

A tabela 1 apresenta, para cada ponto/estação de amostragem, a) o trecho correspondente, b) a distância aproximada entre o ponto de amostragem e a confluência entre o rio Paraopeba e o ribeirão Ferro Carvão e c) a descrição do local de referência.

**Tabela 1: Indicação da localização dos pontos de amostragem em cada eixo**

TRECHOS	ESTAÇÕES	DISTÂNCIA (em Km)	LOCAL
Montante	BP036	-10	Brumadinho (a montante)
1	BPE2	20	captação RMBH em Brumadinho
1	BP068	25	Mário Campos
2	BP070	42	S. Joaquim de Bicas
2	BP072	59	Betim
2	BPE3	113	mont. capt. Pará de Minas
2	BP082	123	Esmeraldas
3	BP083	192	Paraopeba
3	BP077	203	Paraopeba
3	BP078	251	Curvelo
3	BP087	279	antes de Retiro Baixo
-	BPE9	315	Rib. Gomes, foz depois de Retiro Baixo
4	BP099	318	depois de Retiro Baixo
5	BPE6	353	braço do reservatório em Felixlândia
5	BPE7	400	braço do reservatório em Abaeté
5	BPE8	423	dentro do reservatório de Três Marias

Fonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, 2020<sup>1</sup>

### Turbidez

Dados da série histórica consolidados em IGAM (2019) apontam que, na bacia do rio Paraopeba, os valores do parâmetro ‘turbidez’ situados acima do limite legal de 100 NTU - Unidade de Turbidez Nefelométrica estão historicamente associados aos períodos chuvosos e, portanto, são decorrentes da ação combinada de aumento da pluviosidade, escoamento superficial e erosão (que aumenta o transporte de sedimentos pelo rio nos períodos chuvosos).

Sucedem que o carreamento dos rejeitos de minério de ferro lançados no Paraopeba após o rompimento das barragens da Vale S.A. ocasionou um aumento expressivo da turbidez nos trechos 1, 2, 3 e 4 daquele rio durante os primeiros 60 dias após o rompimento, registrando-se violações acima de 300 vezes no ponto BP068 (Mário Campos), e acima de 10 vezes no ponto BP099, localizado a jusante do reservatório de Retiro Baixo (IGAM, 2020<sup>1</sup>). A maior disponibilidade de finos de rejeito, portanto, piora a situação das águas superficiais do Paraopeba em termos de turbidez.



Dados consolidados de janeiro de 2019 a dezembro de 2019 apresentados em IGAM (2020<sup>1</sup>) apontam uma tendência à diminuição gradual da turbidez do rio Paraopeba tendo como comparativo as medições dos primeiros 60 dias após o rompimento. Após o lançamento episódico de grande volume de finos, a dinâmica natural de corpos hídricos de superfície prevê essa redução na mesma proporção em que os materiais são carregados para jusante, distribuídos e assentados por toda essa faixa. Porém, os mesmos dados demonstram que os valores de turbidez ainda estão acima dos registrados pela série histórica (IGAM,2020<sup>1</sup>).

Representadas por séries de registros acima dos limites para rios de classe 2, violações dos parâmetros de turbidez que ocorriam, antes do rompimento e em média, uma vez ao ano em cada ponto amostrado, foram assinaladas durante os meses de outubro, novembro e dezembro de 2019 (IGAM,2020<sup>1</sup>) e janeiro, fevereiro, março e abril de 2020 (IGAM,2020<sup>2</sup>). Essa sequência direta corresponde, portanto, a violações mais recorrentes dos parâmetros de turbidez nesse período de um ano após o rompimento e em comparação com os dados da série histórica.

Em 25 de janeiro de 2020, foi necessária a abertura das comportas da usina de Retiro Baixo, fato que contribuiu para o aumento da turbidez e para a consequente violação de parâmetros para a classe 2 a jusante dessa usina (IGAM,2020<sup>2</sup>), segundo registro dos primeiros 60 dias do rompimento (IGAM,2020<sup>1</sup>). Cabe ressaltar que o trecho a jusante da Usina de Retiro Baixo apresentou violação dos parâmetros de turbidez nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril 2020, alcançando, no ano após o rompimento, o mesmo número de violações mensais aferidas na série histórica de 2000 a 2018, o que pode indicar que o impacto da pluma de rejeito sobre o curso d'água, apesar de agudo nos primeiros 60 dias a contar do rompimento, segue se propagando para jusante a uma taxa menor.

