



Rio Paraopeba - 5 anos

Ações de recuperação desempenhadas em 2023





ELABORAÇÃO EQUIPE TÉCNICA

Carina Stre Holanda
Analista Ambiental

Gabriel Ferreira Franco
Analista Ambiental

Isabela Cristina Batista Tomaz
Analista Ambiental

José Roberto Cassimiro
Analista Ambiental

Luís Gabriel Menten Mendoza
Gestor Ambiental

Marina Lorena Campos Teixeira
Analista Ambiental

Natalia Silva de Souza
Analista Ambiental

Patrícia Rocha Maciel Fernandes
Analista Ambiental

Renato Teixeira Brandão
Analista Ambiental

Welberth Alves Dias
Estagiário

GOVERNO DE MINAS GERAIS - SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

Marília Carvalho de Melo
Secretaria de Estado de Meio
Ambiente e Desenvolvimento
Sustentável - Semad

Rodrigo Gonçalves Franco
Fundação Estadual do Meio
Ambiente - Feam

Marcelo da Fonseca
Instituto Mineiro de Gestão das
Águas - Igam

Breno Esteves Lasmar
Instituto Estadual de
Florestas - IEF

COLABORADORES

Gerência de Recuperação Ambiental e Planejamento da Conservação de Ecossistemas - IEF

Adriana Cristina Dias
Carolina Costa Rodrigues
Fábio de Alcântara Fonseca
Jessyca Alyne Lozasso
Leonardo Vieira de Faria
Sarah Barbosa Reis
Thiago Cavanelas Gelape

Gerência de Conservação e Restauração da Fauna Silvestre Terrestre - IEF

Henrique Belfort Gomes
Kena Ferrari Moreira da Silva
Lana Ivone Barreto Cruz
Melina Fernanda Leite Barreto

Gerência de Conservação e Restauração da Fauna Silvestre Aquática e de Pesca- IEF

Leandro Carmo Guimarães
Marina Silva Rufino
Ruanny Casarim Corrêa Prado

Gerência de Suporte Técnico - FEAM

Anderson Xavier De Souza
Celso Scalabrini Costa
Karina Jácome De Carvalho Muniz
Mariana Antunes Pimenta
Thayná Silva Campos
Vinicius Junqueira

Gerência de Áreas Contaminadas - FEAM

Cibele Mally de Souza
Luís Otávio Martins Cruz
Renata Spolti Leão

Gerência de Monitoramento de Qualidade das Águas - IGAM

André Gustavo Oliveira Nassif
Átalo Pinto Coelho Durso
Cláudia Alves Ferreira
Iury Chrystian de Oliveira Assunção
Katiane Cristina de Brito Almeida
Marco Antônio Ribeiro Silva
Mariana Elissa Vieira de Souza
Matheus Duarte Santos
Patrícia Franklin Mayrink Nogueira
Sérgio Pimenta Costa
Sylvia Therese Meyer Ribeiro
Vanessa Kelly Saraiva
Wanderlene Ferreira Nacif

Gerência de Planejamento de Recursos Hídricos - IGAM

Allan de Oliveira Mota
Barbara Baltazar
Maria Júlia Paulino

Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos Críticos - IGAM

Fabrizia Rezende Araújo
Fernando Girardi de Abreu
Luisa Costa Martins Vieira

SUMÁRIO

Apresentação

Ações do Sisema 1

Plano de Reparação 3

Estudos realizados no Rio Paraopeba 13

Manejo de Rejeitos e qualidade do ar 16

Estruturas geotécnicas 29

Recuperação do Ribeirão Ferro-Carvão 45

Estudos de Avaliação de risco 54

Monitoramento da Qualidade da água 56

Conservação da Biodiversidade e Restauração Florestal 67

Regularização ambiental 78

Divulgação Científica 81

Memorial 85

Considerações Finais

APRESENTAÇÃO

Na data em que se completam cinco anos do rompimento da barragem da Vale S.A, em Brumadinho, o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema) apresenta os principais acontecimentos e avanços alcançados em 2023.

Um marco importante foi a conclusão das obras do memorial em homenagem às vítimas. No contexto do Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Paraopeba, os Capítulos 1 (Diagnóstico Pretérito) e 2 (Caracterização Socioambiental Pós-rompimento e Avaliação de Impactos) foram direcionados para validação dos Compromitentes e obtivemos avanços significativos nos planos e programas do Capítulo 3.

Quanto ao manejo de rejeitos, destaca-se que houve a liberação da Agência Nacional de Mineração (ANM) para a disposição de rejeitos nos Pontos 1 e 2 da Cava de Feijão. Durante o ano, no âmbito dos Estudos de Risco à Saúde Humana e Risco Ecológico (ERSHRE), houve a conclusão da etapa de levantamento de preocupações das comunidades nos tópicos relativos à saúde humana.

No âmbito do processo de regularização ambiental das obras emergenciais foi emitido o Parecer Único nº 28/SEMAD/SUPPRI/DAT/2023, aprovado por unanimidade na 103ª Reunião ordinária da Câmara de Atividades Minerárias (CMI) do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam).

A excepcionalidade do processo de reparação ambiental constitui fonte constante de condições desafiadoras e impele diariamente ao Sisema e aos diversos atores envolvidos a construção conjunta de soluções inovadoras em prol da preservação do meio ambiente.

Neste Caderno, apresentaremos a toda sociedade as principais atividades desempenhadas e medidas adotadas pelo Sisema, em articulação com o Comitê Pró-Brumadinho e demais órgãos envolvidos.

Marília Carvalho de Melo
Secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

AÇÕES DO SISEMA



O Sisema realiza o acompanhamento das ações de recuperação socioambiental da bacia do Rio Paraopeba, por meio de reuniões periódicas e fiscalizações, assim como determina adequações às intervenções, estudos e monitoramentos ambientais.

Durante o ano de 2023 as equipes técnicas do Sisema realizaram 38 fiscalizações para monitorar o andamento das obras de reparação, principalmente nas áreas do Remanso 1, Marco Zero, DTRs, Dragagem do Rio Paraopeba; BVI; Cortina Metálica; Bacia para contenção/abrigo da ictiofauna na Estaca Prancha, Canal Periférico Leste da PDE Menezes II; Recinto de Aves Exóticas na Fazenda Bom Retiro; Passagem de Fauna Silvestre, entre outros.

Dentre essas fiscalizações, destaca-se a visita técnica do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba nas obras de recuperação ambiental na bacia do ribeirão Ferro-Carvão, em Brumadinho.

Em termos de autuações, durante 2023 foram

emitidos 4 Autos de Infração relativos a: danos à flora mediante a deposição de material oriundo dos Depósitos Temporários de Rejeito; mortandade de peixes na estaca prancha no ribeirão Ferro Carvão; impactos causados no fornecimento de água da comunidade de Tejuco e o descumprimento das determinações de umectação nas vias não pavimentadas, visando a redução de material particulado em suspensão decorrente do trânsito de veículos.

Além disso, em 25 de outubro foi estabelecida a reorganização administrativa do Estado, no âmbito da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad) e da Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam) por meio dos decretos nº 48.706/2023 e nº 48.707/2023. Desse modo, as ações de recuperação das bacias do Rio Paraopeba e do Rio Doce passam a ser acompanhadas pela Semad.

Outro ponto de destaque se refere à participação do Sisema em eventos técnico-científicos.



PLANO DE REPARAÇÃO



PLANO DE REPARAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DO RIO PARAOPEBA

Capítulo 1
Diagnóstico Pretérito

Capítulo 2
Caracterização Socioambiental pós-
rompimento e Avaliação de Impactos

Capítulo 3
Planos/Programas de Reparação

Capítulo 4
Plano de Gestão de Dados do Plano de
Reparação (Plataforma Digital)

Capítulos 1 e 2

1

Diagnóstico Pretérito

Em 17/02/2023, após aprovação da equipe técnica do Sisema, o Capítulo 1 (Versão 3) foi validado pelo Colegiado de Compromitentes do Acordo Judicial de Reparação Integral. Nesse sentido, definiu-se que a atualização se dará em 2024 abrangendo as readequações indicadas pelo Sisema e Auditoria, assim como a conclusão e validação dos inventários de nascentes. As revisões posteriores contemplarão estudos concluídos ao longo do ano, que tenham relevância para a caracterização pré-rompimento (baseline).

2

Caracterização Socioambiental Pós-rompimento e Avaliação de Impactos

Em 14/03/2023 foram encaminhadas as considerações do Sisema e da Auditoria quanto ao Capítulo 2 (Versão 2). Tendo em vista o grau de complexidade das readequações indicadas, acordou-se sobre protocolo em duas etapas, sendo uma delas mediante alinhamento técnico das partes envolvidas. O primeiro protocolo se deu em 31/08, contendo descritivo de atendimento das solicitações referentes à data de corte de abril de 2020.

Na sequência, nos dias 12 e 13 de setembro foram realizadas reuniões técnicas com a Vale S.A. para alinhamento das demais propostas de atendimento às readequações indicadas no Capítulo. Desse modo, após análise, o Sisema recomendou a validação da versão 2 do Capítulo 2 pelos Compromitentes. Essa validação ocorreu em 12/12/2023, contendo 117 condicionantes. A versão 3 do documento consolidará dados obtidos até fevereiro de 2024, com previsão de entrega em 2024.

Capítulo 2

2

Importante ressaltar que a avaliação de impactos (AI) se dará em gestão adaptativa, por meio de reavaliação periódica quanto à eficácia e efetividade das ações propostas, a partir dos resultados obtidos pelos indicadores de monitoramento. Tal fato constitui dinamicidade à AI e poderá ensejar em identificação de impactos novos ou não mapeados, assim como na adoção de novas medidas para reparação integral dos danos.

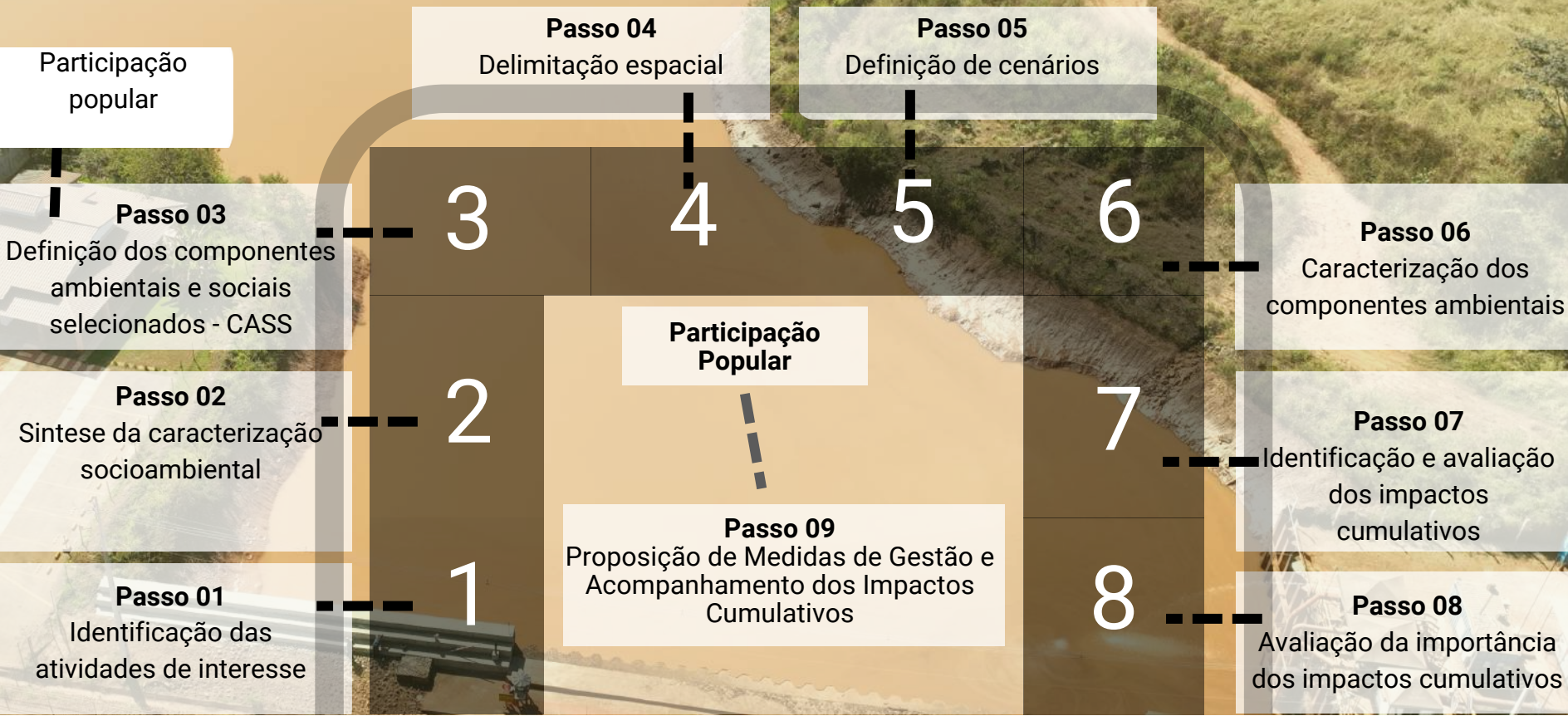


Reuniões Técnicas do Capítulo 2

Avaliação de Impactos Cumulativos

De março a setembro, a Avaliação de Impactos Cumulativos (AIC), que considera a interação entre os impactos causados pelo rompimento das barragens e as ações de reparação relacionadas às medidas emergenciais e ao Plano de Reparação, bem como outras atividades na região, foi submetida à análise pelo Sisema e auditoria Aecom por meio dos cinco produtos da Etapa 1 - Definição do Escopo.

A versão 02 da Etapa 01 contemplará as adequações indicadas pelo Sisema e Auditoria e deverá ser apresentada em abril de 2024, alinhada com a atualização do Capítulo 2. Tal fato visa evitar defasagem de informações entre os documentos e tornar o processo de avaliação dos impactos cumulativos mais eficiente.



Capítulo 3

Bloco I

3

Os Programas que compõem o Bloco I se encontram em estágios distintos de análise, uma vez que a robustez e a maturidade se diferenciam das propostas apresentadas em março de 2023.

O Plano de Caracterização e Monitoramento das Águas e dos Sedimentos e seus programas correlatos: Programas de Monitoramento Emergencial da Qualidade das Águas e Sedimentos (PME); Programa Especial de Monitoramento da Qualidade de água e dos sedimentos do Reservatório de Três Marias (PMQS Três Marias); Programa de Monitoramento Telemétrico de Alta Frequência; Programa de Monitoramento Quantitativo de Água Superficial; Programa de Caracterização e Monitoramento Sedimentológico e Programa de Caracterização dos Impactos sobre as Atividades Areeiras, foram todos aprovados pelo Sisema e carecem de pequenas adequações para que possam ser validados pelo Colegiado de Compromitentes do Acordo Judicial. O Sisema e a Auditoria apresentaram a análise em setembro de 2023.

Os Programas: de Caracterização e Monitoramento dos Solos na Sub-bacia do Ribeirão Ferro-Carvão; Atendimento à Mortandade de Peixes; Programa de Estimativa de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e Comunicação Social e Relacionamento com a Comunidade não possuem aprovação pelo Sisema e necessitam de adequações consideráveis em seu escopo, conforme pareceres técnicos de agosto e setembro.

Bloco II

3

Atualmente, por solicitação do Sisema em abril de 2023, o Bloco II incorpora no escopo do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) as discussões sobre as Diretrizes Gerais de Recuperação Sustentável para a Recuperação do Ferro-Carvão, também composto pelos Programas: Reconformação dos Terrenos; Monitoramento e Controle de Processos Erosivos; Recuperação dos Cursos D'água; Restauração Florestal; Revegetação Inicial; Conservação e Estudos da Flora e o Projeto de Recuperação do Marco Zero.

Além disso, foi solicitada elaboração do Plano de ações para reparação das calhas e planícies do Rio Paraopeba, visando contemplar as atividades de dragagem (após os 2 quilômetros iniciais); previsão de eventuais obras; restauração de funções ecológicas fundamentais (destacando a biótica aquática) e monitoramento da regeneração natural nas Áreas de Preservação Permanente (APP's) do Rio Paraopeba nas áreas afetadas pelas enchentes de 2019/2020 e 2021/2022. Com isto, espera-se que este plano seja capaz de oferecer respostas para as medidas reparatórias que deverão ser executadas na calha e na planície do Rio Paraopeba, considerando a abrangência até a UHE Retiro Baixo.

Bloco III

3

Em março de 2023, foi apresentada revisão do Plano de Ação para Proteção à Fauna (PAPF); Programa de Prospecção e Resgate de Fauna Terrestre; Programa de Reabilitação e Soltura de Fauna Silvestre; Programa de Abrigo e Destinação de Animais Domésticos.

Após aprovação pelo Sisema e validação do Colegiado de Compromitentes, que indicou pequenas readequações à proposta do Programa de Reabilitação e Soltura de Fauna Silvestre, a Vale S.A. apresentou revisão em março.

A análise do Sisema e da Auditoria sobre o PAPF e seus programas correlatos foi encaminhada em agosto e os ajustes finais foram apresentados em novembro de 2023 pela Vale S.A.

Bloco IV

Este bloco consiste no Plano de Acompanhamento de Impactos Sobre os Serviços Ecosistêmicos (PAISE) e seus projetos de acompanhamento: Impacto de Redução da Segurança Alimentar; do Impacto de Redução de Estoque Pesqueiro; do Impacto de Insegurança Relacionada às Inundações; Impacto de Redução da Polinização e Dispersão de Sementes; Impacto de Aumento na Incidência de Doenças relacionadas à Fauna Sinantrópica e do Impacto de Alteração da Identidade Cultural.

