



NÚCLEO DE ASSESSORIA
ÀS COMUNIDADES ATINGIDAS
POR BARRAGENS



RELATÓRIO DE CAMPO

**Caracterização das zonas atingidas pelas enchentes do rio
Paraopeba e danos às propriedades da comunidade de Três
Barras, Fortuna de Minas, MG.**

Fortuna de Minas

Junho de 2021

Ficha Técnica

Irla de Paula Stopa Rodrigues

Gerente Socioambiental

Bióloga e Doutoranda em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre (UFMG)

Lucas Grossi Bastos

Especialista Pleno Socioambiental

Geógrafo e Mestre em Geografia - Organização do Espaço (UFMG)

Ramon Neto Rodrigues

Especialista Pleno Socioambiental

Engenheiro Ambiental e Mestre em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre (UFMG)

Rosenval Euzebio da Silva

Analista de Campo Pleno

Engenheiro Florestal

Gilmar Fialho de Freitas

Analista de Campo Pleno

Geógrafo, Mestre em Extensão Rural (UFV)

Índice de Figuras

Figura 1: Mapa de localização e das edificações mapeadas na comunidade de Três Barras, em Fortuna de Minas, Minas Gerais.	8
Figura 2: Espacialização das demandas relacionadas a enchentes por comissão de atingidos da Região 3.....	10
Figura 3: Mapa dos pontos de investigação da comunidade de Três Barras, Fortuna de Minas, MG.....	12
Figura 4: Mapa dos pontos de interesse coletados em campo dentro dos limites da comunidade de Três Barras, Minas Gerais.	13
Figura 5: Coleta de pontos de interesse na comunidade de Três Barras, Fortuna de Minas, MG.	14
Figura 6: Mapa da zona inundável e edificações atingidas pelas cheias de janeiro de 2020, na comunidade de Três Barras, Fortuna de Minas, MG.....	15
Figura 7: Caracterização do uso e cobertura do solo da zona inundável da comunidade de Três Barras, Fortuna de Minas, MG.	17
Figura 8: Afluentes do rio Paraopeba dentro das zonas de inundação das cheias de 2020 do rio Paraopeba, em Três Barras, Fortuna de Minas, MG.	19
Figura 9: �rea de pastagens atingida e cercadas pelas cheias do rio Paraopeba em 2020, em Três Barras, Fortuna de Minas, Minas Gerais.	20
Figura 10: Imagem ampliada das diferenças granulométricas encontradas antes e após o rompimento da Barragem de Fundão nas zonas de deposi�o do rejeito.	21
Figura 11: Número de pontos em que as amostras de solo apresentaram um ou mais elementos químicos que ultrapassaram os Valores Orientadores previstos na Resolu�o CONAMA N� 420/2009 e Delibera�o Normativa COPAM n � 166/2011	23
Figura 12: Compara�o das medianas de Ferro (mg/kg) e Manganês (mg/kg) que apresentaram, simultaneamente, diferença significativa entre amostras de solo de PAF e PC e mediana maior entre os PAF nas Unidades de Paisagem da Região 3.....	24

Figura 13: Fotografias de instalações atingidas pela inundação do rio Paraopeba no início do ano de 2020 na comunidade de Três Barras, em Fortuna de Minas, MG.29

Sumário

1. Área de estudo	7
2. Mapeamento das zonas de inundação e caracterização dos danos	11
2.1 Ferramentas de apoio.....	11
2.2 Coleta em campo	13
2.3 Análise e sistematização dos resultados	14
2.3.1 Delimitação das zonas de inundação.....	15
2.3.2 Caracterização dos danos	17
i. Danos aos sistemas fluviais	18
ii. Danos ao econômicos associados a perda de áreas produtiva;	19
iii. Comprometimento ao abastecimento e captações	27
iv. Danos Imateriais	29
v. Danos à saúde física e mental	30
3. Parecer técnico e medidas de reparação	30
4. Referências Bibliográficas	40
ANEXOS.....	44
ANEXO I: FICHA DE CAMPO PARA GEORREFERENCIAMENTO DE ZONAS IMPACTADAS POR ENCHENTES	44

Apresentação

O presente relatório registra as atividades de campo da equipe de campo multidisciplinar, realizadas entre 28 de janeiro e 25 de fevereiro de 2021, na comunidade de Três Barras em Fortuna de Minas, Minas Gerais. Nesta oportunidade foram visitadas algumas propriedades rurais marginais ao rio Paraopeba, com objetivo principal de compreender a magnitude dos danos às propriedades atingidas pela deposição dos rejeitos após as cheias do início do ano.

Além disso, nesta visita foram observados a existência de poços, cisternas e outras fontes de água para consumo humano, dessedentação animal, irrigação, entre outros usos, com a finalidade de avaliar a dinâmica hídrica nas propriedades rurais.

Por fim, foram também observadas e georreferenciadas as ações emergenciais que a empresa Vale S.A. realizou nas propriedades. Cabe ressaltar que durante as visitas foram tomados todos os cuidados necessários para evitar a disseminação da COVID19, como o uso de máscaras, álcool em gel e distanciamento social

O presente relatório está dividido em três partes:

- i. **Área de estudo e caracterização da demanda:** que buscou traçar um panorama geral da situação pré-campo com auxílio dos documentos técnicos já produzidos pelo NACAB e relatos dos atingidos, incluindo caracterização da demanda e da área de abrangência do estudo.
- ii. **Mapeamento das áreas de inundação e caracterização dos danos:** que apresenta a metodologia adotada em campo, os limites da zona de inundação e um panorama dos danos identificados em campo e seus potenciais impactos socioeconômicos.
- iii. **Parecer Técnico e Medidas de Reparação:** que traz uma conclusão preliminar dos danos avaliados na comunidade de Três Barras, em Fortuna de Minas. Também foram avaliados quais as medidas mitigadoras deverão ser tomadas para reparação e monitoramento da situação atual.

1. Área de estudo

A comunidade de Três Barras está situada na porção oeste do município de Fortuna de Minas, Minas Gerais, a aproximadamente 27,8 km da sede municipal, que por sua vez encontra-se a 98 km de Belo Horizonte, capital do Estado (Figura 1). A comunidade de Três Barras está bem próxima a divisa entre os municípios de Esmeraldas e Fortuna de Minas, e, portanto, seu acesso pode ser feito tanto pelo lado de Fortuna de Minas, quanto pelo lado de Esmeraldas, na estrada da comunidade de Cachoeirinha.

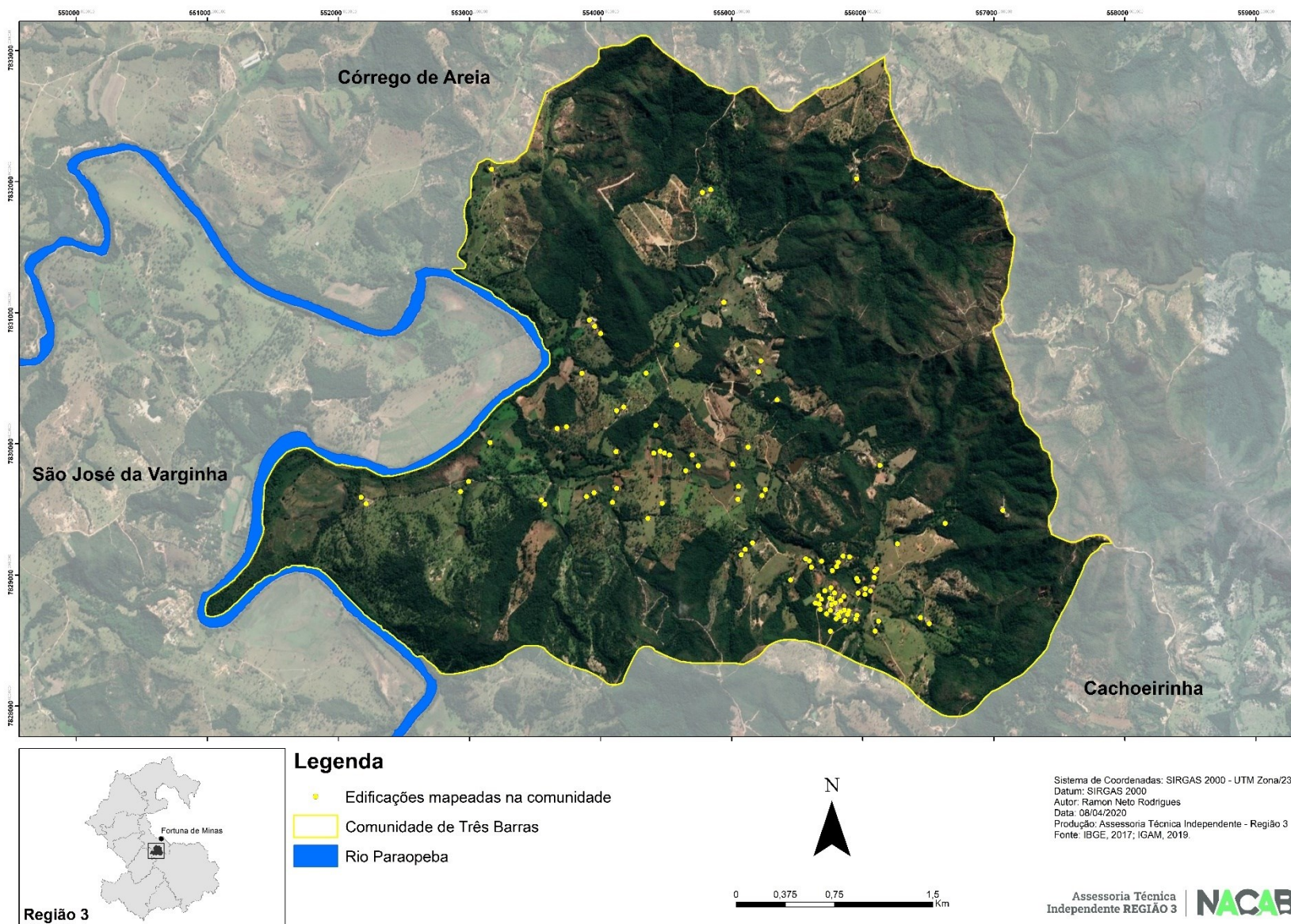
Desta forma, ao sul a comunidade é limitada pelo próprio limite municipal entre as duas cidades e ao norte é delimitada por um dos cursos d'água entre essa região de Peixe Bravo, localidade próxima à Córrego de Areia.

A área total dessa comunidade é igual a 2352 hectares. A dinâmica de uso e ocupação desse território é caracterizada pela presença de pequenas e médias propriedades rurais próximas ao rio Paraopeba e um aglomerado rural onde se encontram os principais serviços públicos da comunidade, o comércio e prestadores de serviço. A maior parte das propriedades rurais dessa comunidade são voltadas à pecuária e produção agrícola. Não há presença expressiva de atividades silviculturais e de mineração. Além dos proprietários rurais, a comissão é também composta por meeiros, caseiros, funcionários e arrendatários das fazendas.

A comunidade margeia 14,3 km de calha do rio Paraopeba, o que representa 26,88% do comprimento da calha municipal. Foram identificadas e mapeadas, com auxílio de imagens de satélite de alta resolução, 145 edificações dentro dos limites geográficos da comissão (Figura 1). Com base nesse valor, foi estimado uma população total de 565 pessoas¹.

¹ Média de 3,9 pessoas por domicílio, segundo PNAD 2017/IBGE.

Figura 1: Mapa de localização e das edificações mapeadas na comunidade de Três Barras, em Fortuna de Minas, Minas Gerais.



A região é atingida por inundações anualmente, sendo que, segundo relatos de pessoas atingidas, as mais expressivas ocorrem com intervalo de aproximadamente dez anos. Assim, os produtores rurais e moradores da região possuem uma dinâmica de uso e ocupação das áreas alagadas considerando o histórico de cheias no Paraopeba, ou seja, com edificações mais distanciadas ou adaptadas para épocas de cheias do rio e destinando as áreas de margem e várzea para uso como pasto, cultivo de milho, acesso para dessedentação animal e extração de areia.

Os primeiros relatos associados às preocupações dos atingidos com os danos potenciais relacionados às cheias do rio Paraopeba, após o rompimento da Barragem da Mina do Córrego do Feijão, foram identificados ao longo das Reuniões do Campo para Construção e Validação Participativa do Plano de Trabalho da Região 3 que ocorreram entre os dias 22 de julho e 19 de agosto de 2019. Conforme relatos, a cheia de 2020 se destacou em relação ao volume, atingindo uma área maior dentro das propriedades, e ao tempo de retorno do rio ao seu nível original, ficando mais tempo acumulada nas áreas. Durante esses momentos, foram identificadas preocupações principalmente relacionadas às incertezas de contaminação do solo e da água, seja pelo cercamento de áreas próximas ao rio, interdição do uso da água, como pela presença de material residual diferente após a baixa do rio.

