

RELATÓRIO DE CAMPO

**Caracterização das zonas atingidas pelas enchentes do rio
Paraopeba e danos às propriedades da comunidade de
Córrego de Areia, MG.**

**Belo Horizonte
Junho de 202**

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 (UFV)

Índice de Figuras

Figura 1: Mapa de localização e espacialização de edificações da comissão de Córrego de Areia, 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 na área rural da comissão de Córrego de Areia, Fortuna de Minas, Minas Gerais.	12
Figura 4:Mapa dos pontos de interesse coletados em campo na área rural da comissão de Córrego de Areia, Fortuna de Minas, Minas Gerais.....	13
Figura 5:Mapa da zona inundável e edificações atingidas pelas cheias de janeiro de 2020, na área da comissão de Córrego de Areia, em Fortuna de Minas, Minas Gerais.	17
Figura 6:Caracterização do uso e cobertura do solo da zona inundável na área da comissão de Córrego de Areia, Minas Gerais.	18
Figura 7:Afluentes do rio Paraopeba dentro das zonas de inundação das cheias de 2020 do rio Paraopeba, na comunidade de Córrego de Areia, Minas Gerais.	20
Figura 8:áreas de pastagem atingidas pelas cheias do rio Paraopeba em 2020 e cerca providenciada pela Vale S.A, em uma das propriedades visitadas em Córrego da Areia, Minas Gerais.....	21
Figura 9:Imagem ampliada das diferenças granulométricas encontradas antes e após o rompimento da Barragem de Fundão nas zonas de deposição do rejeito.....	22
Figura 10: 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	23
Figura 11: 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.....	24
Figura 12:Córrego utilizado como fonte alternativa ao rio Paraopeba, que foi atingido pelas cheias do rio Paraopeba em 2020.	27
Figura 13:Altura da coluna de água em uma das edificações atingidas pelas cheias do rio Paraopeba na Comissão de Córrego da Areia, em Fortuna de Minas, Minas Gerais.....	28

Sumário

Apresentação	5
1. Área de estudo e caracterização da demanda	6
2. Mapeamento das zonas de inundação e caracterização dos danos	11
2.1 Ferramentas de apoio	11
2.2 Coleta de campo	12
2.3 Análise e sistematização dos resultados	14
2.3.1 Delimitação das zonas de inundação	14
2.3.2 Caracterização dos danos e medidas de reparação adotadas	19
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 na Comunidade de Córrego de Areia, em Fortuna de Minas, Minas Gerais. Este relatório foi elaborado com base nas informações coletadas em campo por uma equipe multidisciplinar do NACAB no dia 24/02/2021. Nesta oportunidade visitou-se algumas propriedades 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 comissão de Córrego de Areia, em Fortuna de Minas, e quais as medidas mitigadoras deverão ser tomadas para reparação e monitoramento da situação atual.

1. Área de estudo e caracterização da demanda

A comissão de Córrego de Areia é uma das três comissões que juntos englobam as comunidades atingidas do município de Fortuna de Minas. Essa comunidade é caracterizada pela presença de propriedades isoladas localizadas próximas ao rio Paraopeba entre as comunidades de Três Barras, Beira Córrego e Retiro dos Moreiras, e um pequeno aglomerado rural onde funciona a associação comunitária.

A região do córrego de areia está a 11,8 km da sede municipal, que por sua vez encontra-se a aproximadamente 99,3 km de Belo Horizonte, capital do Estado (Figura 1). Sua área total estimada é 3380,1 hectares.

As principais atividades produtivas nessas comunidades estão associadas a lavouras de milho, sorgo e soja, e a pastagem para criação de gado de corte e leite. A cadeia da pesca amadora no rio Paraopeba também movimentava a região através do turismo pesqueiro. Os pontos de pesqueiros estão distribuídos ao longo da calha do rio Paraopeba nessa comissão, e principalmente, próximos a ponte da MG238 sob o rio Paraopeba, entre Fortuna de Minas e Pequi.

Na parte leste as regiões que compõem a comissão são limitadas pelo próprio rio Paraopeba, que faz a divisa dos municípios de Fortuna de Minas e Pequi. Ao Norte os limites da comissão são definidos pelo Córrego dos Macacos, que faz a divisa entre a Região do Córrego de Areia e a Região de Beira Córrego e Retiro dos Moreiras. Ao Sul os limites são definidos pelo Córrego da Porteira do Meio, que transpassa a fazenda Café dos Coqueiros, e faz a divisa entre a Região do Córrego da Areia e a Região de Três Barras. Já a oeste, o limite é irregular e foi definido conforme as estradas principais e outros elementos naturais, como córregos e topografia regional. Para os trabalhos da Assessoria Técnica Independente na Região 3, considerou-se que a localidade denominada Peixe Bravo, faz parte da Comunidade de Córrego de Areia.

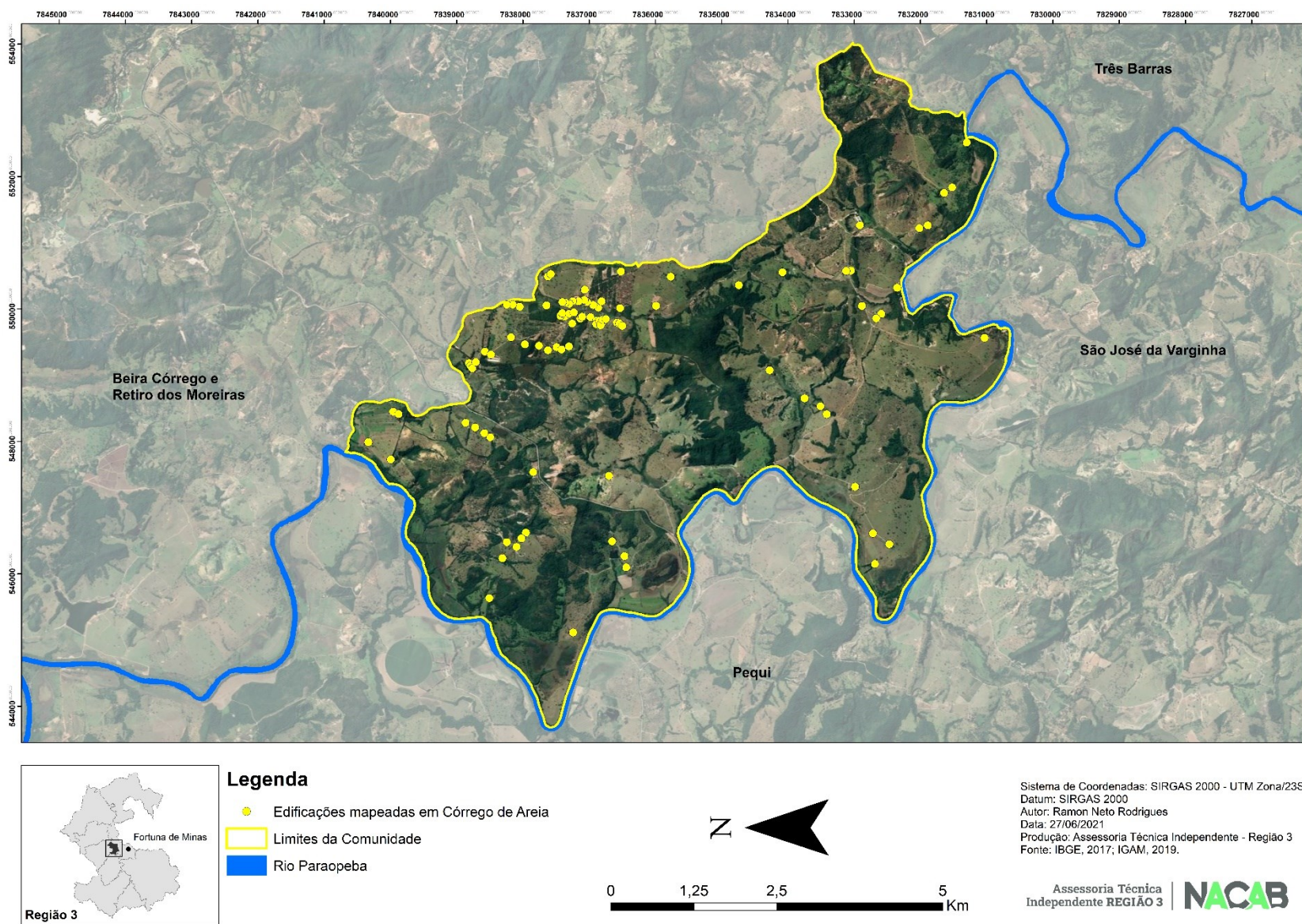
Esses limites foram definidos com base no conhecimento da equipe multidisciplinar do NACAB, e, portanto, ainda é necessário um melhor ajuste com os próprios atingidos. Desta forma, as informações sobre as áreas de cheias nessa região são estimadas para esse polígono, que pode representar um pouco mais ou um pouco menos o limite real da comunidade.