A análise do Sisema e da Auditoria se deu em junho/2023 e serão realizadas reuniões entre as partes envolvidas para apresentação, pela Vale S.A., do atendimento das readequações solicitadas.

Capítulo 4

4

Em 10/07/2023 aconteceu a apresentação da Plataforma Virtual - Capítulo 4 que será o Plano de Gestão de Dados do Plano de Reparação, em reunião presencial, onde participaram os representantes do Sisema, auditoria Aecom e Vale/Arcadis. Na oportunidade, foram apresentadas as funcionalidades da plataforma para o acompanhamento dos indicadores dos programas do Plano de Reparação e também das ações relacionadas às obras emergenciais.

Acesse o QR Code para consulta dos documentos do Plano de Reparação no site do Comitê Pró-Brumadinho





ESTUDOS
REALIZADOS
NO RIO
PARAOPEBA

Após o rompimento da Barragem I (B-I) e subsequentes B-IV e B-IVA, aproximadamente 1,59 milhão de metros cúbicos de rejeitos foram lançados no Rio Paraopeba. Diante dessa situação, foram iniciados estudos e investigações com o objetivo de caracterizar e compreender as características específicas desse rio.

Dentre os estudos em andamento ou já concluídos, destacam-se os seguintes :

1

Estimativa de Volume de Rejeitos e Dispersão na Carga de Fundo: Utilizando propriedades mineralógicas e geoquímicas, esse estudo busca calcular o volume de rejeitos e sua dispersão na carga de fundo que atingiu o rio.

2

Qualidade de Águas e Sedimentos: Amostras são coletadas em diferentes ambientes, como lântico, intermediário ou lótico, para avaliar a qualidade das águas e sedimentos do rio.

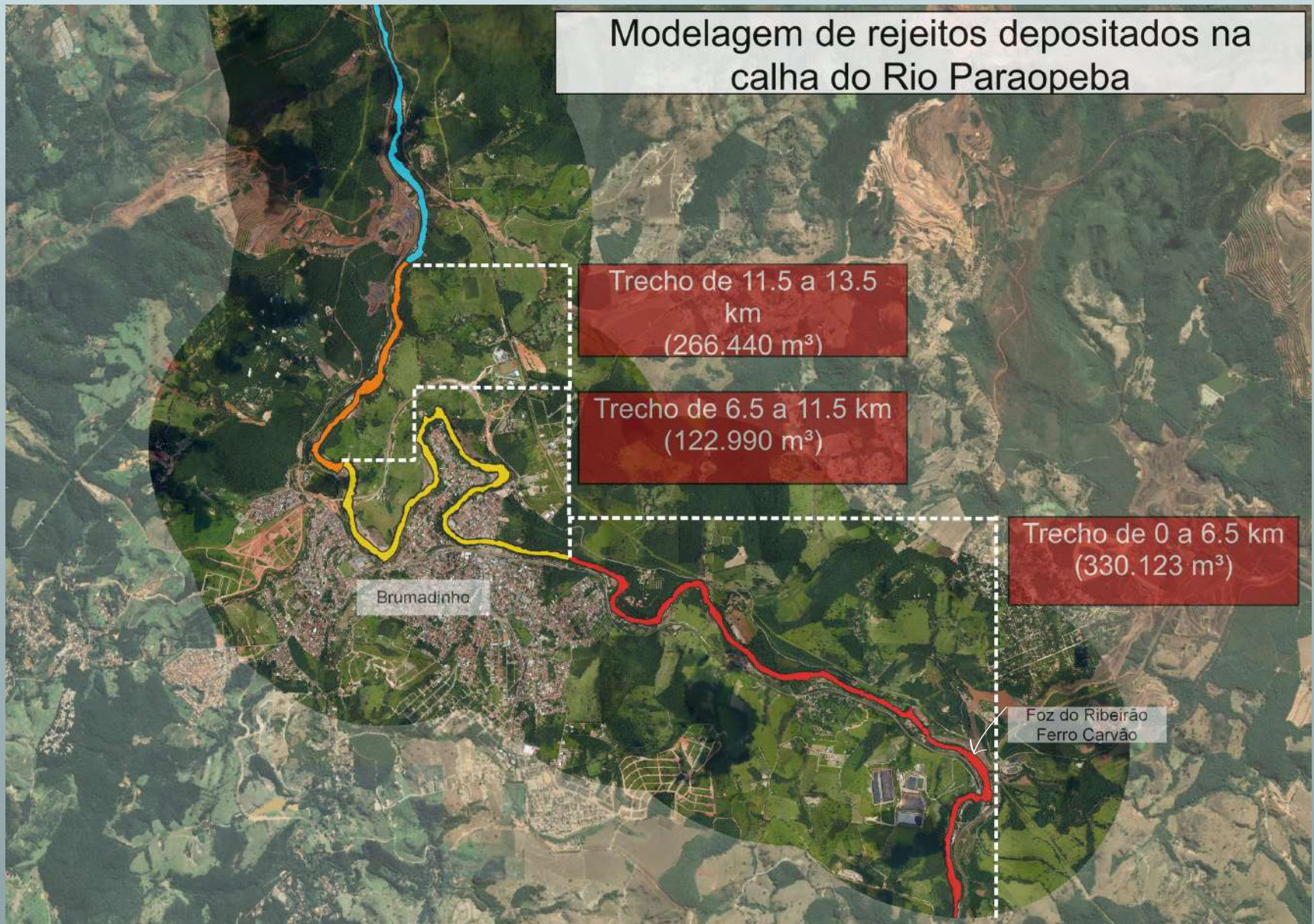
3

Monitoramento de Limnologia e Exoticidade: consiste na análise da dinâmica das comunidades aquáticas antes, durante e após a atividade de dragagem.

4

Diagnóstico de Dados Ambientais (Módulo II): avalia dados ambientais relevantes para verificar os impactos do rompimento nas comunidades aquáticas do Rio Paraopeba.

Ao integrar os resultados de diferentes estudos, incluindo a Estimativa de Volume de Rejeitos e a Dispersão na Carga de Fundo, foi elaborada a "Modelagem de Rejeitos depositados na calha do Rio Paraopeba", conforme apresentado na página seguinte.





MANEJO DE REJEITOS E QUALIDADE DO AR



Acesse o QR Code e veja a filmagem da operação de Remoção de Rejeitos na Bacia do Ribeirão Ferro Carvão.



Manejo de Rejeitos

Em 25/05/2023 a Vale S.A. apresentou a revisão 4 do Plano de Manejo de Rejeito (PMR), contendo atualização referente aos estudos e ações em curso do manejo de rejeito, assim como os avanços e as melhorias obtidas posteriores à julho de 2022.

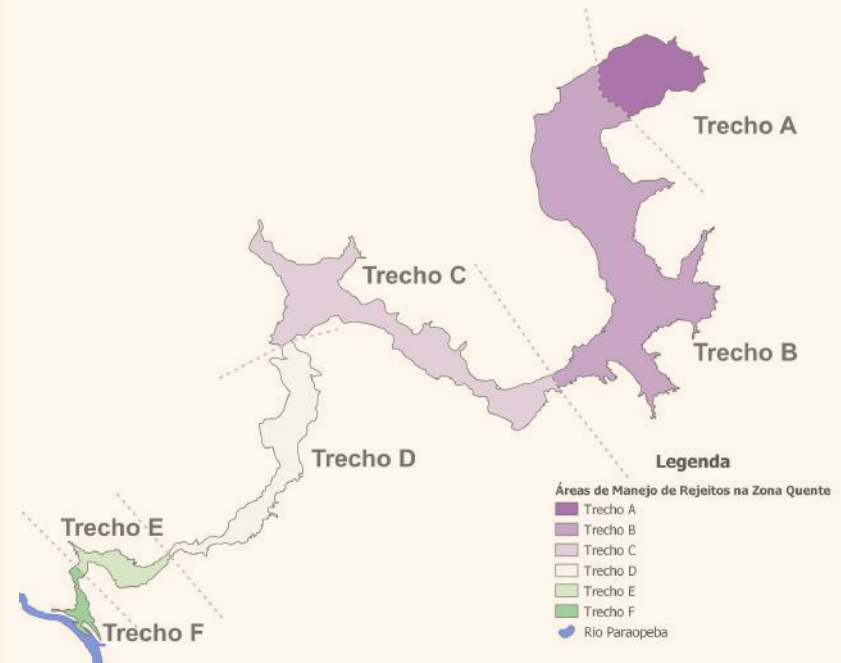
Nessa última versão do PMR houve uma atualização no planejamento do manejo, delimitado pelo Planejamento Plurianual de Manejo de Rejeitos, indicando que o volume previsto a ser removido na região extracalha é de 12,4 Mm³, com previsão de remoção total até 2030.

Em setembro de 2023 foi concluída a campanha de investigações geológico-geotécnicas para subsidiar o desenvolvimento do projeto básico de remoção de todo o rejeito remanescente no anfiteatro da B-I. As campanhas de investigações complementares com sondagens mistas, percussivas, CPTUs, investigações geofísicas, coleta de amostras deformadas e indeformadas e a modelagem 3D do anfiteatro, permitirão aferir o volume de rejeitos remanescentes no anfiteatro e a caracterização morfológica do terreno natural sob rejeito.

Atualmente, o volume estimado de rejeitos remanescentes na B-I é de aproximadamente 2.750.000 m³ (2,75 Mm³).

De acordo com os dados levantados, até dezembro de 2023 foram removidos aproximadamente 9,6 Mm³ de rejeito da zona quente e dispostos 2 Mm³ na Cava, enquanto 7,6 Mm³ estão estocados nos Depósitos Temporários de Rejeitos.

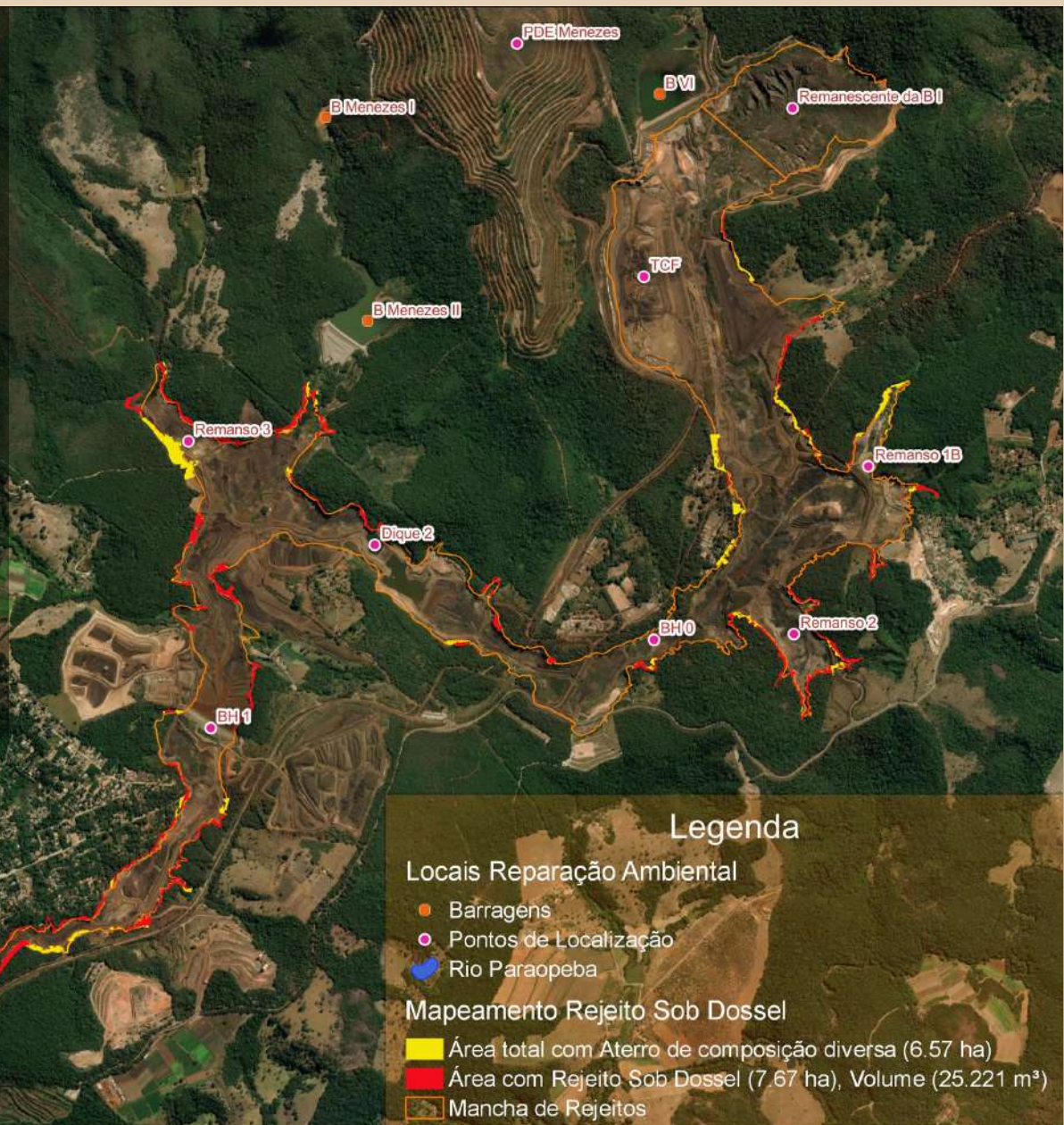
Os monitoramentos ambientais e reportes do manejo de rejeitos são apresentados trimestralmente e o PMR será revisado anualmente, em virtude da dinamicidade.

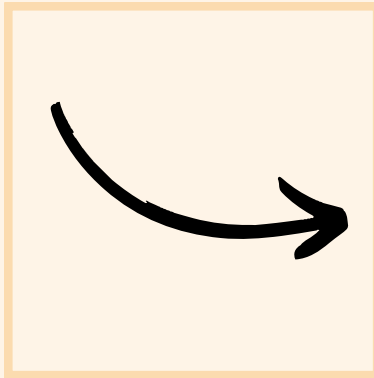


Ainda no segundo semestre de 2023 foi apresentado o relatório técnico final consolidado referente ao mapeamento do rejeito sob dossel, referente às 1ª e 2ª Etapas.

Este estudo teve como objetivo mapear e/ou validar os limites de rejeito sob dossel, estimar as espessuras e volumes de rejeito, bem como apresentar as características do contato destes materiais com os horizontes superficiais dos solos naturais.

Após o refinamento dos dados chegou-se à definição de uma área total de rejeito sob dossel de 7,67ha.

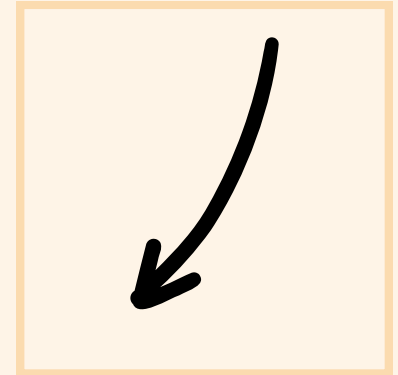




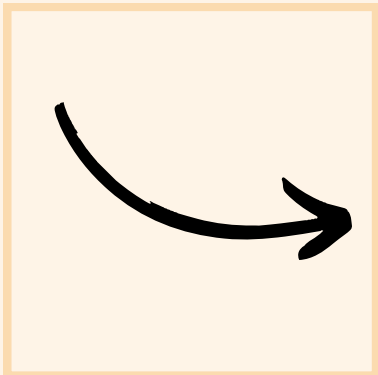
Os resíduos encontrados na zona quente são segregados e armazenados nos Depósitos Intermediários de Resíduos (DIRs), com destinação final, de acordo com sua tipologia e classificação. Atualmente, existem 5 DIRs a saber: DIR Jangada; DIR RCC 1 e 2; DIR Capim Branco e DIR Sucata.

A gestão e o manejo dos resíduos contam com a construção da Central de Materiais Descartáveis (CMD). No local, está sendo implantada uma planta automatizada de segregação do oversize, onde será possível realizar a separação de resíduos como madeiras, sucatas e resíduos de construção civil. A triagem será realizada com peneiras, catação e eletroímã.

Os resíduos segregados serão destinados para os DIR's em função da sua característica e o material inerte será destinado para a Cava de Feijão. Além disso, o local possui 2 galpões para recebimento de resíduos Classe I e II. A construção do CMD visa melhorar as condições de trabalho da catação e acelerar o processo. A conclusão da implantação está prevista para dezembro de 2023, enquanto o comissionamento ocorrerá em janeiro de 2024.



Em julho de 2023, a PDR União atingiu sua cota máxima de elevação (5 metros). Em novembro foi apresentado o projeto executivo, que consiste na Fase 3 do projeto. O objetivo é criar mais duas bancadas para alteamento da PDR União, contemplando o sistema de drenagem (espinha de peixe), que deverá ser validado pelo órgão ambiental.



Central de Materiais
Descartáveis (CMD)

PDR União

Central de Materiais
Descartáveis (CMD)

Gerenciamento de Áreas Contaminadas

No ano de 2023 foram protocolados os estudos de Investigação Confirmatória Complementar das ETAF-01 e 02, DIR Ferrovia e Complexo de Manutenção de Jangada, que se encontram em análise pela Feam.

Devido às dificuldades associadas à execução das sondagens nas profundidades desejadas, as Investigações Confirmatórias dos RP's 01, 29, 39, 65 e 111 estão sendo desenvolvidas em concomitância com os trabalhos de manejo de rejeito. Deste modo, a Feam, por meio da GERAQ, tem orientado e acompanhado as atividades desenvolvidas.