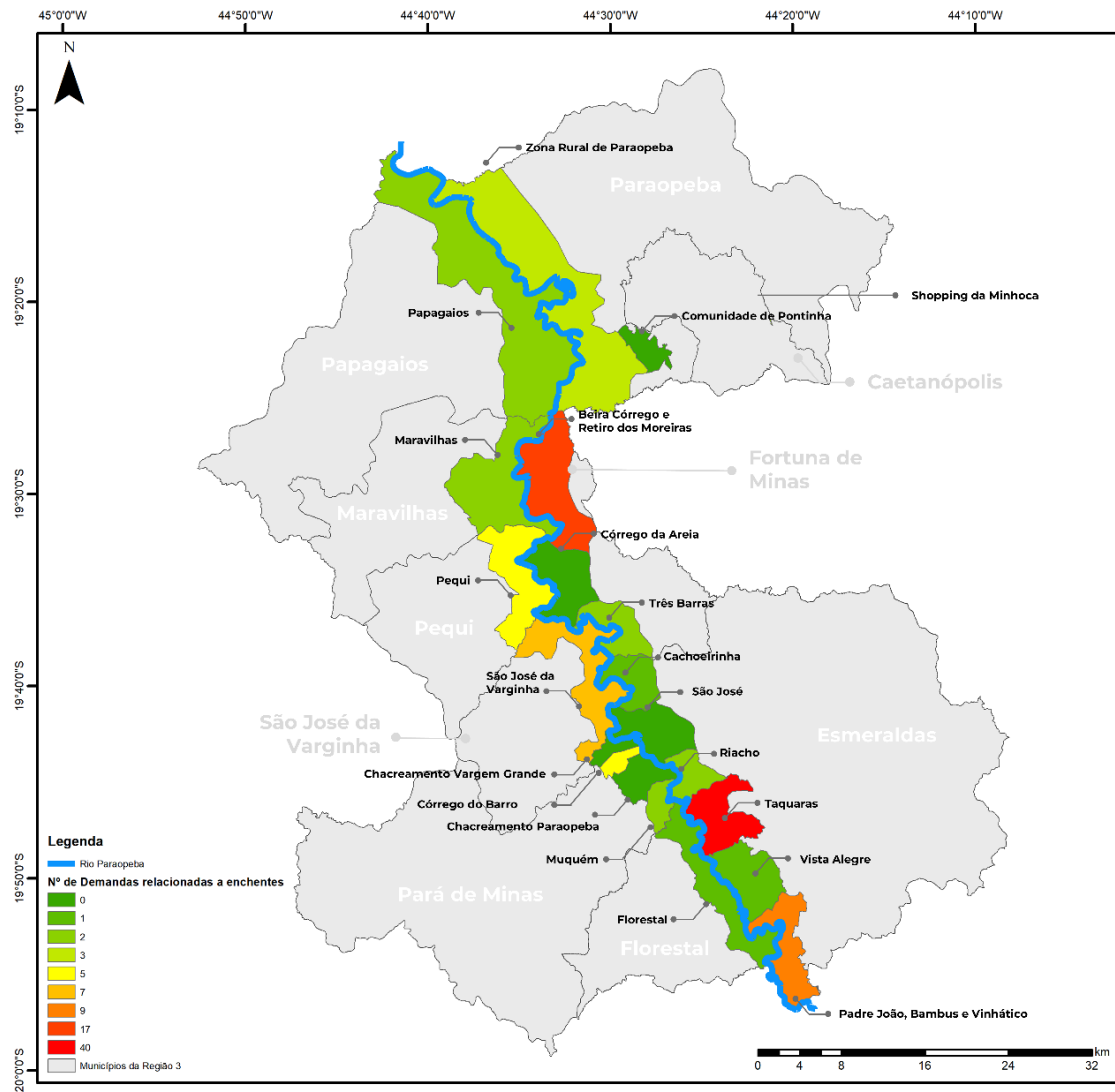
Essa preocupação do território foi descrita na Ação Civil Pública - ACP protocolada nos autos do processo pelo Ministério Público Estadual de Minas Gerais - MPMG, validando as informações obtidas ao longo da construção do Plano de Trabalho:

Outra preocupação recorrente dos produtores de alguns municípios, em especial nos municípios de Papagaios e Paraopeba, refere-se ao período de cheias do rio. Nesses municípios, as áreas agricultáveis mais férteis consistiam justamente nas áreas de várzea do rio Paraopeba, nas quais, era comum que nos períodos de cheia ocorressem inundações. Estas enchentes, segundo os próprios atingidos, fazem parte da dinâmica de agricultura local, era rotineiro que, após os períodos de cheias, as terras fossem aradas e reviradas de modo a permitir que os nutrientes trazidos com o rio tornassem a terra mais fértil (MPMG, 2019. ACP 5000053-16.2019.8.13.0090, p. 31).

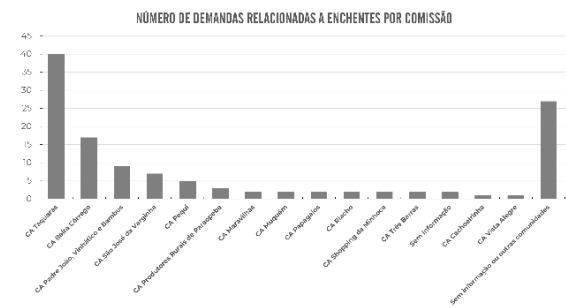
Em 2020, após o início dos trabalhos do NACAB, na Região 3, foi construído de maneira intergerencial o Formulário Eletrônico para Acolhimento de Demandas Emergenciais dos Atingidos e Atingidas pelo Desastre da Vale na Região 3. O objetivo deste formulário é acolher as demandas dos atingidos de modo a construir um banco de dados para as tratativas internas da ATIR3. Até o início de março deste ano foram contabilizadas 2651 demandas (NACAB, 2021). Desse total, 108 demandas (4,1%) foram classificadas pelos próprios atingidos como assuntos relacionados a enchentes e inundações. Deste total, 2 demandas vieram de pessoas atingidas em Três Barras, o que representa 1,8 % de todas as demandas relacionadas a enchentes da Região 3 (Figura 2).

Figura 2: Espacialização das demandas relacionadas a enchentes por comissão de atingidos da Região 3.

ESPACIALIZAÇÃO DAS DEMANDAS RELACIONADAS A ENCHENTES DO RIO PARAPEBA POR COMISSÃO – REGIÃO 3



Comissão	Nº Demandas Relacionadas as Enchentes	%
Taquaras	40	32,8%
Beira Córrego e Retiro dos Moreiras	17	13,9%
Padre João, Vinhático e Bambus	9	7,4%
São José da Varginha	7	5,7%
Pequi	5	4,1%
Zona Rural do Paraopeba	3	2,5%
Riacho	2	1,6%
Três Barras	2	1,6%
Maravilhas	2	1,6%
Vista Alegre	2	1,6%
Papagaios	2	1,6%
Muquém	2	1,6%
Cachoeirinha	1	0,8%
Córrego do Barro	1	0,8%
Sem informação ou outras comunidades	27	22%
Total	122	100,0%



Referências Cartográficas

Sistema de Coordenadas: Universal Transversa de Mercator – UTM/ Zona 23S
 Sistema Geodésico: SIRGAS 2000
 Autor: Ramon Neto Rodrigues
 Assessoria Técnica da Região 3 - Gerência Socioambiental
 Fonte: Formulário de Demandas - NACAB Atualizado dia 02/02/2021

Realização: **NACAB**
 NÚCLEO DE APOIO
 AS COMUNIDADES ATINGIDAS
 POR BARRAGENS

Data: 02/02/2021

Esse baixo número de demandas associadas as cheias nessa comunidade possivelmente estão relacionadas à dinâmica de uso e cobertura do solo pelas pessoas dessa localidade, caracterizada pelo uso das áreas de inundação para plantio e pastagens, diminuindo assim o número de edificações diretamente atingidas. Outro fator que pode ter contribuído está associado a baixa adesão da comunidade ao formulário de demandas, cujo acesso dependia da conexão à internet.

Desta forma, visando compreender melhor a dinâmica de cheias do rio Paraopeba no município de Fortuna de Minas, no final de janeiro e fevereiro de 2021, uma equipe multidisciplinar foi até as localidades apresentadas anteriormente com o objetivo de compreender melhor a magnitude dos danos causados pela cheia na localidade e identificar áreas inundadas com objetivo de fornecer subsídios para encaminhamento dessas demandas e ajudar os atingidos na busca pelos auxílios emergenciais de direito.

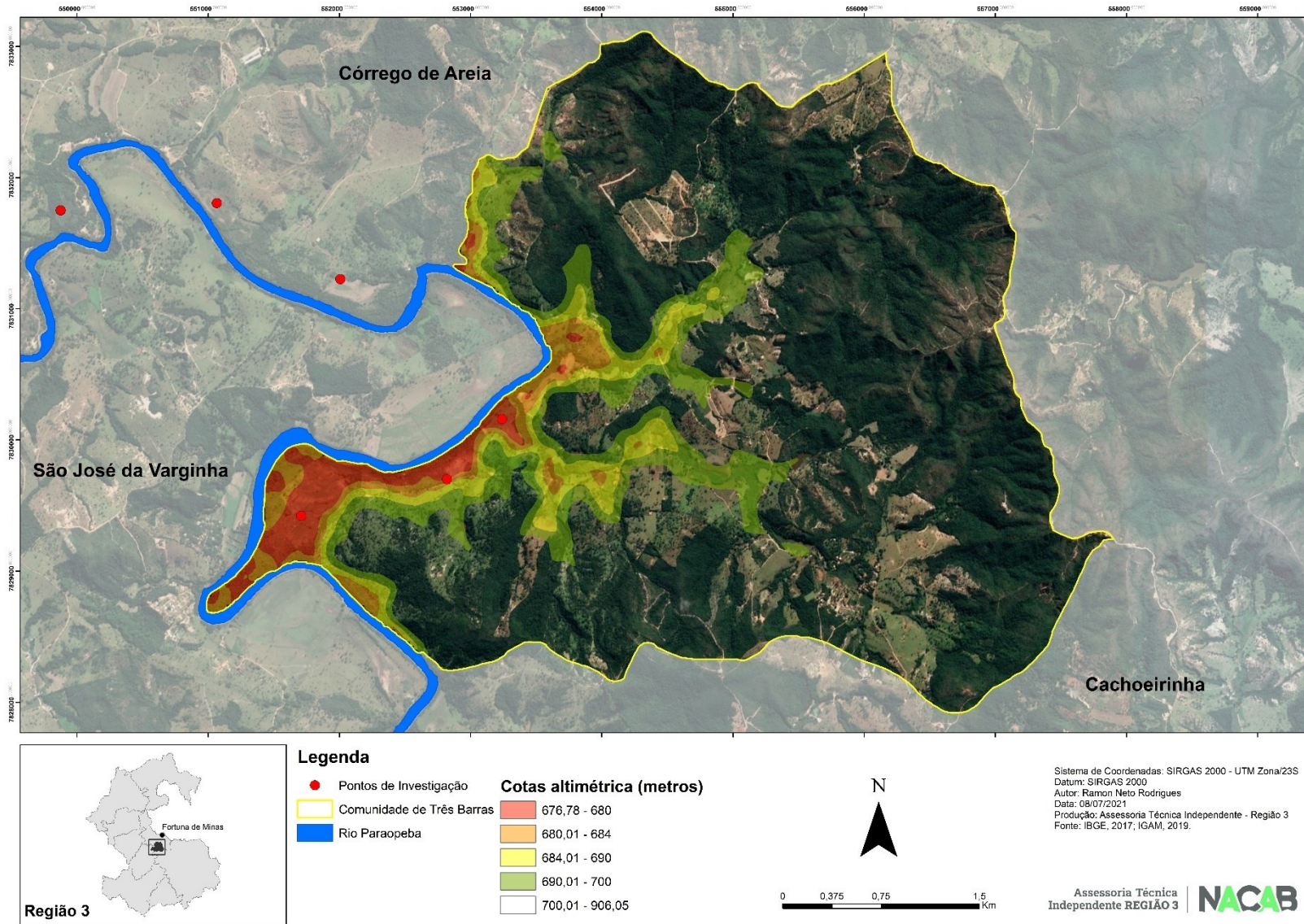
2. Mapeamento das zonas de inundação e caracterização dos danos

2.1 Ferramentas de apoio

Antes da inserção do campo, a equipe do escritório definiu zonas de investigação para orientar os trabalhos da equipe multidisciplinar. As zonas de investigação foram definidas com base nas cotas altimétricas recortadas do Modelo Digital de Elevação - MDE, produzido pelo Projeto Topodata (INPE, 2017) com uma resolução espectral de 30 metros. Essas zonas foram divididas em quatro classes, conforme prioridade de investigação. As cotas altimétricas utilizadas para delimitação das classes de prioridade estão apresentadas no mapa abaixo (Figura 3). Para a comunidade de Três Barras, foram definidos 07 (sete) zonas/pontos de investigação.

Após definidos os pontos de investigação, foram construídos mapas de apoio à equipe de campo. O deslocamento e a aferição dos pontos foram realizados com auxílio do AVENZA. Outra ferramenta importante na atividade foi a Ficha de campo (Anexo 1). A ficha de campo tem como objetivo auxiliar o corpo técnico a identificar os principais danos às propriedades alvo da investigação.

Figura 3: Mapa dos pontos de investigação da comunidade de Três Barras, Fortuna de Minas, MG.

