Aterro Classe II - Externo
Resíduos da Construção Civil	DIR RCC	Reciclagem e Aterro Externo
Rejeito contaminado com óleo e/ou combustível	DIR Jangada	Co-processamento / Blendagem / Aterros Classe I
Rejeito não contaminado	DTRs	Cava da Mina Córrego do Feijão /PDE União e PDR Menezes III (em estudo)
Resíduos de madeira	DIR Iracema / DIR Madeiras	Reutilização interna e reciclagem (compostagem)
Sucata de ferro e aço	DIR Sucatas	Reciclagem
Sucatas trilho ferroviário (p/ siderurgia) e dormentes	DIR Ferrovia	Reciclagem
Sucata de pneu veículos diversos	DIR Sucatas	Reciclagem
Sucata de pneu caminhão fora de estrada	DIR Sucatas	Reciclagem
Sucata de borracha em manta e tira	DIR Sucatas	Reciclagem
Sucata de motor	DIR Sucatas	Reciclagem
Sucata de alumínio	DIR Sucatas	Reciclagem
Sucata de manganês	DIR Sucatas	Reciclagem

Fonte: PIGRR Revisão 04, (Vale, 2020). Elaboração: Arcadis, 2020.

Após remoção e segregação dos resíduos (em meio aos rejeitos), material vegetal, sucata metálica, resíduo de construção civil, etc., são destinados a seus respectivos DIRs. Os rejeitos são transportados por caminhões para as áreas de DTRs ou para a área do antigo Terminal de Carregamento Ferroviário (TCF), neste local a equipe da Operação da Mina da Vale realizará o transporte para a disposição final (PIGRR, 2019).

Nos DTRs, o material é novamente inspecionado e segregado, caso seja encontrado mais resíduos estes são separados e encaminhados a seus respectivos DIRs. No TCF, caso seja necessária segregação adicional, o material é transportado para a Instalação de Tratamento de minério a seco (ITMS) e para o sistema de peneiramento móvel, para peneiramento e segregação. O material retido no peneiramento do rejeito é denominado de Resíduo do Over, não perigosos, que não foram removidos na "zona quente" (*i.e.*, resíduos de madeira, fragmentos rochosos, borracha ou resíduos metálicos).

O material caracterizado como rejeito (material não contaminado) da Barragem B1 é encaminhado para a Cava de Feijão para disposição final, de acordo com o processo de Licenciamento Ambiental Simplificado (LAS/RAS) para disposição da cava, com estimativa para capacidade de um volume de 7 Mm^3 de rejeito e, ocupação de 124,47 ha, aprovada em 23/12/2019 – Parecer único simplificado nº 462/2019, com validade de 10 anos, bem como anuência pela Agência Nacional de Mineração, publicada no Diário Oficial da União em 28/02/2020. Havendo como premissa não contaminar o lençol freático (com a realização de estudos hidrogeológicos para monitoramento da qualidade da água subterrânea, elaborados pela MDGeo), não impactar áreas novas e possuir segurança geotécnica (Vale, 2019).

Ainda de acordo com o Plano Integrado a remoção do rejeito ao longo do ribeirão Ferro-Carvão levou em conta a priorização das áreas com maior impacto na eficiência das estruturas de contenção e, de jusante para montante, sendo iniciada na área F e, finalizada na Barragem B1, associada à retirada nas áreas de disposição intermediária e monitoramentos ambientais. A estimativa para remoção dos rejeitos é de até o final de 2023, de acordo com a Tabela 2.2.4-7. As áreas relacionadas na estimativa de remoção de rejeito podem ser visualizadas na Figura 2.2.1-10.

Tabela 2.2.4-7 – Estimativa de remoção de rejeito ao longo do tempo (Mm^3).

Áreas	Inicial*	Movimentação de rejeitos				
	Fev/2019	Dez/2019**	2020	2021	2022	2023
ÁREA A	1,9	0	*	*	*	*
ÁREA B	3,5	0,6	0,1	0,8	1,2	0,8
ÁREA C	2,1	0,3	0,4	0,9	0,5	0
ÁREA D	1,8	0,1	1,2	0,3	0	0,2
ÁREA E	0,3	0,2	0,1	0	0	0
ÁREA F	0,1	0,1	0	0	0	0
TOTAL	9,8	1,3	1,8	2,0	1,7	1,0

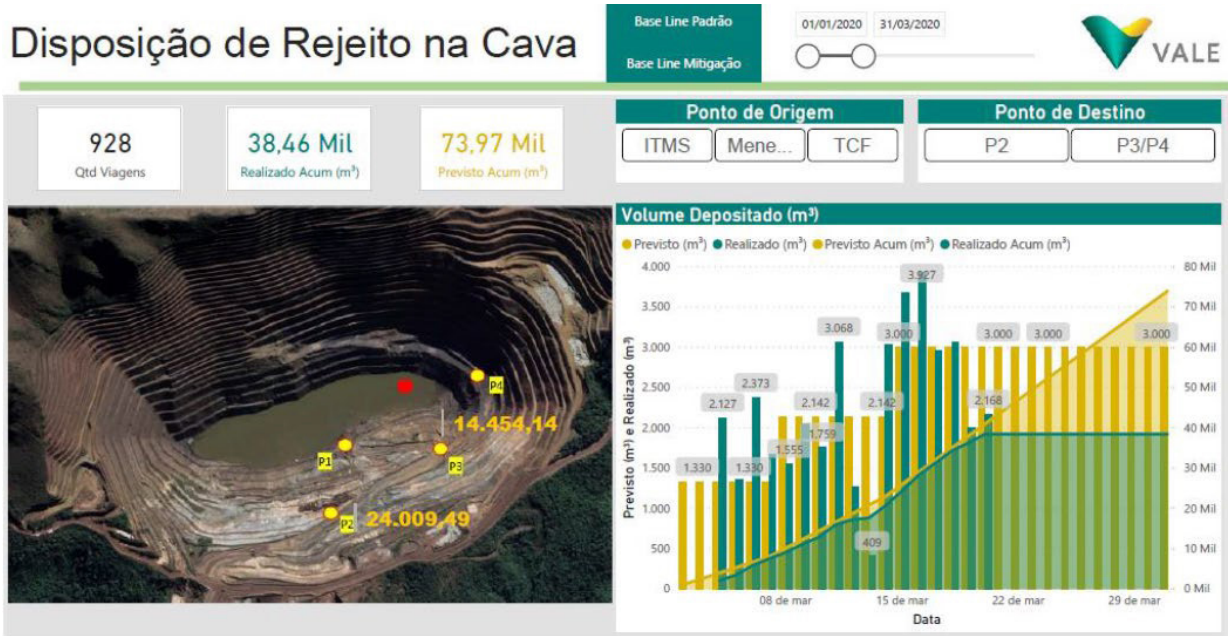
*Situação imediatamente após o rompimento

**Situação projetada para o mês de dezembro de 2019

Fonte Vale, 2019.

Após inspeção e liberação do CBMMG e processo de peneiramento ocorre a disposição final do rejeito na cava da Mina Córrego do Feijão. De acordo com o Informe de atendimento ao PIGRR (Arcadis, 2020), a disposição na cava iniciou-se em 28/02/2020, tendo sido dispostos 38,46 mil m^3 de rejeito na cava até o mês de março de 2020 (Figura 2.2.4-5). Estava previsto um volume maior para este período, mas, devido às ações de isolamento social decretada no contexto da pandemia COVID 19 as atividades foram paralisadas. Como apresentado na Figura 2.2.4-5, os locais de origem dos rejeitos foram a Pilha de Menezes III, o TCF e o ITMS, os pontos de disposição dos rejeitos no interior da cava foram: P2 (62,4% dos rejeitos), P3 e P4 (37,6% dos rejeitos).

Figura 2.2.4-5 – Acompanhamento Dinâmico de Disposição na Cava do Feijão até março de 2020.



Fonte: Informe de atendimento ao PIGRR (Arcadis, 2020).

Além da cava da Mina Córrego do Feijão, de acordo com o PDR (2019), há outras alternativas para disposição final de rejeitos em estudo, a PDR Menezes II e PDR TCF, sendo avaliadas a viabilidade da utilização total ou parcial das estruturas.

2.2.4.3. Investigações de áreas contaminadas antes do rompimento

2.2.4.3.1. Contextualização antes do rompimento

Previamente ao rompimento das barragens BI, BIV e BIVA foram realizadas duas investigações de áreas contaminadas no Complexo de Manutenção da Mina Córrego do Feijão: Investigação Ambiental Confirmatória (Waterloo, 2012) e Investigação Ambiental Complementar (Waterloo, 2018).

Na Investigação Ambiental Confirmatória, a Waterloo (2012) realizou 10 amostragens de solo e instalou três poços de monitoramento (com profundidade máxima de 6,25 m) para avaliação da qualidade dos solos e água subterrânea, seguindo as diretrizes estabelecidas na Resolução CONAMA 420/2009 e Deliberação Normativa COPAM/CERH 02/2010. As sondagens e os poços de monitoramento foram locados em função da presença das principais fontes potenciais verificadas na área: oficinas, lavador de equipamentos e estação de tratamento de efluentes.

Os resultados analíticos das amostras de solo e de água subterrânea não confirmaram a contaminação nas áreas investigadas, tampouco foram encontrados indícios de contaminação (como oleosidade no solo ou fase livre). Assim, foi recomendado que se realizasse o monitoramento anual da qualidade da água subterrânea.

Em continuidade à investigação anterior, Waterloo (2018), realizou a Investigação Ambiental Complementar do Complexo de Manutenção da Mina Córrego do Feijão. Foram realizadas quatro sondagens seguidas da instalação de poços de monitoramento (com profundidades entre 5,2 e 9,7 metros) nas seguintes áreas: lavador de equipamentos, depósito intermediário

de resíduos, estação de tratamento de efluentes oleosos e ao lado da caixa de contenção de efluentes. Waterloo (2018) quantificou acima dos padrões de qualidade (COPAM, 2010) na água subterrânea ferro, alumínio, chumbo, cobalto e manganês. Entretanto, o estudo associou as elevadas concentrações de ferro, manganês e alumínio à ocorrência natural na unidade estratigráfica local. Já o chumbo e cobalto poderiam estar associados aos materiais utilizados para manutenção de escavadeiras e caminhões e à lavagem do maquinário, carreando esses metais para a água subterrânea. Foram recomendadas manutenção das práticas de prevenção (limpeza rotineira das áreas em atividade), a fim de evitar percolações no solo e, realização de campanhas anuais de monitoramento da água subterrânea por dois anos, para acompanhamento das concentrações detectadas acima dos valores orientadores (Waterloo, 2018).

Assim, de acordo com as investigações ambientais previamente realizadas (Waterloo, 2012; 2018), os elementos Fe, Al e Mn acima de valores orientadores, podem corresponder à própria composição do substrato, sendo apenas os elementos Pb e Co considerados de origem antropogênica.

2.2.4.3.2. Contextualização após o rompimento

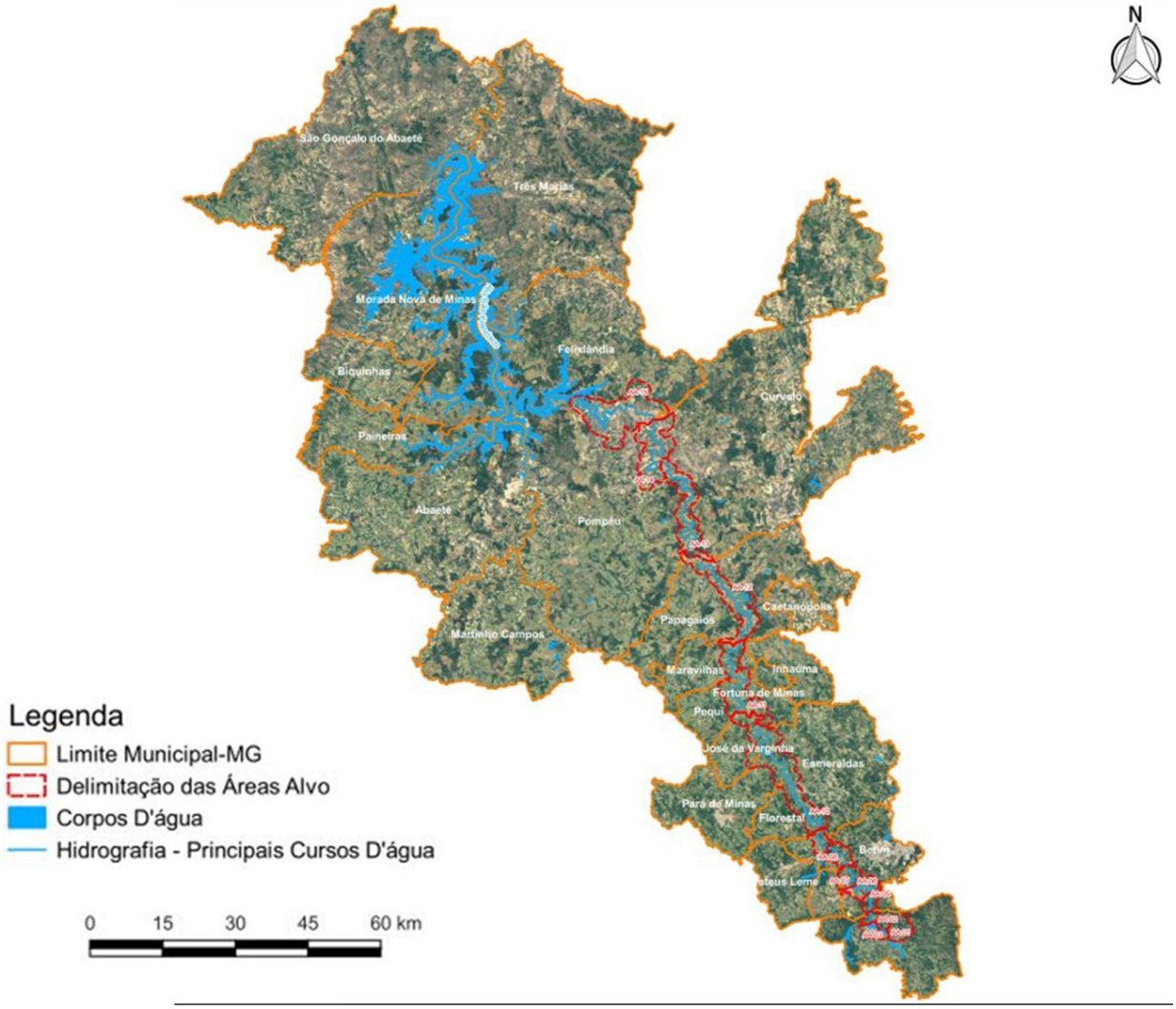
Com relação à gestão de passivos pós rompimento, existem atualmente duas frentes de trabalho atuando na questão:

- Gestão Integrada da Saúde e Meio Ambiente associado ao evento de rompimento, executado pelo Grupo EPA com abrangência em toda extensão do rio Paraopeba afetado pelo rejeito; e,
- Gestão de Passivo direcionado as obras emergenciais, com enfoque nos Depósitos de Resíduos Intermediários e resíduos com potencial de contaminação carreados pelo rejeito, executado pela Arcadis.

2.2.4.3.2.A. Avaliação de Risco à Saúde Humana (ARSH) e Avaliação de Risco Ecológico (ARE):

O Grupo EPA, conforme “Resumo Executivo – Avaliação de Risco à Saúde Humana (ARSH) e Avaliação de Risco Ecológico (ARE)” emitido em setembro de 2020 e apresentado na integra no Anexo 7 - Volume 5, informou que após conclusão da etapa de Revisão Preliminar e Consolidação de Dados Regionais, identificou 15 (quinze) áreas alvo distribuídas espacialmente em 18 municípios localizados ao longo da calha do Rio Paraopeba e a jusante da localização do rompimento da Barragem B I da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho e 11 municípios adicionais a serem investigados, conforme indicado na Figura 2.2.4-6.

Figura 2.2.4-6 – Mapa de Localização das Áreas Alvo para Estudo e Municípios.



Fonte: Grupo EPA, 2020.

A sequência dos estudos proposto pelo Grupo EPA consistirá nas seguintes etapas:

- **Modelos Conceituais para Saúde e Meio Ambiente:** são reunidos os estudos da Vale, instituições de ensino e autoridades públicas para definição dos Modelos Conceituais para Saúde Pública (MCA_{MS}), para Saúde Humana (MCA_{MA}) e Ecológico (MCA_{EC}), após passarem pelas etapas de Avaliação das Informações do Local; Identificação das Preocupações da Comunidade; Definição dos Modelos Conceituais Ambientais; Avaliação e Validação de Dados Ambientais; e Desenvolvimento do Plano de Investigação para Saúde e Meio Ambiente.

As etapas supracitadas visam validar informações e dados ambientais contidos nos documentos existentes, promover reuniões envolvendo as partes interessadas para consolidar as preocupações da comunidade com a saúde, reavaliar os limites da Área Alvo de acordo com os níveis de impacto em cada município da região e, quando aplicável, gerar dados ambientais além dos existentes, para serem utilizados na Avaliação de Risco à Saúde Humana.

- **Investigação para Saúde e Meio Ambiente:** consiste em reunir dados detalhados de interesse dos MCA_{MS}, MCA_{MA} e MCA_{EC} sobre cada compartimento do meio físico e ambiental,

além de estabelecer a correlação com aspectos regionais para definição dos níveis de concentrações basais. Os dados passarão por tratamento estatístico, relacionando distribuição espacial das concentrações das substâncias químicas na Área Alvo, a fim de definir quais as substâncias químicas de interesse têm relação com o rompimento da barragem BI e quais são associadas aos níveis de *background* da região.

A etapa de Investigação para Saúde e Meio Ambiente envolve também a terceira fase dos estudos, que tem por objetivo avaliar os riscos à saúde humana e riscos ecológicos e subsidiar as tomadas de decisão em relação à necessidade de estabelecer medidas de intervenção para a gestão da saúde pública, reabilitação e monitoramento ambiental de ecossistemas. Ao final dessa fase, serão apresentados três estudos de avaliação de risco, mencionados anteriormente, utilizando as diretrizes do MS e da USEPA.

- **Plano de Intervenção para Gestão Integrada da Saúde e Meio Ambiente:** engloba todas as medidas de intervenção e de saúde pública a serem aplicadas nas Áreas Alvo, o plano de comunicação e o plano de risco e monitoramento, além de estabelecer a necessidade ou não de estudos epidemiológicos, toxicológicos, e de segmentação populacional. Essa fase é desenvolvida seguindo os critérios estabelecidos na Resolução CONAMA n° 420/2009 e nas Diretrizes do Ministério da Saúde (2010), considerando os dados obtidos nas etapas anteriores a fim de definir medidas de controle, monitoramento e mitigação de contaminações nas Áreas Alvo que apresentem risco à saúde humana ou risco ecológico. Os produtos desta quarta fase serão o Modelo Conceitual de Gestão Ambiental Integrada; os Planos de Monitoramento Ambiental Continuado, de Reabilitação Ambiental, e de Comunicação de Risco à Saúde Humana; e a Indicação de Medidas de Saúde.
- **Execução do Plano de Intervenção para Gestão Integrada:** executar os planos definidos na fase anterior, cumprindo a meta de mitigação do risco teórico calculado cumulativo a níveis aceitáveis e a meta de reabilitação ambiental, além de comunicar à comunidade exposta as ações que vem sendo realizadas. Todas as medidas tomadas neste contexto serão executadas integradas com o Programa de Manejo de Rejeitos.

2.2.4.3.2.B. Gestão de passivos direcionado as obras emergenciais

Paralelamente, visando a atender as demandas da AECOM, em contexto local, quanto aos passivos relacionados ao manejo de resíduos carreados pelo rejeito, pontualmente identificados, foi elaborado pela Arcadis um Plano de Gerenciamento de Áreas com Potencial de Contaminação na Zona Quente (PGAC), protocolado por meio da C.EXT. nº 0719/2020 em 01/07/2020 (recibo do SEI n° 16245106).

O objetivo do PGAC é estabelecer os procedimentos e critérios técnicos a serem adotados para identificação e priorização de Áreas com Potencial de Contaminação (AP) no processo de gerenciamento de resíduos carreados pelo rejeito, bem como para a realização das duas primeiras etapas de gerenciamento dessas APs: a Avaliação Preliminar e a Investigação Confirmatória.

As demais etapas do processo de gerenciamento de áreas contaminadas citadas na legislação (Investigação Detalhada, Avaliação de Risco à Saúde Humana, Reabilitação e Monitoramento) são escopo dos Estudos de Avaliação de Risco supracitados.

Até o momento, no âmbito do PGAC, foram realizadas quatro Avaliações Preliminares em Depósitos Intermediários de Resíduos (DIRs) considerados como Áreas com Potencial de Contaminação. Os resultados de tais estudos encontram-se sumarizados a seguir.

- **DIR MRS:** Estudo de Avaliação Preliminar protocolado por meio da Carta Ger. Executiva de Reparação nº C.EXT. 0473/2020 em 22/04/2020 (recibo SEI n° 13616812). Relatório de Análise de Resultados da Amostragem de Solo protocolado por meio da C.EXT. 0853/2020 (recibo SEI n° 17993574) em 07/08/2020.

A Avaliação Preliminar desenvolvida pela Arcadis durante os meses de março e abril de 2020 concluiu que não há indícios que permitam suspeitar da existência de contaminação do solo e/ou da água subterrânea no DIR-MRS, sendo assim o local não necessita avançar para a etapa de Investigação Confirmatória.

Entretanto, a AECOM em junho de 2020 solicitou que fosse realizada amostragem de solo no local para avaliação quanto à presença de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs), Lítio, Molibdênio, e Óleos e Graxas (item 11.2.10.1 do Relatório n° 17, referente a apresentação do Ministério Público de Minas Gerais realizadas em 18/06/2020). Além disso, a FEAM, por meio do Ofício FEAM/GERAI n°65/2020 (Anexo II), datado de 10/06/2020, solicitou que fosse realizada leitura de compostos orgânicos voláteis (VOC) no solo, em profundidade, para verificar a necessidade de realização de sondagens na área.

Devido à natureza rochosa do material de subsuperfície, foi acordado em reunião entre os representantes da VALE, FEAM, Arcadis e AECOM, no dia 22/06/2020, que seria realizada uma malha regular para a aplicação de testes *in situ* (PID e *Shake Test*), na camada de solo superficial (forro) existente sobre a rocha local. Também foi acordado que seriam coletadas amostras para análise laboratorial dos parâmetros TPHfp (hidrocarbonetos totais de petróleo *finger print*), HPAs (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos), Óleos e Graxas, Lítio e Molibdênio nos pontos em que os testes *in situ* indicassem indícios de contaminação. Caso os testes *in situ* não oferecessem indícios de contaminação, seria realizada coleta de amostras simples na camada de solo superficial (forro) para análise química dos parâmetros supracitados.

Em 07/08/2020 foi protocolado o Relatório de Análise de Resultados da Amostragem de Solo realizada no Antigo DIR MRS, por meio da C.EXT. 0853/2020 (recibo SEI n° 17993574). Os resultados apontaram que todos os testes *in situ* aplicados foram negativos e os resultados analíticos das amostras de solo coletadas foram inferiores ao limite de quantificação para Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (PAHs), Hidrocarbonetos Totais de Petróleo (TPH) e Óleos e Graxas. Para os metais Lítio e Molibdênio, tem-se que ambos foram quantificados nas amostras, porém, abaixo dos valores orientadores. Assim, o estudo concluiu que a área do antigo DIR MRS não apresentou indícios que permitam suspeitar de sua contaminação.

- **DIR Classe I, DIR Ferrovia e DIR-Sucata:** Estudos de Avaliação Preliminar protocolados por meio das Cartas Ger. Executiva de Reparação nº C.EXT. 0719/2020 em 01/07/2020 (recibo SEI n° 16245106) e Ger. Executiva de Reparação nº C.EXT. 0956/2020 em 01/09/2020 (recibo SEI n° 16245106).

Por meio dos estudos de Avaliação Preliminar protocolados, concluiu-se que há indícios que permitam suspeitar da existência de contaminação no solo no **DIR Classe I**, no **DIR Ferrovia** e no **DIR Sucatas** e, por isso, esses locais devem ser classificados como Áreas Suspeitas de

Contaminação (AS), e devem ser alvo de Investigação Confirmatória. Cada um dos estudos contém um Plano de Investigação Confirmatória proposto específico para cada área de estudo.

Ressalta-se que o PGAC, bem como as Avaliações Preliminares supracitadas estão em validação pelo SISEMA. Assim, a Vale está aguardando o posicionamento do órgão para dar continuidade aos referidos estudos.

Ainda sobre a gestão de passivos pós rompimento, visando atender à solicitação da AECOM (Relatório 15, de abril de 2020), está em andamento um estudo de Avaliação Preliminar das estruturas da Mina Córrego do Feijão (e entorno) que foram atingidas pelo rejeito. Tão logo o estudo esteja concluído, os órgãos serão comunicados.

Ainda por meio Relatório 15, a AECOM solicitou a investigação de passivos ambientais nas áreas utilizadas pelas empreiteiras que estão realizando obras de reparação em Brumadinho e região. Essas atividades ainda não foram iniciadas, e estão em processo de licitação pela Vale.

2.2.4.4. Levantamento de massas de estruturas, veículos e equipamentos

A fim de realizar o levantamento do movimento de massas de estruturas, veículos e equipamentos para estimar a porcentagem de materiais carreados na zona quente, a Vale S/A elaborou um plano dividido em quatro etapas, estando a 4ª etapa em andamento no momento da elaboração deste relatório (outubro/2020). Na Figura 2.2.4-7 é apresentado o fluxograma dos passos para o levantamento de massas de itens, descritos a seguir.

Para a 1ª etapa, foram realizadas complementações das informações da lista de ativos da Vale e da lista de bens e propriedades particulares, levantamento de bens e propriedades públicas, pesquisas de campo e reconhecimento da região. Ou seja, foi construído um banco de dados em lista única de atingidos, através da consolidação de documentos de referência e, dados de campo.

A 2ª etapa consistiu na análise dos dados coletados e definição de informações de cálculo. Na 3ª etapa, foram definidos e aprovados parâmetros para cálculo das massas. A partir da base de dados de entrada e após visita técnica, foram elencadas 5 categorias de acordo com a porcentagem de destruição das estruturas identificadas, divididas de 0 a 1%, 1-25%, 26-50%, 51-75% e, 76-100% de destruição. Assim, para termos de cálculo, a porcentagem de massa de resíduos de construção civil, é equivalente ao máximo de cada intervalo das categorias, isto é, 25%, 50%, 75% e, 100% de massa de resíduos para cada um dos intervalos de porcentagem de destruição.

Além dessas estruturas, foram identificados veículos e equipamentos móveis calculados com base nas informações adquiridas a partir do modelo ou descrição completa e consulta de catálogos de fabricantes e/ou fornecedores ou, quando o modelo não é possível de ser identificado, realiza-se análise de média e desvio padrão dos volumes de veículos similares da lista de ativos. Também foram encontrados equipamentos de mina que estão sendo calculados na 4ª etapa.

Para a 4ª etapa, está sendo realizada a estimativa das massas de resíduos. Para isso, a partir dos itens levantados, estes são classificados como resíduos de construção civil (alvenaria, telhado, madeira, concreto e aço), equipamentos de mina (peneiras, transportadores, bombas,

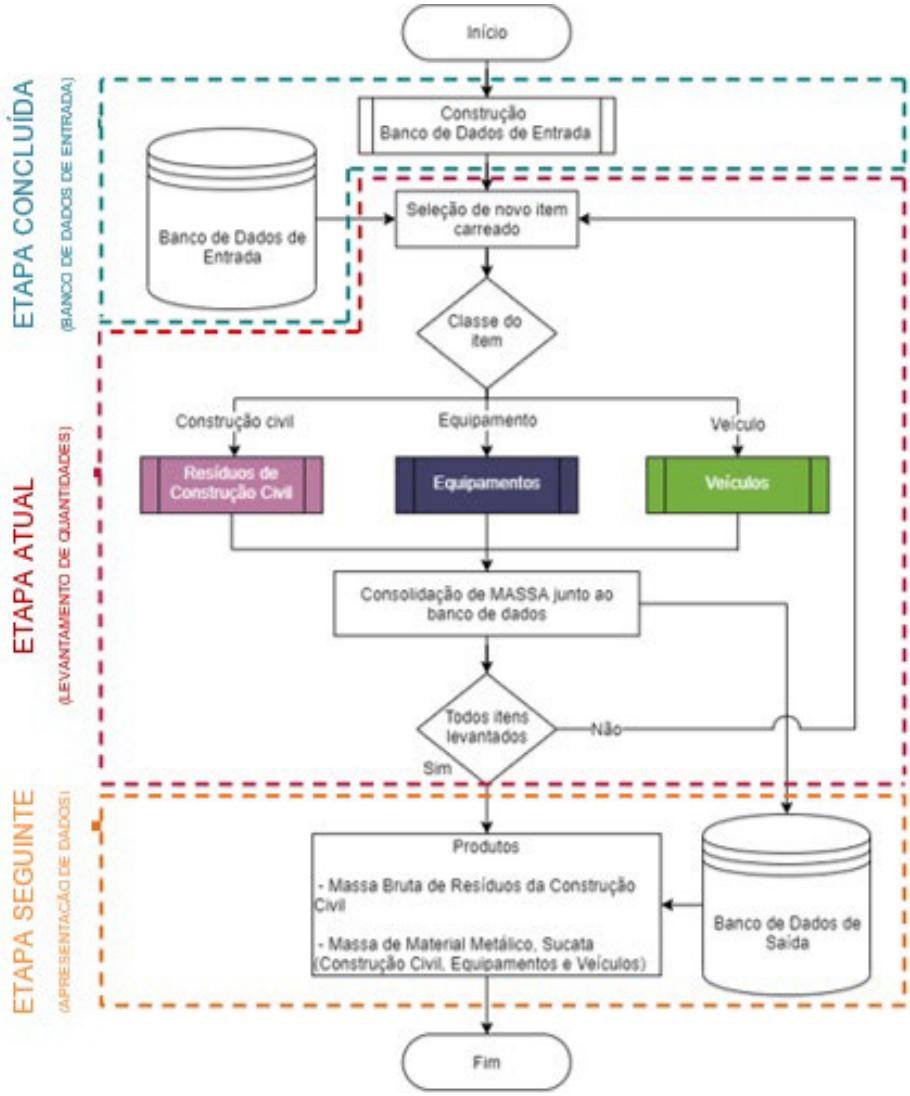
etc.) ou veículos e equipamentos móveis (carros, caminhonetes, caminhões, tratores e ônibus). Caso sejam encontrados novos materiais, o banco de dados é reabastecido desde o início.

O cálculo de massa das edificações cadastradas é baseado nos projetos encontrados e na experiência dos profissionais envolvidos neste levantamento. Os componentes mais relevantes incluem elementos estruturais para paredes e estruturas (concreto, alvenaria, metálica e aço), cobertura, correspondente ao telhado (madeira, metálico) e telhas (cerâmica, fibrocimento) e, vedação (alvenaria, madeira). Considerando as variáveis construtivas das edificações foram elencadas 13 tipologias para estruturas, considerando o peso específico dos materiais. Também são considerados variáveis únicas: N = nº de Pavimentos (un.), A = Área (m²), P = Perímetro (m), L = n° de Lajes (un.).

O cálculo de massa total terá como base a somatória da origem dos resíduos (construção civil, equipamento de mina e veículos) e suas categorias (concreto, madeira, alvenaria, telha de cerâmica, estruturas metálicas e sucatas).

A próxima etapa consiste na apresentação dos dados, em forma de tabelas produto do levantamento com separação dos materiais (em toneladas) e, localização original de massas carreadas.

Figura 2.2.4-7 – Fluxograma ilustrando os passos para o levantamento de massas de itens.



Fonte: Vale S/A, 2020.

2.2.5. Plano Diretor de Obras Emergenciais

De modo a contextualizar as obras emergenciais implementadas após o rompimento das barragens, considerando que boa parte dos dados primários apresentados no item “2.5 – caracterização socioambiental pós-rompimento” foram originados e/ou fazem parte também do processo de implantação e monitoramento das obras emergenciais, a seguir é apresentado, para efeito compreensão do alcance de tais processos, o plano diretor de obras emergenciais.

Após o rompimento das barragens B1, B4 e B4-A do Complexo Paraopeba II - Mina Córrego do Feijão em Brumadinho-MG, com consequências imediatas preponderantemente ao ribeirão Ferro-Carvão e um trecho do rio Paraopeba, a Vale S/A avaliou e vem implantando, em concordância com o Ministério Público de Minas Gerais (MPMG) e órgãos do Sistema Estadual de Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais (SISEMA), uma série de ações e obras para o controle dos impactos decorrentes dos rompimentos. O objetivo dessas ações e obras é de neutralizar e mitigar os efeitos do rompimento, tendo como foco, principalmente, a contenção e remoção de rejeitos para a melhoria da qualidade da água.

Em virtude da necessidade de atender, no menor tempo possível, as consequências do rompimento, interrompendo o fluxo de sedimentos ao rio Paraopeba e minimizando os efeitos hidrogeoquímicos, foram definidas ações em caráter emergencial, de tal forma que a sazonalidade climática da bacia fosse contemplada. Conforme os dados históricos de chuva da região, os meses de abril a setembro caracterizam o período de estiagem e das menores vazões da bacia do ribeirão Ferro-Carvão e do rio Paraopeba, e, portanto, ideais para implantação dos serviços de engenharia. Ademais, evita-se, por consequência, o arraste de grande parcela dos rejeitos nos meses seguintes, historicamente de maior pluviosidade.

Estas ações e obras supracitadas são objeto de regularização ambiental perante o órgão ambiental estadual. Para tanto, a Vale S/A contratou a empresa Amplo (2019) para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) e do respectivo Plano de Controle Ambiental (PCA), sendo que o processo de regularização – LOC foi formalizado em 09/05/2019.

As ações e obras supramencionadas também são objeto da na Nota Técnica nº 1/FEAM/DOCUMENTACAOB1/2019, emitida em 13/06/2019, e conforme pontuado nesta NT os estudos são constantemente atualizados em virtude das demandas originadas dos diversos órgãos envolvidos, atribuindo às obras emergenciais um caráter de dinamicidade por passar por revisões contínuas de modo a obter os melhores resultados. Neste sentido, o Ofício SEMAD/SUPRAM CENTRAL-DRRA nº. 60/2020, relativo à atualização de atividades da LOC Brumadinho, é o documento mais recente junto ao órgão licenciador, à época da elaboração deste Plano de Reparação, que reflete um momento de avaliação do processo ao seu melhor enquadramento em vistas à finalidade das ações e acompanhamento dos órgãos responsáveis.

As obras emergenciais envolvem a implantação de dois conjuntos de medidas: o primeiro conjunto refere-se a medidas para contenção e confinamento/fixação dos rejeitos depositados na bacia hidrográfica do ribeirão Ferro-Carvão oriundos do rompimento das barragens. O segundo conjunto de medidas mitigadoras tem como objetivo a remoção desses rejeitos na calha do rio Paraopeba. De acordo com a Caracterização Geral das Obras (Vale S/A, 2020), algumas premissas e objetivos gerais norteiam o Plano Diretor de Obras Emergenciais revisão 11.1, tal como apresentadas abaixo.

Premissas:

- Todas as estruturas de contenção são descomissionáveis;
- Planejamento e execução das obras em conjunto com Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais;
- Projetos alinhados com os órgãos que fazem parte do SISEMA e prestação de contas em reuniões periódicas;
- Comunicação transparente com todos os públicos envolvidos;
- Priorização de soluções técnicas que minimizem impactos;
- Contratação de mão de obra local.

Objetivos:

- Apoio às buscas CBMMG: fornecer e gerir equipamentos, mão de obra, insumos, materiais, logística e engenharia;

- Segurança Geotécnica: garantir a estabilidade das estruturas geotécnicas remanescentes;
- Contenção, manejo e destinação de rejeitos e recuperação ambiental: Reparar o meio ambiente em níveis iguais ou melhores do que o anterior;
- Infraestrutura e bem-estar das comunidades: Recuperar o que foi danificado e contribuir para melhorar a vida dos atingidos.

No que diz respeito ao planejamento macro das obras emergenciais, apresenta-se a seguir o planejamento macro das obras emergenciais, incluindo o executado em 2019 até o ano de 2022.

Quadro 2.2.5-1 – Planejamento macro das obras emergenciais.

Planejamento Macro
2019
- Apoio às operações de buscas às vítimas do rompimento da barragem I pelo CBMMG;
- Conter e minimizar o impacto (implantar estruturas de contenção);
- Manejo de rejeitos e resíduos;
- Piloto recuperação ambiental;
- Garantir estabilidade das estruturas geotécnicas;
- Reestabelecer vias públicas;
2020
- Apoio às operações de buscas pelo CBMMG;
- Manter e monitorar a eficiência das estruturas de contenção;
- Melhorar eficiência das estruturas de contenção;
- Manejo de rejeitos, resíduos e disposição definitiva;
- Recuperação ambiental;
- Aumentar fator de segurança das estruturas geotécnicas;
- Implantar obras de reparação e compensação para comunidade;
2021
- Apoio às operações de buscas pelo CBMMG;
- Manter e monitorar a eficiência das estruturas de contenção;
- Manejo de rejeitos, resíduos e disposição definitiva;
- Recuperação ambiental;
- Implantar obras de reparação e compensação para comunidade;
2022 em diante
- Apoio às operações de buscas pelo CBMMG;
- Manter e monitorar a eficiência das estruturas de contenção;
- Descomissionar estruturas de contenção;
- Manejo de rejeitos, resíduos e disposição definitiva;
- Recuperação ambiental;
- Implantar obras de reparação e compensação para comunidade.

Adaptado de Vale S/A, 2020.

A seguir são apresentadas as principais obras previstas pelo Plano Diretor versão 11.1 conforme sua finalidade.

Conter e minimizar o impacto:

- Barreiras de Estabilização de Calha (BECs);
- Barreira Hidráulica 0 (BH0);

- Dique 2
- Barreira Hidráulica 1 (BH1);
- Cortina Metálica de Estaca Prancha 1 (Av. Alberto Flores);
- Estação de Tratamento de Águas Fluviais do ribeirão Ferro-Carvão – ETAF 1;
- Canais em Concreto Canvas;

Garantir a estabilidade de estruturas geotécnicas remanescentes:

- Obras barragem VI;
- Obras barragem Menezes II;
- Desvio de águas fluviais da barragem I;
- Estabilização da barragem I.

Descomissionar estruturas geotécnicas

- Barragem Menezes I;
- Barragem VII e PDE Norte I;
- PDE Sul;
- Barragem Menezes II/PDE Menezes III;
- Barragem VI.