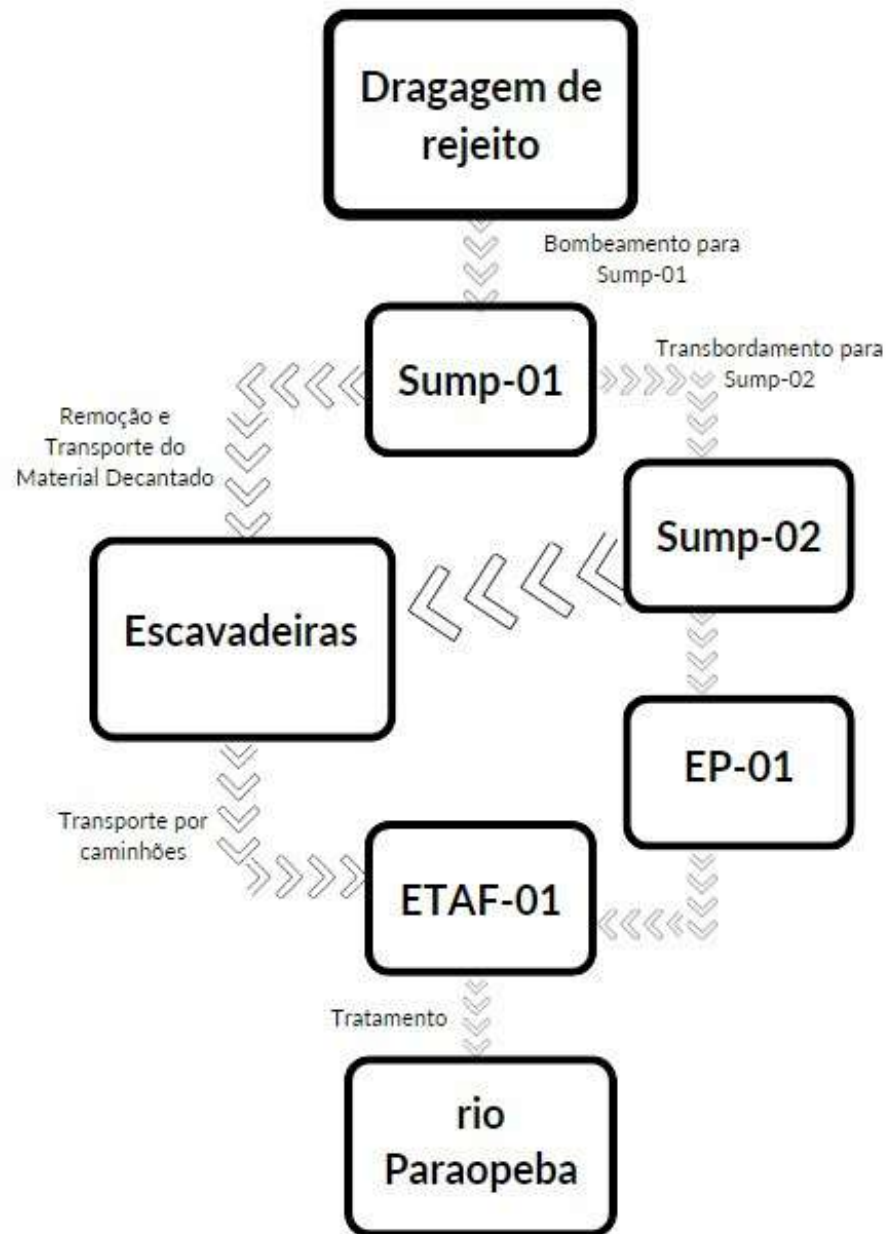
Acesse o QR Code e veja a filmagem da operação de Remoção de Rejeitos na Bacia do Ribeirão Ferro Carvão.



DRAGAGEM

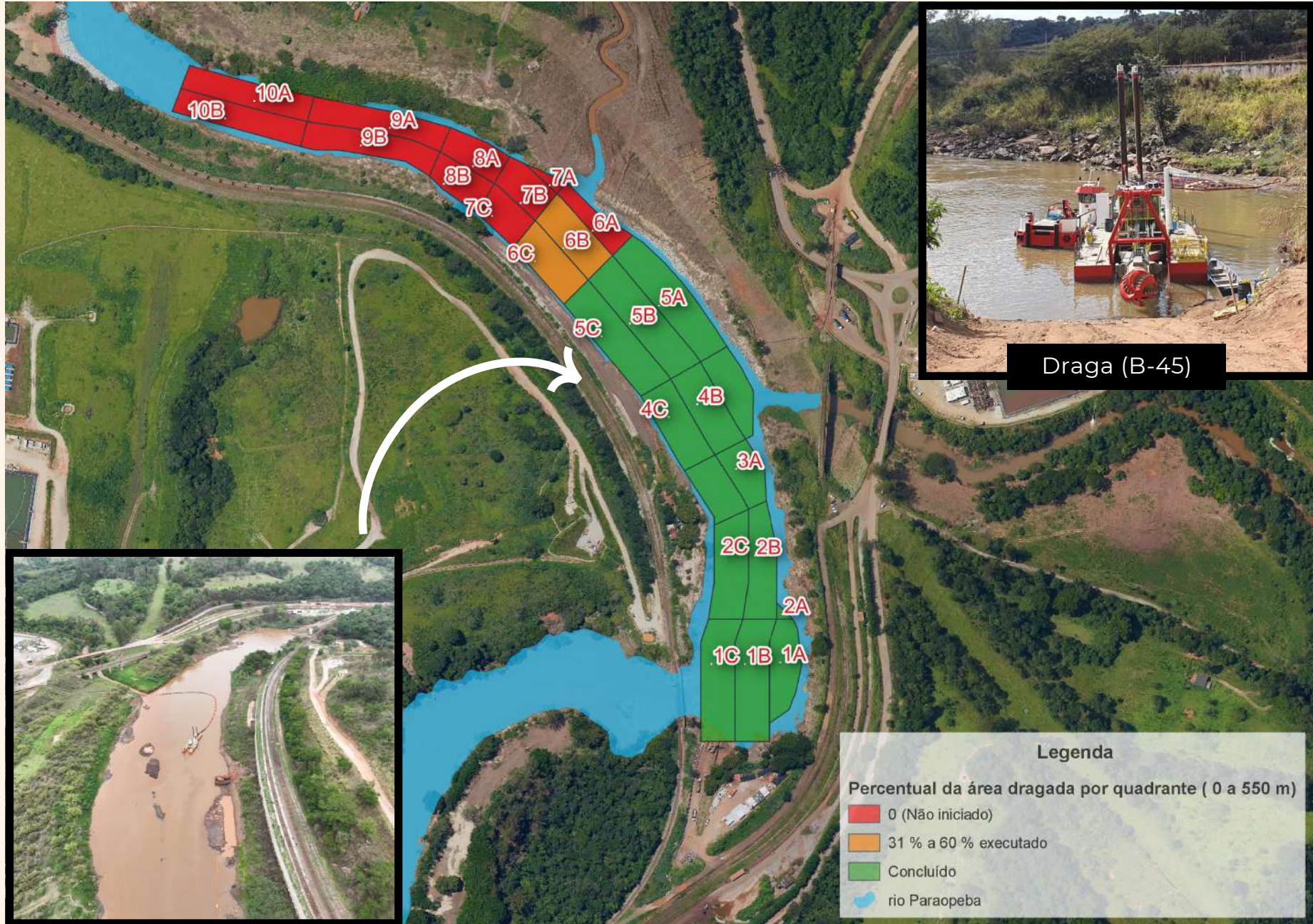
O recalque do material dragado do Rio Paraopeba é direcionado para bacias escavadas (*sumps*) na região do ribeirão Ferro-Carvão, onde os materiais de maior granulometria são sedimentados, e posteriormente destinados à ETAF-1 para tratamento final e retorno ao Rio Paraopeba, conforme fluxograma.

Nesse formato, enquanto em novembro de 2022 a operação de dragagem das Áreas 1 e 2 foram encerradas com remoção total de 28.129 m³ de rejeito do Rio Paraopeba, em 2023 houve o encerramento das Áreas 3 e 4, totalizando uma remoção de 55.320 m³.



Acesse o QR Code e veja a filmagem da operação de dragagem no rio Paraopeba.

DRAGAGEM



Draga (B-45)

Legenda

Percentual da área dragada por quadrante (0 a 550 m)

0 (Não iniciado)

31 % a 60 % executado

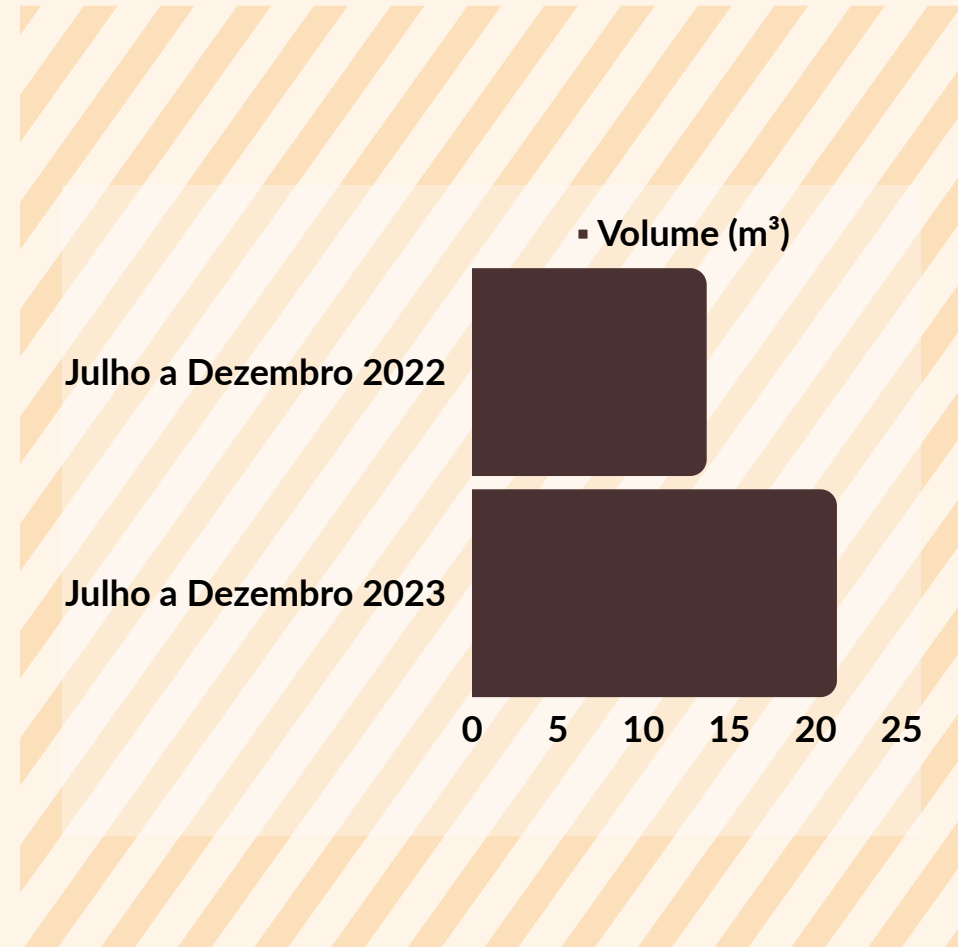
Concluído

rio Paraopeba

Em 06/12/2022 as atividades de dragagem foram suspensas para inspeções e manutenção dos equipamentos da dragagem, retornando apenas em 26/07/2023. Neste período, a fim de buscar melhorias nos resultados da operação de dragagem, houve aquisição de uma nova embarcação (draga Beaver B-45) para a dragagem do rio. Além disso, uma nova empresa draguista assumiu as operações da draga. Foram executadas melhorias na ETAF-1 visando aumento da eficiência na retenção de metais com o uso de zeólitas e implantação do *sump-03*, com o objetivo de manter a operacionalização da dragagem durante o processo de limpeza do *sump-01*.

No período compreendido entre 26/07/2023 e 31/12/2023, uma média de 218 m³/dia e um volume total de 21.235,77 m³ de sedimento foram removidos do Rio Paraopeba. A remoção total corresponde a 149.472,75 m³.

Quando comparado ao mesmo período, em 2022, nota-se que o aumento da eficiência foi de 55%. Com a nova draguista em operação é esperado que a conclusão da retirada da totalidade dos rejeitos dos primeiros 550 m à jusante da confluência com o ribeirão Ferro-carvão ocorra até fevereiro de 2024.



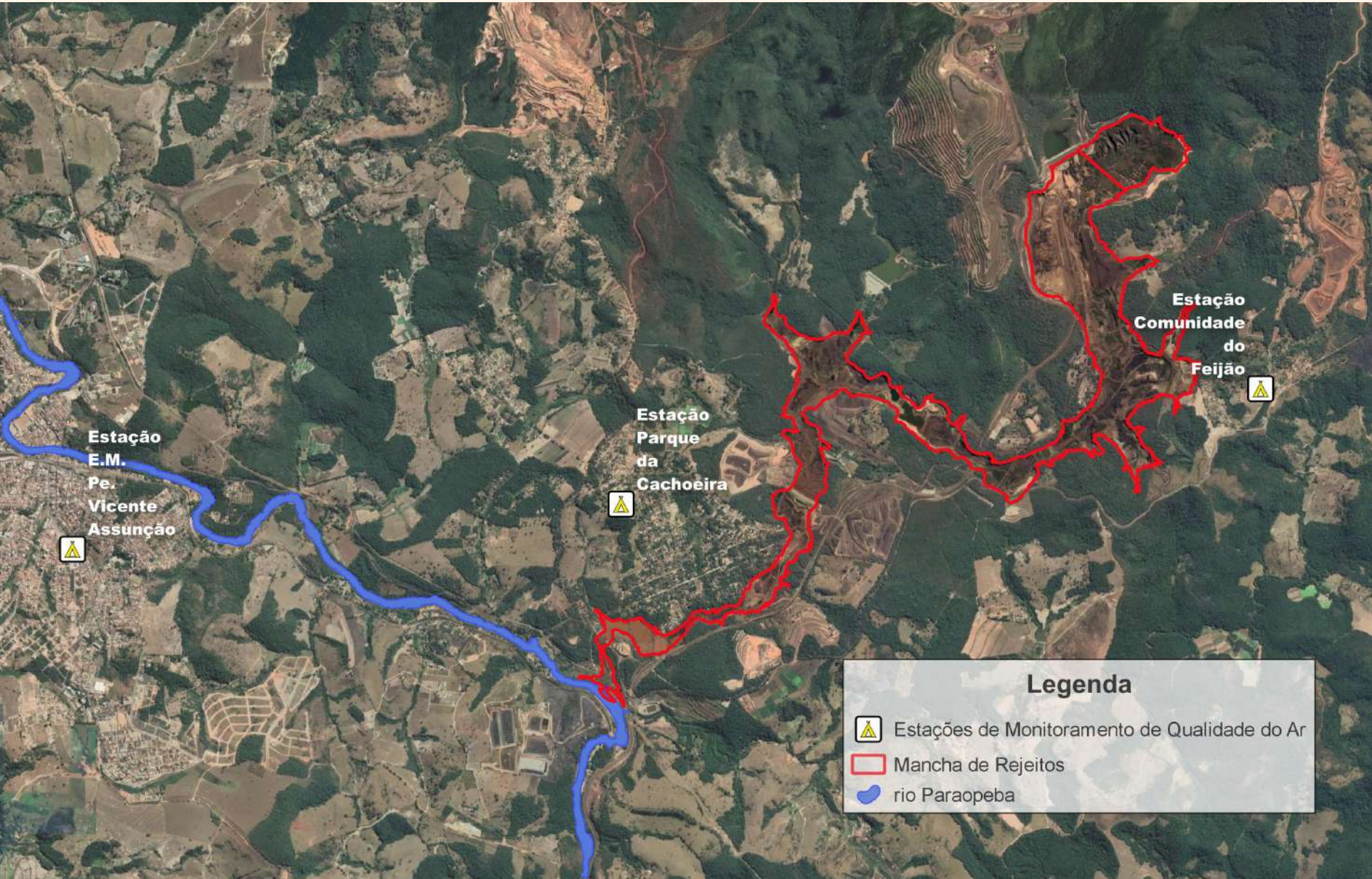
O monitoramento da qualidade do ar continua sendo realizado por meio das três estações convencionais instaladas no município de Brumadinho, responsáveis pelo monitoramento de material particulado (PTS, MP_{10} e $MP_{2,5}$), gases (NO_2 , NO e NO_x) na estação de Parque da Cachoeira; três na estação da Escola Municipal Padre Vicente Assunção) e parâmetros meteorológicos.

Dentre os parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 491/2018, verificou-se valores mais altos apenas para ozônio na estação da Escola Municipal Padre Vicente Assunção, em poucas datas. Esta mesma resolução estabelece o Índice de Qualidade do Ar e verificou-se que, para as estações analisadas, a qualidade foi classificada como “Boa” em mais de 85% dos dias de janeiro a novembro de 2023 para as três estações.

Em janeiro de 2023, a Feam determinou à Vale S.A. uma série de ações a serem tomadas visando a redução da emissão de material particulado no decorrer do período seco. Dentre as ações destacam-se a necessidade de umectar vias não pavimentadas em que há tráfego de caminhões da empresa e de terceirizadas, além da necessidade de reportar estas ações às comunidades. Cabe destacar que, em 22/08/2023, foi emitido auto de infração à Vale S.A., tendo em vista o descumprimento de parte das determinações estabelecidas pela Feam.



Umecção de vias no residencial FHEMIG, em São Joaquim de Bicas (20 de julho de 2023)




Legenda

-  Estações de Monitoramento de Qualidade do Ar
-  Mancha de Rejeitos
-  rio Paraopeba





ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS

An aerial photograph showing a large reservoir with a dam structure in the background. The water is a murky brown color. The surrounding area is densely forested with green trees. A dirt road or path runs along the left side of the reservoir. The dam is a concrete structure with a spillway on the right side.

