



RESUMO EXECUTIVO

PRINCIPAIS RESULTADOS DO TRABALHO DE CAMPO PARA AVALIAÇÃO DOS DANOS CAUSADOS PELAS CHEIAS DO RIO PARAOPEBA EM JANEIRO DE 2022 NA REGIÃO 3

MARÇO, 2021

SUMÁRIO

1. Contextualização	3
2. Levantamentos Emergenciais	6
3. Avaliação em campo dos danos associados às cheias	8
3.1 Danos físicos e estruturais aos imóveis e às vias públicas	12
3.2 Levantamentos relacionados às captações de água e afluentes atingidos	15
3.3 Levantamentos relacionados ao volume de sedimento depositado nas planícies	21
3.4 Levantamentos relacionados aos danos à pastagem e à produção agrícola	24
3.5. Danos relacionados à perda de recursos naturais	28
3.6 Danos específicos à saúde	29
4. Considerações Finais	33
5. Referências bibliográficas.....	33

**Assessoria
Técnica
Independente
PARAOPEBA**

NACAB
NÚCLEO DE ASSESSORIA
ÀS COMUNIDADES ATINGIDAS
POR BARRAGENS

1. Contextualização

Os primeiros relatos associados às preocupações dos atingidos com os danos potenciais relacionados às cheias do rio Paraopeba, após o rompimento das barragens B-I, B-IV e B-IV-A, integrantes 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 em julho e 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).”

Confirmando a preocupação dos atingidos, no início de janeiro de 2020, a primeira cheia do rio Paraopeba após o rompimento da barragem de rejeitos trouxe uma série de impactos e danos às populações ribeirinhas próximas a calha do rio Paraopeba. Nesta oportunidade, a equipe técnica da ATI Paraopeba/NACAB foi a campo e realizou uma avaliação integral dos danos e impactos das cheias, intensificados pelo rompimento, em cada uma das comissões banhadas pelo rio Paraopeba na Região 3 (NACAB, 2021a). Todos os resultados foram entregues à população atingida e aos compromitentes, incluindo neste último, o Centro de Apoio Operacional às Promotorias de Defesa do Meio Ambiente (Caoma) e a Aecom, auditoria responsável pelo monitoramento das ações de reparação ambiental da empresa Vale S.A. Os relatórios de campo com os danos e resultados para cada comissão podem ser encontrados no site do NACAB. No site, também é possível acessar o estudo completo com o compilado de informações dos relatórios, incluindo, nesse caso, uma abordagem multicritério para definição das áreas de maior risco em caso de cheias do rio Paraopeba para toda a Região 3, e a análise comparativa entre as áreas identificadas como atingidas pela Vale S.A e pela ATI Paraopeba/NACAB.

Sabe-se, todavia, que a vazão fluvial é resultado de um conjunto de fatores, como a formação geológica, o balanço hídrico, a energia do relevo, tipos de solos, cobertura vegetal, uso da terra, entre outros, os quais condicionam processos de infiltração, percolação e o escoamento (superficial e subterrâneo). Considerando tais aspectos, áreas degradadas - em especial por atividades antropogênicas - sofrem sistematicamente com eventos de enchentes e inundações pelo repentino aumento das águas drenadas para a rede hidrográfica. O aumento da energia fluvial, em particular na rede hidrográfica da bacia do rio Paraopeba, acarreta a intensificação dos processos erosivos, o aumento do transporte de material, o revolvimento de sedimentos e a ressolubilização de substâncias potencialmente contaminantes de fontes diversas, inclusive aquelas presentes nos rejeitos já depositados e, por fim, a deposição destes materiais e substâncias em trechos a jusante e de menor energia situados ao longo do curso, causando o entulhamento de vales e planícies, além de potencializar processos de assoreamento em trechos onde o fluxo é menos turbulento. Todos esses processos se enquadram no contexto da dinâmica da bacia do rio Paraopeba e são potencializados pelo impacto da presença dos rejeitos, depositados e em curso (dissolvidos ou em suspensão no sistema fluvial), desde o rompimento da Barragem da Mina do Córrego do Feijão, o que pode ter agravado o cenário das enchentes e inundações ao longo da bacia e em outros sistemas ambientais situados à jusante. Outro fator a se considerar é o agravamento dos danos sofridos por pessoas e comunidades atingidas pelo rompimento e agora atingidas pelas cheias.

Mais especificamente para a Região 3, em janeiro de 2022 as fortes chuvas da primeira quinzena do ano fizeram com que o rio Paraopeba extravasasse o leito menor, atingindo diversas propriedades ribeirinhas (Figura 1). Durante essas primeiras semanas, diante do acúmulo de informações sobre danos a diversas comunidades da Região 3, a ATI Paraopeba/NACAB montou uma força tarefa para identificação das demandas emergenciais da população atingida, que serão descritas no tópico a seguir. Em seguida, nos meses de janeiro e fevereiro, esta ATI realizou um trabalho de avaliação dos danos das cheias o qual, contando com uma equipe multidisciplinar, dedicou-se a compreender, no campo, a dimensão das áreas inundadas e a magnitude dos danos gerados às comunidades. É aos resultados gerais desse trabalho que se dedica a maior parte deste Resumo Executivo, especialmente em seu tópico 3.

Figura 1: Registros fotográficos enviados pelos atingidos durante a passagem da cheia do rio Paraopeba em janeiro de 2022 na Região 3.



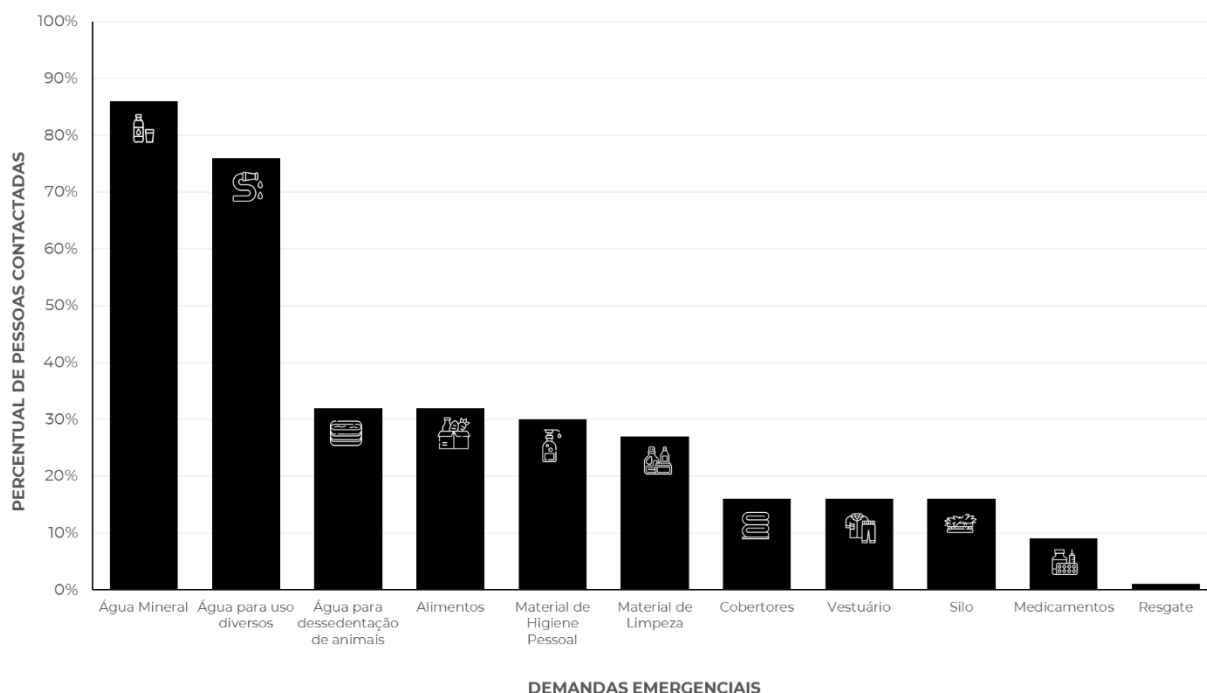
2. Levantamentos Emergenciais

Como estratégia de atuação do NACAB/ATI Paraopeba, foi elaborada uma planilha de monitoramento de demandas com uma série de questões a serem levantadas a partir de contato via telefone e visitas pontuais às pessoas atingidas pelas cheias. Ao longo dessas duas primeiras semanas de calamidade, entre 10/01/2022 e 21/01/2022, a força tarefa, composta por especialistas e analistas de campo, contactou 292 famílias que estavam dentro da mancha de inundação mapeada em 2020. Se considerarmos todas as comunidades atingidas na Região 3, foram identificadas, nessas duas primeiras semanas, 988 pessoas diretamente afetadas pelas cheias do rio Paraopeba. Desse total, 67,73% tiveram alguma benfeitoria atingida pelas cheias do rio Paraopeba (aproximadamente 700 pessoas). Nesse primeiro contato foi identificado que 61,35% das propriedades atingidas tiveram seus poços ou cisternas atingidas pelas cheias do rio Paraopeba, o que indicava, logo na primeira semana de monitoramento, altos níveis de comprometimento das fontes de captação de água para uso diverso. Também foi identificado que 183 famílias (63% das pessoas contactadas) tiveram algum tipo de contato com a água ou sedimento do rio Paraopeba. Desse total, 19% relataram algum tipo de problema de saúde, como náuseas, febre, dores de cabeça, feridas na pele e diarreia, associadas diretamente ao contato com a água do rio Paraopeba.