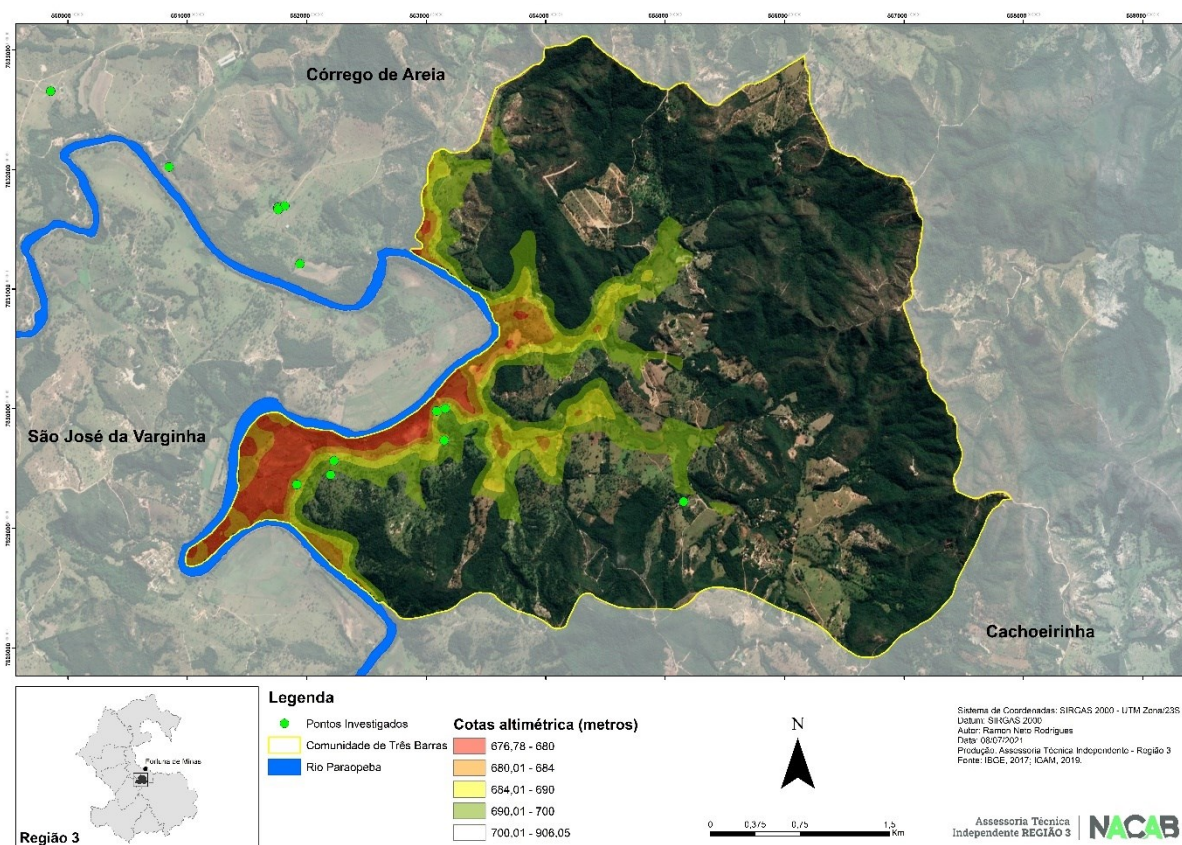


2.2 Coleta em campo

O trabalho de campo ocorreu entre 28 de janeiro e 25 de fevereiro de 2021 e cada integrante fez uso de seus equipamentos de proteção individual recomendados pelo Protocolo de Campo para enfrentamento da Pandemia do COVID-19 estabelecido pelo NACAB.

No total foram mapeados 63,58 km de trajeto dentro da comissão, considerando os deslocamentos apenas dentro do território. Ao longo deste percurso foram coletadas 19 coordenadas geográficas referentes a pontos de interesse investigativo. Incluem-se nesses pontos de interesse marcações da sede da propriedade investigada, pontos de limite da zona de inundação, pontos de poços e edificações atingidas, pontos em zonas de várzeas soterradas pela deposição de material e outros (Figura 4).

Figura 4: Mapa dos pontos de interesse coletados em campo dentro dos limites da comunidade de Três Barras, Minas Gerais.



Para cada ponto coletado foram feitos registros fotográficos georreferenciados, uma descrição

breve do ponto, como por exemplo, altura que a coluna d'água chegou na edificação ou altura da camada de material depositado sobre o solo. Todos os pontos foram nomeados com base na propriedade alvo, no objetivo do mapeamento e no tipo de ponto marcado (Figura 5).

Figura 5: Coleta de pontos de interesse na comunidade de Três Barras, Fortuna de Minas, MG.



Em alguns casos, não foi possível o acompanhamento das atividades pelos atingidos, o que implicou na impossibilidade de aplicar a ficha de campo em sua totalidade. Tal situação deve-se ao fato de que alguns proprietários/funcionários residem fora da propriedade ou trabalham em outra localidade. Nesses casos, o corpo técnico coletou as coordenadas geográficas dos pontos de interesse e realizou um registro fotográfico geral da propriedade. Em todos os casos, foi solicitada a assinatura do termo de autorização de acesso ao responsável presente.

2.3 Análise e sistematização dos resultados

Finalizados os procedimentos de coleta de dados, todas as fichas de campo foram verificadas com o objetivo de identificar lacunas de informações. Além disso, as fichas foram escaneadas,

para a garantia do arquivamento de dados. As coordenadas geográficas e os registros fotográficos foram exportados dos *smartphones* e importados para o drive de armazenamento de dados da ATIR3. As informações da ficha de campo, foram tabulados em planilha de sistematização específica.

Depois desse processo de sistematização das fichas de campo e da base cartográfica, iniciou-se o processo de análise dos resultados. Essa etapa teve como objetivo sistematizar os resultados obtidos de maneira a conseguir mensurar os limites da zona de inundação com base nas alturas de coluna d'água obtidas em campo.

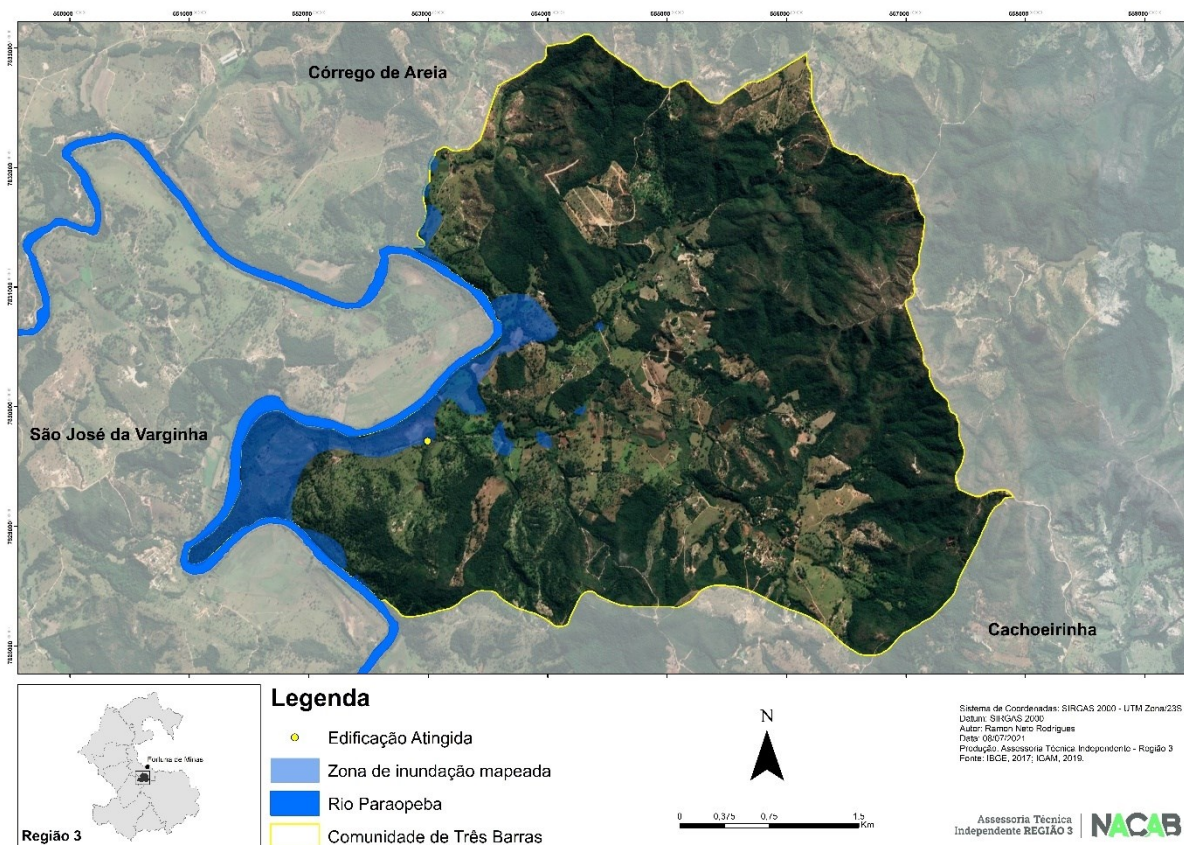
2.3.1 Delimitação das zonas de inundação

Dos 19 pontos coletados em campo, 6 (seis) traziam informações diretamente relacionadas aos limites das zonas de inundação que já ocorreram na propriedade, e da altura alcançada pela coluna de água nas propriedades (Figura 6). Desses pontos, seis estão relacionados às inundações que ocorreram em 2020. Esses pontos guiaram o ajuste das cotas de inundação e a quantificação final da área e das edificações atingidas.

Com os dados coletados em campo, observou-se que em nenhum dos pontos investigados a coluna de água chegou até a cota de 684 metros, quantificando uma área inundada de 126,93 hectares.

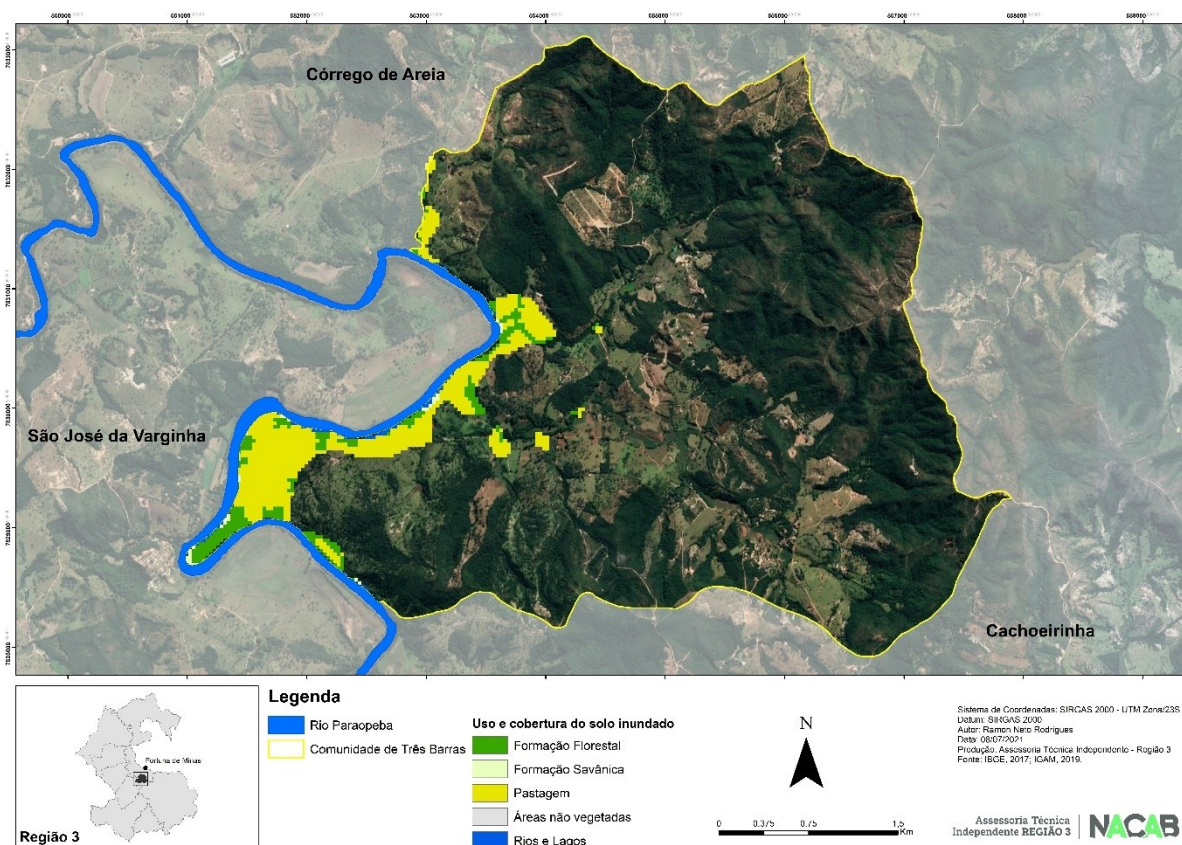
Com o ajuste das cotas altimétricas, foi contabilizada apenas uma edificação atingida. Esse baixo número está correlacionado ao próprio modelo de uso e ocupação do território, que devido a sua recorrência, ocupa a área de várzea apenas com áreas de pastagens e culturas agrícolas. Esse tipo de dinâmica é comum em outras áreas do território. Desta forma acredita-se que a maior parte dos danos associados a cheias nessa comunidade esteja mais relacionado a perda de áreas produtivos que danos diretos a residência e perda de bens materiais.