No total a comissão margeia 17,8 km de calha de rio, que representa 9,8% da calha do rio Paraopeba na Região 3. A região mais próxima ao rio Paraopeba é composta por pequenas e

médias propriedades rurais que utilizam as várzeas do rio Paraopeba para plantio e criação de gado. De acordo com o Diagnóstico Territorial Emergencial (NACAB, 2020), a região de Fortuna de Minas tem passado por uma diversificação agrícola nos últimos anos, com a transição de áreas de pastagem para áreas de lavouras temporárias, tanto para alimentação animal quanto para a venda. Observou-se também a introdução de áreas de silvicultura, que na Região do Córrego de Areia ainda é incipiente, assim como os pomares. Foram identificadas, com auxílio de imagens de satélite de alta resolução, 82 edificações dentro dos limites territoriais da comissão (Figura 1). Com base nesse valor, foi estimada uma população total de 320 pessoas¹.

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

Figura 1: Mapa de localização e espacialização de edificações da comissão de Córrego de Areia, em Fortuna de Minas, Minas Gerais.



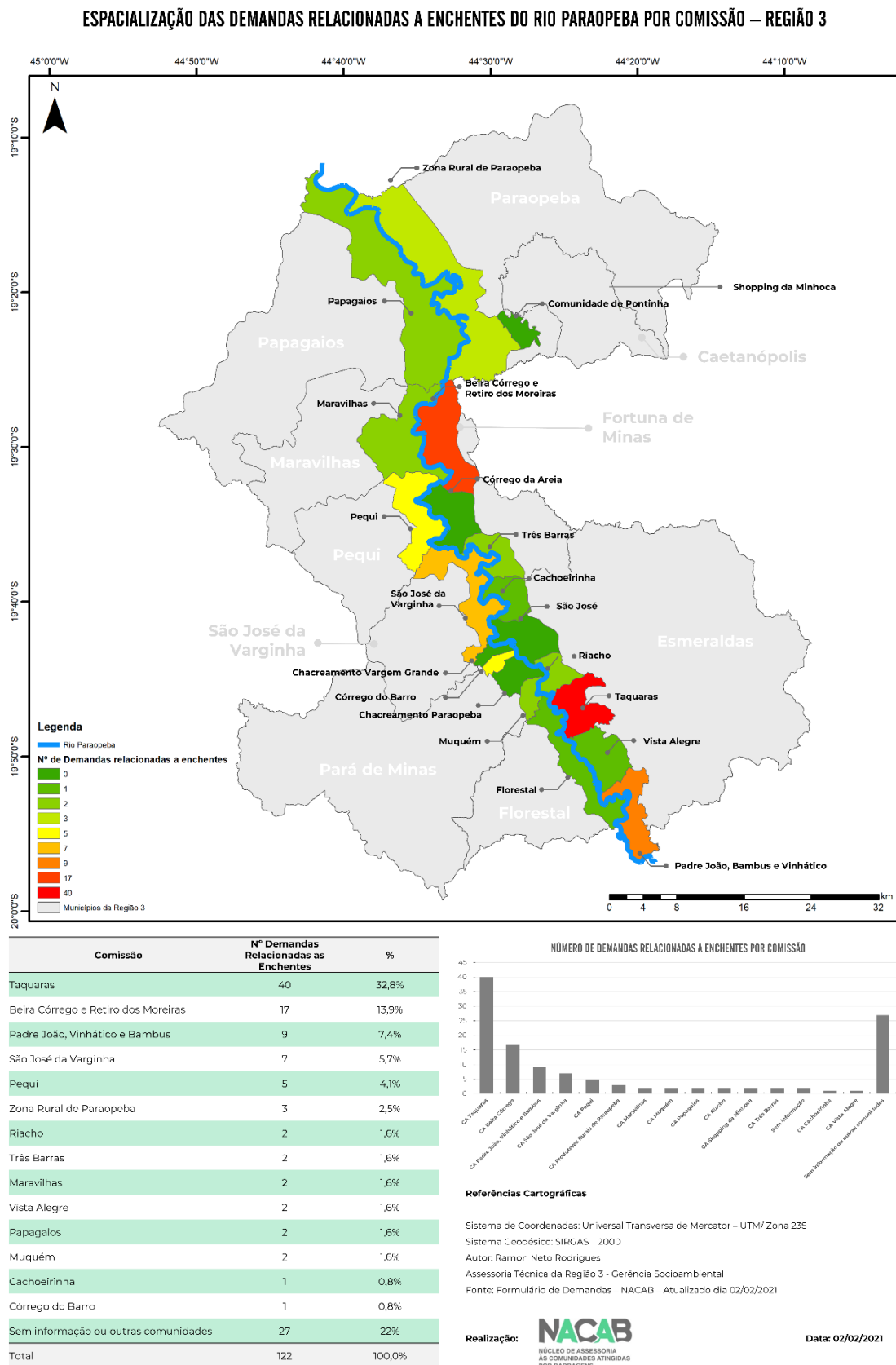
Os primeiros relatos associados às preocupações dos atingidos com os danos potenciais relacionados às cheias do rio Paraopeba, após o rompimento da Barragem da Mina do Córrego do Feijão, foram identificados ao longo das Reuniões de Campo para Construtiva e Validação Participativa do Plano de Trabalho da Região 3 que ocorreram entre os dias 22 de julho e 19 de agosto de 2019.

Essa preocupação do território também 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. Nenhuma das demandas veio da comissão de Córrego da Areia (Figura 2). Apesar de nenhuma demanda ter vindo dessa comissão, o modelo de avaliação de riscos de cheias produzido pelo NACAB, indicam que a Região da Comissão de Córrego da Areia, por terem um relevo mais plano, tendem a ter zonas de inundação muito maiores que as comissões ao sul do território. Desta forma, o baixo número de demandas deve estar associado a menor densidade populacional dessa região e o acesso restrito a internet, comum em regiões rurais da bacia hidrográfica do rio Paraopeba.

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



Desta forma, visando compreender melhor a dinâmica de cheias do rio Paraopeba no município de Fortuna de Minas, no dia 24/02/2021, uma equipe multidisciplinar realizou visitas técnicas nas localidades dessa comissão que margeiam o rio Paraopeba, com o objetivo de compreender melhor a magnitude dos danos associados as cheias e identificar áreas inundadas com objetivo de fornecer subsídios para encaminhamento dessas demandas e ajudar os atingidos na busca pelos auxílios emergenciais de direito.