Manejo e disposição dos rejeitos:

- Remoção dos rejeitos ao longo do ribeirão Ferro - Carvão
  - Planejamento plurianual;
  - Depósitos Intermediários de Resíduos;
  - Depósitos Temporários de Rejeitos;
  - Manejo de rejeitos e estratégia de buscas;
- Logística
- Segregação e controle
  - Operação da ITMS Feijão;
  - Preparação da região do TCF para peneiramento;
  - Construção da Central de Recebimento, Armazenamento, Triagem e/ou Transbordo de Resíduos (CMD);
  - Instalação do sistema de volumetria;
  - Instalação do sistema de telemetria;
- Canteiros de obras e apoio logístico
- Disposição final dos rejeitos
  - Disposição por meio de caminhões fora-de-estrada;
  - Disposição por meio de dragagem/recalque de polpa na cava;
  - Disposição por meio da utilização do TCLD de Feijão;
  - Estudos de empilhamento (PDR TCF, PDR Menezes III e PDR União);
  - Instalação de Poços de Monitoramento na Cava;

- Dragagem de rejeitos
  - Dragagem de rejeitos no rio Paraopeba;
  - Estação de Tratamento de Águas Fluviais do rio Paraopeba – ETAF 2;
    - » Implantação da Estação de tratamento de água;
    - » Preparação dos platôs 4 e 5, destinados a disposição em bags;
  - Alternativas de melhoria operacional da dragagem;
  - Movimentação da draga ao longo do rio Paraopeba;
  - Estabilização do talude da MRS.

Recuperação Ambiental:

- Recuperação do ribeirão Ferro-Carvão no Marco Zero;
  - Recuperação da área;
  - Limpeza e proteção da área dos dutos da Transpetro;
  - Instalação da ponte metálica na região dos dutos da Transpetro;
  - Cortina Metálica 2 em Estaca-Prancha;
  - Plantio de mudas e acompanhamento da recuperação;
  - Passarela de pedestres de madeira;
  - Recuperação das demais áreas.

Obras de reparação para comunidade:

- Ponte Alberto Flores (LMG-813) e passarela para pedestres;
- Acesso Cantagalo;
- Acesso Pontilhão – Alberto Flores;
- Acesso à Mineração Ibirité – MIB;
- Adutora à Mineral do Brasil – MDB;
- Adutora Córrego do Feijão;
- Alça Viária Córrego de Feijão;
- Feijão Território Parque;
- Memorial às vítimas.

Cabe ressaltar, no entanto, que as obras emergenciais e as respectivas ações de mitigação possuem um processo dinâmico de atualização e adaptação para que se tenham os melhores resultados possíveis. Portanto, ressalta-se que os descritivos das obras e ações apresentados a seguir consideram a versão 11.1 do Plano Diretor de Obras Emergenciais, de agosto de 2020.

O documento de caracterização das obras do referido Plano Diretor protocolado no órgão ambiental em referência ao Ofício SEMAD/SUPRAM CENTRAL-DRRA nº. 60/2020 pode ser consultado no Anexo 8 – Volume V.

O Mapa 2.2.5-1, na página a seguir, mostra a versão 11.1 do Plano Diretor das Obras Emergenciais, indicando todas as ações e obras no cenário da bacia do ribeirão Ferro-Carvão, levando-se em consideração a posição geográfica estratégica para otimizar a contenção de rejeitos e evitar aporte de material ao rio Paraopeba.

Sabidamente, uma série de outras ações emergenciais, em contextos mais abrangentes, localizações distintas, que inclusive extrapolam a bacia do ribeirão Ferro-Carvão e também a bacia do rio Paraopeba, já ocorreram, estão curso e/ou ainda serão iniciadas. Tais ações, sejam elas obras emergenciais, de compensação ou contrapartidas, serão apresentadas e abordadas de forma apropriada em etapa futura, conforme pertinente, no item 2.12 – Avaliação de Impactos Cumulativos, onde se apresenta o plano de trabalho e metodologia adotados para o referido estudo. Neste contexto, o Anexo 9 – Volume V apresenta ações socioambientais de atendimento emergencial já implantadas pela Vale S/A e/ou em andamento, conforme correspondência C.EXT. 1073/2019.

OBRAS EMERGENCIAIS

ITEM	DESCRIÇÃO	ESTRUTURAS
01	BARREIRA HIDRÁULICA ZERO – BH0	ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO
02	DIQUE 2	ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO
03	BARREIRA HIDRÁULICA UM - BH1	ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO
04	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS FLUVIAIS – ETAF1	TRATAMENTO DE SEDIMENTOS
05	CAPTAÇÃO - ETAF 1	TRATAMENTO DE SEDIMENTOS
06	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS FLUVIAIS DO RIO PARAOPEBA - ETAF 2	TRATAMENTO DE SEDIMENTOS
07	DRAGAGEM DOS REJEITOS DO RIO PARAOPEBA	TRATAMENTO DE SEDIMENTOS
08	CORTINA METÁLICA 1 EM ESTACA-PRANCHA	ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO
08.1	CORTINA METÁLICA 2 (CONFLUÊNCIA RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO / RIO PARAOPEBA)	ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO
09	ACESSO AO TOPO DA BARRAGEM B1	ACESSO
10	OBRAS PARA DESVIO DE ÁGUAS PLUVIAIS NA REGIÃO DA BARRAGEM B1	B1
11	RETALUDAMENTO (TERRAPLENAGEM)	BARRAGEM B1
12	DR 7 - JANGADA DE RESÍDUOS PERIGOSOS (LAVAGEM + OLEOSOS)	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS
13	DR 1 - FEIJÃO 1 - (METÁLICOS, GALHADAS E RESÍDUOS EM GERAL)	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS
13.1	DR 2 - FEIJÃO 2 - (CONSTRUÇÃO CIVIL)	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS
13.2	DR 4 - FEIJÃO 3 - (METÁLICOS, GALHADAS E RESÍDUOS EM GERAL)	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS
14	DR 3 - CLASSE I	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS
15	DR 5 - RAMAL FERROVIÁRIO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS
16	DR 6 - IRACEMA	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS
16.1	DR 8 - CAPIM BRANCO	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS
17	ACESSO CANTAGALO	ACESSOS
18	PONTE METÁLICA P2	ACESSOS
19	RECUPERAÇÃO DO ACESSO DA LMG-813 – PONTE	ACESSOS
20	ESTRADA DE SERVIÇO PARA MANEJO DO REJEITO	ACESSOS
21	PDR UNIÃO (DTR 7)	MANEJO DO REJEITO
22	BARREIRAS DE ESTABILIZAÇÃO DA CALHA (BEC)	ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO
23	ADUTORA À MINERAL DO BRASIL - MDB	TUBULAÇÕES
24	DESMONTAGEM ITM FEIJÃO	
25	TRANSPOSIÇÃO DO VERTEDOURO PARA MANEJO DO REJEITO	
26	ADUTORA CÓRREGO DO FEIJÃO	TUBULAÇÕES
27	LIMPEZA ÁREA AFETADA BVI	AÇÕES PONTUAIS
28	REBAIXO NO "CREAGER" menezes II	AÇÕES PONTUAIS
29	INSTALAÇÃO DE DOIS PZs NO ATERRO LATERAL DIREITO AO EXTRAVASOR (menezes II)	AÇÕES PONTUAIS
30	BOMBEAMENTO DEFINITIVO BVI PARA menezes II	TUBULAÇÕES
31	EXECUÇÃO CANAL JUSANTE DRENO FUNDO BVI	AÇÕES PONTUAIS
32	BOMBEAMENTO EMERGENCIAL (200m³/sh) BVI	AÇÕES PONTUAIS
33	DESOBSTRUÇÃO DRENO DE FUNDO BVI	AÇÕES PONTUAIS
34	ZONA DE PROTEÇÃO DA EXTREMIDADE DO VERTEDOURO BVI	AÇÕES PONTUAIS
35	RECUPERAÇÃO / INSTALAÇÃO DE INSTRUMENTOS BVI	AÇÕES PONTUAIS
36	ELEVAÇÃO DA SOLEIRA DO EXTREVASOR menezes II	AÇÕES PONTUAIS
37	CANAL DE DESVIO REVESTIDO EM CONCRETO CANVAS	ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO
38	PDE menezes III (DISPOSIÇÃO FINAL)	MANEJO DO REJEITO
39	PDE - TCF (DISPOSIÇÃO FINAL)	MANEJO DO REJEITO
40	RECUPERAÇÃO CANAL NO MARCO 0 (PILOTO PARA RECUPERAÇÃO TOTAL DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO)	RECUPERAÇÃO AMBIENTAL
41	RECUPERAÇÃO RIBEIRÃO FERRO CARVÃO	RECUPERAÇÃO AMBIENTAL
42	PÁTIO DE DESCARGA (OPERAÇÃO)	MANEJO DO REJEITO
43	MEMORIAL	OBRAS SOCIAIS
44	BERMAS DE SEGURANÇA DE JUSANTE E MONTANTE	CONTENÇÃO
45	ALÇA DE FEIJÃO	ACESSO
46	CAMPO - ESTACIONAMENTO	OBRAS SOCIAIS
47	CMD	MANEJO DO REJEITO
48	TROMMEL (MARGEM DIREITA)	TRATAMENTO DE SEDIMENTOS
49	TROMMEL (MARGEM ESQUERDA)	TRATAMENTO DE SEDIMENTOS
50	PLANO DE DRAGAGEM PARAOPEBA	TRATAMENTO DE SEDIMENTOS
51	COMPLEMENTAÇÃO USINA	MANEJO DO REJEITO
52	REFORÇO DO DRENO DE PÉ MENEZES 2	OBRAS DE REFORÇO
53	TALUDE MRS	CONTENÇÃO
54	PENEIRAMENTO ITMS	
55	ACESSO CAVA DE FEIJÃO	ACESSO
56	ASPERSÃO DE ACESSO	
57	OBRAS B6	OBRAS DE REFORÇO
58	DESCOMISSIONAMENTO MENEZES I	DESCOMISSIONAMENTO
59	DESCOMISSIONAMENTO BVII	DESCOMISSIONAMENTO
60	FEIJÃO TERRITÓRIO PARQUE	OBRAS SOCIAIS

CANTEIROS

ITEM	DESCRIÇÃO
A	CANTEIRO PONTAL CAPIM BRANCO
B	CANTEIRO PONTAL B6
C	CANTEIRO B1 / 1
D	CANTEIRO B1 / 2
E	METSO PENEIRAMENTO
F	CANTEIRO PONTAL - MENEZES
G	CANTEIRO PROJELIST
H	CANTEIRO VALE
I	CANTEIRO VALEVERDE
J	CANTEIRO TERRABEL
K	MANEJO PAC 3
L	MANEJO PAC 2
M	TERRABEL
N	HGB
P	CANTEIRO TERRAÇO
Q	CANTEIRO PONTAL - AVANÇADO 2
R	CANTEIRO PONTAL - AVANÇADO 1
S	
T	ÁREA LIVRE - CANTEIRO
U	CANTEIRO DRENAGEM
V	CANTEIRO BOMBEAMENTO
W	CANTEIRO GESTÃO ED RESÍDUOS
X	ÁREA LIVRE - CANTEIRO
Y	CANTEIRO VERTICAL GREEN
Z	CANTEIRO DRAGLINE / DEMOLIÇÃO
AA	CANTEIRO TERRAÇO
AB	TONOLO
AC	CANTEIRO ATERPA / MANEJO PAC 1
AD	ÁREA LIVRE - CANTEIRO
AE	CANTEIRO VERTICAL GREEN
AF	CANTEIRO ALLONDA ETAF-1
AG	CANTEIRO ALLONDA - DRAGAGEM
AH	CANTEIRO ALLONDA ETAF-2
AI	ÁREA LIVRE - CANTEIRO
AJ	ÁREA LIVRE - CANTEIRO

DEPOSITO TEMPORÁRIO DE REJEITO

ITEM	DESCRIÇÃO
01	DEPOSITO TEMPORÁRIO DE REJEITO - DTR-01 - ÁREA VALE
02	DEPOSITO TEMPORÁRIO DE REJEITO - DTR-02 - TERMINAL ALBERTO FLORES
03	DEPOSITO TEMPORÁRIO DE REJEITO - DTR-03 - TER. ALB. FLORES (ÁREA SEM PLATAFORMA)
04	DEPOSITO TEMPORÁRIO DE REJEITO - DTR-04 - PÁTIO DE MINÉRIO ITM-D
05	DEPOSITO TEMPORÁRIO DE REJEITO - DTR-05 - PÁTIO DE MINÉRIO PRINCIPAL
06	DEPOSITO TEMPORÁRIO DE REJEITO - DTR-06 - ÁREA VALE
07	DEPOSITO TEMPORÁRIO DE REJEITO - DTR-07 - PDR UNIÃO
08	DEPOSITO TEMPORÁRIO DE REJEITO - DTR-08 - FAZENDA RECANTO
09	DEPOSITO TEMPORÁRIO DE REJEITO - DTR-09 - FAZENDA FOLHAS
10	DEPOSITO TEMPORÁRIO DE REJEITO - DTR-10
11	DEPOSITO TEMPORÁRIO DE REJEITO - DTR-11
12	DEPOSITO TEMPORÁRIO DE REJEITO - DTR-12 - SUMP
13	DEPOSITO TEMPORÁRIO DE REJEITO - DTR-13
14	DEPOSITO TEMPORÁRIO DE REJEITO - DTR-14

ITEM	DESCRIÇÃO
A	ÁREA DE MONTAGEM / LANÇAMENTO DA DRAGA - B45 - (A)
B	ÁREA DE MONTAGEM / LANÇAMENTO DA DRAGA - B45 - (B)
C	ÁREA DE MONTAGEM / LANÇAMENTO DA DRAGA - B45 - (C)
D	ÁREA DE MONTAGEM / LANÇAMENTO DA DRAGA - B45 - (D)
E	ÁREA DE MONTAGEM / LANÇAMENTO DA DRAGA - B45 - (E)
F	ÁREA DE MONTAGEM / LANÇAMENTO DA DRAGA - B45 - (F)

NOTAS

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

GERAL | CMD | MARCO ZERO | menezes II | BI | BVI | BH0 | BH1 | DIQUE 2 | ETAF-1 | ETAF-2

REV.	TIP.	DESCRIÇÃO	PROJ.	DES.	VER.	APR.	AUT.	DATA
11.1	C	REVISÃO GERAL	-	-	-	-	-	27/01/20
11	C	REVISÃO GERAL	-	-	-	-	-	19/06/20
10	C	REVISÃO GERAL	-	-	-	-	-	02/03/20
9	C	REVISÃO GERAL	-	-	-	-	-	30/11/19
8	C	REVISÃO GERAL	-	-	-	-	-	04/10/19
7	C	REVISÃO GERAL	-	-	-	-	-	13/09/19
6	C	REVISÃO GERAL	-	-	-	-	-	16/08/19
5	C	REVISÃO GERAL	-	-	-	-	-	02/07/19

REVISÕES

TIPO DE EMISSÃO: (A) PRELIMINAR (B) PARA APROVAÇÃO (C) PARA CONHECIMENTO (D) PARA COTAÇÃO (E) PARA CONSTRUÇÃO (F) CONFORME COMPRADO (G) CONFORME CONSTRUÍDO (H) CANCELADO

VALE

PROJETO: PORTAL BRUMADINHO
PROJETO DETALHADO
0000GG – COMUM
PLANO DIRETOR
PLANTA

ESCALA: 1:10.000

Nº CONTRATADA:

Nº VALE: 0000GG-L-00001

REVISÃO: 11.1

CLASSIFICAÇÃO: RESTRITO

Nº DO PROJETO: ——

Nº DA SE: G2101-F4

PE-G-003_Rev_1_(A0)

2.3. CONTEXTUALIZAÇÃO DA INUNDAÇÃO DO RIO PARAOPEBA EM JANEIRO DE 2020

A seguir são apresentados elementos para a contextualização das inundações do rio Paraopeba ocorridas em janeiro de 2020.

Apesar de caracterizadas como um processo ambiental natural, a contextualização das inundações procura prover os recursos necessários à análise da possível intensificação deste fenômeno como efeito do rompimento das barragens B1, B4 e B4-A.

Neste sentido, considerando também que as inundações, estejam ou não atreladas ao rompimento, podem provocar o alagamento de áreas marginais ao rio Paraopeba, faz-se necessário avaliar os potenciais efeitos nas margens afetadas em função das atuais condições de qualidade da água do rio Paraopeba.

Portanto, para melhor compreensão do fenômeno das inundações em janeiro de 2020 e como este pode ocasionar efeitos que são discutidos e apresentados ao longo do Capítulo 2, a seguir são apresentados i) uma caracterização do período chuvoso 2019/2020 para melhor compreensão das inundações, ii) a localização e dimensão das áreas afetadas pelas inundações e iii) a avaliação das áreas afetadas pela deposição de rejeitos em função das inundações.

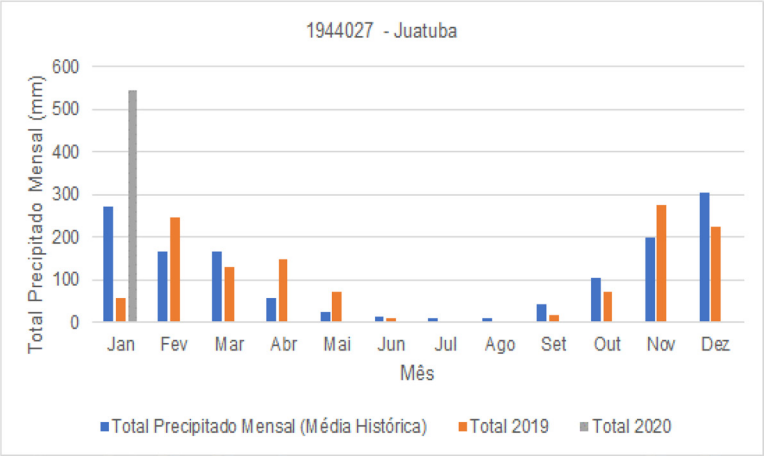
2.3.1. Caracterização do período chuvoso 2019/2020

A análise do período chuvoso de 2019/2020 na bacia hidrográfica do rio Paraopeba, que contempla os meses de outubro de 2019 a março de 2020, mostra que as precipitações começaram a ocorrer, efetivamente, somente nas últimas semanas de outubro.

No primeiro trimestre chuvoso de 2019, em geral, os índices precipitados foram inferiores às médias históricas, no entanto, para os meses oficialmente chuvosos 2019/2020, principalmente para janeiro, fevereiro e março de 2020, verificou-se o aumento substancial das precipitações, com altos índices pluviométricos observados ao longo de toda bacia, especialmente no mês de janeiro de 2020, quando foram registrados valores superiores a 400 mm, inclusive índice próximo de 550 mm em Juatuba (código 1944027), estação da ANA localizada na região do Médio Paraopeba, onde está localizado o Complexo Paraopeba II - Mina Córrego do Feijão. Nesta estação, a média histórica para o mês de janeiro não chega a 300 mm, conforme ilustrado na Figura 2.3.1-1.

As chuvas de 2019/2020, portanto, foram consideradas intensas, atípicas e superiores às médias históricas registradas na região.

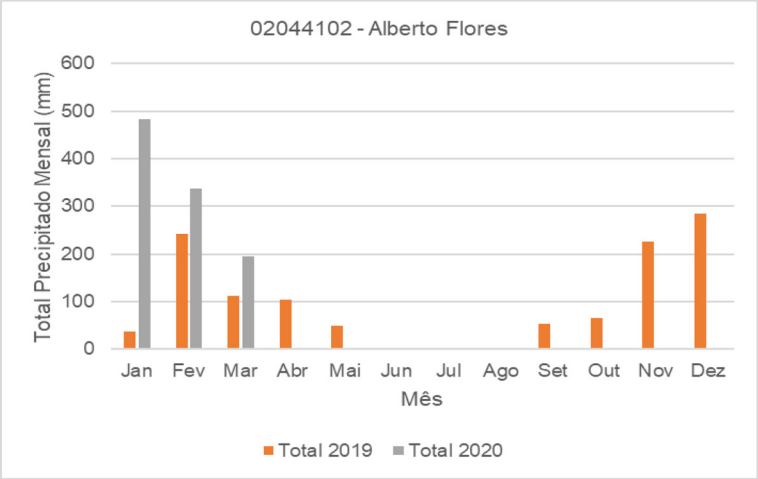
Figura 2.3.1-1 – Índices pluviométricos em 2019 e 2020, em comparação com as médias históricas mensais na estação 1944027 (Juatuba), localizada no Médio Paraopeba.



Nota: Dados não disponíveis para fevereiro e março de 2020.
Fonte: SNIRH (2020). Elaboração: Arcadis, 2020

Tendo em vista que os dados pluviométricos da estação supracitada não estavam disponíveis até março de 2020, a seguir são apresentados os dados de uma estação telemétrica, também localizada no Médio Paraopeba, de forma a ilustrar a variação dos totais precipitados mensais para os meses de janeiro a março quando comparados os anos de 2019 e 2020 (Figura 2.3-2).

Figura 2.3.1-2 – Índices pluviométricos em 2019 em comparação com 2020 na estação 02044102 (Alberto Flores), localizada no Médio Paraopeba.



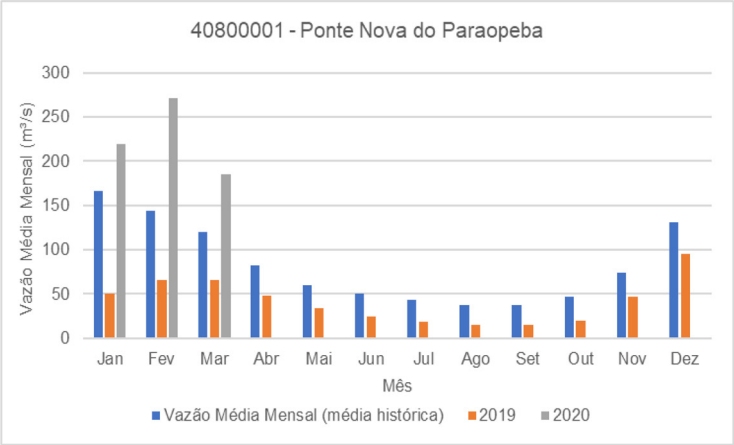
Fonte: SNIRH (2020). Elaboração: Arcadis, 2020.

Um estudo desenvolvido pelo IGAM (2020) corroborou o elevado volume pluviométrico das chuvas de 2019/2020 em estações pluviométricas localizadas na bacia do rio Paraopeba, frente ao restante do estado de Minas Gerais. Segundo este estudo, nas estações de Ibirité e Florestal localizadas na bacia hidrográfica do rio Paraopeba, o volume total acumulado no período de outubro de 2019 a março de 2020 foi de 2.011 mm e 1.748 mm, respectivamente, superando, inclusive, as normais climatológicas para todo o ano nos mesmos locais, que são, respectivamente, de 1.484,8 mm e 1.393,4 mm.

Como o comportamento fluviométrico reflete as condições pluviométricas, as vazões escoadas nos primeiros três meses do ano 2020, em geral, foram superiores às médias históricas em

praticamente todas as estações, ao contrário do observado ao longo de 2019, conforme representado na Figura 2.3.1-3.

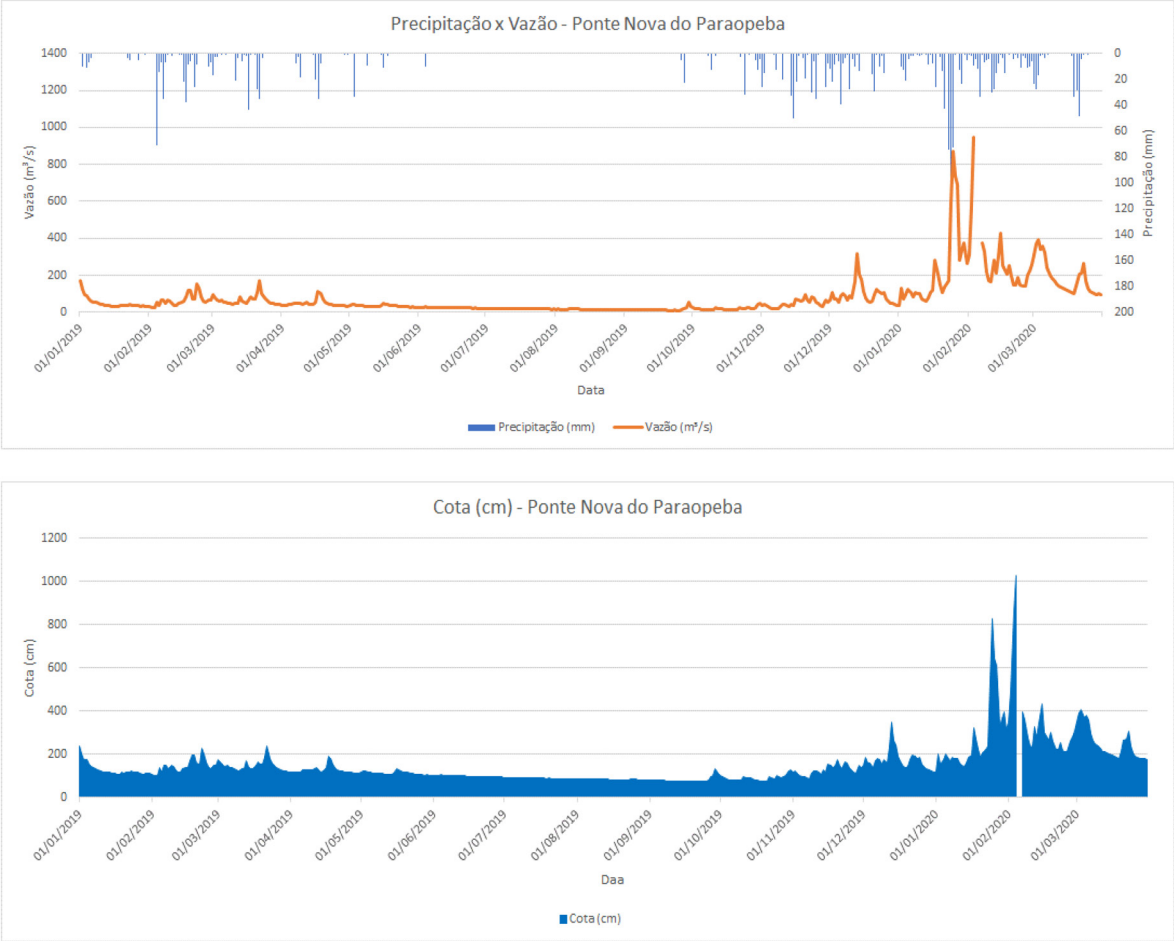
Figura 2.3.1-3 – Vazões médias escoadas em 2019 e 2020, em relação às médias históricas na estação 40800001 (Ponte Nova do Paraopeba), localizada no Médio Paraopeba.



Fonte: SNIRH (2020). Elaboração: Arcadis, 2020

De maneira a ilustrar a magnitude das alterações hidrológicas na bacia do rio Paraopeba no período de medições correspondente ao pós-rompimento, o gráfico a seguir (Figura 2.3.1-4) apresenta o comportamento da vazão (média diária), chuva (acumulado diário) e nível d'água (média diária) da estação 40800001 (Ponte Nova do Paraopeba), situada no rio Paraopeba, em seu médio curso.

Figura 2.3.1-4 – Comportamento da vazão, chuva e nível d'água (cota) na estação 40800001 (Ponte Nova do Paraopeba), localizada no Médio Paraopeba, de janeiro de 2019 a março de 2020.



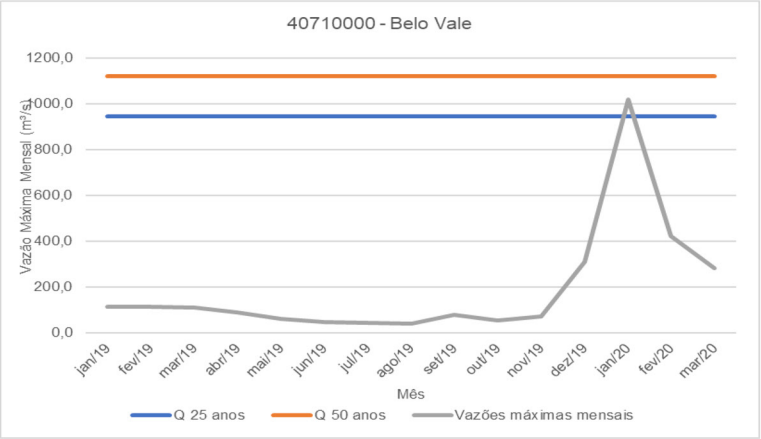
Fonte: SNIRH (2020). Elaboração: Arcadis, 2020.

Os dados apresentados na Figura 2.3.1-4 mostram um aumento abrupto dos valores de vazão e nível d'água neste trecho do rio Paraopeba, especialmente a partir do dia 25/01/2020, com tendência de escoamento de vazões máximas por volta de 25 a 50 anos de período de retorno para os valores escoados nos meses de janeiro e fevereiro de 2020, como reflexo dos altos índices pluviométricos.

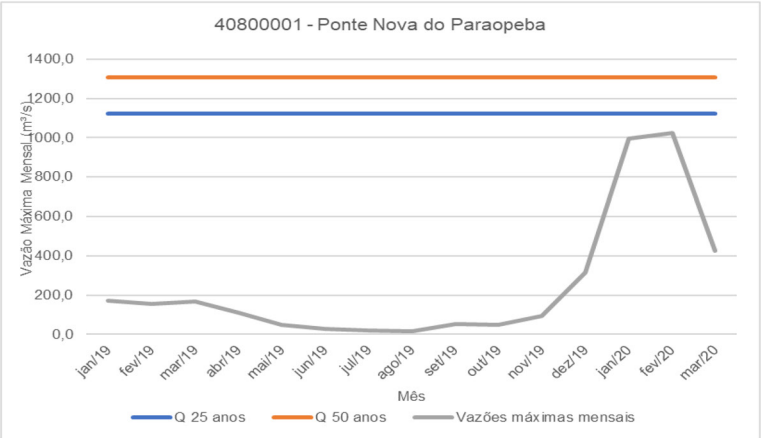
As vazões dos dois primeiros meses de 2020 foram mais de 4 vezes superiores às registradas para janeiro e fevereiro de 2019 e entre 2 e 3 vezes superiores à média histórica para estes mesmos meses, conforme pode ser ilustrado nos gráficos a seguir, que refletem a condição observada em estações localizadas no Alto, Médio e Baixo Paraopeba.

Figura 2.3.1-5 – Comportamento das vazões máximas para o período avaliado.

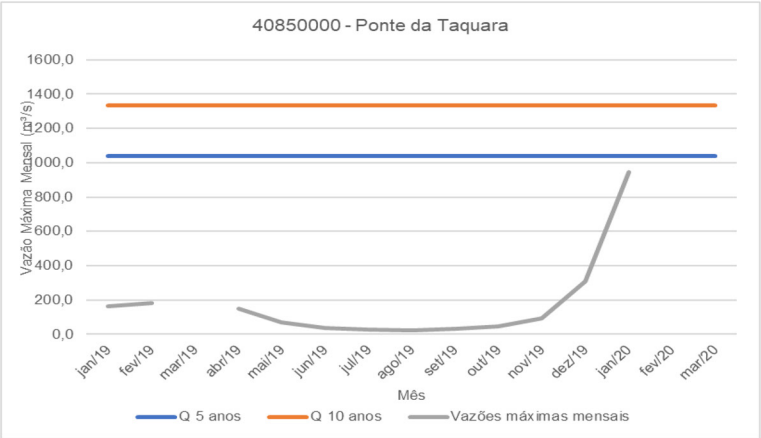
Alto Paraopeba



Médio Paraopeba



Baixo Paraopeba*



*Nota: *não há dados disponíveis em mar/19, fev/20 e mar/20.*
Fonte: SNIRH (2020). Elaboração: Arcadis, 2020.

O elevado volume de chuvas provocou, portanto, aumento de nível e vazão do rio Paraopeba, com consequente extravasamento de água para suas margens. Os municípios mais afetados pela inundação estavam localizados no Médio e Baixo Paraopeba, conforme será detalhado

a seguir (item 2.3.2) e no tópico de Fluviologia da temática de Recursos Hídricos Superficiais (item 2.5.5).

O alto volume pluviométrico também provocou alterações na qualidade da água dos corpos hídricos superficiais. Em geral, em condições de aumento das chuvas, ocorre o carreamento de material alóctone aos corpos hídricos que aumenta a quantidade de nutrientes e de material particulado orgânico e inorgânico, diminuindo a transparência da água e aumentando os processos de decomposição no ambiente. Além disso, o aumento de nível e vazão dos cursos d'água favorece a remobilização do rejeito intracalha e ressuspensão do material depositado no leito dos rios, e todos estes fatores, em conjunto, contribuem para alteração da qualidade da água, conforme será apresentado e discutido no tópico de Qualidade da Água Superficial (item 2.5.5).

Maiores detalhes a respeito das condições pluviométricas e fluviométricas da bacia do rio Paraopeba como um todo e da área do entorno da UHE Três Marias são apresentadas nos tópicos de Pluviologia e Fluviologia da temática de Recursos Hídricos Superficiais (item 2.5.5).

2.3.2. Áreas afetadas pelas inundações do rio Paraopeba

Em função dos efeitos do período chuvoso 2019/2020 apresentados anteriormente, foi realizado, por Synergia (2020), um Levantamento Aéreo de Áreas Alagadas em Decorrência da Cheia do Rio Paraopeba, estudo apresentado na íntegra no Anexo 10 – Volume V deste Capítulo.

O estudo em questão levantou as áreas no entorno do rio Paraopeba que foram alagadas durante as chuvas intensas ocorridas no período chuvoso 2019/2020, mais notadamente nos primeiros meses de 2020. Para isso, foi desenvolvida uma metodologia por meio de cinco etapas, conforme Figura 2.3.2-1. O trecho adotado nas análises contemplou o eixo do rio Paraopeba, com início no município de Brumadinho em região a montante da confluência com o ribeirão Ferro-Carvão e seguiu até o ponto final definido a montante da UHE Retiro Baixo, considerando que aquela região já possui dinâmica de alagamentos frequentes, após a construção da usina, devido à influência de sua operação.

Figura 2.3.2-1 - Metodologia do estudo de Synergia (2020).

Fonte: Synergia, 2020.

As áreas afetadas pela mancha de inundação decorrente das cheias de 2020 ocuparam 4.135,75 ha na bacia do rio Paraopeba. Essas áreas estão situadas no trecho entre o município de Brumadinho indo até a região de Pompéu e Curvelo, montante do reservatório da UHE Retiro Baixo. Neste trecho estão inseridos 16 municípios que tiveram áreas afetadas pela mancha de inundação (Synergia, 2020).

Nas áreas afetadas pelas cheias foram mapeadas 226 poligonais, que apresentam área variando de 0,026 ha até 278,57 ha, sendo as maiores extensões dos alagamentos se deram a partir dos municípios de Esmeraldas e Pará de Minas, ocupando áreas ainda maiores nos municípios de Papagaios e Paraopeba (Synergia, 2020).

Na Tabela 2.3.2-1 estão apresentados os quantitativos gerais de uso do solo e cobertura vegetal afetados pela mancha de inundação[4] e, após a discussão dos dados, são apresentados na Tabela 2.3.2-2 os quantitativos separados por município.

Tabela 2.3.2-1 Áreas de uso do solo e Cobertura vegetal afetada pelas cheias.

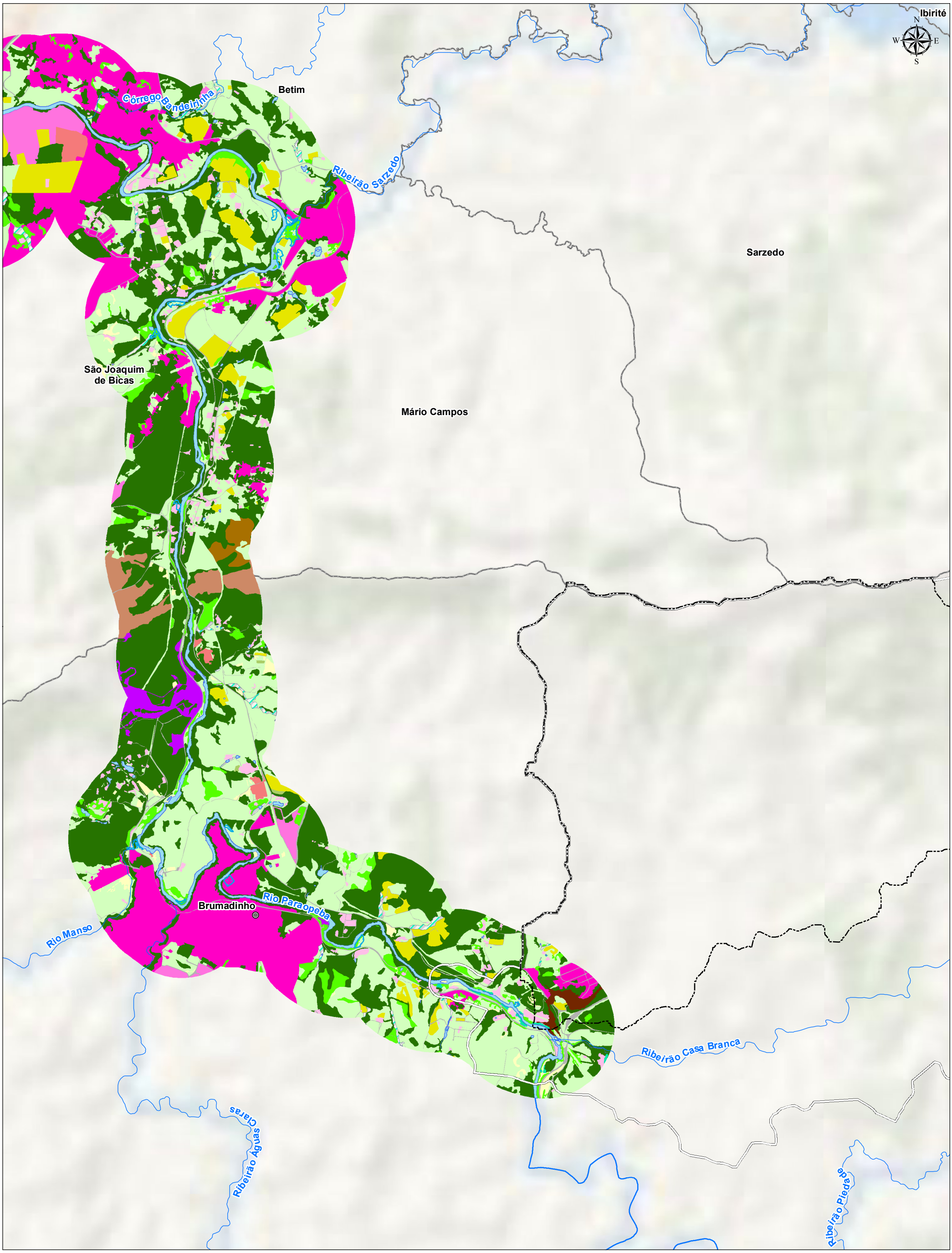
Uso do Solo na mancha de inundação	Área	
	ha	%
Formações naturais		
Área úmida	571,77	13,8%
Cerrado	3,49	0,1%
Corpos d'água	52,33	1,3%
Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	70,66	1,7%
Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	644,30	15,6%
Formações campestres do Cerrado	7,21	0,2%
Subtotal	**1.349,76**	**32,6%**
Tipologias de uso e ocupação antrópicas		
Área urbana	4,88	0,1%
Área urbana com baixo grau de ocupação	0,61	0,0%
Campo antrópico/ pastagem	2.388,61	57,8%
Cultivo agrícola	317,32	7,7%
Ocupação rural	12,28	0,3%
Silvicultura	1,83	0,0%
Sistema viário	8,54	0,2%
Solo exposto	51,91	1,3%
Sub-total	**2.785,98**	**67,4%**
Totais	**4.135,75**	**100%**

Elaboração: Arcadis, 2020.

