



RELATÓRIO DE CAMPO

Caracterização das zonas atingidas pelas enchentes do rio Paraopeba e danos às propriedades de Córrego do Barro e Chacreamento Paraopeba e Vargem Grande, Pará de Minas, MG.

Pará de Minas, MG

Junho, 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)

Colaboradores

Regina Rodrigues de Oliveira

Coordenadora de Campo do escritório de Pará de Minas

Nutricionista, mestre em Extensão Rural.

Índice de Figuras

Figura 1: Mapa de localização e edificações mapeadas em Córrego do Barro, Chacreamento Paraopeba e Chacreamento Vargem Grade, em Pará de Minas.....	7
Figura 2: Espacialização das demandas relacionadas a enchentes por comissão de atingidos da Região 3.....	9
Figura 3: Mapa dos pontos de investigação indicados para visita em Córrego do Barro, Chacreamento Paraopeba e Chacreamento Vargem Grande, Pará de Minas, MG.....	11
Figura 4: Mapa dos pontos de interesse coletados em campo dentro dos limites das comunidades de Córrego do Barro, Chacreamento Paraopeba e Chacreamento Vargem Grande, em Pará de Minas.	12
Figura 5: Coleta de pontos de interesse nas localidades estudadas, em Pará de Minas, MG. Em ambas as fotos, coletas de pontos de pesca no rio Paraopeba.	13
Figura 6: Mapa da zona inundável e edificações atingidas pelas cheias de janeiro de 2020, nas localidades de Córrego do Barro, Chacreamento Paraopeba e Chacreamento Vargem Grande.....	15
Figura 7: Uso e Ocupação do solo na área inundada dentro das localidades estudadas na zona rural de Pará de Minas, MG.	16
Figura 8: Afluentes do rio Paraopeba dentro das zonas de inundação das cheias de 2020 do rio Paraopeba, em Córrego do Barro, Chacreamento Paraopeba e Chacreamento Vargem Grande, em Pará de Minas, MG.....	18
Figura 9: Córrego do Barro em uma das propriedades visitadas durante o levantamento dos danos das cheias do rio Paraopeba, em Pará de Minas, MG.....	20
Figura 10: �rea de pastagens atingida e cercadas pelas cheias do rio Paraopeba em 2020, nas localidades rurais estudadas em Pará de Minas, Minas Gerais.	21
Figura 11: Imagem ampliada das diferenças granulométricas encontradas antes e após o rompimento da Barragem de Fundão nas zonas de deposi�o do rejeito.	22
Figura 12: 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 13: 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 14: Ponto de capta�o de água do rio Paraopeba e infraestrutura de capta�o desativada, na comunidade de córrego do barro, devido as proibi�o�es de uso associadas ao rompimento da Barragem BI.....	27
Figura 15: Cisterna atingida pelas cheias do rio Paraopeba, devido ao extravasamento do Córrego do Barro, na Zona Rural de Pará de Minas.	27

Sumário

Apresentação	5
1. Área de estudo	6
2. Mapeamento das zonas de inundação e caracterização dos danos	10
2.1 Ferramentas de apoio	10
2.2 Coleta em campo	12
2.3 Análise e sistematização dos resultados	13
2.3.1 Delimitação das zonas de inundação.....	14
2.3.2 Caracterização dos danos	18
3. Parecer técnico e medidas de reparação	28
4. Referências Bibliográficas.....	38
ANEXOS	41
ANEXO I: FICHA DE CAMPO PARA GEORREFERENCIAMENTO DE ZONAS IMPACTADAS POR ENCHENTES	41

Apresentação

O presente relatório registra as atividades de campo da equipe de campo multidisciplinar, realizadas entre fevereiro e março de 2021, na comunidade de Córrego do Barro e nos chacreamentos Paraopeba e Vargem Grande, em Pará 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 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 nas comunidades de Córrego do Barro, Chacreamento Paraopeba e Chacreamento Vargem Grande. Também foram avaliados quais as medidas mitigadoras deverão ser tomadas para reparação e monitoramento da situação atual.

1. Área de estudo

A comunidade de Córrego do Barro está localizada na porção nordeste do município de Pará de Minas, Minas Gerais, a aproximadamente 26,6 km da sede municipal, seguindo pela estrada de Trindade. Na região rural da comunidade de Córrego do Barro, estão localizados dois chacreamentos rurais. O primeiro denominado Chacreamento Paraopeba, está ao sul de Córrego do Barro, após a região do Córrego do Funil. Já o Chacreamento Vargem Grande, está ao norte de Córrego do Barro, próximo ao limite municipal de Pará de Minas com São José da Varginha. Apenas o Chacreamento Paraopeba e a Comunidade de Córrego do Barro, tem como fronteira leste o rio Paraopeba. O Chacreamento Vargem Grande está a aproximadamente 440 metros do rio Paraopeba.