O monitoramento geotécnico tem como finalidade acompanhar o desempenho das estruturas remanescentes, e também das estruturas que foram construídas para a recuperação do ribeirão Ferro Carvão.

O monitoramento é fundamental para possibilitar a identificação de problemas que podem se agravar e comprometer toda a estrutura de engenharia. Portanto, o Monitoramento Geotécnico significa observar, em determinado período, se as condições das estruturas estão dentro dos padrões pré-estabelecidos.

Fator de Segurança (FS)

Tabela 1: Classificação do Nível de Controle para as barragens segundo o Fator de Segurança

Nível de controle	Faixa de variação dos Fatores de Segurança e condições críticas
Nível Normal	Leituras dos instrumentos indicam fator de segurança igual ou superior a 1,50 $FS \geq 1,50$
Nível de Atenção	Leituras dos instrumentos indicam fator de segurança entre 1,30 e 1,50 $1,30 \leq FS < 1,50$
Nível de Alerta	Leituras dos instrumentos indicam fator de segurança entre 1,10 e 1,30 $1,10 \leq FS < 1,30$
Nível de Emergência	Leituras dos instrumentos indicam fator de segurança inferior a 1,10 $FS \leq 1,10$

Os Níveis de Controle auxiliam na tomada de decisão e indicam meios de agir em situação de risco à segurança de estruturas.

A definição de níveis de controle da instrumentação instalada em estruturas geotécnicas orienta na definição do grau de perigo em situações de emergência (Tabela 1).

Usualmente, os níveis de controle para a instrumentação são estabelecidos a partir da associação entre os fatores de segurança, obtidos em análises de estabilidade de taludes por equilíbrio limite com as correspondentes leituras dos instrumentos. Logo, para o sucesso de um plano de monitoramento, faz-se necessário o correto acompanhamento dos registros de instrumentação, a fim de avaliar o desempenho da estrutura e garantir sua segurança.

Para as estruturas do ribeirão Ferro Carvão, o Fator de Segurança (FS) é periodicamente calculado e divulgado nos Relatórios Técnicos, assim como informado nas reuniões mensais entre o Ministério Público de Minas Gerais (MPMG), a auditoria externa Aecom, o Sisema e a Vale S.A.

ESTRUTURAS GEOTÉCNICAS

32



O órgão ambiental, no âmbito de suas competências, monitora os aspectos ambientais das condições das estruturas geotécnicas remanescentes das minas do Córrego do Feijão e de Jangada. Na sequência, são apresentados os resumos das principais ações realizadas no ano de 2023 nas estruturas:

- Anfiteatro da Barragem I;
- Barragem VI;
- Barragens Menezes I e II;
- PDE Menezes III;
- Barragem Lagoa Azul;
- Barragem Capim Branco;
- Dique de Concreto;
- Cava de Feijão.



Remanescentes da Barragem B-I e Barragem B-VI



Cava de Feijão

Anfiteatro da Barragem I

A área na qual estava implantada a barragem I (B-I) e seu reservatório foi nomeada como “anfiteatro da barragem I”. Essa região permanece acomodando em suas encostas e na área central, em condição estável, uma relevante quantidade de rejeito que não escoou na ocasião do rompimento da barragem.

No ano de 2023 foi concluída a implantação de duas barreiras dinâmicas na calha do ribeirão Ferro-Carvão, próximas ao TCF e DTR-15, denominadas de Malhas 2 e 3 (malha do tipo *Geobrugg*).

A finalidade dessas barreiras é conter, em cenário hipotético de ruptura (*dam break*), uma possível movimentação de detritos e rejeitos provenientes do anfiteatro da B-I para a calha do ribeirão.

Na margem esquerda do anfiteatro da B-I (antiga ombreira esquerda) foi implantado um platô em parte sobre o terreno natural e também sobre o antigo maciço da B-I. O objetivo principal desse platô é a implantação de um sistema de guindaste para auxiliar na remoção de rejeitos que permaneceram no anfiteatro. Em julho de 2023 foram iniciados os testes de remoção utilizando equipamentos tipo *Heavy Duty* (*dragline* e *clamshell*) e também realizada adequação na geometria da via de acesso existente para permitir o tráfego de veículos e equipamentos.



Acesse o QR Code e veja a filmagem na região da Barragem B-VI e Remanescente da B-I.

Barragem VI

A operação de bombeamento de água do reservatório da Barragem VI (B-VI) para a Barragem Menezes II, que ocorreu até o final do mês de novembro de 2023, teve como objetivo manter o nível de água (NA) na cota máxima de 891,08m, mantendo assim o reservatório deplecionado.

Durante o ano de 2023, ocorreram obras para adequações da estrutura da B-VI. Dentre as quais, a escavação na estrutura da ombreira esquerda.

O fator de segurança (FS) na sua seção C-C' (Seção Crítica), considerando o nível d'água (N.A.) do reservatório na cota máxima, em novembro de 2023, apresentou o valor de 1,70.

A descaracterização da Barragem B-VI está prevista para 2030.



Retaludamento ombreira direita e esquerda



Barragem B-VI e remanescente da B-I

Barragens Menezes I e II

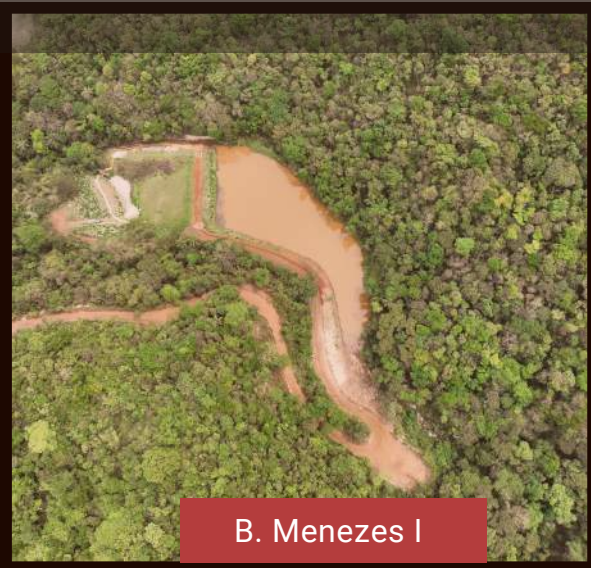
As Barragens Menezes I e II têm por finalidade a contenção de sedimentos finos da PDE Menezes III.

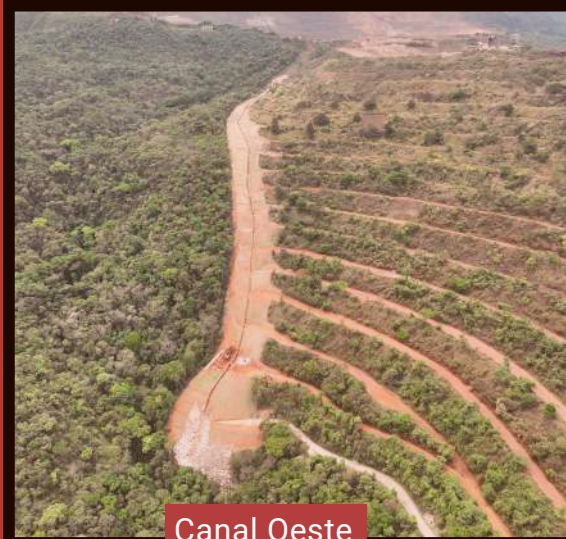
Durante o mês de janeiro de 2023 ocorreram vertimentos no extravasor da Menezes II, cuja performance na contenção de sedimentos foi considerada satisfatória.

A partir do final de novembro de 2023, as águas do bombeamento da barragem B-VI foram direcionadas para uma tubulação externa ao canal leste da PDE Menezes III, percorrendo, dos taludes da PDE até a jusante da Barragem Menezes II.

No ano 2023, conforme os resultados dos monitoramentos das estruturas e das análises de estabilidade, não foram identificadas anomalias geotécnicas nas barragens Menezes I e II.

As análises de estabilidade do período apresentaram valores acima do preconizado em norma. O fator de segurança (FS) da **Menezes I**, na seção A-A', em novembro de 2023, apresentou valor de 1,80. Já o fator de segurança (FS) da **Menezes II**, na seção C-C', considerando o N.A. do reservatório na cota 789,64 m, apresentou o valor de 2,13. A descaracterização da Barragem Menezes II está prevista para 2029.





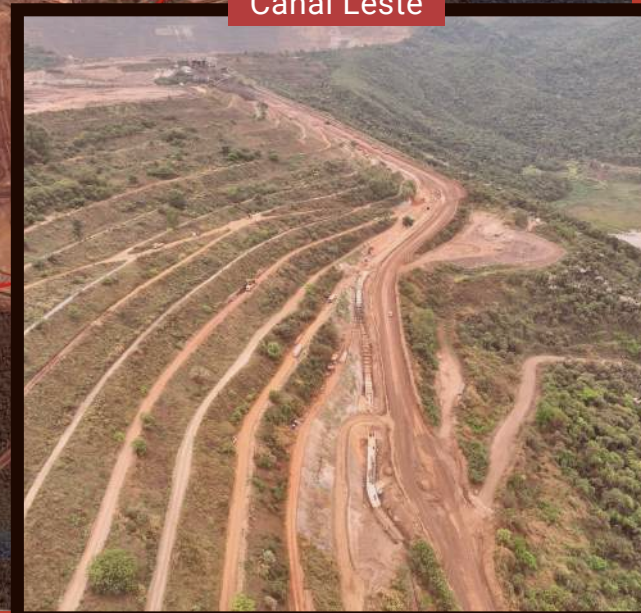
Canal Oeste



PDE MENEZES III

A Pilha de Disposição de Estéril (PDE) Menezes III possui dois canais de drenagens periféricos denominados: canal Oeste e canal Leste. Estes canais transportam as águas de drenagem da PDE e deságuam a montante das barragens Menezes I (caso do canal Oeste) e Menezes II (caso do canal Leste).

Foram concluídas as obras de recuperação do trecho erodido do Canal Periférico Leste, localizada entre a PDE Menezes III e a Barragem Menezes II. Já as obras no Canal Periférico Oeste, localizado entre a PDE Menezes III e o córrego da Olaria, foram finalizadas em setembro de 2023.



Canal Leste

Barragem Lagoa Azul

A Barragem Lagoa Azul está situada no entorno dos 250 metros das cavernas (MJ-0005 e MJ-0006).

Nesse sentido, as Cavernas MJ-0005 e MJ-0006, conforme os Estudos de Relevância Espeleológica, são classificadas como de Máxima e Alta Relevância, respectivamente.

A caverna MJ-0005 foi classificada como Relevância Máxima pelo atributo “Interações Ecológicas Únicas”. Esta singularidade ecológica deve-se ao fato de que esta é a maior população de *Anoura geoffroyi* conhecida na região do Quadrilátero Ferrífero e, muito possivelmente, de todo o estado de Minas Gerais, o que atribui um elevado caráter de excepcionalidade a esta caverna e sua população.

Os estudos realizados nesta caverna destacam ainda mais a sua importância como abrigo reprodutivo, já que a colônia é composta majoritariamente por machos e que as fêmeas utilizam a caverna como abrigo durante o período reprodutivo.

As fêmeas ficam prenhas e utilizam esta caverna durante a gestação e mudam de abrigo próximo ao parto, indicando a existência de segregação sexual entre cavernas. Vale mencionar que estes são morcegos nectarívoros, que prestam importantes serviços de polinização e dispersão de sementes de dezenas de espécies vegetais de Minas Gerais.

Em setembro de 2023, ocorreu a readequação do trecho inicial do sistema extravasor da Barragem Lagoa Azul.

Conforme avaliação realizada pela Vale S.A., os possíveis impactos das obras do primeiro trecho do extravasor sobre a cavidade MJ_0005 não comprometiam a colônia de quirópteros. O início do monitoramento da colônia de morcegos está previsto para janeiro de 2024 e ocorrerá por dois ciclos hidrológicos. O monitoramento geotécnico não indicou anomalias na estrutura durante o ano.

Barragem Lagoa Azul



Extravassor revestindo com Canvas

A colônia de morcegos existente na caverna MJ_005 ainda não teve seu monitoramento iniciado. Esta atividade é uma condicionante para qualquer obra na estrutura, inclusive a descaracterização da Barragem Lagoa Azul.



Colônia de Morcegos



Caverna MJ_0005



Caverna MJ_0006



Barragem Lagoa Azul

Barragem Capim Branco

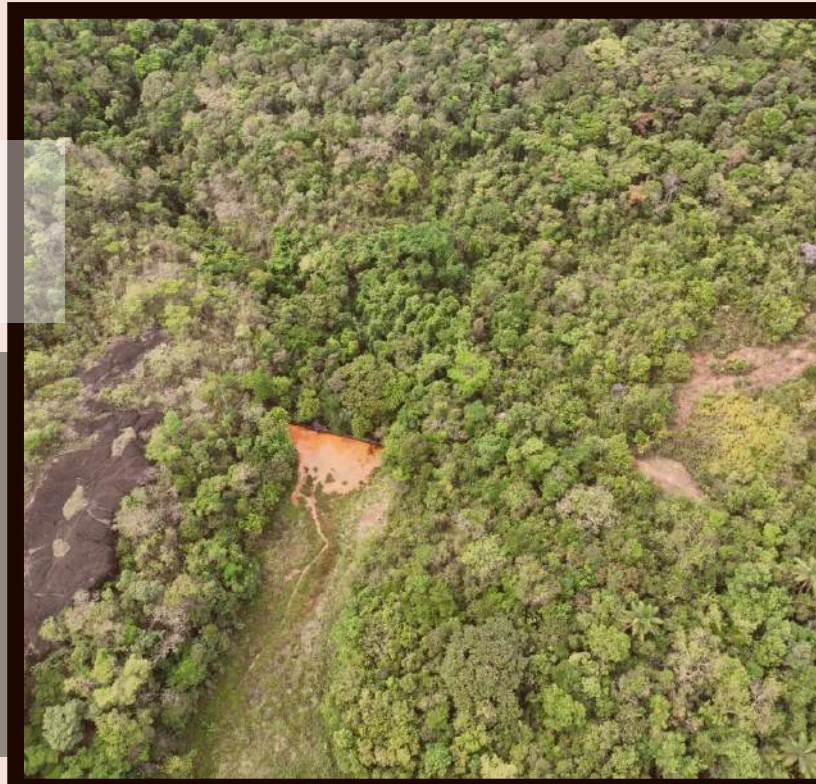
A barragem Capim Branco situa-se na Mina de Jangada e tem a função de contenção de sedimentos.

O fator de segurança (FS) na seção C-C' (Seção Crítica), considerando o nível d'água (N.A.) do reservatório, em novembro de 2023, apresentou valor de 2,25.

Dique de Concreto

Pertencente à Mina Jangada, esta estrutura teve, no passado, provável finalidade de captação e bombeamento de água limpa para a planta de beneficiamento de minério de ferro.

Atualmente, a estrutura não possui função operacional e a sua casa de bombas está desativada. O início da descaracterização do Dique está previsto para 2025.



Cava de Feijão

Após dois anos de sucessivas interdições devido a pendências de melhorias por parte da Vale S.A., em outubro de 2023, a Agência Nacional de Mineração (ANM) autorizou a disposição temporária de rejeitos no Ponto 2 e no Ponto 3 (com desvio hidráulico para o Ponto 1).

Para tanto, em cumprimento à condicionante de liberação de disposição no Ponto 2, com capacidade prevista de 750 t/h, foi implantada drenagem superficial no platô 2. A disposição no Ponto 3 é de aproximadamente 1.000 t/hora.

Acesse o QR Code e veja a filmagem da disposição de rejeitos na Cava de Feijão.



PDE Norte

O retaludamento da PDE Norte da Cava de Feijão devido aos processos erosivos intensificados no período chuvoso 2021/2022, está previsto para o mês de novembro de 2024.

Também está em andamento a implantação do sistema de drenagem superficial dos taludes. O objetivo dessas obras é melhorar o sistema de drenagem dos taludes e, conseqüentemente, as condições de estabilidade da estrutura.



Obras nos Taludes



PDE Norte

Descaracterização e Descomissionamento de Barragem

A **descaracterização de barragens** se refere ao processo de desativação e desmonte controlado de uma estrutura, como uma barragem. Esse processo inclui a remoção ou modificação da infraestrutura para restaurar a área afetada e permitir seu uso seguro e sustentável.

Atualmente, há previsão de descaracterização de todas as barragens da mina Córrego do Feijão, sendo elas: barragens B-VI, B-VII, Menezes I e Menezes II.



Barragem Menezes II

O **descomissionamento de barragens** é um termo mais amplo, que engloba a descaracterização mas vai além e envolve o planejamento e a execução de todas as ações necessárias para encerrar as atividades da barragem de forma segura e ambientalmente responsável. Isso pode incluir a descaracterização, a reabilitação do local e a implementação de medidas para mitigar os impactos sociais, econômicos e ambientais resultantes da desativação.

Parece a mesma coisa, mas não é. A diferença central é que a descaracterização foca na remoção ou modificação da estrutura para reduzir os riscos, enquanto o descomissionamento abrange um escopo mais amplo, integrando a descaracterização e considerando a totalidade das operações para encerrar as atividades de forma segura, atendendo às normativas e mitigando impactos socioambientais.



RECUPERAÇÃO DO RIBEIRÃO FERRO- CARVÃO

Estruturas de Contenção

As Barreiras Hidráulicas (BH-0 e BH-1) são estruturas que têm como finalidade filtrar a água do ribeirão Ferro-Carvão. Em 2023, ambas as estruturas passaram por processos de desassoreamento, de forma que o volume útil somado é de 720.068,15 m³. Estima-se que em 2024 ambas sejam descomissionadas (removidas), uma vez que estão implantadas sobre o rejeito e sua remoção é necessária para a limpeza da área. Em substituição a estas, deverá ser implantada uma nova barreira hidráulica (BH-2), também em 2024.