O Mapa 2.3.2-1 apresenta as áreas de uso do solo e cobertura vegetal afetada pelas cheias.

[4] Para delimitação e quantificação do uso do solo e cobertura vegetal nas áreas afetadas pelas cheias, foi utilizado um mapeamento realizado em uma escala de trabalho de 1:5.000 ou melhor, utilizando um mosaico de imagens dos satélites Wolrdview3 e Geoeye1 com data de 01 de fevereiro de 2019 e resolução espacial de 50 centímetros. Esse mapeamento foi executado dentro de buffer de 1 km de largura a partir de cada margem do rio Paraopeba, de modo que todas as áreas que tiveram alagamentos decorrentes das cheias de janeiro de 2020 estivessem cobertas. Esta base foi sobreposta com as poligonais das manchas de alagamento (Synergia,2020) para obter o uso em cada uma delas. Maiores informações estão apresentadas no Item 2.5.10.1.

Mapa 2.3.2-1 – Uso e Cobertura do Solo na faixa de 1 km das margens do rio Paraopeba a jusante do ribeirão Ferro-Carvão e manchas de inundação.



LEGENDA

- Sede municipal
- Rede hidrográfica
- Sub-bacia hidrográfica do ribeirão Ferro-Carvão
- Área de estudo de detalhe
- Áreas de inundação
- Limite municipal

Uso e cobertura do solo

- Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio-avançado
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial
- Bambuzal
- Silvicultura
- Campo antrópico/Pastagem
- Cerrado
- Formação Campestre do Cerrado
- Cultivo agrícola
- Solo exposto
- Habitação rural
- Área urbana com baixo grau de ocupação
- Área industrial
- Área urbana
- Área de mineração
- Área de deposição do rejeito
- Área úmida
- Corpo d'água
- Sistema viário

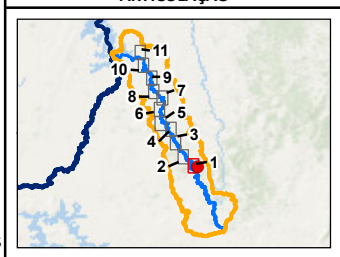
FONTES:
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018;
-HIDROGRAFIA DE DETALHE: ARCADIS, 2019;
-LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2018;
-ÁREAS DE INUNDAÇÃO: SYNERGIA, 2020;
-USO DO SOLO: ARCADIS, 2020.

ESCALA GRÁFICA

0 0,5 1 Km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

ARTICULAÇÃO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

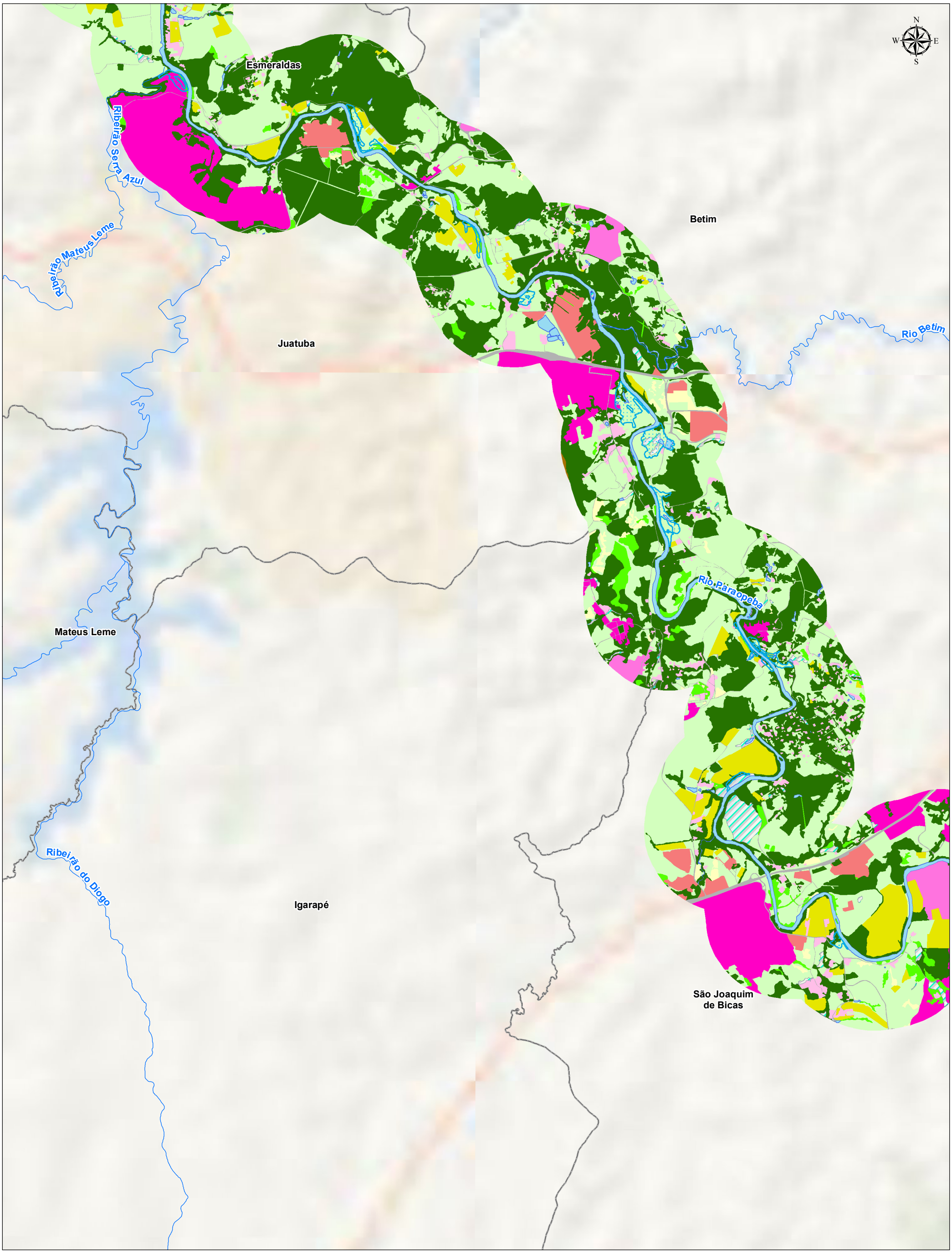
CLIENTE: VALE

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO: PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO: USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NO BUFFER DE 1 KM DO RIO PARAOPEBA FOLHA 01 DE 11

SOLICITANTE:	RESP. CARTO.:	VERSÃO:	
F.R	W.H.O.S	☐ PRELIMINAR	■ FINAL
CÓDIGO PROJETO: 52.268	ESCALA: 1:50.000	FOLHA: A3	DATA: OUT /2020



LEGENDA

- Rede hidrográfica
- Áreas de inundação
- Limite municipal

Uso e cobertura do solo

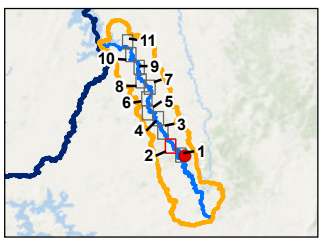
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio-avançado
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial
- Campo antrópico/Pastagem
- Cerrado
- Cultivo agrícola
- Solo exposto
- Habitação rural
- Área urbana com baixo grau de ocupação
- Área industrial
- Área urbana
- Área úmida
- Corpo d'água
- Sistema viário

FONTES:
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018;
-HIDROGRAFIA DE DETALHE: ARCADIS, 2019;
-LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2018;
-ÁREAS DE INUNDAÇÃO: SYNERGIA, 2020;
-USO DO SOLO: ARCADIS, 2020.

ESCALA GRÁFICA
0 0,5 1 Km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

ARTICULAÇÃO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

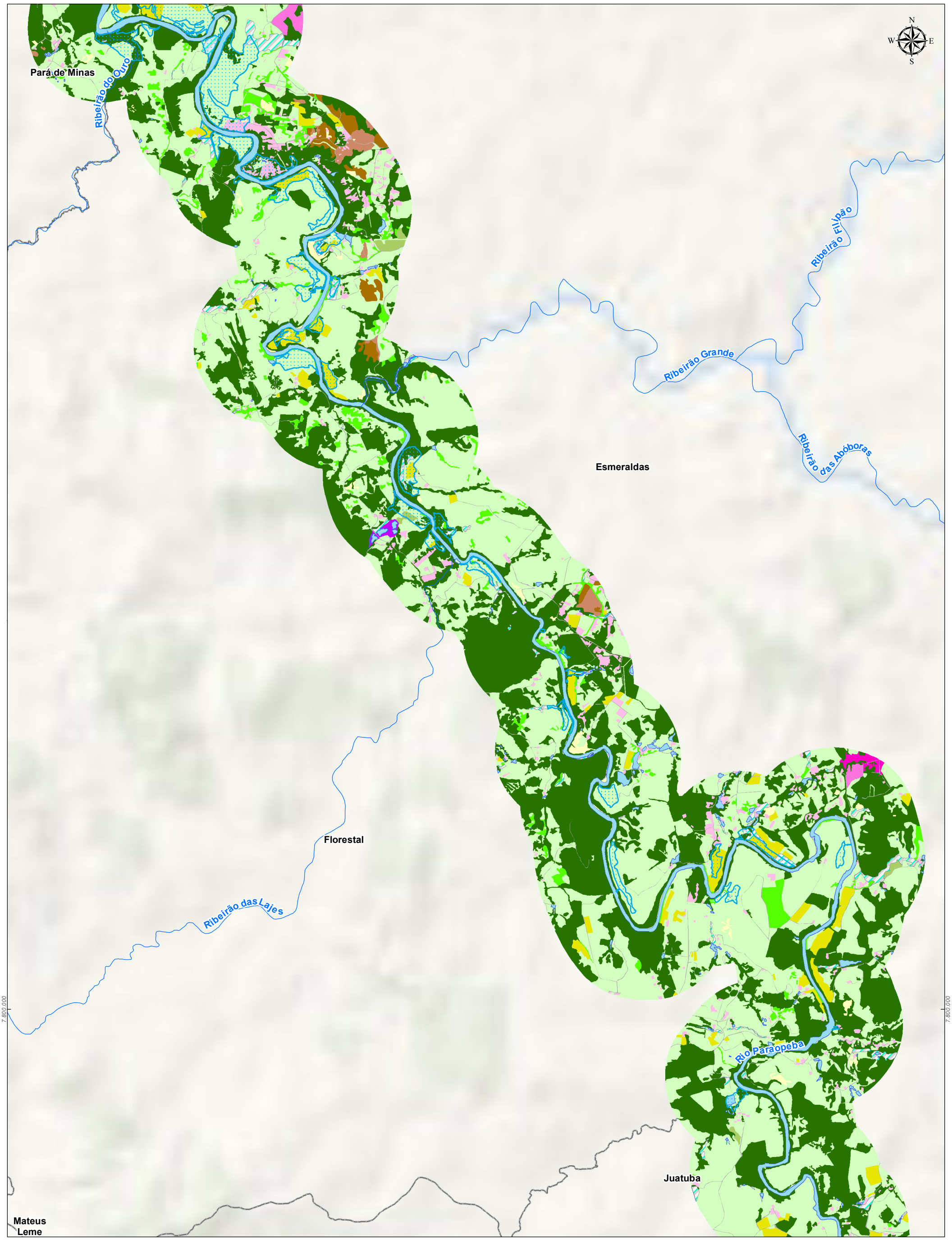
CLIENTE: VALE

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO: PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO: USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NO BUFFER DE 1 KM DO RIO PARAOPEBA FOLHA 02 DE 11

SOLICITANTE:	RESP. CARTO.:	VERSÃO:	
F.R	W.H.O.S	☐ PRELIMINAR	■ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:50.000	A3	OUT /2020



LEGENDA

- Rede hidrográfica
- Áreas de inundação
- Limite municipal

Uso e cobertura do solo

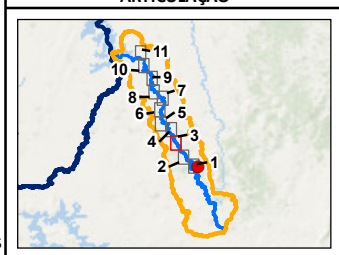
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio-avançado
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial
- Silvicultura
- Campo antrópico/Pastagem
- Cerrado
- Formação Campestre do Cerrado
- Cultivo agrícola
- Solo exposto
- Habitação rural
- Área urbana com baixo grau de ocupação
- Área urbana
- Área de mineração
- Área úmida
- Corpo d'água
- Sistema viário

FONTES:
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018;
-HIDROGRAFIA DE DETALHE: ARCADIS, 2019;
-LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2018;
-ÁREAS DE INUNDAÇÃO: SYNERGIA, 2020;
-USO DO SOLO: ARCADIS, 2020.

ESCALA GRÁFICA
0 0,5 1 Km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

ARTICULAÇÃO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

CLIENTE: VALE

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO: PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO: USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NO BUFFER DE 1 KM DO RIO PARAOPEBA FOLHA 03 DE 11

SOLICITANTE:	RESP. CARTO.:	VERSÃO:	
F.R	W.H.O.S	☐ PRELIMINAR	■ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:50.000	A3	OUT /2020

Fortuna de Minas

Rio Paraopeba

São José da Varginha

Esmeraldas

Ribeirão Rancho

Ribeirão Cova d'Anta

Ribeirão Bento da Costa

Pará de Minas

LEGENDA

- Rede hidrográfica
- Áreas de inundação
- Limite municipal

Uso e cobertura do solo

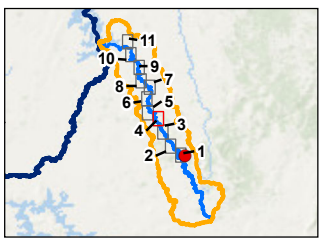
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio-avançado
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial
- Silvicultura
- Campo antrópico/Pastagem
- Cerrado
- Formação Campestre do Cerrado
- Cultivo agrícola
- Solo exposto
- Habitação rural
- Área urbana com baixo grau de ocupação
- Área urbana
- Área úmida
- Corpo d'água
- Sistema viário

FONTES:
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018;
-HIDROGRAFIA DE DETALHE: ARCADIS, 2019;
-LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2018;
-ÁREAS DE INUNDAÇÃO: SYNERGIA, 2020;
-USO DO SOLO: ARCADIS, 2020.

ESCALA GRÁFICA
0 0,5 1 Km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

ARTICULAÇÃO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

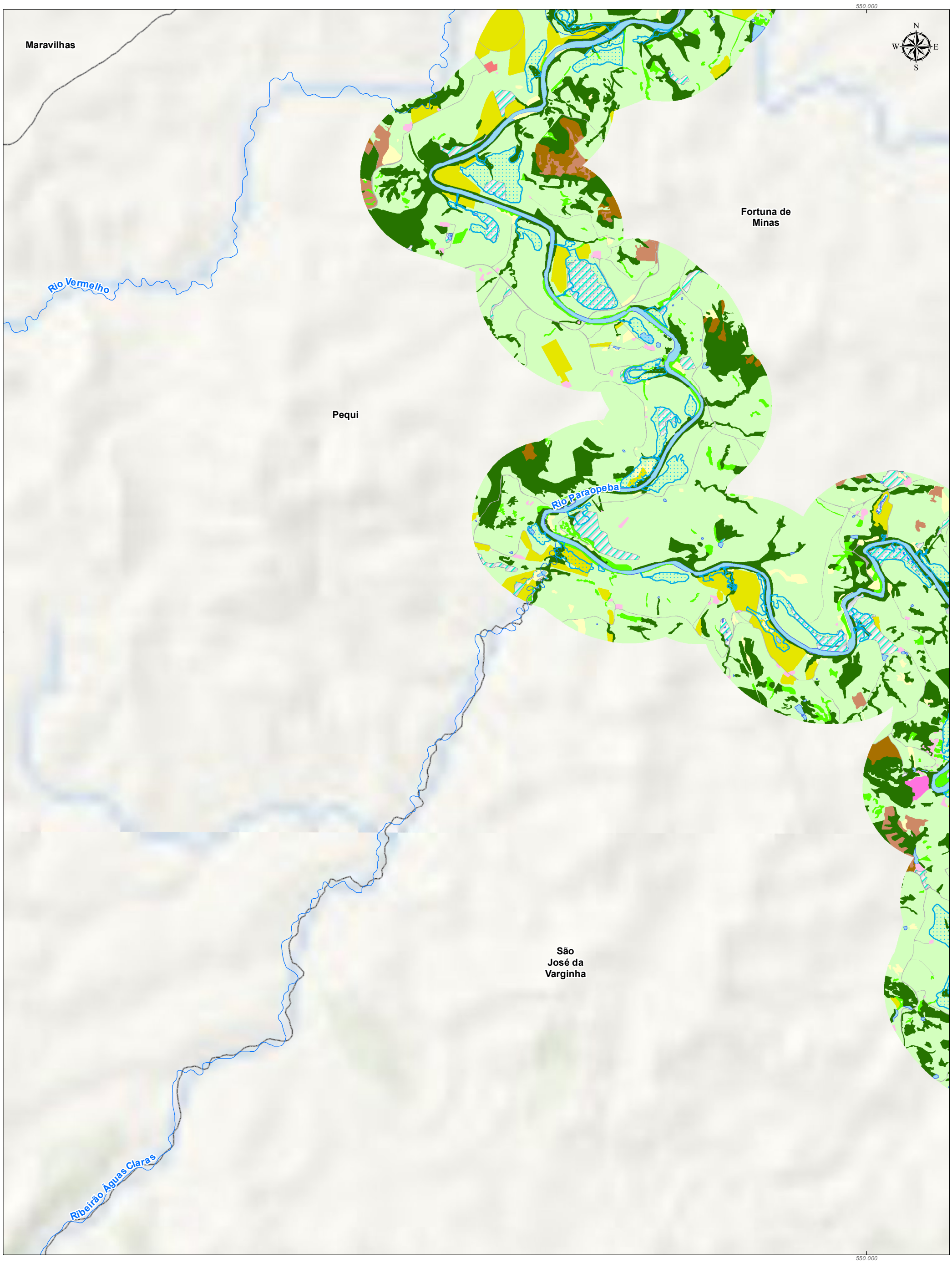
CLIENTE: VALE

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO: PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO: USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NO BUFFER DE 1 KM DO RIO PARAOPEBA FOLHA 04 DE 11

SOLICITANTE:	RESP. CARTO.:	VERSÃO:	
F.R	W.H.O.S	☐ PRELIMINAR	■ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:50.000	A3	OUT /2020



LEGENDA

- Rede hidrográfica
- Áreas de inundação
- Limite municipal

Uso e cobertura do solo

- Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio-avançado
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial
- Campo antrópico/Pastagem
- Cerrado
- Formação Campestre do Cerrado
- Cultivo agrícola
- Solo exposto
- Habitação rural
- Área urbana com baixo grau de ocupação
- Área industrial
- Área úmida
- Corpo d'água
- Sistema viário

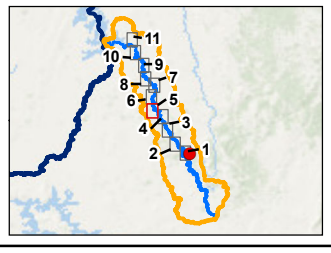
FONTES:
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018;
-HIDROGRAFIA DE DETALHE: ARCADIS, 2019;
-LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2018;
-ÁREAS DE INUNDAÇÃO: SYNERGIA, 2020;
-USO DO SOLO: ARCADIS, 2020.

ESCALA GRÁFICA

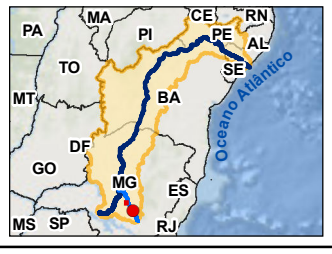
0 0,5 1 Km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

ARTICULAÇÃO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



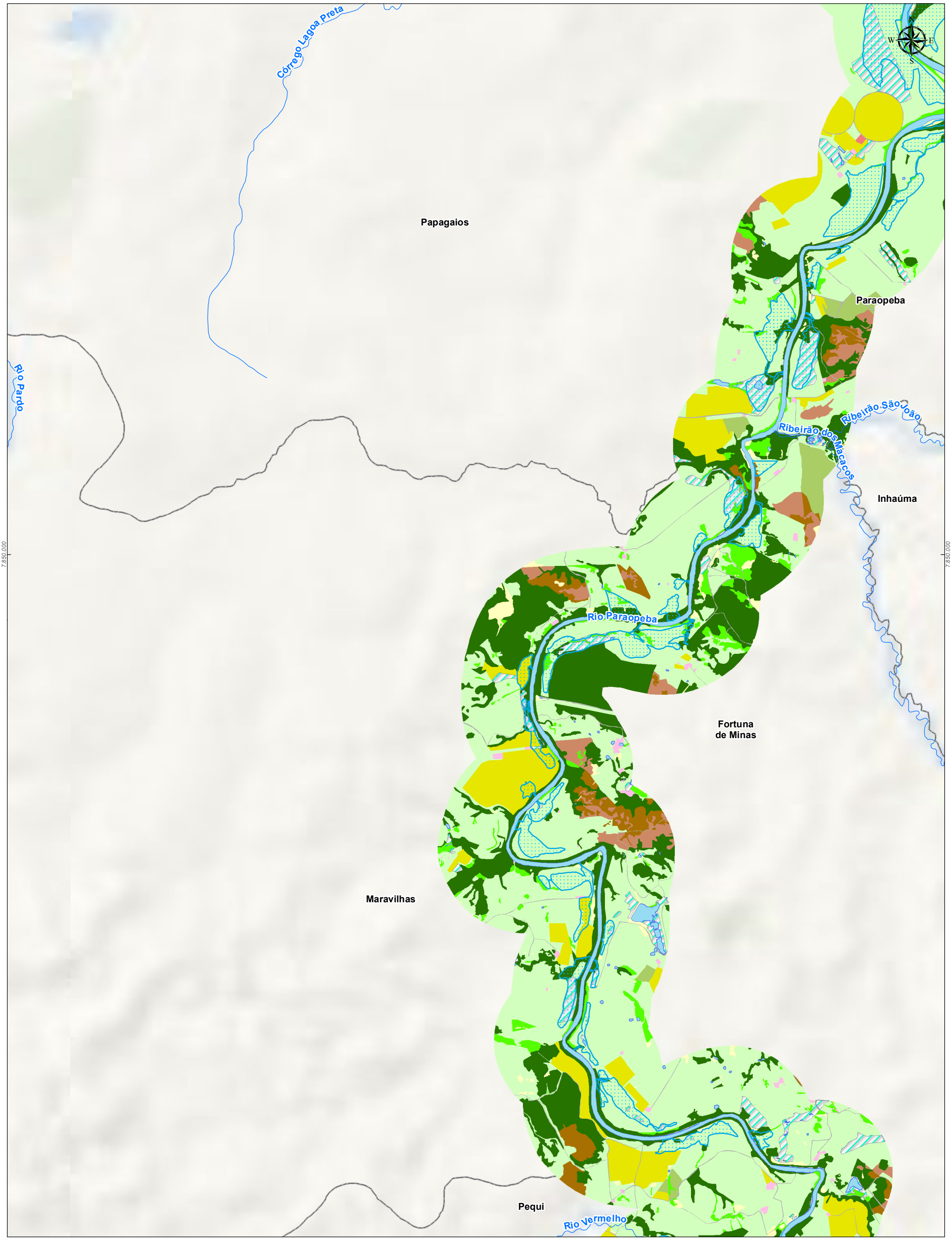
CLIENTE: VALE

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO: PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO: USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NO BUFFER DE 1 KM DO RIO PARAOPEBA FOLHA 05 DE 11

SOLICITANTE:	RESP. CARTO.:	VERSÃO:	
F.R	W.H.O.S	☐ PRELIMINAR	■ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:50.000	A3	OUT /2020



LEGENDA

- Rede hidrográfica
- Áreas de inundação
- Limite municipal

Uso e cobertura do solo

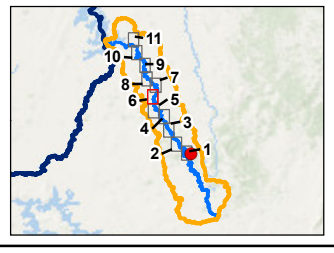
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio-avançado
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial
- Silvicultura
- Campo antrópico/Pastagem
- Cerrado
- Formação Campestre do Cerrado
- Cultivo agrícola
- Solo exposto
- Habitação rural
- Área industrial
- Área úmida
- Corpo d'água
- Sistema viário

FONTES:
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018;
-HIDROGRAFIA DE DETALHE: ARCADIS, 2019;
-LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2018;
-ÁREAS DE INUNDAÇÃO: SYNERGIA, 2020;
-USO DO SOLO: ARCADIS, 2020.

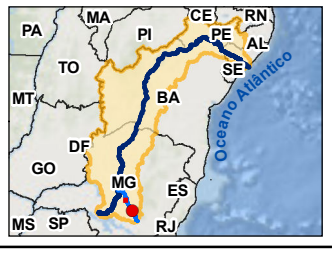
ESCALA GRÁFICA
0 0,5 1 Km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

ARTICULAÇÃO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



CLIENTE: VALE

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO: PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO: USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NO BUFFER DE 1 KM DO RIO PARAOPEBA FOLHA 06 DE 11

SOLICITANTE:	RESP. CARTO.:	VERSÃO:	
F.R	W.H.O.S	☐ PRELIMINAR	■ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:50.000	A3	OUT /2020

550.000

N
W E
S

Ribeirão do Chico

Paraopeba

Caetanópolis

Ribeirão do Cedro

Ribeirão da Lagoa Dourada

Papagaios

Rio Paraopeba

Córrego Lagoa Preta

550.000

LEGENDA

- Rede hidrográfica
- Áreas de inundação
- Limite municipal

Uso e cobertura do solo

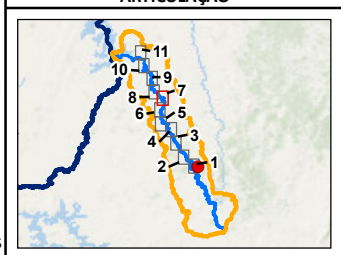
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio-avançado
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial
- Silvicultura
- Campo antrópico/Pastagem
- Cerrado
- Formação Campestre do Cerrado
- Cultivo agrícola
- Solo exposto
- Habitação rural
- Área industrial
- Área de mineração
- Área úmida
- Corpo d'água
- Sistema viário

FONTES:
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018;
-HIDROGRAFIA DE DETALHE: ARCADIS, 2019;
-LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2018;
-ÁREAS DE INUNDAÇÃO: SYNERGIA, 2020;
-USO DO SOLO: ARCADIS, 2020.

ESCALA GRÁFICA
0 0,5 1 Km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

ARTICULAÇÃO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

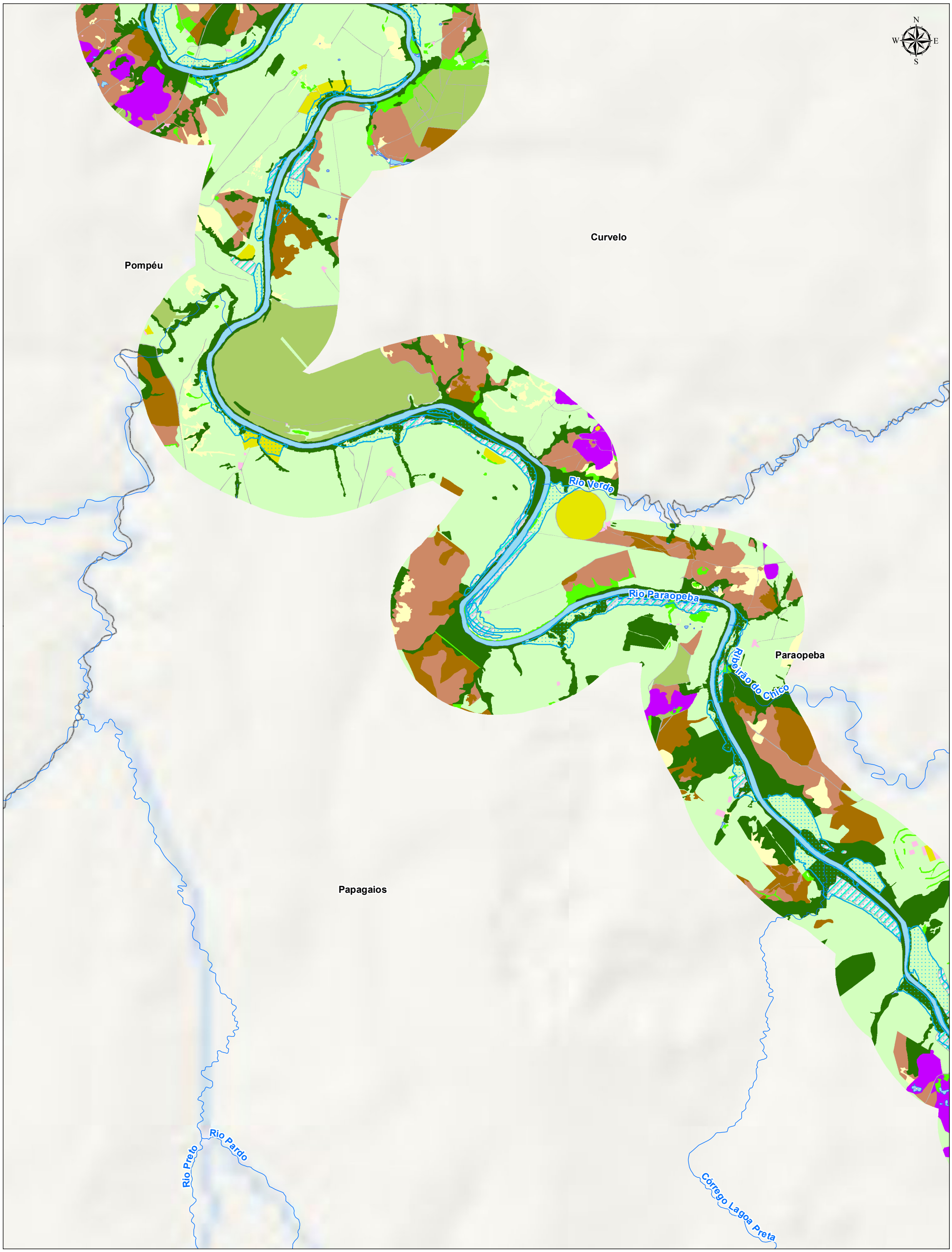
CLIENTE: VALE

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO:
PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO:
USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NO BUFFER DE 1 KM DO RIO PARAOPEBA
FOLHA 07 DE 11

SOLICITANTE:	RESP. CARTO.:	VERSÃO:	
F.R	W.H.O.S	☐ PRELIMINAR	■ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:50.000	A3	OUT /2020



LEGENDA

- Rede hidrográfica
- Áreas de inundação
- Limite municipal

Uso e cobertura do solo

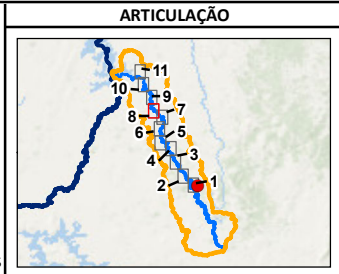
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio-avançado
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial
- Silvicultura
- Campo antrópico/Pastagem
- Cerrado
- Formação Campestre do Cerrado
- Cultivo agrícola
- Solo exposto
- Habitação rural
- Área de mineração
- Área úmida
- Corpo d'água
- Sistema viário

FONTES:
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018;
-HIDROGRAFIA DE DETALHE: ARCADIS, 2019;
-LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2018;
-ÁREAS DE INUNDAÇÃO: SYNERGIA, 2020;
-USO DO SOLO: ARCADIS, 2020.

ESCALA GRÁFICA
0 0,5 1 Km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

ARTICULAÇÃO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

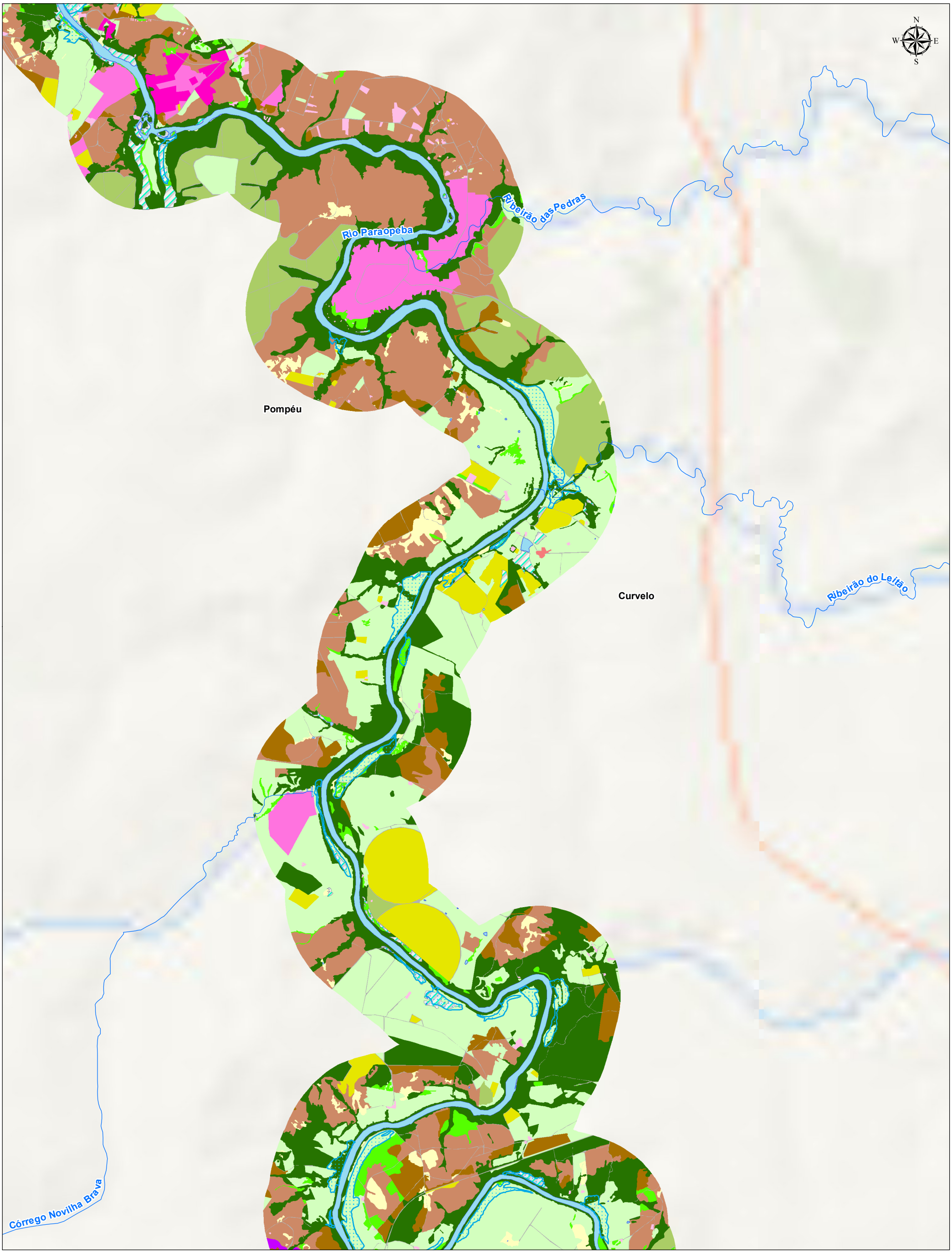
CLIENTE: VALE

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO: PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO: USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NO BUFFER DE 1 KM DO RIO PARAOPEBA FOLHA 08 DE 11

SOLICITANTE:	RESP. CARTO.:	VERSÃO:	
F.R	W.H.O.S	☐ PRELIMINAR	■ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:50.000	A3	OUT /2020



LEGENDA

- Rede hidrográfica
- Áreas de inundação
- Limite municipal

Uso e cobertura do solo

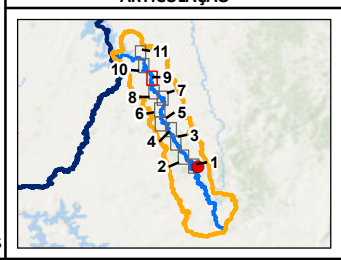
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio-avançado
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial
- Silvicultura
- Campo antrópico/Pastagem
- Cerrado
- Formação Campestre do Cerrado
- Cultivo agrícola
- Solo exposto
- Habitação rural
- Área urbana com baixo grau de ocupação
- Área industrial
- Área urbana
- Área de mineração
- Área úmida
- Corpo d'água
- Sistema viário

FONTES:
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018;
-HIDROGRAFIA DE DETALHE: ARCADIS, 2019;
-LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2018;
-ÁREAS DE INUNDAÇÃO: SYNERGIA, 2020;
-USO DO SOLO: ARCADIS, 2020.