Das 292 famílias diretamente afetadas, 86% relataram problemas de acesso a água potável para consumo humano, 76% relataram problemas com acesso a água para usos diversos e 32% relataram problemas associados a falta de água para dessedentação animal. Devido à situação de calamidade, 32% solicitaram ainda entrega de alimentos e material de higiene pessoal, e 27% solicitaram entrega de material de limpeza para retirada do material depositado pelo rio Paraopeba em suas residências. Poucas pessoas solicitaram medicamentos ou resgate imediato (Figura 2).

Em relação às demandas emergenciais, quase todas as pessoas contactadas solicitaram água potável e água para uso diversos. Cerca de 10% das pessoas também solicitaram alimentos, cobertores, itens de higiene pessoal e material de limpeza. Uma pequena parte das famílias solicitaram medicamentos, peças de vestuário e silagem. Em relação ao contato com o rio Paraopeba ou seus sedimentos, 81% das famílias relataram que tiveram contato com a água ou com o material depositado. Cerca de 7% relataram algum tipo de problema de saúde associado as cheias do rio Paraopeba.

Figura 2: Percentual de pessoas contactadas com algum tipo de demanda emergencial depois das cheias do rio Paraopeba de 2022, na Região 3.



*Considerando o universo de 292 famílias contactadas.

Destaca-se que, desde o primeiro dia de cheias, e na medida que as demandas foram sendo diagnosticadas, as comissões de atingidos, a Rede de Atingidos da Região 3 e a equipe técnica do NACAB/ATI Paraopeba encaminharam diversos ofícios para os diferentes atores que atuam junto ao processo judicial associado ao rompimento da barragem da Mina do Córrego do Feijão, em Brumadinho (Vale, Comitê Pró Brumadinho e IJs), bem como às prefeituras municipais, informando a situação de calamidade vivida pelas comunidades ribeirinhas na Região 3, solicitando apoio de forma emergencial a estas famílias atingidas e cobrando ações imediatas de reparação, na medida da atribuição de cada órgão.

É importante ressaltar que, mesmo com esse esforço de atuação das comunidades e da equipe multidisciplinar do NACAB, divulgação ampla nas mídias televisivas e ofícios de órgãos ambientais do estado (Anexo I) solicitando atuação imediata da VALE S.A nos territórios atingidos pelas cheias do rio Paraopeba, pouco ou nada foi feito para sanar os problemas/demandas e evitar o contato das pessoas atingidas com o material depositado nas suas casas. Recentemente, a VALE S.A, em mais de uma resposta aos ofícios das comunidades atingidas, têm se eximido da responsabilidade de limpar as propriedades e vias públicas, indicando a não existência de nexo causal das cheias e o rompimento (Anexo II), ferindo assim, as demandas e exigências do Ofício IGAM/GAB nº. 18/2022, que indica que essa limpeza é de

responsabilidade da VALE S.A. Especificamente em relação a essas negativas, a equipe jurídica do NACAB¹ enviou um ofício aos órgãos ambientais alertando sobre essas negativas e o não cumprimento dessas exigências de modo a averiguar se os órgãos ambientais já possuem conhecimento sobre o descumprimento dessas obrigações e qual a posição desses órgãos em relação a isso. Porém, a equipe interna do NACAB ainda não recebeu resposta.

3. Avaliação em campo dos danos associados às cheias

Diante desse acúmulo de informações associadas aos danos aportados pelas cheias do rio Paraopeba, do potencial risco de contaminação devido ao contato com a água e sedimentos, da série de registros enviados a equipe do NACAB e das constantes negativas da VALE S.A em relação ao nexo de causalidade entre os eventos, uma equipe multidisciplinar, composta por membros de diferentes gerências e analistas, visitou as comunidades atingidas pelas cheias do rio Paraopeba em 2022 (Figura 3), com o objetivo de compreender melhor a magnitude dos danos na comunidade e identificar as áreas inundadas. Entende-se que essa avaliação técnica poderá fornecer subsídios para encaminhamento das demandas, orientar as pessoas atingidas na busca pelos auxílios emergenciais a que possuem direito, e fomentar a construção da matriz de danos para garantia da reparação justa e integral das pessoas atingidas da calha do rio Paraopeba.

O trabalho de avaliação dos danos foi realizado em campo entre os dias 18/01/2022 e 18/02/2022. Durante esse período foram visitadas 148 propriedades atingidas pelas cheias do rio Paraopeba ao longo dos 180 km de leito do rio na Região 3. Considerando todos os membros do núcleo familiar residente nessas propriedades, foram registradas 712 pessoas atendidas pelo NACAB nesse período. Todas as comunidades atingidas foram visitadas. No total, a equipe multidisciplinar da ATI Paraopeba/NACAB percorreu 4712 km ao longo dessas quatro semanas. Foram coletados 1309 pontos de interesse geoespacializados e feitos 9836 registros fotográficos. 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. Cabe ressaltar que

¹ Ofício Gerência Jurídica NACAB nº 0004/2022 - Pedido de esclarecimento acerca do Ofício IGAM/GAB nº. 18/2022 - Solicitação de Providências -Período Chuvoso2021/2022 - Encaminhado ao IGAM e FEAM no dia 17/02/2022.

todo esse trabalho foi acompanhado pela equipe da comunicação da ATI Paraopeba, que registrou as atividades in loco².

Figura 3: Registro das atividades de campo da equipe multidisciplinar da ATI Paraopeba/NACAB para avaliação dos danos causados pelas cheias do rio Paraopeba em 2022 na Região 3.



No total foram coletados 408 pontos com informações sobre os limites das cheias do rio Paraopeba em 2022 (Figura 4). Esses pontos guiaram o ajuste das cotas de inundação com auxílio dos dados do Modelo Digital de Elevação (MDE), graças à análise da distância vertical em relação ao rio Paraopeba. A partir da definição das cotas de inundação foi possível mensurar a zona de inundação direta, identificar o número de edificações atingidas, o número de pontos de captação atingidos, o uso e ocupação da área atingida e as vias públicas atingidas.

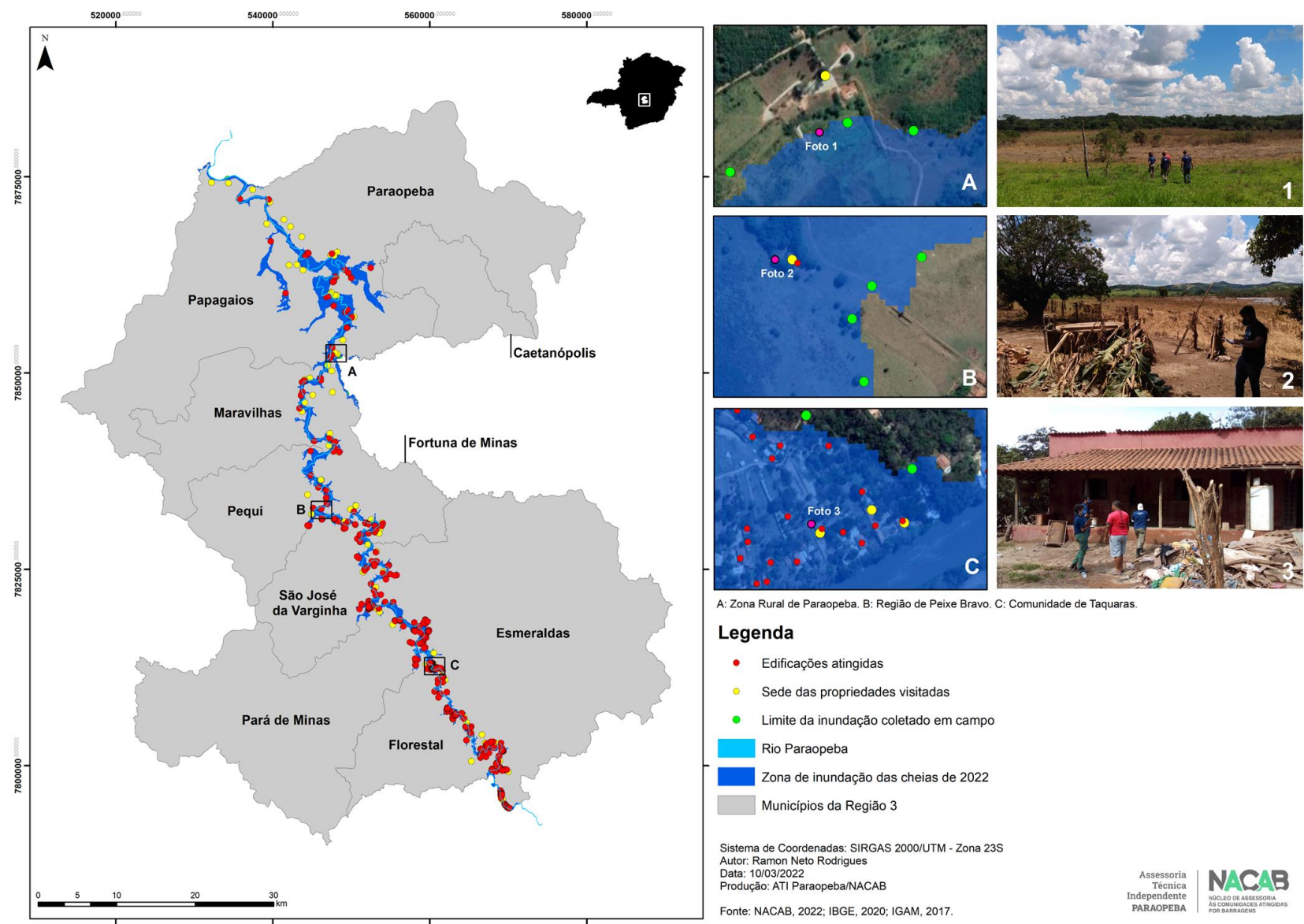
Estimou-se uma área total inundada de 13453,7 hectares, em toda a Região 3 (Figura 4). Relatos coletados com as pessoas atingidas e moradores próximos ao rio Paraopeba indicam que somente a enchente do ano de 1979 atingiu cotas altimétricas semelhantes. Esse valor é

