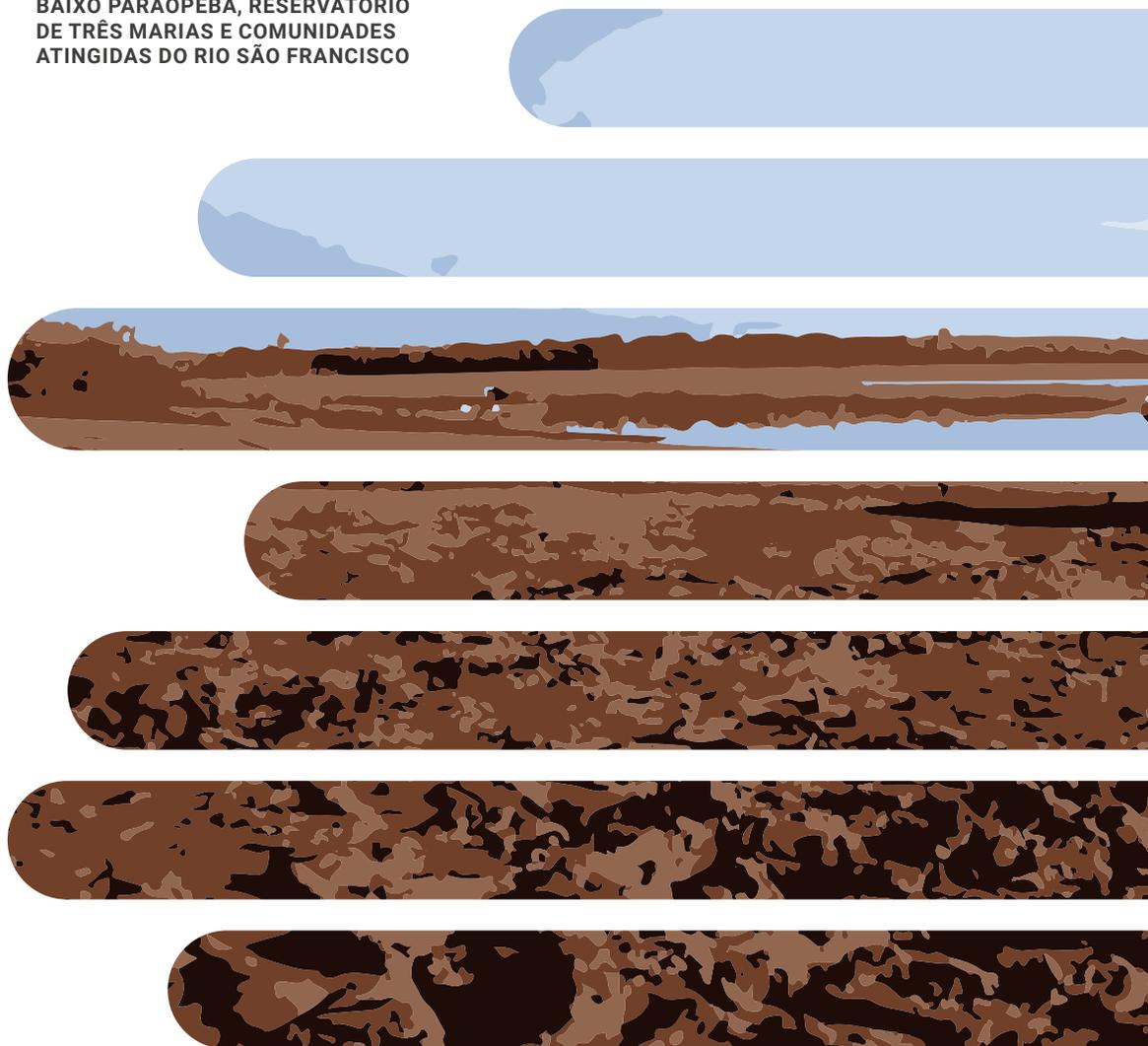


APÓS A LAMA, O RIO

Carla Wstane
Mônica de Cássia Souza Campos
Paula de Sousa Constante
(Org.)

DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DO
BAIXO PARAÓPEBA, RESERVATÓRIO
DE TRÊS MARIAS E COMUNIDADES
ATINGIDAS DO RIO SÃO FRANCISCO





APÓS A LAMA, O RIO

DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL DO
BAIXO PARAPEBA, RESERVATÓRIO
DE TRÊS MARIAS E COMUNIDADES
ATINGIDAS DO RIO SÃO FRANCISCO

Carla Wstane
Mônica de Cássia Souza Campos
Paula de Sousa Constante
(Org.)

Apresentação

Carolina Morishita*

Em meio à sobrecarga da luta por reparação, há vitórias tão valiosas que é preciso parar um instante e celebrar. É esse o caso desta publicação. Cada um dos artigos que compõem o livro traz o elemento mais importante de todas as conquistas: o acesso à informação, neste caso uma informação técnica, com excelência científica e produzida para as pessoas, famílias e comunidades atingidas.

Durante mais de cinco anos acompanhei as pessoas na bacia do rio Paraopeba e na região da represa de Três Marias. Nos primeiros meses após o rompimento da mina do Córrego do Feijão, em Brumadinho, no dia 25 de janeiro de 2019, as manifestações em reuniões e atendimentos possuíam um ar de esperança de uma rápida resolução de todos os problemas e de retorno a um cotidiano que parecia estar ao alcance das mãos.

Eu acompanhava havia alguns meses o caso do Rio Doce, um rompimento ocorrido em 05 de novembro de 2015, em Mariana, e os relatos de lá me davam um cenário muito diferente das perspectivas e obstáculos da reparação. A esperança é parte importante da vida e da luta e tínhamos de pensar instrumentos que fortalecessem o povo, permitissem que essa esperança permanecesse presente e que conquistas verdadeiras chegassem a cada território.

Naquele início não faltava apenas entendimento do dano, faltava a compreensão de que o dano ainda estava acontecendo, se desdobrando, ocultado pela urgência das violações mais visíveis. Era essencial trazer para as comunidades instrumentos que permitissem esse entendimento e apoiassem a percepção e a construção da verdadeira reparação.

* Defensora Pública do Estado de Minas Gerais.



Foi assim que a garantia da Assessoria Técnica Independente (ATI) foi colocada como uma das primeiras pautas – e se tornou uma das primeiras vitórias. A essência da ATI é colocar em território técnicos das mais diversas áreas à disposição do povo para que a realidade das vivências – tanto da perspectiva do dano quanto da perspectiva da reparação – seja o elemento central do processo.

O rigor técnico-científico não depende apenas de um laboratório com as credenciais corretas ou de referenciais teóricos; exige o repertório técnico das pessoas atingidas. A definição de pontos de coleta, o entendimento da relação da comunidade com determinados remansos, os usos e o consumo do peixe, as formas de pescar e tantos outros conhecimentos que a observação atenta vai acumulando comprovam que o rigor acadêmico não encontra excelência se descolado do entendimento científico dos territórios.

Podendo agora entender esse processo de uma nova perspectiva, me acalanta que em meio a tantas dificuldades pudemos construir o empoderamento de lideranças extraordinárias, valentes e brilhantes.

O reconhecimento de que essas pessoas são donas de conhecimento técnico, têm o direito de serem ouvidas, respeitadas e atendidas repercutirá por muitos anos.

O Instituto Guaicuy e cada um dos profissionais e equipes envolvidos nesta publicação trazem um novo marco de produção e divulgação de conhecimento aliado do povo e da pauta de reparação. Uma vitória a ser celebrada porque, muito mais do que retrato de horas de trabalho e estudo, é um documento do compromisso com um projeto de reparação em que as pessoas atingidas estejam presentes, sejam respeitadas e protagonistas.

Da lama ao trabalho para construir esperança

Procópio de Castro*

O Instituto Guaicuy, desde o seu início imanente do Projeto Manuelzão, tem o olhar metodológico a partir do espaço geográfico da bacia hidrográfica onde a vida e a natureza interagem e as ações humanas se refletem na água. O Guaicuy sempre trabalhou com pessoas das comunidades ribeirinhas do Rio das Velhas, buscando promover a saúde, o direito ao meio ambiente saudável e a cidadania plena a partir de ações locais e com visão ecossistêmica global, fomentando a participação democrática consciente, em defesa dos direitos do cidadão ao acesso a políticas públicas adequadas.

* Presidente e Diretor Executivo do Instituto Guaicuy. Publicitário e Gestor Ambiental.

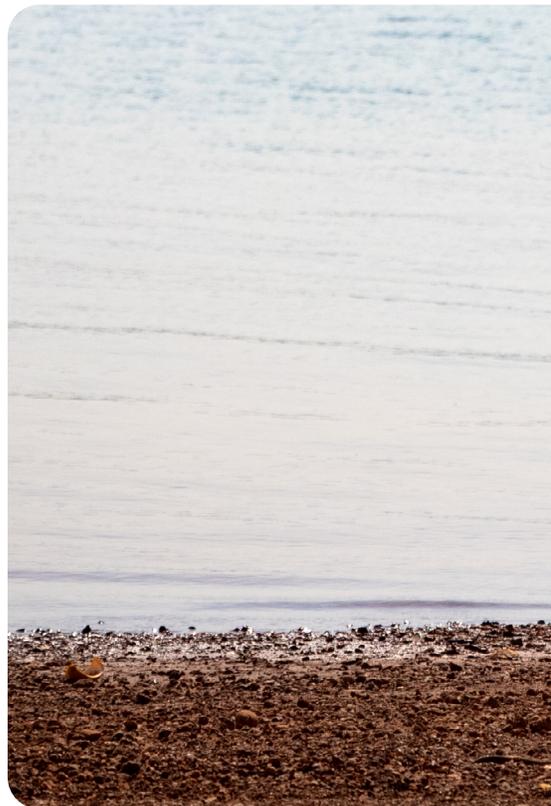


Foi sob a premissa de defesa socioambiental que o Instituto participou e liderou a luta pela criação da lei Mar Lama Nunca Mais, após o desastre-crime na bacia do Rio Doce, em Mariana, na data de 5 de novembro de 2015, lei que busca evitar que outros desastres ambientais de rompimento de barragens submetam populações a risco de vida, de perda de seus direitos e de suas propriedades, e que os cidadãos sofram com o terror de serem atingidos pelo resultado nefasto de atividades econômicas desenvolvidas à sua revelia e sem os devidos cuidados. Por sua experiência de atuar lado a lado com a população, o Instituto Guaicuy aceitou o desafio de atuar como Assessoria Técnica Independente – ATI às pessoas atingidas no desastre-crime na bacia do rio Paraopeba, mina do Córrego do Feijão, em Brumadinho, acontecido em 25 de janeiro de 2019.

A pessoa atingida por um desastre-crime ambiental tem direito a ATI e também o direito de participar da construção da sua defesa, de quantificar seus danos, de participar dos processos judiciais ligados à reparação integral dos danos sofridos, sejam diretos e indiretos, visíveis, sutis ou imperceptíveis a que elas foram submetidas e que também atingiu o ambiente em que estão localizados. Esta é ainda uma disputa a ser consolidada, eis que as decisões judiciais são tomadas envolvendo os governantes e a empresa ré, mas sem participação efetiva, democrática e transparente das pessoas atingidas. Esta é uma situação em que a revitimização acontece pela exclusão do atingido-vítima, suprimido de direitos fundamentais e obrigado a esperar o tempo da justiça que não é o tempo das dores nem das perdas imediatas que sentiu.

Quando um desastre acontece, são necessárias ações imediatas para suprir as carências que aparecem, de alimentação, de acesso à água e a recursos de saúde, de habitação e tantas outras necessidades prementes cujo atendimento não deveria ser recusado. Torpe ainda é cobrar da pessoa atingida a prova do dano para atender tais urgências. Todo dano ambiental tem uma área em que o impacto é real e direto e não pode ser negado, mas há os danos indiretos de difícil mensuração, que não podem ser reduzidos por olhares externos sem a profundidade de estudos técnicos qualificados ou por negativa dos responsáveis pelo desastre. Quando esses fatores ocorrem e nem a punição nem a reparação chegam, a pessoa atingida é revitimizada por descrença na justiça, acometido de desânimo e adoecimento.

Assessoria Técnica Independente tem lado: o lado do atingido e da atingida. Ser ATI pressupõe não poder estar a serviço dos órgãos de governo nem sequer das instituições de justiça. Ela tem por obrigação primordial ter o foco de atuação, direcionamento e trabalho na pessoa atingida. É sua função atuar levando atenção, acolhimento, informação qualificada, sempre por meio de escuta e levantamento, sistematização e interpretação de dados, sendo, portanto, ora porta-voz das necessidades das pessoas, ora orientadora e atuante na capacitação e na preparação das mesmas para entendimento e identificação das diversas formas pelas quais se dão a extensão e o tipo dos danos sofridos, seja na quebra de direitos, na perda monetária, no estigma da pessoa atingida, nas dores, sofrimentos e perda da saúde e desenvolvimento de doenças.





Como entidade que acompanha pessoas com diversos níveis sociais, econômicos e culturais, todas impactadas pela destruição de seus sonhos e por uma ampla gama de tipos e extensão de danos, a ATI precisa ter capacidade estrutural, técnica e operacional para preparar, estruturar, organizar e capacitar essas pessoas vitimadas para a luta em defesa da reparação integral, reparação esta que é de várias formas negada, dificultada, minimizada, precipitando esses cidadãos e cidadãs, como consequência, à revitimização.

Para atender suas atividades, a ATI necessita de uma boa infraestrutura e de recursos para disponibilizar espaço ideal e acolhedor às pessoas atingidas. Além dessa estrutura física, necessita também de profissionais qualificados nas várias áreas das ciências, principalmente das áreas de humanas, ambientais e do direito, além de toda infraestrutura qualificada de gestão logística e suporte. O desafio do acolhimento e da escuta acaba por atingir também o profissional da assessoria técnica, que convive e vivencia, com a pessoa atingida, toda a tensão contínua, situação que também frustra e, por vezes, adoece o profissional.

É um cenário de disputa constante em que a ATI precisa atuar para que as pessoas atingidas estejam preparadas para defender seus direitos em condições de participação informada, transparente e democrática na construção da reparação plena e verdadeira. Nesta publicação, o Guaicuy procura apresentar, na voz dos seus profissionais, um pouco do relato da experiência dessas lutas a favor das pessoas, territórios e comunidades atingidas.

Prólogo – Por um conhecimento que transforme

Rodrigo Lemos*

* Geógrafo, UFMG, 2008. Especialista em direito ambiental PUC Minas 2011. Mestre em análise ambiental, UFMG 2013, doutor em geografia e planejamento ambiental, UFMG 2018.

Após o rompimento da barragem de minério da Vale, no dia 25 de janeiro de 2019, a sociedade não teve tempo de lamentar as perdas de 272 vidas. Sequencialmente ao rompimento, grandes dúvidas surgiram sobre a abrangência e o impacto para o rio Paraopeba e para todas as comunidades a jusante de Brumadinho. Foi o momento de refletir que, naquela crise, era muito importante fazer as perguntas corretas. Afinal, o que aprendemos enquanto sociedade civil com o desastre-crime da Samarco, no Rio Doce? O que deve ser preocupação agora que um crime como esse ocorreu? As pessoas podem usar a água? O que acontecerá com os peixes? O que será das atividades econômicas que usam água? Quais impactos para a saúde humana e para os ecossistemas? Quais os impactos para os territórios? O que será da vida das pessoas?

O que será dos sonhos?

Em meio a tantas perguntas, já havia um consenso: de um lado, uma das maiores mineradoras do mundo com todo o poder que o dinheiro proporciona, tanto em nível técnico quanto político. Do outro lado, as pessoas impactadas precisavam ainda se unir e se entender. O “ser atingido” não existia antes do crime do rompimento. As pessoas se tornaram atingidas com o rompimento da barragem. Elas não existiam enquanto grupo social antes do rompimento, não possuíam integridade territorial ou política, não estavam minimamente organizadas para a luta que se seguiria. Mas seguiram, lutaram e lutam bravamente em um processo de reparação que é imensamente desigual. Das muitas desigualdades, a técnica é uma das mais complexas e mais perversas em um processo de reparação. É complexa, pois a dimensão metodológica e científica

para a compreensão de um dos maiores desastres ambientais do mundo é multifacetada, transdisciplinar e desafiadora mesmo para modelos e análises consolidadas mais avançados e dinâmicos. É perversa, pois as pessoas que se tornaram atingidas não são elas mesmas técnicas, não possuem, necessariamente, a clareza e fundamentação, os argumentos e as leituras que deixem claros os impactos. Qual a extensão do dano? Quais as dúvidas que restam? Qual o tempo para que volte a ser o que era?

Será possível voltar a ser o que era?

A desigualdade técnica é, em grande parte, reflexo da forma como estruturamos nossa própria sociedade e como referenciamos o espaço natural a partir de uma racionalidade técnica e científica que ambiciona domesticar a natureza e seus sistemas. A técnica que se propõe a entender a realidade após o rompimento somente poderá ser efetiva se dialogar com as realidades e com as práticas das pessoas atingidas, pois a multiplicidade de danos sofridos pelas pessoas é tão variada quanto a diversidade social; a reparação, para ser integral, deve ser sensível à realidade de como cada indivíduo e cada comunidade sentiram e sentem os impactos e os danos do rompimento. Por isso, dimensionar os impactos do rompimento é um desafio técnico e político sem precedentes na realidade brasileira e uma necessidade para a reparação integral.

Na dimensão da Assessoria Técnica Independente (ATI), esse dimensionamento deve ainda ser feito de forma dialogada, para que cada pessoa

e comunidade atingida possam perceber os danos. É preciso compreender o dano para projetar como ele impacta na dimensão de vida de cada pessoa e de cada comunidade. Ninguém foi impactado da mesma maneira, cada realidade tem diferentes vulnerabilidades, necessidades, ordens. Como é possível reparar? Como é possível perceber e se tornar sensível à dor? Até onde o financeiro repara? Até onde a natureza tem valor econômico? E o que é imensurável?

Quanto vale aquele sonho?

Por mais complexo que seja, esse processo é essencial para a construção do ser atingido e para a reparação integral das pessoas e comunidades atingidas. São as pessoas atingidas que devem expressar as melhores formas de reparação. Essa é essencialmente uma construção dialógica que deve respeitar os diferentes conhecimentos, variados tempos e muitas lógicas de atuação e de leitura dos territórios e dos danos gerados pelo rompimento. Não é simples, mas é preciso. Muitas informações, muitos processos, diálogos, entendimentos e desentendimentos serão necessários nessa construção, e talvez uma das mais complexas seja a dimensão técnica – o quanto sabemos realmente do rompimento.

Nesse processo, penso que este livro tem duas grandes oportunidades de ser duplamente mobilizador: para as pessoas atingidas e para a luta da reparação; para a pesquisa, pesquisadores e técnicos na compreensão técnica e científica dos impactos do rompimento da barragem.

A primeira oportunidade: mobilizando informações para a luta pela reparação integral

O conhecimento gerado pela ATI deve ser essencialmente transformador, deve permitir refletir a partir da realidade e construir a partir dela outro caminho para a reparação a começar das dinâmicas, percepções e práticas das pessoas e comunidades atingidas. Esse contexto é especialmente importante para o Instituto Guaicuy, que tem como missão **“executar ações que promovam uma abordagem ecossistêmica sobre a relação entre as pessoas e seus territórios, empoderando comunidades”**. Esse objetivo funciona como ideologia motriz, orientando a perspectiva de que a mobilização social é uma possibilidade para a transformação da sociedade. Em diversas frentes e projetos de atuação, o Instituto Guaicuy reconhece a mobilização social para a autonomia como uma forma potente de diálogo entre diferentes conhecimentos, refletidos a partir do cotidiano e das realidades da vida.

Esse livro tem o potencial de ser um processo mobilizador na reparação das pessoas atingidas pelo rompimento da barragem da Vale na bacia do Paraopeba, atingindo a Represa de Três Marias e o Rio São Francisco. Para tanto, considero, ele deve dialogar com diferentes formas de conhecimento e perspectivas para construir múltiplas leituras de danos e impactos gerados pelo rompimento da barragem, apoiando a construção de um processo crítico de reflexão e de orientação para a Assessoria Técnica Independente, as pessoas atingidas e todos que lutam pela reparação integral.

Uma mobilização social crítica dialoga com as realidades e perspectivas de mundo, constrói leituras, desconstrói vieses e fomenta a integração, de forma gradual e contínua. Essa forma de mobilização é essencialmente ambiental, pois envolve as pessoas no espaço, onde se encontram, como se relacionam; é uma mobilização que repensa a realidade e, por isso, deve ser transformadora, modificadora do cotidiano. Por essa razão toda mobilização social é a oportunidade de um processo educativo, potencialmente crítico e bastante necessário em nossa sociedade.

Um caminho é por meio de uma educação mobilizadora e uma mobilização educadora, pois toda mobilização social é a oportunidade de um processo educativo! Uma mobilização educadora que deve permitir o sonho de mudanças autônomas, vislumbrar as transgressões necessárias para a construção de futuros diferentes, que estão fora de nossa realidade atual. Porque, mais que proporcionar acesso à informação, é necessário mobilizar uma educação que seja transformadora da realidade, que permita à sociedade ver caminhos para as trágicas realidades diárias. Mesmo no desastre-crime, reencontrar o caminho é necessário. E o cotidiano pode ser perverso, insensível e desmobilizador.

Como olhar para o Rio Paraopeba impactado, afastado, restrito, percebido por uma natureza que é cotidianamente mutilada em uma sociedade apática, atomizada – em que cada um se vê individualmente. Como construir uma empatia que seja transformação entre as pessoas a partir do rio? É certo que o conhecimento técnico e científico, fundamentado, metodologicamente rigoroso e dialogado nas práticas e dinâmicas da comunidade, é peça essencial nessa construção.

Por isso esse livro pode ser parte de um caminho em construção para a reparação integral: de um lado, questiona o técnico a partir do popular, trazendo subjetividades e perspectivas dos sujeitos na construção e reconhecimento de um “ser atingido” plural, dinâmico e complexo; de outro, tenta construir pontes, diálogos e preocupações técnicas que são essenciais para a reparação das pessoas atingidas e à compreensão da realidade ambientalmente complexa do rompimento da barragem.

A segunda oportunidade: mobilizando o técnico e o científico para a pesquisa sobre os danos do rompimento da barragem

O conhecimento técnico deve ser confrontado com a realidade e a realidade deve ser parte do técnico que se forma, se pensa e se reinventa, construindo uma possível práxis transformadora da realidade que pode proporcionar exercícios de autonomia para as pessoas, grupos e comunidades. Esse conhecimento potencialmente serve à transformação da realidade por uma possível justiça a ser construída. Ou, como lembra Paulo Freire, “A educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo”. Acredito que este livro lance qualificadas e tecnicamente fundamentadas novas dúvidas e considerações sobre a extensão e os impactos do rompimento da barragem.

A luta técnica é apenas um rizoma de um processo complexo e injusto, que é o da reparação integral para todas as pessoas atingidas pela mineração. Todo esse processo é para a construção de uma mobilização crítica, que possa transformar realidades. Importante destacar que a

técnica e a ciência são construções sociais e devem estar ao lado das pessoas, da construção justa da sociedade.

Para o Guaicuy, esse caminho se inicia no cotidiano, na prática da vida; se forma na possibilidade e nas (muitas!) dificuldades de interlocução; se constrói como um espaço para relativizar certezas, para construir consensos possíveis; se percebe como uma dimensão para a construção da crítica necessária à autonomia da transformação. O Instituto Guaicuy, ao longo de sua história, tentou criar formas de diálogo comunitário e técnico a partir da interação entre o técnico e o político, entre a universidade e as diferentes comunidades e realidades ambientais – processo complexo, difícil, mas a melhor forma de envolver sem manipular, de edificar conhecimentos coletivamente e de forma duradoura, sustentável.

Esse é um processo, além de complexo, frágil, principalmente ao fundamentar-se em um diálogo que historicamente foi segregado entre os conhecimentos tradicionais e o conhecimento científico. Nas sociedades modernas, o conhecimento técnico-científico se afastou das diferentes subjetividades e das práticas da vida em busca de uma forma neutra, positiva e científica. Na modernidade, a centralidade nas ações humanas e a especialização da técnica fracionaram a realidade em diferentes áreas de conhecimento técnico e científico: Geografia, Geologia, Demografia, Sociologia, Filosofia, Climatologia, Pedologia, Hidrologia e tantos outros.

Mas tantos conhecimentos não são suficientes para compreender, a partir de cada perspectiva, a realidade em suas múltiplas dimensões técnicas e políticas. Apesar dos ganhos expressivos para diferentes áreas do conhecimento, o método positivo e científico encontra diferentes

dificuldades ao incorporar as pessoas e as comunidades em suas análises; a crise da ciência é também um reconhecimento de um limite inerente ao método científico em modelar a realidade. A partir da própria crise da racionalidade técnica e científica, que falha em compreender e explicar a realidade em sua diversidade e complexidade, surgem novas questões e problemas.

A modernidade foi marcada por diversos eventos e impactos ambientais significativos, que serviram como pontos de inflexão na percepção pública e na governança ambiental. Estes eventos destacaram a vulnerabilidade dos ecossistemas e das populações humanas aos efeitos adversos do desenvolvimento industrial e tecnológico descontrolado.

Em diversos momentos, e ainda hoje, os custos ambientais do crescimento econômico são percebidos como eventos pontuais e isolados, com uma expressiva centralidade urbana e industrial. Os processos de urbanização, as práticas agrícolas, a gestão de recursos naturais e a conservação ambiental não são fenômenos isolados, mas fazem parte de uma teia interligada de produção do espaço e de reprodução do capital que pode ser percebida em diferentes escalas.

O princípio da sustentabilidade surge como uma resposta teórica e política à crise ambiental gerada pela racionalidade econômica e segregadora, destacando a interação entre a economia, a ecologia e as práticas da vida em uma dimensão ambiental local e global.

O rompimento da barragem de rejeito de mineração é reflexo de um modelo de desenvolvimento ambientalmente insensível e irresponsável com as práticas da vida e as sensibilidades ambientais.

A questão ambiental é relacional, representativa, subjetiva e empática. A ciência e a dimensão ambiental demandam uma nova racionalidade que compreenda a crise que vivemos como um produto da saturação de sentido provocado pelo conceito fragmentado e positivo de uma natureza servil às vontades humanas e que é percebida unicamente como recurso apropriado de forma desigual e injusta em nossa sociedade. Este livro pode permitir a construção de uma racionalidade técnica, política e ambiental que tente conciliar as respostas da ciência para o rompimento da barragem com as perspectivas e subjetividades das pessoas atingidas e impactadas pelo rompimento., como também as perspectivas e subjetividades das pessoas atingidas e impactadas pelo rompimento. Para isso, teremos de ir além do texto e pensar a práxis possível a partir da leitura, do diálogo e das reflexões criadas de forma a construir uma outra perspectiva racional para a técnica dentro do processo de reparação.

Uma racionalidade integradora, sensível e dialógica é necessária para a retomada dos sujeitos na completude de suas diversidades e com a natureza integrada às dinâmicas e práticas da vida. Por isso, considera-se que a reparação integral é uma dimensão necessária para a sustentabilidade e para novas etapas da mineração em Minas Gerais e no Brasil. A sustentabilidade surge do reconhecimento dos limites físicos e ecológicos ao crescimento ilimitado, desafiando a racionalidade econômica que historicamente ignorou a dependência humana da natureza.

Por isso, este livro deve se mostrar como uma síntese de conhecimentos que libertem. Ele pode mostrar não apenas novas perspectivas técnicas, mas os limites de outras e muitas técnicas possíveis. Este livro, como parte de uma práxis transformadora, pode mostrar

perspectivas, leituras dos danos a partir da técnica científica, mas também além dela. Que seja potente o suficiente para construir a dúvida em um dos processos de Avaliação de Impactos Ambientais mais desafiadores do Século XXI.

Por isso, considera-se que este livro tem um potencial de ser educativo para os técnicos sobre perspectivas e dimensões do rompimento, e para as pessoas atingidas por ser uma síntese de luta que mostra um conhecimento crítico, metodologicamente científico, mas sensível às necessidades das pessoas e das diferentes comunidades atingidas pelo rompimento criminoso da barragem da Vale, que impactou sobremaneira toda a bacia do Rio Paraopeba e o reservatório de Três Marias.

O Instituto Guaicuy consegue dialogar com o conhecimento científico e com os saberes populares. A interação não pode se restringir a este livro. Obviamente, é um avanço importante, necessário. Este livro é mais do que um posicionamento técnico e político. Mas o Instituto Guaicuy é meio e é reflexo de todos aqueles que o delineiam nas múltiplas, diversas e complexas interações. É possibilidade, e precisa ser construído pelas pessoas que acreditam na mudança, na possibilidade de edificação de um mundo melhor.

Todos os textos que aqui se apresentam foram elaborados com contribuições de muitas outras pessoas; este livro é o resultado da soma de muitos esforços, mas dois são essenciais de serem destacados: 1) as colaboradoras e os colaboradores que arquitetaram todas as práticas, dados e reflexões até esse momento são pessoas e equipes do Instituto Guaicuy que dedicaram suas vidas, conhecimento e reflexões a um

processo de reparação mais inclusivo, dialógico e justo; 2) as pessoas e comunidades atingidas são o cerne de existência da Assessoria, do processo de reparação e, conseqüentemente, do presente livro. Que a dor e a luta de todas essas pessoas sejam percebidas e registradas na escrita e na leitura destes textos.

Às pessoas atingidas e aos atuais e ex-colaboradores e colaboradoras do Instituto Guaicuy, este livro é também reconhecimento e agradecimento.

Sumário

Apresentação — p. 2

Carolina Morishita

Da lama ao trabalho para construir esperança — p. 4

Procópio de Castro

Prólogo — Por um conhecimento que transforme — p. 8

Rodrigo Lemos

1. Queremos ver as águas voltarem a respirar — p. 23

Alaide de Oliveira Campos - COMISSÃO NOVILHA BRAVA E CAMPO ALEGRE/POMPÉU

Altair Teodoro da Silva - ALDEIA INDÍGENA KAXIXÓ/MARTINHO CAMPOS

Altino Rodrigues Neto - COMISSÃO FABURIMA/FELIXLÂNDIA

Anderson Vieira da Silva - COMISSÃO DE ANGUERETÁ/CURVELO

Anilson Carlos Pereira - COMISSÃO PARAÍSO DOS CISNES/FELIXLÂNDIA

Carina Augusta Melgaço - ALDEIA INDÍGENA KAXIXÓ/MARTINHO CAMPOS

Claiton José Pereira - COMISSÃO DE BIQUINHAS

Cleusimar Maria da Silva Dias - BAIXO PARAÓPEBA/FELIXLÂNDIA

Ebe Cardoso - VOVÓ ARLINDA/COMISSÃO DA ZONA RURAL DE ABAETÉ

Edilson Felício da Silva - CACIMBAS/COMISSÃO CAVAFRO

Eni de Souza Mesquita Oliveira - MORADA DOS PEIXES/SÃO GONÇALO DO ABAETÉ

Fátima Maria de Jesus Chaves Soares - COMISSÃO BAÚ E PIAU/POMPÉU

Gleicilene da Conceição Gonçalves Souza - COMISSÃO VILLAGE, LAGOA E TRONCO

Glayson Humberto Ferreira - ALDEIA INDÍGENA KAXIXÓ/POMPÉU

Glaucilene Sobrinho Nogueira - COMISSÃO DE ATINGIDOS DA CACHOEIRA DO CHORO

E CONDOMÍNIO ENCONTRO DAS ÁGUAS/CURVELO

Helio dos Santos Pimenta - PAINEIRAS/CAPPA

Jose Elias Barbosa - COMISSÃO SÃO MARCOS E SANTA CECÍLIA/POMPÉU

Jose Honorato da Silva Filho - COMISSÃO NAÇÕES UNIDAS/TRÊS MARIAS

Kátia Mendes Leal - COMISSÃO PRAIA DAS GARÇAS/FELIXLÂNDIA

Katiely Patrícia Ferreira - ALDEIA INDÍGENA KAXIXÓ/MARTINHO CAMPOS

Kleber Castelar Duarte - COMISSÃO NOVILHA BRAVA E CAMPO ALEGRE/POMPÉU

Liderjane Gomes da Mata - ALDEIA INDÍGENA KAXIXÓ/MARTINHO CAMPOS

Lorena Franciele da Silva Faria - ALDEIA INDÍGENA KAXIXÓ/MARTINHO CAMPOS
Luzelina Rodrigues da Silva - COMISSÃO PARAÍSO DOS CISNES/FELIXLÂNDIA
Marcia Rita da Silva Borges - COMISSÃO DE ATINGIDOS DA CACHOEIRA DO CHORO E
CONDOMÍNIO ENCONTRO DAS ÁGUAS/CURVELO
Marcio Antônio Andrade - SACO FECHADO/VOVÓ ARLINDA/COMISSÃO DA ZONA
RURAL DE ABAETÉ
Maria Aparecida Antonia Bueno - POÇÕES DE PAINEIRAS/CAPPA
Maria Aparecida Lima - QUINTAS DO ABAETÉ/COMISSÃO DA ZONA RURAL DE ABAETÉ
Maria Madalena Souza Caetano - PORTOS DE TRÊS MARIAS
Marta Vicentina Barbosa - FREI ORLANDO/CAVAFRO
Nilvando José de Oliveira - ALDEIA INDÍGENA KAXIXÓ/MARTINHO CAMPOS
Nivea Almeida Alves - COMUNIDADE DE CACHOEIRA DO CHORO/CURVELO
Ormino Barbosa de Britto - COMUNIDADE DE SÃO JOSÉ DO BURITI/FELIXLÂNDIA
Roberto Luiz Andrade Duarte - COMISSÃO PRAIA DAS GARÇAS/FELIXLÂNDIA
Ronilda Balbina da Silva Oliveira - ALDEIA INDÍGENA KAXIXÓ/MARTINHO CAMPOS
Rosana da Silva Oberhofer - COMISSÃO SÃO MARCOS E SANTA CECÍLIA/POMPÉU
Rosana Imaculada da Silva Santos - COMISSÃO SG SALTO/FELIXLÂNDIA
Silvana Gomes da Rocha - COMISSÃO PARAÍSO DOS CISNES/FELIXLÂNDIA
Simone Alves da Cruz - COMISSÃO ASSENTAMENTOS/POMPÉU
Tiago Coimbra Lefebvre - COMUNIDADE DE ENCONTRO DAS ÁGUAS/CURVELO
Valdecina Alves de Jesus - COMISSÃO BAIXO PARAÓPEBA/FELIXLÂNDIA
Vander Claudia Mendes de Araújo Mariz - COMISSÃO PRAIA DAS GARÇAS/FELIXLÂNDIA
Vânia Aparecida Ribeiro Dias - COMISSÃO SG SALTO/FELIXLÂNDIA
Vicença Ferreira Leite - PRAIA MAR DE MINAS/TRÊS MARIAS
Viviane Alves da Silva - POÇÕES/PAINEIRAS

2. O direito à participação na reparação socioambiental: desafios e construções dos direitos das pessoas atingidas pelo rompimento da barragem B-I e soterramento das barragens B-IV e B-IVA da Vale S/A – p. 32

Paula de Sousa Constante
Jonas Veloso Santos

3. A geografia política do rompimento – p. 50

Carla Wstane
Paula Brasil

4. Aspectos das águas superficiais e sedimentos do baixo curso do rio Paraopeba e do reservatório de Três Marias – p. 78

Mônica de Cássia Souza Campos
Bernardo do Vale Beirão
Regina Paula Benedetto de Carvalho
Flávia Freire de Siqueira

5. A água subterrânea e os solos nos ambientes atingidos pelo rompimento — p. 110

Flávia Freire de Siqueira
Regina Paula Benedetto de Carvalho
Bernardo do Vale Beirão
Mônica de Cássia Souza Campos

6. Aspectos da fauna de peixes e bioacumulação — p. 131

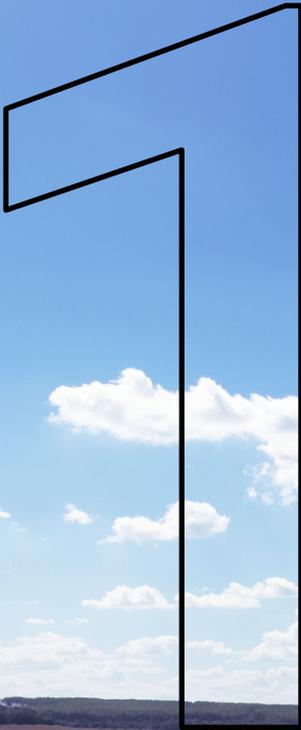
Isabela Sobrinho Martins
Kele Rocha Firmiano
Bernardo do Vale Beirão
Flávia Freire de Siqueira
Mônica de Cássia Souza Campos

7. Aspectos da situação de saúde e vulnerabilidade social das pessoas atingidas pela barragem da Vale na bacia do Paraopeba, regiões 4 e 5 — p. 154

Isabela Alves Caiafa
Paula Campos Pereira
Nathanne Andreane Rosa Costa
Carla Wstane

Considerações finais: a vida em suspensão — p. 180

Marcus Vinicius Polignano
Carla Wstane



**Queremos ver as águas
voltarem a respirar**

Nas águas, depositamos todos nossos sonhos. Quando, nas noites enluaradas, saíamos para pescar, podíamos ver nossa imagem refletida no espelho-d'água. Eram momentos de prazer, em que jogávamos conversa fora, deixávamos para trás as dores de uma vida. Sonhávamos com uma velhice tranquila, mas agora é só tristeza.

A natureza está pedindo socorro. Antes do rompimento da barragem, aqui era muito rico de fauna e flora, tinha pato selvagem, arara, tucano, lobo-guará, tinha até onça. Tinha as garças rosas, que migravam em certa época do ano, mas hoje não vêm mais. Tinha siriema, capivara. A vista da janela, com o rio ao fundo, era motivo de alegria. O rio era vida, a represa era uma mãe, de onde nós tirávamos a alegria

e o sustento, mas, depois do desastre-crime, sumiu tudo, só restou a solidão.

Sumiram os peixes. Tinha região em que você avistava um cardume de tucunaré e contava mais de mil. Hoje você coloca duas, três redes e não pega nada, nem cinco peixes. O único lazer que tínhamos era nas águas, e nos tiraram esse direito. Teve gente que nasceu na água, dentro da canoa mesmo, e hoje não pode mais entrar no rio. Nós pescávamos muito, de não querer sair da beira da água. Para o pescador, dói o coração ver as redes vazias. Como que um pai de família sobrevive e sustenta os filhos assim? É o mesmo que uma facada no peito. Tiraram o alimento e a água de toda a população ribeirinha e nem água potável eles fornecem para todos.

As águas de toda a Bacia do Paraopeba eram lugar de encontro, de convivência com a família e os amigos. Você ia para a água e ficava horas conversando, tomando café... era alegria para todo mundo, para morador, turista e fazendeiro, com momentos de lazer e de alegria, de trabalho e de descanso, de receber e compartilhar.

Era um privilégio, para nós, receber os familiares e amigos para momentos de lazer, nas margens dos rios e da Represa de Três Marias,

e poder degustar um peixe fresquinho diante de uma paisagem exuberante, do nascer ao pôr do sol. Era fascinante.

Havia até disputas pelas vagas nos ranchos, pois a demanda era grande, e a oportunidade de gerar renda com o turismo era bastante promissora, mas diminuiu muito a quantidade de gente que vem para as chácaras. Não tem mais aquela alegria e satisfação de receber os parentes, o rompimento trouxe a morte dos sonhos, do rio e da represa.

Nós temos medo de comer o peixe e as frutas e de usar a água do rio; temos medo de estar nos contaminando. Nós temos esse receio porque tem gente que usa a água e fala que teve alergia na pele, que passou mal da barriga. Nós temos medo até de tomar banho e a água da caixa d'água estar contaminada. Como vamos viver aqui?

Hoje em dia, o peixe que vem do rio e da represa e que vai pra nossa mesa tem cheiro de minério, alguns estão deformados, tem espécies fazendo desova fora de época, mas não tem clareza na fiscalização e no monitoramento da qualidade da água e dos peixes, então nós temos medo.

Ser atingido

Ser atingido também é ter medo, é viver o tempo inteiro com um peso nas costas. Nos sentimos abandonados, desiludidos. Tem muito desgosto e decepção de ter a obrigação de conviver com a dúvida e a preocupação de a água não voltar a ser o que era. Nós não perdemos as 272 vidas aqui, mas a contaminação da natureza acabou com a nossa cultura de viver, trouxe danos materiais, morais e espirituais.

O crime da Vale trouxe não apenas a contaminação de nosso meio ambiente por alumínio, manganês, ferro e outros metais pesados, mas trouxe também a contaminação química de nosso povo por ansiolíticos e antidepressivos, para nos ajudar a superar a tristeza e o desalento em nossa vida, que foi roubada pela ganância e crueldade de poucos.

A convivência com a família depois do desastre piorou muito, muita gente nem desceu mais para a água. Tem família que deixou os equipamentos de pesca e os barcos guardados até hoje, que comprou o lote na beira do rio para isso e agora precisa se locomover para poder pescar e aproveitar a água em outro lugar. Por

causa do medo da contaminação, os turistas não chegam mais, as pessoas dizem que não querem o peixe nem de graça. Nós perdemos a capacidade de colocar comida na mesa.

Só as indenizações não vão trazer de volta a vida da natureza da Baía, e nós precisamos recuperar a dignidade das comunidades. Nós queremos voltar a ver as águas como antes. É para os nossos netos.

Quantos anos vai levar para a natureza se recuperar? A Vale negava que ia ter rompimento, hoje ela nega que teve a contaminação, será que podemos confiar nela para limpar o rio e a represa? Nossa luta é para deixar um legado de qualidade de vida para as próximas gerações, porque a nossa vida já mudou.

Já se passaram mais de cinco anos do rompimento e a revitalização do rio foi uma das questões que mais demorou a ser discutida. Será que ainda tem a possibilidade de vermos o rio como era novamente? Isso depende de vontade política e ela não está voltada para os problemas de quem precisa. Por isso é importante cobrar a responsabilização e agilidade do Poder Público e das empresas com a reparação. Queremos o compromisso deles com a reparação socioambiental. A natureza foi

alvejada pela lama sangrenta da Vale. Fomos feridos, abatidos e sem chance de recuperação por muitos anos.

Reparação

Qual o limite da contaminação? Hoje, quando o remo bate na água, você vê o barro descendo, a água não está normal. Precisamos de monitoramento contínuo e de transparência para termos confiança na qualidade das águas e dos peixes.

A reparação socioambiental é ver as águas voltarem a ter vida e as pessoas poderem usufruir delas. Queremos a limpeza profunda dos rejeitos, para não ter risco de remexer com as chuvas e voltar a contaminação, e também a limpeza de todo o território atingido. A lama não fica só no rio, ela seca e vira poeira no ar, ela vem para os nossos quintais com os passarinhos que tomam banho no rio e depois levam para outro lugar, por isso tem que limpar tudo.

Isso tudo é importante para dar condições para o pessoal voltar a produzir e amenizar os danos, que ainda vão se prolongar por muitos anos. Antigamente, com a simplicidade de

cada um, era todo mundo feliz. Hoje em dia, acabou com nossa cultura, com o desenvolvimento socioeconômico, acabou. Mas nós não podemos jogar a toalha, temos que ter a esperança de que o nosso rio vai voltar a ser como antes, para os nossos filhos e netos.

Hoje, nós ainda precisamos nos expor, nos fardar e ir à luta para que haja justiça e para que nunca mais fatos como esse aconteçam em nossas terras, em nossas vidas.

Este não é o livro que gostaríamos de escrever, mas precisamos mostrar que as nossas regiões também foram atingidas. Queremos ser alimentados de novo pelas endorfinas do sorriso, do abraço e da alegria de viver com simplicidade na beira de nossas águas.

Então estamos aqui, na esperança de que as nossas pessoas sejam valorizadas de novo e que as águas da Represa de Três Marias, do Velho Chico e de toda a Bacia do Paraopeba sejam restauradas e voltem a respirar, porque os danos estão aí, mas as lembranças boas também estão aqui, no nosso coração.

Esse relato foi construído de forma coletiva por representantes das Comissões de Pessoas Atingidas no Baixo Paraopeba, na região da Represa de Três Marias e nas margens do Rio São Francisco, no território compreendido como Regiões 4 e 5, respectivamente, na divisão estabelecida pelas Instituições de Justiça envolvidas no processo civil coletivo contra a Vale, em função do rompimento da barragem na Mina do Córrego do Feijão, em Brumadinho, em 2019.