ESCALA GRÁFICA
0 0,5 1 Km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

ARTICULAÇÃO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

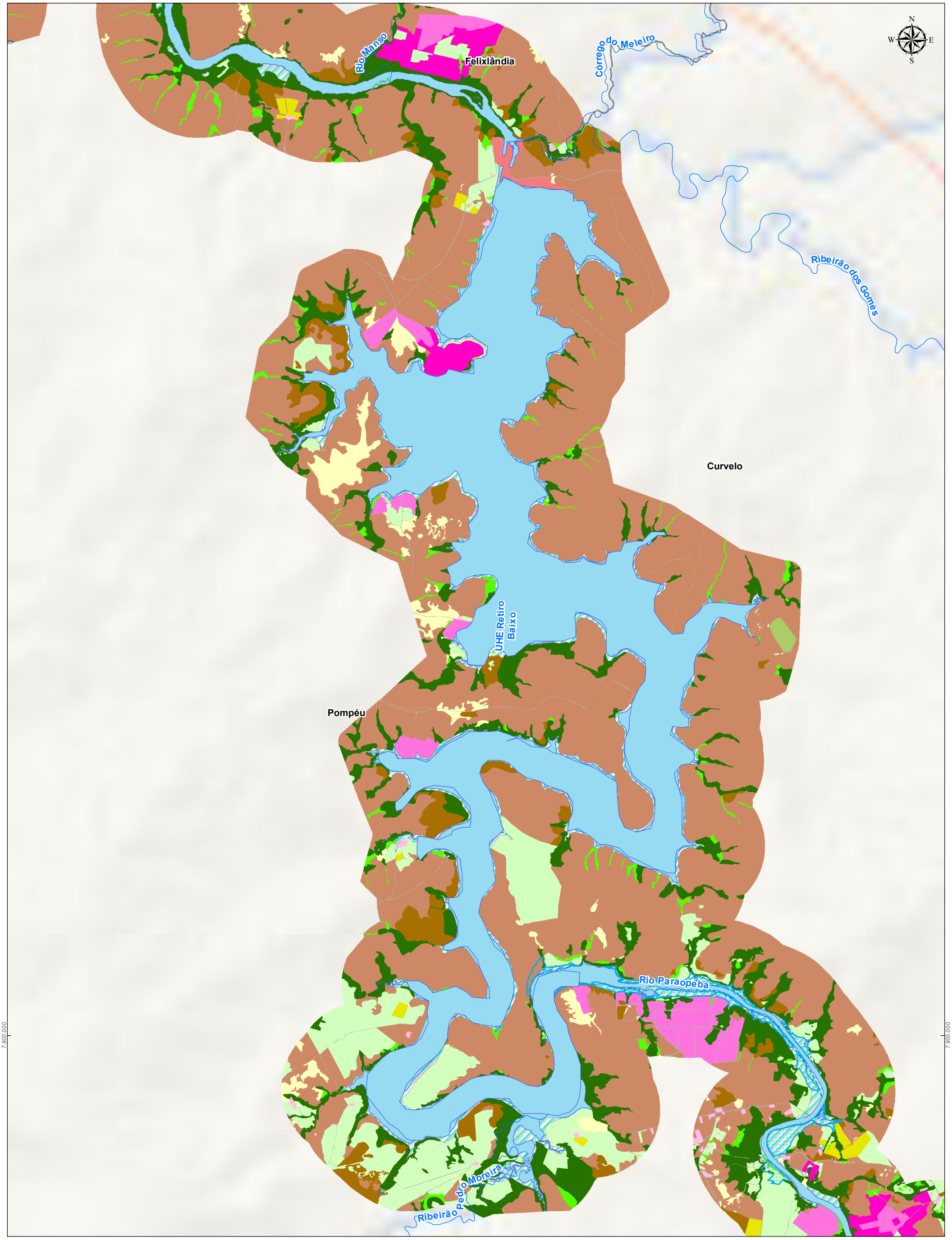
CLIENTE: VALE

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO: PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO: USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NO BUFFER DE 1 KM DO RIO PARAOPEBA FOLHA 09 DE 11

SOLICITANTE:	RESP. CARTO.:	VERSÃO:	
F.R	W.H.O.S	☐ PRELIMINAR	■ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:50.000	A3	OUT /2020



LEGENDA

- Rede hidrográfica
- Áreas de inundação
- Limite municipal

Uso e cobertura do solo

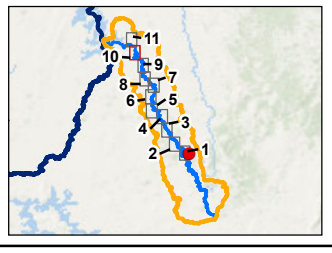
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio-avançado
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial
- Silvicultura
- Campo antrópico/Pastagem
- Cerrado
- Formação Campestre do Cerrado
- Cultivo agrícola
- Solo exposto
- Habitação rural
- Área urbana com baixo grau de ocupação
- Área industrial
- Área urbana
- Área úmida
- Corpo d'água
- Sistema viário

FONTES:
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018;
-HIDROGRAFIA DE DETALHE: ARCADIS, 2019;
-LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2018;
-ÁREAS DE INUNDAÇÃO: SYNERGIA, 2020;
-USO DO SOLO: ARCADIS, 2020.

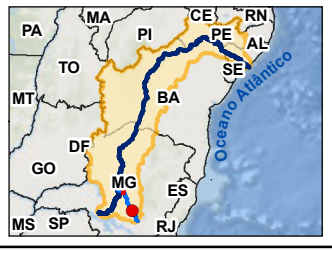
ESCALA GRÁFICA
0 0,5 1 Km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

ARTICULAÇÃO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO



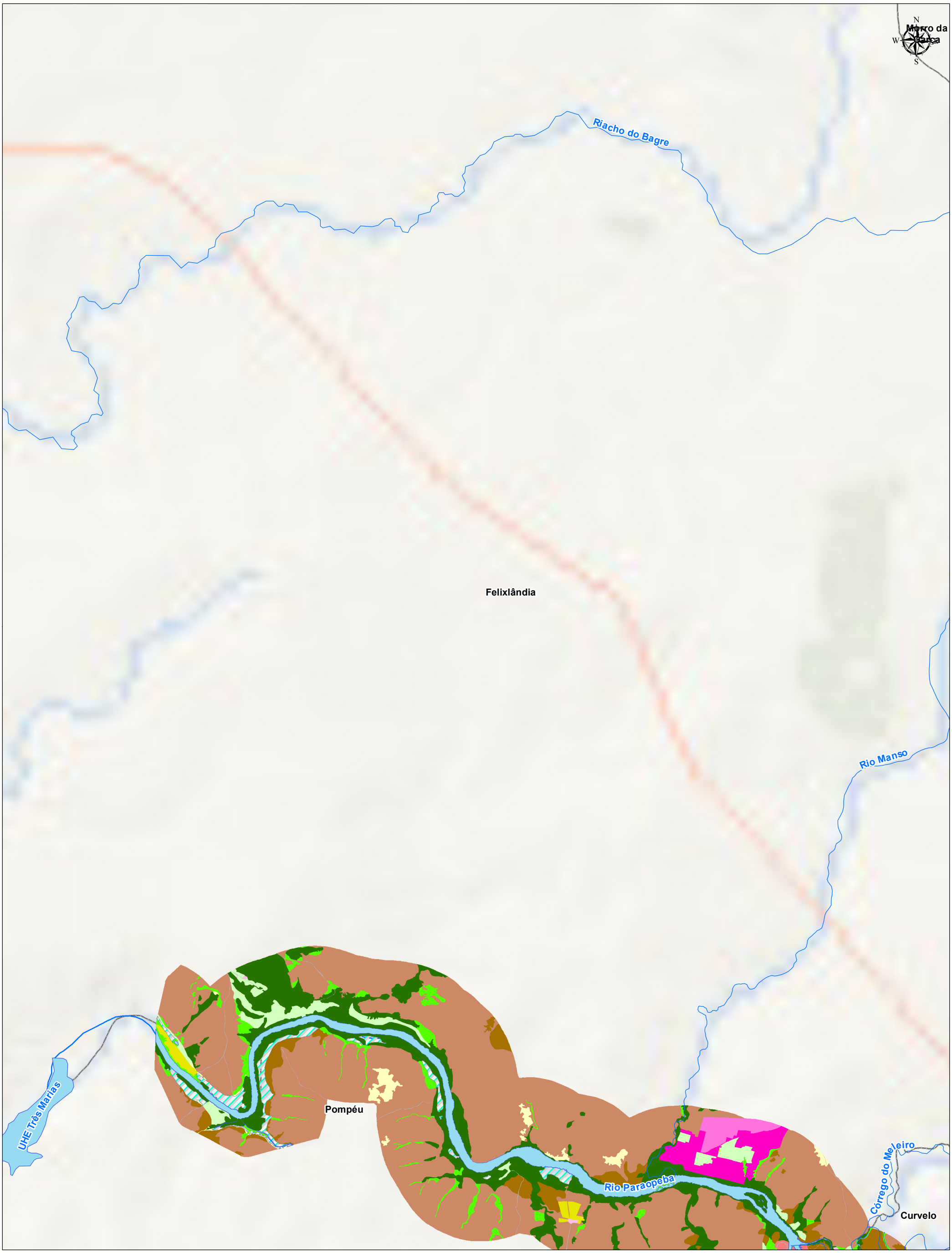
CLIENTE: VALE

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO: PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO: USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NO BUFFER DE 1 KM DO RIO PARAOPEBA FOLHA 10 DE 11

SOLICITANTE:	RESP. CARTO.:	VERSÃO:	
F.R	W.H.O.S	☐ PRELIMINAR	■ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:50.000	A3	OUT /2020



LEGENDA

- Rede hidrográfica
- Limite municipal

Uso e cobertura do solo

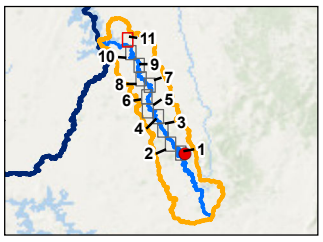
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio-avançado
- Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial
- Campo antrópico/Pastagem
- Cerrado
- Formação Campestre do Cerrado
- Cultivo agrícola
- Solo exposto
- Habitação rural
- Área urbana com baixo grau de ocupação
- Área industrial
- Área urbana
- Área úmida
- Corpo d'água
- Sistema viário

FONTES:
-BASE HIDROGRÁFICA: ANA, 2018;
-HIDROGRAFIA DE DETALHE: ARCADIS, 2019;
-LIMITE TERRITORIAL: IBGE, 2018;
-ÁREAS DE INUNDAÇÃO: SYNERGIA, 2020;
-USO DO SOLO: ARCADIS, 2020.

ESCALA GRÁFICA
0 0,5 1 Km

DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 23S

ARTICULAÇÃO



CROQUI DE LOCALIZAÇÃO

CLIENTE: VALE

ARCADIS Design & Consultancy for natural and built assets

RELATÓRIO: PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

TÍTULO: USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL NO BUFFER DE 1 KM DO RIO PARAOPEBA FOLHA 11 DE 11

SOLICITANTE:	RESP. CARTO.:	VERSÃO:	
F.R	W.H.O.S	☐ PRELIMINAR	■ FINAL
CÓDIGO PROJETO:	ESCALA:	FOLHA:	DATA:
52.268	1:50.000	A3	OUT /2020

Seguindo o padrão observado para toda a bacia hidrográfica do rio Paraopeba já no cenário pré-rompimento das barragens B1, B4 e B4-A, são os campos antrópicos/ pastagens a principal ocupação do solo na faixa mapeada em detalhe, que abrange a largura de um quilômetro de cada margem do Paraopeba. A classe 'campo antrópico/pastagem' recobre 37,6% dessa área mapeada.

Conforme se desce no curso do rio, essa tendência é acentuada, e, da porção central da área mapeada até pouco acima do remanso do reservatório de Retiro Baixo, entre os municípios de Pará de Minas e Esmeraldas a Papagaios e Paraopeba, os campos antrópicos/ pastagens ocupam 50% do território ou mais, sendo que nos municípios de São José da Varginha e Pequi, esse percentual sobe para ao redor dos 60%.

Não à toa, essa foi a classe de uso e ocupação do solo mais frequente nas áreas atingidas pelas cheias (depois dos corpos d'água), representando 57,8% das áreas inundadas. Isso indica a ocupação das várzeas por áreas de baixo rendimento econômico (pecuária extensiva) e a escassez de vegetação ciliar que deveria compor as imediações do rio Paraopeba originalmente.

A extensão dos campos antrópicos na bacia do Paraopeba é tão significativa que as áreas de campo antrópico alagadas representam somente 10,5% do total dessa classe na faixa de um quilômetro mapeada. Todo este cenário, no entanto, retrata uma ocupação histórica da região, e não uma modificação pós-rompimento das barragens da Mina Córrego do Feijão.

A tipologia de uso do solo mais atingida, proporcionalmente à área que ocupa na faixa mapeada, é a 'área úmida'. As áreas úmidas representam quase 14% das áreas que sofreram alagamento em função das cheias ocorridas no início de 2020. Porém, perfazem apenas 2,6% da área total mapeada, o que significa que foram muito atingidas: mais de 36% receberam aporte de água oriunda do extravasamento do rio Paraopeba.

A afetação das áreas úmidas pelas cheias era esperada, uma vez que essas áreas se concentram nas várzeas do rio Paraopeba e de seus tributários. Essas áreas compõem naturalmente brejos e lagoas marginais, cujos alagamentos periódicos são parte de sua dinâmica própria.

A segunda classe mais atingida foi a que compreende as áreas de cultivo agrícola. Dos mais de dois mil hectares recobertos por cultivo agrícola presentes na faixa de 1 km de cada margem do rio Paraopeba, cerca de 320 ha foram atingidos pelas cheias, o que representa 14,2% da área mapeada. No entanto, os cultivos agrícolas perfazem apenas 7,7% do total de áreas inundadas. E, quando se analisa a representatividade dos cultivos agrícolas na faixa mapeada, nota-se que esses são muito pouco expressivos, recobrindo menos de 4% do total. Essa tipologia de uso do solo concentra-se, quando considerada a faixa de 1 km das margens do rio, nos municípios de São Joaquim de Bicas e Mário Campos, vizinhos a Brumadinho, e Maravilhas e Pequi, já próximos à região do Baixo Paraopeba.

No total, as áreas alagadas devido ao extravasamento do rio Paraopeba representam 6,8% da área mapeada considerando a faixa de um quilômetro de cada uma de suas margens. Essa mesma proporção ou proporções inferiores são observadas para as demais tipologias de uso e ocupação do solo afetadas. Isso indica que as inundações afetaram essas outras classes de recobrimento do solo em proporções mais ou menos similares ou inferiores às proporções que essas classes ocupam no trecho mapeado.

As classes de recobrimento do solo mais frequentes na área mapeada, depois de 'campo antrópico/pastagem', foram as Florestas Estacionais Semidecíduas em estágio médio avançado de regeneração, que abrangem 22,1% do total, e as 'formações campestres do Cerrado', que representam os campos limpos, campos sujos e campos cerrados de Coutinho (1978), ou as savanas parque e savanas gramíneo-lenhosas do IBGE (2019), e recobrem 13,4% da área mapeada. Ambas tratam de formações vegetais nativas, de ocorrência natural na área em análise.

A Floresta Estacional Semidecidual em estágio médio avançado de regeneração, apesar de apresentar áreas expressivas na região do Baixo Paraopeba mapeada, nos municípios de Curvelo e Pompéu, são mais frequentes e representativas nos trechos mais a montante da faixa mapeada. São os municípios de Brumadinho, Mário Campos, São Joaquim de Bicas, Igarapé, Betim, Juatuba, Florestal, Pará de Minas e Esmeraldas que apresentam mais de 30% de sua área abrangida pela faixa de um quilômetro recoberta pela floresta em estágio médio avançado de regeneração. Merecem destaque Florestal, Brumadinho e Betim, com 38%, 35% e 37% de seus territórios recobertos por essa vegetação na área mapeada, o que é visível no mapa "Uso e Cobertura do Solo na faixa de 1 km das margens do rio Paraopeba a jusante do ribeirão Ferro-Carvão e manchas de inundação" (Mapa 2.3.2-1).

Uma vez que as maiores extensões dos alagamentos se deram a partir dos municípios de Esmeraldas e Pará de Minas, ocupando áreas ainda maiores nos municípios de Papagaios e Paraopeba, foram neles também que ocorreram inundações de áreas mais expressivas das Florestas Estacionais Semidecíduas em estágio médio avançado (188,2 ha e 143,5 ha, respectivamente). Assim, a maioria daqueles mesmos municípios cuja área mapeada apresentaram extensões expressivas da floresta em estágio médio avançado, como Brumadinho, Mário Campos, São Joaquim de Bicas, Betim e Juatuba, tiveram cinco hectares ou menos de florestas em estágio médio avançado inundadas.

Formações campestres do Cerrado são pouco comuns nas porções superiores do trecho mapeado, que estão inseridas no Bioma Mata Atlântica. Uma pequena mancha mais significativa é observada na divisa entre os municípios de Brumadinho, São Joaquim de Bicas e Mário Campos. A jusante, as formações campestres do Cerrado voltam a ser observadas somente entre os municípios de Esmeraldas e São José da Varginha, ainda com baixa expressividade. Em Fortuna de Minas, já aparecem áreas mais extensas de formações campestres do Cerrado, somando mais de 100 ha.

Mas é em Curvelo, Pompéu e Felixlândia que essa tipologia atinge sua máxima expressividade, abrangendo áreas de mais de três mil hectares de cada município no trecho mapeado, especialmente no entorno do reservatório da UHE Retiro Baixo. (Em Felixlândia, apesar da sua extensão ser menor – 800 ha, ao invés de 3.000 ha, as formações campestres de Cerrado ocupam uma área proporcionalmente maior: quase 60% do território municipal na faixa mapeada.) Ali, essas formações são muito características, difíceis de serem distinguidas por interpretação de imagens aéreas, a não ser que se tenha um conhecimento delas em campo. Em muitos trechos, a vegetação dessas formações se torna rala, expondo os solos e aumentando a suscetibilidade à erosão, ainda mais considerando-se que essas áreas de Cerrado são muito utilizadas como pastagens naturais para a pecuária extensiva.

Ao todo, as formações campestres do Cerrado representam 13,4% da área total mapeada. Mas estas foram afetadas pelas cheias em menos de 0,1% de sua extensão, representando 0,2%

da área das manchas de inundação. Isso se deve ao fato de quase não serem encontradas áreas de extravasamento do rio Paraopeba nas porções ocupadas pelas formações campestres do Cerrado – ou por estas ocuparem a região do entorno do reservatório de Retiro Baixo, onde houveram menos ocorrências, ou por ser menos comum sua presença nas terras junto ao rio Paraopeba, sendo geralmente encontradas em trechos mais elevados do que as várzeas, fazendo limite com Florestas Estacionais Semidecíduas ou áreas úmidas que ocupam as margens do rio.

As outras formações vegetais nativas, as Florestas Estacionais Semideciduais em estágio inicial e os Cerrados, têm pouca representatividade, tanto na faixa mapeada quanto nas áreas afetadas pelas inundações: cada uma representa 2,2% da faixa de um quilômetro das margens do rio Paraopeba, e 1,7% e 0,1%, respectivamente, das áreas alagadas.

As Florestas Estacionais Semideciduais em estágio inicial concentram-se nos municípios de Igarapé e Brumadinho, nas porções superiores do rio (considerando o trecho mapeado), e nos municípios de Fortuna de Minas e São José da Varginha, nas porções medianas da região mapeada, onde o Médio Paraopeba já é limítrofe à região do Baixo Paraopeba. Ainda assim, ocupam somente entre 3 e 4% do território de cada município, à exceção de Igarapé, onde recobre 10,1% do município. Curvelo, Pompéu e Esmeraldas são municípios que, por abrangerem grandes extensões da faixa de um quilômetro em tela, apresentam as maiores áreas de florestas em estágio inicial, mais de 400 ha quando somadas, mas o que representa apenas cerca de 2% ou menos do território de cada município.

Essas florestas em estágio inicial geralmente formam manchas contíguas às florestas em estágio médio avançado, configurando porções menos conservadas dos fragmentos ou áreas de borda. As Florestas Estacionais Semidecíduas em estágio inicial também constituem fragmentos distintos, esparsos, diminutos.

As cheias afetaram menos de 5,3% das Florestas Estacionais Semidecíduas em estágio inicial presentes na área mapeada. As maiores áreas afetadas pertencentes a essa classe encontram-se nos municípios de Papagaios e Paraopeba, tendo sido alagados 15,6 ha e 11,3 ha, respectivamente. Contudo, em termos relativos, os municípios que tiveram mais florestas em estágio inicial atingidas foram Mário Campos, que teve quase 42% de suas florestas em estágio inicial inundadas, e Brumadinho, onde 20,3% das florestas em estágio inicial sofreram com as cheias.

A classe ‘Cerrado’ compõe as formações mais densas das savanas, englobando o Cerrado *stricto sensu* e o Cerradão (COUTINHO, 1978), ou as Savanas Florestada e Arborizada (IBGE, 2019), indistintas na escala analisada. É encontrado, na faixa mapeada, principalmente nos trechos médios e inferiores do rio, a partir dos municípios de Pará de Minas e Esmeraldas, aumentando a área que ocupam e o quanto representam dos territórios conforme se desce o rio, até os municípios de Curvelo e Pompéu. Mesmo nessa porção onde são mais frequentes, os cerrados não ocupam mais do que 400 ha de cada município, ou, em termos relativos, não atingem 4% do total de seus territórios.

Constituem sempre fragmentos bem delimitados, pontualmente localizados, pouco numerosos, ocupando geralmente porções mais elevadas e bem drenadas dos terrenos. Justamente por isso, os cerrados foram pouco afetados pelas inundações ocorridas nos primeiros meses de 2020: menos de 0,3% de sua área de recobrimento na faixa mapeada foi atingida.

Das demais classes que ocorrem na faixa mapeada, de um quilômetro de cada margem do rio Paraopeba, destacam-se duas que não representam formações vegetais ou formas de ocupação antrópica, necessariamente: os corpos d'água e os solos expostos. Ambas as tipologias representam extensões similares nas manchas de inundação, representando, cada uma, cerca de 1,3% da área alagada. Apesar disso, foram atingidas em proporções distintas: os solos expostos tiveram 6,4% da área de recobrimento inundados, enquanto os corpos d'água foram afetados em 1,2%.

A classe 'corpos d'água' obedece a uma situação peculiar, pois grande parte da extensão que ocupa se refere à própria calha do rio Paraopeba. Representa, ao todo, 7% da área mapeada. Aquilo que se refere às áreas de corpos d'água atingidos pelas cheias são pequenos lagos, lagoas e açudes, geralmente formados ou mantidos artificialmente, que se espalham pelo território mapeado sem um padrão perceptível.

Lagoas marginais também são verificadas, principalmente dos municípios de Esmeraldas e Pará de Minas para jusante, até o remanso do reservatório de Retiro Baixo. Mas das lagoas marginais originalmente presentes ao longo do rio Paraopeba, grande parte se encontra atualmente antropizada, sendo utilizada para a piscicultura ou dessedentação de animais domésticos, ou mesmo tendo sido recoberta por vegetação, nativa ou exótica. Raros são os meandros abandonados, sendo que esses se concentram nas porções mais a jusante da região do Médio Paraopeba, a partir dos municípios de Pequi e Fortuna de Minas.

O solo exposto é uma tipologia verificada ao longo de toda a faixa mapeada, entremeando as demais classes, compondo geralmente manchas diminutas, sem um padrão definido. À exceção do município de Curvelo, que apresentou mais de 270 ha de solo exposto (2,6% do município na área mapeada), no restante do território as extensões que ocupa são pouco significativas. Em alguns locais, podem representar áreas de cultivo em fase de manejo, mas há também situações em que representam áreas degradadas. Em Curvelo, algumas manchas podem representar a conversão de uso do solo para áreas urbanas em expansão, principalmente em alguns sítios junto ao reservatório da UHE Retiro Baixo.

Áreas de ocupação rural, que representam pequenas porções de propriedades rurais onde estão situadas as residências e construções de apoio ou pequenas áreas produtivas como pomares, por exemplo, são encontradas em 0,9% da faixa mapeada. São constituídas por manchas pequenas, disjuntas, mas que obedecem a alguma aglomeração em pequenos trechos, em muitos casos, especialmente nas regiões de Brumadinho a Esmeraldas e no Baixo Paraopeba, em Curvelo e Pompéu. Distribuídas de forma equânime ao longo das margens do rio Paraopeba na largura de um quilômetro, apresentam extensões e/ou proporções pouco variáveis dentre os municípios. Em Esmeraldas, são encontradas em maior extensão: 130 ha são recobertos por ocupações rurais. Em termos relativos, é no município de Mário Campos que essa classe de uso do solo ocupa a maior porção, de 3,2% da área mapeada – ainda assim pouco relevante e sem diferença significativa dos demais.

Outra classe de ambiente rural, a silvicultura, é encontrada de forma bastante pontual, em poucas manchas, porém concentradas, espalhadas por 12 municípios ao longo de todo o trecho mapeado. As maiores extensões de silvicultura estão presentes nos municípios de Papagaios, Paraopeba, Curvelo e Pompéu, na região do Baixo Paraopeba, além de Fortuna de Minas, nas proximidades. Ali, perfazem pouco mais de mil hectares. Mas na maioria dos municípios,

incluindo os já mencionados, a silvicultura representa menos de 1% de seus territórios na área mapeada, com exceção de Pompéu e Paraopeba, onde esse percentual fica em torno de 2%, e de Curvelo, onde a silvicultura representa 8,1% da área total analisada.

A silvicultura foi pouco afetada pelas cheias: somente 0,2% das áreas presentes na faixa de um quilômetro das margens do rio Paraopeba sofreram inundações. E essa tipologia de uso do solo representa apenas 0,04% das extensões atingidas pelas manchas de alagamento.

As cheias afetaram também usos e ocupações mais consolidados, onde o grau de impermeabilização do solo é maior: áreas urbanas, áreas urbanas com baixo grau de ocupação e sistemas viários foram alagados, ainda que em frações pequenas.

O sistema viário, por sua característica linear, é de difícil visualização no Mapa 2.3.2-1, mas distribui-se por todos os municípios que se inserem na faixa mapeada, em extensões muito pequenas, chegando a recobrir, no máximo, 78 ha do território municipal na área em análise, sempre representando menos de 2,5% do total. No município de Inhaúmas não se verifica a incidência de sistema viário na faixa mapeada porque esta atinge somente 5,6 ha do território municipal. Dos mais de 600 ha de área ocupada pelo sistema viário, cerca de 1,3% foram atingidos pelo extravasamento do rio Paraopeba.

Áreas urbanas, que ocupam quase 1.450 ha da faixa mapeada, tiveram 4,9 ha alagados, o que representa 0,3% de seu total. Já as áreas urbanas com baixo grau de ocupação foram afetadas em 0,1% da extensão que recobrem. Todas representam muito pouco dos usos do solo presentes nas manchas de inundação: o sistema viário perfaz 0,2% do total da extensão alagada; áreas urbanas perfazem 0,1%; e áreas urbanas com baixo grau de ocupação representam somente 0,01% das áreas atingidas pelas cheias.

Áreas urbanas não estão presentes na faixa de um quilômetro das margens do rio Paraopeba em todos os municípios. Em Brumadinho, São Joaquim de Bicas, Mário Campos e Juatuba, as áreas urbanas na faixa mapeada são bastante extensas, e representam os principais núcleos desses municípios. Em Betim, a extensão da área urbana na faixa mapeada é igualmente grande, mas representada por bairros afastados do núcleo urbano principal. Nesses municípios, as áreas urbanas ocupam entre 100 ha e 350 ha e representam de 8% a 16,5% dos territórios municipais na faixa mapeada.

Nos municípios de Felixlândia, Curvelo e Pompéu, as manchas urbanas são concentradas em um ou alguns poucos locais junto ao rio Paraopeba, e são distantes dos núcleos urbanos principais de cada município. Ocupam entre 30 ha e 70 ha e representam 4,9%, 0,6% e 0,3% de cada município na faixa mapeada. Especialmente em Pompéu, a área urbana situada na faixa mapeada está associada à implantação da UHE Retiro Baixo, em função da atratividade gerada pela formação do reservatório.

Nos demais municípios onde áreas urbanas ocorrem na faixa mapeada, as manchas são pequenas e pouco representativas.

É frequente se observar, na faixa mapeada, manchas de área urbana com baixo grau de ocupação contíguas ou muito próximas às áreas urbanas, potencialmente representando áreas de expansão urbana. Mas áreas urbanas com baixo grau de ocupação também são encontradas de forma independente, na faixa mapeada, especialmente nos municípios de Curvelo e

Pompéu, onde ganham expressão significativa, recobrindo ao redor de 200 ha de cada um. Em São Joaquim de Bicas, a área urbana com baixo grau de ocupação ocupa quase 60 ha, o que representa 2,6% do território municipal na faixa mapeada. Em Brumadinho, Betim, Esmeraldas e Felixlândia, áreas urbanas com baixo grau de ocupação recobrem entre 19 ha e 30 ha, e também representam percentuais muito pequenos de seus territórios na área mapeada (menos de 2,2%). Em Igarapé, apesar da extensão da área urbana com baixo grau de ocupação ser pequena (13,7 ha), esta perfaz 8,5% do total da faixa mapeada no município.

Áreas industriais e áreas de mineração, que representam, juntas, 0,8% da faixa de um quilômetro das margens do rio Paraopeba, não foram atingidas pelas cheias do início de 2020. Áreas industriais concentram-se nos municípios de São Joaquim de Bicas, Juatuba e Betim, perfazendo 80% da área total recoberta por essa classe no trecho mapeado. Geralmente perfazem manchas de tamanho mediano e que ocorrem pontualmente e em baixa quantidade.

Áreas de mineração são observadas somente em seis dos 19 municípios abrangidos pelo mapeamento na faixa de um quilômetro. E é em Papagaios e Paraopeba que estão situadas as áreas mais extensas ocupadas por mineração: com 89 ha e 79 ha, respectivamente, ambas representando 1,8% do território municipal respectivo. Em termos relativos, é também representativa a área de mineração no município de Brumadinho, ocupando 2% do território na faixa mapeada, o maior percentual encontrado, apesar da extensão ser de apenas 47,9 ha. Outras manchas de áreas de mineração estão situadas em Pompéu e Curvelo, e uma pequena área, no município de Florestal. Caracteristicamente, as áreas de mineração ocorrem de forma pontual, concentradas em manchas pouco numerosas.

A Tabela 2.3.2-2 apresenta as áreas de uso do solo e cobertura vegetal afetada pelas cheias conforme o município que teve áreas afetadas.

Tabela 2.3.2-2 – Áreas de uso do solo e Cobertura vegetal afetada pelas cheias separada por município.

Município	Uso do Solo na mancha de inundação	Área	
		ha	%
Betim	Área úmida	3,58	11%
	Campo antrópico/ pastagem	19,30	62%
	Corpos d'água	2,22	7%
	Cultivo agrícola	0,45	1%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	0,19	1%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	5,21	17%
	Ocupação rural	0,03	0%
	Sistema viário	0,33	1%
Betim Total		**31,31**	**100%**
Brumadinho	Área urbana	1,16	24%
	Campo antrópico/ pastagem	1,71	36%
	Corpos d'água	0,11	2%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	0,97	20%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	0,78	16%
	Sistema viário	0,04	1%
Brumadinho Total		**4,78**	**100%**

Município	Uso do Solo na mancha de inundação	Área	
		ha	%
Curvelo	Área úmida	44,05	25%
	Campo antrópico/ pastagem	83,10	47%
	Cerrado	2,42	1%
	Corpos d'água	2,71	2%
	Cultivo agrícola	3,09	2%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	6,95	4%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	26,36	15%
	Formações campestres do Cerrado	5,36	3%
	Silvicultura	0,00	0%
	Sistema viário	2,45	1%
	Solo exposto	1,25	1%
Curvelo Total		**177,74**	**100%**
Esmeraldas	Área úmida	29,59	5%
	Campo antrópico/ pastagem	346,58	59%
	Corpos d'água	5,91	1%
	Cultivo agrícola	96,30	16%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	4,61	1%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	88,56	15%
	Ocupação rural	10,65	2%
	Sistema viário	1,29	0%
	Solo exposto	3,01	1%
Esmeraldas Total		**586,49**	**100%**
Florestal	Área úmida	6,87	7%
	Campo antrópico/ pastagem	59,85	61%
	Corpos d'água	0,51	1%
	Cultivo agrícola	7,22	7%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	4,71	5%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	16,97	17%
	Ocupação rural	0,01	0%
	Silvicultura	1,83	2%
	Sistema viário	0,34	0%
	Solo exposto	0,24	0%
Florestal Total		**98,56**	**100%**
Fortuna de Minas	Área úmida	61,60	20%
	Campo antrópico/ pastagem	193,94	62%
	Cerrado	0,68	0%
	Corpos d'água	1,20	0%
	Cultivo agrícola	14,65	5%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	7,55	2%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	29,55	9%
	Sistema viário	0,51	0%
	Solo exposto	4,26	1%
Fortuna de Minas Total		**313,95**	**100%**

Município	Uso do Solo na mancha de inundação	Área	
		ha	%
Juatuba	Área úmida	0,28	1%
	Área urbana	3,26	12%
	Campo antrópico/ pastagem	14,33	51%
	Corpos d'água	2,33	8%
	Cultivo agrícola	1,30	5%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	1,34	5%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	5,01	18%
	Ocupação rural	0,13	0%
	Sistema viário	0,12	0%
Juatuba Total		**28,11**	**100%**
Maravilhas	Área úmida	19,90	18%
	Campo antrópico/ pastagem	49,65	45%
	Cerrado	0,26	0%
	Corpos d'água	0,07	0%
	Cultivo agrícola	21,64	20%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	2,88	3%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	15,13	14%
	Ocupação rural	0,05	0%
	Sistema viário	0,38	0%
	Solo exposto	0,15	0%
Maravilhas Total		**110,13**	**100%**
Mário Campos	Área urbana	0,44	5%
	Campo antrópico/ pastagem	4,41	45%
	Corpos d'água	0,08	1%
	Cultivo agrícola	0,24	2%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	4,12	42%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	0,51	5%
	Ocupação rural	0,03	0%
Mário Campos Total		**9,82**	**100%**
Papagaios	Área úmida	229,48	20%
	Campo antrópico/ pastagem	643,48	57%
	Cerrado	0,00	0%
	Corpos d'água	12,06	1%
	Cultivo agrícola	20,22	2%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	15,58	1%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	188,25	17%
	Ocupação rural	0,25	0%
	Sistema viário	0,00	0%
	Solo exposto	16,74	1%
Papagaios Total		**1.126,06**	**100%**

Município	Uso do Solo na mancha de inundação	Área	
		ha	%
Pará de Minas	Área úmida	8,32	4%
	Área urbana	0,03	0%
	Campo antrópico/ pastagem	112,03	48%
	Corpos d'água	2,09	1%
	Cultivo agrícola	50,91	22%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	2,87	1%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	56,08	24%
	Ocupação rural	0,29	0%
	Sistema viário	0,36	0%
	Solo exposto	0,02	0%
Pará de Minas Total		**232,98**	**100%**
Paraopeba	Área úmida	68,77	8%
	Campo antrópico/ pastagem	554,56	64%
	Cerrado	0,10	0%
	Corpos d'água	13,01	1%
	Cultivo agrícola	65,70	8%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	11,28	1%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	143,51	16%
	Ocupação rural	0,05	0%
	Sistema viário	2,09	0%
	Solo exposto	11,32	1%
Paraopeba Total		**870,38**	**100%**
Pequi	Área úmida	12,60	16%
	Campo antrópico/ pastagem	43,04	55%
	Corpos d'água	3,81	5%
	Cultivo agrícola	2,52	3%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	1,16	1%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	11,26	14%
	Sistema viário	0,08	0%
	Solo exposto	4,13	5%
Pequi Total		**78,59**	**100%**
Pompéu	Área úmida	39,96	29%
	Área urbana com baixo grau de ocupação	0,61	0%
	Campo antrópico/ pastagem	65,77	48%
	Cerrado	0,03	0%
	Corpos d'água	1,10	1%
	Cultivo agrícola	1,71	1%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	0,87	1%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	23,76	17%
	Formações campestres do Cerrado	1,85	1%
	Sistema viário	0,06	0%
	Solo exposto	0,29	0%
Pompéu Total		**135,99**	**100%**

Município	Uso do Solo na mancha de inundação	Área	
		ha	%
São Joaquim de Bicas	Área úmida	0,63	8%
	Campo antrópico/ pastagem	1,49	19%
	Corpos d'água	0,32	4%
	Cultivo agrícola	0,05	1%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	0,47	6%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	4,43	55%
	Ocupação rural	0,58	7%
	Sistema viário	0,04	1%
São Joaquim de Bicas Total		**8,00**	**100%**
São José da Varginha	Área úmida	46,15	14%
	Campo antrópico/ pastagem	195,36	61%
	Corpos d'água	4,81	1%
	Cultivo agrícola	31,32	10%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio inicial	5,13	2%
	Floresta Estacional Semidecídua em estágio médio avançado	28,95	9%
	Ocupação rural	0,21	0%
	Sistema viário	0,45	0%
	Solo exposto	10,50	3%
São José da Varginha Total		**322,87**	**100%**
Total Geral		**4.135,75**	

Elaboração: Arcadis, 2020.

2.3.3. Avaliação de áreas afetadas pela deposição de rejeitos em função das inundações

Períodos com maiores índices pluviométricos ocorrem sazonalmente no sudeste do Brasil, sendo que, entre dezembro de 2019 e fevereiro de 2020, a precipitação mensal foi superior a 250 mm em várias regiões circunvizinhas ao rio Paraopeba (UFLA, 2020).

Conforme observado no item anterior, chuvas intensas proporcionaram aumento das vazões e revolvimento de materiais depositados no leito do rio, vinculados ao rejeito da Barragem B1, sobretudo nos primeiros 40 km do rio Paraopeba. Assim, foi realizada avaliação de áreas possivelmente afetadas pela deposição de rejeitos derivados do rompimento pela UFLA (2020).

Para os resultados preliminares, foram analisados se o alagamento afetou parâmetros físicos, químicos e biológicos no solo e áreas atingidas; se houve contaminação com elementos potencialmente tóxicos (EPT) às plantas e; se as plantas acumularam EPT de sedimentos do alagamento.

Foram amostradas 11 localidades circunvizinhas, numa extensão de aproximadamente 200 km ao longo do rio Paraopeba, incluindo áreas afetadas pela inundação e não afetadas (usadas como áreas de controle). Os critérios de definição dos pontos amostrados levaram em consideração as queixas de agricultores que se sentiram prejudicados, pela inundação afetar suas produções agrícolas, a delimitação da inundação para as áreas afetadas, solos do mesmo tipo, localidade de modo a abranger, de forma representativa, as regiões mais afetadas pelo grande volume de chuvas ao longo da bacia e, a vegetação.

As áreas afetadas pela inundação encontravam-se, predominantemente, cultivadas com pastagem e milho para alimentação de bovinos. Nesses locais foram coletados solo e material vegetal (plantas), em cada ponto foram coletadas três amostras de compostas tanto de solo quanto de plantas. Para solo a profundidade de coleta variou de 0 a 20 cm, as amostras foram dispostas em sacos plásticos, sendo devidamente armazenadas até os laboratórios da Universidade Federal de Lavras, onde as amostras de solo foram parcialmente secas, tamisadas e armazenadas em câmera fria a 4ºC, as amostras de tecido vegetal foram secas em estufa de circulação de ar até peso constante, posteriormente moídas e acondicionadas em sacos plásticos.

Após a preparação de amostras de solo e tecido vegetal, as mesmas foram encaminhadas para o Laboratório "Campo Análise", para realização de análises físicas, químicas e biológicas do solo e, para das amostras de planta para avaliação dos teores de nutrientes e de elementos potencialmente tóxicos (EPT) nos tecidos foliares (UFLA,2020).

As amostras de solo apontaram pequena alteração das classes texturais. Foi detectado aumento da fração silte nas amostras de solo coletadas nas áreas alagadas em relação às áreas não alagadas (áreas de referência). Frações mais finas de solo podem diminuir a porosidade do solo pelo entupimento dos poros, reduzindo aeração e taxa de infiltração de água, tornando o solo mais susceptível a processos erosivos (UFLA, 2020).

Para se avaliar a capacidade potencial das plantas absorverem EPT e de transferi-los do solo para tecidos foliares e partes comestíveis, foi calculado o Fator de Transferência (FT) para cada elemento de interesse, sendo o FT o equivalente à concentração do EPT nas partes comestíveis de culturas agrícolas dividido pela concentração do mesmo EPT no solo, em peso seco (Khan et al., 2010, *apud* UFLA, 2020).

Apesar de se tratar de um estudo preliminar, foram detectadas em áreas alagadas e não alagadas (áreas de referência) variações nos teores de EPTs na mesma ordem de grandeza, indicando, baixa relação com os rejeitos provenientes do rompimento da barragem. Áreas mais distantes de Brumadinho (pastagens e cultivo de milho), apesar de terem sido alagadas, não foram afetadas por rejeitos.