² Os materiais de comunicação, como vídeos e matérias sobre o trabalho de campo, podem ser encontrados no site do Nacab: <https://nacab.org.br/>. As fotos feitas pela assessoria de comunicação podem ser visualizadas no Flickr da ATI Paraopeba: <https://flic.kr/ps/3XTBR4>

próximo ao estimado pelo modelo hidrológico com tempo de retorno de 100 anos. Se comparado aos valores estimados para a área de inundação referente as cheias do ano de 2020 (10.720,82 hectares; NACAB, 2021a), a cheia do rio Paraopeba de 2022 atingiu uma área 25,5% maior. A área inundada estimada em 2022 atingiu 12,17% da área territorial das comunidades da Região 3, considerando a área territorial estimada para inclusão das pessoas atingidas no Programa de Transferência de Renda – PTR. Os municípios com as maiores áreas atingidas foram Paraopeba e Papagaios, assim como ocorreu em 2020. Esse resultado é reflexo das características do relevo dessa região, caracterizada por declividades baixas e grandes planícies de inundação naturais.

Com o ajuste do limite da inundação a partir dos dados coletados em campo, foram contabilizadas 507 edificações atingidas pelas cheias do rio Paraopeba em 2022, não incluindo nesse valor pequenas edificações rurais, como bebedouros, galinheiros, casa de poços artesianos e outras (Figura 4). O município com o maior número de edificações atingidas é Esmeraldas (250 edificações) seguido de Florestal (74 edificações). Este alto número de edificações atingidas é reflexo do modelo de uso e ocupação do território nesses municípios caracterizados pela presença de chacreamentos e ranchos para pesca próximos ao rio Paraopeba, como é o caso da comunidade de Taquaras, onde foram identificadas 78 edificações. Considerando um valor médio de pessoas por edificação igual a 3,9¹, têm-se uma estimativa de 1977 pessoas atingidas diretamente pelas cheias do rio Paraopeba em 2022. Acredita-se que indiretamente os números sejam bem maiores, uma vez que as cheias impactaram diversos aspectos socioeconômicos e socioambientais das comunidades próximas ao rio Paraopeba.

Figura 4: Mapa de espacialização da mancha de inundação estimada, localização das edificações e sede das propriedades visitadas pela equipe da ATI Paraopeba, na Região 3.



3.1. Danos físicos e estruturais aos imóveis e às vias públicas

Cabe destacar ainda que em muitos casos foram identificados danos físicos e estruturais aos imóveis atingidos pelas cheias do rio Paraopeba em 2022 (Figura 5). Esses danos podem estar relacionados a três aspectos: i. a magnitude das cheias do rio Paraopeba, tanto em intensidade do fluxo quanto em altura que, por sua vez, pode estar associada ao assoreamento do rio Paraopeba e ao incremento de partículas mais finas ao seu sedimento natural; ii. a situação atípica relacionada ao tempo de recuo das águas, após o selamento superficial do solo onde o material foi depositado; iii. a circulação de veículos de grande porte para atuação nas demandas emergenciais e limpeza de vias públicas (vide Parecer Técnico: Análise preliminar dos danos físicos aos imóveis ocorridos em decorrência do rompimento da barragem de rejeitos da mina de Córrego do Feijão, da Vale S.A. - Esmeraldas/MG - Comunidade de Taquaras, NACAB, 2021b). Das 148 propriedades visitadas pela equipe multidisciplinar do NACAB, 110 tiveram alguma edificação atingida pelas cheias do rio Paraopeba. No total foram identificadas 302 benfeitorias atingidas. Desse total, 277 foram avaliadas in loco pela equipe. Inclui-se nesse total, todos os tipos de benfeitorias como residências, casas de lazer, casa de ferramentas, galpões, galinheiros e demais construções.

Das 110 propriedades que tiveram alguma edificação atingida, em 75,41% das propriedades foram identificados danos físicos e estruturais aos imóveis. Considerando as 277 benfeitorias avaliadas, em 48 foram registrados danos graves, em 91 danos médios, em 138 danos graves, e em 28 benfeitorias não foi possível avaliar com precisão a magnitude dos danos, sendo necessário voltar em outras oportunidades para poder validar a informação registrada. A análise integral dos resultados coletados em campo referente aos danos físicos e estruturais aos imóveis está sendo realizada pelo corpo técnico do NACAB. Todos os resultados poderão ser visualizados de forma individualizada por comissão.

Em relação aos impactos às vias públicas, estima-se, com base nos dados de arruamento das vias públicas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE sobrepostos à mancha de inundação, que 78,07 km de estradas rurais vicinais tenham sido atingidas pelas cheias do rio Paraopeba. Todas essas estradas vicinais receberam a deposição de material sedimentar do rio Paraopeba misturada ao rejeito oriundo do rompimento da barragem da mina Córrego do Feijão, em Brumadinho (Figura 6). Devido a isso, boa parte das estradas ficaram intransitáveis impedindo assim o direito de ir e vir das pessoas da comunidade, principalmente nas áreas mais próximas ao rio Paraopeba.

Essa dificuldade de deslocamento nas estradas atingidas pelas cheias do rio Paraopeba está relacionada à granulometria do material depositado. Materiais com granulometria mais finas, típicas de rejeito (NACAB, 2021c), tendem a dificultar a passagem de veículos mais baixos e sem a tração nas quatro rodas, impedindo inclusive, o resgate de atingidos e a execução de ações emergenciais pela prefeitura, Vale S.A. e outros atores sociais, agravando ainda mais a situação de calamidade da comunidade. Também foram relatadas perdas na produção agropecuária associadas à dificuldade de passagem.

Figura 5: Registros fotográficos de danos físicos e estruturais dos imóveis vistoriados feitos pela equipe multidisciplinar da ATI Paraopeba/NACAB para avaliação dos danos causados pelas cheias do rio Paraopeba em 2022 na Região 3.



Figura 6: Situação das vias públicas atingidas pelas cheias do rio Paraopeba, de janeiro de 2022, na Região 3.



Dados provenientes da coleta de solos realizada pela ATI Paraopeba/NACAB, entre setembro e outubro de 2020, dentro e fora das áreas atingidas pelas cheias do rio Paraopeba em 2020, revelaram que as áreas de várzea atingidas pelas cheias possuem maiores percentuais de silte e argila em granulometria que as áreas de várzea não atingidas pelas cheias (Vide NACAB, 2021c). Também foram encontradas diferenças significativas para os valores de ferro e manganês, metais comumente encontrados no rejeito (NACAB, 2020), entre as amostras coletadas na zona afetada pelas cheias de 2020 e as áreas controle. Esses resultados corroboram as dificuldades relatadas pelas pessoas atingidas, que afirmam que, antes do rompimento, a

maior parte do material deixado pelas cheias do rio Paraopeba era composta por areia.