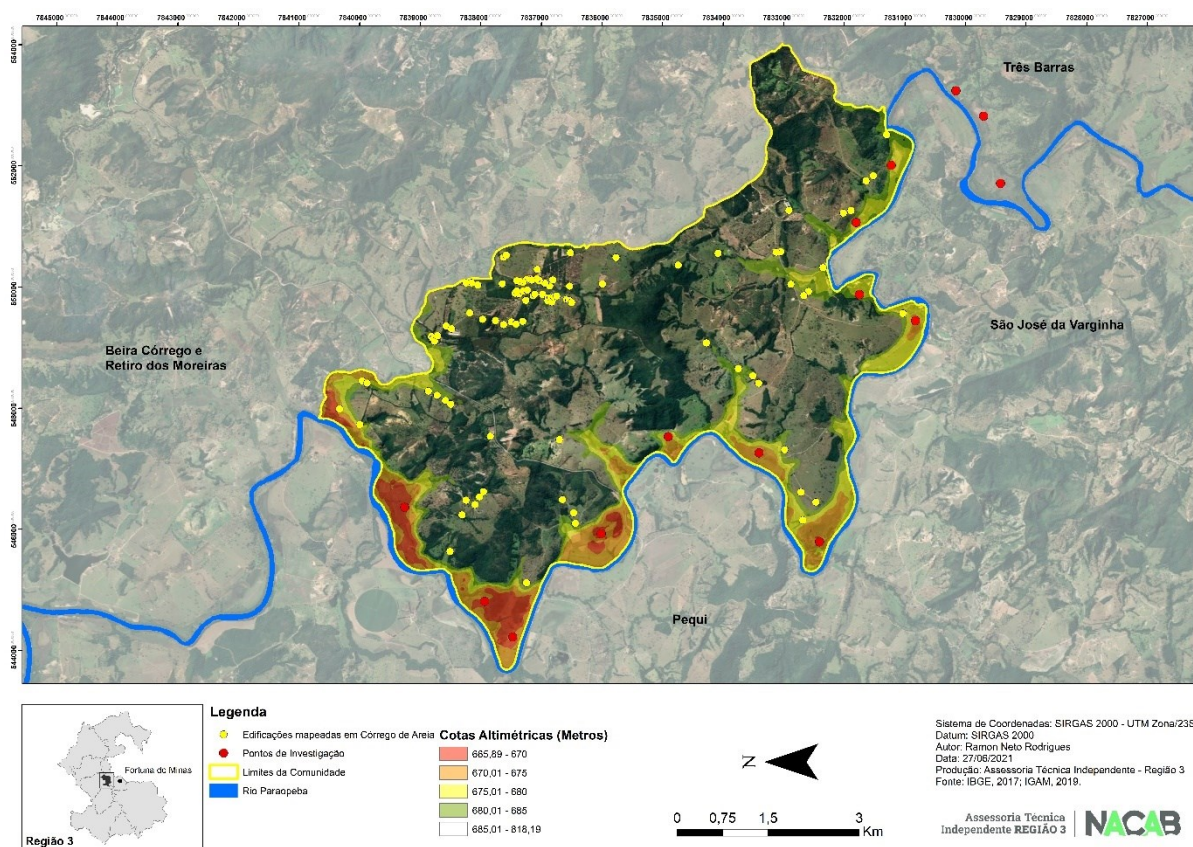
2. Mapeamento das zonas de inundação e caracterização dos danos

2.1 Ferramentas de apoio

De modo a cumprir com os objetivos propostos anteriormente e caracterizar de maneira precisa, foram definidos pontos e zonas de investigação 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. Para a comissão de Córrego de Areia, foram definidos 7 pontos de investigação (Figura 3).

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 *software* Avenza Map. Em cada propriedade, o analista multidisciplinar conduziu uma entrevista simplificada com a pessoa atingida com auxílio de uma Ficha de Campo (Anexo 1). O objetivo foi auxiliar o corpo técnico a identificar *in loco* os principais danos às propriedades, área de inundação total e suas consequências ao modo de vida das pessoas da comunidade.

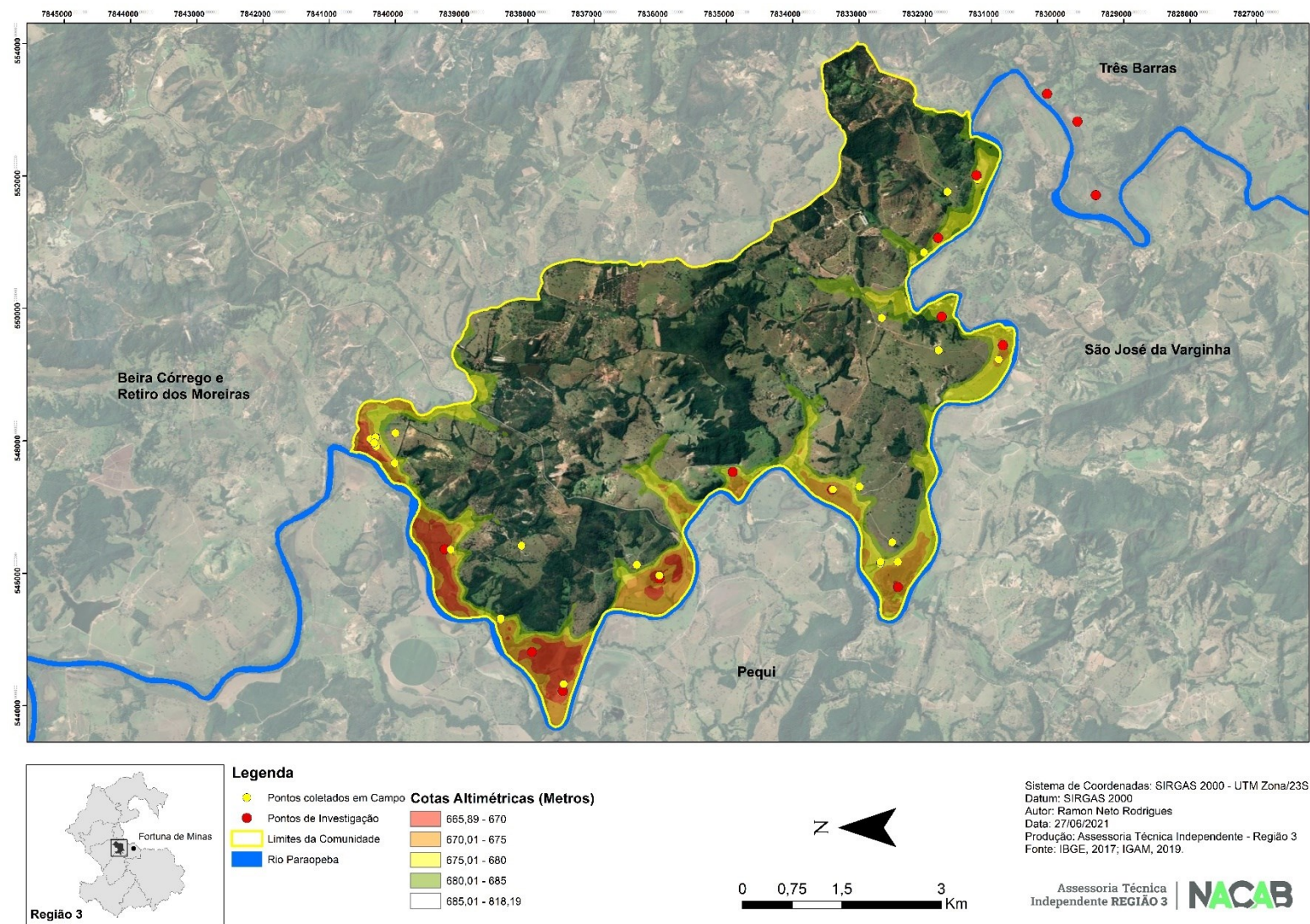
Figura 3: Mapa dos pontos de investigação na área rural da comissão de Córrego de Areia, Fortuna de Minas, Minas Gerais.



2.2 Coleta de campo

O trabalho de campo ocorreu no dia 24/02/2021. Dentro das propriedades visitadas para caracterização dos danos, foram coletadas 14 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). Para cada ponto coletado foram feitos registros fotográficos georreferenciados, uma descrição breve do ponto, como por exemplo, altura da coluna d'água na edificação, altura da camada de rejeitos depositados sobre o solo e uma breve caracterização do dano. Esses pontos além de auxiliar a validação do dano, também ajudaram as equipes de escritório a validarem um modelo de riscos de cheias que facilitará o monitoramento dos eventos extremos e a criação de um sistema de alerta de inundações para toda a Região 3.

Figura 4: Mapa dos pontos de interesse coletados em campo na área rural da comissão de Córrego de Areia, Fortuna de Minas, Minas Gerais.