Alaíde de Oliveira Campos

Comissão Novilha Brava e Campo Alegre/
Pompéu

Helio dos Santos Pimenta

Paineiras/CAPPA

Marta Vicentina Barbosa

Frei Orlando/CAVAFRO

Altair Teodoro da Silva

Aldeia Indígena Kaxixó/Martinho Campos

Jose Elias Barbosa

Comissão São Marcos e Santa Cecília/
Pompéu

Nilvando José de Oliveira

Aldeia Indígena Kaxixó/Martinho Campos

Altino Rodrigues Neto

Comissão FABURIMA/Felixlândia

Jose Honorato da Silva Filho

Comissão Nações Unidas/Três Marias

Nivea Almeida Alves

Comunidade de Cachoeira do Choro/
Curvelo

Anderson Vieira da Silva

Comissão de Angueretá/Curvelo

Kátia Mendes Leal

Comissão Praia das Garças/Felixlândia

Ormindo Barbosa de Brito

Comunidade de São José do Buriti/Felixlândia

Anilson Carlos Pereira

Comissão Paraíso dos Cisnes/Felixlândia

Katiely Patrícia Ferreira

Aldeia Indígena Kaxixó/Martinho Campos

Roberto Luiz Andrade Duarte

Comissão Praia das Garças/Felixlândia

Carina Augusta Melgaço

Aldeia Indígena Kaxixó/Martinho Campos

Kleber Castelar Duarte

Comissão Novilha Brava e Campo Alegre/
Pompéu

Ronilda Balbina da Silva Oliveira

Aldeia Indígena Kaxixó/Martinho Campos

Claiton José Pereira

Comissão de Biquinhas

Liderjane Gomes da Mata

Aldeia Indígena Kaxixó/Martinho Campos

Rosana da Silva Oberhofer

Comissão São Marcos e Santa Cecília/
Pompéu

Cleusimar Maria da Silva Dias

Baixo Paraopeba/Felixlândia

Lorena Franciele da Silva Faria

Aldeia Indígena Kaxixó/Martinho Campos

Rosana Imaculada da Silva Santos

Comissão SG Salto/Felixlândia

Ebe Cardoso

Vovó Arlinda/Comissão da Zona Rural
de Abaeté

Luzelina Rodrigues da Silva

Comissão Paraíso dos Cisnes/Felixlândia

Silvana Gomes da Rocha

Comissão Paraíso dos Cisnes/Felixlândia

Edilson Felício da Silva

Cacimbas/Comissão CAVAFRO

Marcia Rita da Silva Borges

Comissão de Atingidos da Cachoeira
do Choro e Condomínio Encontro das
Águas/Curvelo

Simone Alves da Cruz

Comissão Assentamentos/Pompéu

Eni de Souza Mesquita Oliveira

Morada dos Peixes/São Gonçalo do
Abaeté

Marcio Antônio Andrade

Saco Fechado/Vovó Arlinda/Comissão da
Zona Rural de Abaeté

Tiago Coimbra Lefebvre

Comunidade de Encontro das Águas/Curvelo

Fátima Maria de Jesus Chaves Soares

Comissão Baú e Piau/Pompéu

Maria Aparecida Antonia Bueno

Poções de Paineiras/CAPPA

Valdecina Alves de Jesus

Comissão Baixo Paraopeba/Felixlândia

Gleicilene da Conceição Gonçalves Souza

Comissão Village, Lagoa e Tronco

Maria Aparecida Lima

Quintas do Abaeté/Comissão da Zona
Rural de Abaeté

Vander Claudia Mendes de Araújo Mariz

Comissão Praia das Garças/Felixlândia

Glaysun Humberto Ferreira

Aldeia Indígena Kaxixó/Pompéu

Maria Madalena Souza Caetano

Portos de Três Marias

Vânia Aparecida Ribeiro Dias

Comissão SG Salto/Felixlândia

Glaucilene Sobrinho Nogueira

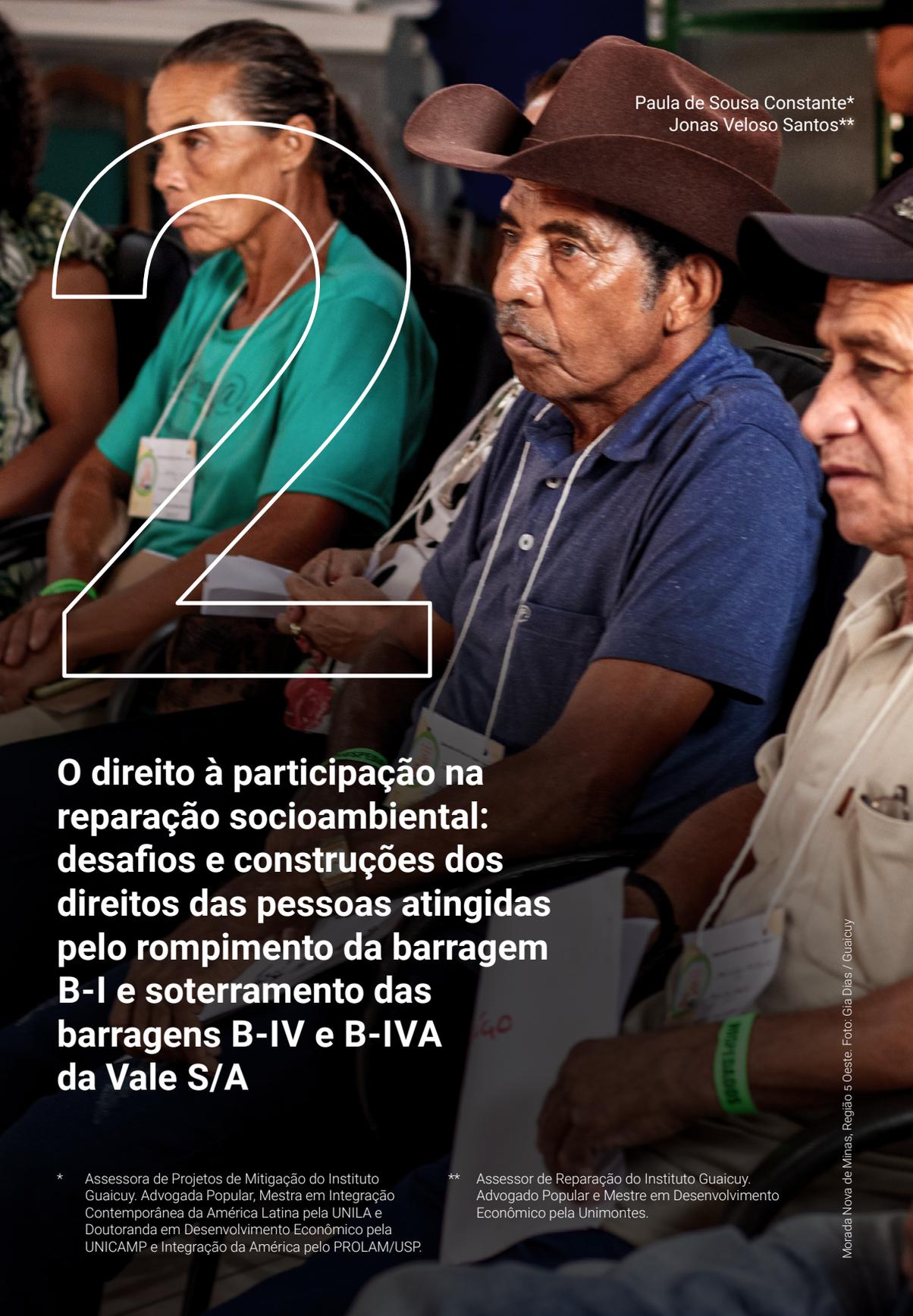
Comissão de Atingidos da Cachoeira
do Choro e Condomínio Encontro das
Águas/Curvelo

Vicença Ferreira Leite

Praia Mar de Minas/Três Marias

Viviane Alves da Silva

Poções/Paineiras



Paula de Sousa Constante*
Jonas Veloso Santos**

O direito à participação na reparação socioambiental: desafios e construções dos direitos das pessoas atingidas pelo rompimento da barragem B-I e soterramento das barragens B-IV e B-IVA da Vale S/A

* Assessora de Projetos de Mitigação do Instituto Guaicuy. Advogada Popular, Mestra em Integração Contemporânea da América Latina pela UNILA e Doutoranda em Desenvolvimento Econômico pela UNICAMP e Integração da América pelo PROLAM/USP.

** Assessor de Reparação do Instituto Guaicuy. Advogado Popular e Mestre em Desenvolvimento Econômico pela Unimontes.

Introdução

O (des)envolvimento, alinhado à crença de superioridade do ser humano frente aos recursos naturais, tem resultado na expropriação e na exploração da natureza e da força de trabalho de homens e mulheres da nossa sociedade. Um dos pontos mais nevrálgicos está nos resultados das atividades mineradoras de rede globais que permeiam o âmbito da história de colonização e colonialidade da América Latina e, regionalmente, tem como um dos expoentes as Minas Gerais, com ênfase na extração de minério de ferro para a exportação (LAURINO, 2020), sendo o caso do rompimento da barragem de mineração da Vale na bacia do Paraopeba um dos principais, quando tratamos nos dias atuais sobre desastres-crimes ambientais. O direito ao acesso às assessorias técnicas independentes constitui-se como um dos instrumentos de participação informada e acesso à justiça de maneira equitativa no contexto dos conflitos socioambientais, seara de constantes lutas e disputas políticas, agravadas por uma assimetria nas relações de poder entre as empresas empreendedoras e as populações atingidas. O direito à

participação na reparação socioambiental é um aspecto essencial da justiça ambiental e da governança democrática que visa assegurar que as pessoas atingidas por desastres-crimes socioambientais possam influenciar as decisões relacionadas ao processo de reparação integral dos danos. Como se verá adiante, muito embora o direito à participação seja garantido por mecanismos jurídicos internacionais e nacionais, ele ainda encontra desafios para sua efetivação. De maneira particular, no âmbito do anexo II.1 do acordo judicial¹ que trata especificamente sobre a Recuperação Socioambiental, revela-se um distanciamento daqueles que mais aguardam pela sua execução. Neste artigo, abordaremos os seguintes pontos para a elucidação do tema: a) instrumentos jurídicos internacionais e a participação nas questões de Justiça Ambiental; b) a forma como os instrumentos nacionais, como a Constituição Federal, a Política Nacional de Direitos das Populações Atingidas por Barragens (PNAB) e a Política Estadual dos Atingidos por Barragens (PEAB), tratam da participação das pessoas atingidas; e, por fim, a participação dessas pessoas no contexto da Reparação Socioambiental na bacia do Paraopeba. Nosso objetivo é analisar e esclarecer como os instrumentos jurídicos, internacionais e nacionais, garantem e promovem a participação das pessoas atingidas por barragens em questões de Justiça Ambiental. Além disso, busca-se compreender como essa participação tem sido efetivada no contexto específico da Reparação Socioambiental na bacia do Paraopeba, proporcionando uma reflexão sobre a importância do controle social e do envolvimento ativo das comunidades atingidas nos processos de reparação e tomada de decisões.

.....
1 Em relação à participação na confecção e assinatura do Acordo é importante mencionar que essa foi uma das principais pautas das pessoas atingidas, uma vez que o acordo judicial foi assinado sem participação e consulta prévia.

Instrumento Jurídicos Internacionais e participação na Justiça Ambiental

O direito à participação em matéria ambiental ganha particular proteção na legislação internacional. Esse reconhecimento ressalta o caráter imprescindível da participação ativa das pessoas atingidas na formulação de medidas de reparação em desastres socioambientais, pois garante que as respostas e soluções propostas sejam efetivamente alinhadas às reais necessidades das comunidades atingidas, promovendo justiça, equidade e respeito ao seus particulares modos de vida, em especial dos povos e comunidades tradicionais atingidos.

Neste sentido, são o tratado de Aarhus, conhecido como a “Convenção sobre Acesso à Informação, Participação do Público na Tomada de Decisões e Acesso à Justiça em Matéria Ambiental”², adotado na Dinamarca em 1998, e o acordo de Escazú, oficialmente denominado “Acordo Regional sobre Acesso à Informação, Participação Pública e Acesso à Justiça em Assuntos Ambientais na América Latina e no Caribe”.

O Tratado de Aarhus é um instrumento jurídico internacional adotado em 25 de junho de 1998, durante a Quarta Conferência Ministerial sobre o Meio Ambiente para a Europa, realizada em Aarhus, Dinamarca. Este tratado representa um marco significativo na governança ambiental ao integrar princípios fundamentais de transparência, participação e justiça no contexto da gestão ambiental.

2 Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/31859>

O Tratado de Aarhus é estruturado em torno de três pilares, que formam a espinha dorsal do acordo e delineiam os direitos dos cidadãos e as obrigações dos Estados-partes: acesso à informação ambiental, participação pública na tomada de decisões e acesso à justiça.

O primeiro pilar do Tratado assegura o direito dos cidadãos ao acesso à informação ambiental. Para tanto, dispõe, em seu artigo 4º, que as autoridades públicas devem fornecer informações ambientais quando solicitadas, abrangendo o estado do meio ambiente, os fatores que o afetam e as medidas e políticas ambientais adotadas. Este direito de acesso visa promover a transparência e facilitar a capacidade dos cidadãos de tomar decisões informadas sobre questões ambientais.

Já o segundo pilar aborda a participação pública na tomada de decisões que afetem o meio ambiente, exigindo que os Estados-partes assegurem que o público tenha a oportunidade de participar efetivamente dos processos de decisão relacionados com a emissão de autorizações e a elaboração de planos e programas que possam impactar significativamente o meio ambiente. A participação deve ser facilitada através de consultas públicas e outras formas de envolvimento que permitam uma contribuição substancial dos cidadãos.

Por fim, o terceiro pilar trata do acesso à justiça em matéria ambiental. Conforme estabelecido pelo Artigo 9, os cidadãos devem ter o direito de recorrer aos tribunais para contestar a conformidade das decisões e atos administrativos com os direitos estabelecidos no tratado. Isso inclui a capacidade de questionar a legalidade das decisões que afetam o ambiente, bem como a eficácia das medidas de acesso à informação e participação pública.

Já o Acordo de Escazú adotado em 4 de março de 2018, na Costa Rica, consiste no primeiro tratado internacional que visa “promover os direitos de acesso à informação, à participação e à justiça em questões ambientais” TRANSPARÊNCIA INTERNACIONAL na América Latina e Caribe. O tratado, para além de pioneiro, transpassa a dicotomia desenvolvimento econômico versus proteção ambiental, bem como revigora a transparência para as comunidades e permite o monitoramento das questões ambientais, com o escopo de reduzir os crimes socioambientais. O acordo reconhece que o desenvolvimento sustentável requer uma abordagem equilibrada, na qual a proteção do meio ambiente e o respeito aos direitos humanos sejam considerações essenciais. Um dos elementos-chave do Acordo de Escazú é a promoção da transparência. Isso significa que as informações relacionadas a questões ambientais devem ser acessíveis e disponibilizadas ao público de forma clara e compreensível. A transparência fortalece a participação cidadã e permite que as comunidades tenham acesso às informações relevantes para tomar decisões informadas sobre questões que afetam seu ambiente e qualidade de vida.

As origens da tratativa do instrumento jurídico remontam aos compromissos assumidos pelos países da região na Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio +20), bem como os direitos humanos presentes no princípio 10 da Declaração do Rio sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento de 1992.³ Resulta de inúmeras negociações multilaterais, com a participação de estudiosos e da sociedade civil. Ademais, é um documento inspirado na Convenção sobre Acesso

.....
3 Vide: Princípio 10 - No nível nacional, cada indivíduo terá acesso adequado às informações relativas ao meio ambiente de que disponham as autoridades públicas, inclusive informações acerca de materiais e atividades perigosas em suas comunidades, bem como a oportunidade de participar dos processos decisórios.

à Informação, Participação do Público e Acesso à Justiça relacionados ao meio ambiente, doravante nominado Convenção de Aarhus⁴, de 25 de junho de 1998, incluída dentro do escopo da Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UNECE). Esta convenção aborda o instrumento de democracia ambiental, em especial ao que refere-se à democracia participativa (FERREIRA, A. F.; ALENCAR, B. F. de; CRUZ).

O Acordo de Escazú tem atualmente 24 países⁵ signatários da região latino-americana e caribenha, mas, até o momento, apenas treze⁴ o ratificaram. Entretanto, em evento realizado na Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), em 22 de abril de 2021⁶, celebrou-se a entrada em vigor do tratado, em conformidade com o disposto no artigo 22 do referido instrumento, que trata do início de sua vigência⁷. Além disso, em evento ocorrido em 22 de abril de 2022, reafirmou-se o compromisso dos países com as disposições ali presentes⁸. Com a entrada

4 Essa convenção é um tratado internacional relacionado ao acesso à informação, participação do público e acesso à justiça em assuntos ambientais. Ela foi adotada na cidade de Aarhus, na Dinamarca, e é oficialmente conhecida como a Convenção sobre Acesso à Informação, Participação do Público e Acesso à Justiça em Matéria de Meio Ambiente. A Convenção de Aarhus estabelece princípios e regras que visam promover a transparência, a participação e o acesso à justiça em questões ambientais. Ela reconhece que a participação efetiva do público é essencial para tomar decisões informadas e promover a sustentabilidade ambiental. Para saber mais leia: <https://unece.org/DAM/env/pp/EU%20texts/conventioninportogese.pdf>

5 Países que assinaram: Antígua e Barbuda, Argentina, Belize, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Dominica, Equador, Granada, Guatemala, Guiana, Haiti, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, São Vicente e Granadinas, São Cristóvão e Névis, Santa Lúcia e Uruguai. Países que ratificaram e tornaram-se Estados- partes do Tratado: Antígua e Barbuda, Argentina, Bolívia, Chile, Equador, Guiana, México, Nicarágua, Panamá, São Vicente e Granadinas, São Cristóvão e Névis, Santa Lúcia e Uruguai. Consulta realizada em 05 de julho de 2023.

6 Acessado em: <https://www.cepal.org/pt-br/comunicados/acordo-escazu-entra-vigor-america-latina-caribe-dia-internacional-mae-terra>

7 Artigo 22: Entrada em vigor 1. O presente Acordo entrará em vigor no nonagésimo dia contado a partir da data em que tiver sido depositado o décimo primeiro instrumento de ratificação, aceitação, aprovação ou adesão. 2. A respeito de cada Estado que ratificar, aceitar ou aprovar o presente Acordo ou que aderir ao mesmo depois de ter sido depositado o décimo primeiro instrumento de ratificação, aceitação, aprovação ou adesão, o presente Acordo entrará em vigor no nonagésimo dia contado a partir da data em que esse Estado tiver depositado seu instrumento de ratificação, aceitação, aprovação ou adesão.

8 Acesso: <https://www.cepal.org/pt-br/comunicados/paises-america-latina-caribe-reafirmam-o-acordo-escazu-como-ferramenta-fundamental>

em vigor e o início de sua implementação em diversos ordenamentos jurídicos internos da região, questiona-se se as assessorias técnicas independentes (ATI's) instituídas no Brasil podem constituir-se como instrumento de efetivação da participação das comunidades atingidas pela mineração na América Latina e no Caribe.

Instrumentos Jurídicos nacionais: Constituição Federal, Política Nacional de Direitos das Populações Atingidas por Barragens (PNAB) Política Estadual dos Atingidos por Barragens (PEAB)

Além da proteção internacional, o direito à participação encontra amparo no direito nacional, com destaque ao arrimo dos princípios e normas constitucionais, especialmente em relação ao direito à informação, à defesa do meio ambiente e à participação em processos de decisões públicas. Deste modo, está protegido pelo princípio da dignidade das pessoas humanas (art.1º, III, CF/88), sendo a participação ativa um meio deste exercício. Soma-se a isso o previsto no artigo 225 da Constituição, que reforça a importância da participação popular nas decisões relacionadas a desastres-crimes ambientais. Ainda cabe mencionar o direito à informação (art. 5º, XVI/CF); o direito à participação popular (art.5º, XXXIII e art.10) - sendo a participação nas decisões uma forma de garantir que as soluções propostas atendam às necessidades e aos direitos das pessoas atingidas; controle social e participação em políticas públicas (art.204), o que inclui a criação de mecanismos de participação direta como conselhos, audiências públicas e comitês específicos para tratar de questões de grande impacto social e ambiental, como o caso de desastres.

Mais especificamente em relação aos direitos das pessoas atingidas, temos dois instrumentos jurídicos fundamentais com a criação da Lei Estadual nº 23.795, de 2021, que institui a Política Estadual dos Atingidos por Barragens (PEAB)⁹ em Minas Gerais, e da Lei Federal 14.7557, de 2023, que institui a Política Nacional de Direitos das Populações Atingidas por Barragens (PNAB)¹⁰.

A Política Estadual dos Atingidos por Barragens (PEAB), instituída pela Lei nº 23.795, de 15 de janeiro de 2021, estabelece um marco fundamental para a proteção e a assistência das pessoas afetadas por barragens. Essa legislação impõe ao Estado a responsabilidade de prestar assistência social às comunidades atingidas, garantindo suporte em todas as fases relacionadas ao ciclo de vida das barragens, desde o planejamento e construção, passando pela operação e manutenção, até a ampliação ou desativação.

A abrangência da PEAB é ampla e visa assegurar que as pessoas atingidas recebam o apoio necessário em cada um desses momentos. Mais do que isso, a lei detalha os direitos das populações afetadas e institui o Plano de Recuperação e Desenvolvimento Econômico e Social (PRDES), um instrumento essencial para garantir a reparação integral dos danos socioeconômicos decorrentes de eventuais impactos causados pelas barragens. O PRDES deve ser elaborado de maneira clara e acessível, permitindo que toda a população compreenda plenamente as ações que serão implementadas para garantir a reparação. O plano também precisa especificar os prazos e os custos estimados para a efetivação

9 Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/23795/2021/>>

10 Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/l14755.htm>

dessas ações, assegurando transparência e previsibilidade no processo de recuperação. Com essa estrutura, a PEAB não apenas define os direitos das pessoas atingidas, mas também fortalece a participação social e a transparência nas medidas de mitigação e reparação.

A Lei Federal 14.557, de 2023, que institui a **Política Nacional de Direitos das Populações Atingidas por Barragens (PNAB)**, é outro marco essencial para a proteção dos direitos das comunidades atingidas por barragens no Brasil. Ela garante a participação ativa dessas populações nos processos de reparação e estabelece mecanismos como a **Assessoria Técnica Independente (ATI)** e a **negociação coletiva**, visando assegurar a reparação integral dos danos socioambientais e econômicos. A PNAB fortalece o controle social, a transparência e o protagonismo das pessoas atingidas, promovendo justiça e dignidade em contextos de desastres-crimes ambientais.

Ambos os dispositivos ainda carecem de regulamentação, mas asseguram a participação enquanto direito das pessoas atingidas. No caso da PNAB, qualifica a participação na dimensão “informada”, assegurando a participação informada das pessoas atingidas (Art. 3º) com a instituição de um Comitê Local como instrumento central para assegurar a participação contínua e efetiva das populações atingidas. O Comitê Local é responsável pelo acompanhamento, fiscalização e avaliação das ações previstas no Programa de Direitos das Populações Atingidas por Barragens, sendo um espaço de controle social direto. Além de garantir a transparência e a prestação de contas, o Comitê Local fortalece o poder de articulação das comunidades, permitindo que suas demandas sejam ouvidas e respeitadas ao longo de todo o processo

de reparação. Com essa estrutura, a PNAB não apenas oferece uma resposta legal aos danos causados por barragens, mas também promove uma reparação integral que respeita os direitos humanos e a dignidade das populações atingidas.

Reparação Socioambiental na bacia do Paraopeba: ANEXO II.1 e a participação das pessoas atingidas

Em 04 de fevereiro de 2021, foi firmado um acordo entre as Instituições de Justiça, o Estado de Minas Gerais e a Vale S/A, com o objetivo de resolver parte dos danos provenientes do rompimento da Barragem B-I e soterramento das Barragens B-IV e B-IVA da Vale S/A, na Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho.

Estão contemplados no acordo os chamados danos coletivos e difusos, permanecendo em disputa no processo judicial os danos individuais homogêneos e danos futuros e desconhecidos. Para os primeiros, o acordo prevê medidas de reparação por meio de anexos divididos em dois grandes grupos, entre eles o Anexo I - Programa de Reparação Socioeconômica, que se subdivide em: I.1. Projetos de Demandas das Comunidades Atingidas; I.2. Programa de Transferência de Renda à população atingida; I.3. Projetos para a Bacia do Paraopeba e, 1.4 Projetos para Brumadinho; I.4. Projetos para Brumadinho; e o Anexo II – Programa de Reparação Socioambiental, que se divide em II.1. Recuperação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba; II.2. Compensação socioambiental de danos já conhecidos, por exemplo com projetos de Universalização do Saneamento Básico nos municípios atingidos e, II.3. Projetos de Segurança

Hídrica na região metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). Dentro do âmbito da Reparação Socioambiental, vamos focar no referente ao anexo II.1 - Recuperação Socioambiental¹¹, no qual a elaboração do Plano de Recuperação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba (PRSABP)¹² cabe à Arcadis, a obrigação de pagar, à Vale S.A, e a auditoria é realizada pela AECOM, sendo a responsabilidade de aprovação final dos compromitentes (Governo de Minas Gerais, Ministério Público de Minas Gerais, Ministério Público Federal e Defensoria Pública de Minas Gerais).

Em se tratando de participação das pessoas atingidas, cada anexo previu uma forma de atuação. Em uma classificação quanto à participação das pessoas atingidas, pode-se elencar os principais anexos como:

11 Para saber mais acesse: <https://guaicuy.org.br/guaicuy-apresenta-plano-de-recuperacao-socioambiental-para-liderancas-atingidas/#:~:text=0%20Plano%20de%20Recupera%C3%A7%C3%A3o%20Socioambiental%20tem%20o%20objetivo%20de%20reparar,a%20sa%C3%BAde%20das%20pessoas%20prejudicadas>.

12 Os objetivos do Plano de Recuperação Socioambiental são amplos e visam responder de forma abrangente aos impactos causados pelo rompimento de barragens. Entre os principais, destaca-se o compromisso de remediar os danos imediatos, restituir os ecossistemas afetados e restaurar as condições biofísicas da área impactada, promovendo o equilíbrio ambiental. Além disso, o plano busca reconstruir as infraestruturas locais danificadas, assegurando a retomada das condições básicas de funcionamento das comunidades. A reparação das perdas sociais e econômicas também é um eixo, com ações voltadas para mitigar os impactos nas condições de vida e de trabalho da população atingida. Outro aspecto crucial é a reparação das áreas afetadas, buscando não apenas sua recuperação física, mas também a ressignificação dessas áreas, permitindo que as comunidades reconquistem seu espaço com novos significados. Por fim, o plano contempla a recuperação da memória e do patrimônio cultural perdidos, garantindo que a história e a identidade das populações atingidas sejam preservadas e honradas.

QUADRO 1 – Participação das pessoas atingidas em cada anexo do acordo judicial

Fonte: Acordo Judicial13

Programa de Reparação Socioeconômica		
Anexo	Escopo	Forma de Participação
1.1	Projetos de Demandas das Comunidades Atingidas	Participação (Cláusulas 3.3 e 5.1 do acordo) - Definição
1.2	Programa de Transferência de Renda à população atingida	Consulta
1.3	Projetos para Bacia do Paraopeba	Consulta (Cláusula 5.3.1 do acordo)
1.4	Projetos para Brumadinho	Consulta
Programa de Reparação Socioambiental - Anexo II		
Anexo	Escopo	Forma de Participação
II.1	Recuperação Socioambiental	
II.2	Compensação Socioambiental para os danos já conhecidos	Indefinida
II.3	Projetos de Segurança Hídrica para a RMBH	

Como se pode ver no anexo II, a **participação das pessoas atingidas é indefinida em todos os seus objetivos específicos**. O acordo não prevê nenhuma forma de participação ou de incidência das pessoas atingidas na reparação socioambiental. Especificamente em relação ao anexo II.1, embora a ARCADIS, no contexto do PRSABP, utilize um modelo de gestão adaptativa que, em tese, deveria incorporar a opinião dos stakeholders¹⁴, até o momento as pessoas atingidas não foram convidadas a se manifestar sobre o tema. Isso apresenta um desafio ainda maior no caso do Paraopeba, se comparado ao Rio Doce, onde, apesar de todos os problemas, foram estabelecidos mecanismos de participação das

13 <https://guaicuy.org.br/wp-content/uploads/2023/09/Minuta-versao-final.pdf.pdf>

14 Para saber mais, acesse o Produto k elaborado pelas Assessorias Técnicas Independentes que atuam no caso da bacia do Paraopeba: <https://guaicuy.org.br/wp-content/uploads/2022/12/Resumo-executivo-Produto-K.pdf>

peças atingidas em questões de saúde e meio ambiente, por meio das Câmaras Técnicas do CIF (Comitê Interfederativo) e do arcabouço de governança do TAC-Gov. No nosso caso, porém, não há qualquer espaço de governança que permita a participação das pessoas atingidas na reparação ambiental.

Neste contexto de disputas e graves violações aos direitos das pessoas atingidas, marcado por desequilíbrios informacionais e de poder, o direito à assessoria técnica independente emerge como um mecanismo essencial para assegurar a participação informada das pessoas atingidas. No entanto a participação dessas assessorias nos espaços de diálogo - como as reuniões entre Vale S.A, AECOM e Instituições de Justiça, referentes ao anexo II.1 - tem se limitado à participação passiva, sem direito a intervenções, acesso às gravações e ou documentos dessas reuniões¹⁵. Cumpre destacar que, em 24 de setembro de 2021, as assessorias técnicas atuantes na região do Paraopeba solicitaram conjuntamente o envio dos materiais discutidos nas reuniões mensais de apresentação de Auditoria da AECOM, referente ao caso do rompimento da barragem, e, contudo, esse acesso não foi disponibilizado.

Com o objetivo de garantir que as pessoas atingidas conheçam o conteúdo das reuniões de auditoria do anexo II.1, a assessoria Guaicuy repassa regularmente atualizações por meio de informes mensais¹⁶, por meio de publicações do Instituto Guaicuy como o Boletim mensal

.....
15 Mais recentemente, há cerca de 3 meses, as AT's foram chamadas a se manifestar nessas reuniões. Todavia, ainda é uma participação nova no processo que precisa ser qualificada e amadurecida.

16 Essas reuniões têm como finalidade a apresentação para as Instituições de Justiça e de estado, pela AECOM, auditora do Programa de Recuperação Socioambiental (PRSABP) e do Estudo de Avaliação de Risco à Saúde Humana e Risco Ecológico (ERSHRE), de um diagnóstico sobre o cumprimento das ações e projetos que a Vale S/A tem obrigação de executar, segundo o Acordo judicial.

de acompanhamento¹⁷ e do informe comunicacional denominado Travessia¹⁸.

Em que pese a presença das ATI's como ouvintes nesse espaço, a participação direta das pessoas atingidas ainda não é permitida. Com base no direito de participação das pessoas atingidas nos assuntos que envolvem o desastre-crime, as comunidades atingidas reivindicaram a realização de reuniões periódicas com a auditoria de estudos socioambientais, conforme exposto na Carta Manifesto¹⁹ apresentada em dezembro de 2022. Nessa carta, foi solicitada a “realização de reuniões periódicas entre a AECOM, empresas envolvidas e as pessoas atingidas, incluindo as lideranças comunitárias escolhidas, sobre o andamento da execução do Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do Rio Paraopeba (PR-SABP) e sobre as atividades da Arcadis”. As pessoas atingidas buscavam garantir sua participação ativa para acompanhar temas relacionados à saúde e ao meio ambiente e para apresentar demandas territoriais. No entanto, em janeiro de 2023, as Instituições de Justiça indeferiram a solicitação dessas reuniões periódicas, comunicando que todas as informações estão disponíveis no portal Pro-Brumadinho²⁰, bem como que as ATI's são representantes das pessoas atingidas nesses espaços.

Um grande desafio é como construir espaços de controle social para que as pessoas atingidas possam incidir no anexo II.1, bem como nos

17 <https://guaicuy.org.br/acompanhamento-do-programa-de-recuperacao-socioambiental-e-do-estudo-de-risco-a-saude-humana/>

18 <https://guaicuy.org.br/biblioteca/publicacoes/travessia-reparacao-socioambiental-fev-24/>

19 <https://guaicuy.org.br/pessoas-atingidas-enviam-carta-manifesto-para-justica/>

20 <https://www.mg.gov.br/pro-brumadinho/pagina/brumadinho-estudos-de-avaliacao-de-risco-saude-humana-e-risco-ecologico>

demais relacionados ao anexo II, tendo claro que a presença da ATI, sem possibilidade de incidência nesse espaço, limita o processo de reparação. Embora as ATIs forneçam suporte técnico, a falta de poder de atuação nas reuniões impede que as vozes das pessoas atingidas sejam efetivamente apresentadas nas discussões. Mesmo com a participação da ATI, é imprescindível que as próprias pessoas atingidas possam acompanhar a pauta, já que nenhuma assessoria pode substituir a importância de suas experiências e perspectivas no processo de reparação. Além disso, há um hiato informacional, uma vez que as ATIs recebem somente as informações apresentadas naquele espaço em um curto intervalo de tempo, mas não tem acesso a informações e debates mais aprofundados, bem como não há participação nas sessões técnicas. Ainda cabe mencionar que há uma distância de tempo entre o que está público e acessível e o que está acontecendo no momento, por exemplo o andamento do PRSABP não acontece em tempo real.

Considerações finais: como as pessoas atingidas podem incidir de forma participativa no Anexo II.1

A Reparação Socioambiental é uma questão central no cotidiano das pessoas atingidas que diariamente enfrentam a dolorosa realidade de consumir água de qualidade questionável, mergulhadas na incerteza sobre sua contaminação, pois a Vale S/A não esclareceu completamente essa questão. Esse cenário impõe uma constante insegurança no consumo, um fardo emocional adicional para aqueles já atingidos. As comunidades, por meio de relatos e fotos, evidenciam a turbidez e a presença de objetos sólidos nas águas coletadas, forçando-as

a adquirir água mineral e, assim, comprometendo ainda mais suas já fragilizadas rendas familiares no pós-desastre-crime, isso quando as pessoas têm essa possibilidade financeiras. A situação se agrava quando muitas famílias se veem compelidas a deslocar-se forçadamente, incapazes de manter suas vidas sem o recurso hídrico essencial. Essa migração forçada não apenas abala a estabilidade dessas comunidades, mas também deixa cicatrizes emocionais profundas, já que elas são compelidas a abandonar não apenas suas casas e relações comunitárias, mas suas histórias e conexões com o ambiente ao seu redor. **Memórias de um povo estão sendo apagadas e soterradas por um rompimento que permanece causando danos.** Ademais, as comunidades enfrentam diariamente o pesar de testemunhar a morte progressiva de suas fazendas e animais. Os relatos, que se multiplicam a cada dia, narram a tristeza com as perda de criações, hortas e plantações, impactando diretamente a subsistência, a saúde e o equilíbrio emocional

dos atingidos. Cada lamento ecoa como testemunho das consequências devastadoras desse desastre, aprofundando as feridas já abertas e aumentando a urgência por medidas reparadoras e soluções concretas.

Mas a grande pergunta é: como, dentro desse cenário, incidir de forma participativa no Anexo II.1?

A participação no Anexo II.1 permanece indefinida, impondo o desafio de se construir espaços de luta que garantam uma participação efetiva e uma incidência direta sobre um tema vital para a continuidade dos projetos de vida das comunidades. O que ainda falta no Anexo II.1 é um espaço que assegure o acesso em tempo real às informações sobre os projetos e auditorias. Do ponto de vista técnico, é tanto viável quanto indispensável a criação de instrumentos populares que possibilitem às comunidades exercerem o papel de vigilantes em um processo de monitoramento ambiental participativo. Um exemplo notável é o Projeto Manuelzão, assim como a iniciativa do Grupo de Pesquisa e Extensão Educação, Mineração e Território (EduMiTe-UFGM),

que lançou a proposta da “Formação Guardiões das Águas: Rede de Monitoramento Geoparticipativo ‘Que Lama É Essa?’”. Essas experiências demonstram o potencial da participação ativa das populações locais na vigilância ambiental e na proteção de seus territórios. Embora as Assessorias Técnicas Independentes (ATIS) tenham ocupado parte desse vácuo informacional, o verdadeiro avanço depende de algo mais profundo: **a criação de espaços de luta e mobilização**. A formação de comitês para debate, alianças com governantes e a consolidação de mecanismos de controle social são essenciais para que as pessoas atingidas possam influenciar diretamente as pautas da reparação. Mais do que apenas um acesso passivo à informação, o **controle social precisa ser exercido de forma ativa nas instâncias locais e regionais** de participação das pessoas e coletividades atingidas, com foco na efetiva participação das pessoas atingidas. Para tanto, cabe refletir se a criação de um Comitê e a consolidação de uma instância regional poderiam proporcionar o espaço necessário para que os atingidos assumam um papel de protagonismo nas decisões e no monitoramento dos processos de reparação.

Referências

BRASIL. **Lei Federal 14.755 de 2023 que institui a Política Nacional de Direitos das Populações Atingidas por Barragens (PNAB)**. Disponível em: <[HTTPS://WWW.PLANALTO.GOV.BR/CCIVIL_03/_ATO2023-2026/2023/LEI/L14755.HTM](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/L14755.htm)>: Acesso em 02 de julho de 2024

DECLARAÇÃO DO RIO. **Declaração do Rio sobre Ambiente e Desenvolvimento. Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: [HTTPS://APAMBIENTE.PT/_ZDATA/POLITICAS/DESENVOLVIMENTSUSTENTAVEL/1992_Declaracao_Rio.pdf](https://apambiente.pt/_zdata/Politicas/DesenvolvimentoSustentavel/1992_Declaracao_Rio.pdf).

FEDERAL, Ministério Público. Caso Samarco: o desastre. O desastre. 2015. Disponível em: [HTTPS://WWW.MPF.MP.BR/GRANDES-CASOS/CASO-SAMARCO/O-DESASTRE](https://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/o-desastre). Acesso em: 20 set. 2022.

FERREIRA, A. F.; ALENCAR, B. F. de; CRUZ, T. S. N. da. **A importância da Convenção de Aarhus como instrumento de democracia ambiental / The importance of the Aarhus Convention as an instrument of environmental democracy**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 6, p. 62681-62698, 2021. Disponível em: [HTTPS://BRAZILIANJOURNALS.COM/OJS/INDEX.PHP/BRJD/ARTICLE/VIEW/31859](https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/31859). Acesso em: 02 set. 2024.

LAURINO, B. V. S. A morte do Watu: rompimentos de barragens e um estudo de caso sobre os impactos sentidos pelos Krenak após a tragédia socioambiental do Rio Doce. In: **44º Encontro Anual da ANPOCS**, 2020, S.I. Encontro Anual da ANPOCS. S.I: S.I, 2020. p.120

MINAS GERAIS. **Lei Estadual nº 23.795 de 2021 que institui a Política Estadual dos Atingidos por Barragens (PEAB) em Minas Gerais**. Disponível em: <[HTTPS://WWW.ALMG.GOV.BR/LEGISLACAO-MINEIRA/TEXTO/LEI/23795/2021](https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/23795/2021)>: Acesso em 06 de julho de 2024

OLIVEIRA, Marina Paula. **Acordo para quem? Uma análise do acordo firmado entre a Vale S.A. e o Estado de Minas Gerais no contexto do rompimento da barragem em Brumadinho (MG)** / Marina Paula Oliveira. Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <[HTTPS://bib.pucminas.br/teses/RelacoesInternacionais_MarinaPaulaOliveira_29801_textocompleto.pdf](https://bib.pucminas.br/teses/RelacoesInternacionais_MarinaPaulaOliveira_29801_textocompleto.pdf)>. Acesso em 11 de setembro de 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Convenção sobre Acesso à Informação, Participação do Público no Processo de Tomada de Decisão e Acesso à Justiça em Matéria de Ambiente (Convenção de Aarhus)**, adotada em 25 de junho de 1998. Disponível em: <[HTTPS://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005D0370&from=PT](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005D0370&from=PT)> Acesso em 01 de setembro de 2024.

_____. **Acordo Regional sobre Acesso à Informação, Participação Pública e Acesso à Justiça em Assuntos Ambientais na América Latina e no Caribe (Acordo de Escazú)**. Disponível em: <[HTTPS://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/29b2d738-4090-45c5-a289-428b465ab60c/content](https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/29b2d738-4090-45c5-a289-428b465ab60c/content)>. Acesso em 02 de setembro de 2024.

TJMG. **ACORDO JUDICIAL PARA REPARAÇÃO INTEGRAL RELATIVA AO ROMPIMENTO DAS BARRAGENS B-I, B-IV E B-IVA / CÓRREGO DO FEIJÃO** Processo de Mediação SEI n. 0122201-59.2020.8.13.0000 TJMG / CEJUSC 2º GRAU. Disponível em: <[HTTPS://www.tjmg.jus.br/data/files/8D/20/B5/1A/87D67710AAE827676ECB08A8/Minuta%20versao%20final.pdf.pdf](https://www.tjmg.jus.br/data/files/8D/20/B5/1A/87D67710AAE827676ECB08A8/Minuta%20versao%20final.pdf.pdf)>. Acesso em 04 de setembro de 2024.

TRANSPARÊNCIA INTERNACIONAL. **Acordo de Escazú**. Disponível em: [HTTPS://transparenciainternacional.org.br/acordo-de-escazu/](https://transparenciainternacional.org.br/acordo-de-escazu/). Acesso em: 12 set. 2024.

UNITED NATIONS. **The Aarhus Convection An Implementation Guide**. 2014. Disponível em: [HTTPS://unece.org/environment-policy/publications/aarhus-convention-implementation-guide-second-edition](https://unece.org/environment-policy/publications/aarhus-convention-implementation-guide-second-edition). Acesso em 03 set.2024.

Carla Wstane*
Paula Brasil**

3

A geografia política do rompimento

* Diretora Técnica do Instituto Guaicuy. Bacharel licenciada em Geografia e Especialista em Saberes Ambientais: Gestão das Águas, ambos pela PUC Minas. Mestre em Geografia e Organização do Espaço pela UFMG e Doutora em Geografia: Espaço, Cultura e Linguagens pela UFES.

** Analista Sênior do Instituto Guaicuy. Bacharel licenciada em Geografia. Especialista em Geoprocessamento pela UFMG. Mestre em Ciências Naturais pela UFOP e Doutora em Geografia e Análise Ambiental pela UFMG.

Introdução

O dia 25 de janeiro de 2019 é um marco na história socioambiental do país em função do rompimento da barragem B-I e soterramento das barragens B-IV e B-IVA da Vale S.A, que compunham o complexo da Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho-MG, na bacia do Rio Paraopeba. Tais barragens destinavam-se, respectivamente, à deposição de rejeitos (B-I) e à contenção de sedimentos (B-IV e B-IVA). O dano potencial do conjunto era considerado, segundo informações da própria Vale S.A., como de classe C, apresentando risco potencial de atingimento da fauna e flora local. Com o rompimento, cerca de 13 milhões de metros cúbicos de rejeitos foram lançados ao longo do rio Paraopeba e seus afluentes, ocasionando o desaparecimento de 11 pessoas e a morte de 272, dentre as quais 250 trabalhadores da empresa.

O rompimento gerou transformações profundas no ecossistema, que atingiram não só a vida das populações do entorno e ao longo da bacia, mas também espécies animais e da ictiofauna ao longo do rio Paraopeba e da Represa de Três Marias. A mineradora, que tornou-se ré no processo

judicial, tende a reduzir a dimensão dos danos causados, procurando restringi-los à contaminação do rio e a uma possível contaminação das pessoas de forma direta. No entanto, relatos, pesquisas e estudos demonstram como o rompimento impacta de forma ecossistêmica toda a bacia hidrográfica, seus territórios e cadeias econômicas, como o que acontece no Rio São Francisco abaixo da Represa de Três Marias.

A busca coletiva pela reparação se constitui a partir da compreensão dos danos em suas múltiplas dimensões. Assim, é necessário construir conhecimento sobre a realidade que tem sido impactada e alterada pelo rompimento. Nessa construção de entendimento dos danos, os municípios, as comunidades e, principalmente, as famílias diretamente atingidas que perderam familiares e aquelas indiretamente atingidas em seus territórios devem ser ouvidas e seus danos, compreendidos e ressarcidos pela empresa que causou, e continua causando, danos socioambientais que afetam toda a bacia. Aprofundar e compreender a complexidade dos danos gerados pelo rompimento de uma barragem contaminada de rejeitos de mineração dessa magnitude demanda que as próprias pessoas atingidas sejam escutadas, em que pese a construção de um processo de reparação integral e justo.