Figura 6: Mapa da zona inundável e edificações atingidas pelas cheias de janeiro de 2020, na comunidade de Três Barras, Fortuna de Minas, MG.



Baseados nos dados do Projeto MapBiomas (2019), que estimou o uso e cobertura do solo para todo o território no ano de 2019 com uma resolução de 30 metros (Figura 7), a maior parte da área afetada pela inundação são pastagens (70,42%; 89,38 hectares), formações florestais (22,66%; 28,76 hectares), formações savânicas (2,49%; 3,16 hectares) e outras áreas, como rios e lagos (4,35%; 5,52 hectares) e áreas não vegetadas (0,07%, 0,08 hectares). Os danos identificados em campo e potenciais sobre as áreas de pastagens e zonas agricultáveis dos terrenos, bem como os efeitos indiretos sobre a economia da região, são discutidos no tópico abaixo.

Figura 7: Caracterização do uso e cobertura do solo da zona inundável da comunidade de Três Barras, Fortuna de Minas, MG.



2.3.2 Caracterização dos danos

Na presente seção deste relatório, registram-se as informações sobre os tipos de danos socioambientais provocados pelo rompimento da Barragem I (B-I) e acentuado pelas enchentes e consequente deposição de rejeitos de minério de ferro nos sistemas fluviais e terrenos particulares, na comunidade de Três Barras, em Fortuna de Minas.

Foram enunciadas discussões sobre cinco diferentes contextos de degradação socioambiental: **i) Danos aos sistemas fluviais; ii) Danos econômicos associados a perda de áreas produtiva; iii) Comprometimento ao abastecimento e captações; iv) Danos imateriais e danos à saúde física e mental.**

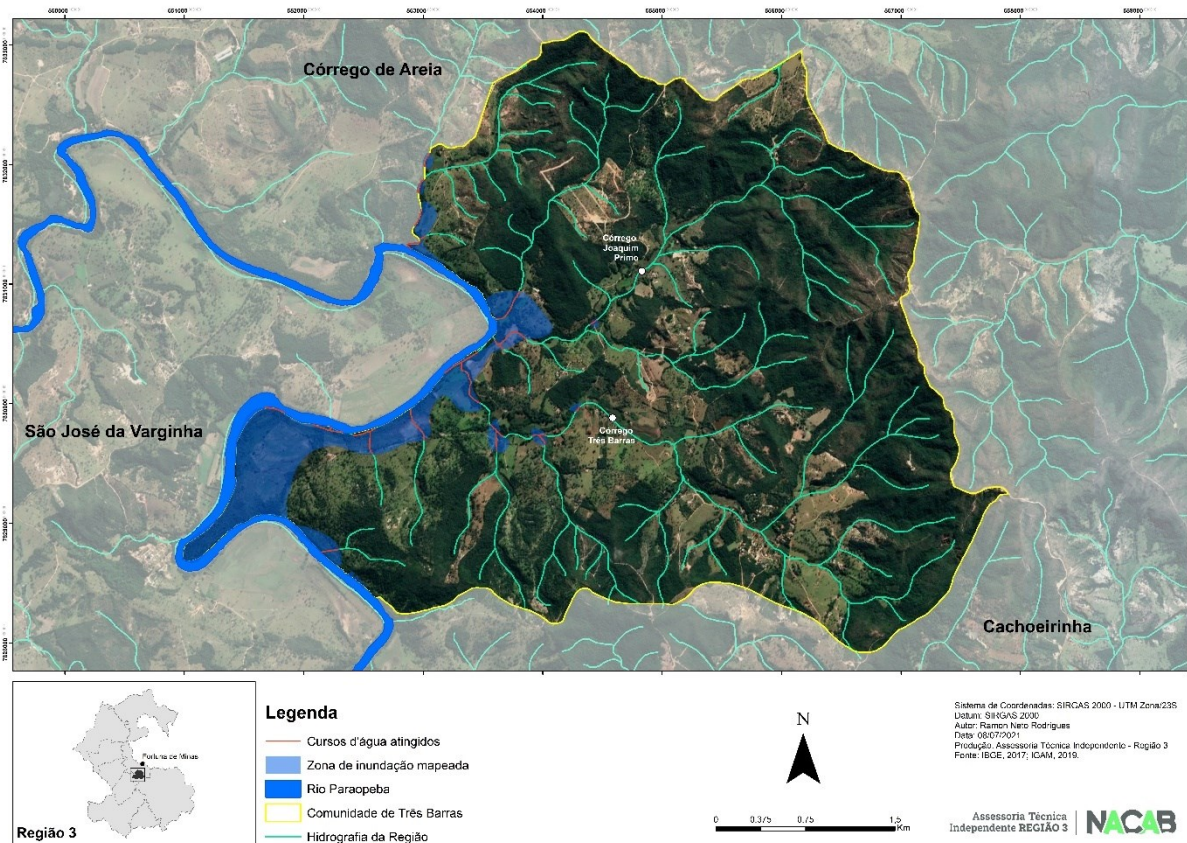
i. Danos aos sistemas fluviais

Apesar de não ser o foco inicial do trabalho de campo, observou-se que a cheia do rio Paraopeba em 2020, após o rompimento da barragem B.I, em Brumadinho, afetou alguns afluentes ao carrear sedimentos e materiais sólidos em suspensão para dentro dos mesmos, levando ao seu assoreamento e possivelmente afetando as comunidades aquáticas que utilizam esses afluentes como refúgio. Isso acontece, pois esse tipo de comprometimento, pode acarretar em uma série de alterações comportamentais na comunidade aquática e prejudicar a resiliência desses ambientes, principalmente em afluentes com alta qualidade ambiental. Além disso, danos à qualidade ambiental desses afluentes podem impactar no tempo de recuperação das comunidades aquáticas do próprio rio Paraopeba, e conseqüentemente, a recuperação das atividades socioeconômicas associadas a cadeia produtiva da pesca.

Mais especificamente dentro da área da comunidade de estudo, estima-se que as cheias do rio Paraopeba de 2020 tenha atingido alguns cursos d'água importantes para a região. Os afluentes mais atingidos pelas cheias do rio Paraopeba nessa comunidade são o Córrego Três Barras e Córrego Joaquim Primo. Estima-se, com base na cota altimétrica ajustada em campo, que aproximadamente 720 metros do Córrego Três Barras e 478 metros do Córrego Joaquim Primo foram atingidos diretamente pelas cheias do rio Paraopeba (Figura 8). Ambos os córregos são utilizados como fonte de água alternativa ao rio Paraopeba após o rompimento.

Desta forma, torna-se necessário compreender melhor se a qualidade da água desses afluentes fora afetada pelo carreamento de material em suspensão e sedimentos do rio Paraopeba, principalmente no que se refere a metais com alto potencial poluidor. Deve-se ressaltar que os danos ao sistema fluvial não são restritos a essa comunidade e a esses afluentes. Dados de zona inundadas de outras comunidades associadas a um modelo hidrológico indicam que pelo menos 15 afluentes importantes foram afetados, considerando uma área de pelo menos 1 km, e mais de uma centena de pequenos córregos, totalizando um tamanho de calha de 61,97 km, foram atingidos.

Figura 8: Afluentes do rio Paraopeba dentro das zonas de inundação das cheias de 2020 do rio Paraopeba, em Três Barras, Fortuna de Minas, MG.



ii. Danos ao econômicos associados a perda de áreas produtiva;

De modo geral, todos os atingidos entrevistados citam perdas econômicas associadas às cheias do rio Paraopeba. Neste caso, observou-se dois tipos de danos: os danos diretos, associados a mortandade das plantas atingidas pelas cheias próximas a época de colheita, no caso de culturas agrícolas, ou morte de gramíneas de pastagens; e os danos indiretos, associados a perda de área produtiva devido ao soterramento do solo fértil pelo material depositado após as cheias do rio Paraopeba, seguido pelo seu selamento superficial (Figura 9), e/ou relacionada ao cercamento de áreas produtivas devido às incertezas de contaminação do solo associados ao rompimento da barragem, o que levou a necessidade de diminuição do número de animais da propriedade.

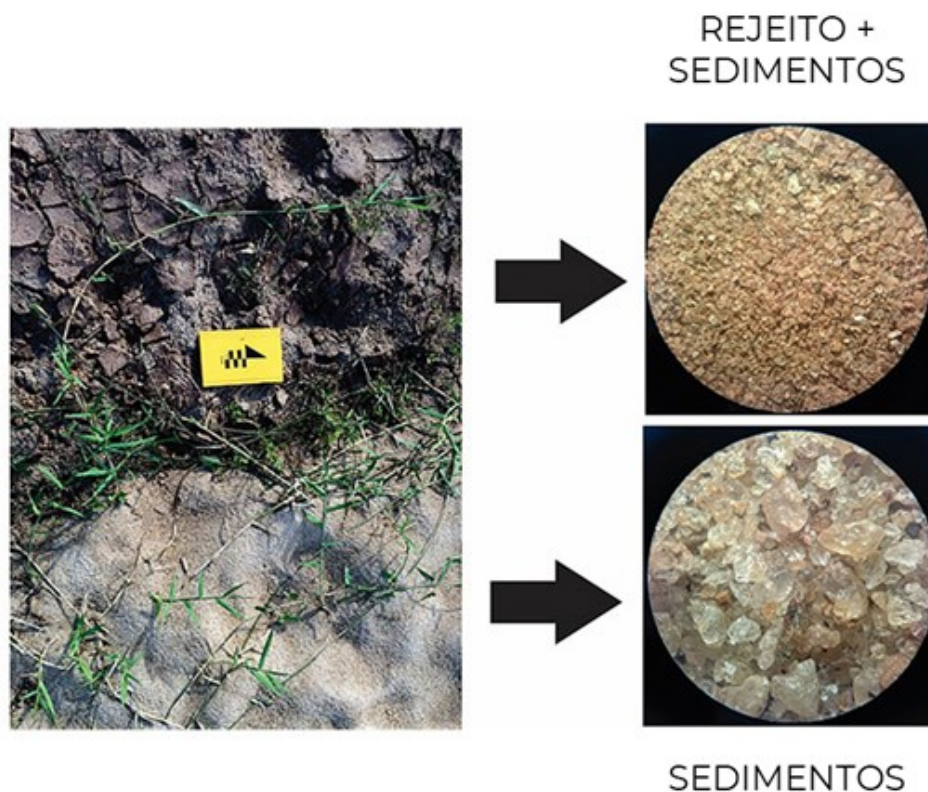
Figura 9: Área de pastagens atingida e cercadas pelas cheias do rio Paraopeba em 2020, em Três Barras, Fortuna de Minas, Minas Gerais.



Esse selamento superficial do solo associado a deposição de material oriundo da Barragem B.I, após as cheias do rio Paraopeba de 2020, é uma realidade já observada em outras regiões da calha do rio Paraopeba e indicada pela auditoria ambiental dos trabalhos de reparação da empresa Vale S.A. De modo geral, os estudos relacionados ao tema evidenciaram graves problemas físicos aos solos expostos a esse material, tanto para o caso do rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, MG (SCHAEFER ET AL., 2016; ANDRADE ET AL.,

2018), quanto para o caso do rompimento da Barragem B.I, em Brumadinho (Furlan, et al., 2020; NACAB, 2020). Em ambos os casos, o selamento da camada superficial associada à sua compactação prejudicou o estabelecimento e desenvolvimento das espécies vegetais, uma vez que estas encontraram barreiras físicas para o crescimento das raízes devido à baixa porosidade do solo (Figura 10). Desta forma, independentemente da cultura afetada, sua manutenção foi dificultada diretamente pelas características do material oriundo do rompimento.

Figura 10: Imagem ampliada das diferenças granulométricas encontradas antes e após o rompimento da Barragem de Fundão nas zonas de deposição do rejeito.



Fonte: Duarte, *et al.*, (2020).