A Barreira de Blocos foi implantada em substituição às antigas barreiras de estabilização de calhas (BECs). A estrutura apresenta um volume útil de 14.682,81 m³.



O Dique 2 foi projetado para a contenção de finos e em 2023 a estrutura passou pelo processo anual de desassoreamento. Possui um volume útil de 145.365,44 m³, e estima-se que sua remoção ocorra em 2026.

A **Cortina Metálica em Estaca Prancha 1** é a última barreira implantada na área da mancha antes do Rio Paraopeba. No ano de 2023 foi implantada uma bacia de dissipação em concreto, que tem o objetivo de evitar a mortandade de peixes. Seu volume útil é de 252.265,42 m³, e estima-se que sua descaracterização ocorra em 2029.



A **Estação de Tratamento de Águas Fluviais 1 (ETAF 1)** apresenta o importante papel de reduzir a turbidez das águas do ribeirão Ferro-Carvão, antes do deságue no Rio Paraopeba. Em 2023 a estação passou por importantes melhorias, como a adequação dos filtros de zeólita e a instalação de uma nova cortina de retenção de sólidos. Durante o ano de 2023 a turbidez média do efluente de saída foi de 3,4 NTU.

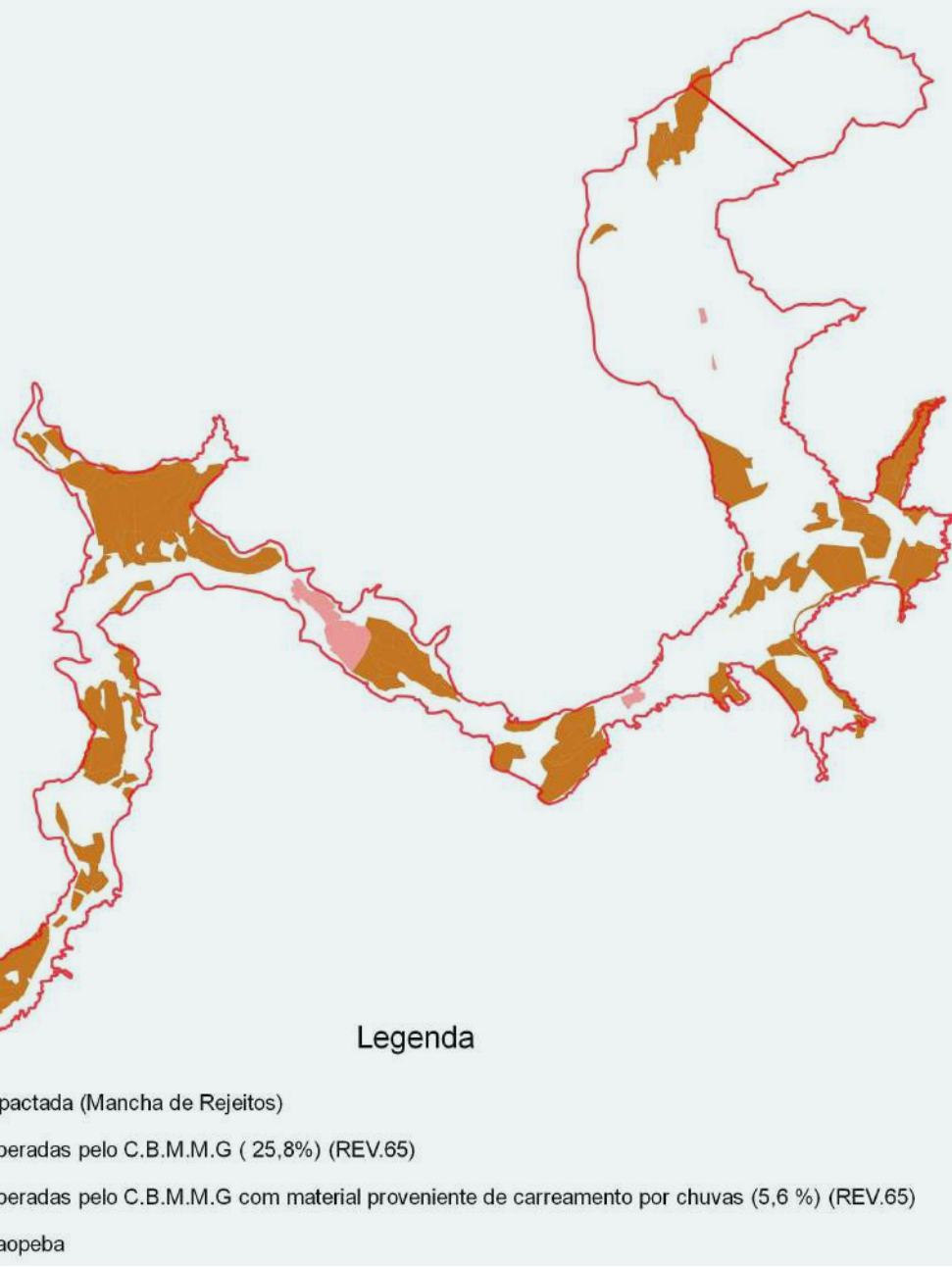
No contexto de avaliação da eficiência das estruturas de contenção foi apresentado o Plano de Monitoramento Hidrométrico e Sedimentométrico que fornece dados relevantes aos planos e projetos de restauração do ribeirão Ferro-Carvão. O detalhamento desse plano se dará no tópico **"Monitoramento de Qualidade da Água"**.



A **Estação de Tratamento de Águas Fluviais 2 (ETAF 2)** foi parcialmente descomissionada em 2023, com a remoção dos filtros instalados, uma vez que o efluente da dragagem é agora direcionado para a ETAF 1.

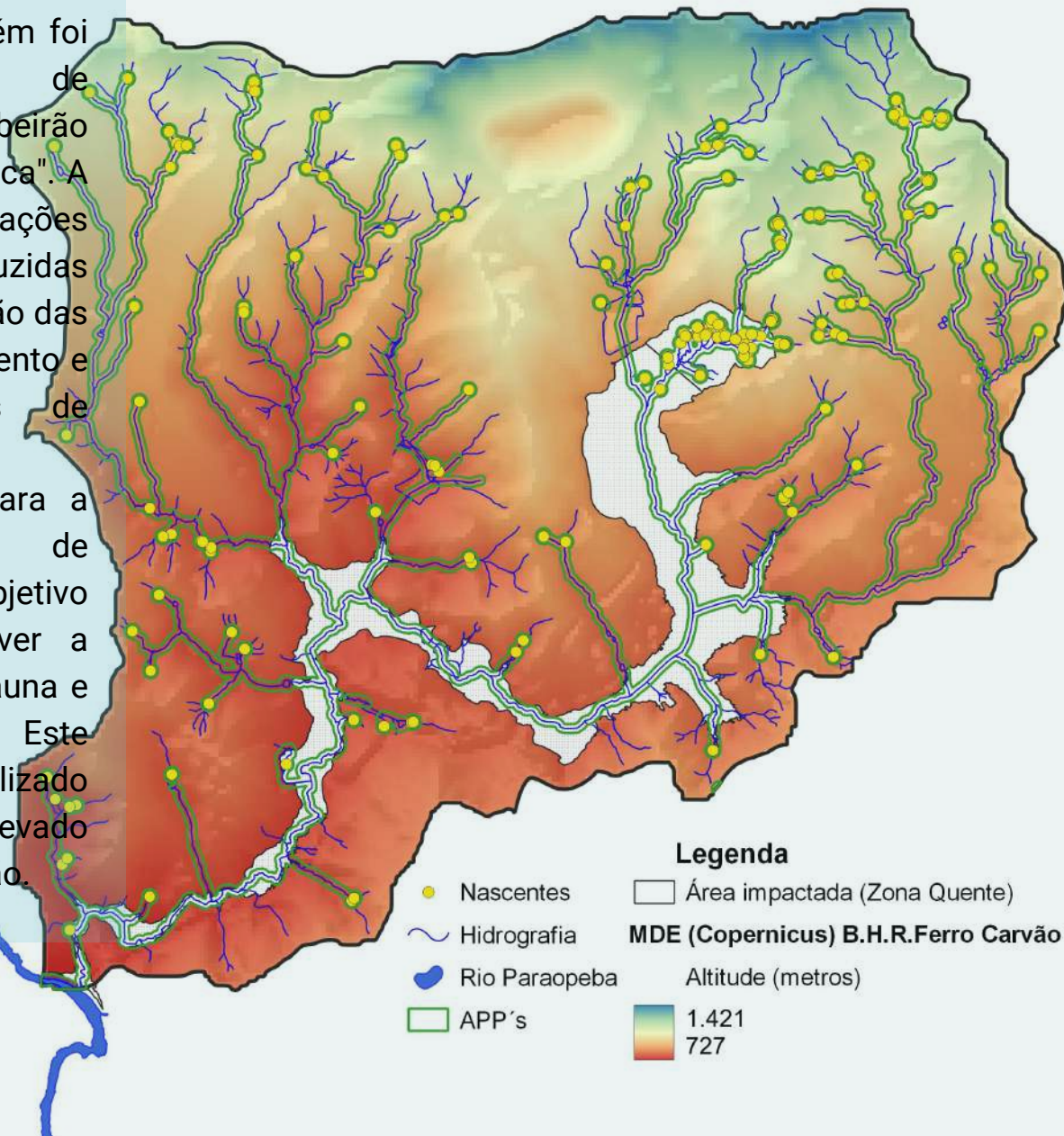
Para promover a recuperação socioambiental da região da Bacia do ribeirão Ferro-Carvão é imprescindível conduzir estudos específicos que servirão como base para o futuro planejamento do território das áreas afetadas pelos rejeitos (Mancha de Rejeitos) e ocupadas pelas estruturas temporárias (DTR's e canteiros de Obras).

Dentre esses estudos, destacam-se o levantamento do rejeito depositado sob a cobertura florestal, "Rejeito sob dossel", bem como o mapeamento das áreas designadas como "Cota Zero", que são locais liberados pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) e onde a remoção dos rejeitos foi concluída. Além disso, vem ocorrendo o mapeamento das áreas potenciais para aplicação do método de recuperação ambiental ágil, conhecido como "Fast Track". Estes estudos foram atualizados ao longo do ano de 2023.



Em conjunto com os estudos específicos já destacados, também foi desenvolvido o "Inventário de Nascentes nas sub-bacias do ribeirão Ferro-Carvão e ribeirão Casa Branca". A partir deste trabalho, informações relevantes estão sendo produzidas quanto ao número e a classificação das nascentes, bem como o mapeamento e a quantificação das Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Esses dados são basilares para a formulação de estratégias de recuperação ambiental, com o objetivo de restaurar as APPs, promover a conectividade florestal, atrair a fauna e melhorar a qualidade da água. Este estudo vem sendo atualizado anualmente em função do elevado quantitativo de nascentes da região.



No contexto de áreas liberadas pelo CBMMG e cuja remoção de rejeitos foi concluída (Cota Zero), o **Remanso 1** (cerca de 21,27 hectares) representa a região onde as atividades do projeto "Diretrizes Gerais de Recuperação Sustentável da Bacia do Ribeirão Ferro-Carvão" estão mais avançadas.

Além disso, foram conduzidos estudos abrangendo aspectos hidráulicos, geológicos/geotécnicos, hidrogeomorfológicos e de reconformação de calhas, como parte do "Projeto Conceitual do Remanso 1". Todos esses trabalhos estão sob análise do Sisema e da auditoria externa do Ministério Público.



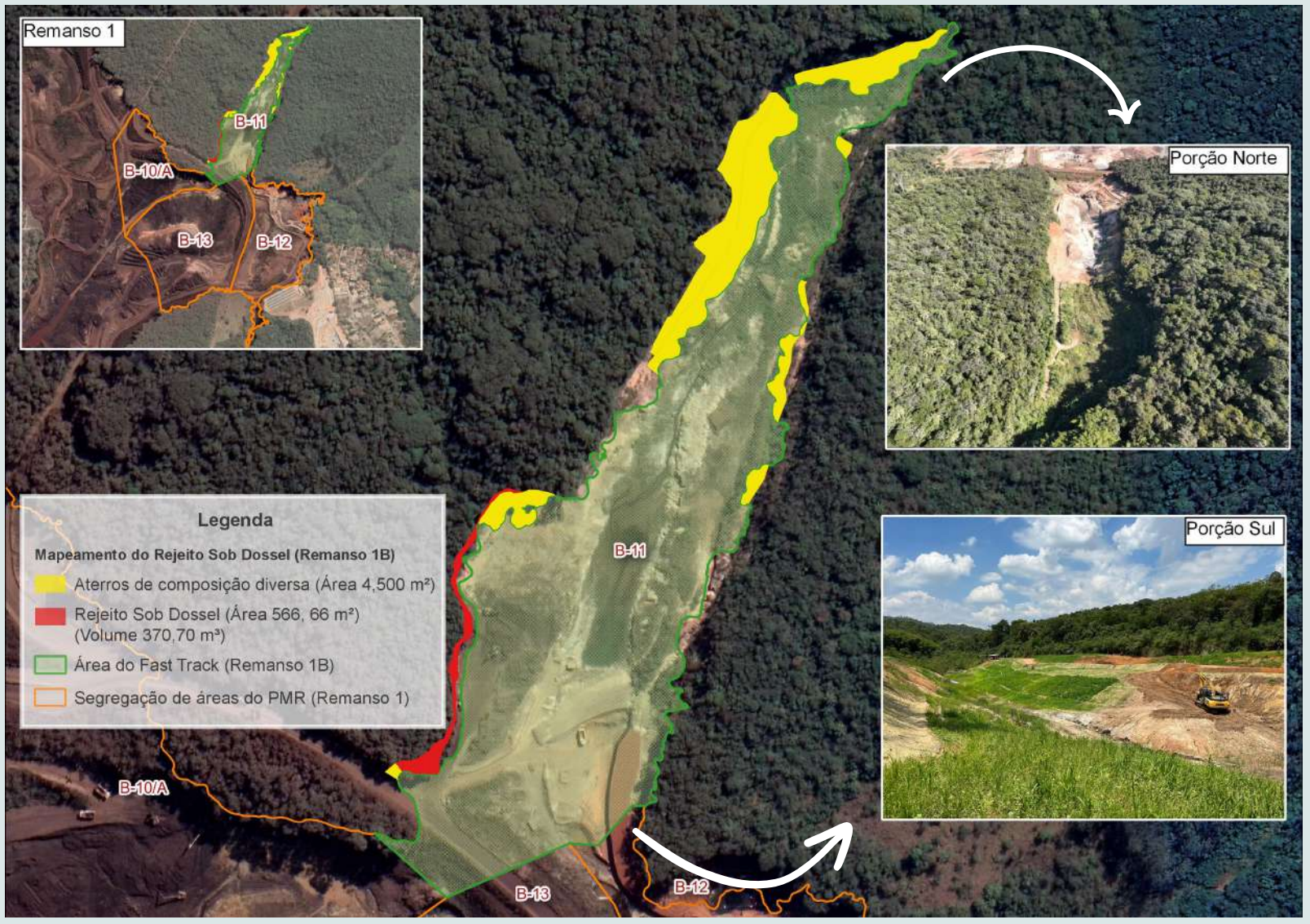
Ainda no Remanso 1, foi identificado outro local onde o método de recuperação ambiental ágil será empregado. Essa área, denominada "Braço Sul", está atualmente sem intervenção e aguarda os resultados confirmatórios da caracterização geoquímica, bem como a supressão da vegetação com rejeito sob dossel, que deverá ser autorizada pelo órgão ambiental.

A área designada como Remanso 1B (Localizada no Remanso 1) será um dos primeiros locais a passar pelo processo de recuperação ambiental dentro da área afetada pela Mancha de Rejeitos. É fundamental enfatizar que a recuperação ambiental só pode ser iniciada após a classificação da área como não contaminada. Assim, uma vez que os rejeitos tenham sido removidos e a área tenha sido liberada pelo CBMMG (Cota Zero), são realizadas análises táteis visuais e caracterizações geoquímicas do solo.

Na porção norte do Remanso 1B, foram implementadas medidas de proteção do solo. Quanto à porção sul do Remanso 1B, estão previstas medidas para proteção do solo, em preparação ao período chuvoso dos anos 2023/2024. Atualmente, está sob análise a autorização para iniciar a recuperação ambiental devido às discussões em andamento sobre a reconformação das calhas e investigações relacionadas às áreas de aterro. Adicionalmente, a supressão da cobertura vegetal com rejeito sob dossel deverá ser autorizada pelo órgão ambiental. A previsão é que o processo de restauração florestal tenha início no ano de 2024.

Por fim, as obras relacionadas à contenção de processos erosivos na margem direita do Talude do Córrego Samambaia foram concluídas no mês de julho de 2023.