Para então promover a participação informada das pessoas atingidas, necessária para o acesso aos direitos, o Instituto Guaicuy, entidade não governamental associativa, cultural e técnico-científica, sem fins lucrativos, criada no ano 2000, foi eleita em 2019 como assessoria técnica independente das comunidades atingidas no baixo curso da bacia do rio Paraopeba e Represa de Três Marias, localidades que estão a mais ou menos 300 km de distância do epicentro do desastre-crime. O trabalho

é realizado nas regiões conhecidas no processo como Região 4, que abrange os municípios de Pompéu e Curvelo, e Região 5, que abarca todos os municípios no entorno da represa de Três Marias, a saber: Abaeté, Biquinhas, Morada Nova de Minas, Felixlândia, Três Marias, São Gonçalo do Abaeté, Paineiras e Martinho Campos.

A atuação do Instituto Guaicuy com as pessoas atingidas dessas regiões busca construir a autonomia das pessoas e garantir que elas tenham possibilidade de exercer o controle social, atuando como protagonistas neste processo de acordo com suas especificidades étnico-raciais, de gênero, geracionais, culturais e sociais. Assim, foram realizados diagnósticos rápidos participativos, rodas de conversa, acolhimento psicossocial e jurídico, produção de surveys, entrevistas em profundidade, consultorias, visitas domiciliares, elaboração de notas técnicas, formação em direitos humanos, produção de estudos técnicos e diversas outras metodologias de escuta atenta e registro preciso, visando sistematizar, correlacionar e categorizar as falas das pessoas atingidas sobre os danos sofridos.

Mais de quatro anos após o início do trabalho de assessoria técnica, cada vez mais se identifica uma correlação sistêmica dos danos, que, para além da margem do rio, se irradiam para dentro dos territórios dos municípios da bacia na medida que afetam toda a cadeia de serviços ambientais propiciados pela relação entre água, ambiente e sociedade.

Neste artigo iremos inicialmente apresentar uma leitura sobre os territórios das Regiões 4 e 5, baixo curso da bacia do rio Paraopeba, represa de Três Marias e Rio São Francisco, que são atendidos e assessorados pelo Instituto Guaicuy; em seguida, discorreremos sobre o Sistema de

Participação das pessoas atingidas e como se organizam para o controle social da reparação. Depois, traremos a noção dos danos ecossistêmicos em um desastre-crime como este, a partir de estudos iniciais realizados pelas assessorias técnicas no ano de 2020; e, por fim, traçaremos um retrato de como tem se dado o acesso aos direitos de mitigação dos danos pelas populações localizadas nas regiões mais distantes do epicentro do desastre-crime. Aqui mostraremos o alcance do acesso aos direitos pelas pessoas atingidas dessas regiões, através de leitura do cenário atual do Programa de Transferência de Renda (Anexo 1.2), constante no Anexo I do Acordo Judicial realizado entre a mineradora Vale S.A., o Estado de Minas Gerais e as Instituições de Justiça, com a justificativa de celeridade do processo de reparação.

1 Território atingido: de Brumadinho à Represa de Três Marias e Rio São Francisco

Para além do atingimento da chamada “zona quente”, região do Parque da Cachoeira, onde ocorreram as mortes dos trabalhadores e o derramamento de lama tóxica, o rastro de destruição, que teve início no município de Brumadinho/MG, provocou danos até depois da Represa de Três Marias e no Rio São Francisco, que fica a cerca de 300 km de distância do epicentro do desastre-crime.

O rio Paraopeba é um dos principais afluentes do rio São Francisco, estendendo-se por aproximadamente 510 km desde sua nascente, no município de Cristiano Ottoni, até a foz, no lago da represa de Três Marias, nos municípios de Felixlândia e Pompéu (CBH Paraopeba, 2017). A bacia do rio Paraopeba abrange total ou parcialmente 48 municípios do

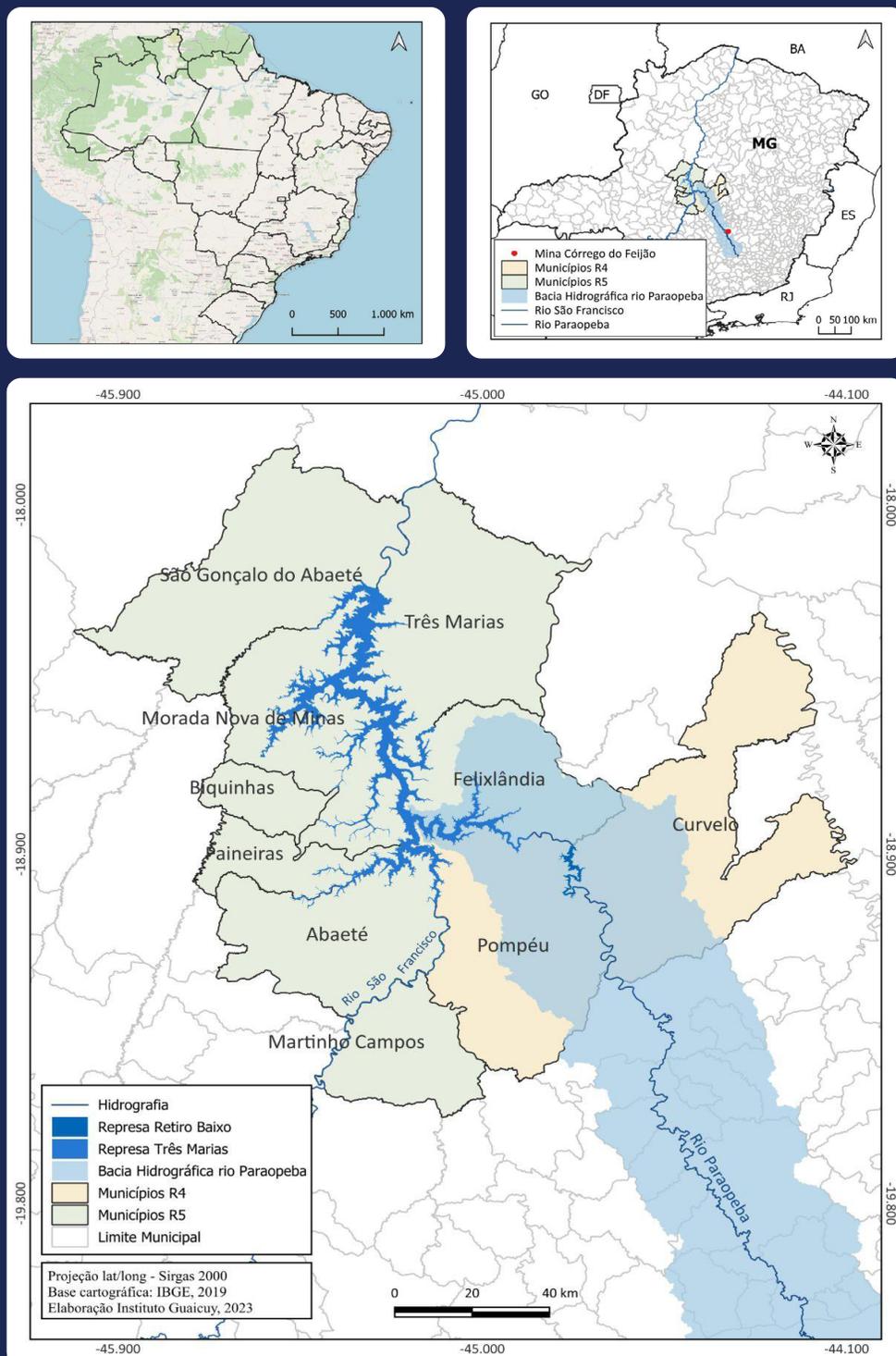
estado de Minas Gerais, mostrando uma grande diversidade regional (IBGE, 2024). O território da bacia é dividido em alto, médio e baixo Paraopeba. Para o processo judicial a bacia foi dividida em cinco partes. No médio Paraopeba, encontra-se Brumadinho, que compõe a região 1 e as regiões 2 e 3, que incluem diversos municípios impactados pelo rompimento da barragem. No baixo Paraopeba, situam-se a Região 4 e a Região 5, ambas assessoradas pelo Instituto Guaicuy (CBH Paraopeba, 2017). as Regiões de 1 a 5 foram denominadas assim pelas Instituições de Justiça (Ministério Público e Defensoria Pública de Minas Gerais) para que se tivesse uma visão mais clara que orientasse a atuação das assessorias técnicas independentes.

A atuação do Instituto Guaicuy como Assessoria Técnica nas regiões 4 e 5 enfrenta diversas complexidades e desafios logísticos devido à vasta extensão territorial dos municípios e ao grande número de comunidades rurais atendidas. Na Região 5, o Instituto assessora 121 comunidades, enquanto na Região 4 são 25 comunidades, que podem ser vistas na **FIGURA 1** a seguir.

O território atingido apresenta uma grande diversidade, desde o município de Brumadinho, localizado no Quadrilátero Ferrífero, região das “*Minas*”, onde se concentra a maioria das atividades minerárias do estado, até o sertão mineiro, abrangendo o baixo Paraopeba e o Lago de Três Marias. Essa área, conhecida como “*Gerais*”, possui características geográficas, climáticas e culturais únicas.

O sertão mineiro é uma região caracterizada por sua vasta extensão territorial, paisagens semiáridas e um clima que por vezes desafia as

FIGURA 1 — Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Paraopeba.



práticas agrícolas e a sustentabilidade das comunidades locais. Historicamente, essa região é marcada pela resistência e resiliência de seus habitantes, que enfrentam adversidades naturais e econômicas. O sertão mineiro possui uma rica diversidade cultural, com tradições profundamente enraizadas e um modo de vida que reflete a adaptabilidade às condições adversas do ambiente. Características já registradas nas obras de Guimarães Rosa que retrata o sertão mineiro:

O senhor tolere, isto é o sertão. Uns querem que não seja: que situado sertão é por os campos-gerais a fora a dentro, eles dizem, fim de rumo, terras altas, demais do Uruçuia. Toleima. Para os de Corinto e do Curvelo, então, o aqui não é dito sertão? Ah, que tem maior! Lugar sertão se divulga: é onde os pastos carecem de fechos; onde um pode torar dez, quinze léguas, sem topar com casa de morador; e onde criminoso vive seu cristo-jesus, arredado do arrocho de autoridade. O Uruçuia vem dos montões oeste. Mas que na beira dele tudo dá – fazendões de fazendas, margem de vargens de bom render, as vazantes; culturas que vão de mata em mata, madeiras de grossura, até ainda virgens dessas há lá. O gerais corre em volta. Esses gerais são sem tamanho. Enfim, cada um o que quer aprova, o senhor sabe: pão ou pães é questão de opiniões... O sertão está em toda a parte (ROSA, 1986, p.1).

As comunidades rurais, em sua maioria, dependem da agricultura familiar, do extrativismo e da pesca para sua subsistência. Além destas, são muitas as atividades de trabalho e renda derivadas da relação com o rio que promove a cadeia do turismo, como artesanato, comércio e pequenas empresas, e essas atividades foram fortemente alteradas com o rompimento da barragem de rejeito de mineração.

A Região 4 é composta pelos municípios de Curvelo e Pompéu, que se localizam na região do baixo curso do Rio Paraopeba. De modo geral, esses municípios se caracterizam por uma extensa área rural, por isso seu uso e ocupação são baseados em agricultura e pecuária.

As Instituições de Justiça, responsáveis pelo credenciamento das ATIS, inicialmente identificaram cinco comunidades atingidas na Região 4. A condução do nosso trabalho em campo, porém, possibilitou o mapeamento e o reconhecimento de outras localidades. Hoje, atendemos a 22 comunidades atingidas na Região 4.

A relação dessas comunidades com o território é fortemente marcada pela presença do Rio Paraopeba, que permeia as relações sociais e é cenário das atividades de lazer, culturais e profissionais, das quais destacamos a pesca, atividade profissional e social de muitas famílias da Região 4 que foi profundamente alterada com o rompimento da barragem.

A Região 5 é composta pelos municípios de Felixlândia, Três Marias, Biquinhas, São Gonçalo do Abaeté, Abaeté, Morada Nova de Minas, Paineiras e Martinho Campos, que se localizam no entorno da Represa de Três Marias. Esses municípios também se caracterizam por extensas áreas rurais e pela presença das águas, devido à proximidade da represa.

No início do processo, as Instituições de Justiça identificaram 17 comunidades atingidas na Região 5. A condução do nosso trabalho em campo, porém, possibilitou o mapeamento e o reconhecimento de outras localidades. Hoje atendemos 86 comunidades atingidas na Região 5, incluindo comunidades tradicionais localizadas no alto Rio São Francisco.

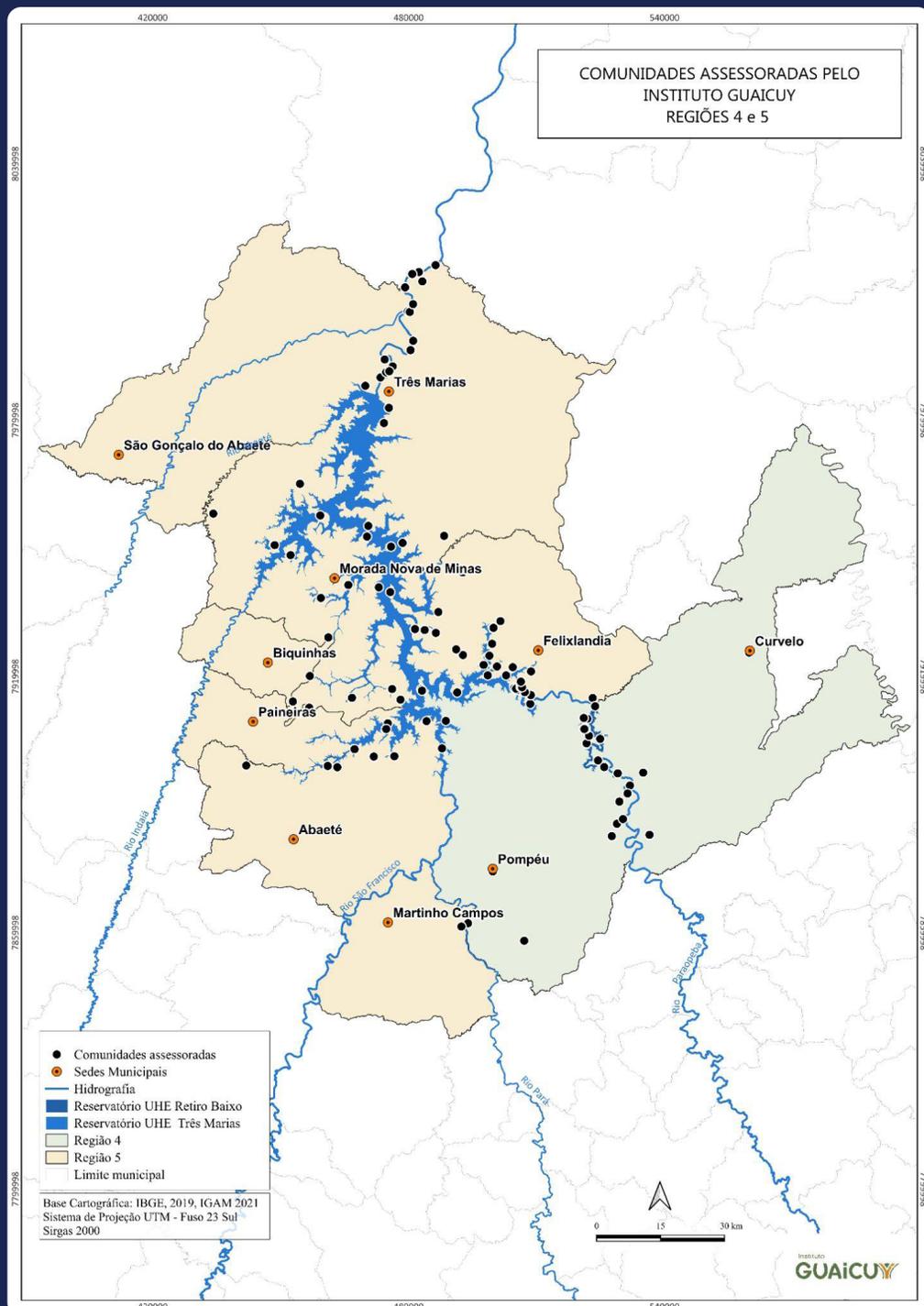
A Região 5 também possui grande influência da atividade pesqueira e muitas atividades de trabalho e renda derivadas da cadeia do turismo, como artesanato, comércio e pequenas empresas. Essas atividades foram fortemente alteradas com o rompimento da barragem.

Para o desenvolvimento das atividades, foi necessário estabelecer uma estrutura robusta de apoio às ações do Instituto com as pessoas atingidas. Conforme os dados internos registrados desde o início do projeto, de abril de 2020 até dezembro de 2023, o Guaicuy realizou 3.311 atividades de campo e percorreu aproximadamente 728.734 km, o que equivale a 18 voltas ao redor do planeta. Para que isso fosse possível, dada a extensão territorial dos municípios, foi necessário estabelecer três sedes do Instituto nos municípios de Pompéu (R4), Felixlândia e Morada Nova de Minas (R5), cada uma destas duas últimas de um lado da represa. Nas sedes regionais, uma estrutura precisou ser montada, com funcionários estabelecidos nos territórios. Essa logística e infraestrutura foram essenciais para que conseguíssemos percorrer todas as comunidades atendidas e dar suporte a sua organização social na luta pela reparação integral, tema que será detalhado a seguir.

2 A organização e o sistema de participação das pessoas atingidas

O direito à participação informada e o fortalecimento da organização social das pessoas e das comunidades atingidas nos processos de reparação são os principais objetivos do Instituto Guaicuy enquanto Assessoria Técnica Independente. Para que isso seja possível, a atuação com as pessoas atingidas se baseia em dois pilares muito importantes: autonomia e controle social. A participação informada, aprimorada pelo exercício da autonomia e concretizada por meio do controle social, é exercida em espaços já existentes ou construídos ao longo do processo político em questão. Por isso, as atividades e metodologias de ação

FIGURA 2 – Comissões de pessoas Atingidas no baixo rio Paraopeba, Lago Três Marias e Rio São Francisco



buscam fortalecer a organização social das pessoas atingidas, para que elas possam participar de maneira ativa e efetiva no processo de reparação. Uma das formas de efetivar o controle social é a construção de um Sistema de Participação das pessoas atingidas, que visa garantir o compartilhamento de informações e o acompanhamento e participação nos espaços de tomada de decisão, com o intuito de promover a incidência das pessoas atingidas sobre o processo de reparação integral em todas as suas dimensões.

O sistema de participação ocorre por meio de três instâncias, a saber: a primeira se refere à instância local, formada pelas Comissões de Pessoas Atingidas, que possuem o papel de abordar os aspectos da reparação que envolvem questões locais (nível comunitário ou categorias profissionais atingidas). A formação das comissões é resultado do processo de organização das comunidades de pessoas atingidas das regiões 4 e 5 que vem sendo desenvolvido desde 2020, quando se iniciaram os trabalhos da Assessoria no território. O mapa de comissões organizadas pelo Instituto Guaicuy pode ser visualizado a seguir.

A segunda instância consiste na Instância Regional, que corresponde à maneira de organização em que cada região reúne representantes de suas instâncias locais. Possuem o papel de agrupar as questões locais e abordá-las regionalmente. A construção das Instâncias Regionais vem sendo debatida por representantes das comissões desde 2022 e se consolidou em agosto e setembro de 2024 no 3º Encontro de Comissões, realizado nas Regiões 4 e 5. Na ocasião foram debatidos e validados os Regimentos Internos de cada instância, que poderão ser aprimorados

ao longo do tempo conforme necessidade e condução das próprias Instâncias Regionais.

Por último, a Instância inter-regional, também em processo de consolidação, que deverá abarcar representantes de todas as regiões, da 1 à 5. Essa será a instância que representará toda a bacia hidrográfica do rio Paraopeba, Represa de Três Marias e Rio São Francisco.

3 Danos Ecológicos

A bacia hidrográfica do rio Paraopeba, que integra a região do Alto Rio São Francisco, é, no Brasil, uma das bacias mais sujeitas às pressões ambientais. O rio Paraopeba percorre 550 km da sua nascente, no município de Cristiano Ottoni, à foz no rio São Francisco, localizada na Represa de Três Marias (IGAM, 2013). O rompimento da barragem de rejeitos da mineradora Vale S.A no rio Paraopeba compromete e desequilibra todos os serviços ambientais que a bacia oferece. A consequência deste desequilíbrio é o comprometimento das condições de vida e saúde da população, das relações de trabalho e produção, da biodiversidade, das relações socioambientais, da história, da cultura e do pertencimento das comunidades que fazem parte da bacia hidrográfica. De acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (2024), o rompimento da barragem provocou a destruição de 133,27 hectares de vegetação nativa de Mata Atlântica e 70,65 hectares de áreas de proteção permanente (APP).

Um desastre dessa magnitude não pode ser mensurado apenas pelos danos locais, dados pontuais e temáticos. É preciso compreender a

dinâmica territorial e das águas, de forma a fundamentar um entendimento integrado, sistêmico e que considere diferentes níveis de variáveis ambientais, e ainda as formas de uso das águas e das áreas impactadas pelo rompimento. Conforme Polignano, Silva e Bastos (2019), uma abordagem ecossistêmica é necessária para entender a dinâmica e a complexidade do processo dentro do conceito de bacia hidrográfica. Pontos como vigor, resiliência, manutenção dos serviços ecossistêmicos, integridade biótica e efeitos sobre a saúde humana devem ser considerados para um processo de reparação justo (POLIGNANO, M. V.; SILVA, R. L.; BASTOS, L. G. 2019).

Para os autores (2019), em uma abordagem ecossistêmica, a bacia do Paraopeba pode responder pela manutenção de diferentes tipos de serviços ambientais, a saber:

- Serviços de suporte: solo, nutrientes, biodiversidade;
- Serviços de regulação: clima, ciclo das águas, manutenção dos cursos da água em qualidade e quantidade;
- Serviços de provisão: alimentos, água para diferentes tipos de usos, genética;
- Serviços culturais: lazer, turismo, valor imaterial do ecossistema. (POLIGNANO, M. V.; SILVA, R. L.; BASTOS, L. G. 2019).

Todos estes serviços favoreceram a apropriação do ecossistema para estabelecer relações socioambientais de produção e trabalho, consolidando história, cultura e o sentimento de pertencimento, estabelecendo, em última instância, as condições de vida e saúde da população humana que habita a região da bacia do rio Paraopeba.

Isso exige diálogo entre diferentes áreas do conhecimento, pluralismo metodológico, entrelaçamento de saberes e, principalmente, a incorporação da participação social daqueles que vivenciam os danos.

Nesta concepção ecossistêmica do dano, em relatório produzido pelas assessorias técnicas em 2020, para ampliação do acesso ao “pagamento emergencial” das pessoas atingidas localizadas além dos primeiro quilômetro, defendido pela empresa ré, as assessorias técnicas independentes, através do diálogo com as pessoas atingidas, reforçam que é necessário entender quatro pontos essenciais: **(i)** que o território afetado é a bacia hidrográfica, que não se limita à foz do rio Paraopeba, mas adentra a Represa de Três Marias e o Rio São Francisco; **(ii)** que o dano é ecossistêmico, pois se propaga por todo o território, atingindo de formas distintas diferentes pessoas e comunidades; **(iii)** que os danos não se limitam ao corpo hídrico, mas se irradiam para dentro dos municípios afetados; **(iv)** e que o processo é complexo e sinérgico, resultado de interações de efeitos ambientais, econômicos, sociais e de saúde, que se somam e se potencializam.

Com a escuta ativa, registro sistematizado e organização dos dados coletados com as metodologias participativas, foi possível construir o conhecimento coletivo dos danos e fazer uma categorização. Assim as equipes das assessorias técnicas independentes desenvolveram, com as pessoas atingidas, a Tese Ecossistêmica dos Danos Cumulativos para definição dos critérios do Suporte Econômico Provisório que deu base ao Programa de Transferência de Renda que, em 2021, compôs o Anexo 1.2 do Acordo Judicial realizado entre as Instituições de Justiça, o Estado de Minas Gerais e a empresa ré, a mineradora Vale S.A. Neste

documento, entende-se que a contaminação dos recursos hídricos, da biota aquática e a insegurança sobre a qualidade da água a partir do rompimento da barragem de rejeito da Vale S.A. geraram quebras nas cadeias de valor, o que por sua vez, levou a uma grande vulnerabilidade social e de saúde das comunidades expostas.

Conforme o documento apresentado pelas ATIS, a Tese Ecosistêmica dos Danos Cumulativos foi construída sobre os seguintes pilares: **(i)** a percepção dos danos ambientais; **(ii)** as perdas econômicas ou restrições nas cadeias de valor; e **(iii)** o agravamento das vulnerabilidades sociais e de saúde. A seguir, a descrição dos pilares apresentados conforme os estudos das Assessorias Técnicas Independentes:

(i) A percepção dos danos socioambientais: tendo a bacia hidrográfica como recorte territorial, considerado um importante elemento no planejamento por apresentar relações estreitas com o desenvolvimento socioeconômico de uma região, além da sua dinâmica de ocupação que envolve prioritariamente o uso da terra, a proteção e a qualidade dos recursos hídricos. Nesse contexto do desastre-crime, a interrupção do uso da água e a insegurança sobre sua qualidade para nadar e abastecer os poços artesianos; a insegurança sobre a contaminação do solo para plantio ou da contaminação do peixe ressaltam medos que afetam não só os modos de vida e a economia, mas também a saúde dessas populações. A percepção dos danos se dá em três momentos que se completam: **(i.i)** O fluxo de rejeitos provocado pelo rompimento adveio da onda que soterrou e matou 270 pessoas. Além das perdas de vidas humanas, matou animais, destruiu e descaracterizou propriedades e produções rurais. Cerca de 30 minutos após o rompimento

das barragens da Vale S.A., o fluxo de rejeitos atingiu o rio Paraopeba, causando seu represamento. Os impactos imediatos do represamento das águas do Paraopeba foi o registro da elevação de cinco metros do nível do rio na estação Alberto Flores, pouco a montante do local e antes do comprometimento de sua estrutura (CPRM, 2019), e consequente redução dos fluxos do rio Paraopeba e de sua capacidade de transportar os sedimentos em suspensão em direção a jusante. Dessa forma, os sedimentos em suspensão foram sendo depositados ao longo de todo o curso do rio Paraopeba, causando danos ambientais e sociais em toda a bacia; a *(i.ii)* poluição de rejeitos que vai gerando danos potenciais para os ecossistemas locais, como a contaminação do solo utilizado para plantio; e além disso o *(i.iii)* dano à imagem e reputação, que além do impacto ambiental evidente, também é preciso destacar os danos advindos com a insegurança em relação à qualidade das águas superficiais, subterrâneas e das comunidades aquáticas em todo o reservatório de Três Marias. Questões como essas geram inseguranças para a população sobre a utilização dos recursos hídricos para além da foz do rio Paraopeba, afetando todo o território da bacia, inclusive os municípios do entorno do reservatório de Três Marias, promovendo perdas em diversas atividades produtivas e cadeias de valor que dependem dos usos do lago da represa, como o turismo e o lazer, a pesca e a piscicultura.

(ii) As perdas econômicas ou a restrição das cadeias de valor, que são contínuas e progressivas nos territórios. Os estudos realizados pelas assessorias técnicas independentes em diálogo com as pessoas atingidas revelam que sobre essas perdas, de forma geral, destacam-se

duas: a **(ii.i)** Desestruturação territorial nas cidades e nas comunidades atingidas, advinda do aumento dos custos de vida, da perda de acesso à água e de outros recursos domésticos, promovendo uma estigmatização desses espaços. A desestruturação territorial se caracteriza também pela alteração das dinâmicas imobiliárias locais, seja pela entrada excessiva de pessoas envolvidas nas ações de intervenção ou na saída de moradores e frequentadores, pela estigmatização dos lugares. Destaca-se ainda a desestruturação de comunidades e a perda dos seus modos de vida, com ênfase para ribeirinhos e quilombolas pertencentes às regiões atingidas, e o elevado número de deslocados ambientais, pessoas que deixaram seus locais de moradia pelas dificuldades encontradas após o rompimento; e as **(ii.ii)** Restrições nas diversas cadeias de valor locais e regionais, como na pesca, na aquicultura, no turismo e lazer, nas atividades agrossilvopastoris, na cadeia alimentícia e na construção civil. Mais complexa e abrangente que uma cadeia produtiva, a “Cadeia de Valor” é um conjunto de processos (funções) entre os diversos atores que se encontram entre os elos da cadeia produtiva e abrange outros níveis que estão no entorno das etapas do processo, dimensionando, além dos aspectos produtivos, também os socioeconômicos, ambientais, culturais, tecnológicos, legais e políticos.

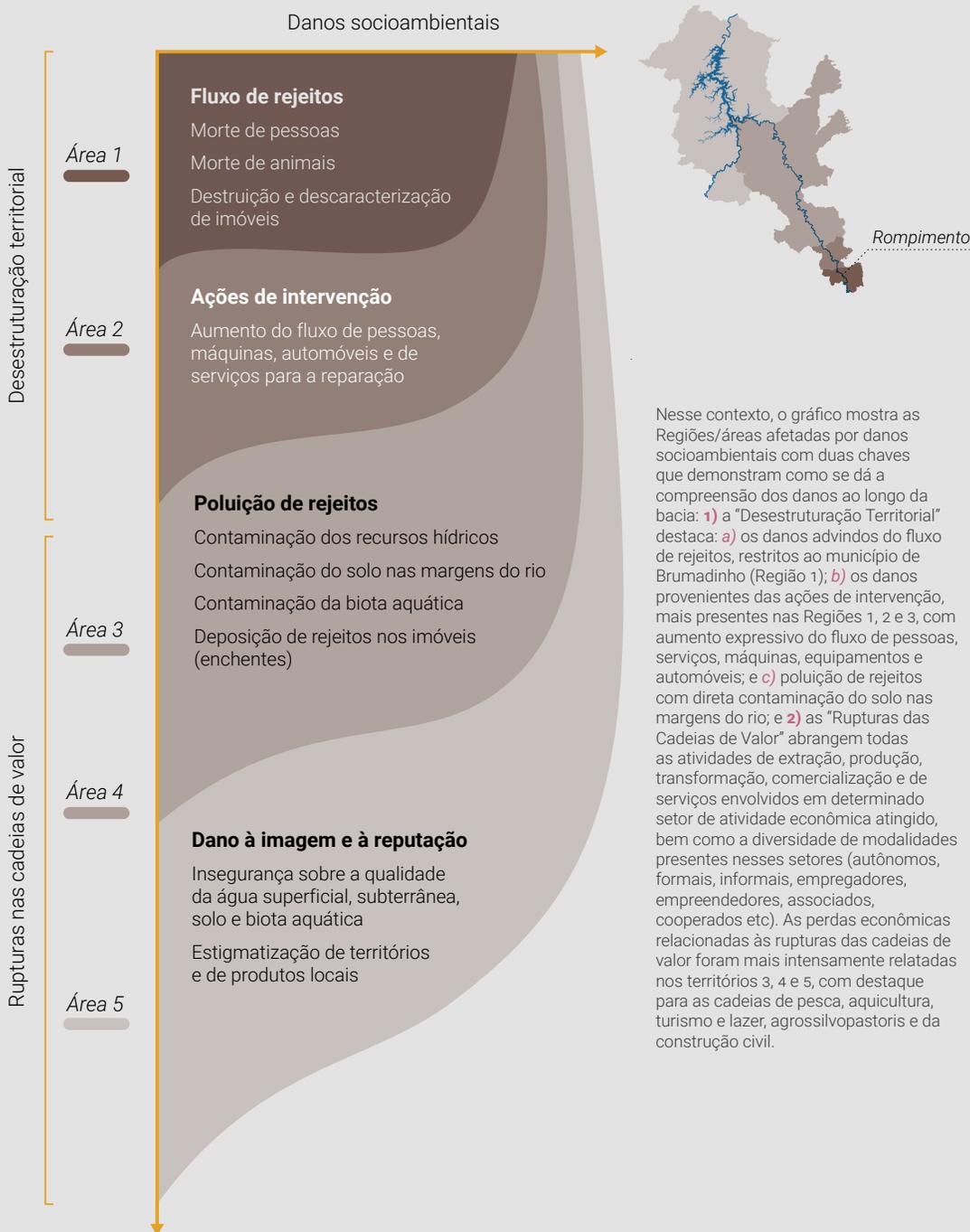
(iii) Agravamento das vulnerabilidades sociais e de saúde, advindas com o rompimento das barragens da Vale S.A., com os danos socioambientais e as perdas econômicas. Cabe destacar, em primeiro lugar, os grupos estruturalmente vulneráveis, como crianças, adolescentes, mulheres, idosos e pessoas com deficiência. Com as desestruturações territoriais promovidas com o rompimento, esses grupos tendem a se

vulnerabilizar ainda mais. Os danos socioambientais também promoveram diversos abalos na saúde física e mental das pessoas atingidas, bem como situações de insegurança alimentar e nutricional. Por fim, destacam-se as vulnerabilidades relacionadas às inseguranças jurídicas relacionadas à propriedade da terra, que tendem a ser agravadas com as alterações nas dinâmicas imobiliárias locais e com as dificuldades de comprovação do local de moradia para o reconhecimento das pessoas atingidas. Destaca-se, ainda, que os danos à saúde e à proteção social configuram-se como vulnerabilidades que atuam de forma sinérgica, potencializando os danos decorrentes do desastre, com a crise sanitária da COVID 19 vivida a partir de 2020. O comprometimento da renda e dos modos de vida das populações, bem como as rupturas das cadeias de valor, afetaram as diversas dimensões da vida cotidiana, seja na saúde física e mental, seja na sociabilidade familiar e comunitária.

Nessa compreensão de que os principais danos socioambientais foram advindos do fluxo de rejeitos, das ações de intervenção para remoção dos rejeitos e contenção da lama, da poluição dos rios, do dano à imagem e à reputação dos territórios e dos danos à saúde, demonstra-se que esses danos são cumulativos e distintos em cada território; Assim, as assessorias técnicas independentes construíram uma proposta visual dos Danos Ecológicos Cumulativos ao longo das cinco regiões atingidas na bacia do Paraopeba pelo rompimento das barragens de mineração da Vale S.A. O quadro a seguir, produzido pelas assessorias técnicas independentes, demonstram o efeito cumulativo em cada região:

FIGURA 3 – Danos ecossistêmicos cumulativos

Fonte: Documento produzido pelas Assessorias Técnicas Independentes a partir dos diálogos com as pessoas atingidas de todas as regiões



A tese ecossistêmica está no documento interno elaborado pelas assessorias técnicas independentes com as pessoas atingidas, em seu primeiro ano de atuação. O documento visa compor os fundamentos para demonstrar que toda a bacia necessita das medidas emergenciais para mitigação dos danos, que afetam diferentes territórios com efeitos distintos ao longo da bacia.

A produção técnica deve ser uma importante ferramenta para o acesso das pessoas atingidas a seus direitos. No entanto, ela não consegue garantir o verdadeiro acesso aos direitos pelas pessoas atingidas. A empresa ré desqualifica argumentos construídos até mesmo para as populações de Brumadinho, epicentro do desastre-crime. Para as populações atingidas das áreas 4 e 5, no baixo Paraopeba, Represa de Três Marias e Rio São Francisco, o acesso ao direito é praticamente inexistente. Esse será o tema de uma breve leitura da geografia política no contexto da reparação, desenvolvido a seguir.

4 A geografia política no contexto da reparação

Um desastre dessa magnitude é visto e sentido por uma sociedade inteira de diversas maneiras. Reparar completamente é visto como algo quase impossível, pois vidas jamais serão repostas. No entanto, para que desastres-crime como esse não se repitam, espera-se que a justiça seja feita e que a empresa causadora arque com uma reparação ampla, justa e adequada à diversidade de povos e populações atingidas. Contudo, em um emaranhado de articulações, narrativas e investimento em mídia, a empresa atua de forma a reduzir ao máximo o custo da reparação.

Inicialmente, a reparação está sob tutela jurídica, mas não há paridade de armas entre a empresa ré e os titulares do direito. Os graves desastres-crimes ambientais ocorridos nos últimos anos expuseram a necessidade de um marco regulatório que assegure os direitos das pessoas atingidas e promova a justiça social e a reparação dos danos.

A Política Nacional de Direitos das Populações Atingidas por Barragens (PNAB, Lei 14755/23) e a Política Estadual dos Atingidos por Barragens (PEAB, Lei 23795/21), em Minas Gerais, são marcos legais que surgiram nesse contexto. Essas legislações propõem a participação informada e ativa das comunidades atingidas por barragens, o que é importante para garantir que suas necessidades, preferências e direitos sejam respeitados e considerados em todas as etapas do processo de reparação. No entanto, o acesso aos direitos pelas pessoas atingidas por barragens está sendo cada vez mais dificultado pelas contestações da empresa ré que não reconhece os direitos das pessoas atingidas.

O acesso à água é um direito humano universal, ratificado em Resolução da Assembleia Geral da ONU (Resolução 64/A/RES/64/292, de 28/07/2010). Ao longo da história da humanidade, esse direito basilar, essencial à sobrevivência humana, vem sendo cerceado e empregado como capital político. Atualmente o cenário não é diferente e, para além desse contexto histórico, o direito ao acesso salutar à água continua sendo reiteradamente negligenciado. Esse é o caso das pessoas e comunidades atingidas pelo rompimento da barragem de rejeitos de mineração na bacia do Paraopeba, Lago de Três Marias e Rio São Francisco. A contaminação colocou em risco a saúde humana e animal daqueles que fazem múltiplos usos das águas do Paraopeba.

Diante deste cenário, ainda em janeiro de 2019, as Secretarias de Estado de Saúde (SES-MG), de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad) e de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa) recomendaram a não utilização da água bruta do rio Paraopeba para qualquer finalidade até que a situação estivesse normalizada. Essa recomendação permanecia vigente em setembro de 2024. Os mencionados órgãos estipularam ainda uma área de 100 metros da margem do rio para não utilização da água. Foi nesse contexto que a juíza Perla Saliba Brito, da comarca de Brumadinho (autos n. 5000053-16.2019.8.13.0090), em 31/05/2019, determinou que a Vale S.A fornecesse água em quantidade e qualidade adequadas para consumo humano, dessedentação animal e manutenção de atividades produtivas.

A determinação da juíza prevalece até então, o que obriga a Vale S.A a garantir o fornecimento de água potável para as comunidades afetadas. A empresa estabeleceu que toda a população que residisse até 100 metros da margem do rio Paraopeba, no perímetro que vai de Brumadinho até Curvelo e Pompéu, e que perderam acesso à margem e/ou água do rio para usos múltiplos, teriam direito a receber água como medida emergencial em resposta aos impactos do desastre-crime. O limite geográfico para o recebimento das medidas emergenciais foi o reservatório de Retiro Baixo (Curvelo e Pompéu). Portanto, comunidades localizadas na Região 5, que compreendem o trecho do rio Paraopeba a jusante do reservatório de Retiro Baixo, o reservatório de Três Marias e o alto curso do Rio São Francisco, não são reconhecidas pela Vale S.A para terem acesso às medidas emergenciais, mas isso não limita a insegurança das pessoas atingidas em consumir ou fazer qualquer

outro tipo de uso da água. E, ainda assim, famílias que estão a pouco mais de 100 metros do rio na região 4 nunca receberam o fornecimento de água conforme decisão judicial.

Além do fornecimento da água, outra medida é o pagamento emergencial que a empresa ré deveria fazer às pessoas atingidas como mitigação dos danos, e que deveria ser pago a todas as populações até a reparação integral. Entretanto, além do recorte de um quilômetro não abarcar todas as comunidades e pessoas atingidas, este pagamento emergencial também não contemplou a Região 5 (que se refere aos municípios localizados no entorno do lago da Represa de Três Marias até o alto curso do Rio São Francisco). Nessa conjuntura, o critério territorial de um quilômetro adotado se mostrou inadequado, pois desconsiderou as singularidades e coletividades territoriais, as cadeias produtivas, as economias diversas, os modos de vida e cultura das pessoas atingidas. Desconsiderou também as comunidades rurais, tradicionais e assentamentos das pessoas que vivem para além do limite estabelecido.

Além disso, partiu da lógica de que apenas quem estava a um quilômetro das margens do rio Paraopeba necessitavam do pagamento. Assim, se uma família residisse a um quilômetro e 200 metros das margens do rio Paraopeba, ela teria o pagamento emergencial negado, mesmo que antes do rompimento utilizasse o rio para absolutamente todas as atividades cotidianas. Importante frisar que territórios não são apenas espaços físicos delimitados, mas também construções sociais e simbólicas que refletem relações de poder, cultura e história e que, no contexto do rompimento, extrapolam o limite territorial de um quilômetro da calha do rio imposto pelas Instituições de Justiça. O território integral de bacias

hidrográficas, permite que várias esferas da sociedade compreendam e interfiram no espaço de forma conexa e interdependente, não se limitando ao espaço físico da bacia hidrográfica, mas se estendendo ao território usado, conforme definido por Milton Santos:

O território não é apenas o conjunto de sistemas naturais e de sistemas de coisas superpostas; o território tem que ser entendido como o território usado, não o território em si. O território usado é o chão mais a identidade. A identidade é o sentimento de pertencer àquilo que nos pertence. O território é o fundamento do trabalho; o lugar da existência, das trocas materiais e espirituais e do exercício da vida. (SANTOS, 2007, p. 14)

Ainda hoje esse conceito, assim como o de pessoa atingida, é negligenciado pela Vale S.A., que está sempre em disputa para construir seus argumentos baseados emnexo causal, ou seja, somente com a comprovação da contaminação do rio é que se pode demonstrar a existência dos danos. No entanto, o tópico anterior nos ajuda a compreender que, para além da contaminação, os danos atravessam os territórios através da Desestruturação Territorial e das Rupturas nas Cadeias de Valor.

O pagamento emergencial se estendeu até o ano de 2021, quando foi firmado o Acordo Judicial. O Acordo Judicial é um documento assinado em 4 de fevereiro de 2021 pelos Compromitentes — Governo do Estado de Minas Gerais, Ministério Público de Minas Gerais (MPMG), Ministério Público Federal (MPF) e Defensoria Pública de Minas Gerais (DPMG) — e pela empresa ré, a Vale, sob mediação do Tribunal de Justiça de Minas Gerais. O Acordo define obrigações de fazer e de pagar da Vale e é estruturado em Anexos, que definem os programas e projetos de reparação aos atingidos e atingidas de todas as regiões. Cada um dos Anexos trata de um tema diferente, visando à reparação socioambiental e socioeconômica. É importante lembrar que não houve participação das pessoas

atingidas, tampouco de suas assessorias técnicas, na concepção desse Acordo. Este substituiu uma parte do processo judicial coletivo, mas há questões que não foram definidas e seguem em disputa na Justiça, como, por exemplo, as indenizações individuais.

Cabe ressaltar que, no Acordo, a Região 5 foi finalmente reconhecida como atingida. Contudo, o recorte territorial de um quilômetro foi mantido para fins de recebimento do Programa de Transferência de Renda, nos termos do Anexo 1.2 do Acordo (que substituiu o pagamento emergencial). O programa destina um valor de R\$ 4,4 bilhões, gerido pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), para pagamentos mensais a pessoas atingidas que se enquadrem em critérios definidos pelas Instituições de Justiça. Teve início em 2021 e permanecerá até o esgotamento do recurso.

A diferença entre o pagamento emergencial e o PTR é que, anteriormente, as pessoas atingidas precisavam residir a até um quilômetro da margem do rio Paraopeba. No acordo, comunidades situadas integral ou parcialmente dentro desse limite passaram a ser incluídas. Essa inclusão se deu por meio das poligonais, que se referem aos limites das comunidades. Assim, se uma parte de uma comunidade delimitada por uma poligonal estivesse fora do limite de 1 km, mas outra parte dentro, toda a comunidade seria contemplada.

Isso é realizado a partir do apoio na identificação e na organização da documentação das pessoas, do encaminhamento de demandas relacionadas a reconhecimento de comunidades, denúncias e reclamações relacionadas ao Anexo 1.2 e no assessoramento na produção de documentos técnicos para as solicitações de inclusão de comunidades.