O estudo recente promovido pelo NACAB, ATI responsável pela Região 3, intitulado “Solos da Região: Caracterização física e química”, finalizado no mês de março por consultoria contratada, indicou que as áreas atingidas pelas cheias do rio Paraopeba apresentaram altos teores de silte se comparados a áreas não afetadas (NACAB,2021). Segundo os responsáveis técnicos pelo estudo, o incremento de silte no solo das áreas afetadas apresenta forte indício de relação com o contato com o rejeito, uma vez que este é rico em partículas da fração silte/argila,

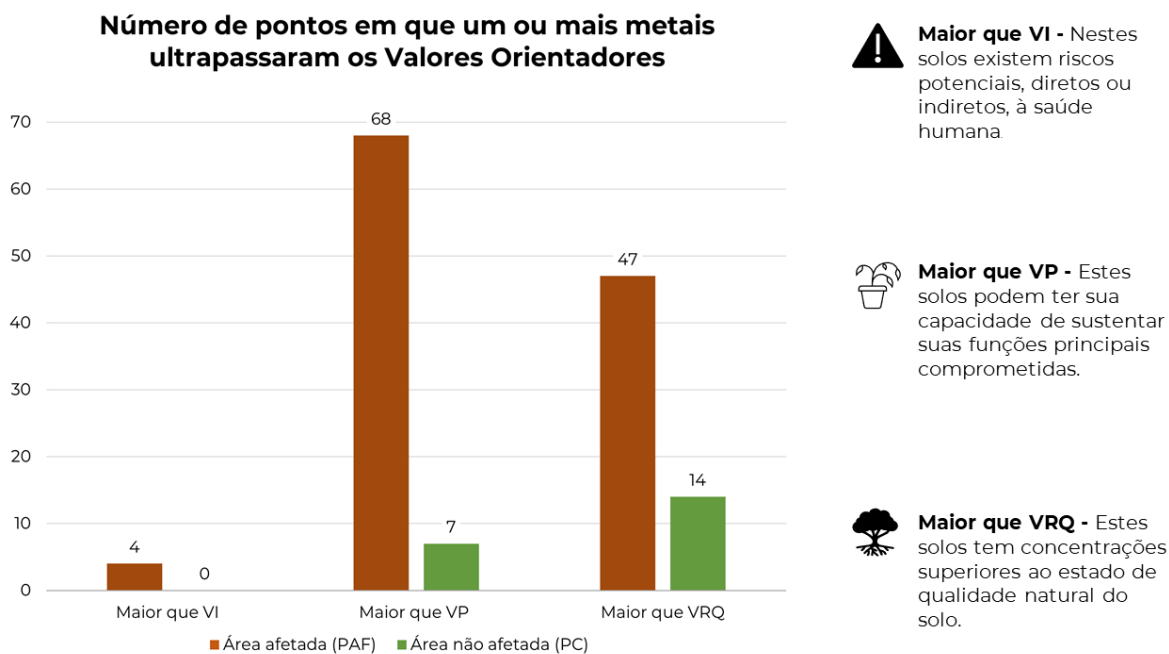
como apontado na caracterização do rejeito contida no Laudo de Perícia Criminal Federal nº 3565/2019 - NUCRIM/SETEC/SR/PF/SP (Vide Capítulo 4 de NACAB, 2020).

Altos teores de silte e argila provocam o entupimento dos poros do solo devido ao arranjo das partículas. Com o selamento superficial, a água não consegue infiltrar com facilidade, aumentando o escoamento superficial e as taxas de erosão hídrica. Este processo gera o carreamento da camada superficial do solo, que contém mais matéria orgânica e maior reserva de nutrientes, provocando o empobrecimento do solo e prejuízos ao crescimento das plantas. A recomposição natural da vegetação também é prejudicada, uma vez que é formada uma crosta dura à penetração de raízes e ao estabelecimento da vegetação. Um fator preocupante é que os metais tendem a apresentar maior associação com materiais de granulometrias mais finas como o silte e argila. Este fato associado ao aumento da erosão hídrica e à maior suscetibilidade à erosão eólica, contribuem para o carreamento deste material para outros compartimentos ambientais, gerando fontes secundárias de contaminação. Resultados similares foram identificados por Furlan et al. (2020) e em cenários semelhantes, como no caso do rompimento da barragem de Fundão, em Marina, MG (NACAB, 2020).

Para além das características físicas, a análise dos resultados de contaminantes revelou que diversas amostras de solo de áreas afetadas pelas cheias excederam os valores orientadores para um ou mais metais (Figura 11).

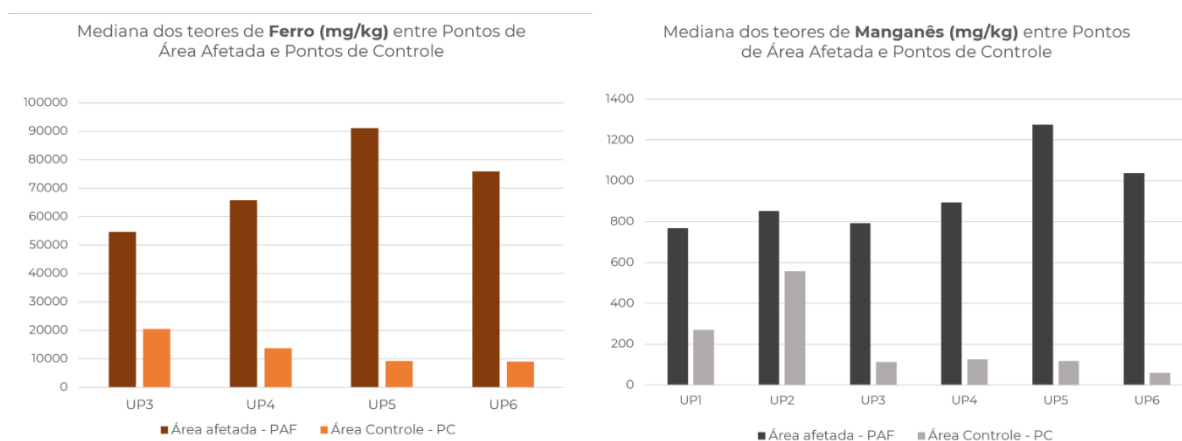
De modo geral, o Cromo, Níquel, Bário e Cobalto, apresentaram um número elevado de pontos com concentrações acima do Valor de Prevenção (VP) e Valor de Referência de Qualidade (VRQ), segundo a Resolução CONAMA Nº 420/2009. Para as áreas com concentrações de elementos acima do Valor de Prevenção, são necessárias medidas de investigação e controle das fontes de contaminação e monitoramento da qualidade do solo e da água subterrânea. Por fim, para as áreas com concentrações acima do Valor de Referência da Qualidade são necessárias ações preventivas, caso haja fontes de poluição. Além dos procedimentos previstos pelo CONAMA, a promoção do estudo de riscos à saúde mostra-se ainda mais necessária, já que é possível identificar concentrações de metais que oferecem sérios riscos à população local.

Figura 11: Número de pontos em que as amostras de solo apresentaram um ou mais elementos químicos que ultrapassaram os Valores Orientadores previstos na Resolução CONAMA N° 420/2009 e Deliberação Normativa COPAM n° 166/2011



O Ferro (Fe) e o Manganês (Mn) foram os metais com as maiores concentrações registradas entre todos os elementos analisados. Este resultado era previsível, uma vez que estes metais estão presentes, de forma natural, em maiores quantidades que os demais metais pesados nos solos. O Manganês apresentou diferença significativa na concentração entre os PAF e PC, conjugado a mediana maior entre os pontos afetados em todas as UP. Para o elemento Fe, esta situação ocorreu em 4 das 6 UP. Sendo verificado, portanto, indicativos de incremento significativo destes elementos nas áreas afetadas quando comparadas às não afetadas (Figura 36). O Ferro e o Manganês não possuem valores de referência definidos pelo CONAMA para possíveis análises de contaminação, não sendo possível tecer discussões relativas aos limites legais para estes elementos.

Figura 12: Comparação das medianas de Ferro (mg/kg) e Manganês (mg/kg) que apresentaram, simultaneamente, diferença significativa entre amostras de solo de PAF e PC e mediana maior entre os PAF nas Unidades de Paisagem da Região 3.



Tanto o Ferro quanto o Manganês fazem parte da constituição básica do rejeito, conforme Laudo Pericial Criminal (vide NACAB, 2020), sendo os metais que também apresentam os valores mais altos entre os demais. Mais da metade das amostras de solo (68,4%) analisadas na Região 3 apresentaram teores de Ferro superiores à concentração máxima detectada na composição do rejeito. O Manganês, no entanto, apresentou 95,27% dos teores detectados com valor inferior ao valor mínimo registrado para o elemento no rejeito (2910 mg/kg). Os valores máximos observados para ambos os metais, neste estudo, são mais altos que os valores máximos reportados por Furlan et al. (2020) para solos coletados a menos de 10 km do local do rompimento, e menos de 30 dias após o desastre.

Estes resultados dão indícios de que os solos da Região possuem o fundo (background) natural geoquímico rico em Ferro e Manganês. Principalmente pelo fato de terem sido detectados cerca de 8 pontos com teores de Ferro superiores ao teor máximo e 3 solos com concentração de Manganês mais alta que o máximo reportado em pontos de área impactada em Brumadinho, muito próximo ao local do rompimento, no estudo de Furlan et al. (2020). Em tese, essa área altamente impactada pelo rejeito deveria apresentar valores de Ferro muito superiores aos da Região 3.

Mesmo levando em consideração os teores naturais altos para o Ferro e Manganês, os resultados apontam diferenças significativas entre áreas afetadas e não afetadas com medianas expressivamente maiores nas áreas afetadas. O incremento nos teores destes elementos nas áreas afetadas pode estar associado ao contato com rejeito, uma vez que as altas concentrações

de Mn e Fe são consistentemente distribuídas na área de estudo, embora os valores máximos em diversas UP sejam valores discrepantes isolados.

O Ferro e o Manganês em baixas concentrações são micronutrientes essenciais às plantas, animais e humanos. Porém, em altas concentrações o Manganês pode causar neurotoxicidade e associação com doenças como Parkinson e Alzheimer. E o Ferro pode causar hemocromatose (doença genética e hereditária que causa lesões em tecidos e consequentes complicações hepáticas e miocárdicas). O Ferro apesar de abundante naturalmente ele é pouco biodisponível nos solos. Em condições de pH baixo, tanto o ferro, quanto o Manganês podem ser liberados em altas quantidades na forma absorvível pelas plantas o que pode causar fitotoxicidade. Tanto a deficiência desses metais, quanto o excesso destes, podem ocasionar problemas a saúde. A principal via de exposição é a ingestão de água e alimentos contaminados.

Mais especificamente, relacionado à possível contaminação das plantas e produtos vegetais derivados que tiveram contato com o material depositado, ainda não existem estudos que afirmem a existência da contaminação dos tecidos vegetais. Porém estudos experimentais no caso do rompimento de Fundão, em Mariana, MG, indicam que algumas espécies podem absorver mais contaminantes que outras, e, portanto, indicando a biodisponibilidade de metais pesados no material depositado e sua associação em caso de exposição por um longo período de tempo (PRADO et al., 2019; CRUZ et al., 2020; GIMENES et al., 2020). De qualquer forma, todos os estudos indicam uma perda substancial no crescimento de plantas cultivadas em solos com rejeitos de minério. Isso acontece, pois o material depositado às margens dos rios impactados possuem uma baixa fertilidade que associada a alguns elementos tóxicos, como alumínio, o próprio manganês e produtos derivados do beneficiamento de minério de ferro, como a éter amina e o hidróxido de sódio no sedimento superficial (ARAÚJO et al., 2006; SANTOS et al., 2019; SCOTTI, et al. 2020), pode ocasionar à diminuição do crescimento radicular, clorose foliar e ondulações da folhas que levam à queda do crescimento e a mortalidade de plantas (HALLIWELL ET AL., 2001; BRITTO & KRONZUCKER, 2002).

Por fim, deve-se ressaltar que com a inundação das áreas agrícolas e depósito do rejeito, as áreas inundadas foram cercadas pela empresa Vale SA em todas as propriedades visitadas, sendo que em algumas delas houve relato que o cercamento foi realizado em uma área não correspondente ao total da área afetada, ficando os trabalhadores e demais pessoas que tivessem contato com a terra e com o que foi plantado expostos a possíveis riscos à saúde. Com o cercamento dessas áreas, os (as) proprietários (as) relataram que a redução da área de plantio desencadeou redução da produção agrícola e redução do número de animais, principalmente

cabeças de gado de leite e corte. Considerando que a Região 3 vem passando por uma diversificação econômica ligada a mudanças de uso e cobertura do solo, principalmente na porção norte do território (NACAB, 2020), acredita-se que o rompimento e os danos econômicos associados a perda da capacidade produtiva, desacelere esse processo, levando a um retrocesso econômico regional.

Mais especificamente, relacionado à possível contaminação das plantas e produtos vegetais derivados que tiveram contato com o material depositado, ainda não existem estudos que apontem com certeza que exista a contaminação dos tecidos vegetais. Porém estudos experimentais utilizando como base o caso do rompimento de Fundão, em Mariana, MG, indicam que algumas espécies podem absorver mais contaminantes que outras, e, portanto, indicando a biodisponibilidade de metais pesados no material depositado e sua associação em caso de exposição por um longo período de tempo (PRADO et al., 2019; CRUZ et al., 2020; GIMENES et al., 2020).

De qualquer forma, todos os estudos indicam uma perda substancial no crescimento de plantas cultivadas em solos com rejeitos de minério. Isso acontece, pois o material depositado às margens dos rios impactados possuem uma baixa fertilidade que associada a alguns elementos tóxicos, como alumínio, o próprio manganês e produtos derivados do beneficiamento de minério de ferro, como a éter amina e o hidróxido de sódio no sedimento superficial (ARAÚJO et al., 2006; SANTOS et al., 2019; SCOTTI, et al. 2020), pode ocasionar à diminuição do crescimento radicular, clorose foliar e ondulações da folhas que levam à queda do crescimento e a mortalidade de plantas (HALLIWELL ET AL., 2001; BRITTO & KRONZUCKER, 2002).