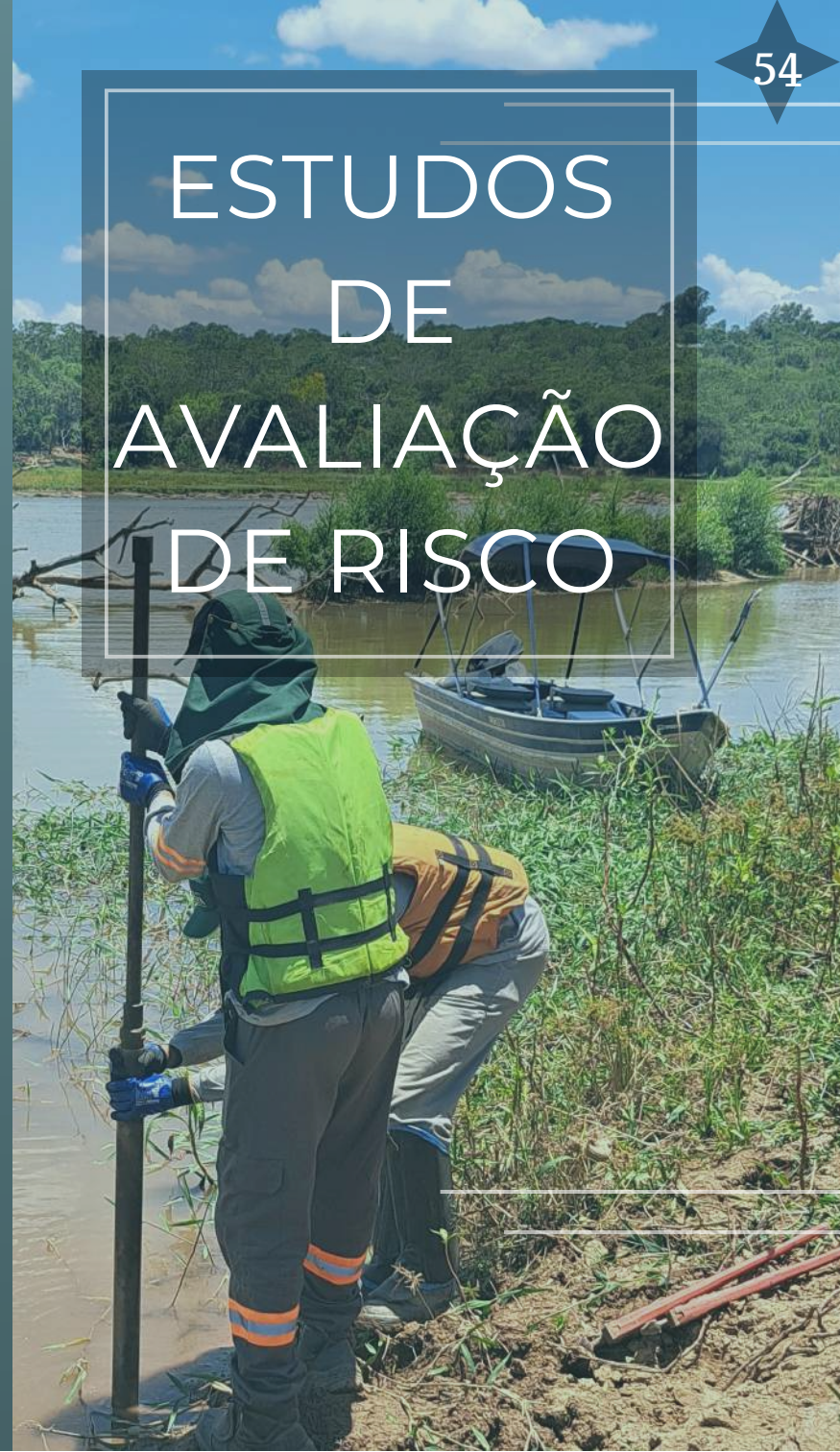




Estudos de Avaliação de Risco à Saúde Humana (ARSH) e de Avaliação de Risco Ecológico (ARE) vêm sendo desenvolvidos nas áreas atingidas direta e indiretamente pela deposição do rejeito nas Bacias do Ribeirão Ferro-Carvão e do Rio Paraopeba.


O Sisema e a SES têm emitido pareceres técnicos sobre os estudos de risco protocolizado sistematicamente, assim como participado de reuniões envolvendo a Vale S.A., o Comitê Gestor Pró-Brumadinho, o MPMG e a auditoria técnica independente. Em 2023, os projetos de avaliação de risco foram aprimorados e houve avanços na execução da Fase I para as metodologias do setor ambiental e da saúde, a qual se refere ao levantamento das preocupações de saúde das comunidades e de dados das áreas-alvo para a definição dos modelos conceituais e do Plano de Caracterização e Investigação Ambiental. Especificamente quanto à metodologia do setor saúde, o levantamento das preocupações das comunidades quanto à sua saúde, a partir de reuniões e aplicação de questionários, foram concluídas para as 15 áreas-alvo. Até o momento, foram contabilizados mais de 1.700 questionários aplicados junto à população atingida. Há previsão para o início das atividades em campo referentes à coleta de amostras das matrizes ambientais na Área-Alvo 13, correspondente aos municípios de Curvelo e Pompéu.

ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE RISCO





MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA



O Rio Paraopeba, nos trechos impactados pelo rompimento das barragens de rejeitos, está enquadrado como Classe 2 pela DN Copam nº 14/1995. Assim, os valores obtidos no monitoramento são confrontados com os limites estabelecidos na DN Conjunta Copam/CERH-MG nº 08/2022, que dispõem sobre a classificação dos corpos de água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

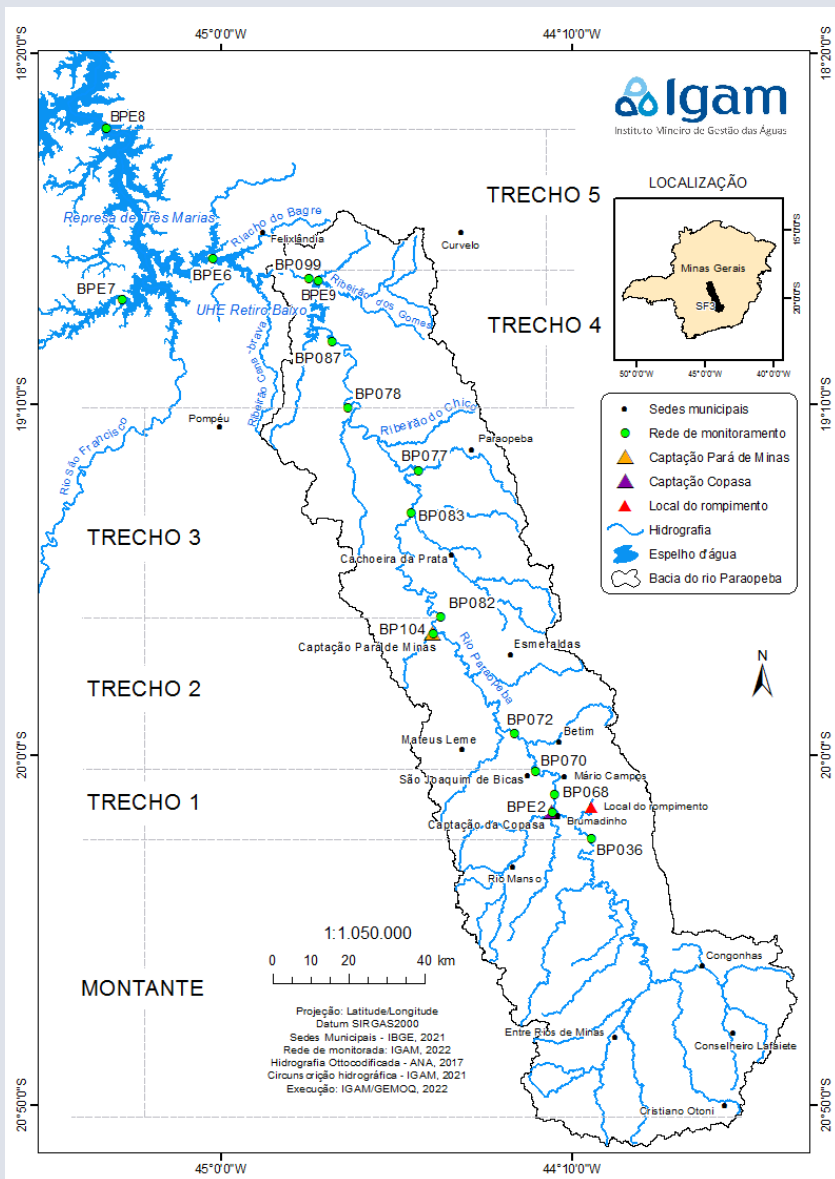


Figura 1 - Rede de monitoramento do rio Paraopeba

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam) realiza o monitoramento de qualidade das águas, mensalmente, em 14 pontos na bacia do Rio Paraopeba e de outros três localizados no corpo do reservatório da UHE Três Marias (Figura 1). Também realiza, trimestralmente, o monitoramento de sedimentos e acompanha os resultados do programa de monitoramento (PME) realizado pela Vale S.A. As coletas e análises são realizadas por laboratório contratado pelo Igam, acreditado nos termos da NBR-ISO/IEC 17025 junto ao INMETRO. Os resultados do monitoramento são consistidos e avaliados pelo Igam e disponibilizados no repositório do Sisema na forma de relatórios técnicos e boletins informativos mensais, com o intuito de orientar as ações dos órgãos competentes, tanto na esfera estadual quanto federal, bem como fornecer à sociedade informações sobre a situação da qualidade das águas impactadas pelo desastre.

Os Relatórios completos das ações e acompanhamentos realizados no âmbito do Sisema são divulgados em repositório:



Dentre os parâmetros monitorados desde a primeira semana após o rompimento da barragem B-I, a turbidez mostra-se como um dos principais indicativos do impacto decorrente da presença dos rejeitos. Nos 60 dias após o rompimento, os valores estiveram entre 818 NTU e 34.500 NTU (Figura 2), sendo que o valor limite para o Rio Paraopeba é de 100 NTU. A seguir é apresentada síntese de **resultados do monitoramento de 2023**.

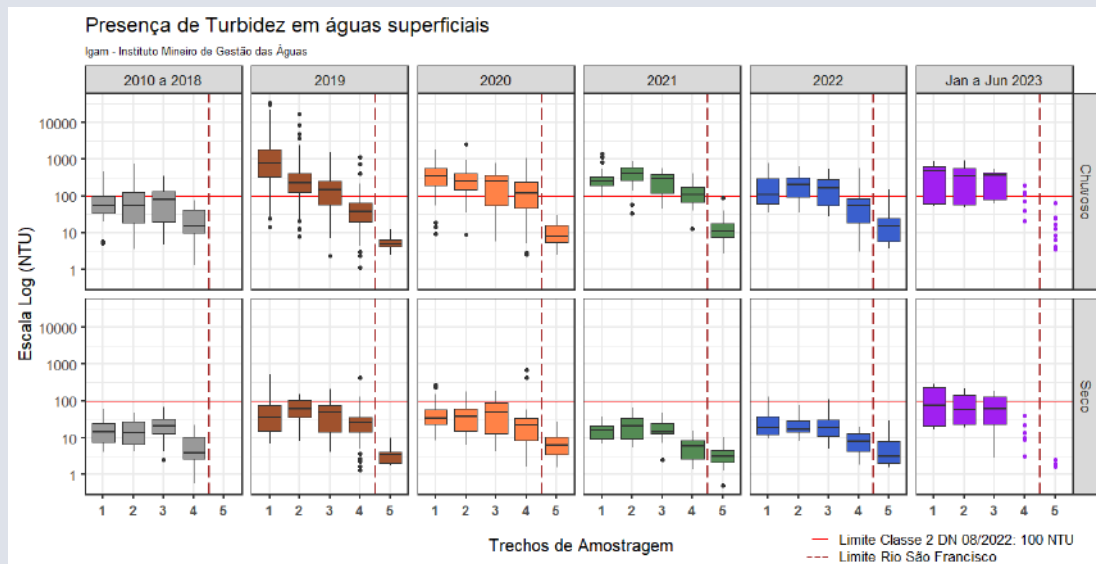
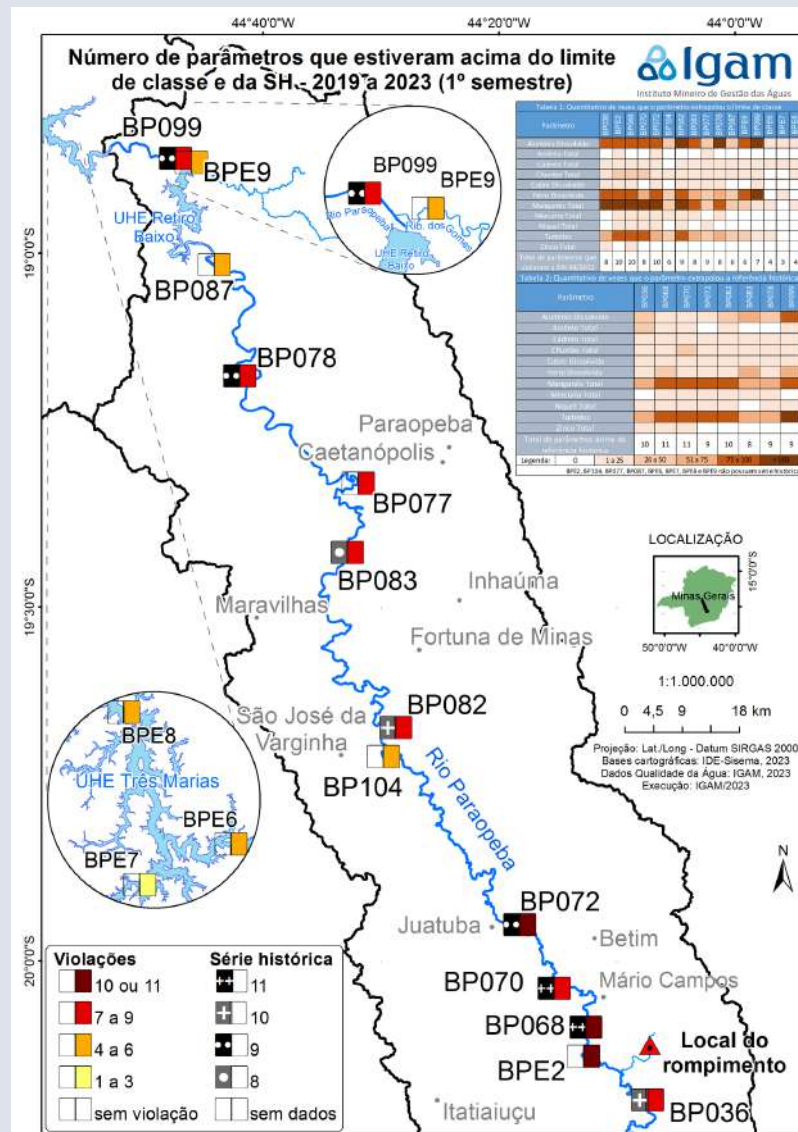


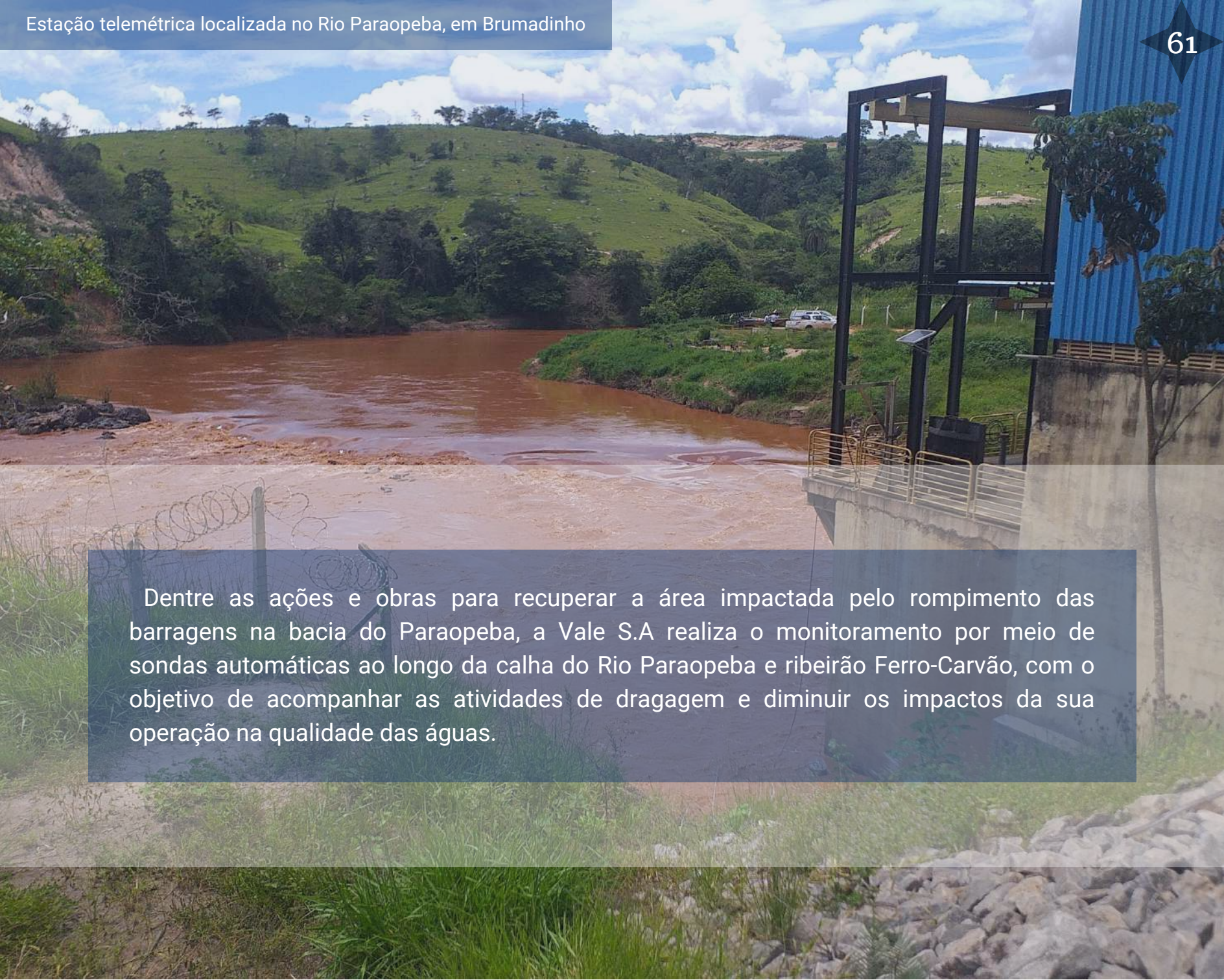
Figura 2- Gráfico série histórica Turbidez

Observa-se a interferência das chuvas na qualidade das águas do Rio Paraopeba de cada ano (2019 a 2023), com valores de turbidez elevados e violando os limites legais. Durante estes períodos têm-se a combinação de fatores sazonais (chuva e vazão), sobretudo nas áreas próximas ao rompimento, uma vez que o aumento do escoamento superficial e da vazão do rio acarretam a remobilização do material depositado no leito e novos aportes de rejeitos no Rio Paraopeba. Diferentemente, a partir do período seco de 2021, os registros apontam redução nos valores de turbidez, quando é possível verificar aproximação dos valores da série histórica do Igam.