Os fatores de transferência dos EPTs em função do alagamento na estação chuvosa 2019/2020 não revelaram alteração como causa evidente do transporte e deposição de rejeito (UFLA, 2020). O relatório "Avaliação Exploratória de Elementos Potencialmente Tóxicos em Áreas Afetadas por Alagamento e Deposição de Rejeito Derivado do Rompimento da Barragem da Mina Córrego do Feijão, Brumadinho (MG): Período Chuvoso de 2019/2020", elaborado pela UFLA à Vale S/A em maio de 2020 pode ser avaliado na íntegra através do Anexo 11 – Volume V.

2.4. ASPECTOS LEGAIS

2.4.1. Licenciamento ambiental no contexto das ações de recuperação e reparação

2.4.1.1. Considerações gerais

A Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei Federal 6.938/1981, estabelece que a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores está sujeita ao prévio licenciamento ambiental, nos termos de seu art. 10.

Em âmbito federal, cabe ao Ibama propor, através do Conama, normas e padrões para implantação, acompanhamento e fiscalização do licenciamento ambiental.

A Resolução Conama 237/1997 dispôs de forma geral e trouxe diversas regras ao processo de licenciamento ambiental, em grande parte absorvidas pelas legislações estaduais e municipais, entre as quais a obrigatoriedade de (i) estudos prévios para atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, (ii) definição da competência para o licenciamento ambiental (depois contemplada na Lei Complementar 140/2011 e no Decreto Federal 8.437/2015), (iii) as etapas do processo e licenças a serem expedidas durante sua tramitação, (iv) as ações atribuídas ao órgão licenciador e (v) a realização de audiência pública e demais itens que compõem a sistemática basilar, procedimental e regulatória, deste importante instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente.

Já em âmbito estadual, a legislação de Minas Gerais acompanha a sistemática federal e impõe, por meio da Lei 21.972/2016, a obrigatoriedade da precedência do licenciamento ambiental e respectivos estudos aos empreendimentos efetiva ou potencialmente poluidores. Esta norma dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente – Sisema, que se configura como o conjunto de órgãos e entidades responsáveis pelas políticas de meio ambiente e de recursos hídricos, com a finalidade de conservar, preservar e recuperar os recursos ambientais e promover o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade ambiental do Estado.

Para além da Lei Estadual 21.972/2016, a estrutura do Sisema e a sistemática do licenciamento ambiental estão normatizadas, principalmente, pelos Decretos Estaduais 47.383/2018 e 47.787/2019, além das Deliberações Normativas Copam 213/2017 e 217/2017.

O Decreto Estadual 47.383/2018 estabelece normas para o licenciamento ambiental no estado e, ainda, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos. Tal decreto também estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades.

O Decreto Estadual 47.787/2019 dispõe sobre a organização da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Semad, que é o órgão responsável pela implementação e acompanhamento das políticas públicas para a conservação, a preservação e a recuperação dos recursos ambientais, bem como competente para planejar, elaborar, deliberar, coordenar, gerir e supervisionar as ações setoriais a cargo do estado quanto à temática ambiental.

A Deliberação Normativa Copam 213/2017 regulamenta o disposto no art. 9º, inciso XIV, alínea "a", e no art. 18, § 2º, da Lei Complementar Federal 140/2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será atribuição dos municípios.

Já a Deliberação Normativa Copam 217/2017 estabelece os critérios para classificação dos empreendimentos efetiva ou potencialmente poluidores a serem instalados e operarem no estado. Tal classificação e o procedimento de licenciamento ambiental dos empreendimentos pertinentes serão definidos pela relação da localização da atividade ou empreendimento, com seu porte e potencial poluidor/degradador, levando em consideração sua tipologia.

2.4.1.2. Competência administrativa

A competência para atividades administrativas de proteção ao meio ambiente e combate à poluição é *comum*, nos termos do art. 23, incisos III, VI e VII, da Constituição Federal.

Para regulamentar o exercício da competência comum em matéria ambiental foi editada a Lei Complementar 140/2011, que prevê os instrumentos de cooperação, ações de cooperação e ações administrativas a serem desenvolvidas por cada unidade da federação.

A definição das competências em matéria de licenciamento ambiental no ordenamento jurídico pátrio foi incialmente prevista no Decreto Federal 99.274/1990 e na Resolução Conama 237/1997. Apesar disso, apenas com a publicação Lei Complementar 140/2011, foi possível delimitar o espectro de atuação de cada um dos entes federativos, como será visto adiante:

> *"Art. 7º São ações administrativas da União: […]*
>
> *XIV – promover o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades:*
>
> *a) localizados ou desenvolvidos conjuntamente no Brasil e em país limítrofe;*
>
> *b) localizados ou desenvolvidos no mar territorial, na plataforma continental ou na zona econômica exclusiva;*
>
> *c) localizados ou desenvolvidos em terras indígenas;*
>
> *d) localizados ou desenvolvidos em unidades de conservação instituídas pela União, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs);*
>
> *e) localizados ou desenvolvidos em 2 (dois) ou mais Estados;*
>
> *f) de caráter militar, excetuando-se do licenciamento ambiental, nos termos de ato do Poder Executivo, aqueles previstos no preparo e emprego das Forças Armadas, conforme disposto na Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999;*
>
> *g) destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN); ou*
>
> *h) que atendam tipologia estabelecida por ato do Poder Executivo, a partir de proposição da Comissão Tripartite Nacional, assegurada a participação de um membro do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), e considerados os critérios de porte, potencial poluidor e natureza da atividade ou empreendimento; (Regulamentada pelo Decreto Federal 8.437/2015)"*

Nota-se que a competência da União para o licenciamento, tratada pelo art. 7º, transcrito acima, tem, basicamente, um recorte quanto à tipologia ou objeto do projeto, sua abrangência (mais de um estado) e a especificidade da localização, como terras indígenas, por exemplo.

Já a competência para o licenciamento ambiental pelos estados será definida no art. 8º da mesma lei complementar:

> *"Art. 8º São ações administrativas dos Estados: […]*
>
> *XIV – promover o licenciamento ambiental de atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, ressalvado o disposto nos arts. 7º e 9º;*
>
> *XV – promover o licenciamento ambiental de atividades ou empreendimentos localizados ou desenvolvidos em unidades de conservação instituídas pelo Estado, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs)"*

No caso dos estados, a abrangência da competência é ao mesmo tempo ampla e residual. Isto pois, nos termos do inciso XIV, cabe aos estados realizar todo licenciamento quando não atribuídos à União ou aos municípios, conforme previsto nos arts. 7º e 9º. Há ainda o critério específico da competência dos estados quando se tratar de projeto a ser licenciado em unidade de conservação instituída por este ente federado, exceto quando se tratar das APAs.

Já a competência dos municípios para o licenciamento ambiental é estabelecida por meio da amplitude de impacto do projeto na localidade. Ou seja, se for caracterizado que o impacto ambiental do projeto possui repercussão em âmbito local, o licenciamento será responsabilidade dos municípios:

> *"Art. 9º São ações administrativas dos Municípios: […]*
>
> *XIV – observadas as atribuições dos demais entes federativos previstas nesta Lei Complementar, promover o licenciamento ambiental das atividades ou empreendimentos:*
>
> *a) que causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito local, conforme tipologia definida pelos respectivos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente, considerados os critérios de porte, potencial poluidor e natureza da atividade; ou*
>
> *b) localizados em unidades de conservação instituídas pelo Município, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs); […]*
>
> *Art. 18. […]*
> *§ 2º Na hipótese de que trata a alínea "a" do inciso XIV do art. 9º, a aplicação desta Lei Complementar dar-se-á a partir da edição da decisão do respectivo Conselho Estadual."*

Vale destacar que o art. 18, § 2º, informa que a competência municipal ordinária para o licenciamento ambiental será efetivada após a edição de decisão do Conselho Estadual de Meio Ambiente dos estados. No caso de Minas Gerais, isso se deu pela Deliberação Normativa Copam 213/2017.

Entretanto, o licenciamento municipal poderá ser efetuado através de delegação, tratando-se de um dos instrumentos de cooperação previstos na Lei Complementar 140/2011, nos seguintes termos:

> *"Art. 4º Os entes federativos podem valer-se, entre outros, dos seguintes instrumentos de cooperação institucional: […]*
> *V – delegação de atribuições de um ente federativo a outro, respeitados os requisitos previstos nesta Lei Complementar;*

VI – delegação da execução de ações administrativas de um ente federativo a outro, respeitados os requisitos previstos nesta Lei Complementar.

Art. 5º O ente federativo poderá delegar, mediante convênio, a execução de ações administrativas a ele atribuídas nesta Lei Complementar, desde que o ente destinatário da delegação disponha de órgão ambiental capacitado a executar as ações administrativas a serem delegadas e de conselho de meio ambiente.
Parágrafo único. Considera-se órgão ambiental capacitado, para os efeitos do disposto no caput, aquele que possui técnicos próprios ou em consórcio, devidamente habilitados e em número compatível com a demanda das ações administrativas a serem delegadas."

Importante destacar que a Lei Complementar 140/2011 estabelece que os entes federativos devem atuar em caráter supletivo nas ações administrativas de licenciamento ambiental nas seguintes hipóteses:

"Art. 15 […]

I – inexistindo órgão ambiental capacitado ou conselho de meio ambiente no Estado ou no Distrito Federal, a União deve desempenhar as ações administrativas estaduais ou distritais até a sua criação;

II – inexistindo órgão ambiental capacitado ou conselho de meio ambiente no Município, o Estado deve desempenhar as ações administrativas municipais até a sua criação; e
III – inexistindo órgão ambiental capacitado ou conselho de meio ambiente no Estado e no Município, a União deve desempenhar as ações administrativas até a sua criação em um daqueles entes federativos."

A ação administrativa subsidiária dos entes federativos dar-se-á por meio de apoio técnico, científico, administrativo ou financeiro, sem prejuízo de outras formas de cooperação, devendo ser solicitada pelo ente originariamente detentor da atribuição nos termos da Lei Complementar 140/2011.

Por fim, vale destacar que o critério do ente federativo instituidor da unidade de conservação para o licenciamento ambiental (e supressão de vegetação) não será aplicado às Áreas de Proteção Ambiental (APAs). Nestes casos, a definição do ente federativo responsável pelo licenciamento (e autorização para supressão) seguirá os critérios previstos nas alíneas "a", "b", "e", "f" e "h" do inciso XIV do art. 7º, no inciso XIV do art. 8º e na alínea "a" do inciso XIV do art. 9º da Lei Complementar 140/2011 – ou seja, os critérios locacionais, tipológicos (e de objeto) e de abrangência de impacto que definem a competência de cada ente federado ao licenciamento ambiental.

2.4.1.3. Licenciamento ambiental no contexto de rompimento das barragens B1, B4 e B4-A do Complexo Paraopeba II da Mina Córrego do Feijão

Por todo o exposto, é possível concluir que atividades potencialmente poluidoras devidamente enquadradas nas legislações de referência devem ser submetidas ao procedimento de licenciamento ambiental.

Esta realidade acompanhará todas as ações realizadas no âmbito de recuperação e reparação da área de estudo que tenham características que levem à incidência e possam ser enquadradas como sujeitas a licenciamento ambiental.

Neste sentido, verificado o potencial (de intervenção) poluidor da ação de reparação ou recuperação que está para ser realizada, se for o caso, dever-se-á identificar seu enquadramento nas normas de referência associadas às demais características para identificar a competência para eventual licenciamento (federal, estadual ou municipal), assim como o procedimento específico a ser seguido.

Ainda na esteira do disposto na Lei Complementar 140/2011, os empreendimentos e atividades são licenciados ou autorizados, ambientalmente, por um único ente federativo, em conformidade com as atribuições estabelecidas pela referida Lei, em que pese os demais entes federativos interessados poderem se manifestar de maneira não vinculante, devendo ser respeitados os prazos e procedimentos do licenciamento ambiental de cada ente.

2.4.1.3.1. Modalidades de licenciamento

A Lei Estadual 21.972/2016 (MG), que dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Sisema, trouxe as modalidades de licenciamento ambiental que podem ser aplicadas a depender do porte e do potencial poluidor da intervenção que se pretende realizar.

O que se chama de modalidade é a forma de desencadeamento das fases do processo de licenciamento ambiental, a ser determinada pela conjugação de classe e critérios locacionais de enquadramento, estabelecido pela Deliberação Normativa Copam 217/2017, conforme a Tabela 2.4-1.

Tabela 2.4-1 – Classe e critérios locacionais de enquadramento.

		Classe do empreendimento: definida pelo porte/potencial poluidor (DN Copam 217/2017)					
		1	2	3	4	5	6
Critérios locacionais	0	LAS – Cadastro	LAS – Cadastro	LAS – RAS	LAC 1	LAC 2	LAC 2
	1	LAS – Cadastro	LAS – RAS	LAC 1	LAC 2	LAC 2	LAT
	2	LAS – RAS	LAC 1	LAC 2	LAC 2	LAT	LAT

Nos termos do art. 17 da referida lei, as modalidades são:

2.4.1.3.1.A. Licenciamento ambiental trifásico (LAT)

No licenciamento ambiental trifásico, as etapas de viabilidade ambiental, instalação e operação da atividade ou do empreendimento serão analisadas em fases sucessivas e, se aprovadas, serão expedidas as seguintes licenças (art. 18):

Fase	Prazo de validade
Licença Prévia – LP Atesta a viabilidade ambiental da atividade ou do empreendimento quanto a sua concepção e localização, com o estabelecimento dos requisitos básicos e das condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação.	5 anos
Licença de Instalação – LI Autoriza a instalação da atividade ou do empreendimento de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes.	6 anos
Licença de Operação – LO Autoriza a operação da atividade ou do empreendimento após a verificação do efetivo cumprimento do que consta da LP e da LI, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinadas para a operação e, quando necessário, para a desativação.	Máximo de 10 anos

2.4.1.3.1.B. Licenciamento ambiental concomitante (LAC 1 ou LAC 2)

No licenciamento ambiental concomitante, serão analisadas as mesmas etapas definidas no licenciamento ambiental trifásico, observados os procedimentos definidos pelo órgão ambiental competente, sendo as licenças expedidas concomitantemente, de acordo com a localização, a natureza, as características e a fase da atividade ou empreendimento, segundo as seguintes alternativas (art. 19):

- LAC 1 = Análise, em uma única fase, das etapas de LP, LI e LO da atividade ou do empreendimento.
- LAC 2 = Análise, em uma única fase, das etapas de LP e LI do empreendimento, com análise posterior da LO; ou análise da LP com posterior análise concomitante das etapas de LI e LO do empreendimento.

2.4.1.3.1.C. Licenciamento ambiental simplificado (LAS Cadastro ou LAS RAS)

O licenciamento ambiental simplificado poderá ser realizado eletronicamente, em uma única fase, por meio de cadastro ou da apresentação do Relatório Ambiental Simplificado pelo empreendedor, segundo critérios e pré-condições estabelecidos pelo órgão ambiental competente (art. 20).

2.4.1.3.1.C.a. Projetos prioritários

A Lei Estadual 21.972/2016 trata, em seu art. 24, de projetos considerados prioritários a serem encaminhados para apreciação da Superintendência de Projetos Prioritários, cujas atividades estão estabelecidas no Decreto 47.787/2019.

Cabe destacar que a Deliberação GCPPDES 1/ 2017 estabelece os critérios e procedimentos para determinação da relevância de atividades e empreendimentos privados, nos termos do disposto no art. 24 da Lei Estadual 21.972/ 2016.

Já a Resolução Semad 2.479/ 2017 estabelece os critérios e procedimentos para a determinação da relevância de atividades e empreendimento públicos, para aplicação do disposto no art. 25 da Lei Estadual 21.972/ 2016.

2.4.1.3.2. Sistema de Licenciamento Ambiental – SLA

O Sistema de Licenciamento Ambiental foi instituído pela Resolução Semad 2.890/2019, sendo determinado para ações relativas à execução do licenciamento ambiental. Ou seja, a partir de seu lançamento, os pedidos de licenciamento ambiental deverão ser realizados por esta plataforma. Na Tabela 2.4-2 destacam-se alguns pontos trazidos pela referida resolução Semad no uso do SLA.

Tabela 2.4-2 – Itens de destaque da Resolução Semad 2.890/2019.

É de responsabilidade dos empreendedores, de seus representantes legais ou procuradores:	• manter o sigilo das senhas de acesso; • prestar informações com exatidão de acordo com os critérios solicitados; • acessar o SLA; • elaborar o requerimento de licença ambiental; • acompanhar regularmente as notificações e comunicações recebidas, independentemente dos avisos fornecidos pelo órgão ambiental; • manter atualizado seus dados cadastrais.

Para o requerimento, o processamento e a emissão de licença ambiental no SLA, as seguintes ações deverão ser realizadas pelo empreendedor, seu representante legal ou procurador: (Obs.: O descumprimento das ações previstas neste item implicará rejeição do requerimento ou, caso sejam constatadas após a formalização, arquivamento do processo instaurado.)	• cadastramento individual no portal EcoSistemas; • cadastramento de requerentes, participantes, propriedades, pessoas físicas e pessoas jurídicas para inscrição do empreendimento no âmbito no cadastro único; • caracterização completa da atividade ou do empreendimento objeto do requerimento no SLA; • instrução documental no SLA; • pagamento das taxas de expediente respectivas, ressalvados os casos de isenções; • atendimento às pendências e informações complementares geradas.
Os procedimentos administrativos referentes a atos diversos do licenciamento ambiental processado via SLA, inclusive os referentes a outorgas de direito de uso de recursos hídricos e intervenções ambientais vinculadas ao licenciamento ambiental, bem como os procedimentos prévios ao requerimento ou posteriores à licença, serão realizados via Sistema Eletrônico de Informações. Para solicitações via SEI de Autorização para Intervenção Ambiental (AIA) ou de outorga de recursos hídricos, vinculadas a licenciamento ambiental, deve-se fornecer o número da sua solicitação em trâmite no SLA.	
Quaisquer notificações efetuadas pelo órgão ambiental, nos processos administrativos formalizados e tramitados via SLA, serão consideradas realizadas no dia e na hora do recebimento pelo requerente, devendo o órgão ambiental enviar comunicação via *e-mail*.	
O prazo para atendimento às notificações correrá em dias corridos.	

2.4.1.3.3. Termos de referência

Conforme disposto pelo art. 26 da Lei Estadual 21.972/2016. os procedimentos para licenciamento ambiental serão estabelecidos pelo órgão ambiental competente de forma a compatibilizar o conteúdo dos estudos técnicos e documentos exigíveis para análise das etapas de viabilidade ambiental, instalação e operação das atividades dos empreendimentos, respeitados os critérios e diretrizes estabelecidos na legislação ambiental e tendo por base as peculiaridades das tipologias de atividades ou empreendimento.

Para tanto, há previsão legal de que serão emitidos termos de referência para elaboração dos estudos técnicos a serem apresentados para subsidiar a análise da viabilidade ambiental e a avaliação da extensão e intensidade dos impactos ambientais de uma atividade ou empreendimento, bem como a proposição de medidas mitigadoras, compensatórias e de monitoramento.

No sítio da Semad, há disponibilizados termos de referência específicos para estudos ambientais referentes a algumas atividades. Quando não houver termo de referência para a atividade específica a ser desenvolvida, deve ser utilizado o termo de referência geral.

2.4.1.3.4. Estudos ambientais

Nos termos do art. 1º, inciso III, da Resolução Conama 237/1997, estudos ambientais são todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para análise de uma licença requerida. Exemplos: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradada e análise preliminar de risco.

Destaca-se que Estudo de Impacto Ambiental – EIA é aquele exigido, na vasta legislação ambiental brasileira, para instruir o pedido de licença ambiental para empreendimentos efetiva ou potencialmente causadores de significativa degradação do meio ambiente. Entretanto, de acordo com a modalidade de licenciamento, podem ser requisitados estudos técnicos mais simplificados, como no caso do LAS/RAS, em que se exige o Relatório Ambiental Simplificado.

Em algumas situações, atributos relevantes descritos na caracterização da atividade deverão ser avaliados pelo órgão ambiental, como uma das condições necessárias à formalização do processo de licenciamento ambiental. Após obtido o retorno quanto ao solicitado, o empreendedor deverá reingressar no SLA para anexar a manifestação do órgão ambiental nos moldes exigidos.

Em caso de não haver previsão expressa, se o empreendedor optar por solicitar a dispensa de EIA/Rima, também haverá necessidade de apresentação de justificativa técnica com aprovação prévia pelo órgão ambiental.

Vale dizer que, após a formalização do processo administrativo, a verificação da pertinência de EIA/Rima para determinada atividade poderá ocasionar a necessidade de alteração de modalidade, com fundamento no § 5º do art. 8º da Deliberação Normativa Copam 217, de 2017.

A análise e a decisão sobre os processos de licenciamento ambiental em âmbito estadual cabem ao Copam e à Semad, conforme o porte e o potencial poluidor dos empreendimentos:

Tabela 2.4-3 – Competências para analisar e decidir.

Semad (pelas SUPRAMs ou pela SUPPRI)	Copam (Decreto Estadual 46.953/2016)
• de pequeno porte e pequeno potencial poluidor; • de pequeno porte e médio potencial poluidor; • de médio porte e pequeno potencial poluidor; • de pequeno porte e grande potencial poluidor; • de médio porte e médio potencial poluidor; • de grande porte e pequeno potencial poluidor.	• de médio porte e grande potencial poluidor; • de grande porte e médio potencial poluidor; • de grande porte e grande potencial poluidor; • decidir sobre processo de licenciamento ambiental não concluído no prazo de que trata o art. 21 da Lei 21.972, de 2016, nos termos de regulamento; • decidir, em grau de recurso, sobre os processos de licenciamento e intervenção ambiental, nas hipóteses estabelecidas neste Decreto.

**SUPRAMs: Superintendências Regionais de Meio Ambiente; SUPPRI: Superintendência de Projetos Prioritários.*

Outro estudo que vale mencionar é o Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV, que pode ser exigido para empreendimentos em área urbana quando da instrução do pedido da licença ambiental, nos termos da Lei 10.257/2001 (Estatuto das Cidades). A elaboração do EIV não substitui a elaboração e a aprovação de estudos ambientais prévios, como o EIA, requeridos nos termos da legislação ambiental. Ou seja, caso necessária a elaboração do EIV, ele deve ser complementar ao estudo ambiental prévio, abordando as questões determinadas pelo respectivo poder público municipal.

2.4.1.3.5. Prazos administrativos

Ainda na esteira das disposições da legislação que trata da estrutura do Sisema, os prazos de análise nos processos de licenciamento ambiental podem ser estabelecidos de forma diferenciada para cada uma de suas modalidades, desde que observado o prazo máximo de seis meses a contar da formalização do respectivo requerimento, devidamente instruído, até seu deferimento ou indeferimento, ressalvados os casos em que houver Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-Rima) ou audiência pública, quando o prazo será de até doze meses (art. 21 da Lei Estadual 21.972/2016).

Nos termos do art. 22 da referida Lei Estadual, o prazo para conclusão do processo de licenciamento ambiental será suspenso para o cumprimento de eventuais exigências de complementação de informações, de documentos ou de estudos, pelo prazo máximo de sessenta dias, admitida a prorrogação pelo mesmo período por uma única vez.

O Decreto Estadual 47.383/2018 dispõe de hipótese em que o prazo para apresentação de informações complementares seja estendido, nos seguintes termos:

> *"Art. 23 – […]*
>
> *§ 2º – O prazo previsto no caput poderá ser sobrestado por até quinze meses, improrrogáveis, quando os estudos solicitados exigirem prazos para elaboração superiores, desde que o empreendedor apresente justificativa e cronograma de execução, a serem avaliados pelo órgão ambiental competente.*
>
> *§ 3º – O prazo para conclusão do processo de licenciamento ambiental será suspenso para o cumprimento das exigências de complementação de informações.*
>
> *§ 4º – Até que o órgão ambiental se manifeste sobre o pedido de prorrogação de prazo estabelecido no caput, fica esse automaticamente prorrogado por mais sessenta dias, contados do término do prazo inicialmente concedido."*

Destaca-se que, esgotados os prazos previstos para análise sem que o órgão ambiental competente tenha se pronunciado, os processos de licenciamento ambiental serão incluídos na pauta de discussão e julgamento da unidade competente do Copam, sobrestando-se a deliberação quanto aos demais assuntos (art. 23 da Lei Estadual 21.972/2016).

Por fim, há expectativa de que o SLA permeie o fluxo do processo de licenciamento ambiental com mais agilidade. Entretanto, para que haja correspondência à expectativa, é fundamental que o Estado proporcione aos seus agentes as condições adequadas para o exercício da importantíssima atividade que lhes cabe.

2.4.1.3.6. Publicidade

Dentre as exigências do art. 225 da Constituição Federal, que compõe o capítulo destinado ao meio ambiente na carta magna, tem-se a publicidade dos estudos ambientais prévios ao licenciamento, o que pode ser estendido a todo processo de licenciamento. Dois métodos de publicidade se destacam na legislação.

2.4.1.3.6.A. Publicação

O Art. 10 da Lei 6.938/81 dispõe que os pedidos de licenciamento ambiental e a respectiva concessão devem ser publicados em jornal oficial, bem como em periódico ou local de grande circulação ou em meio eletrônico de comunicação mantido pelo órgão ambiental competente.

Em âmbito federal, a Resolução Conama 6/1996 traz os detalhes de como tal publicação deve ser feita pelo empreendedor.

Para os processos de licenciamento que fluem no estado de Minas Gerais, as informações sobre a forma e modo das publicações em comento estão estipuladas na Deliberação Normativa Copam 217/2017.

O artigo 30 desta resolução dispõe que a publicação deve ser feita tanto pelo órgão ambiental, na Imprensa Oficial de Minas Gerais ou em meio eletrônico de comunicação, bem como em periódico regional ou local de grande circulação pelo empreendedor.

No caso do empreendedor, este deverá providenciar a publicação do requerimento da licença ambiental antes da formalização do processo, e no prazo de 30 (trinta) dias após a publicação

da concessão da licença ambiental, devendo ser apresentada cópia ou original do periódico regional ou local de grande circulação junto ao órgão ambiental.

2.4.1.3.6.B. Audiência pública

A audiência pública referida está prevista na Resolução Conama 1/1986 e tem por finalidade expor aos interessados o conteúdo do produto em análise e do seu referido Rima, dirimindo dúvidas e recolhendo dos presentes as críticas e sugestões a respeito.

Nos termos da Resolução Conama 9/1987, as audiências públicas ocorrem sempre que o órgão ambiental julgar necessário, ou quando for solicitado por entidade civil, pelo Ministério Público, ou por 50 (cinquenta) ou mais cidadãos.

Ainda nos termos desta Resolução, no caso de haver solicitação de audiência pública e na hipótese de o órgão estadual não a realizar, a licença eventualmente concedida não terá validade.

Para os processos de licenciamento ambiental de competência do órgão ambiental mineiro, devem ser observadas as diretrizes para audiência pública dispostas na Deliberação Normativa Copam 225/2018.

2.4.1.3.7. Anuência municipal

A Resolução Conama 237/1997 dispôs em seu artigo 5º, entre os documentos a serem solicitados pelo órgão ambiental para emissão das licenças prévia e de instalação, a declaração da prefeitura municipal ou do governo do Distrito Federal de que o local e o tipo de empreendimento ou atividade estão em conformidade com o Plano Diretor ou lei de uso e ocupação do solo.

O Decreto Estadual 47.383/2018 trouxe com mais detalhes a obrigação, exigindo que o processo de licenciamento ambiental seja instruído com a certidão emitida pelos municípios abrangidos pela Área Diretamente Afetada (ADA) do empreendimento, cujo teor versará sobre a conformidade do local de implantação e operação da atividade com a legislação municipal aplicável ao uso e ocupação do solo.

Nos termos do referido Decreto, a certidão deverá ser apresentada durante o trâmite do processo administrativo e antes da elaboração do parecer único, sob pena de arquivamento do processo.

Atendido o requisito de apresentação da certidão municipal, a obrigação restará cumprida, sendo desnecessário reiterar sua apresentação nas demais fases do processo de licenciamento ambiental, quando este não ocorrer em fase única, bem como na renovação, ressalvados os casos de alteração ou ampliação do projeto que não tenham sido previamente analisados pelo município.

2.4.1.3.8. Autorizações de outros órgãos

No processo de licenciamento ambiental, as autorizações para intervenção ambiental e uso de recursos hídricos de competência do estado de Minas Gerais são analisadas e decididas pelas instituições competentes e integram o fluxo de licenciamento.

Vale dizer que atividades dispensadas de licenciamento, caso realizem uso de recursos hídricos ou realizem intervenção ambiental, para sua implantação ou operação também devem

proceder à regularização quanto a tais ações, em processos administrativos específicos. Este ponto será detalhado adiante, na abordagem dos temas ambientais.

Tabela 2.4-4 – Informações-chave sobre licenciamento ambiental.

Conceitos	
Nos termos da PNMA, a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento ambiental.	
Os empreendimentos e atividades são licenciados ou autorizados, ambientalmente, por um único ente federativo, em conformidade com as atribuições estabelecidas pela Lei 6.938/1981, em que pese os demais entes federativos interessados possam se manifestar de maneira não vinculante, devendo ser respeitados os prazos e procedimentos do licenciamento ambiental.	
Normas de referência	
CR/1988	Constituição da República Federativa do Brasil
Lei Federal 6.938/1981	Política Nacional de Meio Ambiente
Decreto Federal 99.274/1990	Regulamenta a Lei 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.
Lei Complementar Federal 140/2011	Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do *caput* e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora.
Resolução Conama 237/1997	Dispõe sobre o licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras.
Lei Estadual 21.972/2016	Dispõe sobre o conjunto de órgãos e entidades responsáveis pelas políticas de meio ambiente e de recursos hídricos, com a finalidade de conservar, preservar e recuperar os recursos ambientais e promover o desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade ambiental do estado de Minas Gerais.
Decreto Estadual 47.383/2018	Estabelece normas para o licenciamento ambiental no estado e, ainda, tipifica e classifica infrações às normas de proteção ao meio ambiente e aos recursos hídricos. Tal decreto também estabelece procedimentos administrativos de fiscalização e aplicação das penalidades.
Deliberação Normativa Copam 217/2017	Estabelece, em Minas Gerais, os critérios para classificação dos empreendimentos efetiva ou potencialmente poluidores a serem instalados e operarem no estado.
Deliberação Normativa Copam 213/201	Regulamenta o disposto no art. 9º, inciso XIV, alínea “a” e no art. 18, § 2º, da Lei Complementar Federal 140/2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será atribuição dos municípios.
Instrução de Serviço Sisema 06/2019	Procedimentos para análise, acompanhamento e conclusão, no âmbito interno do Sisema, das solicitações de licenciamento ambiental realizadas por meio do novo Sistema de Licenciamento Ambiental do estado de Minas Gerais.

2.4.2. Aspectos legais dos itens socioambientais no contexto das ações de recuperação e reparação

2.4.2.1. Recursos hídricos

2.4.2.1.1. Considerações gerais

O gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil tem como norte a Lei 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH.

Esta lei trata dos fundamentos, objetivos, diretrizes, instrumentos e do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos brasileiros.

Tabela 2.4-5 – Política Nacional de Recursos Hídricos.

Fundamentos	Objetivos	Diretrizes	Instrumentos
• A água é um bem de domínio público; • A água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; • Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos são o consumo humano e a dessedentação de animais; • A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; • A bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; • A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.	• Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; • A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; • A prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. • Incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.	• A gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade; • A adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do país; • A integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental; • A articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional; • A articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo; • A integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras. • A União articular-se-á com os estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum.	• Planos de Recursos Hídricos; • Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; • Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; • Cobrança pelo uso de recursos hídricos; • Compensação a municípios; • Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Para a execução da PNRH e temas correlatos, foi criado pela Lei Federal 9.433/1997 o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH. Seus objetivos, nos termos do art. 32 da referida lei, são:

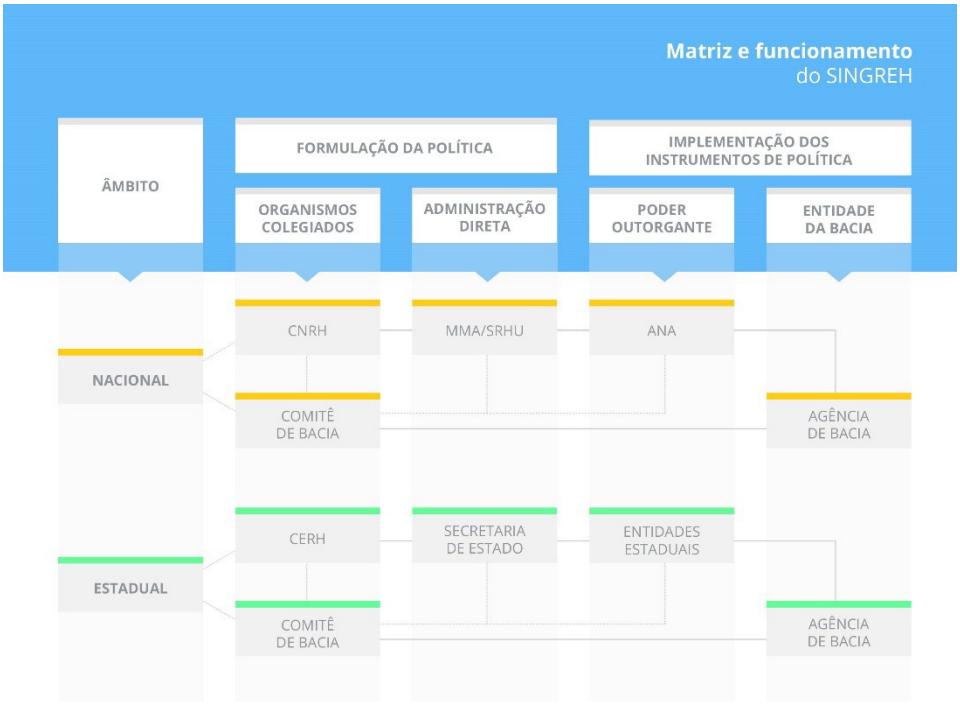
> *"Art. 32 […]*
>
> *I – coordenar a gestão integrada das águas;*
>
> *II – arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;*
>
> *III – implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos;*

IV – planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos;

V – promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos."

Os órgãos e entidades que compõem o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos são: Conselho Nacional de Recursos Hídricos, Agência Nacional de Águas, Conselhos de Recursos Hídricos dos estados e do Distrito Federal, Comitês de Bacia Hidrográfica, órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos e as Agências de Água. A Figura 2.4-1 apresenta o organograma de atuação dos órgãos do SINGREH.

Figura 2.4-1 – Organograma de atuação dos órgãos do SINGREH.



Fonte: www.ana.gov.br

No âmbito do estado de Minas Gerais, a referência legal para a gestão dos recursos hídricos é a Lei 13.199/1999, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos.

A legislação mineira compartilha de dispositivos já estabelecidos na PNRH e, ainda, detalha a execução da política estadual, da qual destacamos os fundamentos a serem observados:

Art. 3º […]

I – o direito de acesso de todos aos recursos hídricos, ***com prioridade para o abastecimento público e a manutenção dos ecossistemas****;*

II – o gerenciamento integrado dos recursos hídricos com vistas ao uso múltiplo;

IV – a adoção da bacia hidrográfica, vista como sistema integrado que engloba os meios físico, biótico e antrópico, como unidade físico-territorial de planejamento e gerenciamento;

V – a vinculação da cobrança pelo uso dos recursos hídricos às disponibilidades quantitativas e qualitativas e às peculiaridades das bacias hidrográficas;

VII – a compensação ao município afetado por inundação resultante da implantação de reservatório ou por restrição decorrente de lei ou outorga relacionada com os recursos hídricos;

VIII – a compatibilização do gerenciamento dos recursos hídricos com o desenvolvimento regional e com a proteção do meio ambiente;

XII – a descentralização da gestão dos recursos hídricos;

XIII – a participação do poder público, dos usuários e das comunidades na gestão dos recursos hídricos."

É importante salientar que o gerenciamento integrado dos recursos hídricos deve observar e respeitar os usos múltiplos, sem esquecer as funções ecossistêmicas desse essencial atributo da natureza. Este ponto é de central entendimento, pois, dentro de uma bacia hidrográfica, deve ser respeitada a capacidade do aproveitamento da água, enquanto recurso, sem que se comprometam funções ecológicas fundamentais. Ainda, dentro das possibilidades e efetivos usos da água, deve ser observado o atendimento às condições outorgadas, pois a condição de uso de um pode afetar diretamente a condição de uso de outro, além de comprometer a própria existência da água ou usabilidade do recurso.

Para implementação da PERH e gerenciamento do uso da água em Minas Gerais, foram estipulados instrumentos que têm relação direta com atividades que demandem o uso da água, conforme abaixo:

"Art. 9º – São instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos:

I – o Plano Estadual de Recursos Hídricos;

II – os Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas;

III – o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos;

IV – o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes;

V – a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;

VI – a cobrança pelo uso de recursos hídricos;

VII – a compensação a municípios pela exploração e restrição de uso de recursos hídricos;

VIII – o rateio de custos das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo;

IX – as penalidades."

Tabela 2.4-6 – Pontos de destaque dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos.

Instrumento	Pontos de destaque
Plano Estadual de Recursos Hídricos	Deverá conter: • divisão hidrográfica do estado, na qual se caracterizará cada bacia hidrográfica utilizada para o gerenciamento descentralizado e compartilhado dos recursos hídricos; • os objetivos a serem alcançados; • as diretrizes e os critérios para o gerenciamento de recursos hídricos; • os programas de desenvolvimento institucional, tecnológico e gerencial, de valorização profissional e de comunicação social, no campo dos recursos hídricos.

Instrumento	Pontos de destaque
Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas	Têm por finalidade fundamentar e orientar a implementação de programas e projetos e conterão, no mínimo: • **diagnóstico da situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica**; • análise de opções de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de **modificação dos padrões de ocupação do solo;** • **balanço entre disponibilidades e demandas atuais e futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;** • metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis; • medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados para o atendimento de metas previstas, com estimativas de custos; • prioridade para outorga de direito de uso de recursos hídricos; • diretrizes e critérios para cobrança pelo uso dos recursos hídricos; • propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção de recursos hídricos e de ecossistemas aquáticos.
Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos	Objetivos: • reunir, dar consistência e divulgar dados e informações sobre as situações qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos do estado, bem como informações socioeconômicas relevantes para o seu gerenciamento; • atualizar, permanentemente, as informações sobre a disponibilidade e a demanda de recursos hídricos e sobre ecossistemas aquáticos, em todo o território do estado; • fornecer subsídios para a elaboração do Plano Estadual e dos Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas; • apoiar ações e atividades de gerenciamento de recursos hídricos no estado.
Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes	Visa: • **assegurar qualidade de água compatível com os usos mais exigentes;** • diminuir os custos de combate à poluição da água, mediante ações preventivas permanentes.
Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos	O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos do estado tem por objetivo assegurar os controles quantitativos e qualitativos dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água: • as acumulações, as derivações ou a captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, até para abastecimento público, ou insumo de processo produtivo; • A outorga efetivar-se-á por ato do Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM; • A outorga confere ao usuário o direito de uso do corpo hídrico, condicionado à disponibilidade de água, o que não implica a alienação parcial das águas, que são inalienáveis;
Cobrança pelo uso de recursos hídricos	Serão cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga.
Compensação a municípios pela exploração e restrição de uso de recursos hídricos	Compensação a município afetado por inundação causada por implantação de reservatório ou por restrição decorrente de lei ou outorga relacionada com recursos hídricos será disciplinada pelo Poder Executivo, mediante decreto, a partir de estudo próprio, aprovado pelo CERH-MG.
Rateio de custos das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo	As obras de uso múltiplo de recursos hídricos, de interesse comum ou coletivo, terão seus custos rateados, direta ou indiretamente, segundo critérios e normas a serem estabelecidos em regulamento baixado pelo Poder Executivo, após aprovação pelo CERH-MG, atendidos os seguintes procedimentos: • a concessão ou a autorização de vazão com potencial de aproveitamento múltiplo serão precedidas de negociação sobre o rateio de custos entre os beneficiários, inclusive os de aproveitamento hidrelétrico, mediante articulação com a União; • a construção de obras de interesse comum ou coletivo dependerá de estudo de viabilidade técnica, econômica, social e ambiental, que conterá previsão de formas de retorno dos investimentos públicos ou justificativas circunstanciadas da destinação de recursos a fundo perdido.
Penalidade	Visam constranger os usuários ao cumprimento das normas estabelecidas para os recursos hídricos.