Os três entrevistados indicaram danos às pastagens, ambas em fase funcional, e o entrevistado que teve a área de pomar atingida relatou que ela estava em estado produtivo e que agora não é mais possível consumir suas frutas.

Por fim, deve-se ressaltar que com a inundação das áreas agrícolas e depósito do rejeito, as áreas inundadas foram cercadas pela empresa Vale S.A. em todas as propriedades visitadas. No entanto, em algumas propriedades foi relatado que o cercamento foi realizado em uma área não correspondente ao total da área afetada, expondo os trabalhadores e demais pessoas que tem contato com a terra e com o que é ali produzido a possíveis riscos à saúde. Com o cercamento dessas áreas, os (as) proprietários (as) relataram que a redução da área de plantio desencadeou redução da produção agrícola e redução do número de animais, principalmente cabeças de gado de leite e corte.

A modificação da dinâmica da área, seja pelo cercamento de áreas próximas ao rio ou interdição do uso da água do rio levou muitos produtores rurais a gastos extras para continuar suas atividades econômicas. Além disso, houve perdas econômicas relativas a investimentos e financiamento de projetos, como rede de bombeamento e irrigação. Sendo necessária, a adoção de medidas e estratégias para aumento de produtividade da área não afetada visando a compensação da área de uso perdida.

iii. Comprometimento ao abastecimento e captações

O rompimento da Barragem I (B-I), segundo o relatório do IGAM (2020), provocou a liberação de cerca de doze milhões de metros cúbicos de rejeito no meio ambiente, promovendo alterações na qualidade dos cursos d'água, principalmente pela quantidade de sedimentos que ficaram em suspensão na coluna d'água. Grande parte desses sedimentos ficaram depositados no ribeirão Ferro-Carvão, enquanto a pluma de rejeitos se espalhou pelo rio Paraopeba até a Usina Hidrelétrica (UHE) de Retiro Baixo, impactando quase toda a sua calha até a represa de Três Marias. Devido às intensas chuvas que estão ocorrendo na região, grande parte do material que foi sedimentado ainda está sendo carregado pelo rio Paraopeba, comprometendo seus múltiplos usos.

A Deliberação Normativa Conjunta COPA/CERH-MG nº 01 de 2008 e a Resolução CONAMA nº 357 de 2005 que dispõem sobre a classificação dos corpos de água e dá diretrizes ambientais para o seu enquadramento, indica que o rio Paraopeba era enquadrado na área afetada pelos rejeitos como classe 2. Os usos múltiplos passíveis de classe 2 são: abastecimento de água para consumo humano, proteção das comunidades aquáticas, recreação de contato primário, irrigação, aquicultura e pesca.

Segundo relatório da fundação SOS Mata Atlântica (2019), a lama de rejeitos que atingiu o rio Paraopeba provocou um rastro de destruição ao longo dos seus 305 km de extensão, elevando o nível de metais pesados na água, como ferro, manganês, cobre e cromo, em níveis muito acima dos limites máximos permitidos pela legislação. De acordo com o relatório, a água do rio Paraopeba foi considerada imprópria para o consumo humano e animal. Em 2020, um ano após o rompimento da Barragem I (B-I), a Fundação publicou outro relatório de análises realizadas durante o período de 07 a 17 de janeiro de 2020. Esse relatório apontou que, conforme os indicadores de qualidade da água que foram avaliados, a água se apresentou em desconformidade com os padrões estabelecidos na legislação brasileira para usos múltiplos, sendo considerada imprópria e sem condições de usos em todo o trecho analisado (SOS Mata

Atlântica, 2020). Em comparação entre os dados de 2019 e 2020, a fundação destacou que o rio Paraopeba ainda apresenta poucos sinais de regeneração, principalmente pelas movimentações realizadas por dragagens na região inicial do dano, pela manutenção de rejeitos na calha e leitos do rio e pelas condições climáticas.

A avaliação da qualidade da água e sedimentos do rio Paraopeba realizada pelo IGAM e divulgadas no documento “Acompanhamento da Qualidade das Águas do Rio Paraopeba Após 1 ano do Rompimento da Barragem da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA – Brumadinho/MG” (2020) identificou um grande impacto na qualidade da água devido ao derramamento de rejeitos da Barragem I (B-I) operada pela Vale S.A. Os principais impactos relatados são devidos a turbidez e a presença dos metais manganês, alumínio e ferro, e presença de metais pesados como chumbo e mercúrio. O relatório ainda expõe as oscilações significativas da qualidade da água que podem ocorrer ao longo do tempo devido a precipitações na bacia e consequente revolvimento do material que ainda se encontra depositado no leito do rio, sobretudo nas áreas próximas ao rompimento (IGAM, 2020).

No que tange a utilização da água do rio Paraopeba, todas as pessoas atingidas residentes nas propriedades visitadas em Três Barras relataram que utilizavam a água do rio Paraopeba para algum fim, normalmente para a dessedentação animal e irrigação (NACAB, 2020b).

Nas propriedades visitadas, foram mapeados 3 pontos referentes ao abastecimento de água, sejam poços ou cisternas. Percebeu-se, por meio dos relatos das pessoas atingidas, que dos poços identificados nas visitas *in loco*, um deles foi perfurado pela Vale S.A. após o rompimento da Barragem I (B-I). Segundo relato de um dos atingidos, um dos poços que estava a mais de 100 metros foi atingido pelas cheias do rio Paraopeba. O sedimento trazido pela água do rio Paraopeba acumulou-se no interior do poço e em seu entorno, o que pode ter promovido a contaminação da água subterrânea. Além disso, a Vale S.A. contratou serviços de coleta e análise das águas das fontes de água atingidas, entretanto, apenas uma proprietária relatou a entrega das análises de água realizadas nos poços de sua propriedade.

Além da perfuração de novos poços em uma das propriedades, a Vale S.A. adotou como medida emergencial a entrega de água potável, água mineral e caixas d'água, que serviam como reservatórios (Figura 13). Porém, há vários relatos da irregularidade da entrega dessas ações emergenciais.

Figura 13: Fotografias de instalações atingidas pela inundação do rio Paraopeba no início do ano de 2020 na comunidade de Três Barras, em Fortuna de Minas, MG.



Outra preocupação levantada pelas pessoas atingidas é o aumento dos custos com energia elétrica para a captação de água subterrânea, pois utilizam-se sistemas de captação diferentes e menos econômicos.

Visto isso, entre os danos observados em campo referentes ao abastecimento de água e captações, destaca-se o comprometimento dos poços e cisternas localizados em áreas de inundação, a ausência de outras fontes seguras de abastecimento na propriedade ou áreas próximas, a irregularidade do cumprimento das obrigações da Vale S.A. quanto a distribuição de água potável, água mineral e caixas d'água.

iv. Danos Imateriais

Os danos imateriais relacionados às cheias na comunidade de Três Barras passam pela interrupção das atividades de lazer, pela falta de informação e desinformação sobre ações emergenciais; pela frustração de projetos de vida e; pela negligência, assédio e desigualdade de atendimento a demandas emergenciais por parte da Vale S/A. O mais profundo dano imaterial

sofrido pela comissão está relacionado à sociabilidade vinculada aos usos e práticas ligados ao rio. A maioria das pessoas entrevistadas relataram que faziam o uso do rio para pesca e lazer. Além disso, os entrevistados relataram que, depois do rompimento e, especialmente, depois da cheia de 2020, veem seus projetos ameaçados e violados, em especial pela incerteza de contaminação da água e solo.

v. Danos à saúde física e mental

A contaminação do rio Paraopeba pós-rompimento da Barragem I (B-I) da Mina Córrego do Feijão trouxe diversas incertezas aos atingidos relacionadas à preservação da saúde das pessoas que têm contato direto com suas águas e sedimentos devido, principalmente, ao trabalho realizado em regiões próximas ao rio. Em uma das propriedades visitadas foi relatado o aparecimento de dermatites após o rompimento. Porém, para além disso, é percebido danos relacionados à saúde e mental dos trabalhadores e proprietários nos terrenos avaliados em Três Barras. Nas entrevistas, foram citados relatos de depressão pela interrupção da socialização e falta de lazer, bem como preocupações relacionadas às frustrações de projetos de vida.

3. Parecer técnico e medidas de reparação

Diante o trabalho realizado em campo, pode-se concluir que a área da comunidade de Três Barras foi afetada diretamente pelas cheias do rio Paraopeba de 2020. No que se refere explicitamente à deposição de rejeito e sedimentos durante as cheias no início de 2020, a equipe constatou e estimou danos diretos a 126,93 hectares e uma edificação. Desse total de área afetada, a maior parte é composta por áreas de pastagens e lavouras temporárias.

De modo geral, devido à granulometria do material depositado, foi identificada uma compactação generalizada do solo atingido pelas enchentes, o que impede e/ou dificulta qualquer tentativa de plantio ou uso agrícola dessas áreas, sem o manejo adequado do solo. Estudos efetuados em casos similares ainda apontam que para além da compactação, esse tipo de material tem baixa fertilidade, o que prejudica a produção, independente da presença de materiais contaminantes.

O estudo de contaminação do solo de várzea ao rio Paraopeba executado recentemente pela Assessoria Técnica Independente da Região 3, cujo os resultados estão disponíveis para consulta, indicam concentração de diversos elementos acima dos Valores de Prevenção (VP) e

Valores de Referência de Qualidade (VRQ) de acordo com a Resolução CONAMA 420/2009. Recomenda-se por tanto a investigação mais profunda da fonte de contaminação e seu controle, bem como o monitoramento da qualidade do solo e água subterrânea nas áreas afetadas. Além dos procedimentos previstos pelo CONAMA, a promoção do estudo de Riscos à Saúde mostrou-se ainda mais necessária, já que é possível identificar concentrações de metais que oferecem sérios riscos à população local.

Observou-se, ainda, o comprometimento das fontes de captação de água de algumas propriedades, incluindo aquelas que foram atingidas pelas enchentes que tiveram seus poços semiartesianos e artesianos submersos pela água.

Em relação a outros danos materiais foi constatada, utilizando como base as propriedades visitadas, uma enorme variedade de materiais atingidos e perdidos. Dentre eles podemos citar danos materiais relacionados à perda de produção agrícola e pecuária, perda de ferramentas agrícolas e produtos para alimentação animal. Não foi possível estimar a extensão dos danos materiais em todas as propriedades afetadas. Ressalta-se, portanto, que é necessário realizar uma análise mais minuciosa de cada propriedade atingida, para esse tipo de detalhamento.

Outro aspecto observado durante a visita técnica e que persiste desde o campo de escuta para elaboração do Plano de Trabalho refere-se aos danos psicossociais.

A forte ligação com o Rio Paraopeba, seja pelo trabalho e renda, seja pela memória afetiva proporcionados pelo lazer, são elementos extraídos nos relatos das pessoas atingidas do município de Paraopeba. O rio ocupou e ocupa um lugar central na vida e no trabalho das pessoas, haja vista a grande quantidade de sítios, moradias, ranchos voltados para a pesca e lazer.

Após o rompimento da barragem da Vale, houve uma diminuição expressiva dos frequentadores que usufruíam do turismo local, movimentavam a economia, e estimulava os espaços de convivência de famílias, amigos, pescadores e turistas. Com isso, sintomas psicossociais como a depressão e a tristeza abateram os moradores e pescadores que perderam o lazer, o bem-estar vivenciados pelas belezas que os atraíram para aquele local e, em alguns casos, perdeu-se renda associada às atividades de turismo que atraíam visitantes para as pescas, encontros de feriados e finais de semana.

Os danos às bases materiais e existenciais a partir do rompimento trazem para a dimensão do vivido os problemas psicossociais e os conflitos pela interrupção dos usos historicamente constituídos no território. Estes não são danos ou processos marginais ao campo do sofrimento social pelo qual essas pessoas passam. O cotidiano da vida das pessoas atingidas é concomitantemente abstrato e concreto, institui-se e constitui-se no vivido. Os conflitos pelo uso dos recursos revelam a essência do processo social, decorrentes do exercício da soberania, do território e das múltiplas territorialidades para cada um e para o coletivo.

Além da angústia, outros sintomas psicológicos foram relatados por moradores das margens do rio Paraopeba durante visita, tais como o medo de se contaminarem com a água e solo, a ansiedade e perda do sono decorrente da perda de fontes de renda, e incertezas sobre o processo indenizatório e de reparação integral promovido pela Vale.

Diante do exposto, entende-se que medidas de reparação justas e concretas são:

i. Programa de Transferência de Renda: Recomenda-se a inserção de todas as pessoas atingidas residentes, sítiantes ou trabalhadores das propriedades incluídas dentro do limite territorial de Três Barras, no Programa de Transferência de Renda – PTR previsto pelo Anexo I.2 do Acordo celebrado entre a Vale S.A., o Estado e Instituições de Justiça. Essa recomendação é de extrema importância para os atingidos visto que, apesar das cheias serem esperadas na comunidade, o material depositado após o rompimento e consequente contaminação do rio Paraopeba, apresenta uma composição granulométrica diferente do habitual, dificultando o plantio, a produção de alimentos, pastagem e forrageiras. Além disso, como observou-se concentrações de alguns elementos químicos acima dos valores de investigação, prevenção e de referência de qualidade. Sendo assim, a recomendação é que o uso dessas áreas seja interrompido até que uma investigação de análise de riscos à saúde seja realizada. Logo, entende-se que a deposição desse material, gerou diversos ônus econômicos às famílias atingidas, caracterizado pela própria perda produtiva e/ou pela necessidade imposta para a compra de insumos ou alimentos. Assim, considera-se justa a elegibilidade dessas pessoas à inserção no Programa de Transferência de Renda.