### **Arsênio**

O arsênio é limitado 0,01 mg/L- miligramas por litro - para enquadramento em corpos hídricos de classe 2. A série histórica dos dados analisados pelo IGAM aponta que, entre 2000 e 2018, esse limite foi violado em duas medições nos pontos BP068 (Mário Campos) e BP072 (Betim), e em uma medição no ponto BP036 (Melo Franco, a montante do rompimento). As duas maiores violações em toda a série histórica foram localizadas em Melo Franco (BP036), de 0,0802 mg/L, e Mário Campos (BP068), de 0,0214 mg/L (IGAM, 2019).

Durante o período de 26 de janeiro a 30 de dezembro de 2019, não foram identificadas violações do limite estabelecido para corpos hídricos de classe 2 para o arsênio (IGAM,2020<sup>1</sup>). Por outro lado, ocorre violação dos valores de As entre 02 e 30 de janeiro de 2020, sendo registrados 0,024 mg/L em Brumadinho (BPE2) e 0,017 mg/L em Betim (BP072). O registro das irregularidades na concentração de arsênio nesse período não foi acompanhado por violações a montante do ponto do rompimento, como aconteceu entre 2000 e 2018, o que requer maior atenção às violações desse parâmetro no período chuvoso de 2020/2021, pois pode haver relação entre a alteração desse parâmetro com o rejeito de minério de ferro que permanece na calha do rio (IGAM, 2020<sup>2</sup>).

### **Ferro**

A série histórica analisada em IGAM (2019) demonstra que o limite de ferro dissolvido nos trechos 1, 2, 3 e a montante do rompimento, na Bacia do Paraopeba, era violado em períodos chuvosos e secos, mas com maior frequência nos chuvosos. Não foi apontada, na série histórica, violação dos limites de ferro dissolvido nos trechos 4 e 5. No intervalo de 2000 a 2018, os picos registrados em todos os pontos de coleta não ultrapassam 10 vezes o limite e possuem valores medianos inferiores à referência legal de 0,3 mg/L.

Nos primeiros 60 dias após o rompimento, ocorreu violação do parâmetro 'Fe dissolvido' nos trechos 1, 2, 3 e 4, com valor máximo registrado no trecho 3 (ponto PB078), em Curvelo, de 1,817 mg/l. Observa-se que não houve redução significativa da concentração de ferro dissolvido a jusante do rompimento até o ponto PB099, no trecho 4 (IGAM, 2020<sup>1</sup>). Cabe destacar as violações do limite de Fe dissolvido nesse mesmo trecho 4, nos primeiros 60 dias do rompimento, e o fato de que não foram registradas violações do limite legal entre os anos de 2000 a 2018 e para o referido trecho. Ao longo do ano de 2019, o ferro dissolvido permaneceu acima dos limites para a classe 2 nos trechos 1 2, 3 e 4 exceto nos meses de junho, julho, agosto e setembro (IGAM, 2020<sup>1</sup>).

Para o ano de 2020, dados do *Boletim Informativo Cidadão* informam que, nos meses de janeiro a agosto, o Fe dissolvido esteve acima do limite entre os trechos 1 e 4, de modo que as violações identificadas nos meses secos foram menos frequentes, mas ainda presentes (IGAM, 2020<sup>1</sup>). Ocorre que, após a publicação do *Caderno Especial Avaliação da qualidade da águas e sedimentos do Rio Paraopeba: acompanhamento da qualidade das águas do Rio Paraopeba após um ano do rompimento da barragem da*

*Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA em abril de 2020*, o IGAM alterou a estratégia de divulgação dos valores de ferro, divulgando também valores de ‘Fe total’ (*Fe dissolvido + Fe em suspensão*), afirmando que o quantitativo de Fe total é melhor correlacionável aos valores de turbidez e também ao rejeito de minério de ferro despejado na calha do rio Paraopeba após o rompimento das barragens (IGAM, 2020). Porém, os valores de Fe total não são apresentados na série histórica de 2000 a 2018, o que não permite sua comparação com os valores aferidos antes do rompimento, assim como não há parâmetros na legislação que permitam avaliação da extrapolação do parâmetro de Fe total.