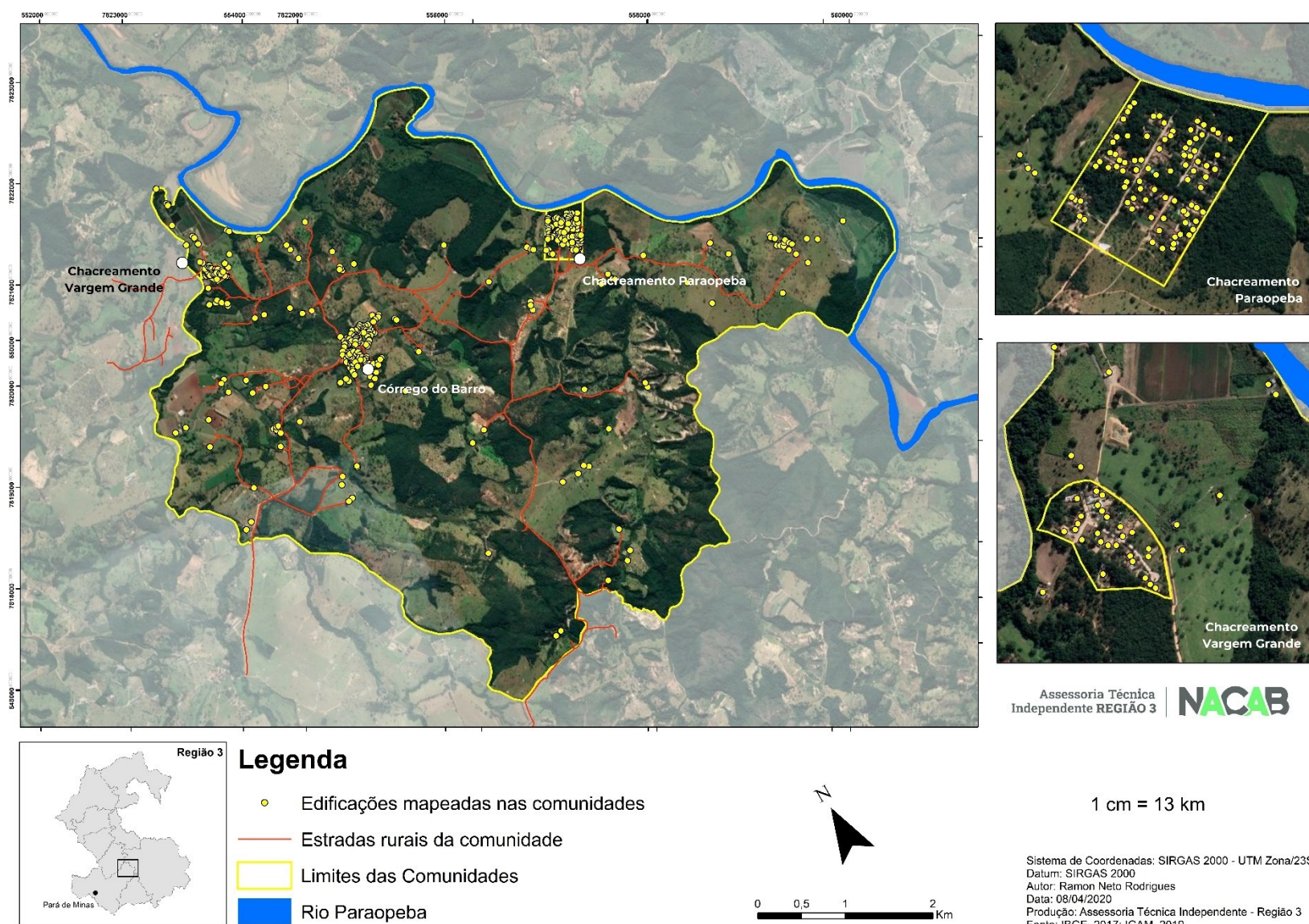
Nesse conjunto de localidades já foram mapeadas pela Assessoria Técnica Independente da Região 3, 357 edificações, sendo a maior parte situada no aglomerado rural de Córrego do Barro (245 edificações; 68% das edificações totais), seguido pelo Chacreamento Paraopeba com 86 edificações mapeadas e o Chacreamento Vargem Grande com 26 edificações (Figura 1). Com base nesses valores, foi estimado uma população total de 1392 pessoas¹. Entende-se que o perfil dos atingidos dessa localidade podem ser dividido em pelo menos dois grupos: Proprietários rurais próximos ao rio Paraopeba, que utilizavam essa área como pastagens e áreas de cultivos e; pessoas que moram no aglomerado rural de Córrego do Barro e chacreamentos, muitas delas pescadores, comerciantes, prestadores de serviços, sitiantes e aposentados.

Ao Leste essas localidades são limitadas pelo rio Paraopeba, que faz a divisa entre os municípios de Pará de Minas e Esmeraldas. Ao Norte, essa localidade se estende até a divisa municipal com São José da Varginha. Já ao sul, as comunidades estudadas vão até Muquém, que por sua vez faz a divisa de Pará de Minas com Florestal.

A região mais próxima ao rio Paraopeba é caracterizada por áreas de várzea que são consideradas áreas nobres para a produção agropecuária (produção de silagem, milho para silagem e milho verde, pecuária de corte e de leite), turismo (pesca, canoagem, visitas panorâmicas ao rio), e dessedentação de animais. O sistema agrícola mais adotado é o plantio direto. O rio passa por processos de inundação em determinadas épocas do ano, sendo que em alguns anos o fenômeno não ocorre. Portanto, as atividades que acontecem as margens do rio levam em consideração o calendário agrícola e hidrológico para a região.

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

Figura 1: Mapa de localização e edificações mapeadas em Córrego do Barro, Chacreamento Paraopeba e Chacreamento Vargem Grade, em Pará de Minas.



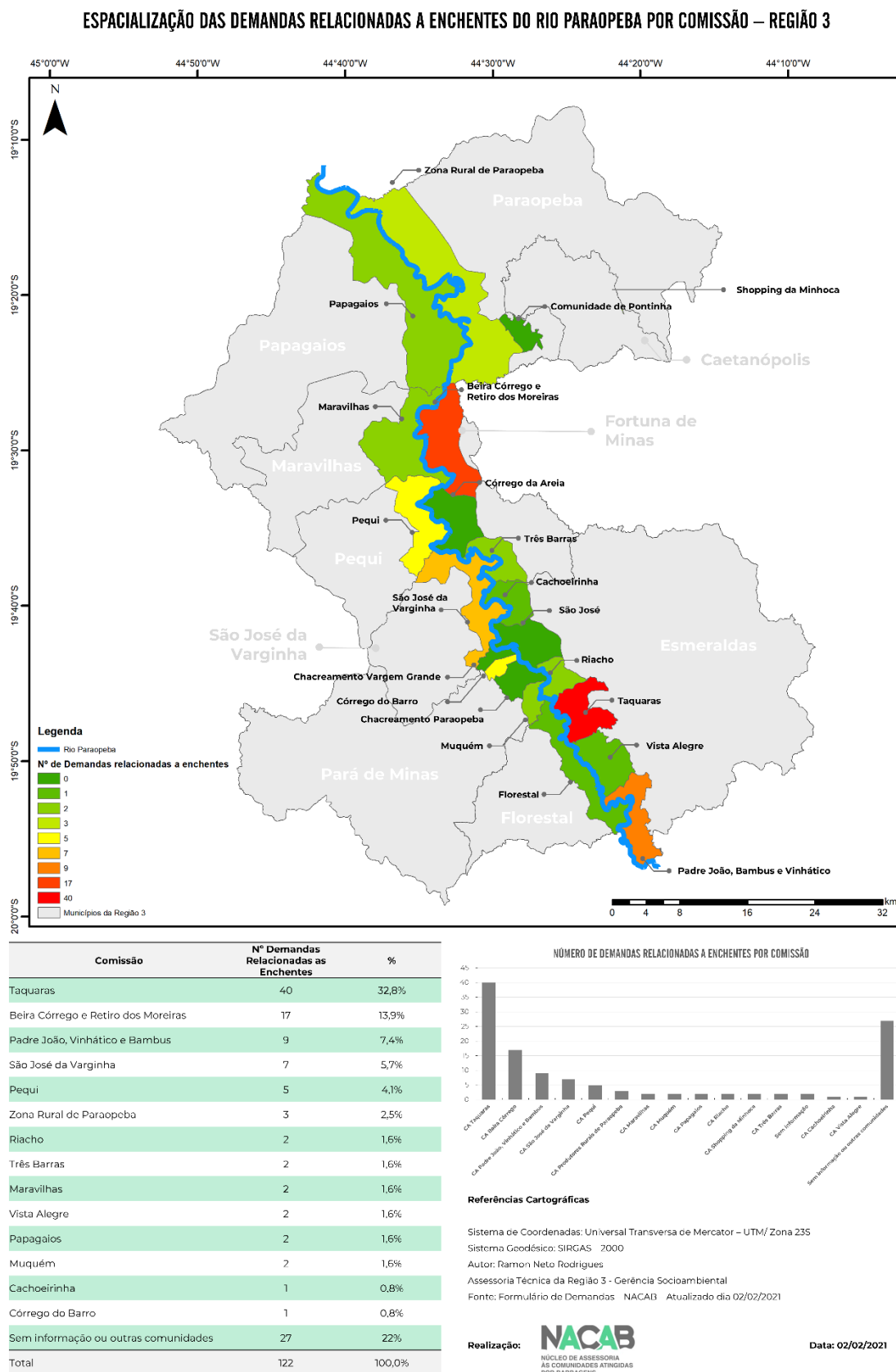
Os primeiros relatos associados às preocupações dos atingidos com os danos potenciais relacionados às cheias do rio Paraopeba, após o rompimento da Barragem da Mina do Córrego do Feijão, foram identificados ao longo das Reuniões de Campo para Construtiva e Validação Participativa do Plano de Trabalho 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. Deste total, 7 demandas vieram de pessoas atingidas em Córrego do Barro, Chacreamento Paraopeba e Chacreamento Vargem Grande, o que representa 6,4 % de todas as demandas relacionadas a enchentes da Região 3 (Figura 2). Esse baixo número de demandas associadas as cheias nessa comunidade devem estar relacionadas a 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.