O rompimento das barragens provocou alterações nos parâmetros manganês total, ferro total, ferro dissolvido, alumínio dissolvido, chumbo total, mercúrio total, com resultados em desconformidade aos limites legais. Ao longo do tempo observou-se a redução das violações, porém, manganês total, ferro dissolvido, alumínio dissolvido e chumbo total ainda extrapolam o limite de classe, com os maiores valores registrados nos períodos chuvosos. Ressalta-se que desde abril/2019 não há registro acima do limite legal para mercúrio. Já para chumbo total, a partir do período seco de 2021, não se observa histórico de violações.

Em que pese a redução observada para a maioria dos metais avaliados, ferro dissolvido, chumbo total e manganês total ainda apresentam valores superiores aos registrados na série histórica, sobretudo nos períodos chuvosos. O mapa síntese (Figura 3) mostra o total de parâmetros que violaram os limites de classe e apresenta os resultados que foram superiores à série histórica. Além disso, as tabelas ilustradas no mapa representam o número de vezes que cada parâmetro excedeu o limite e a série histórica em cada ponto de monitoramento.





Dentre as ações e obras para recuperar a área impactada pelo rompimento das barragens na bacia do Paraopeba, a Vale S.A realiza o monitoramento por meio de sondas automáticas ao longo da calha do Rio Paraopeba e ribeirão Ferro-Carvão, com o objetivo de acompanhar as atividades de dragagem e diminuir os impactos da sua operação na qualidade das águas.

Acompanhamento das coletas de água superficial e sedimentos pelo Igam



Figura 4 – Acompanhamentos de amostragem de água e sedimentos no Rio Paraopeba e ribeirão Casa Branca, no município de Brumadinho

A equipe da Gerência de Monitoramento da Qualidade das Águas (Gemoq) acompanhou as amostragens de campo em água superficial e sedimentos realizadas pelo laboratório contratado pela Vale S.A., no Rio Paraopeba nos municípios de Brumadinho, Igarapé, Juatuba, Esmeraldas, Pará de Minas e Paraopeba, como também nos cursos de água Casa Branca e Samambaia (localizados em Brumadinho) durante o ano de 2023 (Figura 4).

O acompanhamento teve por objetivo verificar as metodologias utilizadas para os procedimentos de coleta de amostras de água superficial e sedimentos, bem como o histórico de cada ponto monitorado: localizações, alternativas de coordenadas, dificuldades de acesso pelo rio, margens, propriedades privadas e tipos de manutenções necessárias nos períodos chuvosos e secos, meios de transporte utilizados etc. Ressalta-se que está prevista, para 2024, a transferência da operação de alguns pontos de monitoramento da mineradora Vale S.A para o Igam.

Uso do Rio Paraopeba

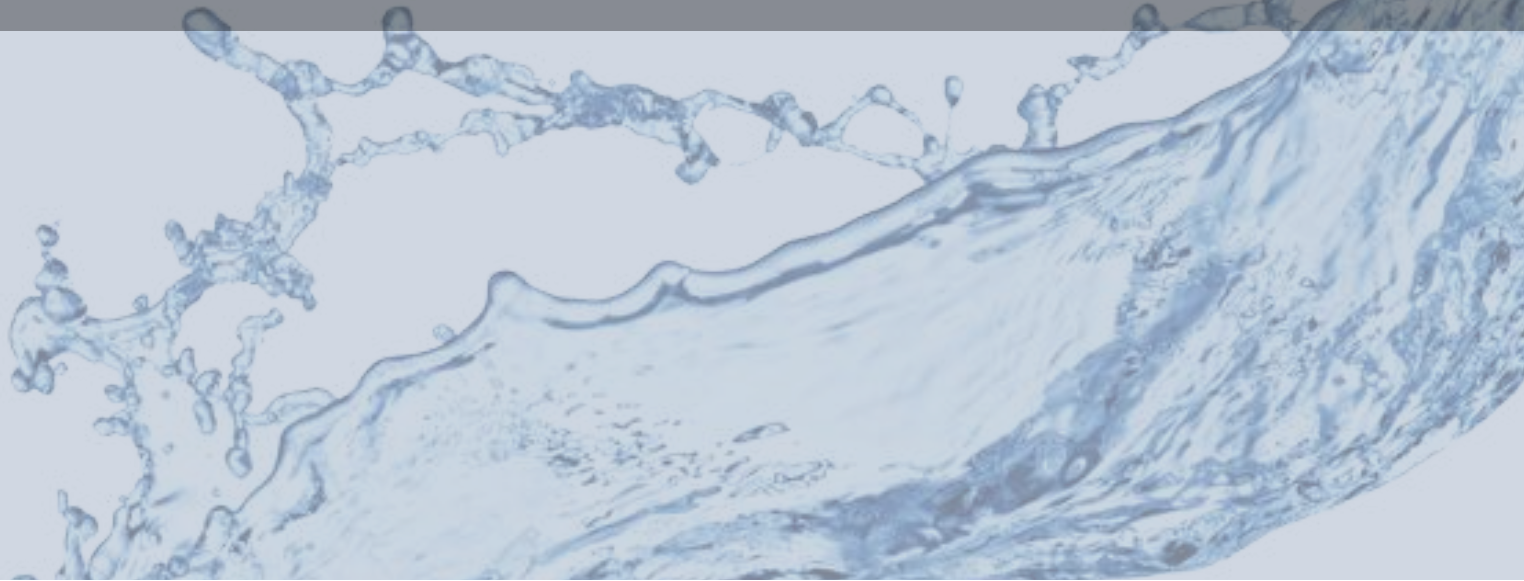


Ressalta-se que segue vigente a recomendação de restrição dos usos da água bruta do Rio Paraopeba, no trecho que abrange os municípios de Brumadinho até Pompéu (aproximadamente 250 km de distância do rompimento), como também a recomendação da não utilização da água dos poços e cisternas de soluções alternativas coletivas e individuais que estejam situados em até 100 metros das margens do rio.

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Visando monitorar a qualidade da água subterrânea, o Igam faz o acompanhamento da qualidade da água, de acordo com a Resolução CONAMA nº 396/2008, ao longo da bacia do Rio Paraopeba, nos municípios afetados pelo rompimento da barragem B-I. As coletas iniciaram logo após o rompimento com o intuito de levantar o background da água subterrânea.

Durante o ano de 2023, o Igam continuou o acompanhamento do estudo hidrogeológico de detalhe executado pela Vale S.A., iniciado em 2022. O estudo contempla a bacia do Rio Paraopeba, desde o Córrego Ferro Carvão até a Usina de Retiro Baixo, e visa o entendimento dos potenciais impactos no meio subterrâneo. Atualmente, a malha amostral do monitoramento é composta por um total de 83 poços, sendo 54 rasos e 29 profundos, com frequência trimestral de coleta. O relatório final foi finalizado em outubro de 2023.



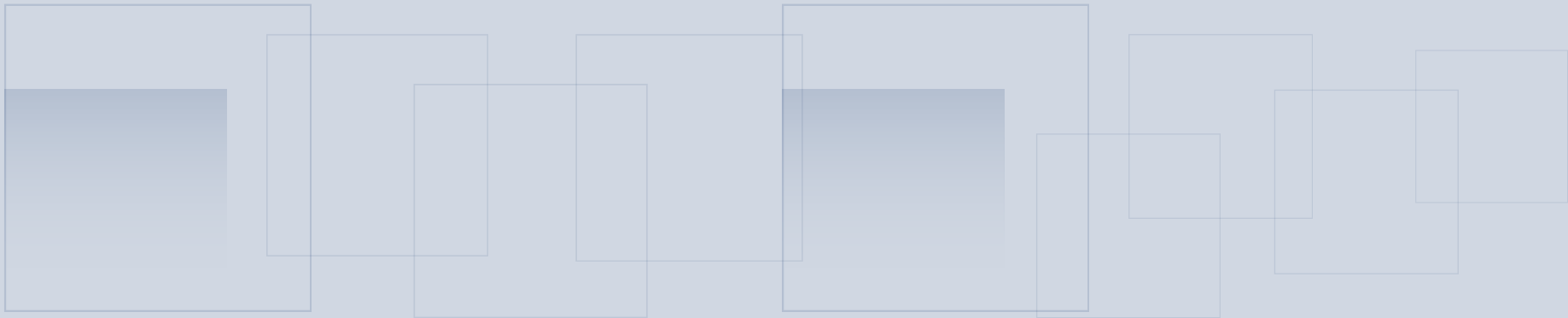
O Plano de Monitoramento Hidrométrico e Sedimentométrico visa otimizar a coleta de dados hidrossedimentológicos para os planos e projetos de restauração do ribeirão Ferro-Carvão. A implantação e operação dos novos pontos de monitoramento foram finalizadas, permitindo, já para o ano de 2023, a obtenção de informações relativas à eficácia individual das estruturas de contenção do ribeirão Ferro-Carvão.

Estruturas de Contenção

Por meio da utilização dos dados provenientes do Monitoramento Hidrométrico e Sedimentométrico, foi viabilizada a calibração do modelo conceitual hidrossedimentológico referente à bacia do ribeirão Ferro-Carvão. Este processo foi conduzido com o propósito de avaliar a eficiência das estruturas de contenção de rejeitos existentes na bacia. As simulações indicaram que tais estruturas apresentam um desempenho satisfatório, alcançando uma eficiência global na contenção da ordem de 75%.

Além disso, os cenários simulados evidenciaram que a eficiência do sistema durante o período chuvoso de 2023-2024 aumentou cerca de 30% em relação a 2022-2023. Esse aumento se deve ao incremento do volume das estruturas de contenção e às iniciativas de desassoreamento implementadas. Para o ano de 2024, encontra-se em fase de avaliação o comissionamento de duas novas estruturas de contenção, denominadas Barreira Metálica 02 e Estaca Prancha 03.

Acompanhamento do Aporte de Rejeitos nas UHE Retiro Baixo e Três Marias



O Igam acompanha, em conjunto com a ANA, o monitoramento do aporte de sedimentos nos reservatórios das UHEs de Retiro Baixo e Três Marias, com o objetivo de verificar o deslocamento do rejeito proveniente do rompimento das barragens da Vale. Até o segundo semestre de 2023 foram realizadas 12 campanhas de monitoramento por meio de sísmica e batimetria nas represas. Também foram realizados, em 2023, estudos de caracterização qualitativa do material depositado nos reservatórios para diagnóstico de sua origem. Os estudos estão em andamento e, após a análise, o Sisema terá informações mais consistentes para realizar avaliação técnica da participação do rejeito na composição do material depositado no leito das represas.

CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E RESTAURAÇÃO FLORESTAL



Cágado-de-barbicha (*Phrynops geoffroanus*)



Saracura (*Aramydes saracura*)

Caracterização e Monitoramento dos Impactos sobre a Fauna Terrestre e seus Habitats e Manejo e Resgate da Fauna

Em 2023 foram continuadas as ações de Monitoramento de Fauna Atropelada; Resgate de Fauna Silvestre nas Obras Emergências; Atendimento de Fauna no Hospital Veterinário; Abrigo de Fauna na Fazenda Bom Retiro; Programas de Monitoramento de Mamíferos de Médio e Grande porte; Monitoramento de Primatas; Diagnósticos de Danos Ambientais no Meio Biótico e Processo de Recuperação do Marco Zero.

Até 31 de agosto de 2023, foram resgatados e atendidos 401 animais silvestres terrestres nas instalações de fauna em Brumadinho. Este número inclui: 215 óbitos, 155 reintroduções na natureza, 15 eutanásias, 10 encaminhamentos para instituições conservacionistas, 4 casos de evasão e 2 animais abrigados na Fazenda Bom Retiro. Além disso, foram coletadas 1.767 carcaças de animais silvestres terrestres nesse período.



Cuitelão (*Jacamaralcyon tridactyla*)



Cobra-coral (*Micrurus corallinus*)

As ações executadas permitiram o registro de animais silvestres terrestres com algum grau de ameaça, seja global, nacional ou estadual, como onça-parda (*Puma concolor*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*), gato-mourisco (*Puma yagouaroundi*), gato maracajá (*Leopardus wiedii*), guigó (*Callicebus nigrifrons*), borboleta-ribeirinha (*Parides burchellanus*), andorinha-de-coleira (*Pygochelidon melanoleuca*), lontra (*Lontra longicaudis*), tapeti (*Sylvilagus brasiliensis*), curió (*Sporophila angolensis*), gavião-pega-macaco (*Spizaetus tyrannus*), cuitelão (*Jacamaralcyon tridactyla*), cigarra-verdadeira (*Sporophila falcirostris*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), cateto (*Pecari tajacu*) e raposinha (*Lycalopex vetulus*).

Além disso, o subprograma de Monitoramento de Passagens de Fauna, parte do Monitoramento de Fauna Atropelada, foi iniciado com a instalação de armadilhas fotográficas em 18 passagens aéreas e 07 subterrâneas.



Andorinha-de-coleira
(*Pygochelidon melanoleuca*)



Onça-parda (*Puma concolor*)



Guigó (*Callicebus nigrifrons*)

Caracterização e Monitoramento da Fauna Aquática na bacia do Rio Paraopeba



A fim de minimizar o impacto da operação de dragagem sobre a biota aquática, diversos monitoramentos têm sido acompanhados pela equipe técnica do IEF por meio de reuniões mensais e específicas, relatórios, análise de dados e consultas a pesquisadores de universidades.

O monitoramento limnológico é realizado quinzenalmente com amostragem das comunidades fito e zooplanctônica, perifítica e zoobentônica em seis pontos da área de dragagem com apresentação semestral dos dados. Por meio dos resultados, está sendo possível observar o impacto da draga sobre algumas comunidades.

Os ensaios ecotoxicológicos (agudo e crônico) são realizados desde 2020 nos compartimentos água e sedimento e, posteriormente, elutriato. São coletados bimestralmente em seis pontos na área da dragagem. Em 2023, a pedido do IEF e da auditoria externa, foi incluído um novo ensaio de toxicidade com *Chironomus* em sedimento a fim de trazer mais evidências sobre a toxicidade.

Caracterização e Monitoramento da Fauna Aquática na bacia do Rio Paraopeba

O monitoramento do ictioplâncton, ovos e larvas de peixes que deriva passivamente pela correnteza do rio até alcançar locais ideais para seu desenvolvimento, tem sido acompanhado para verificar se a retirada de rejeitos pela operação de dragagem tem impactado esta dinâmica reprodutiva, bem como se os ovos e larvas estão viáveis para se desenvolverem, mesmo com as alterações do ambiente. Foram coletados 1800 ovos e 1272 larvas de peixes para estudar a dinâmica reprodutiva e 2.682 ovos e 630 larvas para avaliar experimentalmente a viabilidade de eclosão dos ovos e a integridade física das larvas.

Assim, foi possível identificar, através da análise genética, que sete espécies migradoras utilizam a área que a draga se encontra e uma espécie ameaçada de extinção também foi identificada na mesma área. Nota-se que os migradores têm desovado dentro da calha do Rio Paraopeba e acima da área de dragagem.

Considerando todo o monitoramento desde 2020, foi possível encontrar alta taxa de eclosão dos ovos e uma taxa de 38,5% de larvas parcialmente ou totalmente danificadas.

Os gatilhos biológicos de movimentação de cardumes próximo à draga e de quantitativo de carcaças até a UHE de Retiro Baixo permaneceram sem acionamentos ao longo deste ano.

Para auxiliar na tomada de decisão do órgão ambiental quanto ao monitoramento das carcaças de peixes, está sendo realizado pela Universidade Federal de Lavras o experimento de soltura de carcaças no Rio Paraopeba, previsto para encerrar no fim deste ano, e que poderá contribuir com informações sobre a detecção e diagnóstico de eventos de mortandade. Uma campanha de soltura de carcaças foi acompanhada pelo órgão ambiental.

Programa de Conservação e Estudos da Flora



Até o presente momento, foram realizadas coleta e beneficiamento de 870.566 kg de sementes, com estimativa aproximada de 29.549.391 sementes de espécies vegetais nativas da bacia do ribeirão Ferro-Carvão e destas foram produzidas 97.676 mudas. Também foram resgatadas 1.737 espécies de epífitas e herbáceas terrestres em áreas de obras emergenciais, das quais 1.071 foram reintroduzidas e 829 sobreviveram, havendo 581 epífitas nos viveiros aguardando o momento da reintrodução nas áreas impactadas a serem restauradas.

O alagamento e a deposição de rejeito e sedimento no Marco Zero, em decorrência das chuvas de 2021/2022, causou impactos que prejudicaram o processo de recuperação em curso, onde cerca de 80% da área alvo de plantio ficou inundada, sendo que, do total de 2.975 mudas plantadas, 1.320 sobreviveram, conforme levantamentos realizados em 2023. Desta forma, o Programa de Monitoramento do Processo de Recuperação do Marco Zero foi interrompido e um novo projeto de recuperação está em avaliação.