De todas as comunidades/poligonais apresentadas pelo Guaicuy que atendiam o critério territorial, apenas duas não foram aceitas, mas seguem em disputa por meio de Notas Técnicas elaboradas pelo Instituto com as justificativas para inclusão e que seguem aguardando respostas da entidade gestora do programa, a Fundação Getúlio Vargas.

Com todas as disputas em jogo, quanto mais distante do epicentro do desastre-crime, mais difícil e demorada o acesso aos direitos pelas populações atingidas. O acesso ao PTR ou às medidas emergenciais pelas pessoas atingidas das regiões 4 e 5 só se iniciaram em 2022, três anos após o desastre-crime, e ainda hoje pessoas atingidas da região 5 com direito ao recurso continuam sem recebê-lo.

Considerações finais

Os rompimentos de barragens de rejeito de minério em Minas Gerais mostram os desafios de se construir um processo de entendimento sobre quem são as pessoas atingidas e as consequências para os diferentes grupos sociais. Conseguir identificar danos individuais e coletivos, a partir do diálogo com pessoas atingidas, deve ser parte do processo de reparação. No entanto, tornar válidos tais danos na disputa com uma grande mineradora é ainda mais desafiador.

Além disso, observa-se uma tendência de invisibilização das populações mais vulneráveis, como as comunidades tradicionais e os povos indígenas, cujas formas de vida e culturas foram profundamente impactadas e frequentemente menosprezadas nas discussões sobre reparação

e compensação. A falta de enfoque na avaliação dos impactos contribui para a perpetuação de desigualdades e a marginalização desses grupos.

Nesse contexto, as medidas emergenciais e mitigadoras postas em curso procuram cercar-se de competências jurídicas focadas em pontos onde os danos são atrelados a nexos causais. No entanto, subestimam-se os danos ecológicos e sociais que afetam territórios inteiros. Assim, posterga-se tanto quanto possível o pagamento de indenizações e tornam-se lentas as medidas recuperativas. Espera-se que o "retorno à normalidade", no auto-ajustamento das dinâmicas ambientais e dos recursos sócio-ecológicos restantes, faça desaparecer os vestígios mais comprometedores da tragédia e as alegações correspondentes dos que reivindicam compensações.

Referências Bibliográficas

ACORDO JUDICIAL PARA REPARAÇÃO INTEGRAL RELATIVA AO ROMPIMENTO DAS BARRAGENS B-I, B-IV E B-IVA / CÓRREGO DO FEIJÃO Processo de Mediação SEI n. 0122201-59.2020.8.13.0000 TJMG / CEJUSC 2º GRAU

Autos nº 5000053-16.2019.8.13.0090. MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS Força-Tarefa Brumadinho.

CBH Rio Paraopeba. IV Encontro dos Comitês do Rio São Francisco. Salvador, 6 de outubro de 2010.

INSTITUTO GUAICUY, 2023. Situações emergenciais. Disponível em: <[HTTPS://guaicuy.org.br/ati/ati-paraopeba/banco-de-dados/assessoramento-tecnico-para-a-reparacao/situacoes-emergenciais/](https://guaicuy.org.br/ati/ati-paraopeba/banco-de-dados/assessoramento-tecnico-para-a-reparacao/situacoes-emergenciais/)>. Acesso em: 1 ago. 2024.

João Guimarães Rosa. A Hora e Vez de Augusto Matraga, 1986.

Marcus Vinicius Polignano, Rodrigo Silva Lemos. ROMPIMENTO DA BARRAGEM DA 2019 VALE EM BRUMADINHO: IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NA BACIA DO RIO PARAPEBA. Cienc. Cult. vol.72 no.2 São Paulo Apr./June 2020

Plano de Reparação Socioambiental da Bacia do rio Paraopeba; ARCADIS, 2022.

POLIGNANO, MV; SILVA, RL; BASTOS, LG. Impactos e danos provocados pelo crime da Samarco na bacia do Rio Doce e perspectivas socioambientais. In: PINHEIRO, TMM (org). *Mar de lama: da Samarco na bacia do Rio Doce em busca de respostas*. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2019.

[HTTPS://www.ibama.gov.br/ultimas-2/1881-rompimento-de-barragem-da-vale-em-brumadinho-mg-destruiu-269-84-hectares](https://www.ibama.gov.br/ultimas-2/1881-rompimento-de-barragem-da-vale-em-brumadinho-mg-destruiu-269-84-hectares). Acesso em 21/07/2024.

SANTOS, Milton et al. Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial. 3. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007.

Mônica de Cássia Souza Campos*
Bernardo do Vale Beirão**
Regina Paula Benedetto de Carvalho***
Flávia Freire de Siqueira****



Aspectos das águas superficiais e sedimentos do baixo curso do rio Paraopeba e do reservatório de Três Marias

* Supervisora da Reparação Socioambiental do Instituto Guaicuy, Bacharel em Ciências Biológicas pela UFMG, Mestra em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG e Doutora em Evolução Crustal e Recursos Naturais pela UFOP.

** Biólogo, MSc. em Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável pela UFSJ.

*** Geógrafa (SUPLAN/PBH). Pós Doutora em Gemorfologia e Recursos Hídricos (IGC/UFMG).

**** Gestora Ambiental e Bióloga. Doutora em Engenharia Florestal pela UFLA.

1. Introdução

Minas Gerais é um estado que se revela no cenário mundial como alvo da ação desenfreada de empresas mineradoras voltadas para a extração de seus recursos naturais, incluindo minério de ferro, bauxita e ouro. Diante dessa atividade econômica descontrolada o estado sofre com o comprometimento da qualidade e a da quantidade de suas águas em um território reconhecido também por sua riqueza hídrica e berço das nascentes de grandes rios nacionais.

A mineração, em sua essência, implica na remoção de vastas áreas de solo e vegetação, o que altera os ecossistemas e afeta a permeabilidade do solo. Esse processo pode levar à erosão, ao assoreamento de rios e lagoas e à degradação das fontes de água. Além disso, a utilização de produtos químicos na extração de minérios, como cianeto e mercúrio, representa um risco elevado de contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Os rejeitos gerados pela mineração, frequentemente armazenados em barragens, podem causar desastres ambientais catastróficos, como os trágicos casos de rompimento de barragens em

Mariana, em 2015, e Brumadinho, em 2019, objeto do estudo em tela, cujas consequências devastadoras ainda são sentidas.

Esses incidentes não apenas resultam em perda de vidas e danos ao meio ambiente, mas também afetam a saúde da população que depende das águas contaminadas para consumo e uso cotidiano. A insegurança hídrica se intensifica, com as populações atingidas enfrentando dificuldades para acessar água potável. A contaminação das águas compromete não somente o consumo doméstico, assim como a agricultura, a pesca e outras atividades econômicas que sustentam as comunidades locais.

Em janeiro de 2019, a partir da confluência do ribeirão Ferro Carvão, o rio Paraopeba sofreu, direta e indiretamente, os impactos causados pelos rejeitos liberados pelo rompimento da barragem B-I e soterramento das barragens B-IV e B-IVA, situadas na Mina Córrego do Feijão, barragens de minério de ferro da Vale (de agora em diante, por simplificação, rompimento). Além dos impactos diretos causados pelo comportamento fluido do imenso volume dos rejeitos (cerca de 11,7 milhões de metros cúbicos) que se dispersaram na bacia do ribeirão Ferro Carvão e rio Paraopeba, acarretando o entulhamento do canal principal e formação de depósitos nas margens e na calha do rio, alterações na drenagem natural e no escoamento das águas (CPRM, 2019; 2019a; IGAM, 2019; 2019; MJSP, 2019; CARVALHO et al., 2021, GEOENVIRON, 2019, 2021), muitos outros foram desencadeados, como a contaminação das águas e dos sedimentos do rio e dos solos por substâncias químicas e metais pesados presentes nessa massa de rejeitos; a dificuldade de revegetação dos solos atingidos, mais ácidos ou contaminados; a perda de espécies da fauna e flora e o potencial comprometimento de reservas hídricas subterrâneas.

Os sedimentos naturais dos ambientes aquáticos são formados por camadas de partículas minerais (como óxidos, hidróxidos, silicatos, carbonatos, sulfetos e fosfatos) e orgânicas (como colóides, detritos, bactérias e algas). Esses sedimentos estão presentes no fundo de lagos, rios e reservatórios, e refletem, pelas suas características, todos os processos biológicos, físicos e químicos que ocorrem em um ecossistema aquático, sendo assim o resultado de todos os processos e da dinâmica da bacia hidrográfica. Por isso, sua morfologia, suas características orgânicas e inorgânicas podem retratar os processos de poluição e contaminação decorrentes das atividades socioeconômicas e das condições biofísicas que imperam na bacia (SALOMONS, 2004).

Por outro lado, os rejeitos liberados pelo rompimento das barragens contêm predominantemente, em sua composição, minerais como o ferro (Fe) e o silício (Si), seguidos por alumínio (Al) e manganês (Mn). Além deles, outros metais também ocorrem, como arsênio (As), bário (Ba), cádmio (Cd), cobalto (Co), cobre (Cu), mercúrio (Hg), molibdênio (Mo), níquel (Ni) e zinco (Zn). As concentrações de cobre (Cu), bário (Ba), cobalto (Co), arsênio (As) e níquel (Ni) ocorrem com maior frequência em quantidades que estão acima dos limites de referência, valores de prevenção segundo a legislação de solos CONAMA 420/2009, tanto em amostras puras de rejeito ou misturadas a outros substratos (GEOENVIRON, 2019, 2021). De acordo com os estudos citados, a morfologia das partículas do rejeito são caracterizadas por granulometria, variando de areia fina a argila, onde se destacam as frações de silte.

Dentre os diversos estudos realizados pelo Instituto Guaicuy, o diagnóstico da situação ambiental pós rompimento têm importância crucial para

o entendimento dos danos provocados pelos rejeitos liberados sobre as dinâmicas ambientais, sociais, econômicas e da saúde da população atingida na bacia hidrográfica.

Neste capítulo, apresenta-se uma avaliação sobre a qualidade das águas superficiais das margens e da porção da calha central do Rio Paraopeba e zona limnética dos reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias, bem como das características e qualidade dos sedimentos do rio e dos reservatórios, visando compreender a dimensão dos danos do rompimento a partir desses componentes. A porção estudada da bacia hidrográfica está situada entre os municípios de Curvelo e Pompéu, denominada Região 4, e nos municípios São Gonçalo do Abaeté, Felixlândia, Morada Nova de Minas, Biquinhas, Paineiras, Martinho Campos, Abaeté e Três Marias, denominada Região 5 (ver contextualização geográfica detalhada no capítulo 3).

2. Metodologia

As análises da água superficial e dos sedimentos efetuadas pelo Instituto Guaicuy iniciaram-se em dezembro de 2020 e se estenderam até fevereiro de 2022. Foram realizadas coletas periódicas em 19 pontos das margens, denominadas como sistemáticas, e em nove pontos situados na calha central do Rio Paraopeba e na zona limnética¹ dos reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias, (**FIGURA 1 E FIGURA 2**), denominadas como especiais.

.....
1 Para simplificação da terminologia, as coletas especiais para ambos os tipos de ambiente, rio ou reservatório, poderão ser referidas como coletas no **centro** dos ambientes.

FIGURA 1 – Coletas sistemáticas de água e sedimentos nas margens dos ambientes

Fonte: Instituto Guaicuy (2024)



Coleta de amostra de água na margem



Tomada de amostras em frascaria



Amostras de água superficial



Medições de parâmetros físicos e químicos dos sedimentos das margens

FIGURA 2 — Coletas especiais de água e sedimentos no centro dos ambientes.

Fonte: Instituto Guaicuy (2024)



Lançamento da Garrafa de Van Dorn para coleta de água em profundidade



Coleta de amostras de água no centro dos ambientes (região limnética dos reservatórios ou calha central do rio)



Medida de parâmetros físicos e químicos da água em campo.



Medições de parâmetros físicos e químicos dos sedimentos



Lançamento da draga



Amostra coletada de sedimentos



Os 19 pontos de coleta sistemática foram definidos a partir dos seguintes critérios: **(i)** representatividade do trecho nas Regiões 4 e 5; **(ii)** a jusante de onde se possa verificar a completa mistura² dos fluxos (CETESB, 2011); **(iii)** a montante de trechos de confluência ou de zonas em que seja detectado algum tipo de influência local no corpo d'água em análise; **(v)** proximidade com comunidades consideradas atingidas pelo rompimento das barragens da Vale e; **(vi)** acessibilidade aos pontos. Dentre os 19 pontos da rede amostral das coletas sistemáticas, nove foram utilizados para a realização das coletas especiais (**FIGURA 2, FIGURA 3 E TABELA 1**) com coletas no centro dos ambientes (Rio Paraopeba e reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias).

As coletas de água superficial de margem iniciaram-se em dezembro de 2020, com frequência mensal, até outubro de 2021 com exceção do mês de março do referido ano, devido ao agravamento da pandemia de COVID-19. As coletas de sedimento nas margens foram feitas em dezembro de 2020, junho, agosto e outubro de 2021.

Durante as coletas especiais foram tomadas amostras em três profundidades diferentes: superfície, metade da zona de penetração de luz (zona eufótica) e no fundo.

Para ilustrar as tipologias de ambientes amostrados neste estudo e os sítios amostrais, são apresentadas algumas fotos na **FIGURA 4**.

.....
2 Zona de mistura, formada por dois ou mais tipos de águas que estão em processo de mistura (CETESB, 2011).

FIGURA 3a — Mapas com a localização dos pontos de coleta de água superficial e sedimentos, das Regiões 4 e 5, nas margens (coletas sistemáticas) e no centro dos ambientes (coletas especiais)

Fonte: Instituto Guaicuy (2024)

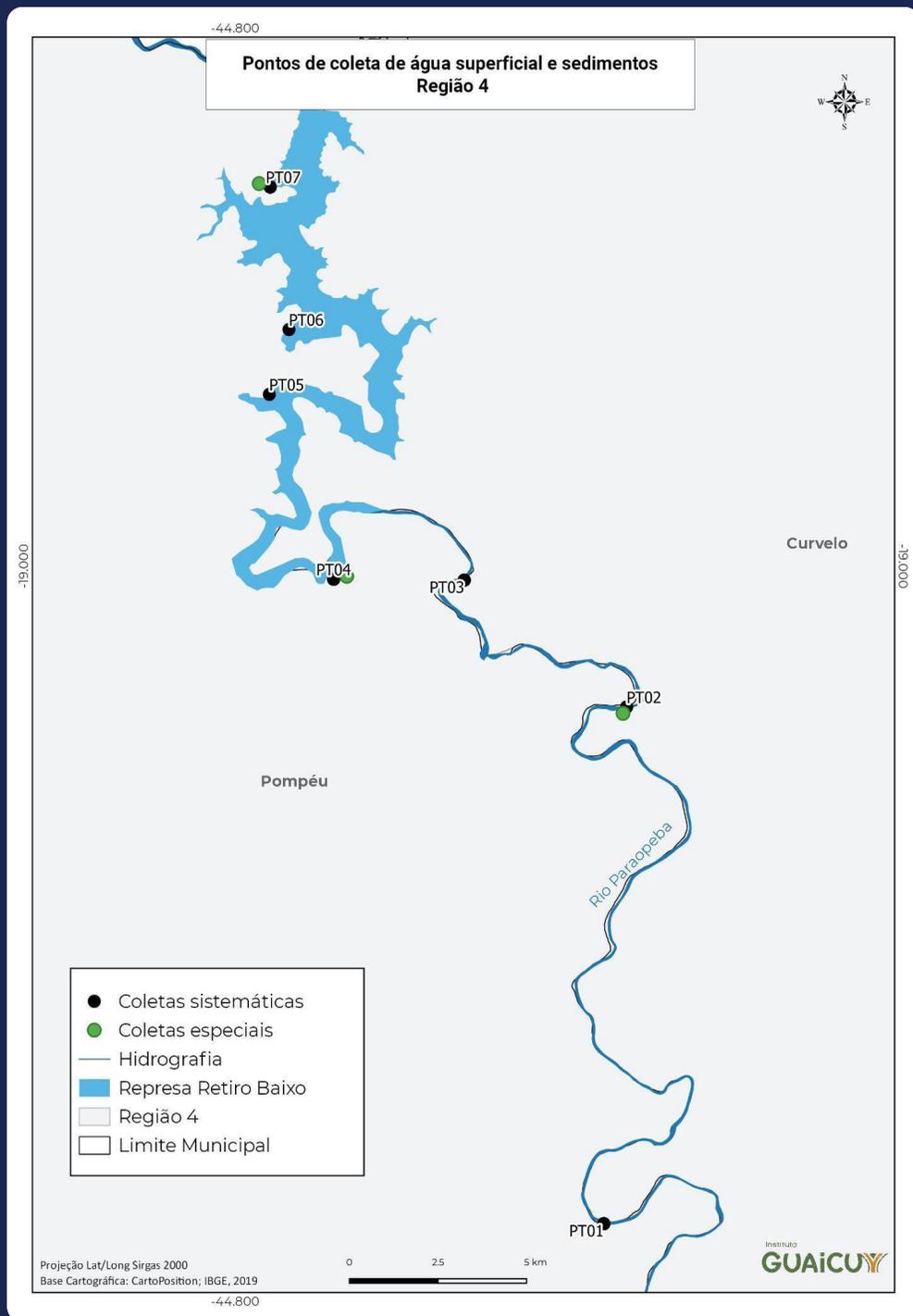


FIGURA 3b — Mapas com a localização dos pontos de coleta de água superficial e sedimentos, das Regiões 4 e 5, nas margens (coletas sistemáticas) e no centro dos ambientes (coletas especiais)

Fonte: Instituto Guaicuy (2024)

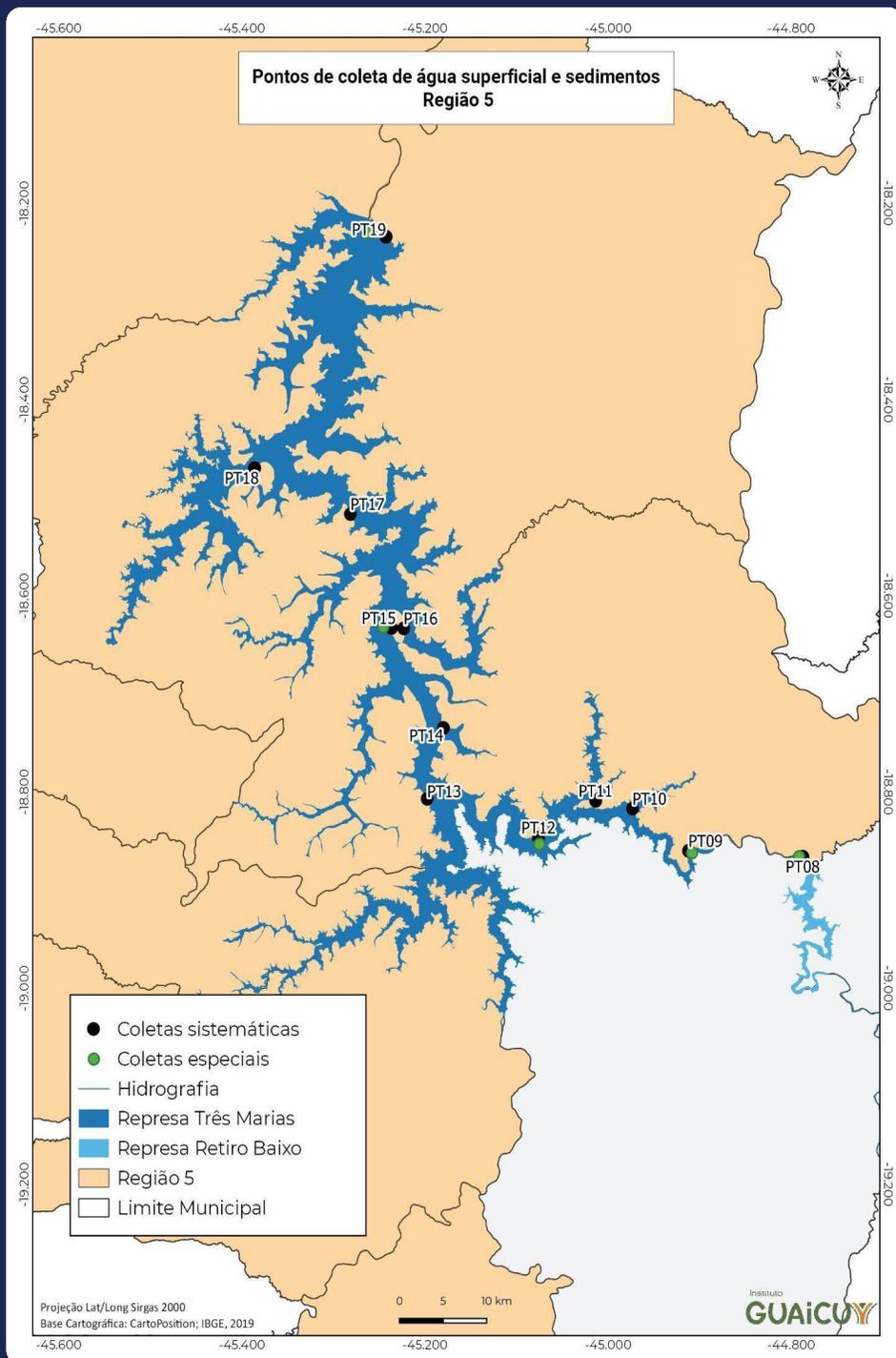


TABELA 1 - Pontos de coleta de água superficial e de sedimentos coletados nas margens e na porção central do rio Paraopeba e reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias entre dezembro de 2020 e outubro de 2021.

Fonte: Instituto Guaicuy (2024).

Região	Município	Comunidade	Pontos de coletas /tipo de ambiente	Coletas nas margens		Coletas no centro dos ambientes		
				DEZ. 2020 - OUT. 2021	DEZ. 2020, JUN., AGO. E OUT. 2021	ABR., JUN. SET. E OUT. 2021	JUN. E OUT. 2021	
4	Curvelo	Angueretá	PT01/Rio Paraopeba	🔵	■	🔵	■	
		Encontro das Águas	PT02/Rio Paraopeba	🔵	■	-	-	
		Cachoeira do Choro	PT03/Rio Paraopeba	🔵	■	-	-	
	Pompéu	Fazendinhas Baú	PT04/Reservatório Retiro Baixo	🔵	■	🔵	■	
		Recanto do Funil	PT05/Reservatório Retiro Baixo	🔵	■	-	-	
		Recanto dos Pássaros	PT06/Reservatório Retiro Baixo	🔵	■	-	-	
		Recanto do Laranjo	PT07/Reservatório Retiro Baixo	🔵	■	🔵	■	
	5	Ribeiro Manso	Ribeiro Manso	PT08/Rio Paraopeba	🔵	■	🔵	■
			La Poveda	PT09/Rio Paraopeba	🔵	■	🔵	■
		Felixlândia	Praia Nova	PT10/Reservatório Três Marias	🔵	■	-	-
Paraíso			PT11/Reservatório Três Marias	🔵	■	-	-	
Lagoa do Meio			PT12/Reservatório Três Marias	🔵	■	🔵	■	
Morada Nova de Minas		Represa Frei Orlando	PT13/Reservatório Três Marias	🔵	■	🔵	■	
Felixlândia		São José do Buriti	PT14/Reservatório Três Marias	🔵	■	-	-	
		Ilha do Mangabal	PT15/Reservatório Três Marias	🔵	■	🔵	■	
			PT16/Reservatório Três Marias	🔵	■	-	-	
Morada Nova de Minas	Porto Melancias	PT17/Reservatório Três Marias	🔵	■	-	-		
	Porto Indaiá de Baixo	PT18/Reservatório Três Marias	🔵	■	-	-		
Três Marias	Sede de Três Marias	PT19/Reservatório Três Marias	🔵	■	🔵	■		

 água
  sedimento

FIGURA 4 - Pontos amostrais da Região 4 e Região 5

Fonte: Instituto Guaicuy 2024



R4 - Limite entre Curvelo e Pompéu - PT01
(Rio Paraopeba)



R4 - Encontro das Águas-PT02
(Rio Paraopeba)



R4 - Recanto do Funil- PT05
(reservatório Retiro Baixo)



R5 - La Poveda - PT 09
(ambiente intermediário -
Rio Paraopeba)



R5 - Frei Orlando- PT13
(reservatório de Três Marias)



R5 - Porto Melancia - PT17
(reservatório de Três Marias)

2.1 Parâmetros de análise e legislações

Foram avaliados os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, da água e dos sedimentos, mais diretamente relacionados aos potenciais danos associados à composição dos rejeitos provenientes do rompimento das barragens da Vale.

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros analisados e as legislações utilizadas para classificação das violações, ou seja, dos parâmetros que ultrapassaram os limites recomendados considerando os usos previstos para o rio/reservatório ou sua classe de enquadramento. De acordo com a Deliberação Normativa COPAM nº 14, de 28 de dezembro de 1995, o baixo curso do Rio Paraopeba, onde estão situadas as Regiões 4 e 5, devem atender aos padrões de qualidade estabelecidos para águas de Classe 2 (CONAMA nº 357/2005): águas destinadas ao uso para fins de abastecimento e consumo humano mediante tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário (ex. natação e mergulho); irrigação e atividade de pesca.

Quanto aos sedimentos, a legislação específica é a Resolução CONAMA 454/2012, que trata do enquadramento de sedimentos e estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado (sedimentos) em águas sob jurisdição nacional. Para a avaliação das alternativas de disposição e gerenciamento do material a ser dragado, os resultados da caracterização química dos sedimentos de doze dos parâmetros avaliados devem ser comparados com os valores orientadores classificados em dois níveis:

Nível 1

limiar **abaixo** do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota;

Nível 2

limiar **acima** do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota

Alguns metais, como alumínio, ferro e manganês, não possuem valores orientadores na referida legislação, mas são elementos importantes no contexto deste estudo por serem os elementos majoritários na composição dos rejeitos das barragens da Vale.

Os ensaios ecotoxicológicos foram realizados para avaliar a ecotoxicidade da água ou dos sedimentos utilizando organismos aquáticos bastante sensíveis e em laboratório. A toxicidade foi avaliada pelas respostas fisiológicas de *Daphnia similis* (Cladocera, Crustacea) para ecotoxicidade aguda (nível agudo de toxicidade, capaz de causar a morte dos indivíduos testados) e de *Ceriodaphnia dubia* (Cladocera, Crustacea) para ecotoxicidade crônica (nível crônico de toxicidade, capaz de afetar os padrões de comportamento dos indivíduos, como locomoção e reprodução). Além desses, a toxicidade das amostras de sedimento foi avaliada também com o organismo *Hyalella azteca* (Amphipoda), tanto no nível crônico como agudo. Os padrões utilizados para realização desses testes são baseados em normas (Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT n°12713:2016, n°13373:2017 e n°15470:2021) que orientam as boas práticas laboratoriais para realização dos testes (**TABELA 2**).

TABELA 2 - Parâmetros analisados na água superficial e nos sedimentos coletados nas margens e na calha central do Rio Paraopeba e reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias entre dezembro de 2020 e outubro de 2021
 Fonte: Instituto Guaicuy (2024)

Ambientes	Margem	Centro	Legislações e observações
Água	<p>37 parâmetros: alumínio dissolvido e total (Al), arsênio (As), bário (Ba), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cianeto (livre), cloreto, cobre dissolvido e total (Cu), cromo (Cr), ferro dissolvido e total (Fe), manganês (Mn), mercúrio (Hg), níquel (Ni), nitrogênio amoniacal total, oxigênio dissolvido (OD), sulfato, sulfeto H₂S não dissociado, vanádio (V), selênio (Se), zinco (Zn), coliformes termotolerantes, E. coli, DQO (demanda química de oxigênio), DBO₅ (demanda bioquímica de oxigênio), condutividade, odor, EH (potencial redox), pH (potencial hidrogeniônico), turbidez, OD (oxigênio dissolvido), temperatura do ar e da água, sólidos suspensos totais, cor verdadeira.</p>	<p>110 parâmetros, todos da legislação, em três profundidades e ensaios de ecotoxicidade com <i>Daphnia similis</i> (Agudo), <i>Ceriodaphnia dubia</i> (Crônico).</p>	<p>CONAMA n°357/2005 classe do enquadramento - Classe 2. Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n° 08, de 21 de novembro de 2022</p>
Sedimento	<p>34 parâmetros: EH (potencial redox), pH (potencial hidrogeniônico), teor de matéria orgânica, granulometria (nove classes), densidade dos sedimentos (real e aparente), sulfeto como H₂S, teor de umidade, COT (carbono orgânico total), alumínio (Al), arsênio (As), bário (Ba), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), ferro total (Fe), manganês (Mn), mercúrio (Hg), níquel (Ni), selênio (Se), vanádio (V), zinco (Zn), nitrogênio kjeldahl total (N) e fósforo total (P)</p>	<p>Os mesmos coletados na margem e ensaios de ecotoxicidade com <i>Daphnia similis</i> (Agudo), <i>Ceriodaphnia dubia</i> (Crônico), <i>Hyalella azteca</i> (Agudo/Crônico).</p>	<p>CONAMA N°454/2012 nível 1: limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota; nível 2: limiar acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota.</p>

2.2. Análises estatísticas

Foi realizada uma análise exploratória dos dados, sendo calculadas as estatísticas básicas como média, mediana, valores máximo e mínimo, desvio padrão e coeficiente de variação. A análise comparativa entre alguns dados foi feita pelo teste de *t-student* considerando um nível de significância para $p \leq 0,05$ para avaliar se:

- ▶ houve diferenças entre os resultados de estação chuvosa e seca;
- ▶ houve diferenças entre os resultados das Regiões 4 e 5;
- ▶ houve diferenças entre as posições de coleta (margem e centro dos ambientes).

Da mesma forma, para responder se houve variabilidade espacial das medianas dos aspectos físicos e químicos das águas e sedimentos de margem e do centro, ao longo dos pontos amostrais foi realizada uma análise de variância, ANOVA não paramétrica (Kruskall Wallis) e testes a posteriori de Dunn. A variação das substâncias em relação às profundidades de coleta (subsúperfície, metade da zona eufótica e fundo) também foi avaliada pela ANOVA não paramétrica.

Os resultados mais detalhados e tratamento estatístico podem ser verificados nos relatórios temáticos *Qualidade das águas nas margens e no centro do rio Paraopeba e Reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias* (INSTITUTO GUAICUY, 2023) e *Sedimento - Análises de Sedimentos do rio Paraopeba e dos reservatórios de Retiro Baixo e de Três Marias*, de 2020 a 2022 (INSTITUTO GUAICUY, 2022).

A amplitude de variação e algumas estatísticas básicas das concentrações dos metais e metalóides analisados nas águas e sedimentos dos ambientes avaliados neste estudo podem ser consultadas nas Tabelas do **APÊNDICE 1**.

4. Resultados

4.1 Violações nas águas superficiais

Em 209 amostras de água coletadas nas margens dos ambientes e entre os 37 parâmetros analisados, as violações encontradas para os limites da classe 2 da legislação (CONAMA, 357/2005) ocorreram para: alumínio dissolvido em **29,18%** das amostras, oxigênio dissolvido em **22,01%**, ferro dissolvido em **18,66%**, coliformes termotolerantes em **18,18%**, cor verdadeira em **13,40%**, manganês total em **11,48%**, *Escherichia coli* em **11,05%**. Outras não conformidades, em menores percentuais foram, respectivamente: turbidez em **6,2%**, sólidos suspensos totais em **4,8%**, zinco total em 2,9 %, pH em **3,34%** e cianeto livre e DBO em **0,95%** do total de amostras avaliadas.

Entre as 96 amostras coletadas no centro dos ambientes e os 110 parâmetros analisados, os percentuais de violações aconteceram em **35,4%** das amostras para o oxigênio dissolvido, **21,8%** para alumínio dissolvido, **13,5%** para ferro dissolvido, **14,6%** para manganês total, **21,9%** para sulfetos, **10,4%** para cor verdadeira, **13,5%** para fósforo total, **2,1%** para turbidez, **2,1%** para sólidos suspensos totais, **2,1%** para surfactantes e **1,0%** para urânio.

No conjunto total de não conformidades verificadas, os metais com maiores percentuais de violações nas águas das margens foram: alumínio dissolvido (**22%**), ferro dissolvido (**11%**) e manganês total (**9%**), seguidos pelo zinco (**3%**). Os mesmos metais foram os responsáveis

pelos maiores percentuais de violações nas águas do centro: alumínio dissolvido (**15,8%**), ferro dissolvido (**9,8%**) e manganês total (**10,5%**).

4.2 Violações nos sedimentos

4.2.1 Nas margens

Os sedimentos das margens apresentaram não conformidades em relação aos valores orientadores para os níveis 1 ou 2 da CONAMA 454/2012, dentro do total de amostras levantadas, para os seguintes elementos: cromo total (**71%**), níquel total (**50%**), cobre total (**17%**), arsênio total (**11%**), chumbo total (**3%**), zinco total (**1%**) e cádmio total (**0,85%**).

Dentro do conjunto total de não conformidades encontradas, o cromo, com **46%**, e o níquel, com **32%**, foram os metais com maiores percentuais de não conformidades e com as concentrações mais críticas, pois violaram o nível 2 da legislação CONAMA 454/2012.

Para os demais elementos (arsênio total, cobre total e zinco, chumbo e cádmio), os percentuais de violações foram menores e se deram somente em relação ao nível 1, ou seja, com menor probabilidade de causar efeitos adversos sobre os organismos aquáticos.

4.2.2 No centro dos ambientes

Os sedimentos de fundo dos centro dos ambientes também apresentaram não conformidades em relação aos valores orientadores para os níveis 1 ou 2 da CONAMA 454/2012 para os seguintes elementos: níquel total (**66%**), cromo total (**61%**), cobre total (**55,56%**), arsênio total (**38,9%**), cádmio total (**11%**), chumbo total (**11%**) e zinco total (**5,56%**).

De forma análoga ao ocorrido nos sedimentos das margens, avaliando-se o conjunto total de não conformidades encontradas, o cromo (**24%**) e o níquel (**27%**) foram os metais com maiores percentuais de não conformidades, atingindo concentrações que violaram o nível 2 da legislação ou seja, com maior chance de provocar efeitos adversos para a vida aquática. O cobre aparece como o terceiro metal com maior número de violações, porém somente em relação ao nível 1, respondendo por **27%** das não conformidades. Para os demais elementos (arsênio, zinco, chumbo e cádmio), os percentuais foram menores e as violações ocorreram somente em relação ao nível 1 da legislação.

4.3 Comparações entre Regiões 4 e 5

4.3.1 Águas superficiais

Tanto nas margens como no centro dos ambientes avaliados, as concentrações médias das características físicas, químicas e microbiológicas foram significativamente mais elevadas na Região 4 comparativamente à Região 5. Particularmente, isso acontece, nas margens, para os metais ferro total (e ferro dissolvido), alumínio total, cobre total e manganês, e no centro para o ferro (total e dissolvido), alumínio (total e dissolvido) e zinco total. Entretanto, mesmo decrescendo as concentrações entre as Regiões, houve violações para diferentes parâmetros de qualidade de água, inclusive para os metais que guardam estreita relação com a composição mineralógica dos rejeitos das barragens, ao longo de todo o trecho avaliado, tanto nas margens como centro dos ambientes, sendo essas violações registradas até o ponto mais a jusante da rede amostral, o PT19, no reservatório de Três Marias. Os resultados mais

detalhados e tratamento estatístico sobre esta tendência podem ser verificados no relatório temático *Qualidade das águas nas margens e no centro do rio Paraopeba e Reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias* (INSTITUTO GUAICUY, 2023)

De forma análoga ao ocorrido nas margens, além desses metais, foram verificadas concentrações significativamente mais elevadas na Região 4 de cloretos e maior condutividade, cor verdadeira, teor de sólidos dissolvidos totais e adicionalmente, coliformes termotolerantes e nitrato, no centro. Esse conjunto de alterações indica um maior grau de comprometimento dos ambientes pelo lançamento de cargas industriais e despejos urbanos, bem como maior influência dos rejeitos nesta altura do curso do Rio Paraopeba, ou seja, até o reservatório de Retiro Baixo, quando comparado aos trechos localizados mais a jusante e em direção ao reservatório de Três Marias.

Foram registradas **70,1%** de não conformidades em um total de 75 amostras de água superficial das margens em ambientes da Região 4 contra **51,5%** de não conformidades das 134 amostras de água coletadas nas margens de ambientes da Região 5. Para as amostras coletadas no meio dos ambientes, os percentuais de violações foram **68,75%** das 32 amostras coletadas na Região 4 contra **54,6%** de violações para 64 amostras coletadas na Região 5.

Assim, as violações em relação à legislação ocorrem em ambas as Regiões 4 e 5, indicando que os danos à qualidade das águas decorrentes das diversas atividades antrópicas presentes na bacia, entre elas os impactos dos rejeitos das barragens dispersos ao longo do rio, se manifestam em todo o trecho estudado (**FIGURA 5**).

FIGURA 5 - Violações (%) para água superficial de margem e no centro nas Regiões 4 e 5

Fonte: Instituto Guaicuy (2024)



4.3.2 Sedimentos

A variação das concentrações de metais e metaloides nos sedimentos dos ambientes localizados na Região 4 (pontos PT01 a PT07) e na Região 5 (pontos PT08 a PT19) não apresentou diferenças significativas para os elementos alumínio e ferro³ nas amostras de margem, onde ocorreram de forma abundante. Além da origem geogênica difusa, a constância desses elementos na região pode indicar ainda uma menor tendência de retenção pelo barramento de Retiro Baixo, já que ambos estão majoritariamente presentes na massa de rejeitos.

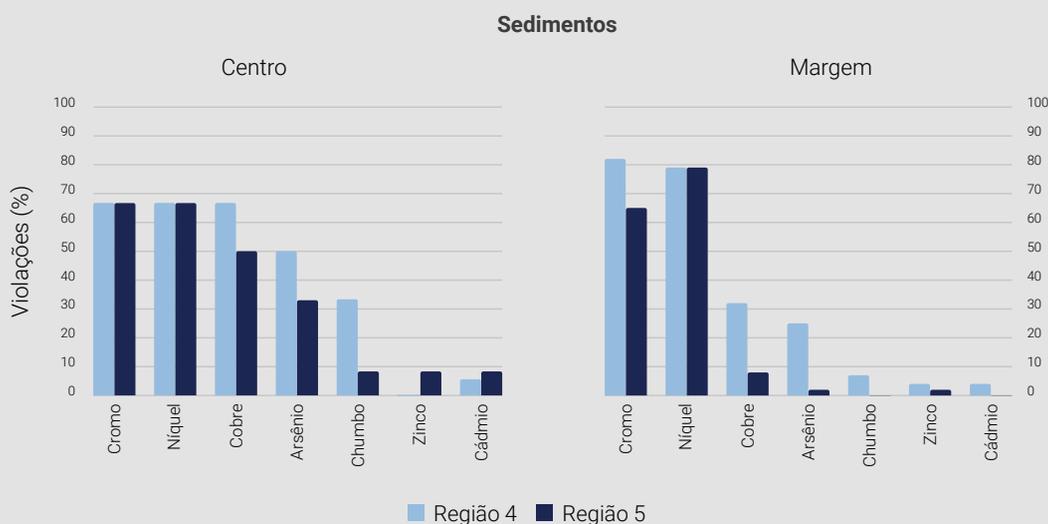
Por outro lado, os ambientes de margem da Região 4 mostraram, estatisticamente, concentrações mais elevadas de arsênio, bário, cádmio,

.....
3 Resultados estatisticamente validados, conforme relatório temático elaborado pelo Instituto Guaicuy 2022

chumbo, cobre, manganês e níquel, comparativamente à Região 5. Nos sedimentos de fundo no centro dos ambientes (rio e reservatórios), não houve variação estatisticamente comprovada entre as concentrações médias de metais e metaloides nas Regiões 4 e 5. Na **FIGURA 6** estão representados somente aqueles elementos que estiveram acima dos limites previstos pela legislação.

FIGURA 6 - Violações (%) para os sedimentos de margem e do centro nas Regiões 4 e 5

Fonte: Instituto Guaicuy (2024)



4.4 Qualidade das águas superficiais: comparação entre estações chuvosa e seca

Foi verificada uma piora da qualidade das águas nas margens durante as coletas realizadas na estação chuvosa comparativamente à estação seca. Nos ambientes marginais, ao longo das Regiões 4 e 5, evidenciou-se elevação generalizada das concentrações dos metais em razão da intensificação do transporte e revolvimento de partículas e sedimentos depositados pelo fluxo hídrico. Na estação chuvosa houve também

aumento das concentrações bacterianas, diminuição dos teores de oxigênio dissolvido, do potencial redox, do pH, aumento da cor e dos teores de sólidos totais em suspensão nas águas superficiais. Esses resultados apresentaram variabilidade estatisticamente comprovada (INSTITUTO GUAICUY, 2023).

Nas análises realizadas no centro dos ambientes durante a estação chuvosas, de modo geral houve diminuição dos teores de oxigênio dissolvido e condutividade, com simultânea redução do potencial redox (indicando processos de redução), enquanto houve um aumento da cor e das concentrações de metais como alumínio (total e dissolvido), ferro dissolvido e manganês total, em decorrência do aporte alóctone de partículas produzidas e transportadas em maior intensidade nos períodos chuvosos ao longo da bacia.

4.5 Qualidade das águas nas diferentes profundidades da coluna de água: coletas especiais no centro dos ambientes

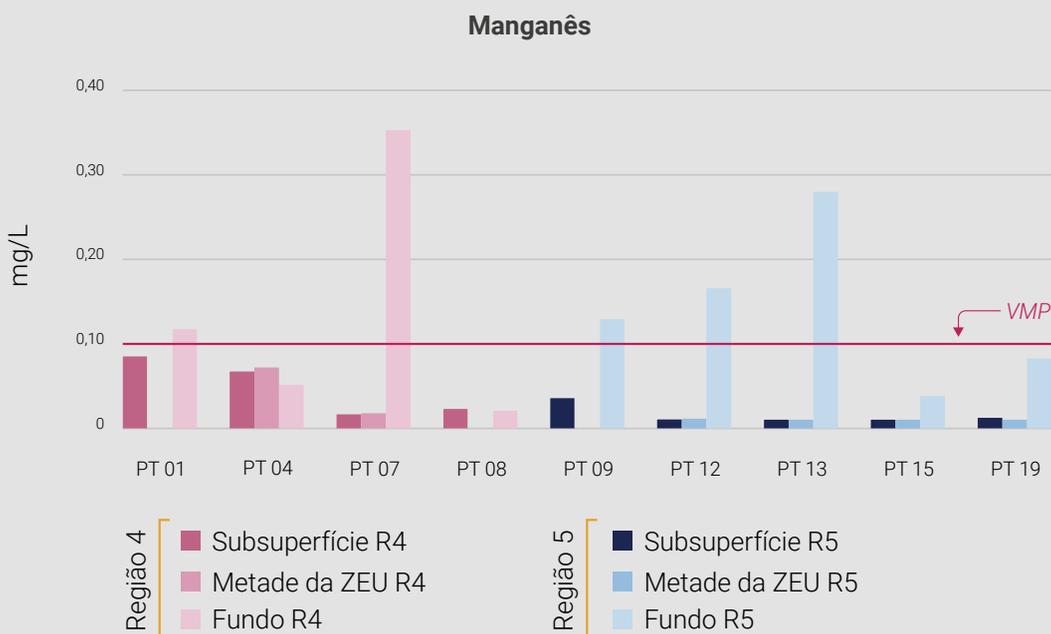
Verificou-se um aumento das concentrações de metais nas maiores profundidades dos ambientes. A variação dos parâmetros físicos e químicos ao longo da coluna de água, tanto no Rio Paraopeba quanto nos reservatórios, mostrou que o alumínio total e dissolvido, ferro total e dissolvido, manganês total e bário total, bem como o teor de sólidos suspensos totais, possuem concentrações significativamente⁴ superiores na maior profundidade, ou seja, a 0,5 m do fundo, quando comparados à metade da zona de penetração de luz e próximo da superfície (INSTITUTO GUAICUY, 2023).

.....
4 Significativas do ponto de vista estatístico, ou seja, $p < 0,05$. Para maiores detalhes, consultar relatório temático (INSTITUTO GUAICUY, 2023).