Dos 07 pontos de investigação definidos, 05 foram vistoriados, incluindo nesse caso a área ao redor desses pontos, quando o acesso direto não era possível. Em um dos pontos de investigação foi constatado, apesar do ponto estar dentro dos limites da comissão, que a sede da propriedade faz parte da comissão de Três Barras e Peixe Bravo, e, portanto, esse ponto de investigação foi incluindo no relatório específico desta comunidade. O último ponto não foi vistoriado devido a impossibilidade de encontrar o responsável pelo imóvel.

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. 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.

Finalizado os procedimentos de campo, todas as fichas de campo foram verificadas com o objetivo de identificar lacunas de informações e escaneadas. As coordenadas geográficas e os registros fotográficos foram exportados dos *smartphones* e importados para o banco de dados da ATIR3. Os dados da ficha de campo, ainda foram tabulados em planilha de sistematização específica, para posterior análise em escritório.

2.3 Análise e sistematização dos resultados

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 buscando 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 14 pontos coletados em campo, 05 pontos traziam informações diretamente relacionados ao limite de inundação e da altura da coluna d'água proveniente da inundação (Figura 5). Esses pontos guiaram o ajuste das cotas de inundação com auxílio dos dados do Modelo Digital de Elevação e a quantificação final da área e edificações atingidas, incluindo também uma análise do uso e ocupação da área atingida e os trajetos.

Com os dados coletados em campo, observou-se que a cheia do rio Paraopeba de 2020 atingiu a cota máxima de inundação igual a 677 metros tanto na porção sul da comissão quanto na

porção norte. Deste modo estimou-se uma área total inundada de 564,41 hectares, considerando para além da área inundação direta do rio Paraopeba, também a área de inundação nas confluências com alguns afluentes do rio Paraopeba. Relatos coletados com as pessoas atingidas e moradores próximos ao rio Paraopeba indicam que às enchentes de 2011 e 1997 atingiram cotas semelhante a cheia de 2020, o que indica um período de recorrência próximo a 10 anos.

Com o ajuste das cotas altimétricas as cotas máximas de inundação registradas, identificou-se apenas uma edificação atingida (1,21% do total). Não foram considerados nesse cálculo pequenas áreas edificadas como bebedouros para o gado (Figura 5). Considerando um número médio de 3,9 pessoas por edificação², têm-se uma população estimada de 4 pessoas. Se comparado a outras comunidades, como a Comunidade de Taquaras, em Esmeraldas, esse o número de edificações atingidas é bastante reduzido. Isso acontece, pois essa região possui um modelo de ocupação distinto ao modelo de chacreamentos encontrado em Esmeraldas, caracterizado pelo alto adensamento de residências.

Neste caso, a paisagem é ocupada por propriedades rurais de médio e grande porte adaptadas à recorrência das cheias, e, portanto, com as residências construídas em terrenos mais altos, enquanto a parte mais baixa é ocupada por lavouras e pastagens. Desta forma, infere-se que para essas comunidades, o dano estimado relaciona-se mais a perda da capacidade produtiva que danos diretos a residências e bens materiais. Esse valor também explica os motivos de não haver demandas relacionadas a essa comissão no formulário de demandas construído pela ATI.

Considerando os dados fundiários disponibilizados pelo Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural e pelo Sistema de Gestão Fundiária, do INCRA, estima-se que pelo menos 06 propriedades foram afetadas diretamente pelas inundações do rio Paraopeba de 2020. Das cinco propriedades visitadas, foram identificados danos a uma edificação. A edificação em questão é uma residência, cuja altura da coluna d'água nessa casa foi igual a 40 centímetros.

Considerando as estradas de uso público, estima-se que 4,11 km de estradas vicinais de uso público foram atingidas e ficaram submersas pela inundação ocorrida em 2020. Devido a deposição do material oriundo da inundação, boa parte dessas estradas ficaram intransitáveis e prejudicaram o acesso dos moradores durante meses.

Baseados nos dados do Projeto MapBiomas, que estimou o uso e cobertura do solo para todo o território brasileiro no ano de 2019 com uma resolução de 30 metros, a maior parte da área

² Média de 3,9 pessoas por domicílio, segundo PNAD 2017/IBGE.

afetada pela inundação são áreas de pastagens (475,12 hectares; 84,18% do total inundado), formações florestais (46,11; 8,17% do total inundado) e rios e lagos (25,45 hectares; 4,51% do total inundado). Esse valor alto de rios e lagos estão associados aos limites da comissão que se confundem com o próprio rio Paraopeba e áreas de brejo que comumente são confundidas com áreas de lagos intermitentes (Figura 6; Tabela 1). Comparada a outras comissões, as áreas de pastagens afetadas é uma das maiores, indicando danos expressivos a prática pecuária na região de Córrego da Areia. 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.

Tabela 1: Classes de uso e ocupação do solo na área total inundada e percentual em relação ao total inundado.

Classes de uso e ocupação do solo	Área total inundada (hectares)	Percentual em relação ao total inundado (%)
Pastagens	475,12	84,18
Formação Florestal	46,11	8,17
Rios e Lagos	25,45	4,51
Formação Savânica	14,95	2,65
Outras Lavouras Temporárias	1,41	0,25
Outras Áreas Não Vegetadas	1,30	0,23

Figura 5: Mapa da zona inundável e edificações atingidas pelas cheias de janeiro de 2020, na área da comissão de Córrego de Areia, em Fortuna de Minas, Minas Gerais.