### **Manganês**

O Mn total é limitado, para corpos hídricos de classe 2, a concentração de 0,1 mg/L. No Rio Paraopeba, há violação desse valor, ao longo da série histórica de 2000 a 2018, em períodos chuvosos e secos, assim como violações recorrentes no ponto BP036 (Melo Franco), a montante do rompimento, indicando possível relação da alteração dos parâmetros com a atividade de mineração de ferro conduzida a montante do local do rompimento (IGAM, 2019). O maior valor registrado para o manganês, na série histórica de 2000 a 2018, foi de 1,47 mg/L, no ponto BP072 (Betim). Conforme dados do *Relatório Caderno Especial* do IGAM, de abril de 2020, no que se refere ao ano de 2019, pode-se afirmar que:

Os impactos do rejeito de minério sobre o parâmetro manganês total são muito evidentes, ocorrendo violações do limite normativo na maioria das amostras coletadas nos trechos 1 e 2, sobretudo nos períodos considerados como mais chuvosos. O trecho localizado a montante também apresentou valores de manganês total acima do limite legal (0,1 mg/L), no entanto são muito inferiores aos registrados no trecho 1 que chegou a aproximadamente 460 vezes acima do limite legal. (IGAM, 2020<sup>1</sup>, p. 34)

Dessa forma, o parâmetro apresentou valores exorbitantes na série emergencial nos primeiros 60 dias e na maioria dos pontos de monitoramento, cabendo destaque para alguns pontos do trecho 2, como, por exemplo, BP068 (Mário Campos) e BP070 (São Joaquim de Bicas), cujos limites foram severamente ultrapassados, uma vez que atingiram 46,27 mg/L e 24,77 mg/L, respectivamente.

Ao longo do ano de 2019, os valores máximos de Mn total mantiveram-se acima do limite legal, mas não tão elevados quanto nos primeiros 60 dias após o rompimento; ademais, os valores máximos de manganês não ultrapassaram o limite legal nos trechos

4 e 5 nesse mesmo ano (IGAM,2020). Por outro lado, os valores máximos aferidos para esse parâmetro nos meses de dezembro de 2019 a janeiro de 2020 apresentaram-se, em sua maioria, variando de 1,2 a aproximadamente 120 vezes o limite estabelecido na legislação (IGAM,2020<sup>1</sup>).

Foram registrados valores de manganês acima do limite legal nos meses de fevereiro a agosto de 2020. Destaca-se que, em janeiro desse mesmo ano e diante do expressivo acumulado de chuvas na região, foi registrado o valor de pico de 12,262 mg/L em Betim (estação BP072), extremamente superior ao limite legal estabelecido (IGAM,2020<sup>1</sup>).

### **Chumbo**

Na série histórica apresentada pelo IGAM, entre os anos de 2000 a 2018, o chumbo total apresenta valores acima do limite legal para corpos hídricos superficiais de classe 2 (0,01 mg/L) nos trechos 1, 2, 3 e 4 - em especial, no período chuvoso. O maior número de violações (doze, ao longo da série histórica) e a mais alta concentração de Pb total aferida (0,044 mg/L) foram registrados no ponto BP072, localizado em Betim (IGAM, 2019).

Nos trechos 1, 2, 3 e 4, as concentrações de Pb total se apresentaram acima do limite permitido pela legislação logo após o rompimento (IGAM, 2020<sup>1</sup>): nos primeiros 60 dias desse período, os valores registrados para chumbo total estiveram também acima do limite da série histórica (IGAM, 2020<sup>1</sup>) - com destaque para os pontos de monitoramento BP068 (Mário Campos) e BP070 (São Joaquim de Bicas), cujos valores medidos foram, respectivamente, 0,147 mg/L e 0,09 mg/L. Ocorre, durante o referido período, o primeiro registro acima do limite do parâmetro de chumbo: no trecho 4 (ponto BP099, a jusante do Reservatório de Retiro Baixo), no valor 0,012 mg/L.

A quantidade de chumbo total voltou a apresentar resultados acima do limite legal (0,01 mg/L), nos meses de dezembro de 2019 e janeiro a março de 2020, nos trechos 1, 2 e 3, e, em abril de 2020, nos trechos 1 e 2. Os valores registrados em todo esse intervalo estiveram próximo daqueles alcançados na série histórica, como demonstra o ponto BP072 (Betim), que registrou 0,042 mg/L. Em dezembro de 2019, não foi observada violação do limite para o chumbo no ponto BP036, situado a montante do rompimento (IGAM, 2020<sup>2</sup>).

A série *Boletim Informativo Cidadão* do IGAM constata a seguinte relação para os valores de Pb total registrados ao longo da bacia do rio Paraopeba:

A presença desse contaminante está associada ao arraste de materiais que se misturaram à lama durante a passagem da frente de rejeito e propiciaram um aumento nas concentrações de alguns contaminantes no período pós-desastre.(IGAM, 2020<sup>1</sup>, N° 08, p. 5).