Tais resultados podem ser indicativos do processo de deposição das partículas e da maior interação das águas com o compartimento de fundo e seus depósitos, inclusive pela presença dos rejeitos, que podem estar contribuindo para elevar as concentrações de metais e outros materiais nas camadas mais profundas dos ambientes. A **FIGURA 7** mostra, como exemplo, o comportamento do manganês, indicando as maiores concentrações sempre nas amostras coletadas no fundo da coluna e, em alguns casos, ultrapassando o valor máximo permitido pela legislação (linha vermelha do gráfico = VMP).

FIGURA 7 - Concentração média de manganês (mg/L) em diferentes profundidades - subsuperfície, metade da zona de penetração de luz = Zeu e no fundo da coluna de água, em coletas da calha central do rio e zona limnética e dos reservatórios nas Regiões 4 e 5

Fonte: Instituto Guaicuy (2024)



4.6 Resultados dos testes de ecotoxicidade das águas e sedimentos

Os resultados das respostas biológicas do organismo *Ceriodaphnia dubia* demonstraram um nível de toxicidade crônica das águas do rio Paraopeba e dos reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias, capazes de causar efeitos adversos crônicos na espécie, como, por exemplo, mudanças dos padrões de reprodução. Esses efeitos aconteceram em nível crônico, mas não em concentrações suficientes para provocar a letalidade dos organismos, o que se configura como toxicidade aguda (**TABELA 3**).

Em praticamente todos os pontos de amostragem de sedimentos de fundo foi verificada toxicidade crônica e até mesmo aguda. A toxicidade crônica foi verificada para o organismo *Ceriodaphnia dubia* e a aguda, para *Hyalella azteca*. Já a espécie *Daphnia magna* não indicou toxicidade e, portanto, não foi capaz de retratar a ocorrência de possíveis contaminantes (**TABELA 4**).

Houve coerência entre as respostas dos organismos aos resultados das análises físicas e químicas, apontando menor toxicidade dos sedimentos para os organismos nos pontos onde houve também uma redução das concentrações para alguns dos metais e metaloides. Os pontos onde foram detectados tais resultados foram o PT01, no Rio Paraopeba, na comunidade Angueretá, em Curvelo, e PT08, no Rio Paraopeba, na comunidade Ribeiro Manso, em Felixlândia, ambos com características de fortes corredeiras e de maior velocidade das águas com condições pouco favoráveis à deposição de partículas e sólidos carregados pelo rio.

TABELA 3 - Resultados dos ensaios ecotoxicológicos realizados em amostras de água em diferentes profundidades do Rio Paraopeba e da calha central dos reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias, coletadas em junho e outubro de 2021

Fonte: Instituto Guaicuy (2024)

MÊS DE COLETA	junho		outubro		
	TIPO DE BIOENSAIO - água	<i>Daphnia similis/ agudo</i>	<i>Ceriodaphnia dubia/ crônico</i>	<i>Daphnia similis/ agudo</i>	<i>Ceriodaphnia dubia/ crônico</i>
PT 01 Angueretá	superfície	∅	❖	∅	❖
	metade				
	fundo				
PT 04 Fazendinhas Baú	superfície	∅	❖	∅	❖
	metade				
	fundo				
PT 07 Recanto do Laranjo	superfície	∅	❖	∅	∅
	metade				
	fundo				
PT 08 Ribeiro Manso	superfície	∅	❖	∅	∅
	metade				
	fundo				
PT 09 La Poveda	superfície	∅	❖	∅	❖
	metade				
	fundo				
PT 12 Lagoa do Meio	superfície	∅	∅	∅	∅
	metade				❖
	fundo				❖
PT 13 Frei Orlando	superfície	∅	❖	∅	∅
	metade				
	fundo				
PT 15 Ilha do Mangabal	superfície	∅	❖	∅	❖
	metade				∅
	fundo				❖
PT 19 Distrito Sede	superfície	∅	❖	∅	∅
	metade				∅
	fundo				❖

❖ agudo ❖ crônico ∅ não tóxico

superfície
metade
fundo

TABELA 4 - Resultados dos ensaios ecotoxicológicos realizados em amostras de sedimentos do Rio Paraopeba e da calha central dos reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias, coletadas em junho e outubro de 2021

Fonte: Instituto Guaicuy (2024)

MÊS DE COLETA	junho			outubro		
TIPO DE BIOENSAIO - sedimentos	<i>Daphnia similis/ agudo</i>	<i>Ceriodaphnia dubia/ crônico</i>	<i>Hyalella azteca agudo/ crônico</i>	<i>Daphnia similis/ agudo</i>	<i>Ceriodaphnia dubia/ crônico</i>	<i>Hyalella azteca agudo/ crônico</i>
PT 01 Angueretá	∅	❖	◆	∅	❖	∅
PT 04 Fazendinhas Baú	∅	❖	◆	∅	❖	◆
PT 07 Recanto do Laranja	◆	◆	◆	∅	∅	◆
PT 08 Ribeiro Manso	∅	∅	∅	∅	❖	◆
PT 09 La Poveda	∅	❖	◆	∅	❖	❖
PT 12 Lagoa do Meio	∅	❖	◆	∅	❖	◆
PT 13 Frei Orlando	∅	❖	◆	∅	❖	◆
PT 15 Ilha do Mangabal	∅	❖	◆	∅	❖	❖
PT 19 Distrito Sede	∅	❖	∅	∅	❖	∅

◆ agudo ❖ crônico ∅ não tóxico

5. Considerações finais

Avaliando-se a qualidade das águas ao longo do percurso do rio Paraopeba até o reservatório de Três Marias, notou-se que o alumínio e ferro dissolvido e manganês total apresentaram concentrações decrescentes no sentido de montante para jusante. Entretanto, mesmo decrescendo as concentrações, ainda ocorrem violações para tais metais ao longo de todo o trecho avaliado, tanto nas margens como no centro dos ambientes, com não conformidades registradas no ponto mais a jusante PT19, já no reservatório Três Marias. Essas alterações explicam a determinação dos órgãos responsáveis, ainda vigente, de não uso das águas para qualquer finalidade no trecho do Rio Paraopeba até a altura do

reservatório de Retiro Baixo, bem como justificam a insegurança hídrica e alimentar das pessoas atingidas das Regiões 4 e 5.

A variação dos parâmetros físicos e químicos ao longo do perfil vertical da coluna de água, tanto no rio Paraopeba quanto nos reservatórios, mostrou um aumento significativo das concentrações de metais nas camadas mais próximas do fundo da coluna de água, indicando deposição das partículas e uma interação do compartimento de fundo e seus depósitos com a qualidade da água acima desta camada. Isto demonstra a importância dos efeitos que os metais associados aos rejeitos do

rompimento podem exercer sobre a qualidade das águas e como suas repercussões podem perdurar no ambiente caso não sejam devidamente removidos e destinados adequadamente.

Assim é que, ao avaliar-se a composição e a qualidade dos sedimentos ao longo do trecho estudado, evidenciou-se a ocorrência de concentrações elevadas de metais até mesmo a jusante do barramento de Retiro Baixo, com violações aos limites da legislação nos ambientes da Região 5. A presença e a distribuição em abundância de ferro, alumínio e manganês foi observada desde o Rio Paraopeba, entre Curvelo e Pompéu, até o barramento do reservatório de Três Marias. Embora os metais arsênio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo e níquel tenham se mostrado estatisticamente mais abundantes na Região 4 do que na Região 5, é importante ressaltar que, na Região 5, esses metais, em algumas situações, também ultrapassaram os limites previstos pela Resolução CONAMA 454/2012.

Importante destacar ainda que cromo e níquel foram os metais com maiores percentuais de violações no sedimento, e que estes mesmos metais ocorrem em maiores proporções nas amostras puras de rejeitos, conforme relatam estudos realizados sobre a composição mineralógica destes materiais (GEOENVIRON, 2019). Os elementos como alumínio e ferro são importantes, no contexto, por estarem presentes na composição de rejeitos das Barragens B1, B-IV e B-IVA da Vale, rompidas em 2019, mas tais elementos não apresentam valores orientadores pela legislação CONAMA nº 454/2012. Contudo, tendo em vista o princípio da precaução estabelecido pelo direito ambiental, é importante mencionar que, em grandes proporções, podem apresentar riscos ao ambiente e, conseqüentemente, à saúde humana.

6. Referências

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12.713: 2016 ecotoxicologia aquática - toxicidade aguda - método de ensaio com *Daphnia* spp (Crustacea, Cladocera). Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.373:2017 ecotoxicologia aquática – toxicidade crônica – método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp (Crustácea, Cladocera). Rio de Janeiro: ABNT, 2017. ABNT.

Os ensaios ecotoxicológicos que avaliam a toxicidade ambiental a partir das respostas dos organismos mostraram que a presença de substâncias contaminantes ambientais pode causar dano à biota aquática tanto nos ambientes da Região 4 como na Região 5. Assim, a toxicidade de metais e outras substâncias presentes nos sedimentos pode ser crônica ou aguda para os organismos aquáticos, causando prejuízos nos seus padrões de movimentação ou reprodução, ou alcançando níveis que podem causar a morte das espécies mais sensíveis. Isso se deu notavelmente nas amostras de sedimentos que, em sua grande maioria, apresentaram toxicidade aguda para o organismo *Hyalella azteca*.

Fundamental é, portanto, que se estabeleçam ações de monitoramento e gestão das águas e sedimentos com uma rede amostral com abrangência espacial e frequência temporal adequadas, a fim de que sejam avaliados devidamente os efeitos isolados e sinérgicos e os impactos dos rejeitos liberados pelo rompimento, bem como de outras substâncias contaminantes presentes neste compartimento do fundo dos ambientes e liberados para água.

No tocante aos ambientes da Região 5, verificou-se que os padrões e valores orientadores estabelecidos pelas legislações ambientais pertinentes podem ser extrapolados, reforçando assim a necessidade de que esta seja, da mesma forma que a Região 4, devidamente inserida nos diferentes Planos e Programas delineados pelo Plano de Recuperação Socioambiental para a bacia do Rio Paraopeba e entorno do Reservatório de Três Marias.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.470:2021 ecotoxicologia aquática – toxicidade em sedimento - método de ensaio com *Hyalella* spp (Amphipoda). Rio de Janeiro, 2021.

CARVALHO, R. P. B.; MAGALHAES JUNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. Implicações hidrogeomorfológicas do rompimento da barragem de rejeito da Mina do Córrego do Feijão/MG. Caderno de Geografia, v. 31, p. 518-545, 2021.

CETESB. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326 p.: il.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução N° 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. (2009)

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) - RESOLUÇÃO CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA) e CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICO DE MINAS GERAIS (CERH) - Deliberação Normativa Conjunta n° 08, de 21 de novembro de 2022. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Boletim de monitoramento compartilhado do rio Paraopeba: Ruptura da Barragem do Complexo do Feijão em Brumadinho – MG. Boletim número 62. Belo Horizonte, Abr/2019, 22p.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Monitoramento Especial Da Bacia do Rio Paraopeba Relatório IV: Monitoramento Hidrológico e Sedimentométrico. Belo Horizonte, Jul/2019 (2019a), 97p. Disponível em <[HTTP://www.cprm.gov.br/sace/index_rio_paraopeba.php](http://www.cprm.gov.br/sace/index_rio_paraopeba.php)>. Acesso em: 31 dez. 2020.

GEOENVIRON. Caracterização Geoquímica dos Rejeitos Fase I: Composição química global, análise granulométrica e classificação segundo a norma ABNT 10.004/2004, 201p., 2019.

GEOENVIRON. Caracterização Geoquímica dos Rejeitos Fase II: Avaliação Mineralógica e da Estabilidade Química, 453p, 2021.

INSTITUTO GUAICUY - Água Superficial - Qualidade das águas nas margens e no centro do rio Paraopeba e Reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias, 2023 91p.

INSTITUTO GUAICUY - Sedimento - Análises de Sedimentos do rio Paraopeba e dos reservatórios de Retiro Baixo e de Três Marias, de 2020 a 2022, 2022, 78p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. Informativo Especial de qualidade da água do Paraopeba - Série Histórica entre 2000 a 2018. Rompimento da Barragem da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho. Belo Horizonte: GMHEC, 2019. Disponível em <[HTTP://feam.br/recuperacao-ambiental-da-bacia-do-rio-paraopeba/-acoes-eprogramas-de-recuperacao-ambiental-da-bacia-hidrografica-do-rio-paraopeba](http://feam.br/recuperacao-ambiental-da-bacia-do-rio-paraopeba/-acoes-eprogramas-de-recuperacao-ambiental-da-bacia-hidrografica-do-rio-paraopeba)>. Acesso em: 30 dez. 2020.

_____. Informativo Hidrometeorológico de acompanhamento do deslocamento da pluma no percurso do rio Paraopeba Informativo Especial - Rompimento da Barragem da Mina Córrego do Feijão em Brumadinho SEDIMENTOS| 77 Belo Horizonte: GMHEC, boletim n° 27, 2019a Disponível em <[HTTP://www.meioambiente.mg.gov.br/component/content/article/13informativo/3749-informa](http://www.meioambiente.mg.gov.br/component/content/article/13informativo/3749-informa)>. Acesso em: 17 abr. 2021.

MJSP (POLÍCIA FEDERAL SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL EM MINAS GERAIS). Laudo de Perícia Criminal Federal N° 1070/2019 – SETEC/SR/PF/MG, Engenharia, 207p., 2019. Disponível em <[HTTPS://politica.estadao.com.br/blogs/faustomacedo/wpcontent/uploads/sites/41/2019/11/laudo_1070_2019_setec_sr_pf_mg_assinado2.pdf](https://politica.estadao.com.br/blogs/faustomacedo/wpcontent/uploads/sites/41/2019/11/laudo_1070_2019_setec_sr_pf_mg_assinado2.pdf)>. Acesso em 11 de abril de 2022.

SALOMONS, W. Sediments in the catchment-coast continuum. J. Soils & Sediments, 5 (1): 2-8. 2005.

Apêndice 1

TABELA — Estatísticas básicas das concentrações de metais e metalóides em (mg/L) em amostras de água superficial da margem e no meio do rio Paraopeba e reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias

Fonte: Instituto Guaicuy (2024)

Água margem	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Alumínio Total	190	1,531595	0,123500	0,010000	21,00000	3,349744
Alumínio dissolvido	190	0,215953	0,045500	0,010000	16,80000	1,249805
Arsênio Total	190	0,000812	0,001000	0,000000	0,00290	0,000430
Bário Total	190	0,027337	0,021000	0,010000	0,28000	0,023096
Cádmio Total	190	0,000800	0,001000	0,000000	0,00100	0,000401
Chumbo Total	190	0,010000	0,010000	0,010000	0,01000	0,000000
Cobre dissolvido	189	0,001088	0,001000	0,000000	0,00890	0,000630
Cobre Total	190	0,001507	0,001000	0,000000	0,01900	0,002315
Cromo Total	190	0,010395	0,010000	0,010000	0,02400	0,002172
Ferro Total	190	1,240947	0,182500	0,010000	15,00000	2,578894
Ferro dissolvido	190	0,193400	0,050000	0,010000	10,20000	0,766716
Manganês Total	190	0,049195	0,020000	0,010000	0,62500	0,092166
Mercúrio Total	190	0,000100	0,000100	0,000100	0,00010	0,000000
Níquel Total	190	0,010000	0,010000	0,010000	0,01000	0,000000
Selênio Total	190	0,010000	0,010000	0,010000	0,01000	0,000000
Sulfeto H2S não dissociado	190	0,002000	0,002000	0,002000	0,00200	0,000000
Sulfeto Total	20	0,011200	0,002000	0,002000	0,04000	0,014399
Vanádio Total	190	0,010447	0,010000	0,010000	0,02600	0,002376
Zinco Total	190	0,060353	0,052500	0,010000	0,41100	0,048392

Água centro	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Alumínio dissolvido	96	0,119656	0,036000	0,010000	1,55000	0,279242
Alumínio Total	96	0,922344	0,095000	0,010000	25,50000	3,187826
Antimônio	96	0,001022	0,001000	0,001000	0,00210	0,000132
Arsênio total	96	0,001017	0,001000	0,001000	0,00260	0,000163
Bário total	96	0,025823	0,022000	0,010000	0,21300	0,023513
Berílio total	96	0,001000	0,001000	0,001000	0,00100	0,000000
Boro total	96	0,024167	0,010000	0,010000	0,96800	0,097656
Cádmio total	96	0,001000	0,001000	0,001000	0,00100	0,000000
Chumbo total	96	0,010000	0,010000	0,010000	0,01000	0,000000
Cobalto total	96	0,010000	0,010000	0,010000	0,01000	0,000000
Cobre dissolvido	96	0,001000	0,001000	0,001000	0,00100	0,000000
Cobre Total	96	0,001216	0,001000	0,001000	0,02050	0,001991
Cromo total	96	0,010000	0,010000	0,010000	0,01000	0,000000
Ferro dissolvido	96	0,152833	0,041000	0,010000	1,24000	0,266226
Ferro total	48	0,183833	0,063500	0,010000	0,86700	0,227978
Lítio total	96	0,010000	0,010000	0,010000	0,01000	0,000000
Manganês total	96	0,070750	0,016500	0,010000	0,91200	0,150123
Mercúrio total	96	0,000100	0,000100	0,000100	0,00010	0,000000
Níquel total	96	0,010000	0,010000	0,010000	0,01000	0,000000
Prata total	96	0,001015	0,001000	0,001000	0,00170	0,000101
Selênio total	96	0,010000	0,010000	0,010000	0,01000	0,000000
Urânio total	96	0,010281	0,010000	0,010000	0,02200	0,001620
Vanádio total	96	0,010000	0,010000	0,010000	0,01000	0,000000
Zinco total	96	0,043979	0,044500	0,010000	0,17800	0,022216

TABELA – Estatística básica das concentrações de metais e metaloides (mg/Kg) em amostras de sedimentos da margem e no meio do rio Paraopeba e reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias

Fonte: Instituto Guaicuy (2024)

Sedimento centro	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Alumínio Total	18	45767,22	56800,00	1100,000	82000,0	31056,00
Arsênio Total	18	3,44	0,05	0,050	11,4	4,19
Bário Total	18	139,97	181,00	5,230	289,0	90,24
Cádmio Total	18	0,18	0,05	0,050	0,8	0,26
Chumbo Total	18	23,20	31,05	0,500	35,1	13,33
Cobalto Total	18	12,93	15,90	0,500	24,2	7,90
Cobre Total	18	28,00	36,95	0,050	44,9	17,03
Cromo Total	18	65,76	79,95	10,400	103,0	33,69
Ferro Total	18	53023,33	62200,00	4640,000	107000,0	31417,49
Manganês Total	18	708,33	367,00	116,000	3310,0	888,19
Mercurio Total	18	0,05	0,05	0,050	0,1	0,00
Níquel Total	18	26,78	32,90	0,500	41,0	14,56
Selênio Total	18	0,50	0,50	0,500	0,5	0,00
Sulfeto como H2S	18	36,03	26,50	20,000	94,9	22,59
Vanádio Total	18	79,59	104,50	5,300	128,0	49,25
Zinco Total	18	56,75	62,15	0,500	128,0	36,42

Sedimento margem	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Alumínio Total	76	42360,53	42300,00	10500,00	127000,0	20847,21
Arsênio Total	76	1,78	0,05	0,05	11,9	3,13
Bário Total	76	100,55	88,60	14,30	262,0	53,14
Cádmio Total	76	0,08	0,05	0,05	0,8	0,12
Chumbo Total	76	19,88	19,00	6,53	49,9	7,99
Cobalto Total	76	15,67	8,85	0,50	102,0	24,15
Cobre Total	76	21,38	18,65	0,05	55,7	13,70
Cromo Total	76	56,86	51,70	0,05	126,0	30,18
Ferro Total	76	37550,00	34400,00	102,00	114000,0	30502,07
Manganês Total	76	570,38	178,50	16,40	4470,0	966,07
Mercurio Total	76	0,05	0,05	0,05	0,1	0,01
Níquel Total	76	19,79	18,10	3,27	45,4	10,67
Selênio Total	76	0,50	0,50	0,50	0,5	0,00
Sulfeto como H2S	76	81,85	104,50	20,00	125,0	38,06
Vanádio Total	76	70,51	63,70	21,10	137,0	29,27
Zinco Total	76	39,07	30,80	4,67	148,0	28,49

Flávia Freire de Siqueira*
Regina Paula Benedetto de Carvalho**
Bernardo do Vale Beirão***
Mônica de Cássia Souza Campos****

A água subterrânea e os solos nos ambientes atingidos pelo rompimento

5

* Gestora Ambiental e Bióloga. Doutora em Engenharia Florestal pela UFLA.
** Geógrafa (SUPLAN/PBH). Pós Doutora em Gemorfolgia e Recursos Hídricos (IGC/UFMG).
*** Biólogo, MSc. em Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável pela UFSJ.

**** Supervisora da Reparação Socioambiental do Instituto Guaicuy, Bacharel em Ciências Biológicas pela UFMG, Mestra em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG e Doutora em Evolução Crustal e Recursos Naturais pela UFOP.

Introdução

Águas subterrâneas são “águas que ocorrem naturalmente ou artificialmente no subsolo” (BRASIL, 2008). Historicamente, as águas subterrâneas têm grande importância para o abastecimento doméstico, agrícola e industrial, sendo que metade do abastecimento público no Brasil é proveniente de fontes de águas subterrâneas (ANA, 2010). As reservas de água subterrânea podem ser contaminadas pela percolação ou infiltração de substâncias contaminantes presentes nos solos, nas águas superficiais ou mesmo por efluentes industriais e minerários e uso de agrotóxicos, dentre outras atividades. De acordo com a CONAMA nº 420/2009 (BRASIL, 2009), o conceito de contaminação é definido como:

“presença de substância(s) química(s) no ar, água ou solo, decorrentes de atividades antrópicas, em concentrações tais que restrinjam a utilização desse recurso ambiental para os usos atual ou pretendido, definidas com base em avaliação de risco à saúde humana, assim como aos bens a proteger, em cenário de exposição padronizado ou específico” (BRASIL, 2009).

Não diferente do restante do Brasil, a população das regiões do baixo Rio Paraopeba e reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias, em Minas Gerais (aqui serão denominadas Regiões 4 e 5, descritas no Capítulo 3),

captam as águas subterrâneas para o consumo humano, animal e agrícola, e quando há algum risco de contaminação dessas águas, essas comunidades tornam-se mais expostas.

Assim como a água subterrânea, os solos são modificados pelas ações humanas (EMBRAPA, 2006) e eventualmente acabam sendo contaminados pela introdução de substâncias químicas no ambiente. Elementos químicos despejados nas águas ou no ar, por exemplo, podem ser incorporados pelos solos e assim contaminá-los (WICANDER et al., 2009). Algumas ações que geram contaminação nos solos são o uso de fertilizantes, pesticidas, herbicidas e inseticidas (defensivos agrícolas), o lançamento irregular de resíduos sólidos e mineração, dentre outras atividades. A presença de contaminantes nos solos também pode afetar a qualidade das águas subterrâneas e trazer consequências negativas para os ecossistemas, além de comprometer o uso público (OLIVEIRA, 2004).

O rompimento da barragem B-I e o soterramento das barragens B-IV e B-IVA, situadas na Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho-MG e ocorridos em 25 de janeiro de 2019, causaram danos e cenários de incertezas em diversos aspectos ambientais, sociais, econômicos e culturais. Dentre elas se destaca a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas e dos solos pelo rejeito, levando insegurança à população quanto ao uso desses recursos. Desde então, essa massa de rejeitos vem se deslocando, tendo percorrido mais de 300 km ao longo do Rio Paraopeba.

Por isso, além dos diversos usos da bacia, que também podem levar à contaminação da água subterrânea e dos solos, as populações atingidas das Regiões 4 e 5 convivem atualmente com a incerteza sobre a

contaminação dessas matrizes ambientais associada aos rejeitos das barragens da Vale rompidas em 2019.

Para investigar alguns questionamentos e contribuir com a busca por respostas para as pessoas atingidas, o Instituto Guaicuy analisou a qualidade da água subterrânea (de poços e cisternas) e a qualidade dos solos dessas Regiões.

O objetivo dessas análises foi identificar aspectos físico-químicos relativos à presença e à concentração de substâncias que possam configurar perda de qualidade ou violações quanto aos valores orientadores das legislações específicas. Apresentando um cenário das violações em relação aos valores preconizados pelas legislações específicas, verificados na água subterrânea e no solo das Regiões 4 e 5, buscamos, assim, evidenciar a real necessidade de monitoramento constante dessas matrizes ambientais ao longo da bacia do Rio Paraopeba e no entorno do reservatório de Retiro Baixo e de Três Marias.

Água subterrânea

A insegurança em consumir a água subterrânea da bacia do Rio Paraopeba se instalou desde o rompimento das barragens, situação comprovada pelas diversas ações que ocorrem no território desde então, como, por exemplo, ainda em janeiro de 2019, quando as Secretarias de Estado de Saúde (SES-MG), de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad) e de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa) recomendaram a não utilização da água bruta do Rio Paraopeba para qualquer finalidade até que a situação estivesse normalizada, e tal recomendação

permanece. Estes órgãos estipularam, ainda, uma faixa de 100 metros ao longo do rio e no entorno do reservatório de Retiro Baixo - desde o município de Brumadinho até Curvelo e Pompéu -, para a não utilização da água subterrânea (maiores detalhes no Dossiê de Situações Emergenciais (INSTITUTO GUAICUY, 2023)).

Além disso, existem as medidas de compensação nas Regiões 4 e 5 e as análises de qualidade de água subterrânea realizadas por diversas empresas terceirizadas da Vale, por órgãos estaduais, por universidades e pelo Comitê Técnico Científico da UFMG (Comitê Pró Brumadinho (2020), Projeto Brumadinho UFMG (2021), Instituto Guaicuy (2021)), que reforçam ainda mais a realidade da insegurança em consumir a água de poços e cisternas. Os resultados dessas análises muitas vezes não foram nem são compartilhados com a comunidade, levando as pessoas a procurarem o Instituto Guaicuy para que a realização de análises próprias de qualidade da água. Embora as análises do Instituto não configurem um monitoramento contínuo, elas comprovaram violações pontuais na qualidade da água subterrânea (poços e cisternas), o que gera um alerta aos órgãos públicos para que o monitoramento seja continuado e que medidas de recuperação e compensação sejam adotadas no território.

Metodologia das análises de água subterrânea

O Instituto Guaicuy realizou a amostragem de água subterrânea nas Regiões 4 e 5 (detalhes das Regiões podem ser acessados no Capítulo 3) entre outubro de 2020 e novembro de 2022. Ao todo, foram avaliados 317 pontos de captação entre cisternas, poços artesanais e poços semi-artesianos (**TABELA 1**).

TABELA 1 – Número de amostras de água subterrânea por município

Fonte: Instituto Guaicuy (2024)

Região	Municípios	Número de amostras	
4		Curvelo	45
		Pompéu	64
5		Abaeté	12
		Felixlândia	143
		Martinho Campos	2
		Morada Nova de Minas	37
		Paineiras	1
		São Gonçalo do Abaeté	2
		Três Marias	11
Total geral		317	

A definição dos pontos amostrais seguiu o atendimento às solicitações das pessoas atingidas, não sendo seguida, portanto, uma aleatorização estatística para a seleção dos pontos amostrais. As análises de água subterrânea objetivaram atender às demandas comunitárias. Logo, os dados apresentados aqui se limitam ao nível de violação, aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos e a uma exploração por município. Assim foi possível preservar a identificação do local analisado e garantir o anonimato das pessoas atingidas (por isso, o mapa com as análises espaciais não pode ser divulgado) (BRASIL, 2018). Importante ressaltar, que os dados foram analisados com todo o rigor necessário, incluindo análises espaciais, e esse nível de análise não pode ser publicado por se tratar de dados sensíveis segundo a Lei Geral de Proteção de Dados (BRASIL, 2018).

Durante a amostragem, foram registrados valores de parâmetros físicos e químicos medidos em campo, como a temperatura da água, pH, condutividade elétrica, potencial redox, oxigênio dissolvido e turbidez (**FIGURA 1**). Além deles, em laboratório, foram avaliados metais, metalóides, microbiológicos e compostos orgânicos previstos na Resolução do CONAMA 396/2008 (BRASIL, 2008). As técnicas de amostragem de água subterrânea basearam-se nas normas técnicas reconhecidas na literatura especializada e realizadas por laboratório acreditado pela Rede Metrológica de Minas Gerais.



FIGURA 1 — Coleta de água subterrânea em um poço tubular

Fonte: Guaicuy, 2021

Resultados das análises de água subterrânea

A qualidade da água subterrânea em 153 pontos dos 317 analisados violou os valores máximos permitidos (VMPs) para consumo humano em pelo menos um parâmetro analisado, de acordo com os limites preconizados na Resolução CONAMA n° 396/2008 (**TABELA 2**). Essas violações não seguiram um padrão geográfico, nem por município ou Região 4 e 5, ou ainda levando-se em conta a distância em relação ao rio ou a reservatórios, o que demonstra a necessidade de observações ao longo do tempo em toda a área analisada.

TABELA 2 – Amostras de água subterrânea com violações seguindo a Resolução do CONAMA 396/2008

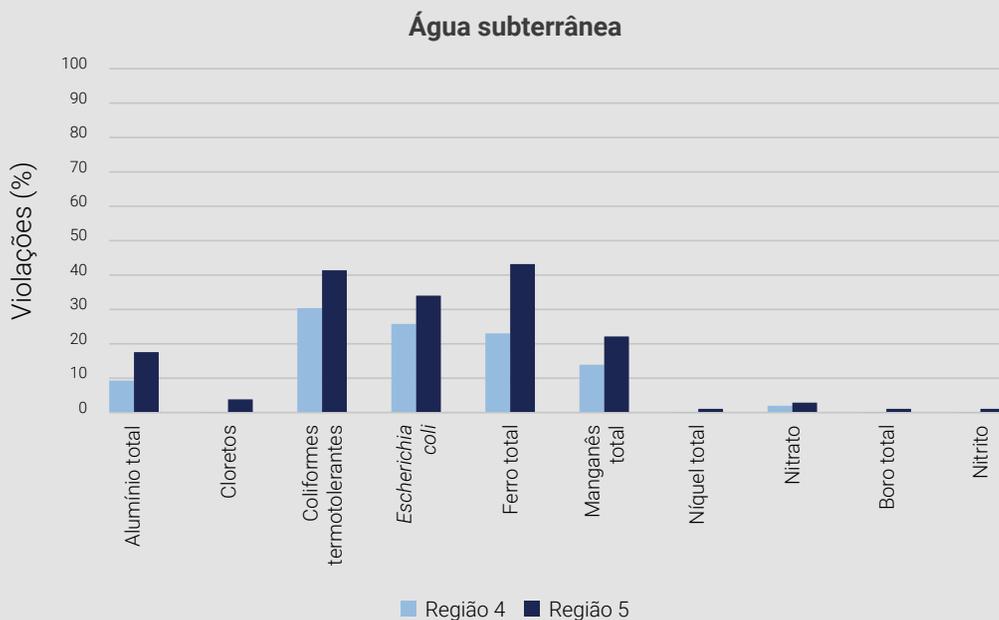
Fonte: Instituto Guaicuy (2024)

Região	Municípios	Número de amostras	Amostras com ao menos uma alteração
 4	Curvelo	45	24
	Pompéu	64	33
 5	Abaeté	12	3
	Felixlândia	143	69
	Martinho Campos	2	1
	Morada Nova de Minas	37	20
	Paineiras	1	0
	São Gonçalo do Abaeté	2	0
	Três Marias	11	3
Total geral		317	153

Nas 317 amostras, 153 apresentaram violações, sendo 57 (**52,3%**) na Região 4 e 96 (**46,1%**) na Região 5 (**TABELA 2**). As violações foram observadas para os elementos Alumínio Total, Cloretos, Ferro Total, Manganês Total, Níquel Total, Nitrato, Boro Total e Nitrito, além de violações microbiológicas como *Escherichia coli* e Coliformes Termotolerantes (**FIGURA 2**).

FIGURA 2 – Porcentagem de violações por parâmetro analisado

Fonte: Instituto Guaicuy (2024)



Interessante destacar que as fontes de captação do tipo cisterna apresentaram quase que majoritariamente violações microbiológicas. Esse padrão se estabeleceu, provavelmente, porque as cisternas tendem a possuir menor profundidade (média de 12 metros) em relação aos poços e por possuírem um revestimento precário (alvenarias, na maioria dos casos). Por outro lado, as fontes de captação do tipo poços tubulares são profundas (em média, 100 metros), e as violações verificadas estavam relacionadas aos metais.

Em 2022 houve muitas demandas por análises de água subterrânea devido às fortes chuvas no início do ano. Nesse período, foram observadas violações para as concentrações de metais como o Ferro Total, Alumínio Total e Manganês Total, coincidentes para cisterna e poços, ou seja, a profundidade, nesse período, não foi determinante para o tipo de violação, que em alguns casos, chegaram a até sete vezes para

Alumínio Total, 15 vezes para Ferro Total e 12 vezes para Manganês Total, tomando por base a Resolução CONAMA 396/2008. Por isso, esse possível padrão sazonal deve também ser melhor investigado por meio de monitoramento contínuo das unidades amostradas.

Solos

Metodologia das análises de solos

Área de estudo e desenho amostral

Com o intuito de avaliar os possíveis efeitos dos rejeitos sobre as áreas atingidas, marginais ao Rio Paraopeba e aos reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias, foram tomadas amostras de solos nas planícies e comparadas com áreas-controle, ou seja, que não foram inundadas (topo). Buscou-se também verificar se as camadas mais profundas do solo são diferentes em suas propriedades físicas e químicas em relação àquelas mais superficiais (**FIGURA 3**, **FIGURA 4** e **FIGURA 5**).

Para isso, foram escolhidos 24 pontos de amostragem, 12 pontos pré-estabelecidos ao longo das margens, sentido montante-jusante (**FIGURA 4**), localizados na planície de inundação, o mais próximo possível do rio ou dos reservatórios, e 12 pontos-controle, alinhados aos pontos de planície, porém, em topografias relativamente mais elevadas, de modo que não sofressem a influência direta e superficial da água do rio ou do reservatório (esses pontos não foram plotados no mapa, a fim de preservar a identificação das casas das pessoas atingidas para seguir as diretrizes da Lei nº 13.709/2018 (BRASIL, 2018)).

Todos os 24 pontos contaram com amostras em três profundidades (0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 50 cm) (**FIGURA 5**).



FIGURA 3 – Foto das margens do Rio Paraopeba, apresentando o processo de deposição dos sedimentos do rio nas margens. Curvelo - MG, 2021. Fonte: Instituto Guaicuy (2021)

FIGURA 4 – Municípios das Regiões 4 e 5 na bacia do Rio Paraopeba, com os respectivos pontos de amostragem de solos

Fonte: Instituto Guaicuy (2022)

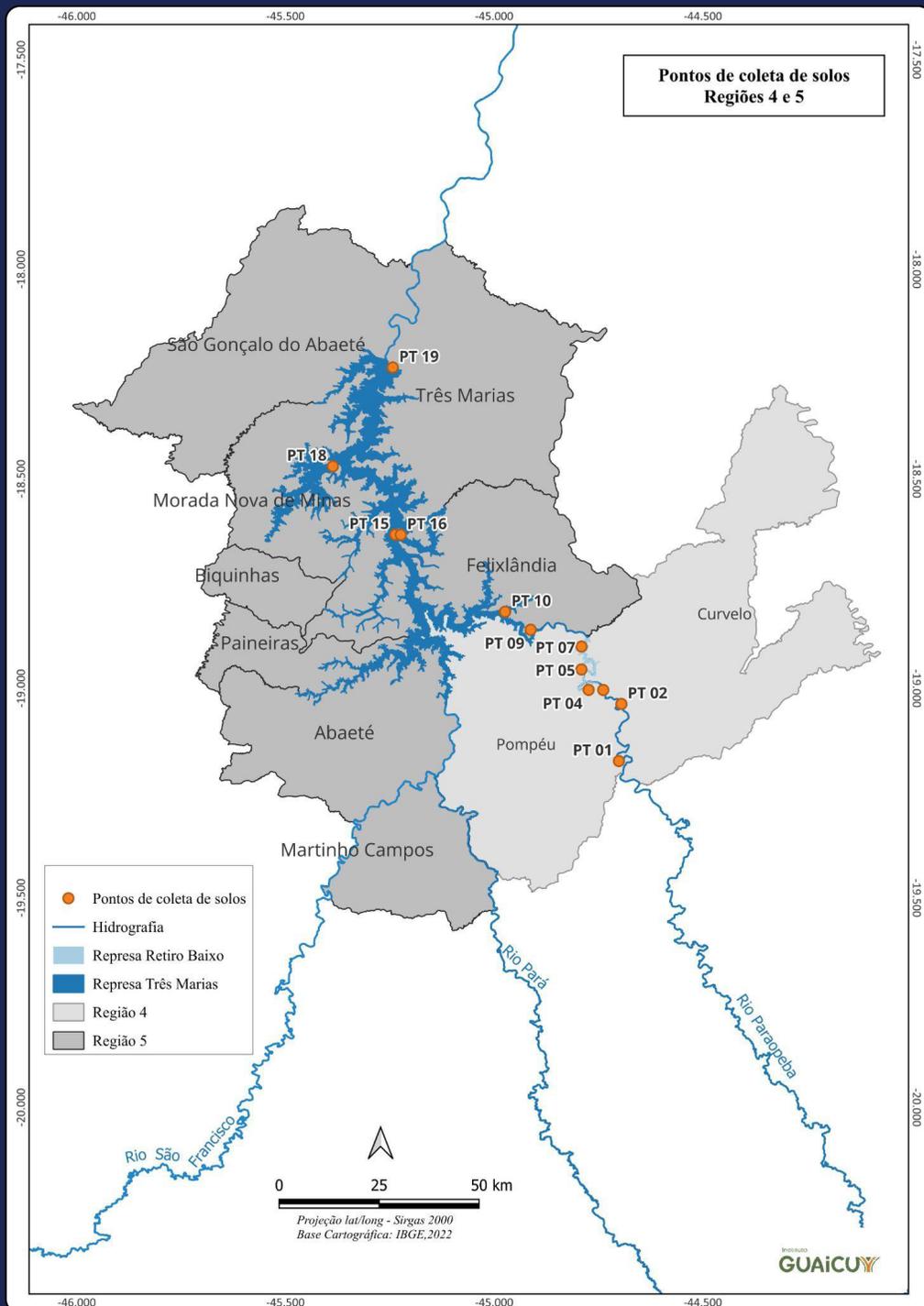


FIGURA 5 – Amostragem simples em três profundidades na planície e no topo

Fonte: Instituto Guaicuy (2022)



As amostras de solo foram analisadas a partir de 28 parâmetros (selecionados a partir de sua maior relação com a composição dos rejeitos liberados pelo rompimento das barragens da Vale): textura (identificação de nove classes granulométricas), pH, capacidade de troca catiônica (CTC), carbono orgânico total (COT), matéria orgânica, alumínio (Al), arsênio (As), bário (Ba), Cádmiio (Cd), chumbo (Pb), cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), ferro (Fe), manganês (Mn), mercúrio (Hg), níquel (Ni), selênio (Se), vanádio (V) e zinco (Zn). Os resultados foram comparados com os valores orientadores de qualidade do solo para diferentes usos preconizados na Resolução CONAMA n° 420/2009 (BRASIL, 2009).

Análises estatísticas

Todos os dados passaram por análises estatísticas, como correlação (Spearman), teste de média e análises de variância (ANOVA), sendo possível testar as diferenças entre pontos, entre contaminantes e entre profundidades. O software utilizado foi o R, com os seguintes pacotes: `corrplot`, `dplyr`, `ggplot2`. Os resultados das análises estatísticas podem ser acessados no relatório técnico SOLOS: Análises de solos das Regiões 4 e 5 após o rompimento da Barragem B1 - Mina Córrego do Feijão, da empresa Vale S/A (INSTITUTO GUAICUY, 2022).

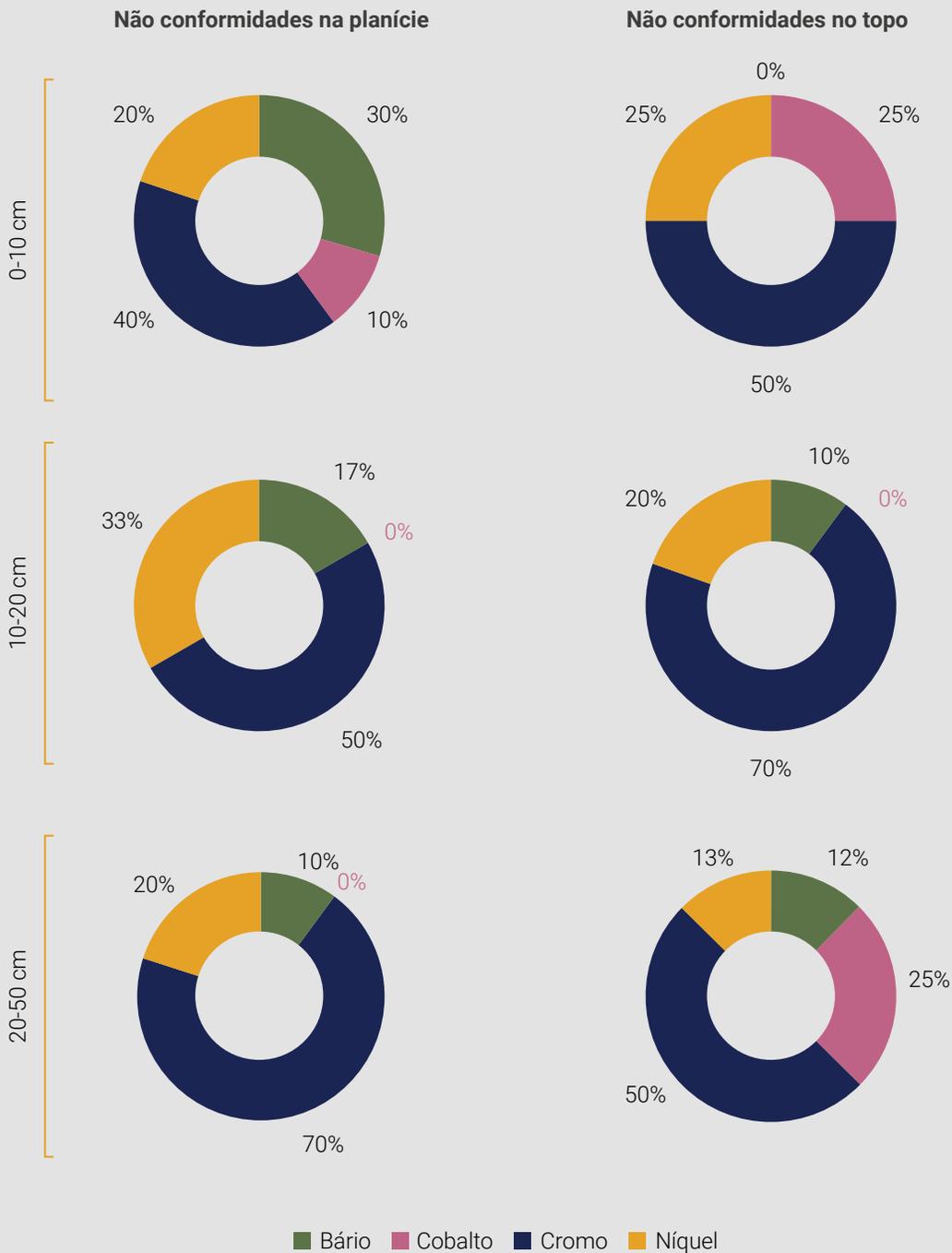
Resultados das análises de solos

As análises estatísticas não demonstraram diferenças entre as Regiões 4 e 5, (INSTITUTO GUAICUY, 2022). Logo, os resultados que serão explorados neste capítulo se traduzem em comparações entre planície versus topo e entre diferentes profundidades.

Os principais parâmetros que registraram violações de acordo com os valores de prevenção (VPS) da Resolução CONAMA n° 420/2009 foram: bário, cobalto, cromo e níquel (**FIGURA 6**). Importante destacar que não há limites previstos pela Resolução CONAMA 420/2009 para os metais manganês, ferro e alumínio. Os pontos de planície apresentaram maiores violações quando comparados com os pontos de topo (INSTITUTO GUAICUY, 2022). A violação ocorreu, principalmente, na camada dos solos entre 0-10 cm, na planície, e na camada mais profunda, entre 20-50 cm, nos pontos em “topo” (**FIGURA 6** e INSTITUTO GUAICUY, 2022).