Destacam-se, entre os instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos, para fins da presente abordagem: (i) aquele que deve cuidar do planejamento do uso da água na bacia hidrográfica (Plano Diretor de Recursos Hídricos), (ii) o que deve prestar informações de ordem

quantitativa, qualitativa e socioeconômica (Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos), (iii) o que estabelece padrões de qualidade para o recurso hídrico (enquadramento dos corpos de água em classes, segundo usos preponderantes) e (iv) o que institui ao poder público o controle quantitativo e qualitativo para o uso da água (outorga).

2.4.2.1.2. Competência administrativa no gerenciamento dos recursos hídricos

As competências administrativas para gestão dos recursos hídricos serão exercidas pelo ente da federação que possuir domínio sobre determinado recurso. Tem-se como exemplo o instrumento da outorga de direito de recursos hídricos, que é ato inerente ao exercício do poder de polícia administrativa, próprio das autoridades competentes da União, dos estados ou do Distrito Federal, conforme o artigo 14 da Lei 9.433/1997.

Em se tratando de recurso hídrico de domínio da União, a outorga de direito de uso deverá ser avaliada pela Agência Nacional de Águas (ANA).

Nos termos da Constituição Federal são bens da União:

> *"Art. 20 […]:*
>
> *III – os lagos, **rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham**, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais;"*

Nos termos da Lei Federal 9.433/1997, art. 14º, § 1º, o Poder Executivo federal poderá delegar aos estados e ao Distrito Federal competência para conceder outorga de direito de uso de recurso hídrico de domínio da União.

Em relação aos bens dos estados, o art. 26 da Constituição dispõe que: *"I – as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União"*.

Assim, em se tratando de curso d'água que flui unicamente em seu território, o estado, através do órgão atribuído, terá a competência administrativa de avaliar e decidir sobre os pedidos de uso dos recursos hídricos.

Esta sistemática é aplicável aos demais instrumentos de gestão dos recursos hídricos, como a própria regulamentação técnica específica à realidade do ente gestor.

Tendo em vista que os recursos hídricos impactados pelo evento de rompimento estão no estado de Minas Gerais e, por suas características, sob gestão estadual, tem-se a estrutura do gerenciamento de recursos hídricos de Minas Gerais (Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SEGRH/MG) como responsável pelo acompanhamento das ações de reparação e recuperação.

Neste sentido, caberão aos órgãos gestores do estado de Minas Gerais análises e concessões de outorgas de recursos hídricos, monitoramento da remediação da contaminação das águas subterrâneas, monitoramento das qualidades da água etc., caso o uso pretendido se adéque aos critérios que impõem a necessidade de obtenção do ato autorizativo junto ao poder público.

O Quadro 2.4-1 traz os órgãos integrantes do SERH/MG e as respectivas competências no âmbito do gerenciamento dos recursos hídricos:

Quadro 2.4-1 – Competências dos órgãos do SEGRH.

Órgãos do SEGRH	Principais competências na presente abordagem
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Semad	• Aprovar a programação do gerenciamento de recursos hídricos elaborada pelos órgãos e pelas entidades sob sua supervisão e coordenação; • Encaminhar à deliberação do CERH-MG propostas do Plano Estadual de Recursos Hídricos e de suas modificações elaboradas com base nos Planos Diretores de Bacias Hidrográficas de Recursos Hídricos; • Prestar orientação técnica aos municípios relativamente a recursos hídricos, por intermédio de seus órgãos e entidades;
Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH-MG	• Estabelecer princípios e diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos a serem observados pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos e pelos Planos Diretores de Bacias Hidrográficas; • Atuar como instância de recurso nas decisões dos comitês de bacia hidrográfica; • Deliberar sobre projetos de aproveitamento de recursos hídricos que extrapolem o âmbito do comitê de bacia hidrográfica; • Estabelecer os critérios e as normas gerais para a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; • Reconhecer os consórcios ou as associações intermunicipais de bacia hidrográfica ou as associações regionais, locais ou multissetoriais de usuários de recursos hídricos; • Deliberar sobre o enquadramento dos corpos de água em classes, em consonância com as diretrizes do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam-MG) e de acordo com a classificação estabelecida na legislação ambiental; • Exercer outras ações, atividades e funções estabelecidas em lei ou regulamento, compatíveis com a gestão de recursos hídricos do Estado ou de sub-bacias de rios de domínio da União cuja gestão lhe tenha sido delegada.
Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM	• Controlar e monitorar os recursos hídricos e regular seu uso; • Outorgar o direito de uso dos recursos hídricos de domínio do estado, bem como dos de domínio da União, quando houver delegação, ressalvadas as competências dos comitês de bacias hidrográficas e do CERH-MG; I – Analisar e emitir outorga do direito de uso de recursos hídricos referente aos processos únicos de outorga coletiva; II – analisar e emitir os seguintes atos autorizativos, de acordo com a capacidade de atendimento de sua equipe técnica, definida pela autarquia: a) a outorga do direito de uso de recursos hídricos; b) certidão de uso insignificante de recursos hídricos; c) declaração de reserva de disponibilidade hídrica; • Elaborar e manter atualizados o cadastro de usuários de recursos hídricos e o de infraestrutura hídrica.
Comitês de bacias hidrográficas	• Promover o debate das questões relacionadas com os recursos hídricos e articular a atuação de órgãos e entidades intervenientes; • Arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados com recursos hídricos; • Aprovar os Planos Diretores de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas e seus respectivos orçamentos, para integrar o Plano Estadual de Recursos Hídricos e suas atualizações; • Aprovar planos de aplicação dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos, inclusive financiamentos de investimentos a fundo perdido; • Aprovar, em prazo fixado em regulamento, sob pena de perda da competência para o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos para empreendimentos de grande porte e com potencial poluidor; • Aprovar o Plano Emergencial de Controle de Quantidade e Qualidade de Recursos Hídricos proposto por agência de bacia hidrográfica ou entidade a ela equiparada, em sua área de atuação; • Deliberar sobre proposta para enquadramento dos corpos de água em classes de usos preponderantes, com o apoio de audiências públicas, assegurando o uso prioritário para abastecimento público; • Deliberar sobre contratação de obra e serviço em prol da bacia hidrográfica, a ser celebrada diretamente pela respectiva agência ou por entidade a ela equiparada nos termos da lei, observada a legislação licitatória aplicável; • Aprovar a formação de consórcios intermunicipais e de associações regionais, locais e multissetoriais de usuários na área de atuação da bacia, bem como estimular ações e atividades de instituições de ensino e pesquisa e de organizações não governamentais, que atuem em defesa do meio ambiente e dos recursos hídricos na bacia; • Aprovar a celebração de convênios com órgãos, entidades e instituições públicas ou privadas, nacionais e internacionais, de interesse da bacia hidrográfica; Obs.: A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos para empreendimentos de grande porte e com potencial poluidor compete, na falta do Comitê de Bacia Hidrográfica, ao CERH, por meio de câmara a ser instituída com esta finalidade a qual terá assessoramento técnico do IGAM.

Órgãos do SEGRH	Principais competências na presente abordagem
Agências de bacias hidrográficas e entidades a elas equiparadas	• Efetuar estudos técnicos relacionados ao enquadramento dos corpos de água da bacia em classes de usos preponderantes, assegurando o uso prioritário para abastecimento público; • Efetuar cobrança pela utilização dos recursos hídricos da bacia e diligenciar a execução dos débitos de usuários, pelos meios próprios e segundo a legislação aplicável, mantendo, para tanto, sistema de faturamento, controle de arrecadação e fiscalização do consumo; • Praticar, em sua área de atuação, ações e atividades que lhe sejam delegadas ou atribuídas pelo comitê de bacia; • Manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos em sua área de atuação; • Manter atualizado o cadastro de usos e de usuários de recursos hídricos; • Efetuar, mediante delegação do outorgante, cobrança pelo uso de recursos hídricos; • Analisar projetos e obras considerados relevantes para sua área de atuação, emitir pareceres sobre eles e encaminhá-los às instituições responsáveis por seu financiamento, implantação e implementação; • Gerir o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos em sua área de atuação; • Promover os estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação; • Elaborar ou atualizar o Plano Diretor de Recursos Hídricos e submetê-lo à apreciação dos comitês de bacias hidrográficas que atuem na mesma área; • Promover o monitoramento sistemático da quantidade e da qualidade das águas da bacia; • Acompanhar a implantação e o desenvolvimento de empreendimentos públicos e privados considerados relevantes para os interesses da bacia; • Manter e operar instrumentos técnicos e de apoio ao gerenciamento da bacia, em especial os relacionados ao provimento de dados para o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos; • Elaborar, para apreciação e aprovação, os Planos e Projetos Emergenciais de Controle da Quantidade e da Qualidade dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica, com a finalidade de garantir sua proteção; • Elaborar, para conhecimento, apreciação e aprovação do comitê, relatórios anuais sobre a situação dos recursos hídricos da bacia; • Elaborar pareceres sobre a compatibilidade de obras, serviços, ações ou atividades específicas relacionadas ao Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica; • Propor ao comitê de bacia hidrográfica plano de aplicação dos recursos financeiros arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos, inclusive financiamentos de investimentos a fundo perdido; • Efetuar estudos técnicos relacionados ao enquadramento dos corpos de água da bacia em classes de usos preponderantes, assegurando o uso prioritário para abastecimento público; • Celebrar convênios, contratos, acordos, ajustes, protocolos, parcerias e consórcios com pessoas físicas e jurídicas, de direito privado ou público, nacionais e internacionais, notadamente os necessários para viabilizar aplicações de recursos financeiros em obras e serviços, em conformidade com o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica; • Proporcionar apoio financeiro a planos, programas, projetos, ações e atividades para obras e serviços de interesse da agência, devidamente aprovados pelo comitê; • Manter, em cooperação com órgãos e entidades de controle ambiental e de recursos hídricos, cadastro de usuários de recursos hídricos da bacia, considerando os aspectos de derivação, consumo e diluição de efluentes; • Efetuar estudos sobre recursos hídricos da bacia, em articulação com órgãos e entidades similares de outras bacias hidrográficas; • Conceber e incentivar programas, projetos, ações e atividades ligados à educação ambiental e ao desenvolvimento de tecnologias que possibilitem o uso racional, econômico e sustentado de recursos hídricos; • Promover a capacitação de recursos humanos para o planejamento e o gerenciamento de recursos hídricos da bacia hidrográfica, de acordo com programas e projetos aprovados pelo comitê; • Exercer outras ações, atividades e funções previstas em lei, regulamento ou decisão do CERH-MG, compatíveis com a gestão integrada de recursos hídricos
Fazem ainda parte do sistema os órgãos e as entidades dos poderes estadual e municipais cujas competências se relacionem à gestão de recursos hídricos.	
Lei 13.199/1999: Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Lei Estadual 21.972/2016:** Dispõe sobre o Sisema – e dá outras providências. **Lei Estadual 23.304/2019:** Estabelece a estrutura orgânica do Poder Executivo do estado e dá outras providências. **Decreto Estadual 41.578/ 2001:** Regulamenta a Lei 13.199/99, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. **Decreto Estadual 47.787/2019:** Dispõe sobre a organização da Semad. **Decreto Estadual 47.866/2020:** Estabelece o Regulamento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas e dá outras providências.	

Conforme os deveres e poderes dispostos no Quadro 2.4-1, todos os atores do SEGRH terão importante atuação no contexto das ações de reparação e recuperação a serem realizadas.

Destacamos a centralidade de dois desses atores: (I) Comitês de Bacias e (ii) a Agência de Bacia Hidrográfica.

2.4.2.1.2.A. Comitês de Bacias

Conforme destacado no Quadro 2.4-1, os Comitês de Bacias têm relevância central no gerenciamento dos recursos hídricos.

Tais comitês possuem competência mobilizadora, uma vez que devem promover o debate das questões relacionadas aos recursos hídricos e articular a atuação de órgãos e entidades intervenientes.

Este papel é mediador, uma vez que, em primeira instância administrativa, deve arbitrar sobre os conflitos relacionados aos recursos hídricos. Esta é uma situação que pode ser aumentada tendo em vista a diminuição do volume de água disponível na região.

Ao ser competente para aprovar os Planos Diretores de Recursos Hídricos das bacias hidrográficas, o Planos de Aplicação dos Recursos Arrecadados com a Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos e o Plano Emergencial de Controle de Quantidade e Qualidade de Recursos Hídricos, tais comitês têm grande relevância no gerenciamento da bacia hidrográfica.

Além de outras atribuições extremamente importante, destacamos, por fim, que aos Comitês de Bacia cabe aprovar outorgas dos direitos de uso de recursos hídricos para empreendimentos de grande porte e com potencial poluidor.

2.4.2.1.2.A.a. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba (CBH Paraopeba)

O comitê é um órgão colegiado, de estado, instituído pelo Decreto 40.398, de 28 de maio de 1999, deliberativo e normativo, com atuação na área territorial compreendida pela bacia hidrográfica do rio Paraopeba.

O CBH Paraopeba possui 48 municípios participantes, sendo 36 com sede urbana em seu território e 12 com territórios parcialmente inseridos em sua área de abrangência.

- **Municípios com sede na bacia hidrográfica do rio Paraopeba**: Belo Vale, Betim, Bonfim, Brumadinho, Cachoeira da Prata, Caetanópolis, Congonhas, Conselheiro Lafaiete, Contagem, Cristiano Otoni, Crucilândia, Entre Rios de Minas, Esmeraldas, Florestal, Fortuna de Minas, Ibirité, Igarapé, Inhaúma, Itatiaiuçu, Jeceaba, Juatuba, Lagoa Dourada, Maravilhas, Mario Campos, Mateus Leme, Moeda, Ouro Branco, Paraopeba, Pequi, Piedade dos Gerais, Queluzito, Rio Manso, São Brás do Suaçuí, São Joaquim de Bicas, São José da Varginha e Sarzedo;
- **Municípios com sede fora da bacia hidrográfica do rio Paraopeba**: Casa Grande, Curvelo, Desterro de Entre Rios, Felixlândia e Itaúna.
- Dentre as principais competências do CBH Paraopeba estão:
- Arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados com os recursos hídricos;

- Aprovar a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos para empreendimentos de grande porte e com potencial poluidor, conforme DN CERH 31, de 26 de agosto de 2009, ou outra norma que venha substituí-la;
- Deliberar sobre proposta para o enquadramento dos corpos de água em classes de usos preponderantes, com o apoio de audiências públicas, assegurando o uso prioritário para o abastecimento público.

Tabela 2.4-7 – Principais normas sobre o CBH Paraopeba.

Potencial de aplicação: Alto		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Deliberação CBH Paraopeba 11/2019	Altera e estabelece o Regimento Interno do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba	Estadual
Decreto 40.398/1999	Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba	Estadual

2.4.2.1.2.B. Agência de Bacias

As Agências de Bacias têm relevante papel no gerenciamento dos recursos hídricos.

O amplo diagnóstico, monitoramento e gestão da informação da bacia hidrográfica, ao passar pelas Agências, as definem como interlocutores centrais do gerenciamento dos recursos hídricos.

Não por acaso, são importantes atribuições das agências a elaboração e atualização do respectivo Plano Diretor de Recursos Hídricos, a análise de projetos e obras considerados relevantes para sua área de atuação, o acompanhamento da implantação e o desenvolvimento de empreendimentos públicos e privados considerados relevantes para os interesses da bacia.

Destaca-se configurar atribuição legal das agências promover o monitoramento sistemático da quantidade e da qualidade das águas da bacia e elaborar os Planos e Projetos Emergenciais de Controle da Quantidade e da Qualidade dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica, com a finalidade de garantir sua proteção.

Verifica-se, portanto, que as Agências de Bacias são referências técnicas e de conhecimento das bacias hidrográficas, o que tem grande valia para as ações de reparação propostas. Além disso, por suas atribuições legais, estas agências poderão constantemente monitorar os resultados das ações realizadas, o que deve aproximar os reparadores e a entidade para a melhor sinergia de atuação em prol do objetivo de restaurar a qualidade dos recursos hídricos na região.

2.4.2.1.3. Legislação aplicável aos recursos hídricos no contexto do rompimento das barragens B1, B4 e B4-A do Complexo Paraopeba II da Mina Córrego do Feijão

A avaliação de impactos ambientais do presente estudo traz a descrição daqueles sofridos pelos recursos hídricos. Embora a repercussão de danos aos recursos hídricos tenha impactos diretos no meio físico, biótico e socioeconômico, há especificidade das legislações em cada tema, mesmo reconhecendo a dinâmica de interação. Assim, para melhor ordenação desta abordagem, este item irá tratar da legislação específica para os recursos hídricos.

Cabe destacar, portanto, algumas das principais obrigações e temas inerentes ao uso dos recursos hídricos:

2.4.2.1.3.A. Outorga

Dentre as principais obrigações jurídicas inerente aos uso de recursos hídricos, encontra-se a obtenção da outorga de uso de recursos hídricos.

O Decreto Estadual 47.705/2019 dispõe sobre normas e procedimentos para regularização de uso de recursos hídricos de domínio do estado de Minas Gerais, que, em seu artigo 2º, dispõe sobre os usos dos recursos hídricos sujeitos a outorga:

> *"Art. 2º – Estão sujeitas à outorga de direito de uso pelo Poder Público, independentemente da natureza pública ou privada dos usuários, as intervenções que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade dos recursos hídricos, a montante ou a jusante do ponto de interferência, conforme os seguintes modos de usos:*
>
> *I – captação ou derivação em um corpo de água;*
>
> *II – explotação de água subterrânea;*
>
> *III – construção de barramento ou açude;*
>
> *IV – construção de dique ou desvio em corpo de água;*
>
> *V – rebaixamento de nível de água;*
>
> *VI – construção de estrutura de transposição de nível;*
>
> *VIII – lançamento de efluentes em corpo de água;*
>
> *IX – retificação, canalização ou obras de drenagem;*
>
> *X – transposição de bacias;*
>
> *XII – sistema de remediação para águas subterrâneas contaminadas;*
>
> *XIII – dragagem em cava aluvionar;*
>
> *XV – outras intervenções que alterem regime, quantidade ou qualidade dos corpos de água."*

A efetivação da outorga se dá por ato do IGAM, embora, conforme já mencionado, nos casos de empreendimentos de grande porte e potencial poluidor, o deferimento dependerá de aprovação do Comitê de Bacia.

O IGAM poderá emitir outorgas preventivas de uso de recursos hídricos, com a finalidade de declarar a disponibilidade de água para os usos requeridos.

A outorga preventiva não confere direito de uso de recursos hídricos e se destina, exclusivamente, à reserva de disponibilidade hídrica, possibilitando o planejamento de atividades e empreendimentos que necessitem desses recursos, mas não se aplica a empreendimentos situados em áreas declaradas de conflito pelo uso da água ou de aproveitamento de potencial hidrelétrico, sujeitas a regime de concessão ou autorização.

A outorga preventiva que se enquadrar no critério definido para outorga de grande porte deverá ser encaminhada para aprovação no respectivo Comitê de Bacia.

A Portaria IGAM 48/2019, que dispõe sobre normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do estado de Minas Gerais, prevê, em seu artigo 33, que será admitida também a intervenção em recursos hídricos nos casos emergenciais, mediante notificação prévia e formal ao IGAM, conforme modelo disponível em seu sítio eletrônico.

Para os empreendimentos ou atividades passíveis de licenciamento ambiental, a outorga de direito de uso de recursos hídricos deverá ser requerida juntamente com o processo de licenciamento ambiental, previamente à instalação do empreendimento, atividade ou intervenção.

Na fase de operação, as outorgas tratarão das captações e intervenções em recursos hídricos para a realização das atividades finalísticas do projeto. O procedimento para obtenção de tais outorgas obedecerá aos ritos já mencionados, conforme a especificidade do uso requerido.

2.4.2.1.3.B. Condicionantes e obrigações inerentes à outorga do direito de uso de recursos hídricos

A intervenção e os usos de recursos hídricos são outorgados pelo poder público sob certas condições, que visam seu monitoramento qualitativo e quantitativo. Destacam-se:

- Implantação de sistema de medição para monitoramento de intervenções em recursos hídricos.
  - Entende-se por sistema de medição de recursos hídricos o conjunto de instalações, equipamentos, acessórios, instrumentos e dispositivos que registram e permitem o monitoramento dos volumes de água retirados ou o método de medição de vazões com eficiência técnica devidamente comprovada.
  - O sistema de medição das vazões de água captada, bem como o horímetro adotado pelo usuário de recursos hídricos, deverão propiciar, de forma clara e simplificada, a aferição de dados pelo IGAM ou por qualquer órgão ou entidade integrante do Sisema, no local da intervenção em recursos hídricos.
- O IGAM, mediante fundamentação técnica, poderá estabelecer monitoramento automático com transmissão telemétrica de dados.
- O usuário de recursos hídricos deverá garantir livre acesso dos representantes do IGAM ou de qualquer órgão ou entidade integrante do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema) ao sistema de medição, bem como manter disponível, sempre que possível, a pessoa responsável pela realização das medições no momento da fiscalização ou vistoria.
- Sistemas de medição para monitoramento do uso de recursos hídricos superficiais:
  - Para implantação de intervenções consuntivas em recursos hídricos superficiais, deverão ser instalados sistemas de medição e horímetro;
  - O usuário de recursos hídricos deverá realizar medições diárias da vazão captada, do tempo de captação e do fluxo residual, quando for o caso, armazenando esses dados em formato de planilhas impressas e em meio digital, que deverão ser apresentadas no momento da renovação da outorga de direito de uso dos recursos hídricos ou quando solicitado pelo IGAM, bem como no momento de fiscalização realizada por órgão integrante do Sisema.
- Sistemas de medição para monitoramento do uso de recursos hídricos subterrâneos:
  - Instalação de sistema de medição e horímetro nas captações de água subterrânea por meio de poços tubulares profundos;
  - Instalação de dispositivos que permitam a coleta de água para monitoramento de qualidade e medições de nível estático.

Destaca-se que a instalação de dispositivos de monitoramento e de controle de níveis de água subterrânea utilizados em sistemas de rebaixamento de nível de água será definida no ato de concessão da outorga de direito de uso dos recursos hídricos.

2.4.2.1.3.C. Qualidade da água

Em Minas Gerais, aplica-se a Deliberação Normativa Conjunta Copam-CERH-MG 01/2008, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes[1].

Esta norma considera que a classificação das águas (doces, com avaliação por condições e padrões específicos) é essencial à defesa de seus níveis de qualidade, de modo a assegurar seus usos preponderantes e a qualidade ambiental requerida para o corpo de água.

Além disso, há a premissa de que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente em seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade.

Para as ações de reparação e monitoramento dos resultados, vale considerar que o enquadramento de recursos hídricos expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias e obrigatórias, visando sua efetivação.

Conexa às classes trazidas pela Deliberação Normativa Conjunta Copam-CERH-MG 01/2008, são, portanto, estabelecidos seus usos preponderantes:

Quadro 2.4-2 – Classificação da água doce e seus usos.

Classe	Uso
Classe especial	a) abastecimento para consumo humano, com filtração e desinfecção; b) preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e c) preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral
Classe 1	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) proteção das comunidades aquáticas; c) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama 274, de 29 de novembro 2000; d) irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
Classe 2	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) proteção das comunidades aquáticas; c) recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama 274, de 29 de novembro 2000; d) irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) aquicultura e atividade de pesca.
Classe 3	a) abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) pesca amadora; d) recreação de contato secundário; e e) dessedentação de animais.

[1] É importante salientar que a Resolução Conama 357/2005 dispõe sobre o mesmo tema, sendo, entretanto, aplicável em rios de domínio federal.

Classe	Uso
Classe 4	a) navegação; b) harmonia paisagística; e c) usos menos exigentes.

Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Deliberação Normativa estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe. A partir desta estruturação metodológica, é realizado o enquadramento de determinado recurso hídrico, considerando os usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos.

A Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH 1/2008 traz, ainda, diversas diretrizes técnicas e metodológicas de apuração e monitoramento da qualidade da água, inclusive quanto à interação com seres vivos.

Quanto aos processos de controle de contaminantes em corpos hídricos superficiais, a Resolução Conama 467/2015 dispõe sobre critérios para a autorização de uso de produtos ou de agentes de processos físicos, químicos ou biológicos. Esta norma informa que é proibido o uso de tais produtos e de agentes sem seu prévio registro, nos termos da legislação vigente.

2.4.2.1.3.D. Águas subterrâneas

Quanto às águas subterrâneas, em Minas Gerais, a Lei Estadual 13.771/2000 é referência, uma vez que dispõe sobre a administração, a proteção e a conservação das águas subterrâneas de domínio do estado.

A Lei traz diretrizes sobre ações de gestão, proteção e controle, áreas de proteção, estudos, projetos, pesquisas, obras, outorga e sobre sanções e atividades de fiscalização que envolvem o tema.

A Resolução CNRH 92/2008 estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro, visando identificar, prevenir e reverter processos de superexplotação, poluição e contaminação, considerando especialmente as áreas de uso restritivo, cuja criação é prevista no § 2º do art. 6º da Resolução CNRH 22/2002.

Em Minas Gerais, a Deliberação Normativa Conjunta Copam-CERH 5/2017 estabelece as diretrizes e procedimentos para a definição de áreas de restrição e controle do uso das águas subterrâneas.

Segundo a norma, a delimitação das Áreas de Restrição e Controle será definida pelo Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM), em articulação, quando for o caso, com a Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam), a Secretaria de Estado de Saúde e os comitês de bacias hidrográficas, considerando a integração de informações geológicas, hidrogeológicas, de saúde pública, do uso e ocupação do solo, dos planos de bacias hidrográficas, de estudos ambientais e as áreas especificadas no artigo 4º da Resolução CNRH 92/ 2008.

> *"Art. 4º O órgão gestor de recursos hídricos competente, em articulação com os órgãos de meio ambiente, poderá instituir com aprovação dos Comitês de Bacias, onde houver, e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, áreas de restrição e controle de uso de águas subterrâneas, desde que tecnicamente justificadas, com ênfase na proteção, conservação e recuperação de:*
>
> *I – mananciais para o abastecimento humano e dessedentação de animais;*
>
> *II – ecossistemas, ameaçados pela superexplotação, poluição ou contaminação das águas subterrâneas;*

III – áreas vulneráveis à contaminação da água subterrânea;

IV – áreas com solos ou água subterrânea contaminados; e

V – áreas sujeitas a ou com identificada superexplotação.

Parágrafo único. Para as áreas previstas no caput *deverão ser indicadas as medidas de restrição e controle, com vistas a disciplinar o uso do solo e da água subterrânea."*

Tais áreas de restrição e controle podem ter as seguintes classificações e características:[2]

Quadro 2.4-3 – Áreas de Restrição e Controle de Águas Subterrâneas.

Ocorrência	
As Áreas de Restrição e Controle são aquelas onde existe a necessidade de disciplinar as intervenções em águas subterrâneas e as atividades potencialmente poluidoras, com ênfase na proteção, conservação, recuperação e no uso sustentável, tais como: • áreas de explotação de água subterrânea para o abastecimento público e outros usos prioritários; • **áreas vulneráveis à contaminação da água subterrânea;** • **áreas com solo contaminado ou água subterrânea contaminada;** • áreas com indícios de superexplotação ou com superexplotação confirmada; • áreas de risco geológico-geotécnico associado à explotação de água subterrânea; • outras áreas vulneráveis em razão da explotação de água subterrânea.	
Classificação (relativa a contaminação antrópica)	
Áreas de Restrição e Controle em Avaliação	Será considerada Área de Restrição e Controle em Avaliação, devido a contaminação antrópica, aquela classificada como Área Suspeita de Contaminação (AS) ou Área Contaminada sob Investigação (AI), conforme Deliberação Normativa Conjunta Copam-CERH 2, de 8 de setembro de 2010. Para estas áreas, podem ser adotadas as mesmas restrições estabelecidas para áreas "confirmadas", a critério do IGAM.
Áreas de Restrição e Controle Confirmadas[2]	Nas Áreas de Restrição e Controle Confirmadas, o IGAM, mediante fundamentação técnica, quando for o caso, poderá: I – proibir novas intervenções em água subterrânea até que o aquífero se recupere ou até que deixe de existir o fato que determinou a restrição; II – proibir ou restringir as intervenções existentes em água subterrânea, estabelecendo, neste caso, o volume máximo total a ser extraído, os regimes de operação e os usos admissíveis; III – definir o distanciamento mínimo entre os poços; IV – revogar ou suspender a outorga do direito de uso de recursos hídricos; V – controlar as fontes de poluição existentes, mediante programa específico de ações; VI – estabelecer programas específicos de monitoramento e consequentes ações corretivas; VII – proibir ou restringir a implantação de novas atividades potencialmente poluidoras; e VIII – adotar outras medidas correlatas que se fizerem necessárias. Será considerada Área de Restrição e Controle Confirmada, devido a contaminação antrópica, aquela classificada, pela Deliberação Normativa Conjunta Copam-CERH 2 , de 8 de setembro de 2010, como Área Contaminada sob Intervenção (ACI), Área em Processo de Monitoramento para Reabilitação (AMR) e Área Reabilitada para o Uso Declarado (AR). A delimitação da Área de Restrição e Controle Confirmada, decorrente de contaminação antrópica, será realizada com base nos estudos da investigação detalhada, elaborados para o atendimento da Deliberação Normativa Conjunta Copam/CERH 2[4], de 8 de setembro de 2010. As Áreas de Restrição e Controle em Avaliação ou Confirmadas, devido a contaminação antrópica, serão monitoradas conforme programas a serem elaborados pelo responsável pelas áreas e aprovados, conjuntamente, pelo IGAM e pela Feam. Para outorga de direito de uso da água subterrânea nas Áreas de Restrição e Controle em Avaliação ou Confirmadas, devido a contaminação antrópica, o órgão outorgante considerará os Valores Máximos Permitidos (VMP) para cada uso, previstos na Resolução Conama 396, de 3 de abril de 2008.

2.4.2.1.3.E. Temas sensíveis

[2] As Áreas de Restrição e Controle Confirmadas serão declaradas por meio de ato administrativo emitido pelo IGAM, com base em parecer técnico, podendo o ato ser emitido conjuntamente com a Feam, quando se tratar de área contaminada (art. 20).

2.4.2.1.3.E.a. Áreas de Conflito por Uso de Recursos Hídricos

A Portaria IGAM 26/2007 aprovou a Nota Técnica de Procedimento 7, de 10 de outubro de 2006, a qual define os procedimentos para emissão da Declaração de Área de Conflito – DAC.

Em algumas áreas pertencentes às bacias hidrográficas do estado de Minas Gerais, observam-se situações de indisponibilidade hídrica, quando a somatória das demandas por água por parte de diversos usuários requerentes é superior à vazão ou ao volume de recursos hídricos disponíveis para outorga.

Uma vez constatada a indisponibilidade hídrica em determinada bacia hidrográfica, após a análise dos estudos existentes relativos à disponibilidade hídrica e aos usuários e suas respectivas demandas de água, o IGAM poderá declarar área de conflito mediante emissão da DAC.

A Portaria IGAM 48/2019 trata das condições de outorga nestas áreas.

2.4.2.1.3.E.b. Área de Drenagem a Montante de Curso D'água

A Deliberação Normativa Copam 217/2017 estabelece, em sua Tabela 4, os critérios locacionais para o enquadramento de empreendimentos passíveis de regularização ambiental.

Um desses critérios refere-se à localização do empreendimento com relação ao enquadramento do curso d'água: "Localização prevista em área de drenagem a montante de trecho de curso d'água enquadrado em classe especial".

De acordo com a Resolução Conama 430/11, em seu artigo 11º, e a Deliberação Normativa Copam-CERH 1/2008, artigo 28, é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados nas águas de Classe Especial, que deverão ter mantidas as condições naturais do corpo d'água.

Neste sentido, tal característica locacional de determinado projeto, exige estudo específico, elaborado conforme termo de referência disponibilizado pelo órgão ambiental competente.

Tabela 2.4-8 – Principais normas sobre recursos hídricos.

Potencial de aplicação: Alto		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Lei Federal 9.433/1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989.	Federal
Lei Estadual 13.199/1999	Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências.	Estadual
Lei Estadual 13.771/2000	Estabelece diretrizes e procedimentos para a definição de áreas de restrição e controle do uso das águas subterrâneas e dá outras providências.	Estadual
Deliberação Normativa Conjunta Copam-CERH-MG 01/2008	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.	Estadual
Deliberação Normativa Copam 14/1995	Dispõe sobre o enquadramento das águas da bacia do rio Paraopeba.	Estadual
Resolução CNRH 92/2008	Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro.	Federal

Resolução CNRH 15/2001	Dispõe sobre a explotação de água subterrânea.	Federal
Resolução Copam 396/2008	Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.	Federal
Deliberação Normativa Conjunta Copam-CERH 05/2017	Estabelece diretrizes e procedimentos para a definição de áreas de restrição e controle do uso das águas subterrâneas	Estadual
Portaria IGAM 81/2011	Aprova Nota Técnica DPMA/GEMOH 16, de 13 de abril de 2011, que estabelece procedimentos para regularização dos poços de monitoramento de águas subterrâneas, dos sistemas de remediação de águas subterrâneas contaminadas, e dá outras providências.	Estadual
Resolução Conama 467/2015	Dispõe sobre critérios para a autorização de uso de produtos ou de agentes de processos físicos, químicos ou biológicos para o controle de organismos ou contaminantes em corpos hídricos superficiais e dá outras providências.	Federal
Portaria IGAM 26/2007	Aprova Nota Técnica de Procedimento 7, de 10 de outubro de 2006, que define procedimentos para emissão da Declaração de Área de Conflito – DAC.	Estadual
Portaria IGAM 48/2019	Estabelece normas suplementares para a regularização dos recursos hídricos de domínio do estado de Minas Gerais.	Estadual
Deliberação Normativa CERH 49/2015	Estabelece diretrizes e critérios gerais para a definição de situação crítica de escassez hídrica e estado de restrição de uso de recursos hídricos superficiais nas porções hidrográficas no estado de Minas Gerais.	Estadual
Principais obrigações		
• Recuperação da qualidade da água conforme enquadramento estabelecido para os recursos hídricos impactados; • Monitoramento da qualidade da água para acompanhamento do alcance do impacto e dos resultados das ações de reparação, inclusive atendimento às metas estabelecidas; • Elaboração de estudos hidrogeológicos para apuração do impacto nas águas subterrâneas e direcionamento das ações de controle e reparação; • Ações de controle ambiental para a adequação da qualidade da água subterrânea a sua respectiva classe.		
Observações		
Todo o processo de recuperação será intensamente acompanhado pelo poder público, pelos atores da gestão das águas e partes interessadas. Os órgãos gestores têm atuado no monitoramento dos impactos causados nos recursos hídricos, gerando informação e disponibilizando a toda comunidade, conforme se verifica no sítio http://feam.br/recuperacao-ambiental-da-bacia-do-rio-paraopeba/-acoes-e-programas-de-recuperacao-ambiental-da-bacia-hidrografica-do-rio-paraopeba. A interação entre as ações de recuperação realizadas pela empresa e poder público deve estar devidamente equacionada e orquestrada para o alcance dos resultados de forma satisfatória para o ambiente e para a comunidade.		

2.4.2.2. Solos

2.4.2.2.1. Programa Estadual de Gestão de Áreas Contaminadas

A Deliberação Normativa Conjunta Copam-CERH 02/2010 instituiu o Programa Estadual de Gestão de Áreas Contaminadas, aperfeiçoando, para a realidade regional, as diretrizes dispostas na Resolução Conama 420/2008.

O Programa tem como princípios:

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

II. manutenção da qualidade do solo e das águas subterrâneas;

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

IV. racionalidade e otimização de ações e custos;
V. a responsabilização por dano ambiental e suas consequências.

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 à margem da matrícula do imóvel sobre a contaminação e restrições de uso.

2.4.2.2.2. Classificação dos solos quanto a sua qualidade

A Resolução Conama 420/2009 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.

A norma considera a necessidade de estabelecimento de procedimentos e critérios integrados entre os órgãos da União, dos estados, do Distrito Federal 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.

Tabela 2.4-9 – Principais normas sobre solo.

Potencial de aplicação: Alto		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Resolução Conama 420/2009	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.	Federal
Instrução Normativa ICMBio 11/2014	Estabelecer procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de projeto de recuperação de área degradada ou perturbada (PRAD), para fins de cumprimento da legislação ambiental.	Federal
Instrução Normativa Ibama 4/2011	Estabelece procedimentos para elaboração de projeto de recuperação de área degradada (PRAD) ou área alterada, para fins de cumprimento da legislação ambiental, bem como dos termos de referência constantes dos anexos I e II desta Instrução Normativa.	Federal
Lei 13.153/2015	Combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca e seus instrumentos. institui a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca e Seus Instrumentos; prevê a criação da Comissão Nacional de Combate à Desertificação; e dá outras providências.	Federal

Deliberação Normativa Conjunta Copam-CERH 2/2010	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. Norma republicada em 29 de dezembro de 2010.	Estadual
Deliberação Normativa Copam 116/2008	Dispõe sobre a declaração de informações relativas à identificação de áreas suspeitas de contaminação e contaminadas substâncias químicas no estado.	Estadual
Portaria IGAM 81/2011	Aprova a Nota Técnica DPMA/GEMOH 16, de 13 de abril de 2011, que estabelece procedimentos para regularização dos poços de monitoramento de águas subterrâneas, dos sistemas de remediação de águas subterrâneas contaminadas, e dá outras providências.	Estadual
Lei 12.596/1997	Dispõe sobre a ocupação, o uso, o manejo e a conservação do solo agrícola e dá outras providências. Estabelece que a recuperação de área em processo adiantado de degradação ou desertificação é de responsabilidade do causador do dano.	Estadual
Decreto 39.569/1998	Regulamenta a Lei 12.596, de 30 de julho de 1997, que dispõe sobre a ocupação, o uso, o manejo e a conservação do solo agrícola e dá outras providências. Determina a criação do Conselho Diretor das Ações de Manejo de Solos – CDSolo.	Estadual
Lei 21.156/2014	Institui a Política Estadual de Desenvolvimento Rural Sustentável da Agricultura Familiar.	Estadual
Obrigações		
Realizar ações de monitoramento e remediação de acordo com a classificação das áreas.		
Observações		
As ações para recuperação do solo demandam a realização de processo bem definido pelas normas de referência, principalmente quanto às fases de gerenciamento (como identificação, diagnóstico e intervenção), metas de remediação e monitoramento contínuo e constante. Vale considerar que a contaminação do solo pode representar grande impacto, pela sua amplitude de interação, que vai do uso da água e da terra à própria permanência.		