Essa recomendação segue até a restauração da região afetada à condição anterior ao rompimento da Barragem B-I, constatada através de coletas e análise de amostras em quantidades representativas do território, validadas pela auditoria e assessoria técnica independente. Neste caso consideram-se amostras de solo, produtos vegetais, animais, material particulado e poeira domiciliar. Em casos de inexistência de dados referente às condições anteriores ao rompimento,

deve ser considerado os Valores de Referência de Qualidade - VRQ e valores recomendados pelas legislações vigentes. Para amostras de solo, deverão ser consideradas análises físicas de textura, estrutura, compactação, capacidade de troca catiônica e químicas, para contaminantes, nutrientes e micronutrientes.

ii. Água potável e mineral: Recomenda-se como medida de reparação urgente a entrega de água potável, para afazeres domésticos, irrigação e dessedentação dos animais de produção, e água mineral para consumo humano, para todas as propriedades cujos poços foram atingidos pelas cheias e cujos níveis de potabilidade, segundo as normas legislativas, não estejam comprovados por análises de qualidade de água. Recomenda-se, ainda, a apresentação dos laudos de potabilidade da água entregue por caminhão pipa à comissão de atingidos da Comunidade de Três Barras e a Assessoria Técnica Independente - ATI.

Todo o processo de instalação, incluindo reservatório, tubulação e instalações elétricas, deverão ser custeadas pela empresa Vale S.A. O volume de água mineral fornecido deverá ser condizente ao consumo humano médio da população brasileira por residente, considerando o período de residência semanal, declarado pelo atingido. Em relação ao volume de água potável, este deve ser condizente ao consumo médio para afazeres domésticos da população brasileira por residente somados ao volume de água necessária para irrigação das áreas agricultáveis da propriedade, considerando os valores recomendados por cultivo, e dessedentação de animais, considerando o número e porte dos animais domésticos.

A não entrega de água potável sob a justificativa da presença de outras fontes de captação na propriedade, deverá ser acompanhada de um laudo de vistoria em campo que ateste a existência da fonte de captação, sua vazão média considerando a sazonalidade em período seco e chuvoso, bem como sua qualidade. Deve-se atentar ainda à necessidade de estudos prévios que assegurem a viabilidade, a médio e longo prazos, de uso de potenciais fontes de água que supram as demandas locais de abastecimento. A viabilidade deve estar embasada em uma análise criteriosa do balanço hídrico regional (água subterrânea e superficial) e da vazão ecológica dos cursos d'água, como forma de se evitar a super exploração dos recursos hídricos e, conseqüentemente, prejuízos aos usos múltiplos e futuros da água. A manutenção ou recuperação da integridade ecológica dos ambientes aquáticos, também, deve ser objeto de atenção, considerando outros impactos na bacia que acentuam os processos de degradação dos cursos d'água em termos quantitativos e qualitativos. Ademais, deve-se buscar a implementação de técnicas e medidas

de proteção ambiental, tais como conservação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e áreas de recarga, garantindo assim a produção local de água e perenidade de nascentes e afluentes do rio Paraopeba, os quais, no atual cenário, podem ser alternativas de abastecimento de água para as comunidades ribeirinhas.

A recomendação de entrega de água potável e mineral segue até a recuperação da região afetada à condição anterior ao rompimento da Barragem B-I, constatada através de coletas e análise de amostras de água subterrânea e superficial em quantidades representativas do território, validadas pela auditoria e assessoria técnica independente. Em casos de inexistência de dados referente às condições anteriores ao rompimento, devem ser considerados os Valores de Referência de Qualidade - VRQ e valores recomendados pelas legislações vigentes.

iii. Alimentação Animal: O rompimento da Barragem I da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho culminou na impossibilidade e/ou insegurança na dessedentação dos animais pelo uso das águas do Rio Paraopeba, na irrigação de diversos tipos de culturas vegetais desde hortaliças, a forragens e demais produções voltadas para alimentação animal como milho, sorgo, entre outras, bem como a insegurança da aproximação dos animais as forrageiras presentes nas margens do rio. Conseqüentemente ficaram comprometidas as ofertas de água e alimento.

Com a diminuição da oferta e disponibilidade de água e alimento, os animais ficam sujeitos à má nutrição e a restrição hídrica, ficando mais propensos ao estresse e podendo facilmente agravar para condições de comprometimento da saúde quando evoluem para quadros clínicos de desidratação, violando os princípios básicos da Declaração Universal dos Direitos dos Animais, onde “todo o animal tem o direito à atenção, aos cuidados e à proteção do homem“, sendo o Brasil um dos países signatários (UNESCO, 1978), e ferindo as liberdades que compõem as premissas básicas do Bem Estar Animal (FAWC, 1965).

Visando, solucionar essa situação, em 25 de janeiro de 2019, o Ministério Público do Estado de Minas Gerais (MPMG), Ministério Público Federal (MPF), Defensoria Pública do Estado de Minas Gerais (DPMG) e Defensoria Pública da União (DPU), assinaram juntamente ao Governo do Estado de Minas Gerais e a empresa Vale S.A. um Termo de Ajuste Preliminar (TAP), onde foi garantido a responsabilidade civil da empresa às conseqüências resultantes do rompimento barragem em Brumadinho. Esse Termo de Ajuste Preliminar estabelece que a

Vale S.A. deverá identificar as propriedades que foram afetadas de forma direta ou indireta, cujos animais estejam privados da adequada alimentação e dessedentação por conta do rompimento da barragem de rejeito em Brumadinho, proporcionando água e alimentação adequada e em quantidade suficiente para cada espécie identificada.

Neste contexto, recomenda-se como medida de reparação imediata, o fornecimento de silagem para os atingidos cujas propriedades produtoras de animais domésticos (bovinos e búfalos) foram atingidas pela cheia do rio Paraopeba. A quantidade calculada de silagem/feno baseada na área perdida não é a recomenda, visto que a comprometimento da irrigação pode afetar áreas maiores que a área perdida nas enchentes do rio Paraopeba. Desta forma, recomenda-se que o critério utilizado deve ser baseado no número de animais e tipos de criação existentes, bem como seu objetivo produtivo. Sendo assim, deverão ser utilizados os parâmetros norteadores sobre alimentação animal como parâmetro mínimo de entendimento quanto à necessidade de cada tipo de alimento (volumoso, ração, sal mineral) e água para cada espécie animal, respeitando-se as categorias dentro de cada espécie.

Recomenda-se ainda promover a avaliação periódica da água e dos alimentos fornecidos (sobretudo os volumosos, feno e silagem), emitindo laudos realizados por laboratórios de referência, afim de garantir uma qualidade mínima dos produtos, e enviar em tempo hábil estes laudos, em linguagem acessível, para os atingidos.

Embora em alguns casos a Vale S.A. venha fornecendo insumos em quantidade adequada, destacam-se os problemas relacionados a periodicidade de entrega desse material. Portanto, ainda que possa haver recebimento dos insumos, estes acabam antes que haja reposição em nova remessa, provocando grande insegurança, além de gerar custos para os próprios atingidos, que necessitam de comprá-los. Desta forma, recomenda-se a criação de um instrumento que garanta a efetiva regularidade no fornecimento dos insumos para alimentação animal em quantidade suficiente e qualidade adequada. O fornecimento de água e alimentos para os animais deve ocorrer com periodicidade semanal, quinzenal ou mensal, de acordo com a demanda de cada localidade, a fim de favorecer a logística de distribuição. Os prazos devem ser de comum acordo entre atingido e empresa fornecedora, e devem ser cumpridos. Além disso, recomenda-se que a entrega seja agendada previamente com o atingido, respeitando a sua realidade a fim de evitar desencontros.

Por fim, de modo a minimizar o aumento de custos produtivos secundários ao impacto, recomenda-se que os órgãos públicos e a empresa Vale S.A promova programas de incentivo à aquisição de insumos para alimentação e criação animal de forma geral em comércios locais, e que combatam o estigma de contaminação, que tem afastado turistas e clientes. Além disso, recomenda-se a adoção de programas que auxiliem o escoamento dos produtos locais, para que novos mercados sejam alcançados, como forma compensatória pela perda de antigos clientes após o rompimento da barragem.

Essa recomendação segue até a restauração da região afetada à condição anterior ao rompimento da Barragem B-I, constatada através de coletas e análise de amostras em quantidades representativas do território, validadas pela auditoria e assessoria técnica independente. Neste caso, consideram-se amostras de solo e produtos vegetais. Em casos de inexistência de dados referente às condições anteriores ao rompimento, deve ser considerado os Valores de Referência de Qualidade - VRQ e valores recomendados pelas legislações vigentes. Para amostras de solo, deverão ser consideradas análises físicas de textura, estrutura, compactação, capacidade de troca catiônica e químicas, para contaminantes, nutrientes e micronutrientes.

iv. Medidas complementares a serem adotadas para assegurar a sobrevivência e o bem-estar (sobrevida com qualidade) dos animais.

Como ainda há incerteza da contaminação animal por contato com a água ou alimentação, recomenda-se a extensão dos projetos de triagem e atendimento veterinário a animais criados em toda a bacia do Rio Paraopeba; o acompanhamento periódico e qualificado nas localidades rurais, com monitoramento de indicadores de saúde e bem-estar dos animais de localidades assistidas pelo fornecimento de água e alimentação animal; a implementação de programas de combate a vetores e animais peçonhentos, cujas populações aumentaram em decorrência do desequilíbrio ambiental ocasionado.

v. Retirada do rejeito e alocação em local licenciado: Apesar de não terem sido identificadas grandes áreas onde o acúmulo de material foi considerado, a Assessoria Técnica Independente da Região 3 reforça as seguintes recomendações da AECOM (RELATÓRIO DE AUDITORIA MENSAL N. 18, 2020):

1. Promover/Manter o isolamento das áreas onde o material extra-calha encontra-se depositado, de forma a evitar que seres humanos e animais entrem em contato com este material. Este isolamento deve obedecer aos padrões do projeto de cercamento e sinalização já em desenvolvimento pela VALE;
2. Mapear, ao longo da bacia do Paraopeba, de todos os bancos de sedimentos verificados, tanto dentro como às margens do rio;
3. Apresentar a análise do material depositado extra-calha para confirmação das suas características físico-químicas;
4. Havendo a confirmação laboratorial de que o material verificado extra-calha é composto, integral ou parcialmente, de rejeito oriundo das barragens B-I, B-IV e/ou B-IV-A, comunicar os órgãos ambientais e também o CBMMG para que ambos participem das medidas a serem adotadas pela VALE quanto ao tratamento a ser dado a este material (contenção; remoção; transporte e deposição final em outra área previamente preparada; segregação do material para buscas pelo CBMMG; etc.);
5. Apresentar e justificar o plano de amostragem adotado;
6. Apresentar relatório de campo das amostras;
7. Apresentar mapeamento das amostras realizadas sobrepondo ao mapa das áreas alagadas e ao mapa contendo os pontos de monitoramento no âmbito do PME;
8. Apresentar justificativa para a escolha dos atributos analisados, metodologias e referências empregadas para que a AECOM possa se posicionar acerca das análises em curso;
9. Apresentar novo planejamento para a conclusão do estudo de análise da contaminação de solos e plantas, em razão do período de paralisação devido a pandemia;
10. Congelar o uso das áreas impactadas pela inundação ocorrida no período chuvoso enquanto não forem apresentados os resultados sobre as análises de contaminação de solos e plantas;
11. Esclarecer se foram adquiridas fotos de satélite em situação logo após o período de chuvas de 2020 para compor o levantamento das áreas alagadas;
12. Esclarecer se em todas as zonas de confluência com outros afluentes foi verificado e mapeado o extravasamento ocorrido;
13. Esclarecer se as áreas alagadas mapeadas seguiram como referência as cotas de inundação observadas nos trechos com base nas informações fluviométricas no momento de pico da inundação em 2020;

14. Incluir as curvas de nível e a hidrografia dos afluentes do rio Paraopeba na representação gráfica dos mapas.

Além disso, a Assessoria Técnica Independente recomenda que caso haja a remoção deste material, bem como a deposição em local preparado e autorizado previamente pela SEMAD só seja realizada após terem sido caracterizados e ensaiados de forma representativa. Recomenda-se, ainda, que a remoção deverá ser autorizada pela prefeitura de Fortuna de Minas e pelos proprietários dos terrenos onde houve deposição do material por meio de um termo de autorização de entrada. Todo esse processo deverá ser acompanhado por representantes da Defesa Civil e pelos técnicos do NACAB.

vi. Avaliação e Monitoramento de Cheias:

Diante das incertezas sobre o material depositado extra calha do rio Paraopeba e seus possíveis danos ao modo de vida das pessoas ribeirinhas, recomenda-se que a empresa Vale S.A. realize uma avaliação do risco de cheias e mantenha um monitoramento regular das variações hidrológicas sazonais rio Paraopeba. A avaliação do risco de cheias teria como objetivo central verificar se houve alterações significativas na dinâmica de cheias do rio Paraopeba após o rompimento da Barragem. É necessário investigar e monitorar se houve a diminuição do volume de calha do rio após o rompimento devido ao acúmulo de sedimentos e se esse acúmulo é suficiente para alterar a atual dinâmica.