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 Pará de Minas, no início de fevereiro e no início de março 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.

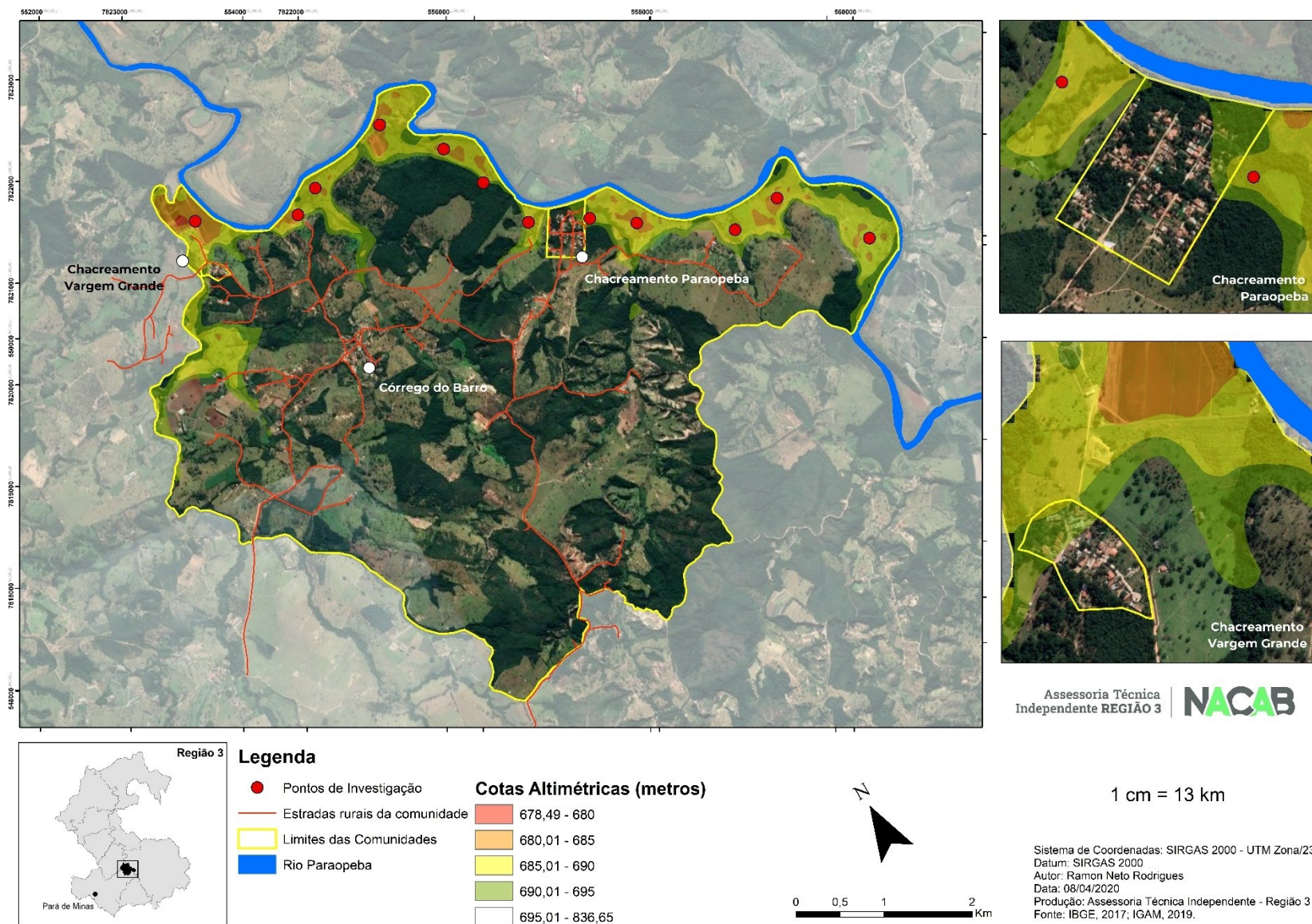
2. Mapeamento das zonas de inundação e caracterização dos danos

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 4). Para a zona rural de Pará de Minas, foram definidos 06 (seis) zonas/pontos de investigação.

Após definidos os pontos de investigação, com base nas cotas altimétricas, foram construídos mapas de apoio à equipe de campo. O deslocamento e a aferição dos pontos foram realizados com auxílio do software Avenza. Esse software trabalha com a coleta de dados em campo com base em PDF georreferenciados da localidade. Em todas as propriedades visitadas era preenchida uma ficha de campo (Anexo 1). A ficha de campo tem como objetivo auxiliar o corpo técnico a identificar os principais danos às propriedades alvo.