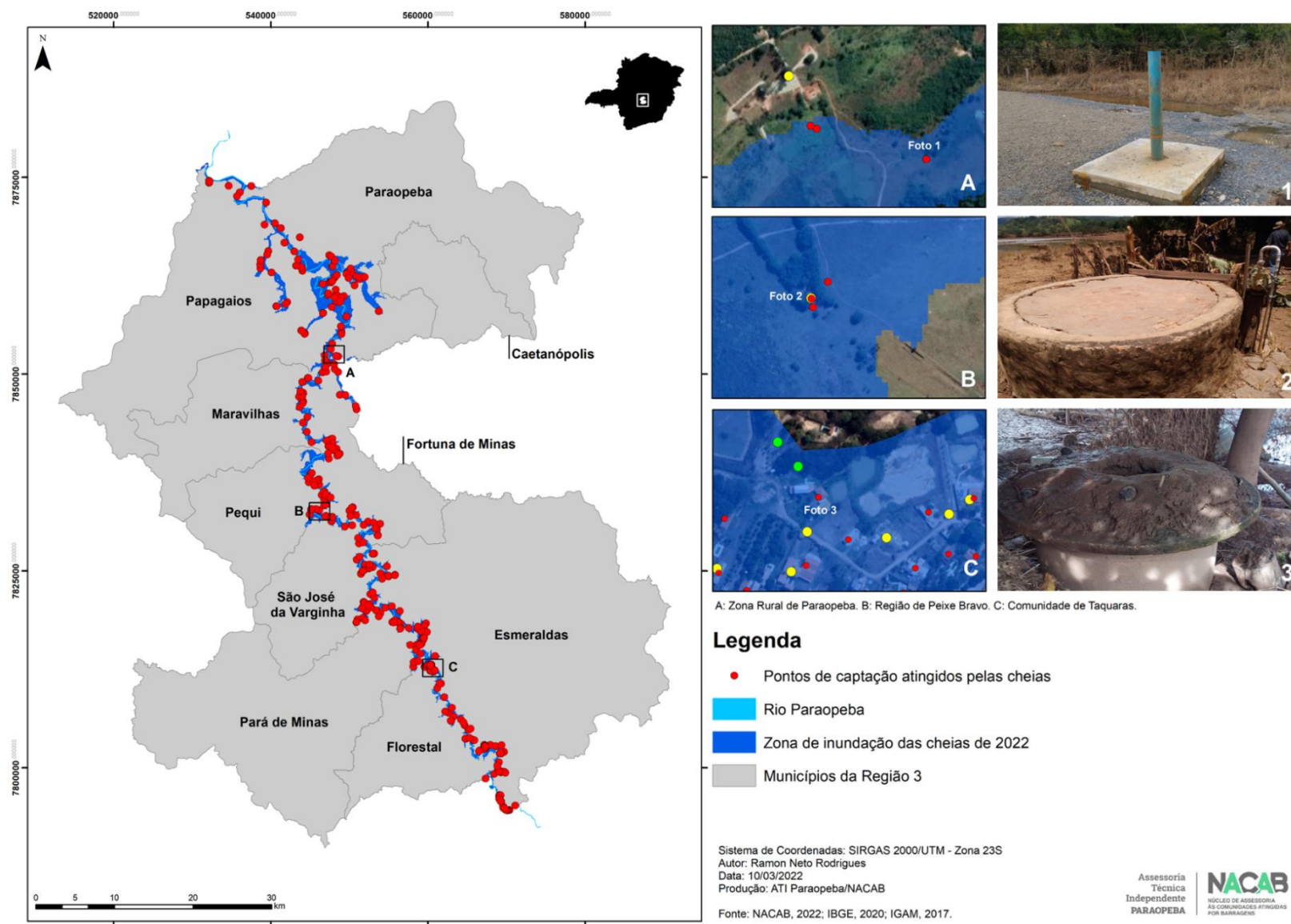
Deve-se destacar ainda que, devido à discordância da empresa VALE S.A quanto ao cumprimento do Ofício IGAM/GAB nº 18/2022 (Vide Anexo I), alegando a falta de nexos de causalidade entre os eventos, muitas pessoas atingidas na comunidade optaram por limpar suas propriedades por conta própria. Devido a isso, à falta de lugares adequados para deposição do material sedimentar do rio Paraopeba e à quantidade de bens materiais perdidos, muitas pessoas atingidas tiveram que depositar esses materiais nas vias públicas da comunidade, comprometendo ainda mais o fluxo de veículos e pessoas.

3.2. Levantamentos relacionados às captações de água e afluentes atingidos

Em relação aos pontos de captação de água, com base nos dados espacializados de outorgas em consonância aos pontos de coleta de água sobrepostos a mancha de inundação mapeada, estima-se que 537 pontos de captação/uso foram atingidos pelas cheias do rio Paraopeba na Região 3 (Figura 7). São considerados pontos de captação/uso poços, cisternas, açudes, córregos e nascentes. Considerando o universo mapeado pelo NACAB, as comissões com o maior número de pontos atingidos são Taquaras, Padre João, Bambus e Vinháticos e a Zona rural de Paraopeba, todas com mais de 60 pontos atingidos (Figura 8). O município com o maior número de pontos de captação atingidos pelas cheias do rio Paraopeba em 2022 é Esmeraldas (201 pontos de captação atingidos), seguido por Fortuna de Minas (75 pontos de captação). Há poços a mais de 3 km de distância do rio Paraopeba que foram atingidos pelo extravasamento do rio durante o período de cheias.

Tendo ciência que a maioria das fontes de captação de água ainda não estão mapeadas, acredita-se que um universo bem maior de poços tenha sido diretamente atingido pelas cheias. Deve-se ressaltar ainda que não existem estudos técnicos suficientemente robustos que indiquem uma distância segura da mancha de inundação ou do próprio rio Paraopeba que garantam a qualidade e a potabilidade da água desses poços. Recentemente, a ATI Paraopeba avaliou a qualidade da água de 489 pontos de captação de água para consumo humano. O objetivo dessa pesquisa foi avaliar se as fontes de água das pessoas atingidas foram contaminadas a partir do rompimento da barragem da mina do Córrego do Feijão, em Brumadinho. Uma análise preliminar dos dados aponta que, dos 489 pontos analisados, 173 pontos de captação analisados apresentaram quantidade de ferro, alumínio ou manganês acima do que é permitido pelas normas brasileiras.

Figura 7: Mapa com a espacialização dos pontos de captação de água para finalidades diversas dentro da mancha de inundação das cheias do rio Paraopeba, de janeiro de 2022, na Região 3.



Legenda
Número de pontos atingidos por comissão

0
2
3
4
5
10
13
17
25
29
30
33
36
41
43
60
62

Sistema de Coordenadas: SIRGAS 2000/UTM - Zona 23S
Autor: Ramon Neto Rodrigues
Data: 10/03/2022
Produção: ATI Paraopeba/NACAB
Fonte: NACAB, 2022; IBGE, 2020; IGAM, 2017.



Isso significa que, em aproximadamente um terço dos pontos avaliados, a quantidade desses elementos é tão alta que faz com que a água fique imprópria para o consumo humano. Mesmo que esses elementos sejam encontrados na natureza, as altas concentrações encontradas podem ser interpretadas como sinais de que a qualidade da água subterrânea sofreu alterações a partir do rompimento, uma vez que o ferro, o alumínio e o manganês são as principais substâncias presentes no rejeito da barragem da mina do Córrego do Feijão. Além disso, em 12 fontes de água a concentração de metais pesados está acima do que é permitido pelas normas brasileiras. Dentre os elementos encontrados, o mais presente foi o Chumbo, substância que a longo prazo pode causar diversos danos à saúde.

Com base nos dados da malha hídrica da bacia do rio Paraopeba, disponibilizada via “Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IDE SISEMA”, uma vez sobrepostos à mancha de inundação, estima-se que 200,06 km de afluentes tenham sido atingidos pelas cheias do rio Paraopeba (Figura 9). Considerando, nesse caso, apenas os afluentes com tamanho igual ou superior a 200 metros. No total, 34 afluentes tiveram mais de 1km de calha atingido pelas cheias do rio Paraopeba. Os dois principais são: Córrego dos Macacos (11,36 km de calha), entre Fortuna de Minas e Cachoeira da Prata (15,7 km de calha), e Córrego da Lagoa Preta, em Papagaios. Entre os principais danos observados, destaca-se o grande volume de sedimentos e materiais sólidos em suspensão para dentro da calha dos afluentes, levando ao seu assoreamento e possivelmente afetando as comunidades aquáticas que utilizam esses afluentes como refúgio (Figura 9).

O carreamento de sedimentos do rio Paraopeba para os seus afluentes tributários pode acarretar uma série de alterações comportamentais na comunidade aquática e prejudicar a resiliência desses ambientes, principalmente nos afluentes com alta qualidade ambiental. Além disso, danos à qualidade ambiental desses afluentes podem impactar no tempo de recuperação das comunidades aquáticas do próprio rio Paraopeba, e consequentemente, dificultar a recuperação das atividades socioeconômicas associadas a cadeia produtiva da pesca e turismo na região. Dentre as observações obtidas em campo, destacam-se as alterações morfológicas no sistema fluvial, referentes aos danos gerados pela retirada de vegetação, pela erosão nas margens dos cursos d'água, pelas alterações no traçado fluvial e pela deposição de materiais sedimentares no leito fluvial e nas planícies de inundação. Destacam-se, também, alterações na qualidade das águas, sobre dois fatores principais: 1) alterações na turbidez; 2) contaminação em potencial. Em muitos casos foi possível visualizar o minério de ferro associado a materiais de granulometria muito fina depositados no fundo da calha dos afluentes (Figura 10).

Figura 9: Mapa com a espacialização dos afluentes mapeados dentro da mancha de inundação das cheias do rio Paraopeba, de janeiro de 2022, na Região 3.