2.4.2.3. Patrimônio espeleológico

Em avaliação de impactos realizada para o presente estudo, não foram observados impactos sobre o patrimônio espeleológico. Entretanto, tendo em vista a presença das cavidades Fecho do Funil I, II, III e IV na região próxima ao rompimento, propôs-se a realização de estudos específicos para tais estruturas, de acordo com as características e informações levantadas.

As cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional recebem proteção legal de modo a permitir estudos e pesquisas de ordem técnico-científica, bem como atividades de cunho espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo.

O Decreto Federal 99.556/1990 (com relevantes alterações trazidas pelo Decreto Federal 6.640/2006) dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.

Este decreto dispõe que a cavidade natural subterrânea será classificada, de acordo com seu grau de relevância, em máximo, alto, médio ou baixo, determinado pela análise de atributos ecológicos, biológicos, geológicos, hidrológicos, paleontológicos, cênicos, histórico-culturais e socioeconômicos, avaliados sob enfoque regional e local.

Em Minas Gerais, o Decreto Estadual 47.041/2016 dispôs sobre os critérios para a compensação e a indenização dos impactos e danos causados em cavidades naturais subterrâneas existentes no território do estado. Trata-se de norma que, ao contrário dos Decretos federais supracitados, cuida de indenização por danos causados em cavidades naturais subterrâneas não autorizadas ou licenciadas pelo Poder Público.

Tabela 2.4-10 – Principais normas sobre espeleologia.

Potencial de aplicação: Remoto		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Decreto 99.556/1990 (alterado pelo Decreto 6.640/2008)	Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas. Determina a obrigatoriedade de comunicar ao Ibama a ocorrência de grutas e caverna.	Federal
Portaria Ibama 887/1990	Dispõe sobre a realização de diagnóstico da situação do patrimônio espeleológico nacional.	Federal
Instrução Normativa MAA 2/2017	Define a metodologia para a classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas, conforme previsto no art. 5º do Decreto 99.556, de 1º de outubro de 1990.	Federal
Portaria MMA 358/2009	Institui o Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico, que tem como objetivo desenvolver estratégia nacional de conservação e uso sustentável do patrimônio espeleológico brasileiro.	Federal
Instrução Normativa ICMBio 1/2017	Estabelece procedimentos administrativos e técnicos para a execução de compensação espeleológica de que trata o art. 4º, § 3º, do Decreto mº 99.556, de 1º de outubro de 1990.	Federal
Decreto 47.041/2016	Dispõe sobre os critérios para a compensação e a indenização dos impactos e danos causados em cavidades naturais subterrâneas existentes no território do estado.	Estadual
Obrigações		
Danos causados a cavidades naturais subterrâneas devem ser indenizados, conforme Decreto Estadual, e compensados nos termos da legislação federal vigente. Deve ser realizado estudo espeleológico para identificação do grau de relevância da cavidade que sofreu ou sofrerá impactos para fins de reparação ou conservação.		
Observações		
i) A área de influência deve ser identificada a partir da projeção em superfície do desenvolvimento linear da cavidade considerada, no qual será somado um entorno adicional de proteção de, no mínimo, 250 metros. ii) A cavidade natural subterrânea será classificada, de acordo com seu grau de relevância, em máximo, alto, médio ou baixo, determinado pela análise de atributos ecológicos, biológicos, geológicos, hidrológicos, paleontológicos, cênicos, histórico culturais e socioeconômicos, avaliados sob enfoque regional e local. iii) Havendo impactos negativos irreversíveis em cavidades naturais subterrâneas por empreendimento, a compensação ambiental de que trata o art. 36 da Lei 9.985, de 18 de julho de 2000, deverá ser prioritariamente destinada à criação e implementação de Unidade de Conservação em área de interesse espeleológico, sempre que possível na região do empreendimento.		

2.4.2.4. Qualidade do ar

O padrão de qualidade do ar é um dos instrumentos de gestão, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica.

No estado de Minas Gerais, o Copam estabeleceu, através da Deliberação Normativa Copam 1/1981, os padrões de qualidade do ar considerando os fatores de partículas em suspensão, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, oxidantes fotoquímicos e partículas sedimentáveis.

Cita-se, ainda, a Deliberação Normativa Copam 187/2013, que estabelece condições e limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.

O órgão ambiental poderá estabelecer critérios no licenciamento ambiental para o padrão de qualidade do ar adotado em determinada localidade. Os casos omissos serão decididos pelo Copam com base em padrões recomendados ou aceitos internacionalmente.

Tabela 2.4-11 – Principais normas sobre qualidade do ar.

Potencial de aplicação: Alto		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Resolução Conama 491/2018	Dispõe sobre padrões de qualidade do ar.	Federal
Resolução Conama 5/1989	Institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – Pronar.	Federal
Resolução Copam 1/1981	Estabelece para todo o território do estado de Minas Gerais padrões de qualidade do ar. Contém padrões para partículas em suspensão, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, oxidantes fotoquímicos e partículas sedimentáveis.	Estadual
Deliberação Normativa Copam 187/2013	Estabelece condições e limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas e dá outras providências.	Estadual
Obrigações		
Atender aos padrões de qualidade do ar quando exigido pelo órgão ambiental no licenciamento ambiental.		

2.4.2.5. Biodiversidade

2.4.2.5.1. Fauna

É competência do Estado proteger a fauna silvestre terrestre e aquática a fim de assegurar a diversidade das espécies e dos ecossistemas, bem como a preservação do patrimônio genético, definindo mecanismos para sua proteção.

A Lei Complementar 140/2011 compartilhou a gestão da fauna silvestre entre a União e os estados. Com a assinatura do Acordo de Cooperação entre o Ibama/MG, a Semad e o IEF, as atividades relacionadas a gestão, fiscalização, recebimento, manejo e destinação da fauna silvestre em Minas Gerais passaram a ser realizadas também pelas instituições estaduais.

O IEF é órgão responsável pela análise e concessão de autorizações para captura, coleta e transporte da fauna silvestre, referente a etapa de inventariamento, através dos Escritórios Regionais ou das Superintendências Regionais de Regularização Ambiental – Supram.

Conforme apresentado na Tabela 2.4-12, no estado de Minas Gerais a legislação estabelece os procedimentos relativos a autorizações para manejo de fauna silvestre terrestre e aquática na área de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna, sujeitas ou não a licenciamento ambiental.

2.4.2.5.1.A. Autorização de manejo de fauna terrestre

O Instituto Estadual de Florestas – IEF, por meio das suas Unidades Regionais de Florestas e Biodiversidade – URFBio, é responsável por analisar os requerimentos e emitir autorizações de manejo de fauna silvestre terrestre e aquática vinculados a empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna sujeitas a licenciamento ambiental simplificado ou não passíveis de licenciamento ambiental pelo estado e em unidades de conservação de proteção integral.

O IEF concederá autorizações de captura, coleta e transporte de fauna silvestre terrestre específicas para cada uma das seguintes etapas de manejo de fauna, conforme Quadro 2.4-4.

Quadro 2.4-4 – Autorização de manejo de fauna terrestre.

Etapas	Objetivo
Inventariamento/Levantamento de fauna	Catalogar as espécies que existem em determinada região e seus *habitat* correspondentes.
Resgate, salvamento e destinação de fauna	Ações diretas voltadas a captura, eutanásia, afugentamento, transporte e destinação de animais provenientes direta ou indiretamente de uma área impactada para um ambiente de recuperação ou refúgio natural. Entende-se por salvamento todo procedimento que ocorre na base provisória de salvamento do empreendimento, seguido por atendimento veterinário e relocação.
Monitoramento de fauna na instalação e operação do empreendimento	Diagnosticar as alterações nas populações e comunidades da fauna silvestre local em decorrência dos impactos advindos da implantação e/ou operação do empreendimento.

A autorização concedida na etapa de levantamento de fauna terá validade de um ano, a partir da data de sua emissão, podendo ser renovada por igual período, por solicitação formal do interessado ao IEF. A solicitação deve ser acompanhada de justificativa para a necessidade de renovação; esclarecimentos se a equipe técnica, auxiliares e metodologias de captura e coleta permanecerão os mesmos e apresentação de novo cronograma.

O relatório de fauna deverá ser entregue ao IEF no prazo máximo de 90 dias, contados depois de encerrado o prazo de validade da autorização, sob pena de aplicação de sanções administrativas cabíveis, que poderá requerer informações complementares de acordo com as características do empreendimento.

2.4.2.5.1.B. Autorização de manejo de fauna aquática

As autorizações para manejo de fauna aquática no âmbito da regularização ambiental são necessárias para captura, coleta e transporte de biodiversidade aquática, para a caracterização, prevenção, mitigação, reparação ou compensação de impactos ambientais decorrentes de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à biodiversidade, sujeitas ou não a licenciamento ambiental.

As autorizações são concedidas nas modalidades abaixo listadas, considerando que a execução de mais de uma delas exige requerimentos e autorizações distintas.

a. **Inventário**: Caracterização da biodiversidade aquática das áreas afetadas pelo empreendimento e de seus impactos reais ou potenciais sobre ela, considerando as espécies, populações, comunidades e funções ecológicas ali presentes.
b. **Monitoramento**: Acompanhamento dos impactos ambientais decorrentes da instalação, presença ou operação de empreendimento ao longo do tempo pela comparação entre as respostas ecológicas das áreas de influência e de áreas de referência.
c. **Manejo** (salvamento, translocação ou peixamento): ações voltadas a prevenção, mitigação, reparação ou compensação de impactos decorrentes do empreendimento.
   - **Translocação**: transferência de espécimes nativos capturados vivos de local impactado a local de ocorrência natural da espécie onde houver condições para sua sobrevivência e bem-estar, podendo os espécimes ser manejados temporariamente em cativeiro, quando necessário.
   - **Salvamento**: procedimento emergencial, face a mortandade ou impacto negativo iminente, de translocação de espécimes nativos vivos ou sua destinação a cativeiro legalizado.

– **Peixamento**: soltura de espécimes oriundos de cativeiro, em locais de sua ocorrência natural, presente ou histórica.

De acordo com o Instituto Estadual de Florestas (IEF), as atividades de avaliação de impacto ambiental sobre a biodiversidade aquática, bem como de prevenção, mitigação ou reparação dos impactos, reais ou potenciais, detectados devem seguir as etapas descritas abaixo:

1ª etapa: Identificação de bens ambientais relevantes, presentes nas área diretamente afetada (ADA), de influência direta (AID) e de influência indireta (AII), passíveis de serem impactados pelo empreendimento. Entende-se por bens ambientais relevantes os elementos do meio biótico significativos do ponto de vista ecológico, evolutivo, epidemiológico ou socioeconômico. Essa etapa é desenvolvida durante a elaboração dos projetos técnicos de inventário ou de monitoramento da biodiversidade aquática, podendo ainda ser complementada por seus resultados, conforme indicado nos termos de referência disponíveis no sítio eletrônico do IEF.

2ª etapa: Execução de estudos de diagnóstico ambiental e de avaliação de impacto ambiental voltado à caracterização dos impactos, potenciais ou reais, causados pelo empreendimento sobre os bens ambientais identificados na Etapa 1. Essa Etapa corresponde aos estudos de inventário ou monitoramento da biodiversidade aquática, conforme indicado nos termos de referência disponíveis no sítio eletrônico do IEF.

3ª etapa: Implantação das medidas e avaliação de seus resultados, com base nos resultados dos estudos da Etapa 2, considerando as alternativas locacionais para o empreendimento, as ações mitigatórias, reparatórias ou compensatórias dos impactos negativos identificados. Essa etapa corresponde ao programa de manejo da biodiversidade aquática no âmbito da regularização ambiental, conforme o termo de referência disponível no sítio eletrônico do IEF.

2.4.2.5.1.B.a. Ações emergenciais

Empreendimentos que, por sua natureza, exigirem realizar ações de manejo (afugentamento, salvamento, translocação, destinação ou peixamento), recorrentes ou de necessidade imprevisível, poderão ser autorizados a realizar tantos desses eventos quanto necessário durante a vigência da licença. Tal necessidade deve ser informada em projeto técnico, conforme o termo de referência correspondente, disponível no sítio do IEF.

Ações emergenciais de afugentamento ou salvamento da biodiversidade aquática, voltadas a prevenir ou mitigar danos ambientais iminentes ou em andamento, poderão ser realizadas de forma imediata. O responsável resta obrigado a apresentar relatório de atividades (conforme termo de referência disponível no sítio do IEF) à URFBio competente e requerer a autorização pertinente imediatamente, sob pena das sanções cabíveis.

As instituições responsáveis pela emissão das autorizações de fauna silvestre terrestre e aquática na área de influência desses empreendimentos e atividades encontram-se no quadro abaixo, conforme disposto na Resolução Conjunta Semad-IEF 2.749/2019.

Quadro 2.4-5 – Autorização de manejo de fauna aquática.

Instituição	Modalidades	Empreendimentos ou atividades
IEF URFBio	Levantamento Monitoramento Resgate/salvamento/peixamento	• não passíveis de licenciamento • sujeitas ao licenciamento ambiental simplificado (LAS) ou com AAF vigente • localizadas em UC de proteção integral ou RPPN estaduais • sujeitas ao licenciamento ambiental municipal
Semad / Supram	Levantamento Monitoramento Resgate/salvamento/peixamento	sujeitas ao licenciamento ambiental estadual, nas modalidades trifásico (LAT) ou concomitante (LAC)

Fonte: www.ief.mg.gov.br

Tabela 2.4-12 – Principais normas sobre fauna.

Potencial de aplicação: Alto		
Normas Pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Lei 5.197/1967	Dispõe sobre a proteção à fauna.	Federal
Decreto 3.607/2000	Dispõe sobre a implementação da Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção – CITES.	Federal
Lei 10.583/1992	Dispõe sobre a relação das espécies ameaçadas de extinção no estado.	Estadual
Resolução Conjunta Semad – IEF 2.749/2019	Dispõe sobre os procedimentos relativos às autorizações para manejo de fauna silvestre terrestre e aquática na área de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna, sujeitas ou não a licenciamento ambiental.	Estadual
Lei 14.181/2002	Dispõe sobre a política de proteção à fauna e à flora aquáticas e de desenvolvimento da pesca e da aquicultura no estado.	Estadual
Deliberação Normativa Copam 147/2010	Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais.	Estadual
Instrução Normativa Ibama 146/2007	Estabelecer os critérios para procedimentos relativos ao manejo de fauna silvestre (levantamento, monitoramento, salvamento, resgate e destinação) em áreas de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna sujeitas a licenciamento ambiental.	Federal
Instrução Normativa Ibama 141/2006	Regulamenta o controle e o manejo ambiental da fauna sinantrópica nociva.	Federal
Portaria MMA 43/2014	Instituir o Programa Nacional de Conservação das Espécies Ameaçadas de Extinção (Pró-Espécies), com o objetivo de adotar ações de prevenção, conservação, manejo e gestão, com vistas a minimizar as ameaças e o risco de extinção de espécies.	Federal
Portaria ICMBio 208/2018	Atualiza e aprova o Plano de Ação Nacional para a Conservação das Aves da Mata Atlântica (PAN Aves da Mata Atlântica), contemplando 104 táxons ameaçados de extinção, estabelecendo seu objetivo geral, objetivos específicos, espécies contempladas, prazo de execução, abrangência e formas de implementação, supervisão e revisão.	Federal
Portaria MMA 444/2014	Reconhecer como espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção.	Federal
Resolução Conjunta Semad – IEF 2.749/2019	Dispõe sobre os procedimentos relativos às autorizações para manejo de fauna silvestre terrestre e aquática na área de influência de empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de impactos à fauna, sujeitas ou não a licenciamento ambiental.	Estadual
Portaria MMA 445/2014	Reconhecer como espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção Peixes e Invertebrados Aquáticos.	Federal
Deliberação Normativa Copam 147/2010	Aprova a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais.	Estadual

Principais obrigações
i) O manejo da fauna dependerá de autorização do órgão ambiental. ii) Nos casos de salvamento emergencial da fauna silvestre e aquática, o empreendedor deverá efetuar a comunicação formal ao órgão ambiental, imediatamente após o início das ações de manejo. iii) Protocolar no órgão ambiental, em no máximo 90 dias, contados da data da realização da comunicação, os seguintes documentos: formulário de requerimento de autorização devidamente preenchido, comprovante de pagamento da Taxa de Expediente, comprovante de vinculação com a organização responsável pelo estudo ou manejo da fauna, quando couber, Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do responsável pelo manejo da fauna e relatório de manejo emergencial de fauna.

2.4.2.5.1.A. Pesca

No estado de Minas Gerais compete ao Instituto Estadual de Florestas – IEF regulamentar a pesca com vistas ao uso sustentável do recurso pesqueiro e à conservação da biodiversidade e preservação do equilíbrio ecológico.

Compreende-se por pesca, no sentido legal, a ação ou o ato tendente a capturar ou extrair seres aquáticos suscetíveis ou não de aproveitamento com finalidade econômica ou social.

Com o rompimento das barragens da mina do Córrego do Feijão no município de Brumadinho, impactos ambientais (que incluem supressão, degradação e fragmentação de *habitat* da ictiofauna, mortandade de peixes, alteração de teias tróficas, possível impacto sobre o grau de ameaça de extinção de espécies, comprometimento da estrutura e função dos ecossistemas aquáticos e dos ecossistemas terrestres a eles associados na bacia do rio Paraopeba) exigiram a restrição das atividades de pesca.

Nesse sentido, o IEF publicou a Portaria 16/2019, que estabeleceu a vedação da pesca de espécies nativas em toda a bacia do rio Paraopeba até que seja publicada nova Portaria sobre o tema. Porém são permitidos a captura e o transporte somente de espécies exóticas e híbridos para o pescador amador com limite de 10 kg, mais um exemplar. Em caso de captura acidental de espécie nativa, os espécimes ou as carcaças deverão ser devolvidos imediatamente ao corpo d'água, assim como as carcaças decorrentes de morte acidental.

Tabela 2.4-13 – Principais normas sobre pesca.

Potencial de aplicação: Alto		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Lei 11.959/2009	Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras.	Federal
Decreto 8.425/2015	Regulamenta o parágrafo único do art. 24 e o art. 25 da Lei 11.959, de 29 de junho de 2009, para dispor sobre os critérios para inscrição no Registro Geral da Atividade Pesqueira e para a concessão de autorização, permissão ou licença para o exercício da atividade pesqueira.	Federal
Decreto-Lei 221/1967	Dispõe sobre a proteção e estímulos à pesca.	Federal
Lei 14.181/2002	Dispõe sobre a política de proteção à fauna e à flora aquáticas e de desenvolvimento da pesca e da aquicultura no estado.	Estadual
Decreto 43.713/2004	Regulamenta a Lei 14.181, de 17 de janeiro de 2002, que dispõe sobre a política de proteção à fauna e à flora aquáticas e de desenvolvimento da pesca e da aquicultura no estado.	Estadual
Portaria IEF 16/2019	Dispõe sobre a proibição da pesca na bacia do rio Paraopeba.	Estadual
Portaria IEF 154/2011	Dispõe sobre a regulamentação da pesca na bacia hidrográfica do rio São Francisco, no estado de Minas Gerais, no período da piracema.	Estadual
Principais obrigações		
O exercício da atividade pesqueira no estado está sujeito à obtenção da licença emitida pelo órgão ambiental (IEF).		

2.4.2.5.2. Flora

A preservação de florestas, fauna e flora é competência comum da União, estados, Distrito Federal e municípios, conforme previsto expressamente no artigo 23 da Constituição de 1988.

Em âmbito federal, o Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012) estabeleceu normas gerais sobre a proteção da vegetação, Áreas de Preservação Permanente e as Áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, suprimento de matéria-prima florestal; controle da origem dos produtos florestais; e controle e prevenção dos incêndios florestais.

No estado de Minas Gerais, a Lei 20.922/2013 prevê que as políticas florestal e de proteção à biodiversidade compreendem as ações empreendidas pelo poder público e pela coletividade para o uso sustentável dos recursos naturais e para a conservação do meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial à sadia qualidade de vida.

2.4.2.5.2.A. Reserva Legal

O Código Florestal Brasileiro e a política estadual florestal de MG determinam que o proprietário ou possuidor de imóvel rural deverá manter, com cobertura de vegetação nativa, no mínimo 20% da área total do imóvel a título de Reserva Legal.

O artigo 25 da Política Estadual Florestal (Lei Estadual 20.922/2013) prevê que empreendimentos de abastecimento público de água e tratamento de esgoto não estão sujeitos à constituição de Reserva Legal.

A alteração da localização da área de Reserva Legal poderá ocorrer mediante aprovação do IEF, devendo localizar-se no mesmo imóvel que continha a Reserva Legal de origem, em área com tipologia vegetacional, solo e recursos hídricos semelhantes ou em melhores condições ambientais que a área anterior, garantindo um ganho ambiental.

Porém, para casos de utilidade pública ou interesse social, ressalvado o disposto no art. 25 da Lei Estadual 20.992/2013, a nova área de Reserva Legal proveniente da alteração poderá localizar-se fora do imóvel que continha a Reserva Legal de origem.

A regularização da Reserva Legal está vinculada ao Cadastro Ambiental Rural (CAR). Portanto, a aprovação dos processos de licenciamento, intervenção ambiental, outorga de água, crédito rural e transmissão de títulos de propriedades estão condicionados à regularização da Reserva Legal junto à Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad).

Tabela 2.4-14 – Principais normas sobre Reserva Legal.

Potencial de aplicação: Considerável		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Lei 20.922/2013	Dispõe sobre as políticas florestal e de proteção à biodiversidade no estado.	Estadual
Lei 2.651/2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.	Federal
Decreto 9.640/2018	Regulamenta os procedimentos de emissão, registro, transferência, utilização e cancelamento da Cota de Reserva Ambiental – CRA, instituída pela Lei 12.651, de 25 de maio de 2012.	Federal
Resolução Conjunta Semad-IEF 2.225/2014	Dispõe sobre os procedimentos a serem adotados para a compensação de Reserva Legal em Unidades de Conservação de Domínio Público, pendentes de regularização fundiária.	Estadual
Principais obrigações		
i) Registro da área de Reserva Legal no órgão ambiental competente por meio de inscrição no CAR. ii) Área de Reserva Legal devidamente dimensionada e registrada.		

2.4.2.5.2.B. Cadastro Ambiental Rural – CAR

O Cadastro Ambiental Rural – CAR é o registro eletrônico, obrigatório para todos os imóveis rurais, que tem por finalidade integrar as informações ambientais referentes aos remanescentes de vegetação nativa, áreas rurais consolidadas, Áreas de Preservação Permanente (APP), Áreas de Reserva Legal e áreas de uso restrito das propriedades e posses rurais de todo o país.

Criado pela Lei Federal 12.651/2012, no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (Sinima), o CAR constitui a base de dados estratégica para controle, monitoramento e combate ao desmatamento das florestas e demais formas de vegetação nativa do Brasil, bem como para o planejamento ambiental e econômico dos imóveis rurais.

A inscrição no CAR é o primeiro passo para a regularização ambiental do imóvel e para adesão ao Programa de Regularização Ambiental – PRA, que tem como objetivo estabelecer as condições para a regularização dos passivos referentes às áreas de preservação permanente, reservas legais e áreas de uso restrito.

Para a recuperação das áreas impactadas pelo rompimento da barragem de rejeitos, é necessário que as propriedades atingidas estejam cadastradas no CAR.

Tabela 2.4-15 – Principais normas sobre Cadastro Ambiental Rural – CAR.

Potencial de aplicação: Alto		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Lei 12.651/2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.	Federal
Instrução Normativa RFB 1.467/2014	Dispõe sobre o Cadastro de Imóveis Rurais (CAR).	Federal
Instrução Normativa Incra 82/2015	Dispõe sobre os procedimentos para atualização cadastral no Sistema Nacional de Cadastro Rural.	Federal
Portaria IEF 66/2018	Regulamenta sobre o cancelamento da inscrição de imóvel rural no Sistema de Cadastro Ambiental Rural no âmbito do Estado de Minas Gerais – Sicar.	Estadual
Resolução CNRH 6, de 7 de junho de 2017	Institui critérios e procedimentos para definição de áreas rurais relevantes para a conservação de espécies ameaçadas de extinção no âmbito do Programa de Apoio à Conservação Ambiental – Bolsa Verde.	Federal
Principais obrigações		
i) É obrigatório que o empreendedor realize o cadastramento do imóvel rural junto ao Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR). ii) O proprietário que efetuar a inscrição de seu imóvel rural no CAR, após emissão do recibo de inscrição, deverá realizar seu cadastramento na Central do Proprietário/Possuidor do Sicar. iii) A inscrição é obrigatória inclusive para imóveis que gozam de imunidade ou isenção do Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR).		

2.4.2.5.2.C. Compensação florestal

A chamada compensação florestal tem como principal objetivo compensar a supressão de vegetação nativa com recuperação de outra área, geralmente no mesmo bioma. As formas de compensações existentes são: Área de Preservação Permanente (APP), Mata Atlântica, Espécies protegidas e imunes de corte ou ameaçadas de extinção e minerária.

2.4.2.5.2.C.a. Área de Preservação Permanente (APP)

A Resolução Conama 369/2006 prevê que a intervenção em Área de Preservação Permanente (APP) requer necessariamente a realização da compensação florestal pela recuperação de outra área, preferencialmente na mesma área do empreendimento ou na mesma microbacia.

2.4.2.5.2.C.b. Mata Atlântica

Já a Lei da Mata Atlântica (Lei 11.428/2006) prevê que, em casos de supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado, será necessária a compensação florestal em área equivalente dentro do mesmo bioma.

2.4.2.5.2.C.c. Espécies protegidas e imunes de corte ou ameaçadas de extinção

Para a realização de supressão de espécies protegidas e imunes de corte ou ameaçadas de extinção, também se aplica a compensação florestal, com a necessidade do plantio compensatório das mesmas espécies.

2.4.2.5.2.C.d. Minerária

O empreendimento minerário que depende de supressão de vegetação nativa fica condicionado à adoção, pelo empreendedor, de medida compensatória florestal que inclua a regularização fundiária e a implantação de Unidade de Conservação de Proteção Integral, independentemente das demais compensações previstas em lei, conforme descrito na política florestal e de proteção à biodiversidade no estado de Minas Gerais (Lei 20.922/2013).

2.4.2.5.2.D. Mata Atlântica

A lei que regulamenta a utilização e proteção do bioma Mata Atlântica (Lei Federal 11.428/2006) prevê que a supressão de vegetação secundária em estágio avançado e médio de regeneração para fins de atividades minerárias somente será admitida mediante:

> *"I – licenciamento ambiental, condicionado à apresentação de Estudo Prévio de Impacto Ambiental/ Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA, pelo empreendedor, e desde que demonstrada a inexistência de alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto;*
>
> *II – adoção de medida compensatória que inclua a recuperação de área equivalente à área do empreendimento, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica e sempre que possível na mesma microbacia hidrográfica, independentemente do disposto no art. 36 da Lei 9.985, de 18 de julho de 2000."*

A supressão de vegetação primária e secundária no estágio avançado de regeneração somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública, sendo que a vegetação secundária em estágio médio de regeneração poderá ser suprimida nos casos de utilidade pública e interesse social, em todos os casos devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto.

O corte ou a supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração do bioma Mata Atlântica fica condicionado a compensação ambiental, na forma da destinação de área equivalente à extensão da área desmatada, com as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica, se possível na mesma microbacia hidrográfica.

Verificada a impossibilidade da compensação ambiental, será exigida a reposição florestal, com espécies nativas, em área equivalente à desmatada, na mesma bacia hidrográfica e, sempre que possível, na mesma microbacia hidrográfica.

Tabela 2.4-16 – Principais normas sobre Mata Atlântica.

Potencial de aplicação: Alto		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Resolução Conama 388/2007	Dispõe a convalidação das Resoluções que definem a vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica.	Federal
Lei 11.428/2006	Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica.	Federal
Decreto 6.660/2008	Regulamenta Dispositivos da Lei 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do bioma Mata Atlântica.	Federal
Instrução Normativa Ibama 09/2019	Estabelecer critérios e procedimentos para anuência prévia à supressão de vegetação primária ou secundária nos estágios médio ou avançado de regeneração na área de aplicação da Lei Federal 11.428, de 22 de dezembro de 2006, bem como para o monitoramento e avaliação do cumprimento das condicionantes técnicas expressas na anuência, nos termos da citada Lei e do Decreto Federal 6.660, de 21 de novembro de 2008.	Federal
Portaria MMA 223/2016	Áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade Cerrado, do Pantanal e da Caatinga.	Federal
Portaria IEF 30/2015	Estabelece diretrizes e procedimentos para o cumprimento da compensação ambiental decorrente do corte e da supressão de vegetação nativa pertencente ao bioma Mata Atlântica.	Estadual
Principais obrigações		
A supressão dependerá de autorização do órgão ambiental estadual, com anuência prévia, quando couber, do Ibama ou do Conselho Municipal de Meio Ambiente, com a respectiva compensação ambiental.		

2.4.2.5.2.E. Área de Preservação Permanente (APP)

A Área de Preservação Permanente (APP) é conceituada pelo Código Florestal Brasileiro como uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em APP somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública e de interesse social.

Caso o empreendimento seja declarado como de utilidade pública, o empreendedor poderá solicitar ao órgão ambiental a autorização para intervenção ou supressão de vegetação nativa em APP.

Após a aprovação das intervenções ambientais pelo órgão ambiental, as compensações serão asseguradas por meio de Termo de Compromisso de Compensação Florestal – TCCF.

Via de regra, intervenções em área de preservação permanente, não amparadas por hipóteses legais, devem ser objeto de projeto de recuperação de flora no local.

Tabela 2.4-17 – Principais normas sobre flora, Área de Preservação Permanente e espécies Protegidas ou imunes a cortes.

Potencial de aplicação: Alto		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Resolução Conama 369/2006	Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente – APP.	Federal
Lei 12.651/2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.	Federal

Instrução Normativa MMA 05/2009	Dispõe sobre os procedimentos metodológicos para restauração e recuperação de Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal.	Federal
Resolução Conama 429/2011	Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APP.	Federal
Resolução Conama 302/2002	Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de APP de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.	Federal
Decreto 47.749/2019	Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental e sobre a produção florestal no âmbito do estado de Minas Gerais.	Estadual
Resolução Conjunta Semad-IEF 1.905/2013	Dispõe sobre os processos de autorização para intervenção ambiental no âmbito do estado de Minas Gerais.	Estadual
Lei 10.883/1992	Declara de preservação permanente, de interesse comum e imune de corte, no estado de Minas Gerais, o pequizeiro (Caryocar brasiliensis).	Estadual
Lei 9.743/1988	Declara de interesse comum, de preservação permanente e imune de corte o ipê-amarelo.	Estadual
Lei 13.635/2000	Declara o buriti de interesse comum e imune a corte.	Estadual
Principais obrigações		
i) O documento de controle ambiental emitido para o transporte deverá conter as informações sobre a procedência desses produtos e subprodutos e será gerado por sistema de informação disponibilizado pelo órgão ambiental competente. ii) Os requerimentos para intervenção ambiental integrados a procedimento de licenciamento ambiental (Autorização para Intervenção Ambiental – AIA) serão analisados no âmbito deste processo, e a respectiva autorização constará no Certificado de Licença Ambiental. iii) Os requerimentos para intervenção ambiental não integrados a procedimento de licenciamento ambiental serão autorizados por meio de Documento Autorizativo para Intervenção Ambiental – DAIA.		
Espécies protegidas (pequizeiro e ipê-amarelo)		
A supressão de pequizeiro e ipê-amarelo será admitida quando necessária à execução de obra, plano, atividade ou projeto de utilidade pública ou de interesse social, mediante autorização do órgão ambiental estadual competente. Como condição para a emissão de autorização para a supressão de pequizeiro e ipê-amarelo, o órgão ambiental exigirá formalmente do empreendedor o plantio de uma a cinco mudas catalogadas e identificadas por árvore a ser suprimida, com base em parecer técnico fundamentado, consideradas as características de clima e de solo e a frequência natural da espécie, em maior ou menor densidade, na área a ser ocupada pelo empreendimento.		
Espécies protegidas (buriti)		
A supressão de buriti será compensada pelo plantio de duas a cinco mudas de buriti por espécime suprimida, em área de vereda preferencialmente alterada, consideradas a frequência e a distribuição natural da espécie na área receptora, conforme dispuser a autorização do órgão ambiental.		
Espécies protegidas (pequizeiro, ipê-amarelo e buriti)		
O empreendedor responsável pela supressão das espécies pequizeiro, ipê-amarelo ou buriti poderá optar, alternativamente, pelo recolhimento de 100 UFEMGs (Unidades Fiscais do Estado de Minas Gerais) por árvore a ser suprimida.		

2.4.2.5.2.F. Unidades de Conservação – UC

A unidade de conservação é conceituada pela Lei 9.985/2000 que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) como um espaço territorial e seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, legalmente instituído, com objetivos de conservação, limites e garantias adequadas de proteção definida pelo Poder Público.

A intervenção em Unidades de Conservação ou zona de amortecimento em decorrência das ações previstas para o Plano de Reparação Socioambiental Integral da Bacia do Rio Paraopeba, é passível de licenciamento ambiental ficando condicionada à autorização do órgão gestor da UC.

Tabela 2.4-18 – Principais normas sobre Unidades de Conservação – UC.

Potencial de aplicação: Considerável		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Lei 9.985/2000	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC.	Federal
Resolução Conama 378/2006	Determina que a autorização para manejo ou supressão de florestas e formações sucessoras em zona de amortecimento de Unidade de Conservação e nas Áreas de Proteção Ambiental – APA somente poderá ser concedida pelo órgão competente mediante prévia manifestação do órgão responsável por sua administração.	Federal
Principais obrigações		
A intervenção em área de amortecimento ou na própria Unidade de Conservação depende de licença do órgão ambiental além da anuência do órgão gestor da UC.		

2.4.2.5.2.G. Reserva da Biosfera – RB

A Reserva da Biosfera (RB) é um modelo, adotado internacionalmente, de gestão integrada, participativa e sustentável dos recursos naturais. São reconhecidas pelo Programa "O Homem e a Biosfera (MAB)", da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco). Essas áreas devem ser locais de excelência para trabalhos de pesquisa científica, experimentação e demonstração de enfoques para conservação e desenvolvimento sustentável na escala regional.

A Reserva da Biosfera deve ser constituída por três zonas:

- uma ou mais **áreas-núcleo**, destinadas à proteção integral da natureza (podem ser integradas por UC já criadas);
- uma ou mais **zonas de amortecimento**, onde só são admitidas atividades que não resultem em dano para as áreas-núcleo;
- uma ou mais **zonas de transição**, sem limites rígidos, onde o processo de ocupação e o manejo dos recursos naturais são planejados e conduzidos de modo participativo e em bases sustentáveis.

A gestão de cada RB é feita por um **Conselho Deliberativo,** que tem como objetivos principais:

- Aprovar a estrutura do sistema de gestão de sua RB e coordená-lo;
- Elaborar planos de ação da RB, propondo prioridades, metodologias, cronogramas, parcerias e áreas temáticas de atuação;
- Reforçar a implantação da RB pela proposição de projetos pilotos em pontos estratégicos de sua área de domínio.

Tabela 2.4-19 – Principais normas sobre Reserva de Biosfera – RB.

Potencial de aplicação: Baixo		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Lei 9.985/2000	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC.	Federal
Decreto 5.758/2006	Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas – PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias.	Federal
Decreto 47.941/2020	Dispõe sobre o procedimento de autorização ou ciência do órgão responsável pela administração da UC, no âmbito do licenciamento ambiental.	Federal
Obrigações		
i) Para intervenção em Reserva da Biosfera, o empreendedor deverá obter anuência do Conselho Deliberativo gestor da RB. ii) Dentre os critérios locacionais de enquadramento do empreendimento para licenciamento ambiental, a Deliberação Normativa Copam 217/2017 prevê como peso 1 a localização prevista em Reserva da Biosfera, excluídas as áreas urbanas.		

2.4.2.5.2.H. Corredores Ecológicos

A Lei 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, conceituou os corredores ecológicos como porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais.

Tabela 2.4-20 – Principais normas sobre Corredores Ecológicos.

Potencial de aplicação: Baixo		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Lei 9.985/2000	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC.	Federal
Decreto 5.758/2006	Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas – PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias.	Federal
Deliberação Normativa Copam 217/2017	Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no estado de Minas Gerais.	Estadual
Obrigações		
i) Para intervenção em Corredores Ecológicos localizados em Unidades de Conservação, o empreendedor deverá obter anuência do Conselho Deliberativo gestor da Unidade. ii) Dentre os critérios locacionais de enquadramento do empreendimento para o licenciamento ambiental, a Deliberação Normativa Copam 217 prevê como peso 1 a localização prevista em Corredor Ecológico formalmente instituído, conforme previsão legal.		

2.4.2.5.2.I. Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade

As Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade consideradas para fins de instituição de Unidades de Conservação no âmbito do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, pesquisa e inventário da biodiversidade, utilização, recuperação de áreas degradadas e de espécies sobrexplotadas ou ameaçadas de extinção e repartição de benefícios derivados do acesso a recursos genéticos e ao conhecimento tradicional associado.

Tabela 2.4-21 – Principais normas sobre Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade.

Potencial de aplicação: Considerável		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Lei 9.985/2000	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC.	Federal
Decreto 5.758/2006	Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas – PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias.	Federal
Decreto 5.092/2004	Define regras para identificação de áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, no âmbito das atribuições do Ministério do Meio Ambiente.	Federal
Obrigações		
i) O bioma Mata Atlântica é considerado Área Prioritária para Conservação da Biodiversidade, e a supressão de vegetação será permitida em caso de utilidade pública, sendo passível de compensação ambiental. ii) Dentre os critérios locacionais de enquadramento do empreendimento para o licenciamento ambiental, a Deliberação Normativa Copam 217 prevê como peso 2 a supressão de vegetação nativa em áreas prioritárias para conservação, considerada de importância biológica “extrema” ou “especial”, exceto árvores isoladas.		

2.4.2.5.2.J. Áreas de Proteção Especial Estaduais – APEE

As Áreas de Proteção Especial Estaduais (APEE) são áreas definidas e demarcadas pelo governo do estado de Minas Gerais para proteção e conservação de mananciais.

Tabela 2.4-22 – Principais normas sobre Áreas de Proteção Especial Estaduais – APEE.