Figura 3: Mapa dos pontos de investigação indicados para visita em Córrego do Barro, Chacreamento Paraopeba e Chacreamento Vargem Grande, Pará de Minas, MG.

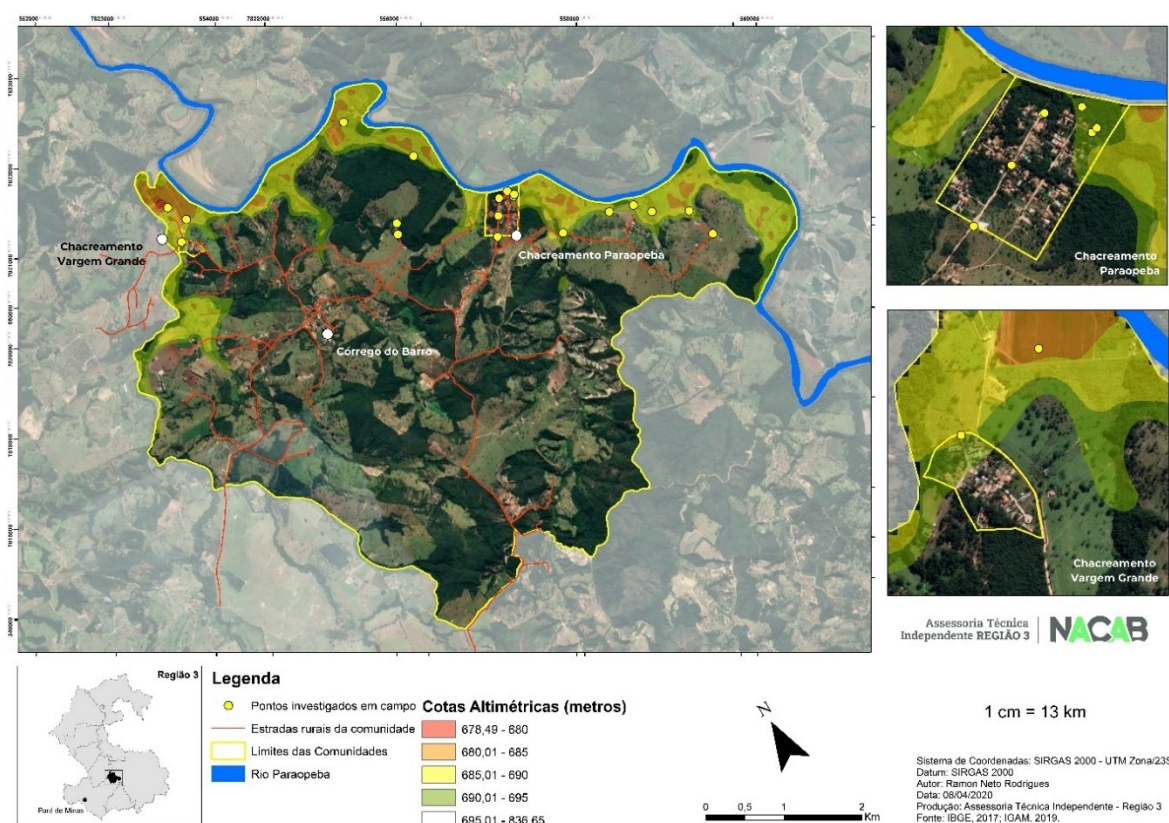


2.2 Coleta em campo

O trabalho de campo nessa localidade ocorreu entre fevereiro e março de 2021. Cada integrante fez uso de seus equipamentos de proteção individual recomendados pelo Protocolo de Campo para enfrentamento da Pandemia do Covid-19, construído pelas Assessorias Técnicas Independente com apoio da Coordenação Metodológica Finalista, sob responsabilidade de Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC.

No total foram coletadas informações de danos e de cota de inundação em 4 propriedades rurais. Considerou-se o fato de terem grandes extensões de terra ao longo da margem do Rio Paraopeba e sinais visíveis no campo da inundação provocada pelo rio. Ao longo deste percurso foram coletadas 20 coordenadas geográficas referentes a pontos de interesse investigativo (Figura 4). 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 pontos.

Figura 4: Mapa dos pontos de interesse coletados em campo dentro dos limites das comunidades de Córrego do Barro, Chacreamento Paraopeba e Chacreamento Vargem Grande, em Pará de Minas.



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 (Figura 5).

Figura 5: Coleta de pontos de interesse nas localidades estudadas, em Pará de Minas, MG. Em ambas as fotos, coletas de pontos de pesca no rio Paraopeba.



Finalizados 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 local de armazenamento de dados da ATIR3. Os dados da ficha de campo, ainda foram tabulados em planilha de sistematização específica.

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 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 20 pontos coletados em campo, 9 trazem informações diretamente relacionados ao limite de inundação e da altura que a coluna de água chegou na inundação. Esses pontos guiaram o ajuste das cotas de inundação e a quantificação final da área e edificações atingidas.