FIGURA 6 — Porcentagem de não conformidades de acordo com a CONAMA n° 420/2009

Fonte: Instituto Guaicuy (2022)



Conforme mencionado, apesar de não haver limites previstos pela Resolução CONAMA 420/2009, também foram avaliados os teores de manganês, ferro e alumínio. Os pontos posicionados na planície do Rio Paraopeba apresentaram maiores concentrações de manganês e ferro do que os pontos da planície do reservatório de Três Marias (PT10, PT15, PT16, PT18 e PT9) (**FIGURA 7**). Observou-se, ainda, que ambos os metais tiveram concentrações significativamente mais elevadas na planície fluvial (Rio Paraopeba) do que nos pontos de referência, posicionados no topo (**FIGURA 7**).

Já em relação ao alumínio, o padrão espacial é diferente do ferro e do manganês: as maiores quantidades foram identificadas nas planícies do reservatório de Três Marias e nas amostras coletadas nos pontos de topo, em relação às planícies do Rio Paraopeba (**FIGURA 7**).

A presença de metais está altamente correlacionada com a presença de argila, silte e com a capacidade de troca catiônica - CTC (**FIGURA 8**).

As amostras de solos coletadas nas planícies apresentaram um aumento significativo de grãos de silte e argila quando comparados às amostras coletadas nos pontos de topo. Isso pode explicar porque as maiores violações se encontram nas planícies, já que a menor granulometria das argilas e siltes favorecem a maior retenção das substâncias nos solos, ao contrário de solos com características mais arenosas (**FIGURA 9**). As três camadas de profundidade dos solos amostrados nas planícies apresentaram uma distribuição relativamente proporcional de silte e argila. Tal resultado indica um processo de deposição de sedimentos finos (em decorrência principalmente do regime hídrico), caracterizando um possível padrão de contribuição fluvial ao longo do tempo e da bacia (**FIGURA 9**).

FIGURA 7 – Concentrações (mg/kg) de ferro, manganês e alumínio ao longo dos pontos amostrados (valor de $p > 0,05$)

Fonte: Instituto Guaicuy (2022)

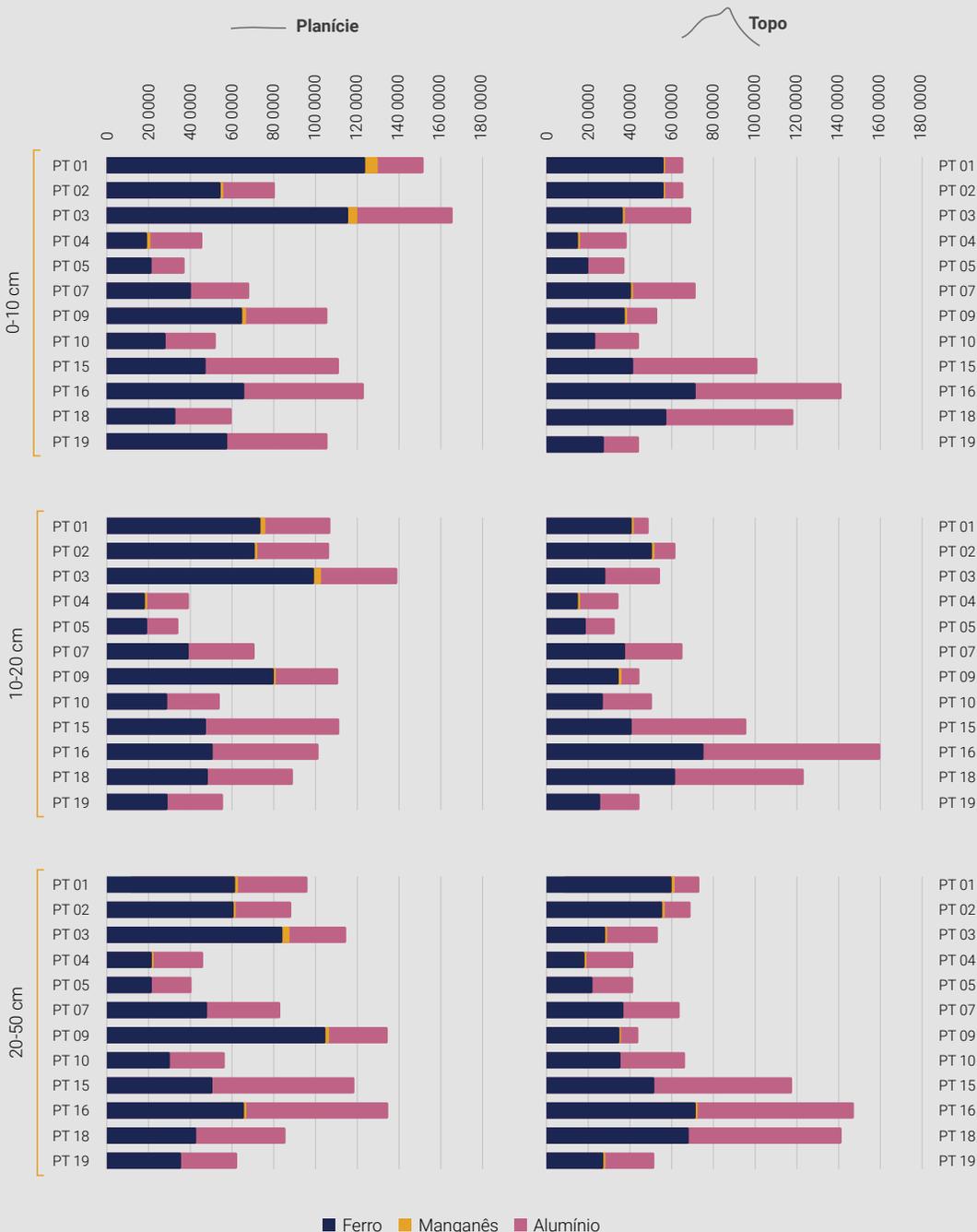


FIGURA 8 — Correlação entre os parâmetros analisados nas amostras de solos

Fonte: Instituto Guaiçuy (2022)

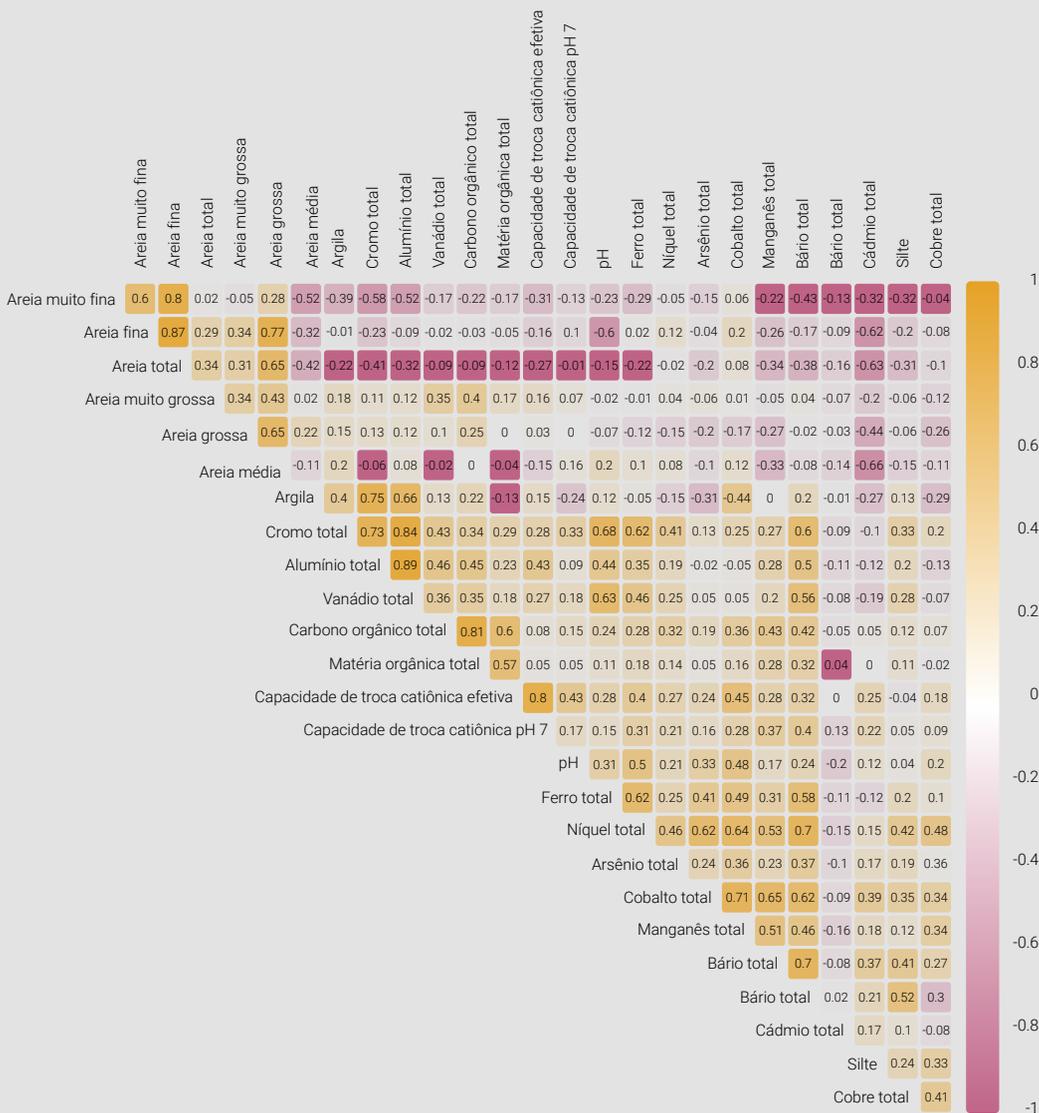
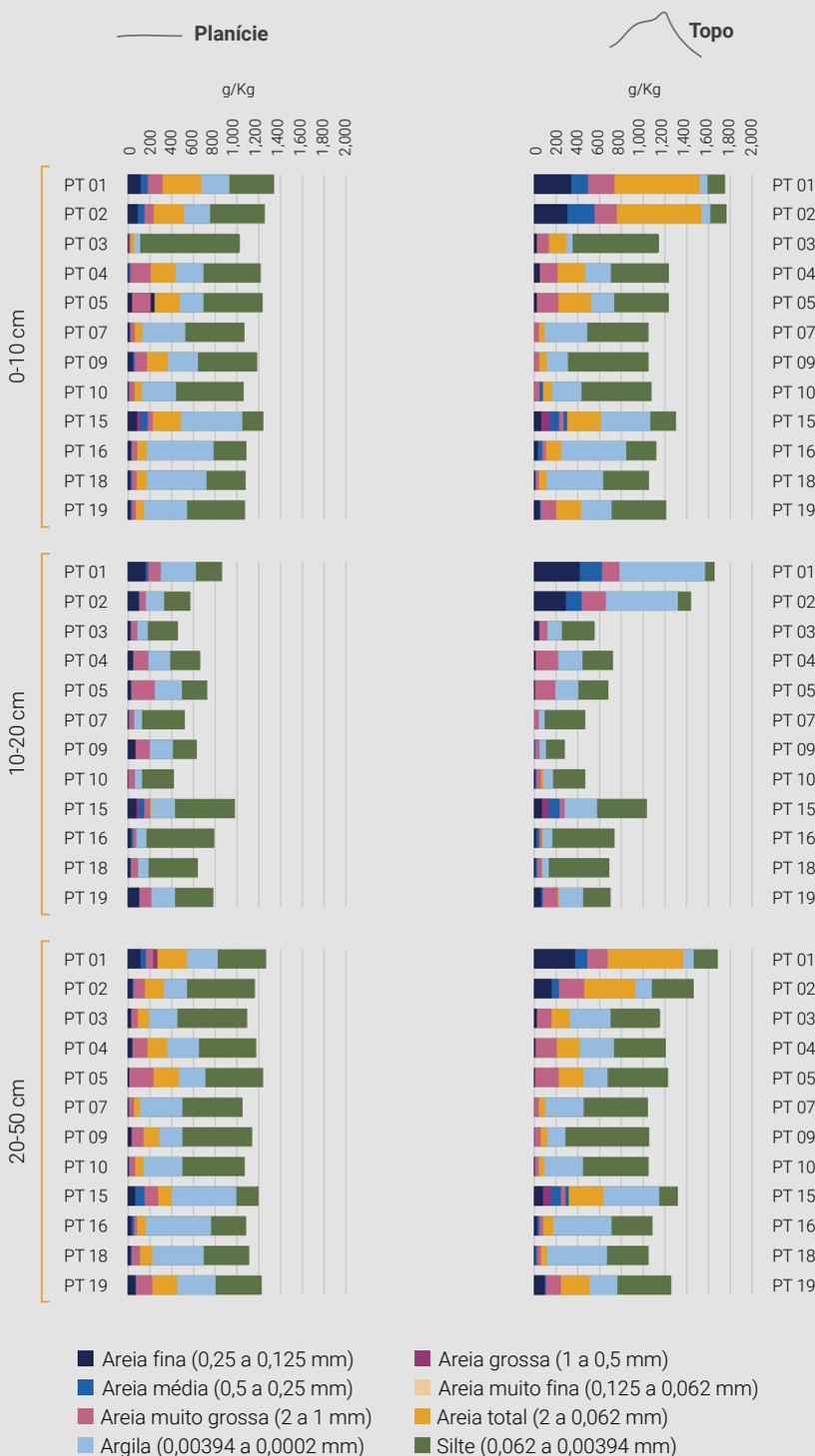


FIGURA 9 – Granulometria - comparações entre pontos, entre profundidades e entre planície e topo.

Fonte: Instituto Guaicuy (2022)



As discussões e resultados pormenorizados podem ser acessados no relatório técnico SOLOS: Análises de solos das Regiões 4 e 5 após o rompimento da Barragem B1 - Mina Córrego do Feijão, da empresa Vale S/A, publicado em janeiro de 2024 no site do Instituto Guaicuy (INSTITUTO GUAICUY, 2022).

Considerações finais

Foram verificadas violações nos parâmetros da qualidade das águas subterrâneas (bem como outras associadas às águas superficiais, conforme Capítulo 4), principalmente pelos elementos: Ferro, Alumínio, Manganês, Nitrogênio, Nitrato e violações microbiológicas como *Escherichia coli* e coliformes termotolerantes. Nos solos, as violações relacionaram-se ao bário, cobalto, cromo e níquel.

A insegurança das pessoas atingidas em utilizar a água para diversos fins tem levado ao aumento do consumo de água subterrânea, comprometendo também a quantidade de água disponível em algumas comunidades. Além disso, as pessoas estão inseguras por não saberem se a contaminação persistirá ao longo do tempo. Considerando-se que os solos também apresentaram violações nas concentrações de elementos-traço, os processos de infiltração e percolação da água podem, a longo prazo, acarretar a contaminação dos aquíferos.

Além disso, a permanência de áreas com depósitos de rejeitos associados aos sedimentos e outras fontes potencialmente poluidoras das águas superficiais podem fluir para os aquíferos através das fissuras nas rochas. Por isso são necessários os estudos de longo prazo, que devem

ser considerados como essenciais para o processo de reparação socioambiental.

É altamente recomendado que haja um monitoramento contínuo desses pontos que apresentaram algum tipo de alteração, que sejam instalados sistemas de tratamento de água nos pontos onde essas violações persistem e que sejam construídas novas alternativas de captação. Essas ações devem ser complementadas, sempre que necessário, por uma eficiente implementação de medidas emergenciais, como, por exemplo, a distribuição de água mineral em situações de insegurança quanto ao consumo ((maiores detalhes no Dossiê de Situações Emergenciais (INSTITUTO GUAICUY, 2023)).

Além disso, segundo a Resolução do Conama 396/2008, qualquer aumento de concentração de contaminantes deverá ser monitorado, sua origem identificada e medidas adequadas de prevenção e controle deverão ser adotadas pelos órgãos competentes. E no Parágrafo único: “os órgãos de gestão dos recursos hídricos, de meio ambiente e de saúde deverão articular-se para definição das restrições e das medidas de controle do uso da água subterrânea” (BRASIL, 2008).

Referências

Agência Nacional de Águas - ANA (Brasil). 2010. Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional/Agência Nacional de Águas; Engecorps/Cobrape - Brasília: ANA : Engecorps/Cobrape.

BRASIL Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. [Acesso em 05.ago.2024].Publicada no DOU nº 66, de 7 de abril de 2008, Seção 1, páginas 64-68.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. [Acesso em 01.ago.2024]. Disponível em: <[HTTP://www.mma.gov.br/port/conama/res/res09/res42009.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res09/res42009.pdf)>. Acesso em: mar 2022.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 (Marco Civil da Internet). Brasília, DF: Presidência da República; 2018 [Acesso em 05.ago.2024]. Disponível em: [HTTP://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13709.htm).

COMITÊ GESTOR PRÓ-BRUMADINHO | MG.GOV.BR - Pró-Brumadinho. Disponível em: <[HTTPS://www.mg.gov.br/pro-brumadinho/pagina/comite-gestor-pro-brumadinho](https://www.mg.gov.br/pro-brumadinho/pagina/comite-gestor-pro-brumadinho)>. Acesso em: 1 ago. 2024.

EMBRAPA (2006). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). SPI, EMBRAPA, 412p.

INSTITUTO GUAICUY, 2021. Atores do processo. Disponível em: <[HTTPS://guaicuy.org.br/ati/ati-paraopeba/processo-judicial/atores-do-processo/](https://guaicuy.org.br/ati/ati-paraopeba/processo-judicial/atores-do-processo/)>. Acesso em: 1 ago. 2024.

INSTITUTO GUAICUY, 2022. Solos: Análises de solos das regiões 4 e 5 após o rompimento da Barragem B1 - Mina Córrego do Feijão, da empresa Vale S/A. Disponível em: <[HTTPS://drive.google.com/file/d/15ibcmHqsdvHyFbwmk-0aeV_GG-kSjDQ/view](https://drive.google.com/file/d/15ibcmHqsdvHyFbwmk-0aeV_GG-kSjDQ/view)>. Acesso em: 1 ago. 2024.

INSTITUTO GUAICUY, 2023. Situações emergenciais. Disponível em: <[HTTPS://guaicuy.org.br/ati/ati-paraopeba/banco-de-dados/assessoramento-tecnico-para-a-reparacao/situacoes-emergenciais/](https://guaicuy.org.br/ati/ati-paraopeba/banco-de-dados/assessoramento-tecnico-para-a-reparacao/situacoes-emergenciais/)>. Acesso em: 1 ago. 2024.

OLIVEIRA, F. J. S. & J. F. T. Jucá. 2004. Acúmulo de metais pesados e capacidade de impermeabilização do solo imediatamente abaixo de uma célula de um aterro de resíduos sólidos. Engenharia Sanitária e Ambiental. 9:211-217.

PROJETO BRUMADINHO. Pesquisadores do Projeto Brumadinho UFMG realizam trabalho de campo em municípios atingidos. Disponível em: <[HTTP://www.projeto-brumadinho.ufmg.br/materia/Pesquisadores_do_Projeto_Brumadinho_UFMG_realizam_trabalho_de_campo_em_munic%C3%ADpios_atingidos](http://www.projeto-brumadinho.ufmg.br/materia/Pesquisadores_do_Projeto_Brumadinho_UFMG_realizam_trabalho_de_campo_em_munic%C3%ADpios_atingidos)>. Acesso em: 1 ago. 2024.

WICANDER, R.; MONROE, J. S. Fundamentos de Geologia. São Paulo: Cengage Learning, 2009. 498 p.

6

Isabela Sobrinho Martins*
Kele Rocha Firmiano**
Bernardo do Vale Beirão***
Flávia Freire de Siqueira****
Mônica de Cássia Souza Campos*****

Aspectos da fauna de peixes e bioacumulação



* Bióloga e Doutora em Ecologia pela UFMG.
** Doutora em Ecologia pela UFMG.
*** Biólogo, MSc. em Tecnologias para o Desenvolvimento Sustentável pela UFSJ.
**** Gestora Ambiental e Bióloga. Doutora em Engenharia Florestal pela UFLA.

***** Supervisora da Reparação Socioambiental do Instituto Guaicuy, Bacharel em Ciências Biológicas pela UFMG, Mestra em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG e Doutora em Evolução Crustal e Recursos Naturais pela UFOP.

Introdução

Os ecossistemas aquáticos estão entre os mais ameaçados por impactos decorrentes das atividades de origem humana (REID et al., 2018). A devastação de mata ciliar, o despejo de efluentes domésticos e industriais, a pesca predatória e a introdução de espécies exóticas e barramentos são alguns dos aspectos que colocam em risco a diversidade de peixes (AGOSTINHO, PELICICE, GOMES, 2007). A estes, somam-se os efeitos da mineração que, por meio do beneficiamento e outros processos, geram efluentes responsáveis pela entrada de metais e metaloides para os ambientes aquáticos (QUEIROZ et al., 2018). Todos esses fatores levam a alterações consideradas como as principais causas de ameaça à diversidade aquática, podendo levar ao declínio ou extinção local de muitas espécies (COLLARES-PEREIRA E COWX, 2004).

Em 25 de janeiro de 2019, ocorreu o rompimento da barragem B-I e o soterramento das barragens B-IV e B-IVA, situadas na Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho-MG com o aporte de quase 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos de minérios no Rio Paraopeba, resultando

em cerca de 270 vítimas fatais. Além das perdas humanas irreparáveis, enormes impactos ambientais, sociais, econômicos e culturais vêm se manifestando desde então. Neste contexto, também a assembleia de peixes da bacia do Rio Paraopeba vem sofrendo os efeitos de distúrbios ambientais que podem levar a mudanças drásticas nos ecossistemas.

Os peixes constituem um grupo com importante apelo social tanto por aspectos culturais como econômicos, reforçando assim a importância das ações de conservação e proteção da fauna. Para muitas comunidades, inclusive aquelas tradicionais como de Ribeirinhos, Quilombolas, Povos Ciganos, povos de Tradição Religiosa Ancestral de Matriz Africana e Povos Indígenas (por exemplo, o povo Kaxixó, inserido em território acompanhado pelo Instituto Guaicuy), os peixes e a relação com o rio ocupam papel central para manutenção de diversos hábitos, além de constituírem importante fonte de proteína, proporcionar lazer e renda para as populações. Outro ponto a destacar é a importância ocupada pelo reservatório de Três Marias nesse contexto, sendo considerado como um polo mineiro na produção de tilápias, abrigando diversas atividades de pesca comercial e aquicultura, além da pesca amadora/esportiva.

Estudos realizados após o rompimento mostraram que peixes expostos à água e a sedimentos contendo material vindo do rejeito de minério acumularam metais e metaloides, como Ferro, Alumínio e Manganês em seus tecidos (VERGÍLIO et al 2020). Justifica-se, assim, a enorme relevância da avaliação de metais e metaloides nos tecidos de peixes, ao longo da bacia do Rio Paraopeba e entorno do reservatório de Três Maria, para o mapeamento de potenciais danos causados à biodiversidade aquática e à saúde humana.

A legislação brasileira estabelece os limites máximos tolerados de diversos contaminantes em alimentos (ANVISA RDC N^o 160 DE 01/07/2022). No caso de pescados, há valores orientadores para Arsênio, Cádmio, Chumbo e Mercúrio. No entanto, para outros metais e metaloides como Ferro, Alumínio e Manganês, não há qualquer valor-limite estabelecido. Apesar dessa lacuna, é necessário avaliar a concentração de outros contaminantes, uma vez que são potencialmente nocivos à saúde humana.

Um dos aspectos avaliados dentro dos estudos ambientais realizados pelo Instituto Guaicuy foi a análise da ictiofauna associada à presença de metais e metaloides como potenciais contaminantes desses organismos e sua relação com os rejeitos liberados pelo rompimento. Este capítulo buscou abordar uma breve descrição da ictiofauna encontrada em trechos do Rio Paraopeba e nos reservatórios de Retiro Baixo e de Três Marias, compreendidos nas Regiões 4 e 5, atendidas pelo Instituto Guaicuy, durante o período de março de 2021 a maio de 2022, bem como interpretar os resultados das análises de bioacumulação realizadas em amostras de tecido hepático e muscular dos peixes.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudos

As Regiões 4 e 5 contempladas neste estudo estão inseridas na bacia hidrográfica do Rio Paraopeba (BHRP), na região central de Minas Gerais, na Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos do Alto São Francisco. A BHRP ocupa uma área de 13.640 km². O Rio Paraopeba nasce no município de Cristiano Ottoni - MG, a cerca de 1.140 m acima do

nível do mar. O rio percorre 370 km da nascente até a foz, no reservatório de Três Marias, e é um dos principais afluentes do rio São Francisco.

A Região 4 está localizada na mesorregião central do Estado de Minas Gerais, na porção do baixo curso do Rio Paraopeba, e abrange uma área de 5.845,5 km². O reservatório de Retiro Baixo está inserido nessa área e é formado a partir do barramento do Rio Paraopeba, apresentando as seguintes dimensões: área inundada de 22,58 km², cota máxima de inundação de 616 m e volume útil de 241.590 m³. A principal função do reservatório é a geração de energia.

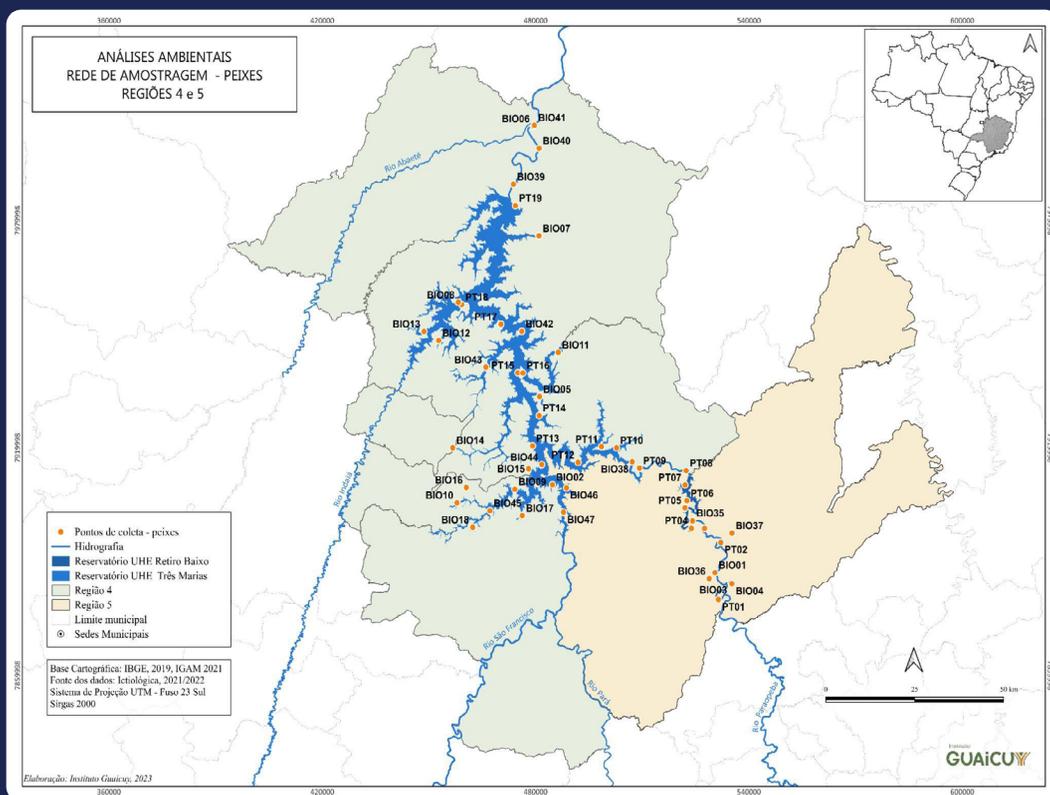
A Região 5 está situada na mesorregião central do Estado de Minas Gerais, no Alto Vale do Rio São Francisco, às margens do reservatório de Três Marias, e abrange uma área de 12.971,22 km², sendo bem maior do que a Região 4 por compreender vários municípios do entorno do reservatório que compõem uma grande extensão territorial. O reservatório apresenta as seguintes dimensões: área inundada superior a 1.090 Km², cota máxima de inundação de 576,23 m e volume útil máximo de 15.278 hm³ (CEMIG, 2024).

2.2 Coleta e processamento de amostras

Ao todo, foram realizadas 84 coletas de peixes em pontos localizados nas Regiões 4 e 5 da bacia hidrográfica do Rio Paraopeba e reservatório de Três Marias em 9 campanhas, contemplando as estações seca e chuvosa de um ciclo hidrológico completo. Os pontos amostrados foram distribuídos nas duas Regiões, tanto em ecossistemas lóticos (rios e riachos) quanto lênticos (reservatórios de Retiro Baixo e de Três Marias) (**FIGURA 1**).

FIGURA 1 — Municípios das Regiões 4 e 5 na bacia do Rio Paraopeba, com os respectivos pontos de amostragem de peixes

Fonte: Instituto Guaicuy (2024)



Por definição, neste capítulo o termo «coleta» corresponde ao emprego de diversas metodologias de captura, em um determinado ponto, em um dado período de tempo. Se faz necessária essa explicação, pois os pontos de coleta não puderam ser amostrados de forma repetida e equivalente ao longo do tempo.

2.3 Amostragem de peixes

Foram utilizados diversos métodos de amostragem para abarcar a elevada diversidade de peixes da bacia, que ocupam diferentes habitats e nichos ecológicos (**FIGURA 2**). Para a coleta de peixes de vida livre, foram utilizados métodos de buscas ativa e passiva de captura. Como métodos de busca ativa foram utilizados o peneirão (0,60 X 0,80 m e malha de 0,5 cm) e o arrasto (10 x 2m e malha de 0,5 cm). Como busca passiva, foram utilizadas redes de emalhar de 20 metros de comprimento e abertura de malhas variadas (3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 cm entre nós opostos). As técnicas utilizadas foram padronizadas a fim de possibilitar a comparação entre os diferentes pontos amostrais (CETESB, 2011).

O material coletado foi identificado prioritariamente com base no livro “Manual de identificação de peixes da região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da bacia do São Francisco” (BRITSKI, 1986), sendo todos os exemplares identificados ao nível de espécie.

Os peixes foram coletados mediante autorização do órgão ambiental responsável.¹ As campanhas de coleta dos peixes foram realizadas pela empresa Ictiológica Consultoria Ambiental, terceirizada pelo Instituto Guaicuy. As coletas ocorreram entre os meses de março de 2021 e maio de 2022.

.....
1 Número: 77276-3; Data da Emissão: 15/07/202. Ministério do Meio Ambiente - MMA; Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio; Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO.



FIGURA 2 – Diferentes métodos de amostragem de peixes. Fonte: Instituto Guaicuy (2021)

2.4 Biometria

Foi realizada a biometria (peso e comprimento corporal) dos espécimes coletados. Após essa etapa, alguns indivíduos foram selecionados para dissecação e coleta de tecido muscular e hepático; outros exemplares foram selecionados como testemunhos para serem tombados na coleção ictiológica do Instituto de Biociências, da UNESP, Campus Botucatu (SP).

2.5 Retirada de amostras de tecidos hepático e muscular

Foram retiradas amostras de tecidos hepáticos e musculares de até cinco indivíduos pertencentes a três guildas tróficas (grupo que pode conter diferentes espécies de peixes, mas que apresenta um mesmo tipo de hábito alimentar):

(i) topo de cadeia (inclui os piscívoros, que se alimentam de outro peixes, e carnívoros); **(ii)** meio de cadeia (inclui espécies de guildas variadas, como herbívoros, que se alimentam de material vegetal, como frutos e algas, e onívoros, que consomem diferentes tipos de matéria); **(iii)** base de cadeia (inclui os detritívoros, que se alimentam de restos vegetais e animais, abundantes no sedimento de rios e reservatórios).

Todos os animais foram anestesiados e eutanasiados seguindo protocolos estabelecidos pelo órgão fiscalizador (CFBio N^o 301/2012, Portaria do CFBio N^o 140/2012). Após esses procedimentos, foi realizada a dissecação com material cirúrgico para acesso à cavidade abdominal, onde foram retiradas as amostras de tecido hepático e muscular desses indivíduos (CETESB, 2011) (**FIGURA 3**). Os tecidos foram acondicionados separadamente em frascos de polietileno e receberam uma numeração de acordo

com o tipo de tecido, espécie, ponto de captura e dados biométricos, entre outros. As amostras foram mantidas em freezer, com posterior envio para análises laboratoriais. Durante o transporte, as amostras foram mantidas sob refrigeração com gelo seco, em caixas de isopor, até chegarem ao laboratório. Todas as amostras de tecidos foram enviadas ao laboratório Tommasi Ambiental (empresa terceirizada pelo Instituto Guaicuy), responsável pelas análises de metais e metaloides nos tecidos dos peixes, e possuem as devidas cadeias de custódia para rastreabilidade dos resultados apresentados nos laudos.

FIGURA 3 — Biometria dos peixes e dissecação para coleta de amostras de tecidos

Fonte: Instituto Guaicuy (2021)



2.6 Análises laboratoriais de concentrações de metais e metaloides

Foram analisados 13 metais e metaloides cujas concentrações foram expressas em mg/kg: Alumínio, Arsênio, Bário, Cádmiio, Chumbo, Cobre, Cromo, Ferro, Manganês, Mercúrio, Níquel, Selênio e Zinco. Tais minerais

foram definidos considerando a possibilidade de apresentarem alguma relação com o rejeito oriundo do rompimento (VERGÍLIO et al., 2020).

As análises foram executadas pela técnica de determinação de elementos-traço por espectrometria de massas com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) em tecido animal, com os limites de quantificação pré-definidos para cada um dos elementos. Para verificar se a amostra estava dentro dos padrões legais para o consumo humano, utilizou-se como referência os limites estabelecidos pela ANVISA em sua Instrução ANVISA/DC N^o 160 DE 01/07/2022, que estabelece valores-limite para identificação de contaminação de amostras para quatro metais e metaloides, conforme a Tabela 1.

TABELA 1 — Valores máximos de concentração de metais e metaloides em amostras de peixes

Fonte: Anvisa, Instrução Normativa 160 de 2022.

Metal/Metalóide	Concentração (mg/kg)
Arsênio	1,00
Cádmio	0,05
Chumbo	0,30
Mercúrio (predadores)	1,00
Mercúrio (não predadores)	0,50

3 Análises estatísticas

Foram calculadas as seguintes estatísticas básicas: média, mediana, máximo, mínimo, desvio padrão e coeficiente de variação para cada um dos 13 metais e metaloides avaliados nos diferentes tipos de tecidos analisados. Além disso, foram realizados testes estatísticos para verificar as diferenças entre a concentração de metais e metaloides presentes

nos dois tipos de tecidos analisados; diferenças de concentração de metais em amostras coletadas nos períodos de seca e chuva ou sobre a existência de algum padrão espacial nas concentrações avaliadas nas amostras coletadas. Assim, foi aplicado o teste de t-Student ($p \leq 0,05$) para verificar:

- ▶ se houve diferenças entre a concentração de metais e metaloides acumulados nos tecidos hepático e muscular das espécies coletadas,
- ▶ se houve diferenças estatísticas entre as concentrações de metais e metaloides de peixes coletados na Região 4 e peixes coletados na Região 5,
- ▶ se houve variação significativa entre as concentrações de metais e metaloides em amostra coletadas em ambientes lóticos (rio) e lênticos (reservatórios), e por fim,
- ▶ se houve a existência de diferenças nas concentrações de metais e metaloides das amostras coletadas nos períodos de seca e chuva.

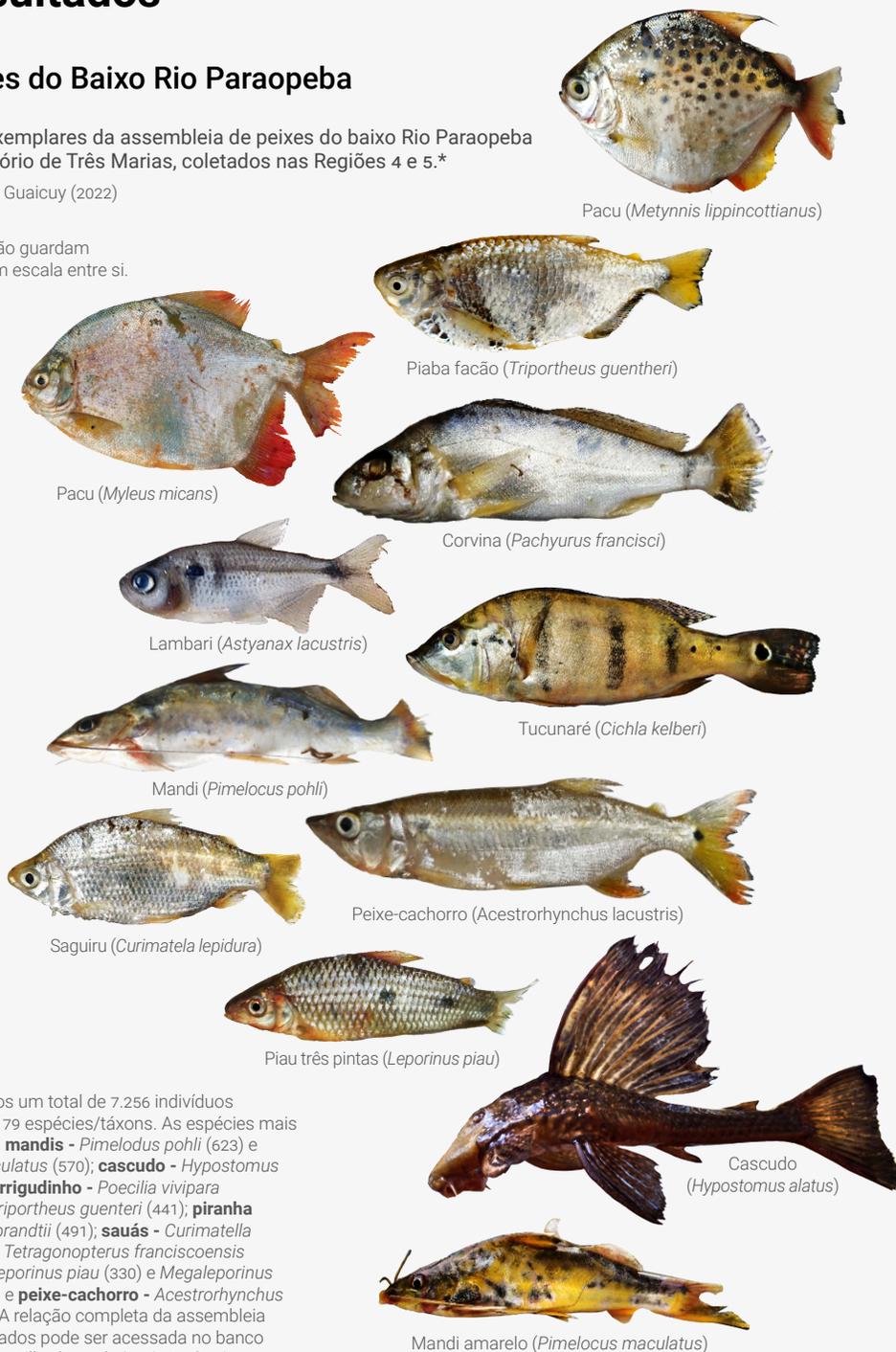
4. Resultados

4.1 Peixes do Baixo Rio Paraopeba

FIGURA 4 – Exemplos da assembleia de peixes do baixo Rio Paraopeba e do reservatório de Três Marias, coletados nas Regiões 4 e 5.*

Fonte: Instituto Guaicuy (2022)

*As imagens não guardam uma relação em escala entre si.



Foram coletados um total de 7.256 indivíduos pertencentes a 79 espécies/taxons. As espécies mais comuns foram: **mandis** - *Pimelodus poihli* (623) e *Pimelodus maculatus* (570); **cascudo** - *Hypostomus regani* (204); **barrigudinho** - *Poecilia vivipara* (263), **piaba** - *Triportheus guentheri* (441); **piranha** - *Serrasalmus brandtii* (491); **sauás** - *Curimatella lepidura* (378) e *Tetragonopterus franciscoensis* (404); **piau** - *Leporinus piau* (330) e *Megaleporinus reinhardtii* (301); e **peixe-cachorro** - *Acestrorhynchus lacustris* (883). A relação completa da assembleia de peixes coletados pode ser acessada no banco de dados compartilhados pelo Instituto Guaicuy em janeiro de 2024 (INSTITUTO GUAICUY, 2024). Abaixo são apresentadas algumas fotos das espécies coletadas (FIGURA 4).

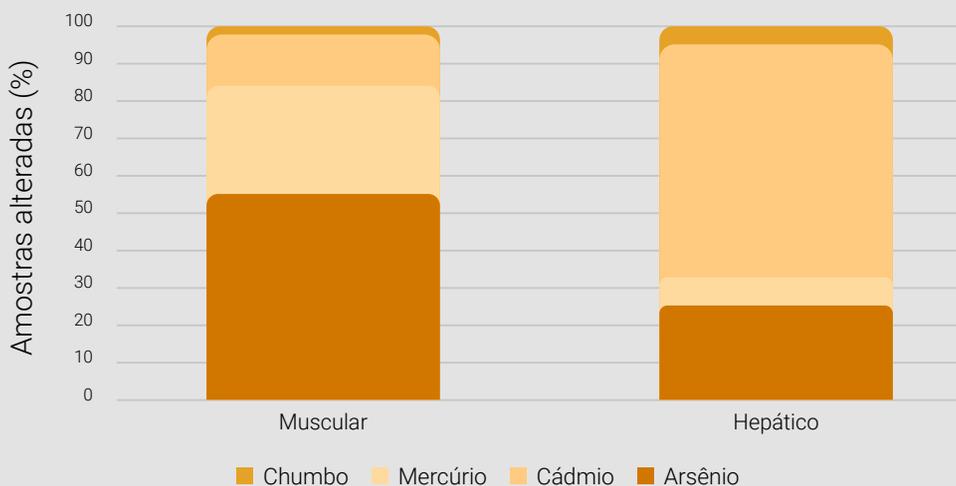
4.2 Violações das concentrações de metais e metaloides por tipo de tecidos de peixes

Do total de 1.878 amostras de tecidos, coletadas entre diferentes espécies da ictiofauna, foram analisadas 1.605. As 273 amostras restantes não foram analisadas, pois os tecidos hepáticos de indivíduos pequenos não tiveram a quantidade mínima de volume necessária para análise. Foram analisados, portanto: 937 amostras de tecido muscular e 668 amostras de tecido hepático.

Considerando apenas o **tecido hepático**, Cádmio ficou acima dos limites em 557 amostras, Chumbo, em 224 amostras, Mercúrio, em 67 amostras e Arsênio, em 41 amostras. Em relação apenas às amostras de **tecido muscular**, Cádmio esteve acima dos níveis em 41 delas, Chumbo, em 164 amostras, Mercúrio, em 88 amostras e Arsênio, em sete amostras (**FIGURA 5**).

FIGURA 5 — Percentual de amostras alteradas de tecido muscular e hepático

Fonte: Instituto Guaicuy (2022)



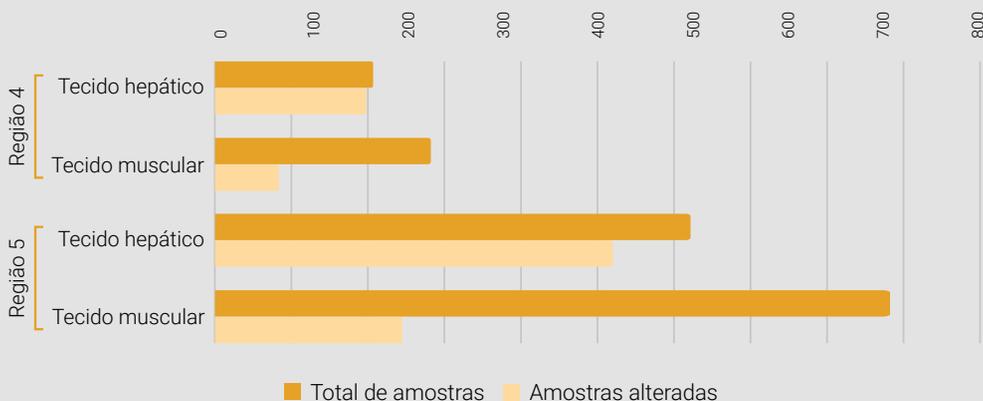
4.3 Comparação das violações de metais e metaloides nos tecidos de peixes entre Regiões

Na **Região 4**, foram analisadas 396 amostras e 221 (**56%**) delas apresentaram pelo menos uma violação. Com relação às amostras de músculo (228 amostras da Região 4), 68 (**30%**) apresentaram pelo menos uma alteração. Das 168 amostras de fígado, 161 (**96%**) apresentaram alterações (**FIGURA 6**). Para o metal Cádmio, cinco amostras de tecido muscular e 160 amostras de tecido hepático estiveram alteradas em relação aos valores de referência da legislação. Para o Chumbo, foram verificadas violações em 31 amostras de tecido muscular e 31 de tecido hepático. Mercúrio esteve presente em concentrações acima do preconizado em 26 amostras de tecido muscular e oito em tecido hepático. Arsênio esteve acima dos limites em seis amostras de tecido muscular e 24 em tecido hepático.