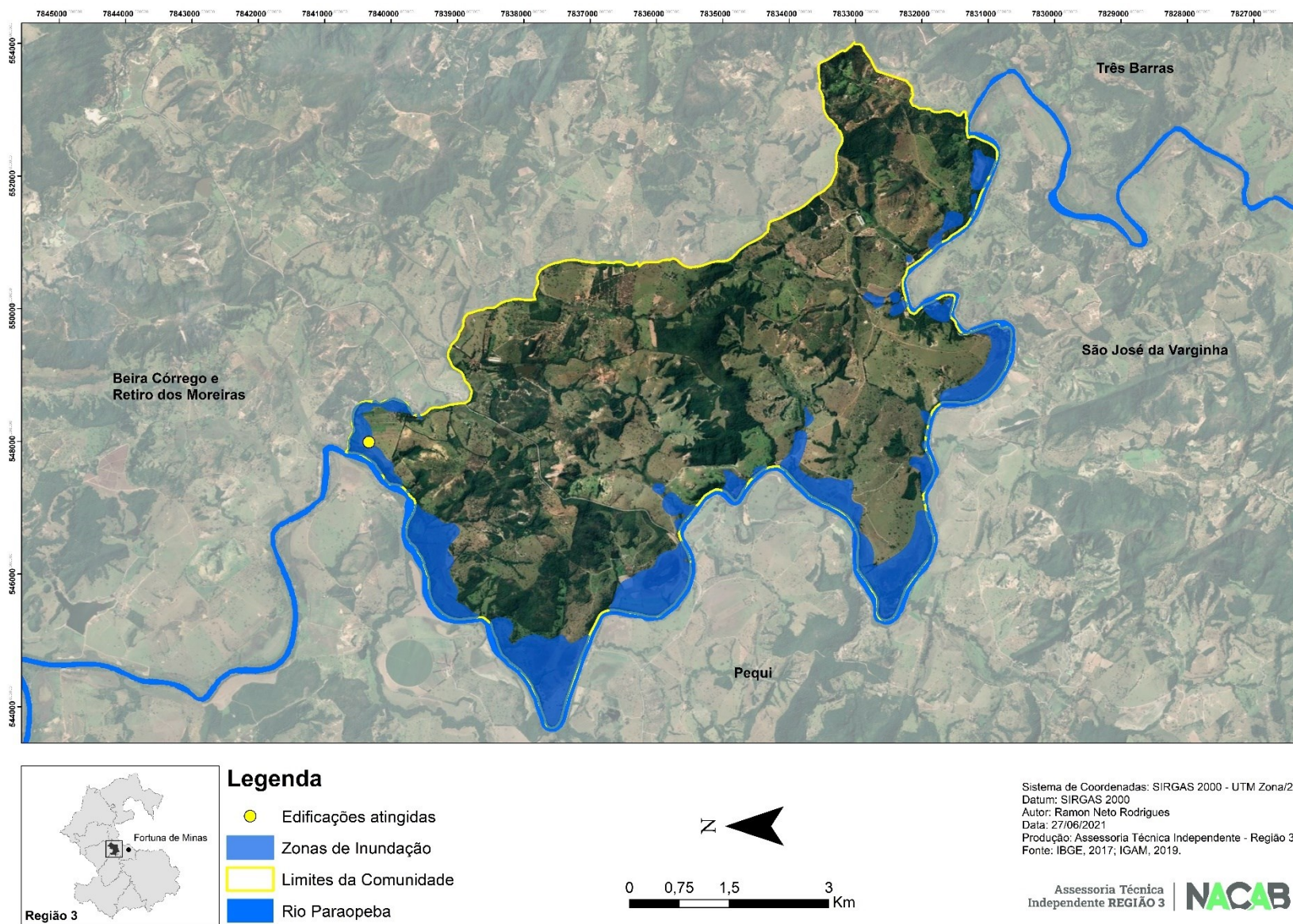
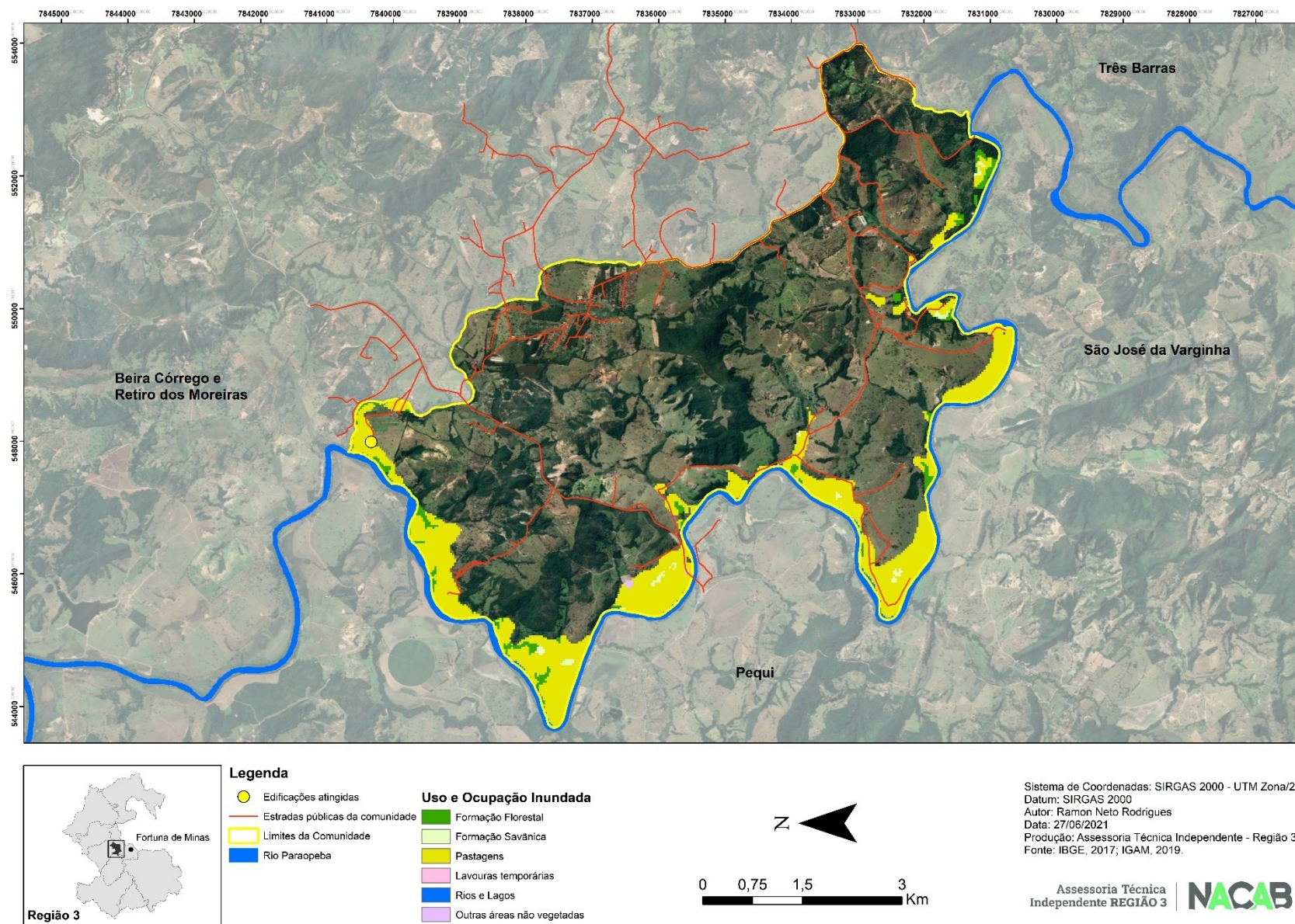


Figura 6: Caracterização do uso e cobertura do solo da zona inundável na área da comissão de Córrego de Areia, Minas Gerais.



2.3.2 Caracterização dos danos e medidas de reparação adotadas

Com base no que foi evidenciado anteriormente, foram identificados sete tipos diferentes de danos socioambientais: **i) Danos aos sistemas fluviais; ii) Danos econômicos associados a perda de áreas produtivas; iii) Comprometimento ao abastecimento e captações; iv) Danos estruturais aos imóveis; v) Outros danos materiais; vi) Danos imateriais; vii) Danos à saúde física e mental.**