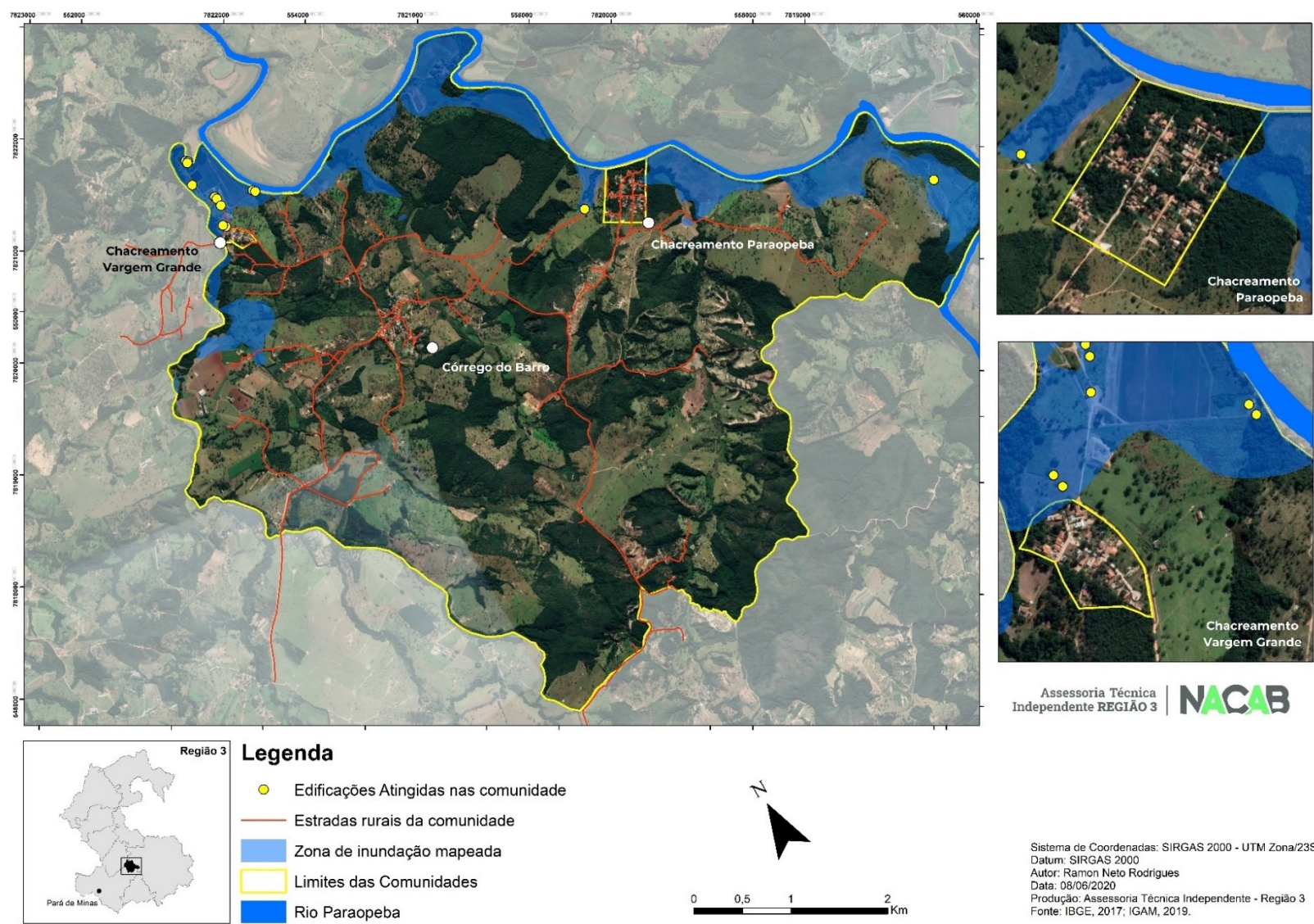
Com os dados coletados em campo, observou-se que a cheia do rio Paraopeba de 2020 atingiu a cota máxima de inundação igual a 690 metros na porção sul da comissão e 688 na porção norte. Deste modo estimou-se que a área total inundada nas comunidades foi de 308,01 hectares, considerando para além da área inundação direta do rio Paraopeba, também a área de inundação nas confluências do rio Paraopeba com o Córrego Cova d'Anta, Córrego do Barro e Córrego do Funil. Relatos coletados com os atingidos 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 a estimativa da área afetada pela enchente de 2020, foram contabilizadas 13 edificações atingidas, não foram considerados nesse cálculo pequenas áreas edificadas como bebedouros para o gado (Figura 6). O número de edificações é diferente do número de terrenos atingidos, visto que existem terrenos atingidos que não tinham edificações e terrenos com mais de uma edificação atingida. Considerando um número médio de 3,9 pessoas por edificação², têm-se uma população estimada de 50 pessoas.

Como podemos observar na Figura 6, a maior parte das edificações estão próximas ao Chacreamento Vargem Grande, na divisa entre Pará de Minas e São José da Varginha.

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

Figura 6: Mapa da zona inundável e edificações atingidas pelas cheias de janeiro de 2020, nas localidades de Córrego do Barro, Chacreamento Paraopeba e Chacreamento Vargem Grande.



Aproximadamente 0,74 km de estradas de uso público ficaram submersas pela inundação nessa localidade. Devido a deposição do material oriunda da inundação, boa parte dessas estradas ficaram intransitáveis e prejudicaram o acesso dos moradores durante meses. A maior parte dessas estradas eram utilizadas para deslocamentos dentro das comunidades e como estrada de acesso de pescadores ao rio Paraopeba. Em alguns casos, até mesmo a saída ficou impossibilitada, ilhando moradores durante esse período.

Baseados nos dados do Projeto MapBiomas (2019), 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 afetada pela inundação são de pastagens, conforme ilustrado (Figura 7) e apresentada na Tabela de Caracterização das áreas afetadas pela enchente em Córrego do Barro, Chacreamento Vargem Grande e Chacreamento Paraopeba, em Pará de Minas (Tabela 1).

Figura 7: Uso e Ocupação do solo na área inundada dentro das localidades estudadas na zona rural de Pará de Minas, MG.