Além disso, recomenda-se a empresa Vale S.A. que esse monitoramento constante seja capaz de produzir alertas em caso de grandes volumes de chuva. A criação de um sistema de monitoramento de risco e alerta em caso de eventos extremos de chuva permitirá o deslocamento das famílias antes que tenham contato com a água, visto que ainda existe uma recomendação dos órgãos públicos para não utilização e banho.

Esse sistema também permitirá uma resposta mais rápida das ações de reparação em casas de deposição de rejeito na extra calha do rio Paraopeba, o que minimizaria todos os danos identificados e caracterizados anteriormente.

Essa recomendação segue até que seja constatada a recuperação da região afetada à condição anterior ao rompimento da Barragem B-I, constatada através de coletas e análise de amostras de água superficial e sedimento fluvial em quantidades representativas do território, validadas pela auditoria e assessoria técnica independente.

vii. Contenção e filtragem dos rejeitos: Essa assessoria reforça, ainda, a manutenção das medidas de contenção e filtragem dos rejeitos adotadas pela empresa Vale S.A. dentro do contexto da sub-bacia do Ribeirão Ferro - Carvão. A manutenção dessas ações é fundamental diante da característica do material retido nas margens do Ribeirão Ferro-Carvão que, devido ao início do período chuvoso em outubro de 2020, poderá ser carregado ao rio Paraopeba caso haja uma flexibilização dessas ações.

viii. Acompanhamento Psicossocial: O NACAB recomenda uma atuação conjunta e dialógica da Prefeitura Municipal de Fortuna de Minas com as comunidades rurais atingidas diretamente pelo Rompimento da Barragem B-I em Brumadinho.

Se por lado foi possível observar que a comunidade não acessa as políticas públicas voltadas para a atenção básica, especificamente a saúde psicossocial, de outro, há um desconhecimento sobre a realidade vivida pela comunidade. Assim sendo, a prefeitura não tem direcionado quaisquer políticas públicas nesse sentido para a localidade.

Portanto, a ATI pode subsidiar apoio ao buscar espaços de diálogo entre comunidade e Prefeitura, promovendo o debate em torno dos estudos e estimulando o desenvolvimento de políticas públicas pautadas no território, no acesso aos equipamentos públicos de saúde, promovendo maior conhecimento do servidor sobre aquela realidade, possibilitando melhor planejamento e execução de suas atividades, além de reforçar o protagonismo do poder público na ampliação da oferta de serviço aos cidadãos.

A oferta de serviços psicossociais configura-se como um passo importante para o alcance de uma reparação efetiva e sustentável. Neste sentido, o NACAB recomenda ainda que a Vale S.A. seja acionada para garantir o acolhimento cuidadoso, o encaminhamento seguro e responsável por psicólogos às pessoas atingidas com sofrimento psíquico durante todo o ciclo de reparação.

ix. Transparência das ações e resultados: Recomenda-se, por fim, que a empresa Vale S.A. mantenha o diálogo aberto com a comunidade e torne suas ações mais transparentes. Diante dos relatos dos comunitários, é fundamental que a empresa apresente de forma clara quais foram os critérios estabelecidos para o fornecimento do auxílio econômico provisório dentro da

comunidade. Ainda, é necessário que a Vale S.A. apresente os resultados dos laudos e relatórios técnicos referente às amostras de água e solo coletadas dentro comunidade.

Recomenda-se ainda que esse processo de diálogo seja sempre acompanhado pela Assessoria Técnica Independente, visto que jargões e termos técnicos podem ser utilizados como peças de manobra para ludibriar e confundir os atingidos quanto a veracidade dos fatos identificados em laudos e relatórios técnicos.

4. Referências Bibliográficas

AECOM. Relatório de Auditoria Mensal N. 18. Relatório mensal ao MPMG que contém as recomendações frente ao documento intitulado “Relatório Técnico: Levantamento Aéreo de Áreas Alagadas em Decorrência da Cheia do Rio Paraopeba” e recomendações à empresa Vale. 2020.

ANDRADE, G. F.; PANIZ, F. P.; MARTINS, A. C.; ROCHA, B. A.; DA SILVA LOBATO, A. K.; RODRIGUES, J. L.; BATISTA, B. L. Agricultural use of Samarco’s spilled mud assessed by rice cultivation: A promising residue use? *Chemosphere*, v. 193, p. 892–902. 2018. Disponível em: doi:10.1016/j.chemosphere.2017.11.099. Acesso em: 23/10/2020.

ARAÚJO, C.B. Contribuição ao estudo do comportamento de barragens de rejeito de mineração de ferro. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. 2006.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução no 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Brasília, n. 53, 18 mar. 2005.

BRITTO, D.T.; KRONZUCKER, H.J. NH₄⁺ toxicity in higher plants: A critical review. *J. Plant Physiol.* v.159, p. 567–584. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1078/0176-1617-0774>. Acesso em: 27/10/2020

CRUZ, F. V. DA S., GOMES, M. P., BICALHO, E. M., DELLA TORRE, F., GARCIA, Q. S. Does Samarco's spilled mud impair the growth of native trees of the Atlantic Rainforest? *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 189, 110021, 2020.

DUARTE, E. B. ; NEVES, M. A. ; OLIVEIRA, F. B. ; MARTINS, M. E., OLIVEIRA, C. H. R. ; BURAK, D. L. ORLANDO, M.T.D. ; RANGE, C. V. G. T. Trace metals in Rio Doce sediments before and after the collapse of the Fundão iron ore tailing dam, Southeastern Brazil. *Chemosphere*, v. 262. p. 127879. 2020. Disponível em: doi:10.1016/j.chemosphere.2020.127879. Acesso em: 20/02/2020.

FURLAN et al. Occurrence and abundance of clinically relevant antimicrobial resistance genes in environmental samples after the Brumadinho dam disaster, Brazil, *Science of The Total Environment*, Volume 726, 138100, ISSN 0048-969. 2020 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138100>.

GIMENES, L. L.S.; FRESCHI, G. P. G.; JÚNIOR, I.B.; SANTINO, M. B. C. Growth of the aquatic macrophyte *Ricciocarpos natans* (L.) Corda in different temperatures and in distinct concentrations of aluminum and manganese, v. 224, p. 105484, *Aquatic Toxicology*, 2020.

HALLIWELL, D.J.; BARLOW, K.M.; NASH, D.M. A review of the effects of wastewater sodium on soil physical properties and their implications for irrigation systems. *Aust J Soil Res*, v. 39, p. 1259 – 1267. 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1071/SR00047>.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Avaliação da Qualidade das Águas e Sedimentos do Rio Paraopeba: acompanhamento da qualidade das águas do rio Paraopeba após 1 ano do rompimento da Barragem da Mina Córrego Feijão em Brumadinho - MG. Caderno Especial, 66 p., Belo Horizonte, 2020.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG no dia 01, de 05 de maio de 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. Minas Gerais, Belo Horizonte, 13 de maio de 2008.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE MINAS GERAIS. 2019. Ação Civil Pública 5000053-16.2019.8.13.009. **[Relato de Atingido, Página 31]**. Belo Horizonte. 2019.

NACAB, 2021. Estimativa de edificações e pessoas dentro da área de abrangência das comissões. **Planilha de Dados**. Atualização de 26/02/2021. Belo Horizonte, 2021.

NACAB, 2021. Formulário de Demanda Emergenciais da Região 3. **Planilha de Dados**. Belo Horizonte, 2021.

NACAB, 2021. Resumo Técnico – Solos da Região 3: Caracterização Física e Química. 33 p. Belo Horizonte, Abril de 2021.

NACAB, 2020. Diagnóstico Emergencial: Integração de Pesquisas sobre Meio Físico e Biótico. Gerência Socioambiental e Gerência de Qualidade da Água e Avaliação de Risco a Saúde. Belo Horizonte, 2020. 392 p.

PRADO, I. G. DE O. ; DA SILVA, M. DE C. S. ; PRADO, D. G. DE O. ; KEMMELMEIER, K. ; PEDROSA, B. G. ; SILVA, C. C. DA ; KASUYA, M. C. M. Revegetation process increases the diversity of total and arbuscular mycorrhizal fungi in areas affected by the Fundão dam failure in Mariana, Brazil. *Applied Soil Ecology*, v. 141, p. 84–95. 2019. Disponível em: doi:10.1016/j.apsoil.2019.05.008. Acesso em: 28/10/2020.

SANTOS, O.S.H.; AVELLAR, F.C.; ALVES, M. ; TRINDADE, R.C.; MENEZES, M.B.; FERREIRA, M.C.; FRANÇA, G.S; CORDEIRO, J.; SOBREIRA, F.G.; YOSHIDA, I. Understanding the environmental impact of a mine dam rupture in Brazil: Prospects for remediation. *J Environ Qual*. v. 48, p. 439–449. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2134/jeq2018.04.0168>. Acesso em: 27/10/2020.

SCHAEFER, C.E.G.R., et al. Paisagens de lama: Os tecnossolos para recuperação ambiental de áreas afetadas pelo desastre da Barragem de Fundão, em Mariana, Boletim informativo da SBCS , (Jan-Abr), 18-23. 2016.

SCOTTI, M. R., GOMES, A. R., LACERDA, T. J., ÁVILA, S. S., SILVA, S. L. L., ANTÃO, A., ... RIGOBELLO, E. C.. Remediation of a riparian site in the Brazilian Atlantic forest reached by contaminated tailings from the collapsed Fundão dam with native woody species. *Integrated Environmental Assessment and Management*. v.16, n. 5, p. 669-675. 2020. Disponível em: doi:10.1002/ieam.4272. Acesso em: 12/10/2020.

SOS MATA ATLÂNTICA. Observando rios: O retrato da qualidade da água na bacia do rio Paraopeba após o rompimento da barragem Córrego do Feijão – Minas Gerais. Cord. RIBEIRO, M. A. p. 23. Fevereiro, 2019.

SOS MATA ATLÂNTICA. Observando rios: O retrato da qualidade da água nas bacias dos rios Paraopeba e Alto São Francisco um ano após o rompimento da barragem Córrego do Feijão – Minas Gerais. Cord. RIBEIRO, M. A. p. 28. Janeiro, 2020.

ANEXOS

ANEXO I: FICHA DE CAMPO PARA GEORREFERENCIAMIENTO DE ZONAS
IMPACTADAS POR ENCHENTES

**FICHA DE CAMPO PARA GEORREFERENCIAMENTO DE
ZONAS IMPACTADAS POR ENCHENTES
ASSESSORIA TÉCNICA INDEPENDENTE – REGIÃO 3**



NÚCLEO DE ASSESSORIA
ÀS COMUNIDADES ATINGIDAS
POR BARRAGENS

IDENTIFICAÇÃO DA PROPRIEDADE		DATA:	
		HORA:	
Propriedade:	ID:	CAR/SIGEF:	
Proprietário:			
Rua:	Nº		
Bairro/Comunidade:	Município:		
Referência de como chegar:			
Telefone de Contato:			
Coordenadas geográficas da sede: (UTM)	Latitude		Longitude
PROFISSIONAL DA ATIR3 RESPONSÁVEL:			
A propriedade foi atingida por cheias e inundações? () Sim () Não		Quando? _____	
Atingiu alguma edificação? () Sim () Não		Quantas? _____	
Tipo(s) de edificação: _____ _____			
Edificação 1: Altura da marca d'água? _____	Latitude: Longitude:	Houve danos estruturais causados pelas inundações? () Sim () Não	
Edificação 2: Altura da marca d'água? _____	Latitude: Longitude:	Quais? _____ _____ _____	
Você utilizava a água do rio Paraopeba antes do rompimento? () sim () Não		Latitude: Longitude:	

Com que finalidade?			
() Consumo humano () Criação de animais () Irrigação			
Você utilizava a água de poço(s) a menos de 100m das margens do rio antes do rompimento? () sim () não		Latitude:	
		Longitude:	
Foi realizada alguma medida de reparação pela Vale S.A? () sim () não		Se sim, qual(is): _____ _____	
A enchente atingiu alguma área de plantio? () sim () não		Se sim, qual(is) tipo de culturas? _____	
		Qual a fase do ciclo da cultura? _____	
INFORMAÇÕES SOBRE MANEJO DE REJEITO			
Houve algum tipo de intervenção da Vale na propriedade?		Latitude:	
() Sim () Não Qual ? _____		Longitude	
Qual foi o destino para onde o rejeito foi levado?		Latitude:	
_____		Longitude:	
Quem foi o responsável? _____		Quando foi feita a intervenção? _____	
DADOS GERAIS DE CAMPO			