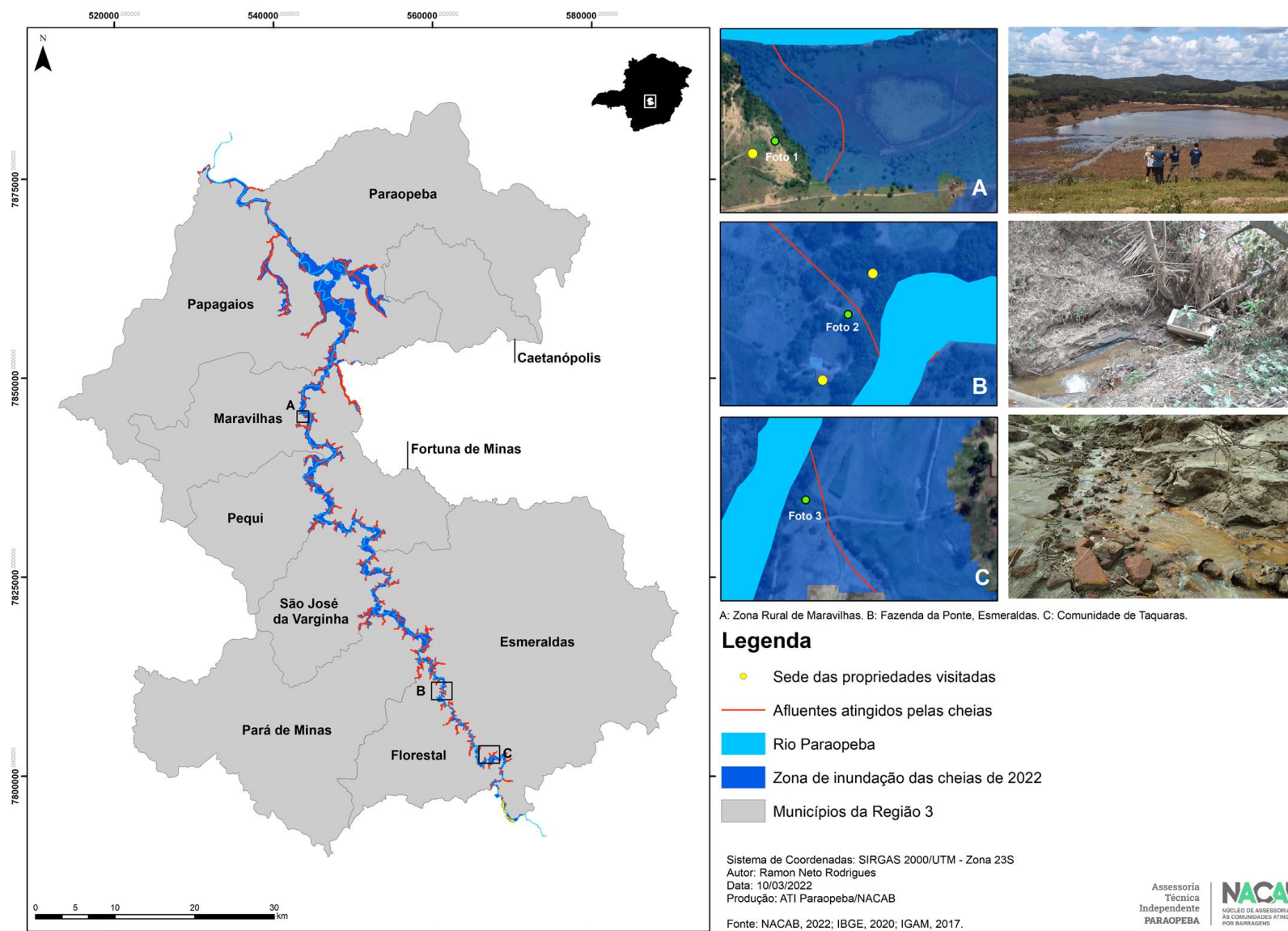
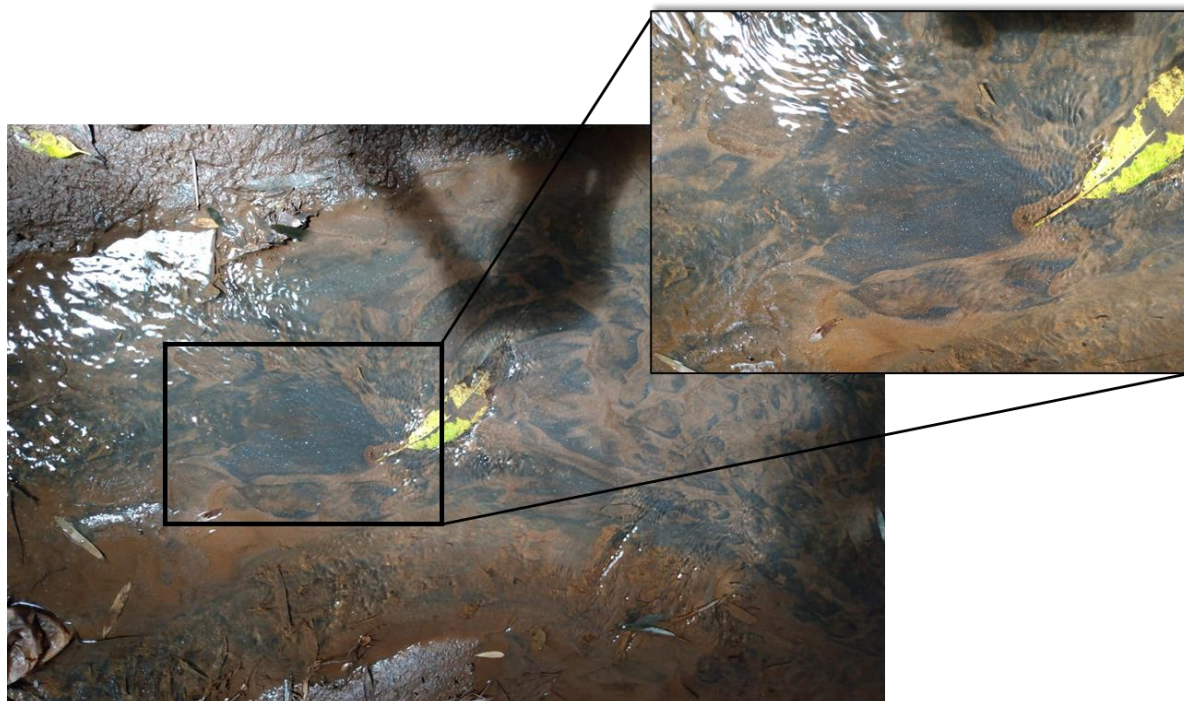


Figura 10: Detalhe para a deposição de minério de ferro dentro de um dos afluentes do rio Paraopeba visitados pela equipe da ATI Paraopeba, em janeiro de 2022, na Região 3.



Desta forma, 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 próximos para a dessedentação dos seus animais, para consumo humano e para irrigação das lavouras. Ainda foi relatado aos analistas de campo, custos associados à criação de novas captações alternativas para solucionar o problema, principalmente em propriedades que dependiam da água para irrigação ou dessedentação animal.

Alguns atingidos relataram que as medidas reparatórias adotadas pela empresa Vale foram suficientes para sanar o problema de modo temporário, outros que ainda não tiveram suas solicitações atendidas em sua plenitude. Observou-se que em muitos casos o poço era perfurado, mas a estrutura não era adequada ou a quantidade de água disponível no poço não era suficiente para a demanda requerida, sendo necessário o racionamento da água. Também foram relatados diversos conflitos associados às incertezas em torno da contaminação do poço, principalmente naqueles casos onde era liberada a coleta de água, mas os resultados não eram divulgados para os atingidos. Sendo assim, cabe destacar que há ainda, mesmos três anos após

o rompimento, pessoas atingidas que ainda não foram atendidas em sua plenitude ou que tiveram suas solicitações negadas, mesmo estando dentro das zonas de inundação direta, impedindo assim o acesso à reparação justa e integral.

3.3 Levantamentos relacionados ao volume de sedimento depositado nas planícies

Os processos responsáveis pela sedimentação são bastante complexos, abrangendo erosão, transporte de sedimentos nos cursos da água, deposição de sedimentos na calha e margem do rio, lagos e reservatórios e, bem como, sua compactação. Todos esses fenômenos ocorrem naturalmente em tempos geológicos e podem ser agravados por agentes externos (CARVALHO, 2008). Como foi o caso agravante decorrente do rompimento, com aporte de rejeitos no leito do rio Paraopeba.

Nesse sentido, é importante destacar que o transporte de sedimentos na água é governado pela relação entre a capacidade de carregamento do escoamento e a força necessária para deslocar as partículas. As partículas mais finas e leves, como as que compõe o rejeito, precisam de menos quantidade de energia para serem carregadas que as partículas mais pesadas, como as que compõe naturalmente o rio Paraopeba em cenário pré-rompimento. Ou seja, os processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos são dependentes da granulometria do material particulado presente na bacia (LEOPOLD et al., 1964 apud ROCHA, 2016).

De modo a estimar o volume de sedimentos depositados na planície de inundação do rio Paraopeba devido as cheias de 2022 a equipe técnica da ATI Paraopeba/NACAB realizou uma modelagem do transporte de sedimento. O modelo simulou dois cenários, que diferem entre si pela caracterização granulométrica do sedimento utilizada como parâmetro. O primeiro cenário (Cenário 1 – Controle), utilizou a granulometria observada na análise do material coletado pela ATI Paraopeba em um ponto do rio Paraopeba a montante da confluência com o Córrego do Feijão, em janeiro de 2022. O segundo cenário (Cenário 02 – granulometria após o rompimento) utilizou a granulometria dos sedimentos do rio Paraopeba verificados a jusante do rompimento da barragem pelas análises realizadas pelo NACAB, e seu objetivo foi simular o fenômeno das cheias de janeiro de 2022 considerando a atual granulometria dos sedimentos do rio, constituída dos sedimentos do rio após o aporte dos rejeitos da barragem B1.