Portanto, entende-se que a disponibilização desse contaminante no Rio Paraopeba está associada à remobilização de compostos pela passagem da lama de rejeitos e que, no ano após o rompimento, as violações foram recorrentes durante os meses do período chuvoso, durante os quais há variação positiva do caudal do rio e, portanto, maior probabilidade de reativação de compostos já assentados.

### **Alumínio**

Para corpos hídricos de classe 2, como é o caso do rio Paraopeba, o limite legal para a concentração de alumínio é de 0,1 mg/L. Na série histórica 2000-2018 feita pelo IGAM, é demonstrado que os valores máximos de alumínio ultrapassaram aquele valor limite em todos os pontos de medição, sendo que, em Betim, foi aferido um valor até 6,8 vezes acima do limite aceito para esse metal.

O alumínio está naturalmente presente nos solos da bacia do rio Paraopeba (IGAM, 2020<sup>2</sup>) e, portanto, no período chuvoso, seus valores se elevam nos cursos d'água em virtude da erosão que transporta partes da camada superficial do solo até os rios e córregos. Isso é observável nos dados do IGAM, que registraram o valor máximo de alumínio de 1,4 mg/L em Esmeraldas (14 vezes mais alto que o limite), em janeiro de 2020, enquanto, em agosto do mesmo ano, o maior valor foi de 0,11, em Brumadinho (BPE2) e em Pará de Minas (BPE3).

Não obstante, após o rompimento das barragens de rejeitos da Vale em Brumadinho, os valores desse metal aumentaram em todos os pontos de monitoramento, como foi observado na série emergencial de monitoramento dos primeiros 60 dias após o rompimento, à exceção dos pontos BPE6 e BPE7, no reservatório de Três Marias, que registraram valores abaixo do limite. O ponto BPE8, também no reservatório, registrou um valor máximo de 0,13 mg/L, pouco acima do limite legal. Valores até 15 vezes (1,57 mg/L) acima do limite permitido foram registrados em Curvelo (PB078) e, nos demais pontos, valores acima de 6,3 vezes do limite de 0,1 mg/L foram registrados, com exceção dos pontos no reservatório de Três Marias, como descrito anteriormente.

### **Mercúrio**

O limite de mercúrio em corpos d'água de classe 2, como o rio Paraopeba, é de 0,01 mg/L. Câmara *et al.* (1996) apontam que o mercúrio pode sofrer um processo de metilação nos sedimentos dos rios, convertendo-se em composto (metilmercúrio) que



pode contaminar e se acumular nos cursos d'água, na ictiofauna de forma geral e pode ser prejudicial a saúde humana.

O mercúrio é de ocorrência muito rara e, historicamente, nunca havia sido detectado na bacia do rio Paraopeba (IGAM, 2020<sup>2</sup>). Porém, após o rompimento das barragens de rejeitos em Brumadinho, foram registrados valores mais de 200 e até 400 vezes acima do que permite a legislação, nos pontos BPE2 (Brumadinho) e BP068 (Mário Campos), respectivamente; em São Joaquim de Bicas (BP070), o valor registrado foi de 1,793 mg/L. Ainda nessa série de dados dos primeiros 60 dias após o rompimento feita pelo IGAM, foram registrados valores até 44 vezes acima do permitido, com exceção dos pontos BPE6, BPE7 e BPE8, localizados no reservatório de Três Marias, que registraram valores ínfimos.

### **Considerações sobre a qualidade da água à luz dos relatórios elaborados pelo IGAM**

A sistematização dos dados fornecidos aponta a necessidade de aprofundamento na análise para permitir avaliar o montante das violações percebidas, bem como, estabelecer comparativo entre os valores das séries históricas e os valores registrados pós-rompimento, para que seja possível fazer apontamentos precisos sobre a evolução da qualidade da água na bacia para além do registro pontual de violação dos parâmetros realizado pelo IGAM.

A análise dos dados fornecidos por esse órgão permite concluir que foram registradas significativas alterações nos parâmetros de qualidade da água ao longo da calha do Rio Paraopeba após o rompimento das barragens. Essas alterações podem estar relacionadas à composição do rejeito do minério de ferro ou à remobilização de materiais depositados na calha do rio, processo decorrente da passagem episódica de grande volume do rejeito.