Na **Região 5**, foram analisadas 1.209 amostras e 617 (**51%**) apresentaram pelo menos uma alteração. Do total de 709 amostras de tecido muscular, 198 (**28%**) apresentaram alterações. Das 500 amostras de fígado, 419 (**84%**) apresentaram pelo menos uma alteração (**FIGURA 6**). Para o metal Cádmio, 36 amostras de tecido muscular e 397 de tecido hepático estiveram alteradas. Para o Chumbo, 133 amostras de tecido muscular e 195 de tecido hepático apresentaram violações. Mercúrio esteve presente em concentrações acima dos limites legais em 62 amostras de tecido muscular e 59 em tecido hepático. Arsênio esteve acima dos limites em uma amostra de tecido muscular e 17 em tecido hepático.

FIGURA 6 – Número total de amostras analisadas e alteradas por Região, para cada tipo de tecido analisado

Fonte: Instituto Guaicuy (2022)



4.4 Análise das concentrações de todos os metais e metaloides nos tecidos dos peixes de vida livre, avaliadas por tipo de tecido

Avaliando-se as concentrações, presentes nos tecidos, de todos os 13 elementos analisados, o Ferro foi o metal que apresentou as maiores médias de concentração em todas as amostras (1.348 ± 2.850 mg/kg), e também quando analisados em tecidos separadamente (tecido hepático: 2.980 ± 3.828 mg/Kg; tecido muscular: 184 ± 473 mg/Kg). Seguiram-se a ele os metais Alumínio, Zinco, Cobre e Manganês (**FIGURA 7**).

FIGURA 7 – Média da concentração de metais e metaloides nas amostras de tecidos de peixes, nas Regiões 4 e 5. Valores são expressos em escala logarítmica.

Fonte: Guaicuy 2022



Os resultados das estatísticas básicas (i.e. média, mediana, máximo, mínimo e desvio padrão e coeficiente de variação) para as concentrações de metais e metaloides por tecido analisado são apresentados nas Tabelas 2 e 3, a seguir. Os valores foram analisados considerando o montante total de amostras das Regiões 4 e 5 em conjunto.

TABELA 2 – Concentrações (mg/Kg) de metais e metaloides em tecido hepático de peixes de vida livre

Fonte: Instituto Guaicuy (2022)

	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
Arsênio	0,30	0,14	0,00	4,03	0,44	146,94
Cádmio	1,63	0,19	0,00	102,00	9,86	601,86
Chumbo	1,77	0,17	0,00	102,00	11,77	665,11
Mercúrio	2,34	0,22	0,00	101,00	13,93	595,00
Alumínio	177,18	51,70	0,73	14.400,00	731,67	412,95
Bário	9,46	0,32	0,05	102,00	28,37	299,86
Cobre	79,08	35,80	0,27	2.080,00	177,61	224,59
Cromo	4,97	0,27	0,00	102,00	20,20	405,72
Ferro	2980,36	1890,00	20,30	41.400,00	3828,33	128,45
Manganês	11,09	7,18	0,21	215,00	18,52	166,98
Níquel	12,86	0,12	0,00	102,00	33,30	258,82
Selênio	16,50	9,96	0,42	273,00	22,59	136,87
Zinco	142,32	119,00	7,20	1.480,00	112,59	79,11

TABELA 3 – Concentrações (mg/Kg) de metais e metaloides em tecido muscular de peixes de vida livre

Fonte: Instituto Guaicuy (2022)

	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
Arsênio	0,25	0,08	0,00	101,00	3,30	1304,34
Cádmio	42,62	0,02	0,00	102,00	50,25	117,89
Chumbo	1,24	0,11	0,00	102,00	9,94	797,34
Mercúrio	1,93	0,14	0,00	101,00	12,65	652,90
Alumínio	196,74	94,00	0,76	6.050,00	367,84	186,96
Bário	4,56	1,21	0,05	102,00	14,84	324,80
Cobre	4,37	0,95	0,02	1440,00	51,59	1.178,14
Cromo	1,14	0,33	0,00	101,00	6,71	586,37
Ferro	184,66	87,70	7,66	8.470,00	473,84	256,59
Manganês	14,56	5,80	0,19	479,00	30,15	207,06
Níquel	5,88	0,10	0,00	102,00	23,31	396,13
Selênio	1,46	1,13	0,07	20,70	1,61	110,44
Zinco	39,40	29,50	0,79	327,00	31,66	80,34

No tecido hepático, as maiores concentrações foram de Ferro, seguida de Alumínio, Zinco e Cobre. No tecido muscular, os metais com as maiores concentrações médias foram o Alumínio, Ferro, Cádmio, Zinco e Manganês.

As amostras de **tecido hepático** acumularam significativamente maiores quantidades de Bário ($p < 0,001$), Cobre ($p < 0,001$), Cromo ($p < 0,001$), Ferro ($p < 0,001$), Níquel ($p < 0,001$), e Zinco ($p < 0,001$) do que as amostras de **tecido muscular**. Somente para o Cádmio ($p < 0,001$) e Manganês ($p = 0,008$), as concentrações foram significativamente maiores no tecido

muscular. Alumínio, Arsênio, Chumbo, Mercúrio e Selênio não apresentaram diferença significativa entre os dois tecidos analisados.

4.4 Análise das concentrações de todos os metais e metaloides nos tecidos dos peixes de vida livre avaliadas por Região 4 ou 5 e por tipo de ambiente (rio ou reservatório)

De um modo geral, não houve diferença notável das concentrações dos metais e metaloides entre as amostras por região. Entre todos os metais e metaloides analisados, avaliando-se as diferenças das concentrações por região, verificou-se que apenas as concentrações de Cádmio ($p < 0,001$) e Cromo ($p = 0,01$) foram significativamente maiores na Região 5. Para os demais metais e metaloides analisados, **não houve diferença entre as regiões.**

De forma análoga, a concentração de metais e metaloides bioacumulados nas amostras coletadas **não foi diferente entre os tipos de ambientes** (rio ou reservatório) para a maioria dos elementos avaliados. As exceções se atêm a Cádmio ($p < 0,001$), com maiores concentrações em ambientes lênticos (reservatório), e Níquel ($p < 0,001$), com maiores concentrações nos ambientes lóticos (rio).

Em relação ao período hidrológico das coletas, **houve diferenças significativas entre as amostras coletadas nos meses de seca e chuva** para Bário ($p < 0,001$), Cádmio ($p < 0,001$), Cromo ($p < 0,001$), Manganês ($p = 0,003$) e Níquel ($p < 0,001$), sendo todos eles maiores nos períodos de seca. Os demais metais e metaloides não apresentaram diferenças significativas entre as estações.

4.5 Análise da bioacumulação de metais e metaloides por espécie de peixes

Considerando as amostras das Regiões 4 e 5 em conjunto, as espécies com maior quantidade de amostras alteradas foram *Pimelodus maculatus* (Mandi amarelo), com **96%** de suas amostras apresentando pelo menos uma alteração acima dos valores permitidos pela legislação. Em seguida, as alterações foram observadas em **59%** das amostras de *Serrasalmus brandtii* (Piranha branca) e em **54%** das amostras de *Leporinus piau* (Piau três pintas), com pelo menos uma substância além dos limites legais.

Ao analisar concentração média de metais e metaloides previstos na legislação, das 44 espécies capturadas nas redes, evidenciou-se que 41 espécies apresentaram concentrações médias de Cádmio maiores que a permitida pela legislação, 35 espécies apresentaram teores de Chumbo elevados, 26 apresentaram concentrações de Mercúrio acima dos limites legais e 12 espécies com amostras alteradas pela presença de Arsênio.

Destaca-se a presença de metais e metaloides em altas concentrações nas espécies de interesse comercial para consumo, como, por exemplo, *Hoplias malabaricus* (Traíra), *Cephalosilurus fowleri* (Pacamã), *Prochilodus lineatus* (Curimba) e *Pimelodus maculatus* (Mandi amarelo) (Tabela 4,5 e 6).

TABELA 4 – Espécies de peixes com as maiores médias de concentrações de cádmio (mg/Kg)

Fonte: Instituto Guaicuy (2022)

Espécie	Nome popular	Cádmio	Vezes acima do limite (0,05)
<i>Cephalosilurus fowleri</i>	Pacamã	2,10	42,00
<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra	1,80	36,00
<i>Prochilodus costatus</i>	Curimba	1,16	23,20
<i>Prochilodus lineatus</i>	Curimba	1,14	22,80
<i>Hoplosternum littorale</i>	Tamboatá	1,13	22,60

TABELA 5 – Espécies de peixes com as maiores médias de concentrações de chumbo (mg/Kg)

Fonte: Instituto Guaicuy (2022)

Espécie	Nome popular	Chumbo	Vezes acima do limite (0,3)
<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra	1,58	5,26
<i>Iheringichthys labrosus</i>	Mandi beijudo	0,82	2,73
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Lambari do rabo amarelo	0,77	2,56
<i>Pimelodus maculatus</i>	Mandi amarelo	0,48	1,60
<i>Knodus moenkhausii</i>	Lambari	0,45	1,50

TABELA 6 – Espécies de peixes com as maiores médias de concentrações de mercúrio para não predadores (mg/Kg)

Fonte: Instituto Guaicuy (2022)

Espécie	Nome popular (Não predadores)	Mercúrio	Vezes acima do limite (0,5)
<i>Acestrorhynchus lacustris</i>	Peixe cachorro	1,18	2,36
<i>Acestrorhynchus britskii</i>	Peixe Cachorro	1,17	2,34
<i>Cichla kelberi</i>	Tucunaré	0,67	1,34
<i>Hoplias malabaricus</i>	Traíra	0,59	1,18
<i>Leporinus taeniatus</i>	Piau	0,54	1,08

Considerações finais

Os resultados de bioacumulação de peixes apontam uma grande porcentagem de amostras com a presença dos metais (Arsênio, Cádmio, Chumbo e Mercúrio) acima dos valores permitidos para consumo humano, definidos pela legislação brasileira (ANVISA RDC Nº 160 DE 01/07/2022). Os tecidos hepáticos apresentaram maior porcentagem de contaminação em relação ao tecido muscular, indicando que os peixes estão expostos a metais e metaloides que são potencialmente bioacumuladores, e podem chegar até o topo das cadeias alimentares, afetando a saúde humana. Além disso, observamos outros metais e metaloides com altas concentrações nos tecidos analisados, como Alumínio, Ferro, Manganês e Zinco. Como não existem valores-limite para esses metais e metaloides na legislação, não há como discutir níveis de risco ou propor qualquer restrição em relação ao consumo. No entanto, outros estudos podem ainda ser realizados para avaliar quais valores de concentração desses contaminantes podem apresentar riscos ambientais e à saúde humana.

Ao analisar as espécies com maiores concentrações de metais e metaloides no geral, é preocupante observar que as espécies de interesse comercial para consumo humano, como Traíra, Pacamã, Curimba, Piau três pintas e Mandi amarelo, estejam entre as que possuem alterações de metais e metaloides concentrados em seus tecidos. Além disso, Mandi amarelo, Piranha branca e Piau três pintas foram as espécies que apresentaram maiores quantidades de amostras alteradas para os metais Arsênio, Cádmio, Chumbo e Mercúrio, elementos que possuem valores máximos permitidos pela legislação brasileira.

7. Bibliografia

AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; GOMES, L. C. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. EDUEM ed. [s.l.: s.n.].

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária – INSTRUÇÃO NORMATIVA - IN Nº 160, DE 1º DE JULHO DE 2022 (Publicada no DOU nº 126, de 6 de julho de 2022) Estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, 2022.

Recentemente, um estudo realizado pela Fiocruz, em parceria com a UFRJ, divulgou resultados em que foram verificadas altas concentrações (acima dos limites de referência) desses mesmos metais, além do Manganês, no organismo de populações humanas atingidas em Brumadinho, indicando exposição das pessoas a esses metais (FIOCROZ, 2022). Estudos como este reforçam a importância de se investigar as fontes de exposição das pessoas aos metais e metaloides, sendo que o consumo de alimentos contaminados, como os peixes, pode ser uma delas. Os efeitos potencialmente tóxicos desses metais e metaloides a longo prazo para a saúde humana já são conhecidos (VORMITTAG et al., 2017; PEIXOTO et al., 2020). Portanto, é fundamental que as análises de bioacumulação nos peixes sejam aprofundadas e que medidas de remediação aos danos decorrentes das contaminações indicadas sejam adotadas, a fim de reparar os prejuízos causados ao meio ambiente, à saúde, à cultura, à economia e à qualidade de vida das pessoas atingidas pelo rompimento das Regiões 4 e 5.

Diante dos resultados apresentados, é importante salientar a preocupação com a saúde física e mental das pessoas que vivem da pesca e do consumo dos pescados, tanto na Região 4 como na Região 5. Muitas delas dependem da pesca para o sustento próprio e de suas famílias. Isso demonstra a necessidade de se pensarem ações de remediação para esses grupos afetados, buscando a promoção da qualidade de vida nos territórios atingidos por meio da oferta de serviços que amparem a saúde e da garantia de renda da população.

BRITSKI, HERALDO A. Manual de identificação de peixes da Região de Três Marias: com chaves de identificação para os peixes da Bacia do São Francisco. 1986. Volumes 4, 1986, Publicação / CODEVASF.

CEMIG, 2024. UHE Três Marias [HTTPS://WWW.CEMIG.COM.BR/USINA/TRES-MARIAS/](https://www.cemig.com.br/usina/tres-marias/) acesso em 30/07.

CETESB, 2011. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes Líquidos / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

COLLARES-PEREIRA, M. J.; COWX I. G. The role of catchment scale environmental management in freshwater fish conservation Volume 11: 3-4 p 303-312, 2004.

FIOCRUZ, 2022. Programa de Ações Integradas em Saúde de Brumadinho. Projeto Saúde Brumadinho, Resultados da linha de base (2021) . Organizadores: Peixoto sv., Asmus C., Souza MA., Castro CM. Disponível em [HTTPS://www.cpqrr.fiocruz.br/saudebrumadinho/](https://www.cpqrr.fiocruz.br/saudebrumadinho/)

INSTITUTO GUAICUY, 2021. Planilha de dados brutos dos peixes na Bacia do Rio Paraopeba e reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias. Disponível em: <[HTTPS://docs.google.com/spreadsheets/d/1ND3R_kY7aGMvL85t2kgtf94ivl2jx5QR3csd_VsSqiW/edit?gid=126925171#gid=126925171](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ND3R_kY7aGMvL85t2kgtf94ivl2jx5QR3csd_VsSqiW/edit?gid=126925171#gid=126925171)>. Acesso em: 1 ago. 2024.

PEIXOTO, S. V.; ASMUS, C. I. R. F. O desastre de Brumadinho e os possíveis impactos na saúde. *Cienc. Cult.*, São Paulo, v. 72, n. 2, p. 43-46, Apr. 2020.

QUEIROZ HM, NOBREGA GN, FERREIRA TO, ALMEIDA LS, ROMERO TB, SANTAELLA ST, BERNARDINO AF, OTERO XL. The Samarco mine tailing disaster: A possible time-bomb for heavy metals contamination? *Science of The Total Environment*, Volumes 637–638, 2018, Pages 498-50

REID, A.J., CARLSON, A.K., CREED, I.F., ELIASON, E.J., GELL, P.A., JOHNSON, P.T.J., KIDD, K.A., MACCORMACK, T.J., OLDEN, J.D., ORMEROD, S.J., SMOL, J.P., TAYLOR, W.W., TOCKNER, K., VERMAIRE, J.C., DUDGEON, D., COOKE, S.J., 2018. Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biol. Rev.* 94, 849–873. [HTTPS://doi.org/10.1111/brv.12480](https://doi.org/10.1111/brv.12480)

VERGILIO, C.D.S., LACERDA, D., OLIVEIRA, B.C.V.D. ET AL. Metal concentrations and biological effects from one of the largest mining disasters in the world (Brumadinho, Minas Gerais, Brazil). *Sci Rep* 10, 5936 (2020). [HTTPS://doi.org/10.1038/s41598-020-62700-w](https://doi.org/10.1038/s41598-020-62700-w).

VORMITTAG EMPAA, OLIVEIRA MA, RODRIGUES CG, ET AL. Avaliação dos riscos em saúde da população de Barra Longa/MG afetada pelo desastre. São Paulo, SP: Instituto Saúde e Sustentabilidade / Greenpeace (2017).

Isabela Alves Caiafa*
Paula Campos Pereira**
Nathanne Andreane Rosa Costa***
Carla Wstane****

7

Aspectos da situação de saúde e vulnerabilidade social das pessoas atingidas pela barragem da Vale na bacia do Paraopeba, regiões 4 e 5

- * Supervisora territorial da Região 4 no Instituto Guaicuy. Bacharel em Psicologia pela PUC Minas São Gabriel. Especialista em Intervenções Psicossociais no Contexto de Políticas Públicas e pós-graduanda em Gestão de Projetos e Programas Sociais, pela UNA.
- ** Supervisora de Monitoramento, Avaliação e Projetos. Bacharel em Ciências Socioeconômicas pela UFMG.

- *** Bacharel em Serviço Social (Assistente Social) Formada pelo Centro Universitário Estácio da Amazônia - Especialista em Serviço Social em Situações de Desastres e Crimes Ambientais. Faculdade Venda Nova do Imigrante.
- **** Diretora Técnica do Instituto Guaicuy. Bacharel licenciada em Geografia. Especialista em Saberes Ambientais: Gestão das Águas. Mestre em Geografia e Organização do Espaço pela UFMG e Doutora em Geografia: Espaço, Cultura e Linguagens pela UFES.

1. Introdução

Segundo o documento Estratégia Internacional de Redução de Riscos de Desastres, os desastres são eventos que se caracterizam por uma grave interrupção do funcionamento de uma comunidade ou sociedade, resultado da associação entre exposição a uma ameaça, presença de condições de vulnerabilidade e a incapacidade dos grupos populacionais/comunidades em lidar com essa situação a partir de seus próprios recursos (UNISDR, 2009).

Em situações de desastre, comunidades têm condições de vida, autonomia e desenvolvimento afetados, podendo levar a diferentes agravos e doenças, a depender do contexto social e econômico dos grupos populacionais atingidos. No caso do rompimento de barragens, as mudanças ambientais e a interrupção da convivência com os cursos d'água impactados alteram a vida das comunidades, produzindo uma interação complexa entre problemas de saúde novos e já existentes, entre doenças infecciosas e doenças crônicas potencializadas pela conjuntura, o que representará uma sobrecarga para as redes locais de atenção à saúde (FREITAS et al., 2019).

Na saúde pública, os desastres provocam impactos que podem ser entendidos como consequências combinadas ou separadas entre si: **(i)** a desfuncionalização do cotidiano local e regional, com perdas e prejuízos de diversos aspectos, juntamente com ampliação de doenças e óbitos; **(ii)** a sobrecarga dos sistemas locais de saúde; **(iii)** a alteração no contexto de produção de risco e de doenças já endêmicas e emergentes, com a sobreposição de risco e dano ambiental e humano no território a curto, médio e longo prazos (FREITAS et al., 2022).

Somada a essas consequências, e ao considerar o conceito ampliado de saúde, que não é apenas a ausência de doenças - significa que a saúde está relacionada a determinantes sociais como trabalho, renda, habitação, alimentação, lazer e cultura, acesso à terra, aos serviços de saúde, transporte, meio ambiente, saneamento básico, dentre outros (BRASIL, 1987, p.382) -, podemos afirmar que a saúde das populações atingidas pelo rompimento da barragem no Córrego do Feijão, que atingiu toda a Bacia do Paraopeba e o Lago de Três Marias, foi profundamente afetada pelo desastre-crime.

Após a ocorrência de desastres que impactam o ecossistema, pode-se aumentar o risco de infecções transmissíveis devido à alteração dos ciclos de vetores e ao deslocamento de hospedeiros, sendo o deslocamento considerado como o principal fator de risco para a suscetibilidade a algumas dessas doenças (NOMURA et al., 2016; KARIO; MCEWEN. PICKERING, 2003).

A literatura científica indica que pode haver mudanças no perfil de morbimortalidade entre as populações afetadas por desastres, com aumento

da prevalência de doenças crônicas e agudização das doenças já instaladas. Trabalhos também descrevem o comprometimento da saúde mental, caracterizado pelo aumento da incidência de depressão e suicídio, do consumo de bebidas alcoólicas e outras drogas, bem como da violência nas comunidades atingidas pelos desastres (MORITA et al., 2015; GOUWELDOOS et al., 2014; SVENDSEN et al., 2012). A ocorrência desses eventos está relacionada ao processo de perda de familiares e entes queridos, além da ruptura brusca nos processos sociais, econômicos e identitários (FREITAS et al., 2019).

Geógrafos e epidemiologistas trazem o conceito de vulnerabilidade como condição multifatorial, transitório e em construção dinâmica e permanente. Para Marandola e Hogan (2005), é importante distinguir o conceito de risco como um perigo específico, ou seja, “fato físico, concreto (inundação, contaminação, seca) e vulnerabilidade como condição que incorpora as condições sociais e econômicas que predispõem certos indivíduos ou grupos a uma maior ou menor susceptibilidade ao perigo” (MARANDOLA e HOGAN, 2005).

O desastre/crime da Vale na bacia do Paraopeba articula esses dois conceitos de forma peculiar, visto que impõe riscos físicos – inundações e destruição material e de vidas humanas e silvestres, pela lama tóxica e contaminação ambiental – e que acionou gatilhos múltiplos e variados de vulnerabilidades a grupos populacionais também diversos, trazendo à tona os processos de desigualdades sociais e iniquidades em saúde de grupos populacionais – ribeirinhos, quilombolas, indígenas, pequenos produtores rurais, dentre outros – historicamente marginalizados.

Nesse contexto, a vulnerabilidade social e de saúde determinada na relação indivíduo-sociedade-ambiente aponta para condições estruturais de sociedades marcadas por desigualdades sociais em permanente transformação, pois determinadas por condicionantes econômicos, sociais e políticos que se relacionam diretamente à deterioração de direitos sociais e civis, à falta de acesso aos serviços públicos e à ausência de suportes de proteção social, resultando na fragilização da condição de vida e cidadania.

O pano de fundo para a discussão e o enfrentamento das vulnerabilidades à saúde e à proteção social passa, portanto, pelo imperativo de considerar a vulnerabilidade em seu conceito multifatorial e multidimensional que afeta a vida cotidiana de grupos populacionais em processo de desigualdades sociais, cujos impactos decorrentes do desastre/crime promoveram interações sinérgicas e sistêmicas, a depender da exposição aos diversos eventos agravantes das condições sociais estruturais.

No âmbito da proteção social e da saúde, as vulnerabilidades convergentes e simultâneas foram potencializadas pela tríade perversa do desastre/crime- crise sanitária- crise econômica. Tal dinâmica é apresentada pelos determinantes sociais de saúde (DSS), mostrados a seguir.

No contexto do rompimento da barragem da Vale S.A, foi definido pelas instituições de justiça competentes a contratação de entidades sem fins lucrativos para a prestação de assessoria técnica independente às pessoas atingidas. No processo decorrente, o Instituto Guaicuy foi eleito, em 2019, pelas pessoas atingidas dos municípios de Pompéu e Curvelo (Região 4) e Felixlândia, Três Marias, São Gonçalo do Abaeté, Martinho Campos, Morada Nova de Minas, Biquinhas, Paineiras e Abaeté (Região 5)

como Assessoria Técnica Independente (ATI). A ATI tem o objetivo de garantir, de forma multidisciplinar, o direito à informação, inclusive técnica, às pessoas atingidas, assegurando sua participação informada nos processos de reparação integral. O escopo das atividades de uma ATI depende do dano causado e do contexto socioeconômico da comunidade afetada. As principais demandas da Assessoria Técnica Independente são o diagnóstico de danos socioambientais, econômicos e de saúde (entre outros); a realização do acolhimento psicossocial; o apoio jurídico para esclarecimento de dúvidas e informações do processo; a emissão de pareceres técnicos e legais para as Instituições de Justiça e o acompanhamento do processo de reparação integral.

O presente capítulo se subdivide em 02 seções. Na primeira, são apresentados o escopo inicial de trabalho da coordenação de Saúde e Assistência Social da Assessoria Técnica Independente - ATI, realizada pelo Instituto Guaicuy - IG nas regiões 4 e 5 da bacia do Paraopeba. Na segunda seção, na qual nos deteremos em alguns aprofundamentos que consideramos pertinentes, o objetivo é apresentar as metodologias utilizadas para acolher as pessoas atingidas e realizar o levantamento de danos sofridos nesse recorte de relação com a saúde e a assistência social.

2. O escopo de trabalho da ATI e a coordenação de saúde e assistência social

Nesta seção apresentaremos o trabalho realizado pela Coordenação de Saúde e Assistência Social (SAS) na Assessoria Técnica Independente Instituto Guaicuy (ATI). Nele, serão evidenciados os dados coletados nos acolhimentos e na Pesquisa Saúde realizados nas regiões 4 e 5, bem

como o processo de construção e consolidação do trabalho da SAS em busca da garantia do acesso a direitos sociais, de saúde e participação informada no processo de reparação para as pessoas atingidas.

O trabalho da SAS foi balizado a partir da expertise do Sistema Único de Saúde - SUS, ou seja, a construção e o fortalecimento da autonomia das pessoas atingidas, a principiar da escuta qualificada e de livre demanda. Tal escuta permitiu a identificação de danos individuais e coletivos, principalmente aqueles relacionados à saúde e à qualidade de vida, e propiciou importantes reflexões a respeito da reparação integral. As atividades da ATI no território buscaram compreender as demandas localizadas para executar o mapeamento, registro e inserção nos fluxos de demandas estabelecidos no processo de reparação. Para isso, foi importante a construção de fluxos, documentos orientadores e um processo de articulação institucional que teve por objetivo construir o mapeamento da rede e estabelecer parcerias com poder público municipal, visando facilitar o acesso das pessoas atingidas aos serviços básicos de saúde e assistência social.

O trabalho da SAS se estruturou a partir dos seguintes eixos: acolhimento psicossocial; trabalho em redes; atividades coletivas e realização de Análise da Situação em Saúde – a Pesquisa Saúde. Tais eixos tiveram como base o conceito amplo e complexo de saúde e qualidade de vida, e buscaram estabelecer uma relação de confiança e segurança entre a equipe e as pessoas atingidas que permitisse o levantamento de danos, o encaminhamento para as redes e, sobretudo, a construção do caminho para a reparação integral.

Nesse contexto, o caráter do acolhimento das pessoas atingidas comporta um fazer intersetorial e interdisciplinar, desburocratizado e humanizado, integrando e compartilhando atividades e seus resultados, reduzindo os riscos de novos danos aos grupos de pessoas atingidas. O acolhimento é um momento de escuta e de diálogo, onde e quando os sujeitos demandarem, ou seja, ocorrerá na Visita Domiciliar, na Busca Ativa, nos encontros formais, entrevistas, atendimentos, nos pontos de encontro de vizinhos, nas escolas, nas orientações jurídicas ou sociais e em atividades coletivas. É uma oportunidade de proximidade entre a Assessoria e as pessoas atingidas, dialogando histórias, subjetividades e experiências prévias e posteriores ao rompimento da barragem.

3. Metodologia de levantamento de dados

Para discutir os aspectos da situação de saúde e vulnerabilidade social das pessoas atingidas nas regiões 4 e 5 da Bacia do Paraopeba, serão apresentados os dados referentes aos acolhimentos psicossociais realizados pela equipe da Coordenação de Saúde e Assistência Social entre junho de 2020 e março de 2023, e serão apresentados os resultados da Análise de Situação em Saúde – ASIS (nomeada Pesquisa Saúde) realizada nas regiões 4 e 5 de 1º a 12 de novembro de 2021.

Os métodos de análise adotados para a concretização da pesquisa em saúde e do acolhimento foram definidores para a compreensão dos impactos sociais, culturais, comunitários e de saúde das pessoas atingidas após o rompimento, a partir dos diálogos foi possível dimensionar os danos a partir das histórias das pessoas. Podemos destacar a importância dos estudos, pesquisas e acolhimentos realizados com as famílias que estão

nos territórios das Regiões 4 e 5, pois, a partir deles, buscamos construir planos de ação para uma intervenção assertiva, bem como a potencialização de autonomia e controle social das pessoas no processo de reparação.

3.1 Acolhimento Psicossocial

O acolhimento psicossocial é braço operacional e metodológico do acolhimento geral da Assessoria Técnica Independente e também compõe a rede de relações construída entre a ATI e as pessoas atingidas, criando vínculos, corresponsabilização, autonomia e empatia. Conforme os Planos de Trabalho iniciais para atuação nas regiões 4 e 5, o acolhimento psicossocial foi realizado por profissionais da Psicologia, Serviço Social e Enfermagem. Os acolhimentos se deram de forma itinerante, a partir das Unidades Móveis, numa estratégia para garantir o acesso à informação àqueles que não conseguiam sair de sua comunidade, ampliando o território atendido, bem como nas Casas de Acolhimento em Cachoeira do Choro e nas sedes do Instituto Guaicuy localizadas em Pompéu, Felixlândia e Morada Nova de Minas, visando a proximidade dos locais de moradia dos atingidos e atingidas e das redes de serviços dos municípios.

As equipes realizaram ações/atividades de identificação e acolhimento de demandas psicossociais; escuta e abordagens coletivas, abordagem e encaminhamento de famílias/pessoas em situação de risco social e pessoal; encaminhamento responsável para rede de serviços de Saúde, Educação e Socioassistenciais; visitas domiciliares e busca ativa, construção de subsídios para acompanhamento e monitoramento das políticas públicas; reconhecimento territorial e produção de informações e dados para a composição da matriz de danos destinada à reparação integral.

O acolhimento psicossocial é uma ação de escuta e diálogo com as pessoas atingidas sobre as diversas manifestações de sofrimento psíquico, decorrentes dos impactos em suas vidas. É um espaço que busca dar visibilidade às questões singulares de cada pessoa atingida, considerando que cada história, com seus atravessamentos dolorosos impetrados pelo desastre, é única, e merece lugar na construção para subsidiar a matriz de reparação. Essa ação tem como fundamento o destaque à palavra, que promove a possibilidade de organizar e ampliar os sentidos sobre as vulnerabilidades vivenciadas e construir conjuntamente encaminhamentos para a rede de serviços.

O acolhimento psicossocial é uma ação diretamente vinculada à autonomia e participação da pessoa atingida na criação de redes de corresponsabilidade que buscam a melhoria da qualidade de vida. O exercício constante da equipe é considerar que a oferta é de uma presença viva, mesmo distante fisicamente, que acredita e respeita no saber, no jeito de fazer e viver de quem está sendo convidado a falar.

Outro ponto que também se conecta com as orientações para o trabalho em campo são as articulações e encaminhamentos internos e com a rede de serviços públicos municipais e estaduais, que são desdobramentos que podem ocorrer a partir de necessidades e demandas surgidas no acolhimento psicossocial, bem como potencializar o controle social a partir da participação nos espaços de discussão sobre políticas públicas. Salienta-se que o acolhimento psicossocial não é atividade restrita aos profissionais de saúde. A proposta consiste em proporcionar visibilidade das demandas dos atingidos pós-desastre da Vale e proporcionar possibilidades de redução de sofrimentos, visando à construção e/ou

fortalecimento de laços com a rede de serviços de saúde e socioassistencial dos municípios.

A interdisciplinaridade garantiu um olhar para o todo, ou seja, além dos profissionais da saúde, contamos com equipe dos Direitos das Pessoas Atingidas e de Ciências Agrárias, o que proporcionou um acolhimento integral e propositivo, fomentando a participação informada das pessoas atingidas no processo de reparação. Ressalte-se os dados coletados por esses profissionais apoiaram a construção donexo de causalidade dos danos com o processo do rompimento da barragem da Vale. acolhimento foram registrados em sistema interno, chamado Sistema de Gestão de Demandas de Atingidos - SIGDA, subsidia dados para o Dashboard da Saúde e, somados a outras fontes de dados primários levantados pelo Guaicuy, ensejam a leitura sobre a situação de saúde das pessoas atingidas.

Dentre as bases levantadas nos acolhimentos realizados entre agosto de 2020 e março de 2023, destacam-se: insegurança alimentar, dano à saúde física e mental, aumento de gastos com saúde, dificuldade no acesso aos serviços públicos, (quando relatada, esta última apresentava ligação com o processo de atingimento). Tratando da insegurança alimentar, destacamos a falta de acesso à água potável de qualidade, bem como a diminuição do consumo de peixe pelas famílias atingidas, danos com mais capilaridade no território segundo os relatos.

Ainda sobre os danos, destacamos a situação de saúde das pessoas atingidas, que em suas narrativas trazem a potencialização de doenças preexistentes - diabetes, hipertensão e dermatites -, bem como o surgimento de novas doenças físicas, como por exemplo as gastrointestinais.

Além disso, a saúde mental perpassa o dia a dia das pessoas, uma vez que o aumento de depressão, de ansiedade e de consumo de remédios, segundo as descrições, vem após o rompimento da barragem da Vale.

**Figura 1 –
Acesso ao Dashboard**

Fonte: Instituto Guaicuy,
2024



Dados de saúde
sistemizados

Visto isso, a elevação de gastos com saúde e a desvalorização do peixe potencializam a situação em saúde das pessoas atingidas, pois elas vivem em uma situação socioeconômica de vulnerabilidade. Acesse os dados coletados no QRcode ao lado.

3.2 Pesquisa Saúde e Devolutivas

A Pesquisa Saúde teve um caráter investigativo do fenômeno social, no qual é possível apurar informações aprofundadas e detalhadas sobre a situação de saúde física e mental da população estudada, bem como a política pública de saúde ofertada às comunidades atingidas. No contexto das regiões 4 e 5, a pesquisa foi realizada em 10 municípios: Pompéu, Curvelo, São Gonçalo do Abaeté, Felixlândia, Morada Nova de Minas, Biquinhas, Paineiras, Martinho Campos, Abaeté e Três Marias.

Foi utilizada como referência metodológica e conceitual a Análise da Situação em Saúde (ASIS), que consiste na identificação de problemas que convergem em uma situação determinante, ou seja:

“(...) é uma metodologia de análise, na qual o observador tem a intenção de definir a realidade de um determinado espaço populacional, partindo dos problemas identificados para posteriormente analisar seus determinantes sociais, econômicos, biológicos, ambientais ou ecológicos e de serviços de saúde, levando em conta a perspectiva dos atores sociais para definir com eles prioridades comuns”. (BRASIL, 2015, p. 11)

É consenso que o uso crítico e estratégico da análise da situação de saúde tem explícito comprometimento com a melhoria da qualidade da intervenção, facilita a identificação de necessidades e prioridades em saúde e retroalimenta os sistemas de atenção à saúde, assim como permite o monitoramento da efetividade das intervenções, entre outras finalidades (BRASIL, 2015).

Como estratégia metodológica, optou-se por uma visão ampliada da situação de saúde, contemplando dados primários e secundários. Os dados secundários compreendem, principalmente, elementos quantitativos oriundos de bases de dados nacionais e daquelas existentes nos municípios, que trazem informações capazes de identificar o aumento das demandas em saúde e a sobrecarga dos serviços de decorrente dos impactos do desastre nas regiões estudadas, assim como indicar os danos e agravos à saúde da população atingida (FREITAS et al, 2019; PEIXOTO; ASMUS, 2020). Os dados primários foram coletados a partir das informações procedentes das entrevistas com diferentes sujeitos sociais, dentre eles as pessoas atingidas, gestores municipais de saúde e profissionais de saúde, com o objetivo de identificar as seguintes dimensões: i) a realidade da população atingida pelo rompimento da barragem, como por exemplo, os problemas e agravamentos na saúde; e ii) as necessidades dessa população, as quais podem ser expressas em termos de demandas por serviços públicos na atenção primária.

A Pesquisa Saúde se consolidou como importante estratégia, no âmbito do trabalho da Assessoria Técnica Independente (ATI), para o conhecimento e dimensionamento dos danos e agravos à saúde decorrentes do desastre, e teve como um de seus objetivos incluir na discussão sobre a reparação integral a garantia de ações de promoção, prevenção,

tratamento, cura e reabilitação dos agravos de saúde da população atingida pelo rompimento da barragem.

Ainda no que se refere às estratégias metodológicas adotadas, cabe descrever os componentes quantitativos e qualitativos utilizados. Em termos quantitativos, foram realizadas análises de dados oriundos dos sistemas oficiais de saúde dos municípios, do estado de Minas Gerais e do Brasil. A seleção dos indicadores foi baseada na literatura e teve como eixo estudos realizados sobre impactos à saúde das populações atingidas pós-desastres. A unidade de análise escolhida foi o município – devido ao fato de ser atribuída a ele a gestão de assistência social e de saúde da população –, e o marco temporal se configura no rompimento da barragem, em janeiro de 2019 – ou seja, foram comparadas as situações existentes até 2018 e a existente após 2019.

Em relação ao componente qualitativo, foram realizadas entrevistas de profundidade com três diferentes públicos: gestores municipais de saúde, profissionais de saúde e população atingida. Esse componente se dividiu em três momentos:

-
- I compreensão dos desafios e dilemas enfrentados pelos gestores municipais de saúde das regiões 4 e 5, no contexto do desastre;
-
- II identificação e entendimento dos impactos sobre a rotina e o trabalho dos profissionais de saúde que atendem a população atingida;
-
- III aprofundamento em detalhes nos elementos que compõem o quadro gerado pelo desastre através dos depoimentos da população atingida.
-

Para apresentar o levantamento desses dados, foram construídos três relatórios parciais, a saber:

- ▶ Relatório dos resultados parciais da análise de situação de saúde da população atingida: Dados Secundários;
- ▶ Relatório dos resultados parciais da análise de situação de saúde da população atingida: Entrevistas com gestores municipais de saúde e profissionais de saúde;
- ▶ Relatório dos resultados parciais da análise de situação de saúde da população atingida: Entrevistas com a população atingida.

O detalhamento dos componentes quantitativos e qualitativos, bem como os dados utilizados, estão descritos nos relatórios finais da Pesquisa Saúde, disponibilizados no site do Instituto Guaicuy, em aba específica para divulgação dos bancos de dados da instituição¹.

Figura 2 – Acesso à Pesquisa Saúde

Fonte: Instituto Guaicuy, 2024



Pesquisas da saúde

3.2.1 Aspectos sociais, econômicos e ambientais

Em relação às principais consequências e implicações do rompimento da barragem, a partir da análise dos dados quantitativos e qualitativos, foi possível identificar danos que se referem aos aspectos sociais, econômicos e ambientais, além dos relacionados à situação de saúde da população atingida e ao acesso aos serviços de saúde. Ressalta-se que o estudo foi realizado em meio à pandemia de COVID-19, o que agravou os diversos impactos do rompimento da barragem devido à crise sanitária e econômica que se instalou no país.

1 Banco de Dados - relatórios de saúde: <https://guaicuy.org.br/ati/ati-paraopeba/banco-de-dados/relatorios-de-saude/>

É importante ressaltar que a lama tóxica advinda do rompimento da barragem atingiu o Rio Paraopeba e afetou 26 municípios, causando prejuízos distintos para as pessoas que vivem em cada um deles. Nas regiões 4 e 5, o rompimento da barragem impactou significativamente as relações familiares e comunitárias das populações atingidas, já que estas mantinham uma relação direta com o Rio Paraopeba, abruptamente alterada após o desastre. As pessoas atingidas perderam a condição de utilizar o rio como espaço principal de lazer, e muitos tiveram a convivência familiar prejudicada com o afastamento de parentes e amigos que frequentavam a região para compartilhar descanso e lazer.

O que pôde ser visto neste desastre-crime são pessoas que perderam laços culturais, a noção de vizinhança, o pertencimento a uma história e a um ambiente que molda seu modo de viver. Perderam fontes de lazer, renda e trabalho acumuladas no curso de suas vidas. Passaram a conviver com condições incertas com relação ao futuro, vendo seu ambiente sociocultural modificado e suas relações interpessoais afetadas.

Outros impactos relevantes relacionados ao rompimento e à saúde das pessoas atingidas se referem à violência e ao estigma e discriminação vivenciados por elas. O fenômeno da violência em situações de desastres se mostra como uma questão real e de potencial ameaça permanente e contínua às pessoas e territórios atingidos. É fato que, quanto mais tempo demora a implementação de medidas de resposta e recuperação nas áreas afetadas, maior o risco de que ocorram violações dos direitos humanos (Furtado e Silva, 2014).

Foi observado um aumento na média móvel² de casos de violência notificados nos municípios de Felixlândia (**25%**), Três Marias (**25%**), Pompéu (**18%**), Morada Nova de Minas (**7%**) e Curvelo (**2%**), principalmente as violências doméstica e autoprovocada. Além disso, as pessoas atingidas entrevistadas relataram aumento de conflitos conjugais nas comunidades após o rompimento, devido à participação das mulheres na luta pela reparação e/ou às perdas de renda sofridas pelas famílias, entre outros danos. Relataram também aumento dos conflitos na comunidade após o rompimento, especialmente na região 4, motivados pela distribuição desigual, feita pela Vale S.A, do pagamento emergencial, de água e ração animal.

Para além da violência propriamente dita, a contaminação do rio Parapeba contribuiu para a estigmatização das comunidades e pessoas atingidas, o que significa que elas passaram a ser socialmente depreciadas, evitadas e/ou afastadas (GOFFMAN, 1988) por turistas, familiares e demais grupos sociais que, outrora, antes do rompimento, faziam parte do convívio social e das atividades de trabalho e renda nesses territórios. Pessoas atingidas das regiões 4 e 5 narram a estigmatização pela suposta contaminação do peixe para consumo, o pré-julgamento de consumidores e a perda de vendas por conta disso.

Nessa mesma direção, outro importante impacto identificado e compreendido na Pesquisa Saúde se refere ao trabalho e renda: a contaminação da água afetou as principais atividades de trabalho e renda das populações das regiões 4 e 5, como o comércio de produtos da pesca, o

.....
2 Comparação entre a média de casos de 2016 a 2018, ou seja antes do rompimento, com a média de 2017 a 2019, após o rompimento.

plântio, as produções caseiras, a criação e o abate de animais, o turismo e a comercialização de produtos caseiros. A maioria das pessoas entrevistadas alegou ter sofrido alteração na renda familiar, tanto pela queda e/ou interrupção da produção e da qualidade da pesca como no turismo e em outras atividades. Estudo que resgatou a história dos rompimentos de barragens de mineração no Brasil cita diversos municípios de Minas Gerais acometidos por tragédias, tais como Itabirito, Nova Lima, Miraf e, em destaque, menciona o rompimento ocorrido em Mariana, observou que, apesar de os desdobramentos serem peculiares em cada cenário, os impactos na vida profissional da população atingida são ainda mais graves quando o sistema econômico é pouco diversificado (LACAZ; PORTO; PINHEIRO, 2017), como é o caso das comunidades das regiões 4 e 5.

Constataram-se, então, nessa perspectiva de trabalho e renda, grandes prejuízos aos moradores das áreas atingidas a partir dos diversos relatos de perdas, sem previsão e garantia de reparação. Pelo contrário, a população tem enfrentado outros desafios em relação aos gastos com a saúde, de forma progressiva.

Essa realidade de precarização e/ou interrupção das condições de reprodução da vida social e econômica favorece o desenvolvimento de estratégias de sobrevivência e trabalho envolvendo todos os familiares. Assim, o núcleo familiar mobiliza não somente os adultos, mas também os idosos, as crianças e os adolescentes em atividades produtivas (CRUZ; ASSUNÇÃO, 2008).