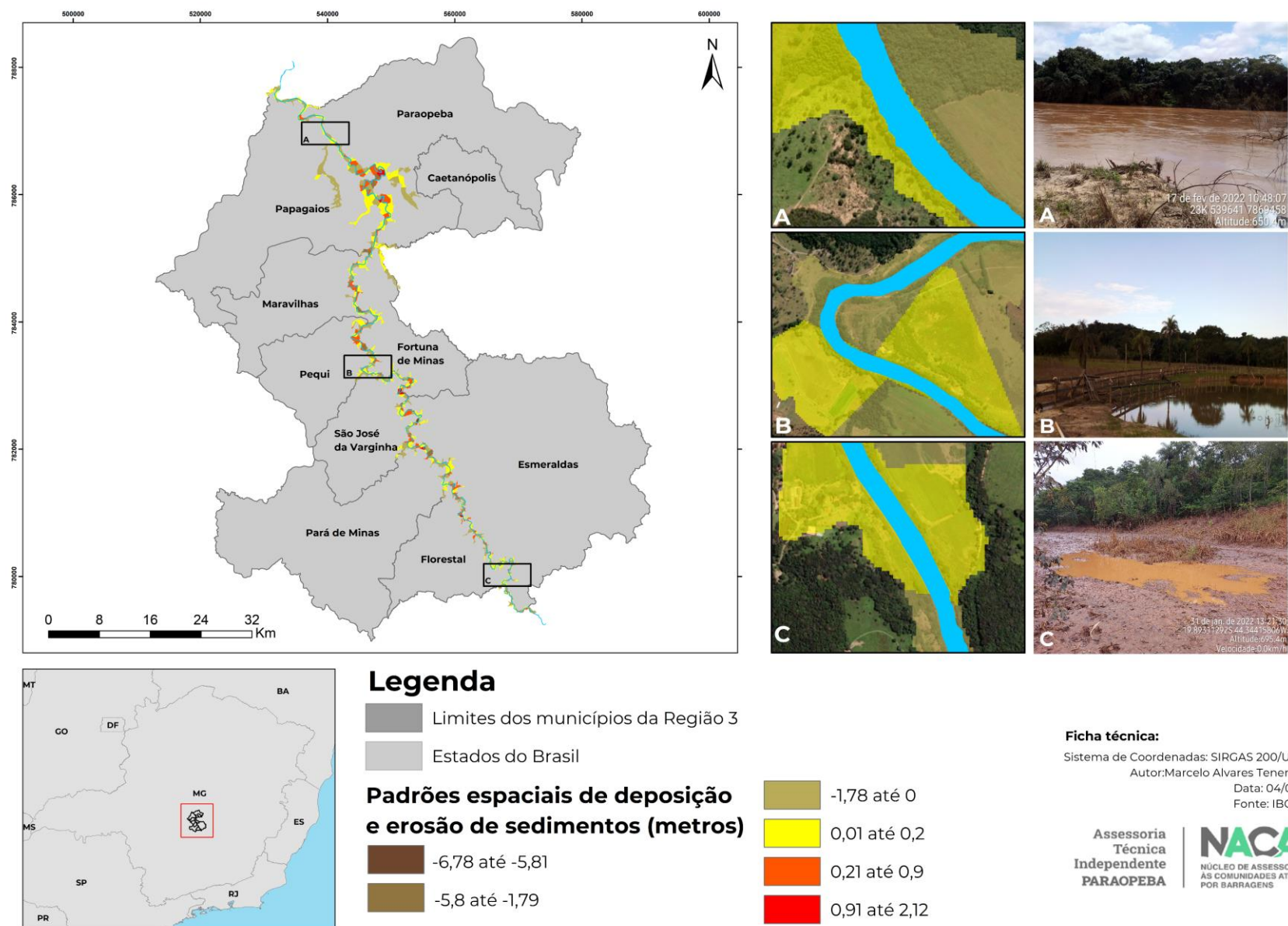
A partir dos resultados obtidos pela modelagem dos cenários, foi realizada uma comparação dos quantitativos de sedimentos depositados e da erosão das margens do rio Paraopeba para o trecho do contido na Região 3.

Ressalta-se que **o modelo está em fase final de elaboração**, sendo necessária a validação dos resultados da simulação para todo o trecho do rio Paraopeba na Região 3. Por esta razão foi realizada uma análise mais aprofundada dos resultados do modelo para três áreas da Região 3 indicadas como de alto risco para cheias no estudo Avaliação de Riscos das Cheias (NACAB, 2021). Desta maneira, os resultados apresentados são preliminares, e a versão definitiva do modelo irá compor o “Diagnóstico dos Comprometimentos sobre a Qualidade da água”, e será publicado após sua conclusão.

De acordo com os resultados obtidos é possível observar **uma faixa de deposição de 15 cm, em média, superior ao que seria depositado nas margens do rio Paraopeba** no cenário que se considera a granulometria do fundo semelhante ao observando no ponto testemunho, que se localiza a montante da área do rompimento (Figura 11; Figura 12). Os resultados indicam que os valores médios de erosão tiveram poucas diferenças em termos quantitativos, comparadas com a deposição. Pois, estima-se que o valor encontrado de deposição foi três vezes maior, em média, na Região 3, evidenciando a relação entre a alteração granulométrica do leito do curso d’água, em decorrência do aporte de rejeitos, com o aumento de material depositado nas margens após as cheias de 2022.

É possível observar que em todas as regiões os valores de alteração sempre são superiores no cenário de cheias considerando as características granulométricas do ponto após a confluência com o Ribeirão Ferro Carvão (início da Região 3), afetado em termos de granulometria pelo rompimento, quando comparados com os valores de granulometria do testemunho, que não foi comprometido pelo aporte de rejeito da barragem de Brumadinho. Os dados apresentados corroboram com os valores apresentados em relatório técnico do Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2019), em que é informado que, na estação Ponte Nova do Paraopeba com São Joaquim de Bicas, a 1 km à montante da Região 3, foi verificado que a granulometria dos sedimentos é mais grosseira no período anterior ao rompimento da barragem. Nesse sentido, é importante ressaltar que uma das características das amostras coletadas pelo CPRM no rio Paraopeba na época do rompimento foi a grande velocidade de decantação das partículas em suspensão. Essa decantação acelerada revela, em contrapartida, o potencial aumentado de deposição de sedimentos com aporte de rejeitos nas comunidades que margeiam o rio Paraopeba.

Figura 11: Espacialização do modelo de transporte e deposição de sedimentos após as cheias do rio Paraopeba de janeiro de 2022 para Região 3.



Altura de deposição (m)

Comunidades

■ CONTROLE - DADOS COLETADOS A MONTANTE ■ APÓS O ROMPIMENTO - DADOS COLETADOS A JUSANTE

Comunidade	CONTROLE - DADOS COLETADOS A MONTANTE (m)	APÓS O ROMPIMENTO - DADOS COLETADOS A JUSANTE (m)
Barragem	0,03	0,34
Barragem de Brumadinho	0,11	0,17
Barragem de Brumadinho e Brumadinho	0,02	0,22
Brumadinho	0,02	0,13
Brumadinho e Brumadinho	0,02	0,15
Brumadinho e Brumadinho	0,01	0,16
Brumadinho e Brumadinho	0,19	0,32
Brumadinho e Brumadinho	0,08	0,33
Brumadinho e Brumadinho	0,07	0,22
Brumadinho e Brumadinho	0,02	0,21
Brumadinho e Brumadinho	0,01	0,23
Brumadinho e Brumadinho	0,01	0,17
Brumadinho e Brumadinho	0,01	0,17
Brumadinho e Brumadinho	0,05	0,35
Brumadinho e Brumadinho	0,03	0,26
Brumadinho e Brumadinho	0,02	0,48
Brumadinho e Brumadinho	0,01	0,01
Brumadinho e Brumadinho	0,12	0,19
Brumadinho e Brumadinho	0,18	0,28
Brumadinho e Brumadinho	0,18	0,25
Brumadinho e Brumadinho	0,05	0,19
Brumadinho e Brumadinho	0,08	0,19
Brumadinho e Brumadinho	0,09	0,36
Brumadinho e Brumadinho	0,09	0,39
Brumadinho e Brumadinho	0,06	0,34
Brumadinho e Brumadinho	0,03	0,10
Brumadinho e Brumadinho	0,03	0,12
Brumadinho e Brumadinho	0,12	0,31
Brumadinho e Brumadinho	0,02	0,19
Brumadinho e Brumadinho	0,16	0,13
Brumadinho e Brumadinho	0,02	0,06
Brumadinho e Brumadinho	0,14	0,29
Brumadinho e Brumadinho	0,14	0,24
Brumadinho e Brumadinho	0,05	0,18
Brumadinho e Brumadinho	0,08	0,19
Brumadinho e Brumadinho	0,09	0,41
Brumadinho e Brumadinho	0,13	0,39
Brumadinho e Brumadinho	0,02	0,09
Brumadinho e Brumadinho	0,04	0,35
Brumadinho e Brumadinho	0,02	0,14
Brumadinho e Brumadinho	0,07	0,28

Observou-se, com base na sobreposição do mapa de uso e ocupação do solo das comissões (NACAB, 2022b), que a maior parte da área atingida pelas cheias do rio Paraopeba é destinada a pastagem (43,23% do total inundado; 5799,36 hectares; Figura 13) e que outra grande área atingida está inserida em zonas de produção agrícola (13,75% do total inundado; 1844,67 hectares). Para esses dois casos, observou-se inicialmente alguns exemplos de danos:

ii. Danos associados a diminuição do consumo de alimentos locais e a redução da soberania e segurança alimentar, devido à insegurança de consumo de alimentos que tiveram contato com o rio Paraopeba, em função da possibilidade de contaminação com metais pesados provenientes do rompimento.

Figura 13: Mapa de uso e ocupação do solo nas áreas atingidas pelas cheias do rio Paraopeba em janeiro de 2022, na Região 3.