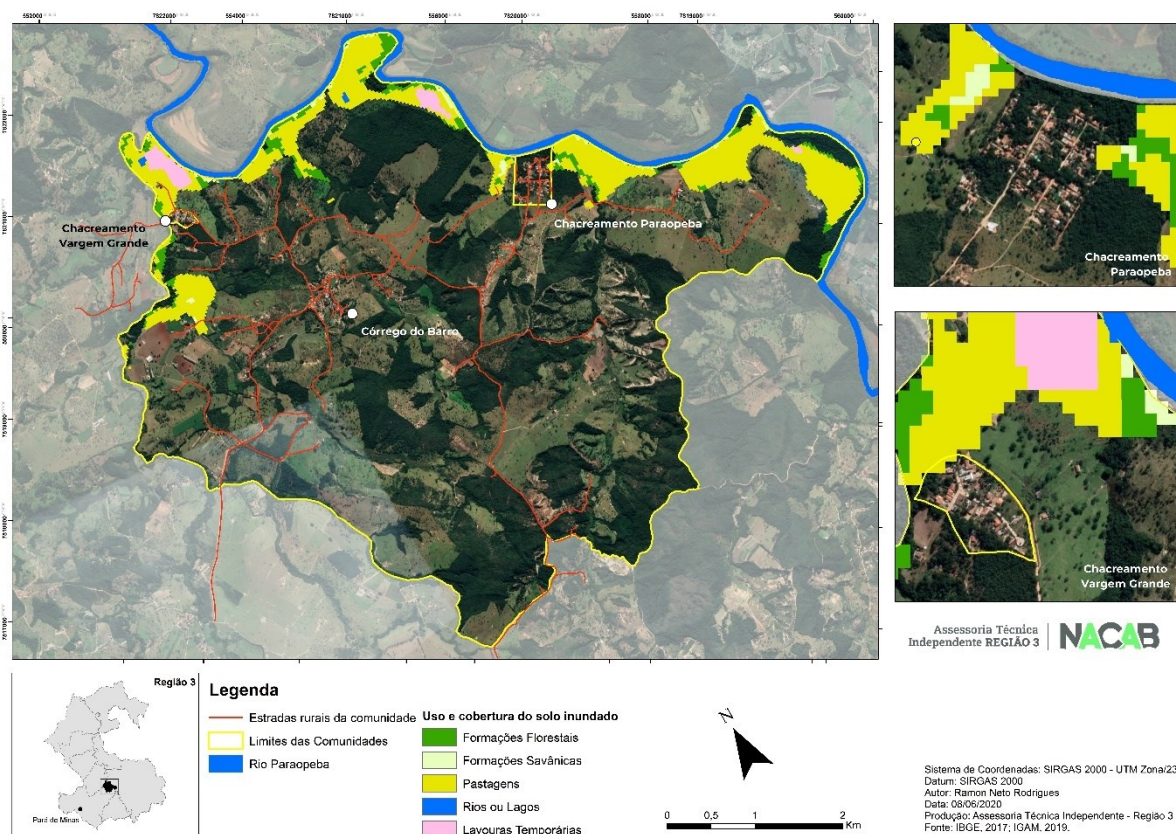


Tabela 1: Área inundada e percentual em relação ao total por classe de uso e ocupação do solo nas localidades estudadas na zona rural de Pará de Minas, MG.

Classes de uso e ocupação do solo	Área total inundada (hectares)	Percentual em relação ao total inundado (%)
Pastagens	236,58	76,81
Formação Florestal	41,67	13,53
Outras Lavouras Temporárias	18,080187	5,87
Rios e Lagos	2,89	0,94

Um resultado semelhante foi visualizado em campo. Em conversas com atingidos, observou-se que três propriedades visitadas utilizam a área de várzea em sua grande maioria para pastagens e que as áreas de lavouras são esporádicas, usadas principalmente para produção de silagem.

Esse valor relativamente alto de área associadas à rios e lagos estão diretamente correlacionados aos limites utilizados para comunidade, que por sua vez adentram a área do próprio rio Paraopeba e áreas de brejos que comumente são confundidas com áreas de lagos. É importante ressaltar que o trabalho de refinamento do modelo de uso e cobertura do solo, para uma resolução espacial melhor, está em fase de conclusão. Espera-se que o estudo final, integrando todas as comunidades avaliadas, possa trazer dados mais precisos para todos os territórios avaliados. A expectativa atual do NACAB, é que este estudo esteja disponível para consulta no início de setembro de 2021.

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.

2.3.2 Caracterização dos danos

2.3.2.1 Danos socioambientais

a) Tipificação dos danos socioambientais

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 produtiva; iii) Comprometimento ao abastecimento e captações; iv) Danos imateriais e danos à saúde física e mental.**

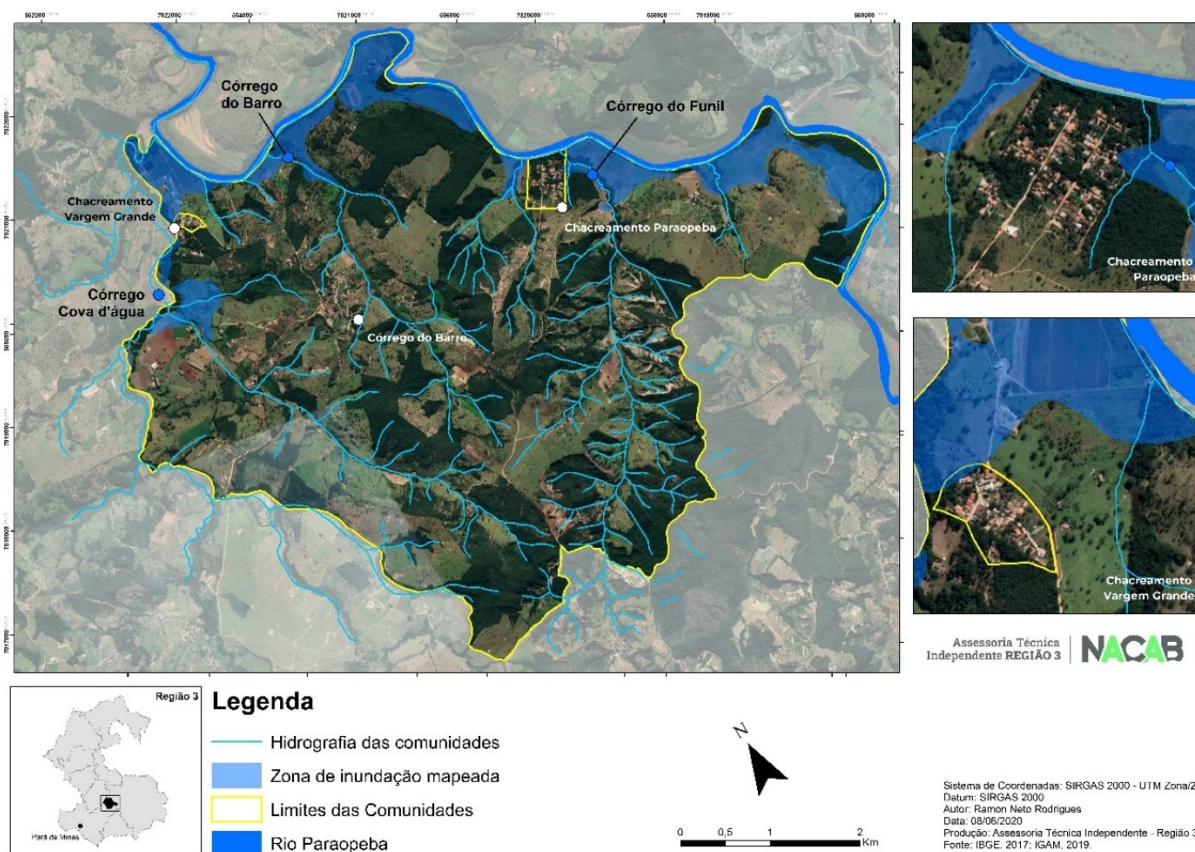
i) Danos aos sistemas fluviais;

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 uma série de alterações comportamentais na comunidade aquática e prejudicar a resiliência desses ambientes, principalmente em efluentes 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 comunidade de estudo, estima-se que as cheias do rio Paraopeba de 2020 tenha atingido alguns cursos d'água importantes para a região. O mais impactado é o Córrego Cova d'anta que faz a divisa entre Pará de Minas e São José da Varginha. O Córrego do Barro, que dá o nome a comunidade, e o Córrego do Funil próximo ao Chacreamento Paraopeba também foram atingidos pelas cheias do rio Paraopeba (Figura 8)

Estima-se, com base na cota altimétrica ajustada em campo, que aproximadamente 3,1 km de calha do Córrego Cova d'Anta, 0,91km de calha do Córrego do Barro (Figura 9) e 0,92 km do Córrego do Funil foram atingidos pelas cheias do Rio Paraopeba nas localidades estudadas.