Em vistoria nas áreas afetadas pelas cheias, foram verificados danos sobre a flora ocasionados pela deposição de sedimentos. Tal fato ensejou na determinação à Vale S.A de monitoramento desses danos, no âmbito do Plano de ações para reparação das calhas e planícies do Rio Paraopeba.



Em relação às medidas compensatórias definidas no ANEXO II.2 - Compensação Socioambiental dos Danos já conhecidos (AJRI), a Versão 2 do Formulário de Detalhamento de Iniciativa foi aprovada pelo IEF em 2023, tal documento detalha o projeto “Listas Vermelhas - Elaboração de listas de espécies ameaçadas da fauna e flora de Minas Gerais”.

Programa Diagnóstico de Danos Ambientais sobre o Meio Biótico – PDD

Consiste no monitoramento bimestral da biodiversidade aquática em diversos pontos ao longo do Rio Paraopeba, estendendo-se até o vertedouro da Usina Hidrelétrica de Três Marias.

Durante o monitoramento do Rio Paraopeba, de março de 2020 a outubro de 2022 (data corte), foram identificados um total de 116 espécies de peixes, das quais 97 são nativas, 16 são exóticas e 3 têm origem geográfica indeterminada. Cinco das espécies encontradas estão classificadas como ameaçadas de extinção.

No ciclo de chuvas de 2022 e 2023, realizou-se pela primeira vez, coletas de ovos e larvas de peixes em 22 pontos ao longo do Rio Paraopeba, incluindo 9 na calha principal, 8 em seus afluentes e 5 em lagoas marginais. Esse esforço visou compreender se houve alterações no comportamento reprodutivo do grupo de peixes migratórios em decorrência do derramamento de rejeitos ao longo do Rio Paraopeba.



Quanto à caracterização do habitat físico, as amostragens iniciaram-se em julho de 2023. Para avaliar a bioacumulação de metais nos peixes, foram realizadas campanhas de análise em quatro espécies em diferentes pontos da calha, incluindo um local inspecionado pela equipe do IEF em maio. O projeto de monitoramento da biodiversidade aquática é continuamente atualizado.

No que se refere à flora, é importante ressaltar que os resultados são preliminares e ainda não permitem concluir se houve danos adicionais, além dos que foram caracterizados no Capítulo 2. Até o momento, foram monitorados um total de 159.300 m² de áreas impactadas e examinados 41.861 espécimes da flora, incluindo plantas lenhosas, herbáceas, epífitas e briófitas.

Em 2023, foi apresentado o 2º Relatório Anual, que compila todas as informações coletadas até o momento. Além disso, realizou-se um Workshop em julho, que contou com a participação da equipe do Sisema, auditoria socioambiental, Vale S.A. e empresas terceirizadas, onde foram realizadas discussões técnicas sobre os resultados do Relatório Anual do Programa.





Lontra (*Lontra longicaudis*)

REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL





No âmbito do processo de regularização ambiental das obras emergenciais (Depósitos Temporários de Rejeitos (DTR's), Canteiros de Obras, ETAF's, Barreiras Hidráulicas, dentre outros), a equipe da Feam/GST (antiga SEMAD/SUPPRI) atuou, em 2023, em diversas atividades relacionadas à Licença de Operação Corretiva (LOC), em Brumadinho. Entre elas: análise das Informações complementares solicitadas junto à Vale S.A.; realização de vistorias técnicas *in loco*; reuniões de alinhamento com o empreendedor e demais órgãos do Sisema.

O Parecer Único nº 28/SEMAD/SUPPRI/DAT/2023 foi emitido com aprovação unânime dos conselheiros do Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam) na 103ª Reunião Ordinária da Câmara de Atividades Minerárias (CMI), realizada em 29/09/2023.



Dique 2



DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Divulgação Científica

Em outubro de 2023, no 6º Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto ambiental, a equipe da então Gerência de Recuperação Ambiental Integrada da Feam apresentou os artigos intitulados: *“Identificação da deposição e remoção de rejeitos de minério de ferro utilizando divisão de bandas do Satélite Sentinel 2 em Brumadinho-MG”* e *“Desafios da Validação das Avaliações de Impacto Ambiental ex-post dos Desastres Minerários”*. Esta oportunidade representou uma importante troca de informações e diálogo entre o setor público, academia e consultorias ambientais. Além destes, o artigo *“O processo de Reparação pelo Agente Poluidor”* foi apresentado no XXVIII Congresso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública em novembro de 2023, oportunidade em que a coordenadora das ações de recuperação do Paraopeba, Natalia Souza, em conjunto com o Comitê Pró-Brumadinho, apresentou o painel *“O desafio de assegurar a reparação ambiental integral, em caso de desastre minerário, como forma de garantir um meio ambiente de qualidade, saúde e bem-estar para as gerações presentes e futuras.”*



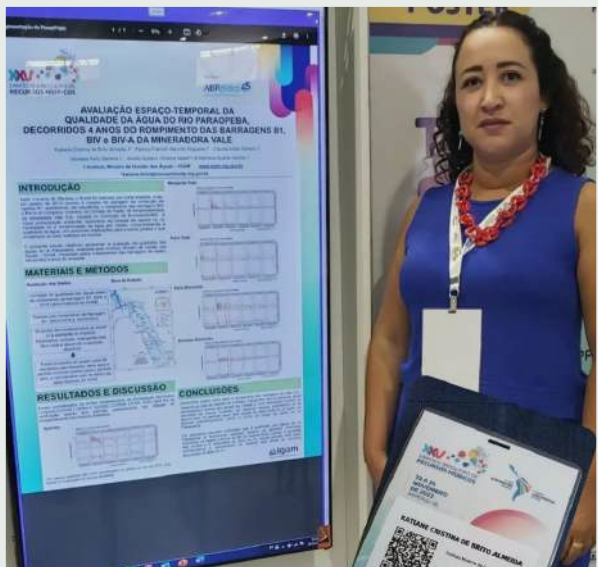
6º Congresso Brasileiro de Avaliação de Impacto



XXVIII Congresso CLAD



Divulgação Científica



As equipes das Gerências de Monitoramento de Qualidade das Águas e de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos Críticos do Igam participaram do XXV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, em novembro de 2023, oportunidade em que foram apresentados os artigos intitulados “Avaliação Espaço-Temporal da Qualidade da Água do Rio Paraopeba, decorridos 4 Anos do Rompimento das Barragens B1, BIV e BIV-A da Mineradora Vale” e “Análise da Concentração e Carga de Poluentes na Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba”.



Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos



O Instituto Estadual de Florestas (IEF), representado pela equipe da Gerência de Conservação e Restauração de Fauna Aquática e de Pesca, participou do encontro do Grupo de Assessoramento Técnico (GAT) do Plano de Ação Nacional (PAN) para Conservação das Espécies Ameaçadas da Fauna Aquática do Rio São Francisco, realizado de 27 a 31 de março de 2023, no Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Aquática Continental - ICMBio/CEPTA, localizado em Pirassununga-SP. A oficina contou com a participação de pesquisadores, especialistas, representantes comunitários, da sociedade civil e de instituições públicas. O evento foi promovido pelo Instituto Chico Mendes – ICMBio e faz parte do trabalho nacional de proteção às espécies ameaçadas de extinção e endêmicas. Uma das pautas de discussão foram as ameaças a essas espécies, ocasionadas pelas mudanças do ambiente aquático com a mineração na bacia do Rio São Francisco. Durante a oficina foi discutido sobre o que tem sido feito no Plano de Reparação de Brumadinho, buscando construir ações mais efetivas do PAN com o aprendizado pelo desastre da barragem no Rio Paraopeba, afluente do Rio São Francisco.

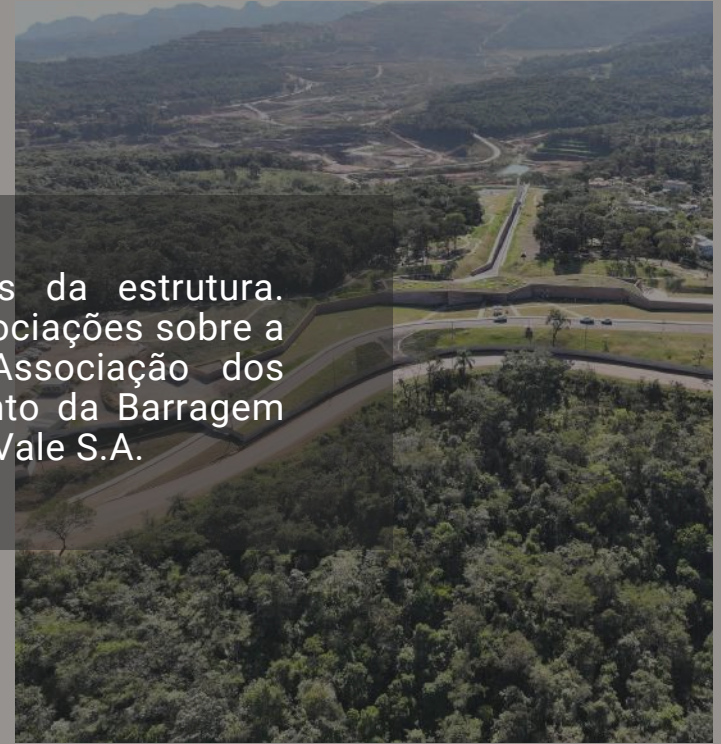


MEMORIAL

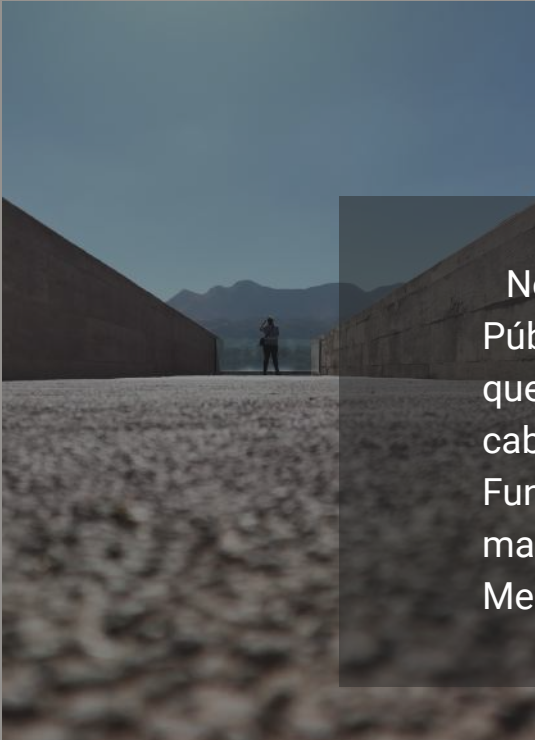
em Homenagem às Vítimas



Em janeiro ocorreu a finalização das obras da estrutura. Entretanto, a inauguração foi adiada devido às negociações sobre a governança do Memorial realizadas entre a Associação dos Familiares de Vítimas e Atingidos pelo Rompimento da Barragem Mina Córrego do Feijão Brumadinho (Avabrum) e a Vale S.A.



No dia 04 de agosto de 2023 foi assinado acordo entre Ministério Público de Minas Gerais (MPMG), Avabrum e Vale S.A. Definiu-se que o Memorial será administrado pelos familiares das vítimas, cabendo à empresa contribuir financeiramente para a instituição da Fundação Memorial de Brumadinho, de forma a permitir a manutenção das ações destinadas à gestão e à conservação do Memorial.

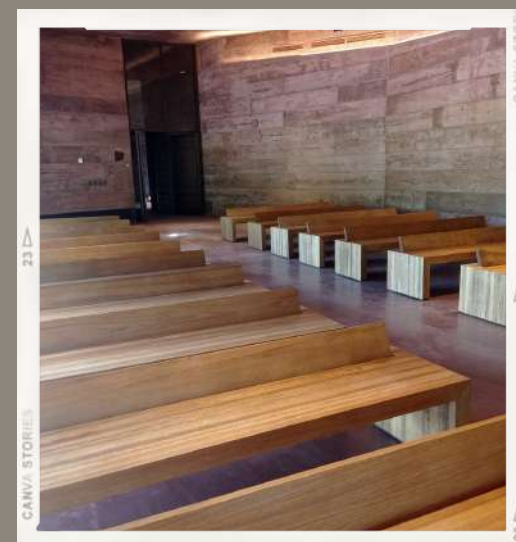
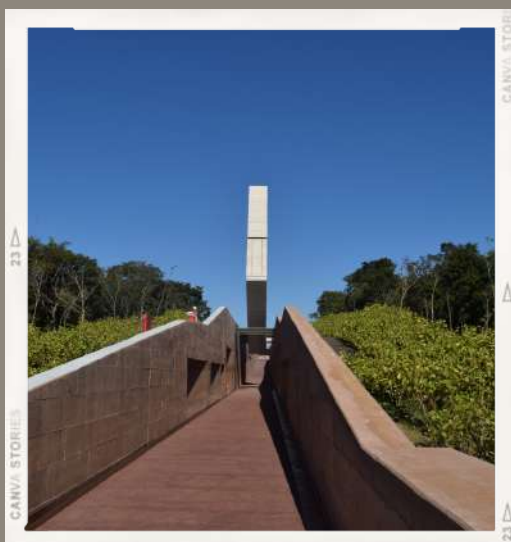
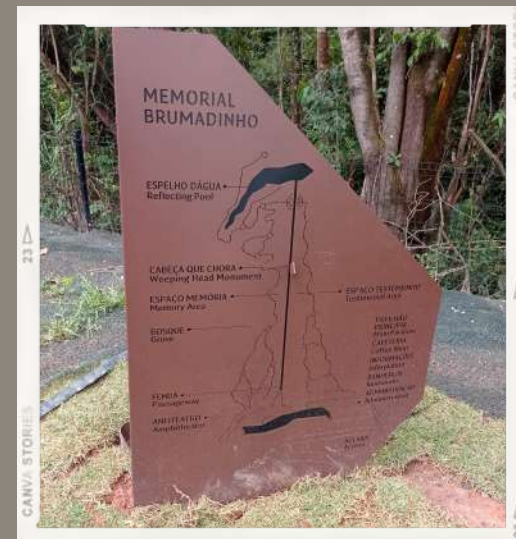
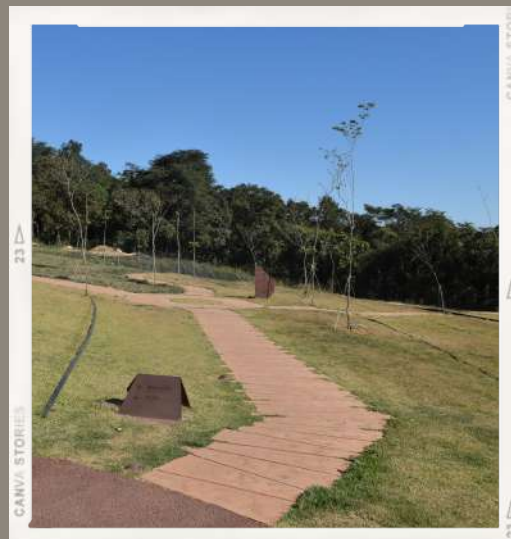
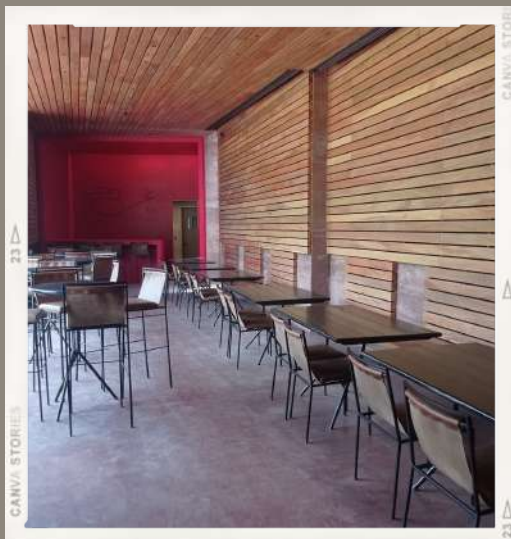


A mineradora deverá depositar R\$ 157,9 milhões para a fundação, em cinco parcelas anuais. Além disso, deverão ser feitos depósitos complementares anuais até 2027, em valores que variam de R\$5 milhões a R\$12 milhões, de forma a gerar rendimentos suficientes para arcar com o custeio anual do Memorial.



Acesse o QR code e veja a notícia completa referente ao acordo entre MPMG, Vale S.A. e AVABRUM.





Acesse o QR Code e veja a filmagem realizada do Memorial em Homenagem as Vítimas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente caderno apresentou os avanços obtidos no processo de recuperação socioambiental da bacia do Rio Paraopeba no decorrer do ano de 2023, em diversas frentes de atuação.

Em relação ao Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba, houve avanços nos Capítulos 1 e 2, com a validação dos mesmos pelo colegiado de compromitentes, e no Capítulo 3, com o avanço dos planos e programas propostos. Quanto ao manejo de rejeitos, destacam-se a retomada da dragagem no Rio Paraopeba em um processo com maior eficiência, bem como a liberação da cava para a disposição de rejeitos. No âmbito dos Estudos de Risco à Saúde Humana e Risco Ecológico, concluiu-se a etapa de levantamento de preocupações das comunidades nos tópicos relativos à saúde humana. Não menos importante, o Parecer Único da licença de operação corretiva foi finalizado e aprovado pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam).

Para o ano de 2024, espera-se avanços no Plano de Reparação Socioambiental, na dragagem, com a finalização da remoção de rejeitos nos primeiros 550 metros do Rio Paraopeba (à jusante da confluência com o ribeirão Ferro-Carvão) e realização da Fase 2 dos Estudos de Risco à Saúde Humana e Risco Ecológico.

O Sisema permanecerá fiscalizando, de forma técnica e transparente, todas as ações executadas pela Vale S.A. com o intuito de alcançar os avanços esperados.