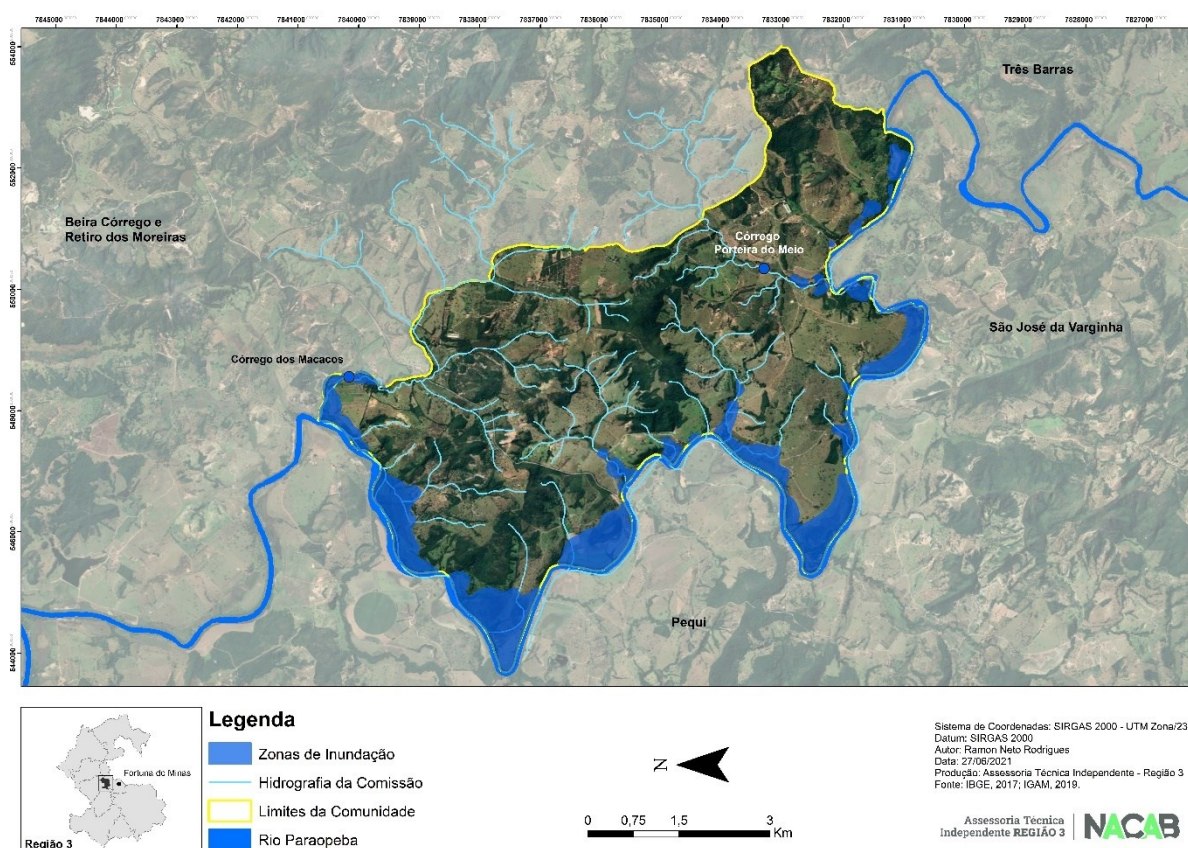
i) Danos ao sistema fluvial

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 para seu interior 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 uma série de alterações comportamentais na comunidade aquática e prejudicar a resiliência desses ambientes, principalmente aqueles 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 consequentemente, a recuperação das atividades socioeconômicas associadas a cadeia produtiva da pesca.

Mais especificamente dentro da área da comissão em estudo, estima-se que as cheias do rio Paraopeba de 2020 tenham atingido pelo menos dois importantes afluentes do rio Paraopeba, o Córrego dos Macacos e o Córrego Cipó, ambos no município de Fortuna de Minas. Esses afluentes são utilizados como fonte de água para dessedentação de animais como alternativa ao rio Paraopeba, cujo uso ficou proibido após o rompimento (Figura 7).

Desta forma, torna-se necessário compreender melhor se a qualidade da água desses afluentes fora afetada pelo carregamento 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 essas comunidades e a esses afluentes. Dados de zonas 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 7: Afluentes do rio Paraopeba dentro das zonas de inundação das cheias de 2020 do rio Paraopeba, na comunidade de Córrego de Areia, Minas Gerais.



ii) Danos econômicos associados a perda de produção agropecuária

De modo geral, todos os atingidos entrevistados citam perdas econômicas associadas às cheias do rio Paraopeba, após o rompimento. Neste caso, observou-se dois tipos de danos: os danos diretos, associados a morte das plantações atingidas pelas cheias próximas a época de colheita; 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 pela sua impermeabilização superficial (Figura 8a), e ou relacionada ao cercamento da área de pastagens devido às incertezas de contaminação do solo associadas ao rompimento da barragem, o que levou a necessidade de diminuição do número de animais da propriedade (Figura 8b).

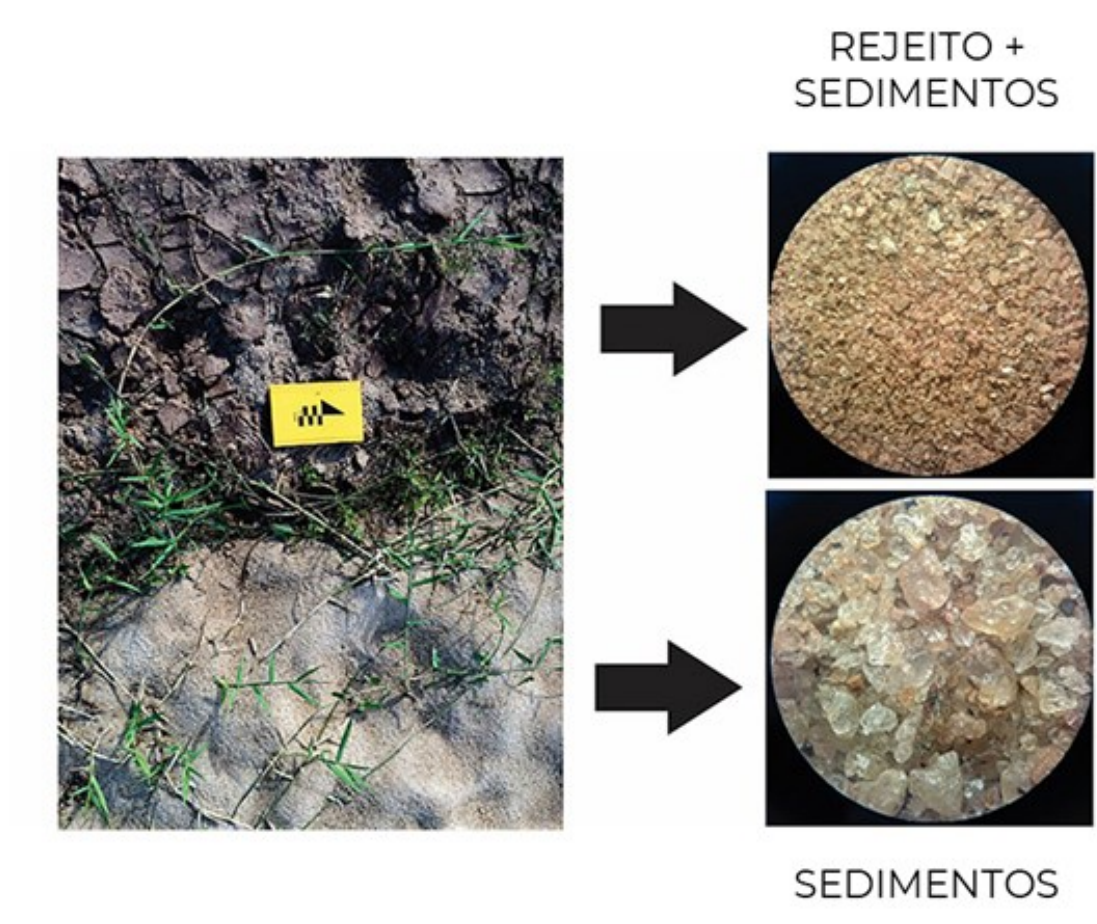
Figura 8: Áreas de pastagem atingidas pelas cheias do rio Paraopeba em 2020 e cerca providenciada pela Vale S.A, em uma das propriedades visitadas em Córrego da Areia, Minas Gerais.



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 mineradora Vale S.A (Figura 9). 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 associado 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 9: 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).

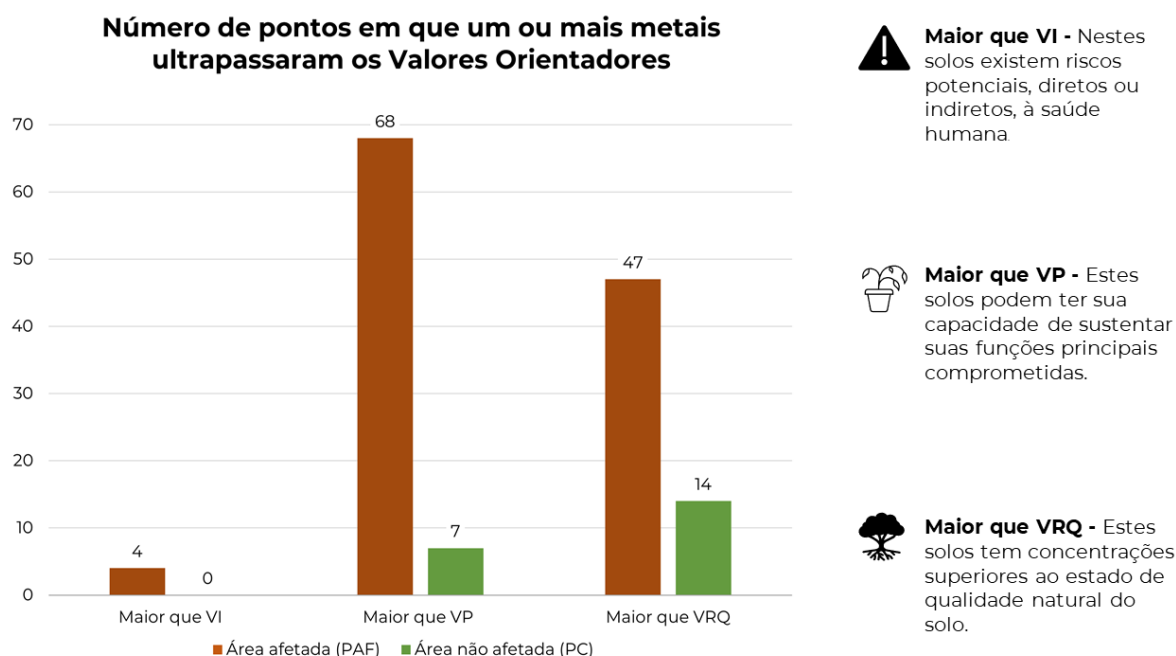
O estudo recente promovido pelo NACAB, ATI responsável pela Região 3, intitulado “Solos da Região: Caracterização física e química”, finalizado no mês de março por consultoria contratada, indicou que as áreas atingidas pelas cheias do rio Paraopeba apresentaram altos teores de silte se comparados a áreas 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).