Figura 8: Afluentes do rio Paraopeba dentro das zonas de inundação das cheias de 2020 do rio Paraopeba, em Córrego do Barro, Chacreamento Paraopeba e Chacreamento Vargem Grande, em Pará de Minas, MG.



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 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 9: Córrego do Barro em uma das propriedades visitadas durante o levantamento dos danos das cheias do rio Paraopeba, em Pará de Minas, MG.



ii) Danos 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 morte das plantas atingidas pelas cheias próximas da 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 10), 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 10: Área de pastagens atingida e cercadas pelas cheias do rio Paraopeba em 2020, nas localidades rurais estudadas em Pará de Minas, Minas Gerais.

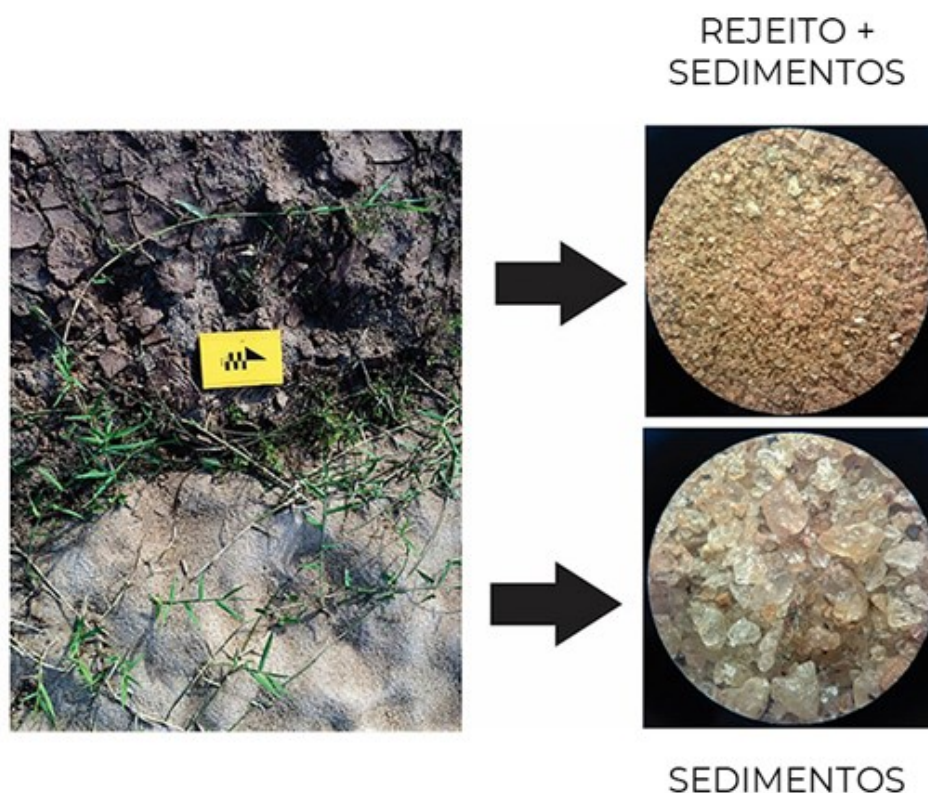


Esse selamento superficial do solo associado a deposição de material oriundo da Barragem B.I, após as cheias do rio Paraopeba de 2020, é uma realidade já observada em outras regiões da calha do rio Paraopeba e indicada pela auditoria ambiental dos trabalhos de reparação da empresa VALE. De modo geral, 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 11). Desta forma, independentemente da cultura afetada, sua manutenção foi dificultada diretamente pelas características do material oriundo do rompimento.

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).

Figura 11: Imagem ampliada das diferenças granulométricas encontradas antes e após o rompimento da Barragem de Fundão nas zonas de deposição do rejeito.



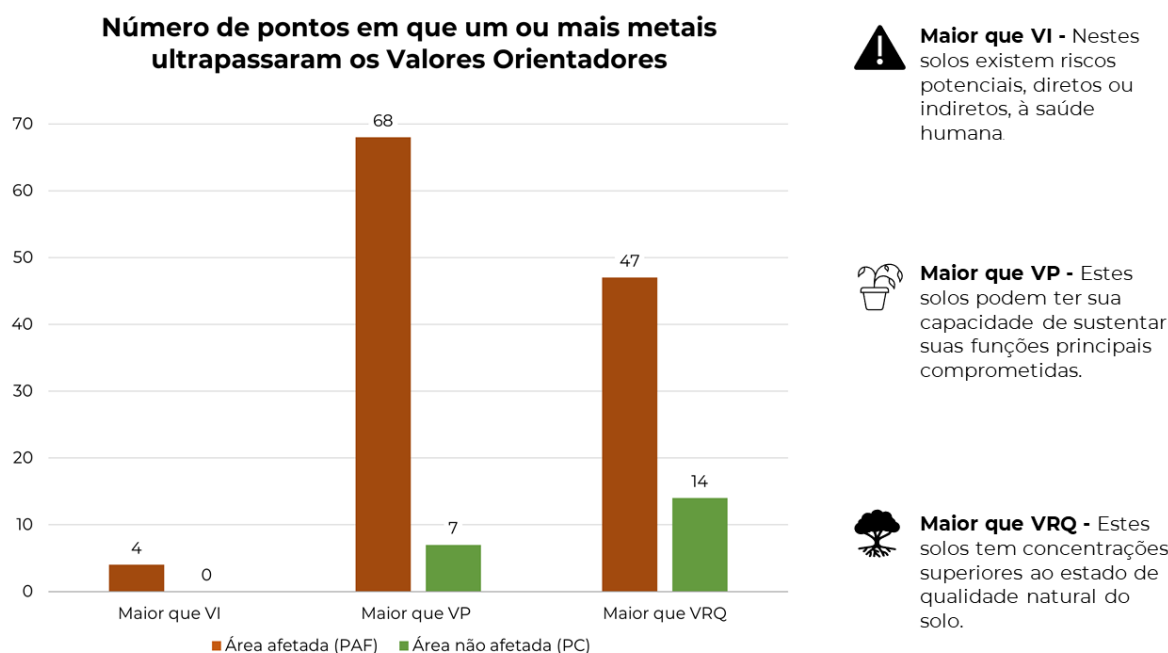
Fonte: Duarte, *et al.*, (2020).