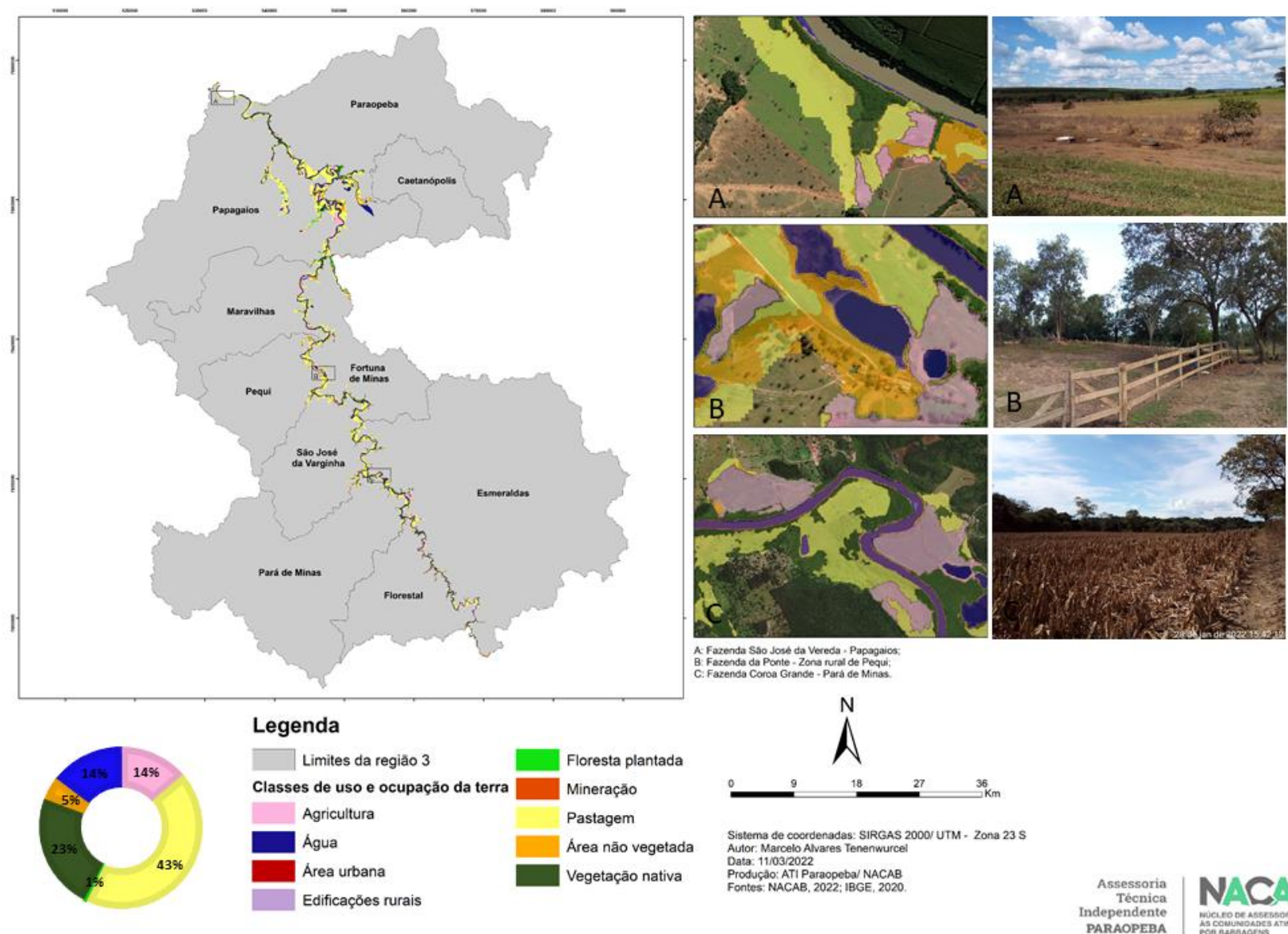


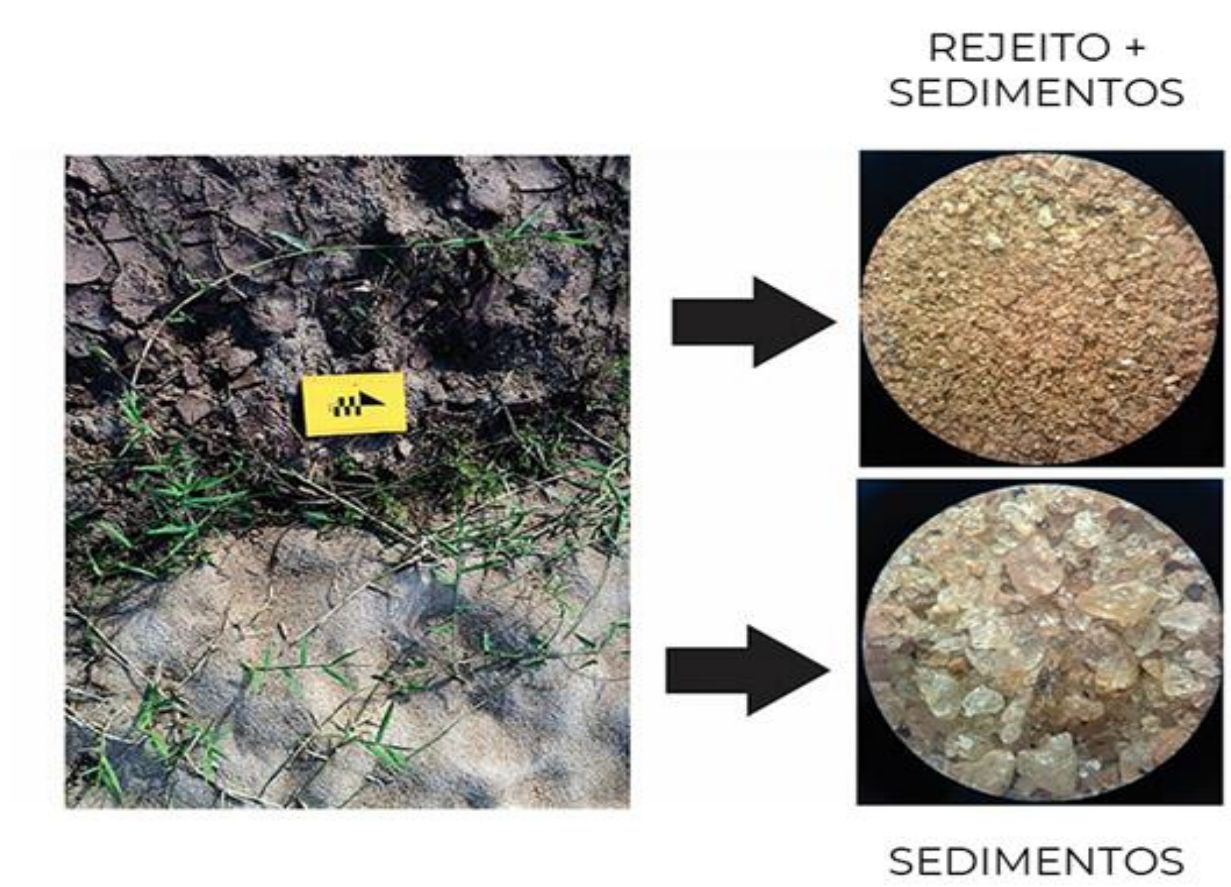
Figura 14: Registros fotográficos de áreas produtivas atingidas pelas cheias do rio Paraopeba em janeiro de 2022, na Região 3.



iii. Danos associados a estigmatização dos produtos oriundos das áreas atingidas pelas cheias do rio Paraopeba, que por sua vez geram prejuízos à geração de renda.

O soterramento do solo fértil pelo material depositado após as cheias e o consequente selamento superficial do solo é uma realidade observada em todas as regiões atingidas pelas cheias do rio Paraopeba. 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, 2021c). Em ambos os casos, o selamento da camada superficial associado à sua compactação tem prejudicado 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 15).

Figura 15: 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, 2021c). 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 Mariana, MG (NACAB, 2020).

3.5. Danos relacionados à perda de recursos naturais

No que se refere a perda de recursos naturais e possíveis desequilíbrios da fauna e flora, identificou-se, a partir da sobreposição da mancha de inundação e o mapeamento dos fragmentos florestais da Região 3 (Vide NACAB, 2022), que 3085,93 hectares de vegetação nativa foram atingidos pelas cheias do rio Paraopeba de 2022, isso equivale a 23% de toda a área atingida pelas cheias do rio Paraopeba nesse ano. Assim como dito anteriormente na caracterização dos danos associados à perda da produção agropecuária e danos à soberania e

segurança alimentar das pessoas atingidas, diversos estudos apontam que a deposição de material sob o solo oriundos de rejeitos de barragens causa uma série de danos à estrutura e qualidade do solo, o que pode comprometer os recursos naturais nessas áreas de vegetação nativa e por sua vez acarretar a perda de áreas de coleta de produtos naturais, uma vez que ainda não é possível garantir a saúde e segurança humana nos casos de contato direto com esse material (NACAB, 2020; NACAB, 2021a).

É importante destacar ainda que, segundo o Plano de Manejo de Rejeitos disponibilizado pela VALE S.A (VALE S.A, 2021), os efeitos da deposição de rejeitos sobre a vegetação nativa são diversos. Segundo o documento supracitado, a disposição do rejeito nesse local leva à:

“redução das condições de aeração do solo, ao soterramento direto da vegetação do sub-bosque, representados principalmente pelo extrato herbáceo e arbustivo, a alterações nos fluxos de água no solo, recobrimento de sementes e plântulas, entre outros. Em relação ao extrato arbóreo a deposição deste material provocou a morte imediata de indivíduos e ao processo de senescência em outros indivíduos, com sua degradação progressiva, levando também a morte ao longo do tempo. A magnitude destes impactos variou em função da espessura da camada de rejeitos depositada e das condições de relevo predominante (VALE S.A, 2021; Pág. 44).