Figura 10: Número de pontos em que as amostras de solo apresentaram um ou mais elementos químicos que ultrapassaram os Valores Orientadores previstos na Resolução CONAMA Nº 420/2009 e Deliberação Normativa COPAM n.º 166/2011

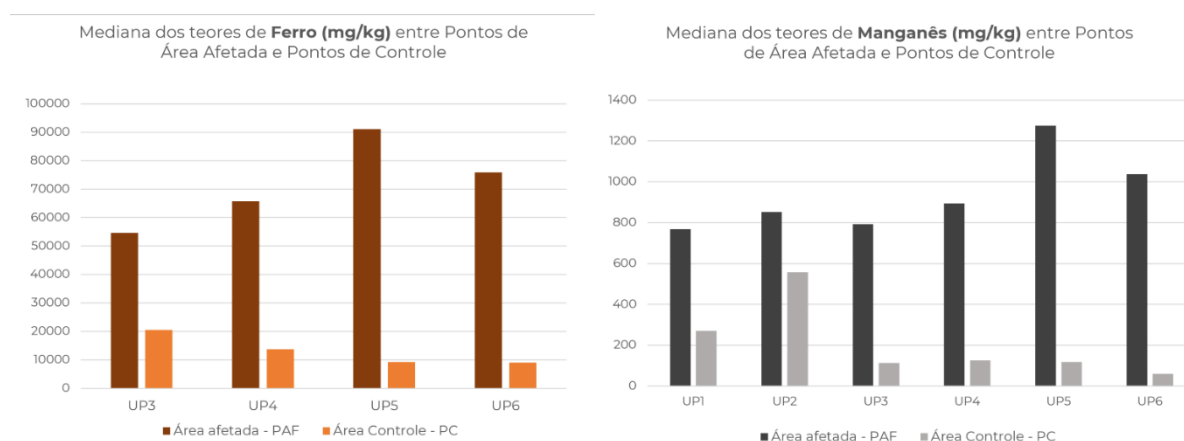


De modo geral, o Cromo, Níquel, Bário e Cobalto, apresentaram um número elevado de pontos com concentrações acima do Valor de Prevenção (VP) e Valor de Referência de Qualidade (VRQ), segundo a Resolução CONAMA Nº 420/2009. Para as áreas com concentrações de elementos acima do Valor de Prevenção, são 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.

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 12). 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 11: 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

apontem com precisão que exista a contaminação dos tecidos vegetais. No entanto, estudos experimentais utilizando como base o caso do rompimento de Fundão, em Mariana, MG, indicam que algumas espécies possuem capacidades maiores de absorção de 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 deposição de rejeitos de minério. Isso acontece, pois o material depositado às margens dos rios impactados possuem uma baixa fertilidade, associada a alguns elementos tóxicos, como alumínio, 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). Há relatos ainda de morte imediata da vegetação aonde a cheia chegou, levando a uma perda expressiva das áreas de pastagem.

Deve-se ressaltar, que todas as propriedades visitadas que possuem atividade pecuária receberam algum tipo de auxílio emergencial. Porém, observou-se que de modo geral, algumas ações ainda precisam de complemento ou não foram realizadas para uso imediato. Isso acontece, principalmente naquelas propriedades onde o local do poço foi perfurado, mas a instalação ainda não. Outros ainda indicam que o fornecimento para alimentação animal não é suficiente para supressão da demanda e que só a silagem, mesmo em situação ideal, não é capaz de suprir as demandas nutricionais do gado, sugerindo a necessidade de complemento via ração animal.

Há casos ainda, que solicitação de caminhão pipa e bebedouros foram realizadas para complemento da vazão do poço ou córrego alternativo, mas que isso não foi fornecido pela empresa Vale S.A. Nenhuma das propriedades visitadas relatou estar satisfeita com a quantidade de silagem/alimentação animal, fornecida pela empresa Vale S.A. Desta forma, torna-se necessário rever os critérios e os cálculos de fornecimento de alimentação animal e fornecimento de água/bebedouros, para suprir a demanda da propriedade atingida.

iii) Comprometimento ao abastecimento e captações

Assim como no caso das áreas produtivas afetadas, em todas as propriedades visitadas observou-se que o rompimento da barragem B.I em Brumadinho e a consequente poluição do rio Paraopeba comprometeram a qualidade de vida das pessoas que dependiam diretamente do rio e ou de poços artesianos próximos para a dessedentação dos seus animais, para consumo humano e para irrigação das lavouras (Figura 10). Ainda foi relatado aos analistas de campo, que alguns poços foram atingidos mesmo estando acima do limite de 100 metros, definido pela empresa Vale S.A.

Figura 12: Córrego utilizado como fonte alternativa ao rio Paraopeba, que foi atingido pelas cheias do rio Paraopeba em 2020.



Alguns atingidos relataram que as medidas reparatórias adotadas pela empresa Vale S.A foram suficientes para sanar o problema temporariamente, outros ainda não tiveram suas solicitações atendidas em plenitude, sobretudo, aqueles que utilizavam a água diretamente do rio Paraopeba ao invés de poço. Também, foram relatados conflitos associados a incertezas da contaminação

do poço artesiano, principalmente naqueles casos, onde era liberada a coleta de água, mas os resultados não eram divulgados para os atingidos.

Desta forma, observou-se em campo, que há ainda, mesmo 2 (dois) anos após o rompimento, atingidos que ainda não foram atendidos em sua plenitude ou que tiveram suas solicitações negadas, mesmo estando dentro das zonas de inundação direta, impedindo assim o acesso garantido a reparação justa e integral.

iv) Danos aos imóveis e edificações

Como citado anteriormente, as propriedades da comunidade que estão próximas ao rio Paraopeba convivem historicamente com a dinâmica de cheias do rio, e, portanto, foram identificadas poucas edificações atingidas diretamente pelas cheias. Das três propriedades visitadas, apenas uma teve edificações diretamente atingidas pelas cheias do rio Paraopeba (Figura 11). Não foi observado nenhum dano estrutural associado as cheias.

Figura 13: Altura da coluna de água em uma das edificações atingidas pelas cheias do rio Paraopeba na Comissão de Córrego da Areia, em Fortuna de Minas, Minas Gerais.



v) Outros danos materiais

De modo geral, outros danos econômicos relatados referem-se a perdas econômicas associadas a venda de pescados no rio Paraopeba. Com a impossibilidade da pesca alguns moradores relataram perda de renda mensal. Também foi relatado a perda de renda associada ao aluguel de ranchos e espaço para acampamento para pescadores locais. Como esse tipo de prática era comum no território deverá ser alvo de avaliação integrada pela Assessoria Técnica Independente da Região 3.