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 12).

Figura 12: 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.

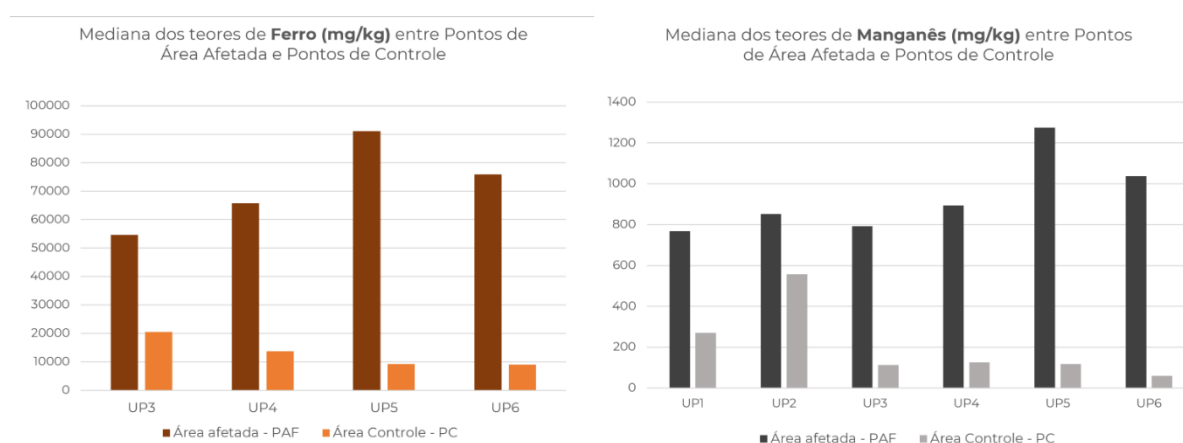


De modo geral, o Cromo, Níquel, Bário e Cobalto, apresentaram um número elevado de pontos com concentrações acima do Valor de Prevenção (VP) e Valor de Referência de Qualidade (VRQ), segundo a Resolução CONAMA Nº 420/2009. Para as áreas com concentrações de elementos acima do Valor de Prevenção, são 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 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 13: 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 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).

A maior parte dos entrevistados, indicou danos a pastagem, ambas em fase funcional. O entrevistado que teve a cultura de milho atingida, indicou que a mesma estava na fase de colheita, indicando ainda, que perdeu toda a produção que seria usada para produção de silagem para o gado no período seco.

É importante destacar, que em alguns casos a Vale S.A. cercou parte da propriedade. Porém, foi informado pelo proprietário que a empresa não seguiu os limites reais da inundação, e sim os limites de conveniência, buscando reduzir custos na reparação. No entanto, não foram esclarecidos os motivos dessa ação para a pessoa 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 (Figura 14), de poços artesianos e cisternas (Figura 15) para a dessedentação dos seus animais, para consumo humano e para irrigação das lavouras. Ainda foi relatado aos analistas de campo, custos associados a criação de novas captações alternativa para solucionar o problema, principalmente em propriedades que dependiam da água para irrigação ou dessedentação animal.

Figura 14: Ponto de captação de água do rio Paraopeba e infraestrutura de captação desativada, na comunidade de córrego do barro, devido as proibições de uso associadas ao rompimento da Barragem BI.



Figura 15: Cisterna atingida pelas cheias do rio Paraopeba, devido ao extravasamento do Córrego do Barro, na Zona Rural de Pará de Minas.



Alguns atingidos relataram que as medidas reparatórias adotadas pela empresa Vale foram paliativas para sanar temporariamente os problemas, outros que ainda não tiveram suas solicitações atendidas em sua plenitude. Observou-se que em muitos casos o poço era perfurado, mas a localização ainda apresentava contaminação, sendo necessária a realocação.

iv) Danos imateriais e a saúde física e mental

Para além dos danos materiais, também foram observados em campo uma série de danos imateriais associados ao rompimento. Entre eles 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 associado a projetos futuros que dependiam da água do rio Paraopeba; a diminuição do lazer associada a atividade da pesca e conflitos fundiários com vizinhos e comunidade associados aos critérios para acesso às medidas emergenciais da Vale S.A. Não obstante, apesar de não relatado explicitamente, 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.

3. Parecer técnico e medidas de reparação

Diante o trabalho realizado em campo, pode-se concluir que Córrego do Barro, e os chacreamentos Paraopeba e Vargem Grande foram afetados 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 308,01 hectares e 13 edificações, incluindo domicílios e demais benfeitorias. Devido à grande lacuna de informações da localidade estudada no Cadastro Ambiental Rural - CAR, não foi possível identificar exatamente quantas propriedades foram afetadas pela inundação. Desse total de área afetada, a maior parte é composta por áreas de pastagens (236,58 hectares; 76,81%).

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 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 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 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 diversas propriedades, incluindo todas aquelas que foram atingidas pelas enchentes que tiveram seus poços semiartesianos e artesianos submersos pela água. Inclusive, considerando esse caso, poços de edificações compreendidas a mais de 100 metros do rio Paraopeba, mas que foram submersos pela inundação. Desta forma, considerar esse critério cartesiano para definição das propriedades que devem receber água potável não é o adequado.

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 estruturas como cercas e porteiros. 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 da comunidade de córrego do barro e nos chacreamentos. 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.

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 uma situação que não é normal, potencializou reações que passaram a ser naturais e subjetivas.

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 ausência dos turistas que alugavam a área para realização de acampamentos de pesca.

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

i. Programa de Transferência de Renda: Recomenda-se o enquadramento de todos os atingidos das localidades de Córrego do Barro, Chacreamento Paraopeba e Chacreamento Vargem Grande no Programa de Transferência de Renda, 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, e a venda dos produtos produzidos, devido ao estigma de contaminação que está presente na região. 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 econômicos 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 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 de Córrego do Barro, Chacreamento Paraopeba e Chacreamento Vargem Grande 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 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, 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 com as 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. Conseqüentemente a oferta de água e alimento tornaram-se comprometidas após o rompimento.

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 consequências resultantes do rompimento barragem em Brumadinho. Esse Termo de Ajuste Preliminar estabelece que a Vale 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. Sendo assim, 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 contaminado, 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 (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 Pará 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 respostas mais rápidas 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 se 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 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 Pará de Minas e as comunidades atingidas pelo rompimento da Barragem B-I da empresa Vale em Brumadinho, Minas Gerais,

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 visando o Acompanhamento Psicossocial das localidades.

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 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 das comunidades estudadas.

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 Decorência 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.

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>.

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, 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](https://doi.org/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](https://doi.org/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		