Entende-se assim que a recuperação para uso depende de uma série de ações de reparação complexas, e que poderá demorar anos, acarretando danos expressivos à economia da Região 3. Nesse ponto, é importante destacar o Plano de Manejo de Rejeitos (VALE S.A; 2021) que, apesar de indicar as áreas atingidas pelas cheias como dentro da área de abrangência de atuação, não indica ações e estratégias para manejo do rejeito dessas áreas. Dessa forma, a equipe do NACAB reforça a importância de planejar e detalhar as ações dentro do escopo da deposição de rejeito nas áreas atingidas pelas cheias em 2022.

3.6 Danos específicos à saúde

Mais especificamente em relação à saúde das pessoas atingidas pelas cheias do rio Paraopeba, durante os contatos por telefone e visitas pontuais realizados logo nas duas primeiras semanas de cheia, observou-se que 63% das famílias contactadas haviam tido algum tipo de contato direto com a água ou com o material depositado. Desse total, 19% das pessoas relataram alguma queixa de saúde. Em campo, das 148 famílias visitadas pela equipe

multidisciplinar, 63,5% relataram que tiveram contato com o rio Paraopeba. Ainda considerando esse total de famílias visitadas, 61 relataram algum tipo de queixa de saúde associada as cheias do rio Paraopeba (41,22%). Desse total, foram registrados 25 casos de dermatites ou lesões físicas na área de contato direto com o material (16,9% do total de famílias; Figura 16). Também foram registrados casos de diarreia, náuseas, febre, vômito e queixas associadas ao cheiro do material.

Cabe destacar que lesões físicas e dermatites já haviam sido identificadas durante a primeira avaliação dos danos relacionados às cheias em 2021. Danos à saúde física e mental também foram encontrados nas investigações realizadas em Barra Longa, município atingido pelo rompimento da barragem de rejeito de minério de ferro de Fundão (VORMITTAG, et al. 2018; VORMITTAG, et al., 2021).

Desse modo, os territórios em situação de emergência e desastre, como os que foram atingidos pelas cheias do rio Paraopeba na região 3, são caracterizados como espaços que apresentam risco concreto às condições de saúde física e mental das pessoas atingidas (BARCELLOS et al. 2019). Esses danos precisam ser averiguados e acompanhados ao longo do processo de reparação integral, compreendendo a dimensão da reabilitação que envolve medidas para uma recuperação das condições de vida, saúde integral e relações sociais das pessoas atingidas, considerando condições iguais ou superiores ao momento anterior ao desastre-crime. Cabe destacar que em 73,6% das propriedades visitadas (109 propriedades) ainda apresentavam acúmulo de água devido a inundação, o que pode apresentar um risco à saúde das pessoas associado ao contato prologado a água do rio Paraopeba e a possibilidade de aumento de doenças de veiculação hídrica e/ou aumento de vetores transmissores de doenças como a dengue.

Não obstante, destacam-se também os relatos de sintomas de ansiedade e depressão após o rompimento, nos quais os atingidos afirmaram estar tomando diversos medicamentos para lidar com o processo de adoecimento psíquico, associado as frustrações e sofrimento vivenciados cotidianamente. A forte ligação com o Rio Paraopeba, seja pela produção de vida, trabalho e renda, seja pela memória afetiva proporcionados pelo lazer, são elementos extraídos nos relatos das pessoas atingidas das comunidades visitadas pela equipe técnica da ATI Paraopeba. O rio ocupava 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.

Figura 16: Registros fotográficos das lesões físicas e dermatites identificadas em algumas pessoas atingidas pelas cheias do rio Paraopeba em janeiro de 2022, na Região 3.



Após o rompimento da barragem da Vale, houve uma diminuição expressiva dos frequentadores que usufruíam do turismo local, movimentavam a economia, e estimulavam os espaços de convivência de famílias, amigos, pescadores e turistas. Somado a isso houve, com a enchente, a maior exposição a fatores de estresse. Com isso, sintomas psicossociais como a depressão e a tristeza abateram os moradores e frequentadores das comunidades ribeirinhas ao rio Paraopeba que perderam o lazer, o bem-estar vivenciados pelas belezas que os atraíram para aquele local. 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 o processo de adoecimento físico e mental.

Além da angústia, outros sintomas psicológicos foram relatados por moradores das comunidades durante a visita, tais como o medo de se contaminarem com a água e o solo, a ansiedade e perda do sono decorrente da ausência de turistas que adquiriam os artesanatos, alugavam sítios e, assim, garantiam a renda de muitas famílias. Tais sintomas ainda se mostram presentes no cotidiano dessas comunidades, refletindo o sofrimento humano relacionado a um contexto de tantas perdas e alertando para a necessidade de acolhimento cuidadoso e acompanhamento psicossocial. Desse modo, as situações de conflitos socioambientais podem ocasionar muitos danos e perdas psicossociais na vida das pessoas atingidas, tais como (FIOCRUZ, 2018):

- i. Perda das referências socioafetivas, como familiares, amigos, vizinhos, colegas;
- ii. Perda de bens, referências geográficas, afetivas e sua sensação de segurança;
- iii. Deslocamento compulsório para evitar correr risco de vida;
- iv. Necessidade abrupta de ter que lidar com a imprevisibilidade de um possível rompimento;
- v. Experimentar sentimentos intensos de medo, terror e impotência;
- vi. Confrontar-se com a destruição e caos do seu território;
- vii. Confrontar-se com a perturbação das suas crenças e valores;
- viii. Vivenciar uma transição inesperada de tarefas e de papéis dentro da própria família ou na comunidade.

4. Considerações Finais

Diante do exposto, observa-se que as cheias do rio Paraopeba de janeiro de 2022 trouxeram uma série de danos às propriedades e famílias atingidas na Região 3. Cabe, portanto, pensar em estratégias e ações eficazes para, inicialmente, suprir as demandas emergenciais das pessoas atingidas (ex.: limpeza das casas e vias atingidas pela lama, fornecimento de água para consumo humano e dessedentação animal, fornecimento de silagem, realocação de famílias que se encontram desalojadas, atendimento em saúde, dentre outros), e posteriormente garantir reparação integral dos danos identificados. Por fim, é importante destacar que estão sendo elaborados, assim como feito pelas cheias de 2020, relatórios técnicos individualizados por comissão. A previsão de finalização dos primeiros relatórios técnicos de campo é final de março de 2022, com conclusão total da avaliação prevista para final de abril de 2022. Todos esses relatórios serão devolvidos para as comunidades atingidas para serem enviados aos compromitentes assim que estiverem finalizados.

5. Referências bibliográficas

AEDAS; NACAB; INSTITUTO GUAICUY. 2022. Plano de Ação Emergencial em apoio às comunidades atingidas pelas enchentes e cheias de janeiro de 2022 na bacia do rio Paraopeba. Belo Horizonte. 6p.

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.

BARCELLOS, C. et al (2019). Avaliação dos impactos sobre a saúde do desastre da mineração da Vale (Brumadinho, MG). Nota Técnica. ICICT. FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 01 de fevereiro de 2019. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/32268/3/Nota_Tecnica_Brumadinho_impacto_Saude_01022019.pdf. Acesso em 17 mar 2022.

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.

FIOCRUZ (2018). Guia de Preparação e Respostas do Setor Saúde aos Desastres. Edição Digital: Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ensp.fiocruz.br/portal-ensp/informe/site/arquivos/anexos/adbd1fb1bd20e237ab67233e3f0a4cfe67a267c.PDF> . Acessado em: 17 de março de 2022.

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>.

MPMG. Ministério Público Estadual de Minas Gerais. Ação Civil Pública - Com pedido principal em aditamento ao pedido de tutela provisória cautelar em caráter antecedente e com pedido de tutelas de urgência e evidência. Autos nº 5000053-16.2019.8.13.0090. 2019.

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, 2021a. Produto Final: Avaliação de Risco de Cheias. Gerência Socioambiental. Belo Horizonte, dezembro de 2021.

NACAB, 2021b. Parecer Técnico: Análise preliminar dos danos físicos aos imóveis ocorridos em decorrência do rompimento da barragem de rejeitos da mina de Córrego do Feijão, da Vale S.A. - Esmeraldas/MG - Comunidade de Taquaras. Belo Horizonte, agosto de 2021.

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

NACAB, 2022a. Relatório Geral de Devolutiva de Demandas Emergenciais associadas as Cheias no rio Paraopeba em 2022. Belo Horizonte, fevereiro de 2022.

NACAB, 2022b. Diagnóstico Territorial Socioambiental Ampliado. Belo Horizonte, [em elaboração]. Belo Horizonte, março de 2022.

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.

VALE S.A. 2021. Plano de Manejo de Rejeitos (PMR). Versão preliminar do Plano de Recuperação Socioambiental. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/conteudo/pro-brumadinho/plano-de-recuperacao-socioambiental-versao-preliminar>. Acesso em: 25/08/2021

VORMITTAG et al., 2018. Health evaluation of the Barra Longa population affected by the disaster in Mariana County. *Ambient. Soc.*, 21 (2018). São Paulo, 21:e01222. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/7r5csHbfd4fGfcmXJjR57CD/?lang=en#>.

VORMITTAG et al., 2021. High levels of metals/metalloids in blood and urine of residents living in the area affected by the dam failing in Barra Longa, District, Brazil: A preliminary human biomonitoring study. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, v. 83. p. 103566. April, 2021.