Potencial de aplicação: Considerável		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Lei 9.985/2000	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC.	Federal
Lei 20.922/2013	Dispõe sobre a política florestal e de proteção à biodiversidade, conhecida como Código Florestal Mineiro.	Estadual
Obrigações		
A Política Florestal de MG enquadrou a APEE (Área de Proteção Especial Estadual) como Unidade de Conservação do SNUC. Sendo assim, a intervenção deverá ser precedida também de anuência do órgão gestor da APEE.		

2.4.2.6. Resíduos sólidos

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal 12.305/2010), são considerados resíduos sólidos os materiais, substâncias, objetos ou bens descartados nos estados sólido, semissólido ou líquido cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos da água.

Esses resíduos resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços, de varrição e que, em determinado estágio ou processo, não possui mais utilização viável. Os resíduos sólidos são classificados de diversas formas, que se baseiam em determinadas características ou propriedades. A classificação dos resíduos é relevante, pois direciona o gerenciamento dos resíduos e facilita os trabalhos de segregação e disposição adequada.

Os resíduos sólidos podem ser classificados quanto a estrutura e composição química, seu aproveitamento para transformação, riscos potenciais ao meio ambiente e, ainda, origem.

Considerando que a ruptura da barragem de rejeitos da mina Córrego do Feijão ocasionou a geração de resíduos contemplados pela PNRS, destaca-se a importância do gerenciamento correto de seu gerenciamento, que se caracteriza pelo conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada.

Tabela 2.4-23 – Principais normas sobre resíduos sólidos.

Potencial de aplicação: Alto		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Lei 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.	Federal
Decreto 7.404/2010	Regulamenta a Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa.	Federal
Resolução Conama 307/2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.	Federal
Portaria Minter 53/1979	Dispõe sobre o destino e tratamento de resíduos. Proíbe a acumulação e a queima de resíduos a céu aberto. Determina que o lançamento de resíduos sólidos no mar dependerá de prévia autorização das autoridades federais competentes. Determina que o lixo “in natura” não deve ser utilizado na agricultura ou na alimentação de animais.	Federal
Resolução Conama 313/2002	Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Determina que as concessionárias de energia elétrica e empresas que possuam materiais e equipamentos contendo bifenilas policloradas – PCBS (ascarel) deverão apresentar ao órgão estadual de meio ambiente o inventário desses estoques, na forma e prazo a serem definidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama.	Federal

Instrução Normativa Ibama 01/2013	Regulamenta o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos (CNORP), estabelece sua integração com o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais (CTF-APP) e com O Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (CTF-AIDA), e define os procedimentos administrativos relacionados ao cadastramento e prestação de informações sobre resíduos sólidos, inclusive os rejeitos e os considerados perigosos.	Federal
Resolução Conama 264/1999	Dispõe sobre o licenciamento dos fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de coprocessamento de resíduos. Determina ao gerador do resíduo destinado ao coprocessamento a exigir do destinatário e do transportador que comprovem o licenciamento da atividade.	Federal
NBR 12235:1992	Esta norma fixa as condições exigíveis para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.	Federal
NBR 10004:2004	Resíduos sólidos – Classificação: Classifica os resíduos sólidos quanto a seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente.	Federal
Decreto 45.181/2009	Regulamenta a Lei 18.031, de 12 de janeiro de 2009.	Estadual
Deliberação Normativa Copam 07/1981	Fixa normas para disposição de resíduos no solo. Estabelece a obrigatoriedade da elaboração de projetos específicos de transporte e destino final de resíduos, a serem aprovados pela Copam, antes de os lançar no solo.	Estadual
Deliberação Normativa Copam 180/2012	Dispõe sobre a regularização ambiental de empreendimentos referentes a transbordo, tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos urbanos instalados ou operados em sistema de gestão compartilhada entre municípios.	Estadual
Deliberação Normativa Copam 232/2019	Institui o Sistema Estadual de Manifesto de Transporte de Resíduos e estabelece procedimentos para o controle de movimentação e destinação de resíduos sólidos e rejeitos no estado de Minas Gerais.	Estadual
Lei 13.796/2000	Dispõe sobre o controle e o licenciamento dos empreendimentos e das atividades geradoras de resíduos perigosos no estado.	Estadual
Lei 18.031/2009	Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.	Estadual
Principais obrigações		
i) Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), com responsável técnico devidamente habilitado. ii) A disposição de resíduos no solo dependerá de autorização do órgão ambiental. iii) Elaboração e envio semestralmente, por meio do Sistema de Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR-MG), da Declaração de Movimentação de Resíduos (DMR), informando as operações realizadas no período com os resíduos sólidos e os rejeitos gerados ou recebidos. iv) O controle do transporte e da destinação dos resíduos sólidos e rejeitos deverá ser realizado por intermédio do Sistema MTR-MG. v) O armazenamento temporário de resíduos sólidos Classe I (perigosos) ou Classe II-A (não inertes) pelo gerador ou por empresa de tratamento intermediário ou de transporte deverá observar as normas NBR 12235 e NBR 11174. vi) Em função da natureza e do risco ambiental, o período de armazenamento temporário de resíduos não poderá ser superior a 150 dias para os resíduos da Classe I – Perigosos, e 180 dias para os resíduos da Classe II-A – Não inertes.		

2.4.2.6.1. Resíduos da construção civil

A realização de obras no município, com geração de grandes quantidades de resíduos de construção civil, está sujeita à elaboração de projeto de gerenciamento dos resíduos de construção civil – RCC, que deverá ser apresentado à Secretaria de Meio Ambiente do munícipio para obtenção de alvará de construção.

A Lei Ordinária Municipal 1.729/2009, que institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no município de Brumadinho/MG, prevê que é necessário constar no projeto a estimativa de qualidade e quantidade de resíduos, o destino final dos resíduos, informações sobre a empresa de coleta e transporte e um termo de compromisso da empresa responsável pela destinação final dos resíduos, responsabilizando-se pela destinação adequada.

Tabela 2.4-24 – Principais normas sobre resíduos de construção civil.

Potencial de aplicação: Considerável		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Resolução Conama 307/2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.	Federal
Lei Ordinária Municipal 1.729/2009	Institui o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no município de Brumadinho/MG.	Municipal
Obrigação		
Elaboração e apresentação do projeto do gerenciamento dos resíduos de construção civil ao órgão ambiental municipal.		

2.4.2.7. Socioeconomia

Os impactos de natureza socioeconômica no contexto de rompimento das barragens B1, B4 e B4-A do Complexo Paraopeba II da Mina de Córrego do Feijão tiveram diversas dimensões, entre impactos patrimoniais e extrapatrimoniais que estão, ao longo do processo de reparação, sendo identificados e dimensionados.

Além da identificação do dano e de sua extensão, para o planejamento e efetividade das complexas ações de reparação, poder-se-á levantar direitos da comunidade atingidas que tiveram seu exercício ou fruição impedidos ou prejudicados em virtude do evento danoso tratado neste estudo.

No esforço para identificação de danos, reparação e recuperação da realidade socioeconômica na região impactada, na perspectiva da responsabilidade por danos ambientais causados pelo evento danoso, é importante debruçar-se sobre direitos constitucionais de referência, dentre os quais destacamos.

Tabela 2.4-25 – Direitos constitucionais de referência.

Direito constitucionalmente garantido	Referência
Do direito à dignidade da pessoa humana	Art. 1º, III
Do direito à vida	Art. 5º (caput)
Direito à propriedade	Art. 5º (caput) e inciso XXII
Direito à moradia	Art. 6º (caput)
Direito ao trabalho	Art. 6º (caput)
Direito ao lazer	Art. 6º (caput)
Direito à saúde (física, psíquica etc.)	Art. 6º (caput)
Direito à educação	Art. 6º (caput)
Direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e aos atributos essenciais à vida (água, ar, solo)	Art. 225
Direitos culturais	Art. 216

Nos casos de direitos constitucionais (individuais, sociais e ambientais) efetivamente promovidos e garantidos anteriormente à catástrofe, deve o responsável pela reparação reestabelecer as condições para o exercício ou fruição de tais direitos. Caso determinados direitos não fossem promovidos e garantidos pelo Estado, tratando-se de seu poder/dever, cabe ao responsável pela reparação remover os obstáculos trazidos pelo desastre, para que o Estado possa exercer suas competências para garantias constitucionais.

2.4.2.7.1. Comunidades indígenas

A condução de ações de reparação e amparo às comunidades indígenas impactadas envolve a necessidade de interlocuções específicas para seu planejamento e execução.

A Fundação Nacional do Índio (Funai), o órgão indigenista oficial brasileiro, nos termos da Lei Federal 5.371/1967, tem a obrigação de se manifestar nas atividades que afetam direta ou indiretamente as terras e as comunidades indígenas, sendo, portanto, importante interlocutor no processo.

A interlocução com a comunidade deve ser realizada com cuidado e empatia, visando que as ações a serem desenvolvidas respeitem os traços culturais e o legítimo interesse do grupo quanto à reprodução de sua cultura no espaço e ao longo do tempo.

Para os casos de estudos de empreendimento que afetem áreas indígenas, há normas específicas para a elaboração dos materiais de análise de impacto e laudos antropológicos (Portaria Interministerial Conjunta MMA/MJ/MC/MS 60/2015 e Portaria Funai 1.682, de 8 de dezembro de 2011).

Destaca-se a importância da Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), sobre povos indígenas e tribais, com diversos dispositivos garantidores dos direitos dos povos indígenas, que devem ser observados em toda interlocução no âmbito das ações de amparo e reparação.

Tal Convenção dispõe que os povos interessados deverão ter proteção contra a violação de seus direitos, e poder iniciar procedimentos legais, seja pessoalmente, seja mediante seus organismos representativos, para assegurar o respeito efetivo desses direitos.

Nos termos desta Convenção, os povos indígenas e tribais deverão gozar plenamente dos direitos humanos e liberdades fundamentais, sem obstáculos nem discriminação.

As ações realizadas junto às comunidades devem garantir que não será empregada qualquer forma de coerção que viole os direitos humanos e as liberdades fundamentais dos povos tradicionais envolvidos.

Quaisquer medidas especiais que sejam necessárias para salvaguardar as pessoas, as instituições, os bens, as culturas e o meio ambiente dos povos indígenas interessados não deverão ser contrárias aos desejos expressos livremente pelos povos interessados.

Os artigos 6º e 7º da Convenção OIT 169 trazem os dispositivos centrais, que devem ser observados durante a interlocução com os povos indígenas, no contexto das ações de reparo e amparo às comunidades atingidas:

> *"Art. 6º […] 1. […]*
>
> *a) consultar os povos interessados, mediante procedimentos apropriados e, particularmente, através de suas instituições representativas, cada vez que sejam previstas medidas legislativas ou administrativas suscetíveis de afetá-los diretamente;*
>
> *b) estabelecer os meios através dos quais os povos interessados possam participar livremente, […]*
>
> *Artigo 7º*
>
> *1. Os povos interessados deverão ter o direito de escolher suas, próprias prioridades no que diz respeito ao processo de desenvolvimento, na medida em que ele afete as suas vidas, crenças, instituições e bem-estar espiritual, bem como as terras que ocupam ou utilizam de alguma forma, e de controlar, na medida do possível, o seu próprio desenvolvimento econômico, social e cultural. Além disso, esses povos deverão participar da formulação, aplicação e avaliação dos planos e programas de desenvolvimento nacional e regional suscetíveis de afetá-los diretamente.*

2. A melhoria das condições de vida e de trabalho e do nível de saúde e educação dos povos interessados, com a sua participação e cooperação, deverá ser prioritária nos planos de desenvolvimento econômico global das regiões onde eles moram. Os projetos especiais de desenvolvimento para essas regiões também deverão ser elaborados de forma a promoverem essa melhoria.

3. Os governos deverão zelar para que, sempre que for possível, sejam efetuados estudos junto aos povos interessados com o objetivo de se avaliar a incidência social, espiritual e cultural e sobre o meio ambiente que as atividades de desenvolvimento, previstas, possam ter sobre esses povos. Os resultados desses estudos deverão ser considerados como critérios fundamentais para a execução das atividades mencionadas."

Tabela 2.4-26 – Principais normas sobre comunidades indígenas.

Potencial de aplicação: Considerável		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Constituição Federal de 1988	–	Federal
Convenção 169 da OIT	Sobre povos indígenas e tribais	Internacional e federal
Lei 5.371/1967	Autoriza a instituição da Fundação Nacional do Índio, e dá outras providências.	Federal
Lei 6.001/1973	Dispõe sobre o Estatuto do Índio. Regula a situação jurídica dos índios ou silvícolas e das comunidades indígenas, com o propósito de preservar a sua cultura e integrá-los, progressiva e harmoniosamente, à comunhão nacional.	Federal
Instrução Normativa Funai 02/2015	Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pela Fundação Nacional do Índio – Funai, quando instada a se manifestar nos processos de licenciamento ambiental federal, estadual e municipal, em razão da existência de impactos socioambientais e culturais aos povos e terras indígenas decorrentes da atividade ou empreendimento objeto do licenciamento.	Federal
Portaria Interministerial Conjunta MMA/MJ/MC/MS 60/2015	Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama.	Federal
Instrução Normativa Funai 5/2006	Institui, no âmbito da Funai, normas e procedimentos para o exercício do poder de polícia administrativo na defesa e proteção dos índios e suas comunidades, bem como de sua cultura, organização social, costumes, línguas, crenças, tradições, terras e patrimônio, material e imaterial.	Federal
Portaria Funai 1.682/2011	Estabelece diretrizes e critérios a serem observados na concepção e execução das ações de proteção territorial e etnoambiental em terras indígenas.	Federal
Obrigações		
i) Ações de recuperação do território indígena afetado (mitigação, compensação, recuperação e remediação) e de amparo às comunidades para garantia de direitos fundamentais. ii) Contratação de assessoria independente para apoiar a comunidade indígena, pela realização de estudos de impacto, pela elaboração e definição de programas mitigatórios, reparatórios e/ou compensatórios e pela implantação desses programas. iii) Além das garantias legais aos povos indígenas, há, neste contexto, documentos extrajudiciais celebrados visando estabelecer critérios e obrigações na condução das ações junto às comunidades. Um exemplo é o documento conhecido como TAP-E-Pataxó, celebrado entre o MPF, o povo indígena Pataxó Hã Hãe e Pataxó da Comunidade Naô Xohã, Vale S/A e Funai.		

2.4.2.7.2. Comunidades tradicionais de quilombo

Conforme consta no Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, art. 68, aos remanescentes das comunidades dos quilombos que estejam ocupando suas terras é reconhecida a propriedade definitiva, devendo o Estado emitir os títulos pertinentes.

Verifica-se, portanto, norma com *status* constitucional que garante o direito ao território necessário para a manifestação e reprodução cultural das comunidades tradicionais de quilombo.

As comunidades tradicionais de quilombo afetadas pelos impactos na bacia do rio Paraopeba devem receber medidas de mitigação, compensação, recuperação e remediação, para

recondução de sua vivência e reprodução cultural, além das emergenciais, para contornar as contingências advindas com o rompimento das barragens de rejeito.

A Instrução Normativa FCP 1/2018 estabelece procedimentos administrativos a serem observados pela Fundação Cultural Palmares (FCP) quando instada a se manifestar nos processos de licenciamento ambiental federal, estadual e municipal, em razão da existência de impactos socioambientais, econômicos e culturais às comunidades e territórios quilombolas decorrentes da obra, atividade ou empreendimento objeto do licenciamento. Referida IN também trata da manifestação voluntária da FCP quando não instada a se manifestar pelo órgão ambiental competente, entendendo que há necessidade de sua participação no procedimento.

Vale dizer que as diretrizes e garantias da Convenção OIT 169 serão aplicáveis às comunidades tradicionais de quilombo, servindo, também, como referência normativa para a condução dos trabalhos inerentes à reparação de danos a tais comunidades.

Tabela 2.4-27 – Principais normas sobre comunidades tradicionais de quilombos.

Potencial de aplicação: Considerável		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Constituição Federal de 1988	–	Federal
Instrução Normativa FCP 1/2018	Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pela Fundação Cultural Palmares nos processos de licenciamento ambiental de obras, atividades ou empreendimentos que impactem comunidades quilombolas.	Federal
Convenção 169 da OIT	Sobre povos indígenas e tribais	Internacional e federal
Portaria Interministerial Conjunta MMA/MJ/MC/MS 60/2015	Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama.	Federal
Obrigações		
i) Ações de recuperação do território quilombola afetado (mitigação, compensação, recuperação e remediação) e de amparo às comunidades para garantia de direitos fundamentais. ii) Contratação de assessoria independente para apoiar a comunidade quilombola, pela realização de estudos de impacto, pela elaboração e definição de programas mitigatórios, reparatórios e/ou compensatórios e pela implantação desses programas. iii) Além de reparações de ordem material e imaterial às comunidades de tradicionais de quilombo, deve-se atentar para o reestabelecimento das condições para manifestação e reprodução cultural da comunidade.		

2.4.2.8. Patrimônio cultural, histórico, arqueológico e natural

Nos termos da Constituição da República, constituem o patrimônio cultural brasileiro os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira.

O artigo 216 da Constituição inclui entre tais bens:

> *"Art. 216 […]*
>
> *I – as formas de expressão;*
>
> *II – Os modos de criar, fazer e viver;*
>
> *III – as criações científicas, artísticas e tecnológicas;*
>
> *IV – As obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;*

V – os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico."

Conforme avaliação de impactos, o rompimento das barragens afetou negativamente o patrimônio cultural, histórico, arqueológico e natural da região de forma relevante e, em alguns casos, de forma irreversível.

Nos termos da Lei Estadual 11.726/1994, em seu artigo 77, fica sujeito a responsabilização aquele que desfigurar ou destruir bem ou edificação, ou seu entorno, integrantes do patrimônio cultural do estado.

A proteção do patrimônio natural é contemplada pela legislação ambiental quando se trata dos atributos da natureza, contemplados em itens específicos. Entretanto, há de ser considerado que a paisagem é contemplada na tutela da legislação enquanto patrimônio cultural.

2.4.2.8.1. Iphan/Iepha

Uma vez que se propõe um plano de conservação do patrimônio histórico e cultural no âmbito das ações de reparação dos impactos do rompimento das barragens, este plano deve ter a chancela dos órgãos gestores do patrimônio cultural, de acordo com a tutela dos bens afetados.

2.4.2.8.1.A. Iphan

O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan) é uma autarquia federal vinculada ao Ministério do Turismo que responde pela preservação do patrimônio cultural brasileiro. Cabe ao Iphan proteger e promover os bens culturais do país, assegurando sua permanência e usufruto para as gerações presentes e futuras.

Norma de referência para avaliação de impactos em bens culturais acautelados em âmbito federal é a Instrução Normativa Iphan 1/2015, que estabelece procedimentos administrativos a serem observados nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe.

Destaca-se, ainda, que ações de recuperação do patrimônio cultural material devem estar em sinergia com a Política de Patrimônio Cultural Material do Iphan, prevista na Portaria Iphan 375/2018. Sempre em atenção ao princípio da reparação, informando que todo dano sofrido por um bem cultural material patrimonializado será, sempre que possível, reparado.

Ademias, é necessário observar a tutela dos bens culturais de natureza imaterial, que dizem respeito a práticas e domínios da vida social que se manifestam em saberes, ofícios e modos de fazer, celebrações, formas de expressão cênicas, plásticas, musicais ou lúdicas e nos lugares (como mercados, feiras e santuários que abrigam práticas culturais coletivas).

2.4.2.8.1.B. Iepha

O Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (Iepha/MG), instituído pela Lei Estadual 5.775/1971, tem por finalidade pesquisar, proteger e promover o patrimônio cultural do estado.

Cabe ao Iepha fiscalizar o cumprimento da legislação de proteção do patrimônio cultural e aplicar penalidades e demais sanções administrativas, exercendo o poder de polícia administrativa, nos termos da legislação vigente.

O Iepha possui a prerrogativa de atuação nos processos de licenciamento ambiental, para avaliação de impacto de atividades e empreendimentos no âmbito do patrimônio cultural, conforme disposto na Lei Estadual 11.726/1994, que trata da política cultural do estado de Minas Gerais, e no Decreto Estadual 47.921/2020 que dispõe sobre o Estatuto do Iepha/MG.

Destaca-se ainda que a Lei Estadual 11.726/1994 dispõe que qualquer intervenção realizada em bem integrante do patrimônio histórico, artístico ou arquitetônico, voltada para sua conservação, restauração ou reconstrução, deverá observar:

> *"Art. 7º […]*
>
> *I – A contextualização histórica do bem;*
>
> *II – O respeito às contribuições válidas de todas as épocas;*
>
> *III – a definição prévia do uso e da destinação do bem;*
>
> *IV – A obrigatoriedade da realização de estudo interdisciplinar prévio para orientar a elaboração e a execução de projeto;*
>
> *V – A obrigatoriedade do acompanhamento e documentação de todas as etapas da intervenção, nos termos definidos pelo Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais – Iepha-MG."*

Ainda há a Deliberação Normativa do Conselho Estadual do Patrimônio Cultural – Conep 1/2014, que estabeleceu as regras para realização de estudos de impacto do patrimônio cultural do estado de Minas Gerais.

Tabela 2.4-28 – Principais normas sobre patrimônio cultural, histórico, arqueológico e natural.

Potencial de aplicação: Alto		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Constituição Federal de 1988	–	Federal
Instrução Normativa Iphan 1/2015	Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Iphan nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe.	Federal
Portaria Iphan 187/2010	Dispõe sobre os procedimentos para apuração de infrações administrativas por condutas e atividades lesivas ao patrimônio cultural edificado, a imposição de sanções, os meios de defesa, o sistema recursal e a forma de cobrança dos débitos decorrentes das infrações.	Federal
Portaria Iphan 375/2018	Institui a Política de Patrimônio Cultural Material do Iphan e dá outras providências.	Federal
Decreto Legislativo 74/1977	Aprova o texto da Convenção Relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural.	Federal
Decreto-Lei 25/1937	Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional.	Federal
Decreto 80.978/1977	Promulga a Convenção Relativa à Proteção do Patrimônio Mundial, Cultura e Natural, de 1972.	Federal
Portaria Interministerial Conjunta MMA/MJ/MC/MS 60/2015	Estabelece procedimentos administrativos que disciplinam a atuação dos órgãos e entidades da administração pública federal em processos de licenciamento ambiental de competência do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama.	Federal
Lei 11.258/1993	Reorganiza o Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais – Iepha-MG e dá outras providências.	Estadual
Lei 11.726/1994	Dispõe sobre a política cultural do estado de Minas Gerais.	Estadual
Decreto 42.505/2002	Institui as formas de registros de bens culturais de natureza imaterial ou intangível que constituem patrimônio cultural de Minas Gerais.	Estadual

Deliberação Normativa Conep 7/2014	Estabelece normas para a realização de estudos de impacto no patrimônio cultural no estado de Minas Gerais.	Estadual
Portaria Iepha 52/2014	Dispõe sobre procedimentos para elaboração de Estudo Prévio de Impacto Cultural (EPIC) e aprovação do respectivo Relatório de Impacto no Patrimônio Cultural (RIPC).	Estadual
Deliberação Normativa Conep 1/2014	Estabelece normas para a realização de estudos de impacto no patrimônio cultural no estado de Minas Gerais.	Estadual
Obrigações		
i) Contemplar os aspectos relacionados à avaliação de impacto e proteção dos bens culturais materiais e imateriais acautelados em âmbitos federal e estadual nos estudos e programas necessários para ações de reparação e monitoramento dos bens culturais. ii) Em que pese estudos como o Relatório de Impacto Cultural estarem previstos para uma fase pré-empreendimentos, tais documentos podem ser norteadores do plano de conservação do patrimônio histórico e cultural a ser realizado no contexto das ações de reparação na bacia do Paraopeba.		

2.4.3. Normas e diretrizes do município de Brumadinho no contexto das ações de recuperação e reparação

2.4.3.1. Normas municipais de gestão socioambiental e ocupação

2.4.3.1.1. Saneamento

O município de Brumadinho tem Política Municipal de Saneamento Básico – PMSB estabelecida pela Lei Ordinária Municipal 2.250/16, que prevê a garantia de todos usufruírem de níveis adequados de salubridade ambiental, além de determinar aos responsáveis por eventuais danos à salubridade ambiental a realização de medidas preventivas, mitigadoras, compensatórias e reparadoras dos respectivos danos ocorridos.

Dentre os instrumentos da PMSB, destaca-se o Plano Municipal de Saneamento Básico (Lei Ordinária Municipal 2.251/16), que se caracteriza por um conjunto de ações de ampliação do saneamento básico, com o objetivo de atingir uma condição de sustentabilidade técnica, econômica, social e ambiental nos serviços de saneamento básico do município. A revisão do referido Plano deverá seguir as diretrizes dos planos das bacias hidrográficas em que o município de Brumadinho está inserido.

A Lei Ordinária 2.250/16 cria ainda o Conselho Municipal de Saneamento, que possui como uma de suas atribuições articular a implementação do Plano de Saneamento Básico e acompanhar a execução do desenvolvimento de projetos de interesse da política de saneamento municipal.

Tabela 2.4-29 – Principais normas sobre saneamento.

Normas pertinentes	Sumário	Origem
Lei Ordinária Municipal 2.251/16	Institui no âmbito do município de Brumadinho/MG o Plano Municipal de Saneamento Básico.	Municipal
Lei Ordinária Municipal 2.250/16	Dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Básico e cria o Conselho Municipal de Saneamento e o Fundo Municipal de Saneamento, no âmbito do município de Brumadinho/MG.	Municipal
Observações		
Verifica-se que as intervenções relacionadas ao saneamento básico do munícipio devem atender à Política e ao Plano de Saneamento Básico do Município de Brumadinho.		

2.4.3.2. Norma municipal de gestão ambiental

2.4.3.2.1. Licenciamento ambiental municipal (Codema / Sema)

A atribuição originária dos municípios no licenciamento ambiental de atividades ou empreendimentos que causam ou podem causar impacto ambiental de âmbito local encontra-se descrita na Deliberação Normativa Copam 213/2017, que estabelece as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será atribuição dos municípios.

Para viabilizar o licenciamento ambiental, os municípios devem possuir um Conselho Municipal de Meio Ambiente, entendido como aquele que tem caráter deliberativo, com paridade entre governo e sociedade civil, com regimento interno constituído, definição de atribuições, previsão de reuniões ordinárias e mecanismos de eleição de componentes, além de livre acesso à informação sobre suas atividades.

A Política Municipal de Meio Ambiente de Brumadinho, prevista pela Lei Complementar 67/12, instituiu o Sistema Municipal de Meio Ambiente, constituído pelos órgãos responsáveis pela preservação, pela conservação, pelo controle e pela recuperação do meio ambiente. São eles:

Órgão executor: Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Sema);

Órgão colegiado, consultivo, normativo e deliberativo: Conselho Municipal de Defesa de Meio Ambiente (Codema).

Compete aos órgãos municipais conceder licenças e autorizações ambientais de atividades potencialmente poluidoras, no âmbito de suas respectivas competências, e combater a degradação ambiental através de fiscalização e controle.

Entre as principais competências do Codema está a prerrogativa de opinar sobre a realização de estudos alternativos e suplementares sobre possíveis consequências ambientais de projetos públicos e privados, requisitando das entidades envolvidas as informações necessárias ao exame da matéria, visando a compatibilização do desenvolvimento econômico com a proteção ambiental.

Além de acompanhar as reuniões das Câmaras do Copam em assuntos de interesse do município, o Codema poderá decidir sobre a concessão de licenças ambientais de sua competência e analisar a compatibilizar planos e projetos em conjunto com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Brumadinho.

Foi através do Convênio de Cooperação Administrativa e Técnica, firmado entre o Município de Brumadinho e a Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Minas Gerais (Semad), que o licenciamento ambiental para atividades de classes 1, 2, 3 e 4 de impacto local foi delegado ao município de Brumadinho. Mesmo estando o Convênio vencido, a Semad atua de forma subsidiária, podendo auxiliar no desempenho das atribuições decorrentes das competências comuns quando solicitada pelo município.

Tabela 2.4-30 – Principais normas sobre licenciamento ambiental municipal – Codema.

Potencial de aplicação: Alto		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Lei Complementar Municipal 67/2012	Dispõe sobre a Política Municipal de Meio Ambiente.	Municipal
Lei Ordinária Municipal 1980/2013	Dispõe sobre o Conselho Municipal de Defesa de Meio Ambiente (Codema).	Municipal
Deliberação Normativa Copam 213/2017	Estabelece as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será atribuição dos municípios.	Estadual
Observações		
As intervenções devem ser comunicadas à Secretaria de Meio Ambiente do município.		

2.4.3.3. Outras diretrizes municipais específicas

2.4.3.3.1. Ruído ambiental

Os níveis excessivos de ruído estão inseridos pela legislação como aspectos sujeitos a controle da poluição de meio ambiente. Em âmbito federal, a Resolução Conama 1/90 determina que entidades e órgãos públicos (federais, estaduais e municipais) competentes poderão legislar sobre a emissão ou proibição da emissão de ruídos produzidos por quaisquer meios ou de qualquer espécie, considerando sempre os locais, os horários e a natureza das atividades emissoras, com vistas a compatibilizar o exercício das atividades com a preservação da saúde e do sossego público.

No âmbito municipal, a Lei Ordinária 2.412/18 de Brumadinho estabelece como níveis máximos de ruído em período diurno, 70 dB(A), em período vespertino, 60 dB(A), e em período noturno, 50 dB(A).

Porém são tolerados ruídos e sons acima dos limites em serviços de construção civil que adotarem demais medidas de controle sonoro, obras e serviços urgentes que visem o restabelecimento de serviços públicos essenciais, como água e esgoto, por exemplo.

Em se tratando do contexto do Plano de Reparação da Bacia do Paraopeba, a emissão de ruído ambiental das atividades deve atender aos parâmetros máximos de emissão de ruído, mais restritivos, ou seja, o próprio município de Brumadinho.

Tabela 2.4-31 – Principais normas sobre ruído ambiental.

Potencial de aplicação: Considerável		
Normas pertinentes	**Sumário**	**Origem**
Lei ordinária 2.412/18	Dispõe sobre o controle de ruídos, sons e vibrações no âmbito do município de Brumadinho.	Municipal
Resolução Conama 01/90	Dispõe sobre a emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, determinando padrões, critérios e diretrizes.	Federal
NBR 10151:2020	Estabelece procedimento para medição e avaliação de níveis de pressão sonora em ambientes externos às edificações, em áreas destinadas a ocupação humana, em função da finalidade de uso e ocupação do solo; procedimento para medição e avaliação de níveis de pressão sonora em ambientes internos às edificações provenientes de transmissão sonora aérea ou de vibração da edificação, ou ambos; procedimento para avaliação de som total, específico e residual.	Federal
Principais obrigações		
i) Realizar monitoramento do ruído ambiental conforme procedimento descrito na NBR 10151. ii) Os equipamentos utilizados para medição do ruído devem ser calibrados.		

Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro – RJ, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10005: Lixiviação de Resíduos - Procedimento. Rio de Janeiro – RJ, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10006: Solubilização de Resíduos - Procedimento. Rio de Janeiro – RJ, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10007: Amostragem de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro – RJ, 2004.

ARCADIS 2020. Informe de Atendimento ao Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos e Rejeito Carreados pelo Rompimento da Barragem B1 (PIGRR). Código Arcadis 1.03.02.60506-GR-PL-0001-Rev.0

ARCADIS, 2020. Gerenciamento de Documentos Recebidos e Modelo Conceitual – Informe mensal de atividades. Evento da Barragem I do Complexo da Mina Córrego do Feijão. Código Arcadis: 1.0301.50435-MC-IF-0008 REV. 0

Boletim 239 Defesa Civil MG, de 26 de agosto de 2020. http://www.defesacivil.mg.gov.br/index.php/defesacivil/boletim-defesa-civil

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução do CONAMA N° 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre o estabelecimento de critérios e valores orientadores referentes à presença de substâncias químicas, para a proteção da qualidade do solo e sobre diretrizes e procedimentos para o gerenciamento de áreas contaminadas. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 dez. 2009.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução do CONAMA N°491, de 19 de novembro de 2018. Revoga a Resolução Conama nº 03/1990 e os itens 2.2.1 e 2.3 da Resolução Conama nº 05/1989. Publicação DOU nº 223, de 21/11/2018, Seção 01, Página 155-156. 19 dez. 2018.

CASTILHOS, Z.C.; NEUMANN, R.; BEZERRA; O.; Exposição Ocupacional e Ambiental a Poeiras de Rochas e Minerais Industriais. In: LUZ, A. B.(Ed.); LINS, F. A. F.(Ed). Rochas & minerais Industriais: usos e especificações. 2.Ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. 990p.

CETESB 2001. Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas / CETESB, GTZ. 2ª Ed – São Paulo, 389 p.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. DECISÃO DE DIRETORIA Nº 038/2017/C, DE 07 FEVEREIRO DE 2017.Dispõe sobre a aprovação do “Procedimento para a Proteção da Qualidade do Solo e das Águas Subterrâneas”, da revisão do “Procedimento para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas” e estabelece “Diretrizes para Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Âmbito do Licenciamento Ambiental”, em função da publicação da Lei Estadual nº 13.577/2009 e seu Regulamento, aprovado por meio do Decreto nº 59.263/2013, e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial Estado de São Paulo - Caderno Executivo I (Poder Executivo, Seção I), edição n° 127(28) do dia 10/02/2017 Páginas: 47 a 52

Conselho Estadual de Política Ambiental; Conselho Estadual de Recursos Hídricos, 2010. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n° 02, de 8 de setembro de 2010

CPMais, 2009. Impactos Volumétricos no Ribeirão Ferro-Carvão Pós Ruptura da Barragem b1 da Mina de Feijão. Relatório Técnico. CP+ RT 058/19, fevereiro de 2019. Revisão 00

CPRM, 2014. Mapeamento Geoquímico do Quadrilátero Ferrífero e seu Entorno – MG / João Henrique Larizzatti, Eduardo Duarte Marques, Francisco Valdir Silveira – Rio de Janeiro: CPRM, 2014. 208p.

CPRM, 2019. Monitoramento Especial da Bacia do rio Paraopeba. Relatório I – Monitoramento Hidrológico e Sedimentométrico. Abril, 2019.

CPRM, 2019. Monitoramento Especial da Bacia do rio Paraopeba. Relatório II – Monitoramento Geoquímico. Março, 2019.

CPRM, 2019. Monitoramento Especial da Bacia do rio Paraopeba. Relatório III – Monitoramento Geoquímico. Abril, 2019.

CPRM, 2019. Monitoramento Especial da Bacia do rio Paraopeba. Relatório IV – Monitoramento Hidrológico e Sedimentométrico. Julho, 2019.

DOMINGOS, L.M.B. e CASTILHOS, Z.C., 2019. Avaliação de Risco à Saúde Humana e Ecológicos por rompimento da Barragem I da Vale em Brumadinho – MG. VIII Jornada do Programa de Capacitação Institucional – PCI/CETEM. P 62 – 68.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solo. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

GEOENVIRON, 2019. Relatório Técnico – Caracterização Geoquímica de Rejeitos Fase I – Composição Química Global, Análise Granulométrica e Classificação segundo a Norma NBR ABNT 10.004/2004, Belo Horizonte, 23/12/2019. Número do documento: RT-MIN-VL-CF-01-19-RV00.

GOLDER, 2017. Programa de Caracterização Geoquímica de Rejeitos, Solos e Sedimentos – Rompimento da Barragem de Rejeitos de Fundão. Preparado para Fundação Renova. RT-015_159-515-2282_03-J

GOMES, M.A., 2009. Caracterização Tecnológica no Aproveitamento do Rejeito de Minério de Ferro. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia de minas da Universidade federal de Ouro Preto, 88p.

ITV, 2019. Avaliação do Impacto Ambiental e Considerações sobre o Plano de Recuperação das áreas afetadas pelo rompimento da Barragem 1 da Mina Córrego do Feijão, Brumadinho – MG. Instituo Tecnológico da Vale, 2019.

LEI FEDERAL Nº 12305 DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Política Nacional dos Resíduos Sólidos. 2010.

LIMA, R.E.; PICANÇO, J.L.; SILVA, A.F.; ACORDES, F.A., 2020. An anthropogenic flow type gravitational mass movement: the Córrego do Feijão tailings dam disaster, Brumadinho, Brazil. Landslides 17, 2895-2906. <DOI 10.1007/s10346-020-01450-2>

OEP, 2019. Obras emergenciais Planejadas/Realizadas no ribeirão Ferro-Carvão Trecho 1. Contenção/remoção dos rejeitos reabilitação da drenagem. Nova Lima – MG. Vale, junho de 2019, Revisão 10.

PAEBM, 2018. Plano de Ação Emergencial para Barragens de Mineração para a Barragem B1 do Complexo Paraopeba – Mina Córrego do Feijão elaborado pela WALM a pedido da VALE.

SOMASUNDARAN, P., 1980. Principles of flocculation, Dispersion, and Selective Flocculation. In: SOMASUNDARAN, P. Fine particles processing, v. II, c. 48, p.948.

SYNERGIA SOCIOAMBIENTAL, 2020. Relatório Técnico: Levantamento Aéreo de Áreas Alagadas em Decorrência da Cheia do Rio Paraopeba. 30/06/2020.

UFLA, 2020. Avaliação Exploratória de Elementos Potencialmente Tóxicos em Áreas Afetadas por Alagamento e Deposição de Rejeito Derivado do Rompimento da Barragem da Mina Córrego do Feijão, Brumadinho (MG): Período Chuvoso de 2019/2020. Relatório Preliminar de Pesquisa. Universidade Federal de Lavras. Acordo de cooperação UFLA/VALE 004/2020. 34p.

VALE, 2019. Nota Técnica: Mina Córrego Do Feijão - Descadastramento Das Barragens B-I, B-IV E B-IVA. 22/03/2019.

VALE, 2019. BARRAGEM I – Mina Córrego do Feijão: Apresentação de informações ao comitê probrumadinho. 17/07/2020.

VALE, 2019. Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos e Rejeito Carreados pelo rompimento da Barragem B1 – PIGRR. Revisão 03, VALE, 26/12/2019.

VALE, 2020. Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos e Rejeito Carreados pelo rompimento da Barragem B1 – PIGRR. Revisão 04, VALE, 14/08/2020.

VALE, 2020. Relatório Técnico - Volumes do rompimento da barragem B-I. RL-2000GG-G-00010. 06/11/20.

Vale S/A. Plano Diretor de Obras Emergenciais versão 11: Caracterização Geral das Obras. Junho 2020.

Vale S/A. Plano Diretor de Obras Emergenciais versão 11.1. Agosto 2020.

WATERLOO, 2012. Investigação Ambiental Confirmatória Mina Córrego do Feijão. Waterloo Brasil Consultoria Ambiental para VALE – Diretoria de Ferrosos Sul/MG- dezembro, 2012.

WATERLOO, 2018. Investigação Ambiental Complementar Mina Córrego do Feijão. Waterloo Brasil Consultoria Ambiental para VALE – Brumadinho/MG- dezembro, 2018.

WOLFF, A. P., 2009. Caracterização de rejeitos de minério de ferro de minas da Vale. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Mineral da Universidade Federal de ouro Preto, 90 p.