Diante das alterações ocupacionais e de renda observadas, foi verificada a mudança de rotina familiar, quando outros membros familiares

começaram a aparecer também como auxiliares no sustento da casa, incluindo crianças e adolescentes. Apesar de a maioria das pessoas atingidas entrevistadas terem respondido que não notaram aumento de trabalhos desenvolvidos por crianças e adolescentes, alguns depoimentos relatam o aumento dessa prática. Nesse aspecto é importante considerar a negação de ocorrência do trabalho infantil, por se tratar de uma prática ilegal, conforme preconizado no Estatuto da Criança e do Adolescente.

Estudos mostram a inserção e/ou intensificação do trabalho infantil em situações de crises sociais e familiares, sendo mais recorrentes em contextos de desigualdades sociais, embora motivações de cunho educativo, disciplinares e culturais ainda mobilizem os pais e responsáveis para a inserção precoce de seus filhos no mundo do trabalho (CRUZ; ASSUNÇÃO, 2008). Os impactos do rompimento da barragem sobre os grupos populacionais vulneráveis ainda são invisibilizados, como ocorre com o fenômeno do trabalho precoce e seus efeitos sobre a infância e a vida adulta. Muitos desses efeitos só serão revelados futuramente, carecendo de estudos e de vigilância em saúde para identificação e dimensionamento dos danos aos projetos de vida e à saúde de todas as pessoas atingidas.

Por fim, também foram identificados e estudados os impactos trazidos pelo rompimento da barragem sobre a segurança alimentar e nutricional das pessoas atingidas nas regiões 4 e 5. A Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) é a garantia de acesso a alimentos, levando em consideração a quantidade adequada e a qualidade, de forma ainda que não comprometa a satisfação de outras necessidades também cruciais. A

base são as práticas de alimentação que promovem a saúde, conforme Art. 3º da Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006, eis que a alimentação adequada é um direito fundamental do ser humano, inerente à dignidade da pessoa humana e incluído na Constituição Brasileira.

Grande parte da população atingida entrevistada relatou mudanças na alimentação após o rompimento, principalmente devido à interrupção do consumo de peixes. Também relataram aumento de despesas com alimentação e diminuição do consumo de alimentos que eram fornecidos por produtores locais antes do rompimento. Devido à interrupção da atividade pesqueira, da criação de animais e do cultivo, os danos observados sobre a atividade econômica nessas comunidades impactam na quantidade e na qualidade alimentar das pessoas atingidas, situação que se agrava devido ao encarecimento da alimentação ocasionado pelo desastre. Cabe ressaltar que os danos à segurança alimentar e nutricional também estão relacionados ao sofrimento psicossocial decorrente dos impactos do rompimento, tema trazido pelas pessoas atingidas durante as entrevistas.

Ademais, como grande parte das pessoas entrevistadas já se encontrava em situação de vulnerabilidade antes mesmo do rompimento, os impactos da tragédia agravaram essa condição, colocando algumas pessoas atingidas na condição de extrema vulnerabilidade. Com a falta de oportunidades, emprego e renda, associada à morosidade dos processos judiciais para a reparação integral, as pessoas atingidas relataram que muitas vezes não tinham outra possibilidade a não ser consumir o peixe que vem do rio ou da represa, mesmo com a incerteza quanto à contaminação e dos possíveis impactos na saúde devido a esse consumo.

Para além dos riscos de uma possível contaminação, os primeiros três anos de vida humana são essenciais para intervenções que garantam nutrição e desenvolvimento saudáveis a todo o ciclo de vida. Profissionais de saúde entrevistados relataram que foram observadas, durante as consultas de puericultura após o rompimento, alterações nas condições nutricionais e alimentares, com impacto no desenvolvimento infantil, abrangendo casos de desnutrição, desidratação e até internações. Foi relatado ainda o impacto do rompimento no padrão nutricional da população atingida que praticava a pesca como trabalho e para consumo.

Diante do exposto, é perceptível que o contexto alimentar e nutricional das famílias atingidas, gerado pelo rompimento da barragem, acarretou a perda da segurança alimentar e nutricional dessa população, sobretudo pela destruição das hortas caseiras e contaminação do rio Paraopeba e do lago da Represa de Três Marias, fontes de fornecimento de peixes e de irrigação.

3.2.2 Situação de saúde

A Pesquisa saúde, utilizando dados primários e secundários, traz informações que são particulares sobre a situação de saúde de cada um dos 10 municípios entrevistados. Isso porque, de acordo com a avaliação de gestores, profissionais e de pessoas atingidas, os impactos foram vivenciados, presenciados e registrados de maneiras diferentes.

No entanto, mesmo com suas especificidades de alcance e qualidade de acesso aos serviços, os dados das regiões 04 e 05 apresentam similaridades. Houve aumento de demanda seja pelo surgimento de doenças como dermatites, que foram e ainda são a maior razão de busca por

serviços de saúde, pela sua característica física, passível de diagnóstico e pelo alto incômodo causado às pessoas, que ao terem contato com a água do rio ou de poços, no pós-rompimento, passaram a manifestar sintomas, seja para demandas de acesso aos registros nas unidades de saúde, que diz respeito à necessidade de comprovação de residência nas comunidades atingidas para acesso às medidas da reparação, como ao auxílio emergencial e ao Programa de Transferência de Renda, o PTR.

Nos municípios das regiões 04 e 05, não houve implementação, pelos setores da saúde municipal, de ações específicas para o suporte assistencial da população atingida. É inexistente a qualificação das iniciativas de atendimento, o que permitiria identificar os danos à saúde física e mental decorrentes de desastres, tanto pelo poder público quanto pela empresa causadora do dano, ensejando a promoção de melhorias de bem-estar social e assegurando a reparação, a mitigação e a compensação da população atingida. Logo, em alguns municípios as informações que são obtidas via gestores e profissionais, se comparadas às entrevistas das pessoas atingidas, são contraditórias, pois existe uma demanda que sequer chega ao conhecimento do poder público, pela dificuldade histórica de acesso a serviços básicos, como de saúde e assistência social, das populações que vivem em comunidades rurais.

No entanto, a metodologia ASIS possibilita acessar e comparar os dados primários aos secundários e, de forma geral, os dados apontam para a identificação de danos à saúde, com o aumento de demandas e indicadores de surgimento e agravamento de adoecimentos - saúdes física e mental - e na identificação de alterações no consumo de álcool e outras drogas.

Retomando o conceito amplo da Organização Mundial de Saúde (OMS), que define saúde como um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não somente ausência de doenças físicas e mentais, os danos que foram sofridos pelas pessoas atingidas são sistêmicos, ou seja, impactam na organização social, no desenvolvimento socioeconômico das comunidades e nos vínculos familiares e comunitários, gerando desafios aos equipamentos públicos de saúde e assistência social na identificação de situações que sejam advindas do rompimento da barragem.

“Saúde mental. Entrou perda de renda, perda de economia, comprometimento do núcleo familiar. Então o que a gente mais sentiu foi realmente voltado pra saúde mental, onde os pacientes se desestabilizaram, houve uma mudança brusca de rotina. Alguns tiveram até que fazer mudança de residência. Então o que a gente mais sentiu foi voltado pra saúde mental. Gestora Municipal de Saúde de Pompéu (GM2).” INSTITUTO GUAICUY, 2022.

Alguns danos são desconhecidos e os impactos, de longo prazo, como o aumento no consumo de álcool e outras drogas, bem como as violências decorrentes estados alterados pelo uso e abuso dessas substâncias e de danos como perda de trabalho e renda. Logo, os danos à saúde, sendo sistêmicos, são multicausais e com consequências diversas.

“(...) O maior, que é uma mudança de perfil, porque início né, e é bom levar isso em consideração o que prevalecia era hipertensão e diabetes como as maiores causa de patologia, depois começou a aumentar a questão do câncer e nos últimos anos começou a aumentar o número de distúrbios psicológicos né, as doenças mentais aumentaram muito na zona rural. Eu até fiz um estudo na época lá no município porque tinham um quantitativo muito grande de paciente que vinham pra cá, da zona rural, fazer tratamento no caps dia, isso me chamou muita atenção (...). Profissional de saúde de Curvelo (PS12)” INSTITUTO GUAICUY, 2022.

Após o término da pesquisa e a produção dos relatórios, o Instituto Guai-cuy realizou uma série de devolutivas para os gestores e profissionais de saúde que participaram como respondentes da pesquisa e ampliou

o convite para participação dos demais profissionais, uma vez que, a partir da pesquisa, uma série de sugestões de ações para promoção da saúde e prevenção de agravos foi encaminhada, a saber:

“i. Realização de estudos longitudinais sobre a saúde da população atingida para avaliar as possíveis complicações decorrentes do desastre a médio e longo prazos; ii. Monitoramento da saúde da população ribeirinha, especialmente de grupos vulneráveis como crianças, idosos, gestantes, pessoas com deficiências, pessoas com comorbidades e pescadores. E fortalecimento das políticas de proteção social; iii. Fortalecimento das políticas públicas de atenção básica, psicossocial, assistência farmacêutica e especialmente de vigilância em saúde (epidemiológica, ambiental, sanitária, nutricional). iv. Fomento à participação popular nos Conselhos de Saúde Locais visando a garantia do controle social no SUS e com vistas à reparação integral e mitigação dos danos à saúde da população atingida. v. Qualificação dos serviços públicos de saúde com a oferta de práticas e serviços não medicalizantes, com vistas à promoção da saúde, através da implantação da Política Municipal de Práticas Integrativas e Complementares no SUS, por meio da contratação de profissionais especialistas em práticas como meditação, yoga, tai chi, acupuntura, entre outras. Além disso, iniciativas de fomento para a construção de hortas comunitárias nos territórios e farmácias vivas nas UBSS com assessoria de profissionais especializados;” INSTITUTO GUAICUY, 2022.

Ainda com o intuito de fortalecimentos dos serviços e políticas públicas de saúde, constaram na devolutiva aos municípios as seguintes sugestões:

i. Desenvolver ações de Educação Permanente para [gestores] e profissionais de saúde sobre o tema das emergências e desastres, contemplando os aspectos psicossociais e da saúde mental, utilizando a vasta bibliografia e estudos sobre esse tema; ii. Considerar os recursos da Educação Popular no SUS para construção de respostas que fortaleçam os laços e a organização social e política das comunidades atingidas, evitando a vitimização e o isolamento; iii. Incluir nos Planos Municipais de Saúde e de Assistência Social o trabalho com as populações em situação de vulnerabilidade para desastres ou atingidas por desastres, considerando a singularidade de cada território e cultura e potencialidades da comunidade, superando as práticas de caráter assistencialista.

A Pesquisa Saúde demonstrou-se como importante levantamento de dados a contribuir para a construção de um documento de luta, fornecido às pessoas atingidas como ferramenta na busca por direitos na

reparação de seus danos individuais, seja via liquidação de danos, dentro do processo coletivo, seja pela via de processos individuais.

4. Considerações finais

Este capítulo apresentou o levantamento e os estudos dos principais danos vivenciados pelas pessoas atingidas nos municípios de Pompéu, Curvelo, Felixlândia, Três Marias, São Gonçalo do Abaeté, Martinho Campos, Morada Nova de Minas, Biquinhas, Paineiras e Abaeté. Vale destacar que, embora as informações coletadas sejam importantes, elas não são conclusivas, o que nos instiga ao aprofundamento sobre subjetividades e desafios vivenciados pelas pessoas no contexto de atingimento.

É importante que tenhamos atenção para o fato que saúde não está ligada somente à situação de

doença. Os contextos de vulnerabilidade social, de insegurança alimentar e da falta de acesso a serviços básicos foram citados de forma recorrente no levantamento de dados e na pesquisa em saúde, pois estes aumentaram significativamente após o rompimento e interferem na dinâmica do cuidado, da proteção e da vivência das pessoas com seus territórios. Visto isso, esses dados podem subsidiar o aprofundamento dos debates e construções para intervenções referente à saúde das pessoas atingidas que estão na lida e na luta diária pela garantia do direito à saúde e à reparação integral.

Referências

BRASIL. 8ª Conferência Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. Anais, p. 430. Brasília, 1987. Disponível em [HTTP://www.ccs.saude.gov.br/cns/pdfs/8conferencia/8conf_nac_anais.pdf](http://www.ccs.saude.gov.br/cns/pdfs/8conferencia/8conf_nac_anais.pdf).

BRASIL. Conselho Nacional de Secretários de Saúde. A Atenção Primária e as Redes de Atenção à Saúde. Brasília: CONASS, 2015.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Portaria MS n.º 518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005.

CRUZ, Maria Núbia Alves; ASSUNÇÃO, Ada Ávila. Estrutura e organização do trabalho infantil em situação de rua em Belo Horizonte, MG, Brasil. Saúde Sociedade. São Paulo, v.17, n.1, p.131-142, 2008.

FREITAS, C. M. et al. Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva. Cad. Saúde Pública, vol.35, n 05. Rio de Janeiro, 20 de maio de 2019.

FURTADO Janaína R.; SILVA, Marcela S. Proteção aos direitos humanos das pessoas afetadas por desastres. Pesquisas sobre Desastres. Proteção aos direitos humanos das pessoas afetadas por desastres. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Centro Universitário de Estudos e / J – Florianópolis: CEPED/UFSC, 2014.

GOFFMAN, Erving. Estigma: notas sobre a manipulação da identidade deteriorada. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1988

GOUWELOOS, J.; DUCKERS, M.; TE BRAKE, H.; KLEBER, R.; DROGENDIJK, A. Psychosocial care to affected citizens and communities in case of CBRN incidents: a systematic review. Environment International, v. 72, pg. 46-65, 2014.

INSTITUTO GUAICUY. 2022. Análises de solos das regiões 4 e 5, após o rompimento da Barragem B1 : Mina Córrego do Feijão, da empresa Vale S/A. Belo Horizonte : Guaicuy. 2022. 54 p.

INSTITUTO GUAICUY. Relatório Final Técnico da Análise da Situação de Saúde da População Atingida - Área 4. Belo Horizonte: Guaicuy. 2022 150 p. : il

INSTITUTO GUAICUY. Relatório Final Técnico da Análise da Situação de Saúde da População Atingida - Área 5. Belo Horizonte: Guaicuy. 2022 224 p. : il

LACAZ, F. A. DE C.; PORTO, M. F. DE S.; PINHEIRO, T. M. M. Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 42, n. 0, p. 1–12, 2017.

MARANDOLA, Jr., E.; HOGAN, D. J. (2005). Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia. *Revista Brasileira De Estudos De População*, 22(1), 29–53. Recuperado de [HTTPS://www.rebep.org.br/revista/article/view/253](https://www.rebep.org.br/revista/article/view/253)

MORITA, T.; TANIMOTO, T.; HORI, A.; KANAZAWA, Y. Alcohol use disorder due to social isolation after a nuclear disaster in Fukushima. *BMJ Case Rep*, 2015.

NOMURA, S.; BLANGIARDO, M.; TSUBOKURA, M.; OZAKI, A.; MORITA, T.; HODGSON, S. Postnuclear disaster evacuation and chronic health in adults in Fukushima, Japan: A long-term retrospective analysis. *BMJ Open*, v. 6, n. 2, 2016.

PEIXOTO, Sérgio Viana; ASMUS, Carmen Ildes R. F. O desastre de Brumadinho e os possíveis impactos na saúde. *Cienc. Cult.*, São Paulo , v. 72, n. 2, p. 43-46, abr. 2020. Disponível em: [HTTP://dx.doi.org/10.21800/2317-66602020000200012](http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602020000200012). acesso em 22 out. 2021.

SVENDSEN, E.; RUNKLE, J.; DHARRA, V.; LIN, S.; MOUSSEAU, T.; BENNETT, C. Epidemiologic Lessons Learned from Environmental Public Health Disasters: Chernobyl, the World Trade Center, Bhopal, and Graniteville, South Carolina. *International Journal of Environmental Research and Public Health* , v. 9, n.8, p.2894–2909, 2012.

Considerações finais: a vida em suspensão

Marcus Vinicius Polignano*
Carla Wstane**

* Diretor Institucional do Instituto Guaicuy. Médico e professor. Mestre em Epidemiologia e Doutor em Pediatria Social, um dos fundadores do Projeto Manuelzão da UFMG e do Instituto Guaicuy.

** Diretora Técnica do Instituto Guaicuy. Bacharel licenciada em Geografia e Especialista em Saberes Ambientais: Gestão das Águas, ambos pela PUC Minas. Mestre em Geografia e Organização do Espaço pela UFMG e Doutora em Geografia: Espaço, Cultura e Linguagens pela UFES.

Quando olhamos para a história e verificamos tragédias como a do rompimento das barragens da Samarco/BHP/Vale, em Bento Rodrigues (Mariana), na bacia do Rio Doce, e, posteriormente, o rompimento da barragem da Vale no Córrego do Feijão (Brumadinho), na bacia do rio Paraopeba, fica claro que não se trata de fatos ocorridos ao acaso e cujas as consequências são complexas, sistêmicas, afetando de forma permanente os ecossistemas e bacias hidrográficas atingidas e a vida de todos aqueles que habitavam e que continuam vivendo no territórios atingido.

As tragédias-crimes provocadas pela mineração no país não são novidade; existiram desde o Brasil-Colônia. O que se destaca neste momento é que hoje temos eventos de grandes dimensões, pois as atividades ganharam proporções gigantescas à medida que cresceu a busca incessante do lucro em detrimento da segurança de barragens. Em especial em Brumadinho, a morte de 272 joias (vidas) impactou sobremaneira a mídia e a população em geral.

Depois de tantas tragédias-crimes, houve a mobilização de movimentos sociais e do Ministério Público pela aprovação do Projeto da Lei Mar de Lama Nunca Mais, que buscava, entre outros temas, instituir a Política Estadual de Segurança de Barragens (PEAB), proibir barragens a montante e retirar as comunidades das chamadas Zonas de Autossalvamento (ZAS). O projeto foi aprovado na Assembleia Legislativa de Minas Gerais (ALMG) em fevereiro de 2019, poucas semanas depois do desastre-crime de Brumadinho, e tornou-se a Lei Estadual 23.291/2019.

Dois anos depois, dando sequência à conquista de direitos a partir da mobilização social, foi aprovada a Política Estadual dos Atingidos por Barragens (PEAB) - Lei Estadual 23.795/2021. A PEAB garante o direito das pessoas atingidas à Assessoria Técnica Independente (ATI) “escolhida pelos atingidos e a ser custeada pelo empreendedor, para orientá-los no processo de reparação integral”.

Foi em meio a esse cenário de dor, danos e incertezas que o Instituto Guaicuy começou seu trabalho como ATI nas Regiões 4 (municípios de Curvelo e Pompéu) e 5 (Abaeté, Biquinhas, Felixlândia, Martinho Campos, Morada Nova de Minas, Paineiras, São Gonçalo do Abaeté e Três Marias) após um processo de eleição direta que contou com a participação das pessoas atingidas, em julho de 2019, na Região 4, e em agosto do mesmo ano, na Região 5. Os resultados foram homologados pelas Instituições de Justiça (IJS), respectivamente em agosto e setembro de 2019, e apenas em abril de 2020, oito meses depois, já em plena pandemia da Covid 19, as assessorias técnicas independentes eleitas receberam o recurso para iniciar os trabalhos.

O debate sociológico considera aceitável definir um desastre como uma situação de estresse coletivo relacionada a um acontecimento físico perturbador. Tal relação expressaria um colapso da cultura e do modo de vida vigente. Assim, embora os desastres sejam distúrbios graves e multidimensionais na rotina de uma dada coletividade, as explicações em torno dessa situação anormal não deveriam deixar de perscrutar o processo normal que a forjou. Ou seja, entramos num momento da história em que o fator causador já teria provocado seu impacto mais imediato, ao mesmo tempo em que, ao longo da bacia, as pessoas atingidas seguiam sofrendo danos continuados e sistêmicos sem serem reconhecidas como tal.

Neste momento, entramos numa zona de sombreamento. Quando enterrados os que perderam a vida, perde-se o foco sobre aqueles que sobreviveram fisicamente, mas que perderam seu rio, seu sustento, seus animais, as suas perspectivas de vida e a história.

A assessoria técnica “independente” (ATI) entrou no processo para ouvir e elevar a voz das pessoas atingidas para que se ilumine um caminho que vislumbre a reparação “integral”. Ouvindo e produzindo conhecimento das pessoas atingidas e para as pessoas atingidas, foi possível entender que os danos provocados não se reduziram à lama que matou pessoas e animais, mas se aprofundaram nos territórios, produzindo efeitos sistêmicos.

Foram cerca de 12 milhões de metros cúbicos de rejeito de minério que invadiram o rio. A lama tóxica contaminou as águas, depositou-se ao longo de toda a extensão do rio, impactou a biodiversidade aquática.

Assim, como visto nos capítulos anteriores, pescadores ficaram impedidos de pescar, mesmo onde isso foi possível, como na represa de Três Marias. Os preços despencaram e toda a cadeia produtiva da pesca caiu em decadência. Produtores rurais viram suas plantações aniquiladas. Regiões de lazer e turismo perderam as possibilidades econômicas. Animais morreram ou foram vendidos a preços baixos.

A mineradora Vale S.A, ré no processo judicial, tende a reduzir a dimensão dos danos causados, procurando se restringir a uma causalidade imediata, ou seja, à contaminação do rio e a uma possível contaminação das pessoas de forma direta. O critério atual territorial, estabelecido a partir desse entendimento (um quilômetro das margens), não considera as complexidades advindas de um desastre dessa magnitude. Sendo assim, foi fundamental o trabalho da Assessoria Técnica Independente junto às comunidades e pessoas atingidas para a definição de critérios justos e capazes de atender às diversas perdas acumuladas.

Como dito no início deste livro, o rompimento da barragem de rejeitos da mineradora Vale S.A. compromete e desequilibra todos os serviços ambientais que a bacia do Rio Paraopeba oferece. Aprofunda-se a vulnerabilidade social e de saúde, apontando para condições estruturais de sociedades marcadas por desigualdades sociais em permanente transformação, pois são determinadas por condicionantes econômicas, sociais e políticas. Os danos socioambientais, assim como a falta de informação e a vida em suspensão, promovem diversos abalos na saúde física e mental das pessoas atingidas, bem como situações de insegurança alimentar e nutricional.

Trata-se, portanto, de uma condição multifatorial que afeta variadas dimensões da vida cotidiana, com interações sinérgicas, a depender da exposição aos diversos eventos agravantes às condições sociais estruturais. No âmbito da proteção social e cidadania, nas áreas da saúde e da assistência social, as vulnerabilidades são convergentes, por vezes simultâneas, sendo potencializadas em contextos de desastres, epidemias, crises econômicas, exclusão/frágil acesso às políticas públicas, dentre outros.

É preciso buscar, de forma coerente, alinhar conceitualmente com o entendimento de saúde - direito universal e público - não apenas enquanto ausência de doenças, mas um estado de completo bem-estar, associado aos determinantes sociais, neles incluídos os territórios e condições ambientalmente equilibradas e sustentáveis. Esses múltiplos fatores, incidentes nas condições de vida, contribuem para a promoção ou para a deterioração das condições de saúde das pessoas atingidas.

Outro aspecto importante, que precisa de destaque, é a reparação socioambiental e do próprio rio, atingido de morte, extremamente comprometido em todas as funções e atribuições ambientais, o que se reflete na intensidade do comprometimento da biodiversidade aquática, do sedimento contaminado depositado no fundo e remexido nos períodos de chuva que, levado para a superfície, compromete a qualidade da água.

Nesse processo judicial, o ônus da prova é absurdo, pois caberia às pessoas atingidas provarem o grau de contaminação, e isso é bastante complexo. Em algumas situações, conseguimos demonstrar alterações a partir de coletas e análises realizadas nas Regiões 4 e 5. Além da

contaminação de sedimentos, as análises mostraram a presença de metais pesados como foi descrito nos textos anteriores.

No caminho de fabricar esperanças, consideramos uma vitória judicial quando foi encerrado, em agosto de 2024, o julgamento de segunda instância do recurso da Vale S.A., em que a mineradora pedia, entre outras coisas, o sigilo das perícias realizadas pelo Comitê Técnico-Científico da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Deveria ser obrigação a disponibilização adequada das informações para que todos possam ter conhecimento da qualidade da água, do solo, da água dos poços artesianos e da vitalidade dos peixes. Isso é mais uma violação, injustiça que precisaria ser revertida em prol das pessoas atingidas. Entendemos ser muito importante para a pessoa atingida saber de todo processo de contaminação imposto ao rio e a sua biodiversidade, que evidentemente limita e impossibilita a utilização plena das águas do rio para seus múltiplos usos.

Outra vertente da reparação que o Guaicuy está expondo, no sentido de dar transparência a tudo aquilo que conseguimos obter de informação, é a necessidade de que a reparação da natureza, do rio, da diversidade dos peixes se torne uma realidade. Relembrando o Projeto Manuelzão, DNA do Instituto Guaicuy, em que os peixes são os bioindicadores da qualidade da água e da vida em seu entorno, o destino deles prenuncia o nosso.

Em todos os capítulos deste livro, tentamos demonstrar a desconstrução social e ambiental que este desastre-crime causou ao longo de todo o território da bacia do rio Paraopeba, represa de Três Marias

e Rio São Francisco, alguns que foram possíveis mensurar e outros tantos imensuráveis.

Ao longo do processo, todas essas questões foram descritas em relatórios técnicos, estudos, notas técnicas e diversos documentos produzidos pelas Assessorias Técnicas. Neste livro, relatamos os impactos que foram mensurados pelo trabalho de pesquisa da ATI e outros pela ausculta do acolhimento em números demonstrados nos dados disponibilizados.

Construir um processo de entendimento sobre quem são as pessoas atingidas e as consequências para os diferentes grupos sociais foi e é um grande desafio, pois, neste contexto, estamos falando de grupos bem diversos como pescadores, ribeirinhos, pequenos agricultores, moradores de assentamentos, quilombolas, grupos indígenas e outros. Ou seja, conseguir identificar os danos individuais e coletivos em linguagens adequadas de comunicação e de mobilização para grupos tão diversos, em territórios tão extensos, é outra enorme peleja. Adquirir a confiança das pessoas atingidas será sempre uma busca constante num processo que se arrasta judicialmente.

Nesse jogo, as medidas mitigadoras postas em curso procuram cercar-se de competências científicas e métodos que possam subestimar os danos ecológicos e sociais provocados; postergando tanto quanto possível, o pagamento de indenizações e tornando lentas as medidas recuperativas. Espera-se, com essa tática, que o “retorno à normalidade”, no auto-ajustamento das dinâmicas ambientais e dos recursos socioecológicos restantes, faça desaparecer os vestígios mais

comprometedores da tragédia e as alegações correspondentes dos que reivindicam compensações.

Manter viva a luta é o grande repto, pois se aposta no desgaste da luta dos atingidos para aplacar as reivindicações e o direito a uma reparação integral.

De outro lado, um grande problema se refere ao posicionamento da ATI no processo judicial, pois as interveniências se dão unicamente junto às Instituições de Justiça (defensoria pública e promotoria).

Quando mergulhamos no escopo e nas necessidades das pessoas atingidas, percebemos o quanto elas se colocam como emergências e necessárias, e isto nos torna depositários fiéis de demandas que, por vezes, não conseguimos sensibilizar e levar ao processo, muito além do que os planos de trabalho são capazes de elaborar.

Muitas vezes, a tentativa de controle sobre o trabalho das assessorias técnicas independentes impõe limitações e inviabiliza a ampliação do escopo do trabalho, que poderia incidir no processo judicial com resultados de estudos e levantamentos feitos que muito teriam a contribuir na defesa e no debate sobre a reparação integral.

Uma conquista ao longo de toda essa jornada, produzida a partir da luta dos movimentos sociais relacionados aos atingidos por barragens, foi a aprovação no Congresso Nacional de legislação específica para garantir os direitos das pessoas e dos territórios comprometidos pela construção ou rompimento de barragens.

Aqui cabe destacar a Lei Federal Nº 14.755, de 2023, que instituiu a Política Nacional de Direitos das Populações Atingidas por Barragens (PNAB); discriminou os direitos das Populações Atingidas por Barragens; previu o Programa de Direitos das Populações Atingidas por Barragens e estabeleceu regras de responsabilidade social do empreendedor;

Nossa luta é para que possa ser posto em prática o que afirma seu artigo 2º, que reconhece como perdas:

perda da propriedade ou da posse de imóvel; desvalorização de imóveis em decorrência de sua localização próxima ou a jusante dessas estruturas; perda da capacidade produtiva das terras e de elementos naturais da paisagem geradores de renda, direta ou indiretamente, e da parte remanescente de imóvel parcialmente atingido, que afete a renda, a subsistência ou o modo de vida de populações; perda do produto ou de áreas de exercício da atividade pesqueira ou de manejo de recursos naturais; interrupção prolongada ou alteração da qualidade da água que prejudique o abastecimento; perda de fontes de renda e trabalho; mudança de hábitos de populações, bem como perda ou redução de suas atividades econômicas e sujeição a efeitos sociais, culturais e psicológicos negativos devidos à remoção ou à evacuação em situações de emergência; alteração no modo de vida de populações indígenas e comunidades tradicionais; interrupção de acesso a áreas urbanas e comunidades rurais;

São direitos das pessoas atingidas por barragens, consoante o pactuado no processo de participação informada e negociação do Programa de Direitos das Populações Atingidas por Barragens (PDPAB), no caso concreto:

reparação por meio de reposição, indenização, compensação equivalente e compensação social, nos termos do § 1º deste artigo; reassentamento coletivo como opção prioritária, de forma a favorecer a preservação dos laços culturais e de vizinhança preexistentes na situação original; opção livre e informada a respeito das alternativas de reparação; negociação, preferencialmente coletiva, em relação às formas de reparação, aos parâmetros para a identificação dos bens e das benfeitorias passíveis de reparação; aos parâmetros para o estabelecimento de valores indenizatórios e eventuais compensações; auxílio emergencial nos casos de acidentes ou desastres, que assegure a manutenção dos níveis de vida até que as famílias e indivíduos alcancem condições pelo menos equivalentes às precedentes. indenização pelas perdas materiais, justa e, salvo nos

casos de acidentes ou desastres, prévia, que contemple os valores das propriedades e das benfeitorias; os lucros cessantes, quando for o caso; e os recursos monetários que assegurem a manutenção dos níveis de vida até que as famílias e indivíduos alcancem condições pelo menos equivalentes às precedentes

A mesma lei garante a presença da assessoria técnica independente, de caráter multidisciplinar, escolhida pelas comunidades e pessoas atingidas, às expensas do empreendedor e sem sua interferência, com o objetivo de orientá-las no processo de participação.

Ao longo do processo judicial, ocorreu o Acordo Judicial de Reparação, assinado em 4 de fevereiro de 2021, envolvendo a Vale S.A., o Ministério Público Federal, o governo de Minas Gerais, o MPMG e a Defensoria Pública mineira. Infelizmente, as pessoas atingidas não foram diretamente envolvidas e representadas. O Acordo, a partir daquele momento, acabou balizando as ações de todos os atores relacionados aos atingidos, ou seja, as ATIS e as IJS.

Ao longo do processo, uma das questões sempre pontuadas foi o financiamento das ATIS, que permanentemente sofreram o questionamento da Vale e a insegurança quanto ao escopo do trabalho e à garantia de recursos.

Assim, o Guaicuy, ao longo do processo, procurou seguir seu norte, que foi continuamente o de mobilizar e fortalecer as articulações das pessoas atingidas para manter, acima de tudo, a esperança e a luta pela reparação integral.

Alimentados pela nossa história e princípios, procuramos articular núcleos nas diversas localidades, definir poligonais que permitissem a

identificação geográfica das pessoas atingidas e a interação com os movimentos organizados existentes na bacia. Por esse caminho, nossa luta e a das pessoas atingidas conseguiram emergir da lama para mostrar sua identidade e realidade.

Foram elaborados diversos planos de trabalhos, sempre construídos com as pessoas atingidas, assim como estudos técnicos no campo da saúde, da biodiversidade aquática, da sociologia, da economia, ou seja, temos a real dimensão de como e quais foram os impactos para os atingidos. Por isso, sempre incentivamos as pessoas atingidas a lutarem para além do acordo judicial e pela reparação integral dos danos sofridos.

Ao longo desse processo construímos uma história, trazendo a verdade dos fatos e luz aos impactos sofridos pelas diferentes comunidades para que não sejam caladas, para que o adoecimento ao longo deste tempo seja seguido por novo momento de ver prosperar as populações atingidas, o que não é favor nem motivo de propaganda, seja ela política ou institucional, por parte da empresa. Trazer a vida de volta ao mais próximo possível da normalidade que existia na bacia do rio Paraopeba antes do rompimento da barragem é uma obrigação e uma determinação judicial.

Por fim, dizer que entendemos que a luta da ATI não cessou. Estamos dando passos importantes para a construção de um modelo de assessoria técnica, ajudamos na construção de comissões de pessoas atingidas com regimentos que garantem a participação social, mas entendemos que esta ação deve permanecer no território enquanto se dá o processo de reparação das populações atingidas.

Para além da técnica e do conhecimento produzido, há o acolhimento e o compartilhamento social e psicológico, que se dão no campo da afetividade e do compromisso social.

Nesta publicação, procuramos trazer e deixar registrada, após cinco anos, a construção desta história, contribuindo para explicitar a importância da Assessoria Técnica Independente para articular e defender os interesses difusos das pessoas atingidas. Para isso, o Guaicuy se mantém firme nos nossos valores éticos, buscando o acolhimento, o respeito às diversidades e à troca de saberes, a solidariedade e o empoderamento coletivo.

Índice de ilustrações

Cap. 2 – O direito à participação na reparação socioambiental: desafios e construções dos direitos das pessoas atingidas pelo rompimento da barragem B-I e soterramento das barragens B-IV e B-IVA da Vale S/A

QUADRO 1 – Participação das pessoas atingidas em cada anexo do acordo judicial – p. 44

Cap. 3 – A geografia política do rompimento

FIGURA 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Paraopeba. – p. 56

FIGURA 2 – Comissões de pessoas Atingidas no baixo rio Paraopeba, Lago Três Marias e Rio São Francisco – p. 60

FIGURA 3 – Danos ecossistêmicos cumulativos – p. 69

Cap. 4 – Aspectos das águas superficiais e sedimentos do baixo curso do rio Paraopeba e do reservatório de Três Marias

FIGURA 1 – Coletas sistemáticas de água e sedimentos nas margens dos ambientes – p. 83

FIGURA 2 – Coletas especiais de água e sedimentos no centro dos ambientes. – p. 84

FIGURA 3A – Mapas com a localização dos pontos de coleta de água superficial e sedimentos, das Regiões 4 e 5, nas margens (coletas sistemáticas) e no centro dos ambientes (coletas especiais) – p. 86

FIGURA 3B – Mapas com a localização dos pontos de coleta de água superficial e sedimentos, das Regiões 4 e 5, nas margens (coletas sistemáticas) e no centro dos ambientes (coletas especiais) – p. 87

FIGURA 4 – Pontos amostrais da Região 4 e Região 5 – p. 89

FIGURA 5 – Violações (%) para água superficial de margem e no centro nas Regiões 4 e 5 – p. 98

FIGURA 6 – Violações (%) para os sedimentos de margem e do centro nas Regiões 4 e 5 – p. 99

FIGURA 7 – Concentração média de manganês (mg/L) em diferentes profundidades – subsuperfície, metade da zona de penetração de luz = Zeu e no fundo da coluna de água, em coletas da calha central do rio e zona limnética e dos reservatórios nas Regiões 4 e 5 – p. 101

TABELA 1 – Pontos de coleta de água superficial e de sedimentos coletados nas margens e na porção central do rio Paraopeba e reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias entre dezembro de 2020 e outubro de 2021. – p. 88

TABELA 2 – Parâmetros analisados na água superficial e nos sedimentos coletados nas margens e na calha central do Rio Paraopeba e reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias entre dezembro de 2020 e outubro de 2021 – p. 92

TABELA 3 – Resultados dos ensaios ecotoxicológicos realizados em amostras de água em diferentes profundidades do Rio Paraopeba e da calha central dos reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias, coletadas em junho e outubro de 2021 – p. 103

TABELA 4 – Resultados dos ensaios ecotoxicológicos realizados em amostras de sedimentos do Rio Paraopeba e da calha central dos reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias, coletadas em junho e outubro de 2021 – p. 104

Apêndice

Estatísticas básicas das concentrações de metais e metaloides em (mg/L) em amostras de água superficial da margem e no meio do rio Paraopeba e reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias – p. 107

Estatística básica das concentrações de metais e metaloides (mg/Kg) em amostras de sedimentos da margem e no meio do rio Paraopeba e reservatórios de Retiro Baixo e Três Marias – p. 109

Cap.5 – A água subterrânea e os solos nos ambientes atingidos pelo rompimento

FIGURA 1 – Coleta de água subterrânea em um poço tubular – p. 116

FIGURA 2 – Porcentagem de violações por parâmetro analisado – p. 118

FIGURA 3 – Foto das margens do Rio Paraopeba, apresentando o processo de deposição dos sedimentos do rio nas margens. Curvelo – MG, 2021. Fonte: Instituto Guaicuy (2021) – p. 120

FIGURA 4 – Municípios das Regiões 4 e 5 na bacia do Rio Paraopeba, com os respectivos pontos de amostragem de solos – p. 121

FIGURA 5 – Amostragem simples em três profundidades na planície e no topo – p. 122

FIGURA 6 – Porcentagem de não conformidades de acordo com a CONAMA n° 420/2009 – p. 124

FIGURA 7 – Concentrações (mg/kg) de ferro, manganês e alumínio ao longo dos pontos amostrados (valor de $p > 0,05$) – p. 126

FIGURA 8 – Correlação entre os parâmetros analisados nas amostras de solos – p. 127

FIGURA 9 – Granulometria – comparações entre pontos, entre profundidades e entre planície e topo. – p. 128

TABELA 1 – Número de amostras de água subterrânea por município – p. 115

TABELA 2 – Amostras de água subterrânea com violações seguindo a Resolução do CONAMA 396/2008 – p. 117

Cap. 6 – Aspectos da fauna de peixes e bioacumulação

FIGURA 1 – Municípios das Regiões 4 e 5 na bacia do Rio Paraopeba, com os respectivos pontos de amostragem de peixes – p. 136

FIGURA 2 – Diferentes métodos de amostragem de peixes. Fonte: Instituto Guaicuy (2021) – p. 138

FIGURA 3 – Biometria dos peixes e dissecação para coleta de amostras de tecidos – p. 140

FIGURA 4 – Exemplares da assembleia de peixes do baixo Rio Paraopeba e do reservatório de Três Marias, coletados nas Regiões 4 e 5. – p. 143

FIGURA 5 – Percentual de amostras alteradas de tecido muscular e hepático – p. 144

FIGURA 6 – Número total de amostras analisadas e alteradas por Região, para cada tipo de tecido analisado – p. 146

FIGURA 7 – Média da concentração de metais e metaloides nas amostras de tecidos de peixes, nas Regiões 4 e 5. Valores são expressos em escala logarítmica. – p. 146

TABELA 1 – Valores máximos de concentração de metais e metaloides em amostras de peixes – p. 141

TABELA 2 – Concentrações (mg/Kg) de metais e metaloides em tecido hepático de peixes de vida livre – p. 147

TABELA 3 – Concentrações (mg/Kg) de metais e metaloides em tecido muscular de peixes de vida livre – p. 148

TABELA 4 – Espécies de peixes com as maiores médias de concentrações de cádmio (mg/Kg) – p. 151

TABELA 5 – Espécies de peixes com as maiores médias de concentrações de chumbo (mg/Kg) – p. 151

TABELA 6 – Espécies de peixes com as maiores médias de concentrações de mercúrio para não predadores (mg/Kg) – p. 151

Cap. 6 – Aspectos da situação de saúde e vulnerabilidade social das pessoas atingidas pela barragem da Vale na bacia do Paraopeba, regiões 4 e 5

FIGURA 1 – Acesso ao Dashboard – p. 165

FIGURA 2 – Acesso à Pesquisa Saúde – p. 168

Organizadores da obra

Carla Wstane, Mônica de Cássia Souza Campos,
Paula de Sousa Constante

Elaboração

Alaíde de Oliveira Campos, Altair Teodoro da Silva,
Altino Rodrigues Neto, Anderson Vieira da Silva, Anilson
Carlos Pereira, Bernardo do Vale Beirão, Carla Wstane,
Carina Augusta Melgaço, Carolina Morishita, Claiton
José Pereira, Cleusimar Maria da Silva Dias, Ebe
Cardoso, Edilson Felício da Silva, Eni de Souza Mesquita
Oliveira, Fátima Maria de Jesus Chaves Soares, Flávia
Freire de Siqueira, Gleicilene da Conceição Gonçalves
Souza, Glayson Humberto Ferreira, Glaucilene Sobrinho
Nogueira, Helio dos Santos Pimenta, Isabela Alves
Caiafa, Isabela Sobrinho Martins, Jonas Veloso Santos,
Kátia Mendes Leal, Katiely Patrícia Ferreira, Kleber
Castelar Duarte, Kele Rocha Firmiano, Liderjane Gomes
da Mata, Lorena Franciele da Silva Faria, Luzelina
Rodrigues da Silva, Marcus Vinicius Polignano, Marcia
Rita da Silva Borges, Marcio Antônio Andrade, Maria
Aparecida Antonia Bueno, Maria Aparecida Lima, Maria
Madalena Souza Caetano, Marta Vicentina Barbosa,
Mônica de Cássia Souza Campos, Nathanne Andreane
Rosa Costa, Nilvando José de Oliveira, Nivea Almeida
Alves, Ornindo Barbosa de Britto, Paula Brasil, Paula
Campos Pereira, Paula de Sousa Constante, Procópio
de Castro, Regina Paula Benedetto de Carvalho,
Roberto Luiz Andrade Duarte, Rodrigo Lemos, Ronilda
Balbina da Silva Oliveira, Rosana da Silva Oberhofer,
Rosana Imaculada da Silva Santos, Silvana Gomes da
Rocha, Simone Alves da Cruz, Tiago Coimbra Lefebvre,
Valdecina Alves de Jesus, Vânia Aparecida Ribeiro Dias,
Vicença Ferreira Leite, Viviane Alves da Silva

Diretoria Executiva

José de Castro Procópio

Diretoria Institucional

Marcus Vinicius Polignano

Diretoria Técnica

Carla Wstane de Souza Moreira

Gerência Organizacional

Marcus Vinicius Ferreira Evaristo

Gerência de Portfólio

Júlia de Carvalho Nascimento

Assessoria Projetos de Mitigação

Paula de Sousa Constante

Assessoria de Organização Social e Comunicação

Frederico Magalhães Siman

Assessoria de Projetos Internos

Higor Gomes Pereira

Assessoria de Projetos Socioeconômicos

Júlia Guimarães Barbosa

Assessoria de Relacionamento Institucional

Paula Márcia Oliveira

Assessoria de Reparação

Jonas Veloso Santos

Revisão de texto

Paulo Barcala

COMUNICAÇÃO ATI PARAÓPEBA

Coordenação

Joana Tavares

Auxílio na redação

Camila Bastos

Projeto gráfico e diagramação

Priscila Justina

Imagens de capa e guarda

Priscila Justina, a partir de foto de Pedro Lavigne

Fotos

Acervo, Daniela Paoliello, Gia Dias, Paulo Marques
e Pedro Lavigne (Guaiçuy); Felipe Werneck (Ibama)

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Após a lama, o rio [livro eletrônico] :

Diagnóstico Socioambiental do baixo Paraopeba, Reservatório
de Três Marias e comunidades atingidas do Rio São Francisco /
(org.) Carla Wstane, Mônica de Cássia Souza Campos, Paula
de Sousa Constante; coordenação Joana Tavares. -- Belo
Horizonte, MG : Instituto Guaiçuy, 2024.
PDF

Vários autores.
Bibliografia.
ISBN 978-65-982395-2-7

1. Barragens de rejeitos - Acidentes 2. Barragens de rejeitos -
Medidas de segurança 3. Barragens de rejeitos - Projetos e construção
4. Direitos humanos 5. Levantamentos socioambientais 6. Reparação
(Direito) I. Moreira, Carla Wstane de Souza. II. Campos, Mônica de
Cássia Souza. III. Constante, Paula de Sousa. IV. Tavares, Joana.

24-233127

CDD-363.700981

ÍNDICES PARA CATÁLOGO SISTEMÁTICO:
1. Brasil : Política socioambiental : Bem-estar social 363.700981
Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129



Este livro é realizado pelo Instituto Guaicuy e Projeto Manuelzão com apoio do Conselho Regional de Biologia 4ª Região (CRBio - 04). Publicado digitalmente em setembro de 2024.