De qualquer forma, a mensuração exata dos danos materiais será realizada por meio de um questionário censitário que está previsto para ser realizado pela Gerência de Socioeconomia.

vi) Danos imateriais e a saúde física e mental

Para além dos danos materiais, também foram observados em campo danos imateriais associados ao rompimento, dentre os quais podemos citar: a interrupção de vínculos históricos e de socialização das pessoas, cujo elemento centralizador da comunidade era o rio Paraopeba; o aumento das frustrações associadas a projetos de vida que dependiam da água do rio Paraopeba; diminuição do lazer associado a atividade da pesca, bem como conflitos fundiários entre vizinhos e comunidades, associados a arbitrariedade dos critérios de elegibilidade às medidas de reparação emergencial da Vale S.A. Não obstante, apesar de não relatado diretamente, observou-se uma série de sinais de ansiedade e depressão associadas ao rompimento, as cheias do Paraopeba e a ruptura no modo de vida das pessoas que utilizavam o rio.

2.3.2.1 Medidas de Reparação identificadas

No total foram 3 (três) propriedades visitadas para compreensão dos danos associados ao rompimento na comissão de Córrego de Areia. Abaixo segue a tabela síntese das medidas de reparação executadas pela empresa Vale S.A, solicitadas e não atendidas (Tabela 2)

De modo geral, é possível observar que apesar de algumas medidas terem sido adotadas, essas foram executadas sem satisfazer a necessidade das pessoas atingidas. Como pode-se observar

com o auxílio da tabela abaixo, apesar da maior parte dos atingidos entrevistados receberem alimentação animal, a quantidade oferecida é bem menor do que o necessário. Quanto a perfuração de novos poços, é possível observar que em diversos casos a instalação foi incompleta, sendo, portanto, necessário finalizar a instalação das peças hidráulicas e/ou da instalação elétrica da bomba e do filtro, impossibilitando seu uso.

Tabela 2: Medidas de reparação executadas, solicitadas e não atendidas em cada uma das propriedades visitadas para caracterização dos danos associados a cheia do rio Paraopeba, em Córrego de Areia, em Fortuna de Minas, Minas Gerais.

Identificação da propriedade	Medidas de Reparação						
	Entrega de Silagem	Cercamento das áreas inundadas	Perfuração de um novo poço	Água potável	Bebedouro	Caixa d'água	Água mineral
FOR07	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Não	Sim
FOR08	Sim		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
FOR09	Sim	Sim	Sim, mas ainda não está liberado para uso.	Não	Não	Não	Sim

A ineficiência e/ou incompletude dessas ações potencializa os danos à essas pessoas, considerando que o atingido se encontra sem alternativa confiável de fontes de água, e acaba permitindo o acesso do gado ao rio Paraopeba. Isso poderá implicar não só na contaminação das criações animais, mas, também, em sua contaminação e potenciais danos à saúde física das pessoas que consomem o leite, a carne ou derivados. Não obstante, o uso da água do rio Paraopeba para irrigação de lavouras poderá, também, levar a contaminação dos tecidos vegetais e a possível biomagnificação de contaminantes na cadeia alimentar.

Desta forma, entende-se que a execução das medidas reparatórias de forma satisfatória é fundamental para garantia da saúde física e mental das pessoas atingidas, da garantia de seus direitos, bem como a reparação e mitigação de danos futuros e/ou supervenientes.

3. Parecer técnico e medidas de reparação

Diante do trabalho realizado em campo, conclui-se que a região de Córrego da Areia, em Fortuna de Minas, também foi afetada diretamente pelas cheias do rio Paraopeba de 2020. No que se refere explicitamente à deposição de rejeito e sedimentos durante as cheias do rio

Paraopeba no início de 2020, a equipe constatou e estimou danos diretos a 564,41 hectares e a uma edificação, sendo todas benfeitorias ligadas a atividade da pesca. Com os dados fundiários do Cadastro Ambiental Rural e Sistema de Gestão Fundiária do INCRA, pelo menos 06 propriedades foram atingidas pelas cheias do rio Paraopeba em Papagaio. Esse número pode ser ainda maior, visto que existem lacunas fundiárias nas bases utilizadas para consulta. Desse total de área afetada, a maior parte é composta por áreas de pastagens (475,12 hectares; 84,18 %).

De modo geral, devido à granulometria do material depositado, foi identificada uma compactação generalizada do solo atingido pelas enchentes, com consequente impermeabilização que impede e/ou dificulta qualquer tentativa de plantio ou uso agrícola dessas áreas, sem o manejo adequado de 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, cujos resultados estão disponíveis para consulta, indicam diferenças significativas da granulometria das zonas impactadas e a 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 (Vide NACAB, 2021). Recomenda-se portanto 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 mostra-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 que utilizavam o rio Paraopeba para dessedentação animal e/ou irrigação.

Em relação a outros danos materiais, foi constatada, utilizando como base apenas as propriedades visitadas, uma enorme variedade de materiais atingidos e perdidos. Entre eles podemos citar danos materiais relacionados à perda de produção agrícola e pecuária, perda de produtos para alimentação animal e perda de renda associados a cadeia produtiva da pesca, seja devido a atividade em si ou pelo aluguel de áreas para acampamento. Não foi possível estimar a extensão dos danos materiais em todas as propriedades afetadas. Ressalta-se, portanto, que é necessário realizar um levantamento e análise mais minuciosa de cada propriedade atingida,

para detalhar a extensão desses danos

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 de Córrego de Areia. O rio ocupou e ocupa um lugar central na vida e no trabalho das pessoas, haja vista a grande quantidade de sítios e 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.

Há que se observar o cuidado para não generalizar, pois há sintomas psicossociais que possivelmente existiam antes do rompimento da barragem, todavia, o agravamento das tensões, a exposição a diversos tipos de violência numa comunidade que passou a conviver com complexos processos de sofrimento social, afetando e potencializando drasticamente sua intersubjetividade. 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 ausência dos turistas que alugavam a área para realização de acampamentos de pesca, por exemplo.

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.

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

i. Programa de Transferência de Renda: a inserção no Programa de Transferência de Renda a todos as pessoas pertencentes a comunidade de Córrego de Areia, visto que, apesar das cheias serem esperadas na comunidade, o material depositado, após o rompimento e contaminação do rio Paraopeba, apresenta uma composição granulométrica diferente do normal, dificultando o plantio, a produção de alimentos, pastagem e forrageiras. Além disso, como a composição química desse material e o nível de contaminantes dos alimentos/forrageiras produzidos sobre esse material ainda é desconhecida, não é possível garantir a segurança a saúde em caso de consumo desses produtos. Desta forma, entende-se que a deposição desse material, gerou diversos ônus econômico às famílias atingidas, caracterizado pela própria perda produtiva e/ou pela necessidade que surge de compra de insumos ou alimentos. Assim, considera-se justa a elegibilidade dessas pessoas ao auxílio econômico provisório.

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 considera-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 ou córregos alternativos foram atingidas 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 Comissão de Córrego de Areia, em Fortuna de Minas 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 em período seco e chuvoso e 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 superficial e superficial) e da vazão ecológica dos cursos d'água, como forma de se evitar a superexploração dos recursos hídricos e, consequentemente, prejuízos aos usos múltiplos e futuros da água. A manutenção ou recuperação da integridade ecológica dos ambientes aquáticos também deve ser objeto de atenção, tendo em vista 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, e insegurança da aproximação dos animais as forrageiras presentes nas margens do rio. Consequentemente a oferta de água e alimento ficou comprometida.

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. Isso pode violar 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 consequências 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 no início do ano. 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. Desta forma, 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, a fim 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, destaca-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 espantado turistas e clientes. Além disso, recomenda-se a adoção de programas que auxiliam no escoamento dos produtos locais, para que novos mercados sejam atingidos, como forma compensatória pela perda de clientes antigos 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 considera-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 (retenção; 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 da incerteza 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 casos de deposição de rejeito 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 ainda reforça 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 carreado 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 de um 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 nenhum tipo de políticas públicas para a localidade.

Neste sentido, a ATI pode apoiar buscando 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 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 Decorrencia 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](https://doi.org/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.

BRITTO, D.T.; KRONZUCKER, H.J. NH_4^+ 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](https://doi.org/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>.

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>.

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.

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, 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.

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

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 SBCE, (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.

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		 NACAB 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 Tipo(s) de edificação: _____ _____		Quantas? _____	
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? () Sim () Não Qual ? _____	Latitude:	
	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		