Após 25 de janeiro de 2019, no segmento situado a jusante do reservatório de Retiro Baixo (trecho 4), foram registradas, durante o período crítico, as primeiras violações dos parâmetros chumbo, ferro e turbidez em diversas medições, indicando uma piora na qualidade da água nesse trecho. O período chuvoso de 2019-2020 apresentou significativas violações dos parâmetros de qualidade da água, comparáveis aos primeiros 60 dias do rompimento, apresentando valores de contaminantes acima do limite estabelecido, ao longo de vários meses, nos trechos 1, 2, 3 e 4, evidenciando remobilização dos rejeitos sedimentados na calha do rio, o que aponta para a necessidade de acompanhamento contínuo da qualidade da água do rio Paraopeba.

A recomendação da interrupção do uso da água bruta do rio Paraopeba<sup>2</sup> permanece para o trecho entre a confluência do ribeirão Ferro Carvão com o rio Paraopeba até a montante da usina hidrelétrica de Retiro Baixo (trechos 1, 2 e 3). Porém, essa recomendação não abrange o trecho a jusante desse reservatório (trecho 4), mesmo após registros periódicos de valores de parâmetros acima do limite, nos primeiros 60 dias de rompimento e no período chuvoso de 2019-2020, que evidenciam a variação negativa da qualidade da água nesse segmento; essa redução da qualidade da água é percebida pelas comunidades atingidas, gera insegurança quanto ao consumo da água do rio Paraopeba e compromete o acesso a esse recurso pelas pessoas atingidas.

Ainda sobre as restrições de uso da água, cabe ressaltar que as interações geoquímica, hidroquímica e bioquímica dos diversos compostos lançados no Rio Paraopeba, a partir do evento de ruptura dos barramentos da mineradora VALE S/A e a persistência desses mesmos compostos nos meios abiótico e biótico, ainda devem ser irrecorrível e longuissimamente acompanhadas por avaliação técnica periódica e metodologia consistente a fim de se determinarem as taxas variáveis de reabilitação do uso da água para diversos fins a qual era destinada, pelas comunidades atingidas, antes do rompimento de estruturas na mina Córrego do Feijão.

A Vale S/A tem utilizado, para determinar a elegibilidade ao fornecimento de água, um critério fundamentado na localização das pessoas atingidas que utilizam água de poços e cisternas, as quais devem estar situadas a até 100m da margem do rio Paraopeba. O Instituto Guaicuy apresenta, em seu *Dossiê Violações do direito à água*, valiosa crítica sobre a adoção arbitrária, por parte da Vale S/A, desse critério de 100m. Segundo o Instituto Guaicuy (2020 b), a prática da Vale S/A não possui amparo em normativa dos órgãos de Estado competentes e nem mesmo respaldo em decisão judicial. De fato, os dados que integram os relatórios técnicos publicados pelo IGAM não abordam a qualidade das águas subterrâneas, o que torna mais sensível e latente a necessidade de estudos para a avaliação do impacto da pluma de rejeitos sobre a qualidade das águas subterrâneas que vêm sendo utilizadas pelas pessoas atingidas.

O tópico a seguir apresenta uma revisão bibliográfica abordando o tema da contaminação das águas subterrâneas, tratando dos aspectos geológicos e hidrogeológicos considerados na avaliação das águas de subsuperfície, e objetiva

---

<sup>2</sup> Esta recomendação, do Instituto Mineiro de Gestão das Águas, tem sido reiterada a cada informativo *Boletim Cidadão* (IGAM, 2020 b) e está presente no boletim de número 16, de setembro de 2020.





contribuir com o debate técnico e questionar o limite arbitrário estabelecido pela Vale S/A, segundo o qual poços e cisternas distantes para além de 100m da calha do Paraopeba não estariam contaminados e podem ter sua água consumida pela população atingida.

### **C - Análise crítica dos critérios e dos instrumentos utilizados para a restrição de uso e de acesso à água bruta do Paraopeba**

A correta caracterização hidrológica de qualquer região deve contemplar não apenas os fatores determinantes da circulação de águas em superfície, mas também todos os processos que promovem a ocorrência de águas superficiais (UNESCO, 2002). Em outros termos, é preciso considerar desde os aspectos climáticos até os geológico-estruturais, i.e., toda a dinâmica hidrológica da região, seus contextos temporais, superficiais e subterrâneos, cujas natureza e interações não permitem delimitar arbitrariamente o comportamento de sistemas complexos. Ademais, corresponde a flagrante descrédito tanto do método científico quanto do próprio mínimo bom senso a fixação de limites de planejamento e gestão sobre processos e estruturas naturais que se desconhece praticamente por completo em termos de organização e funcionamento.

Informações provenientes de diversas fontes conjugadas, tais como o monitoramento cioso da qualidade de águas subterrâneas em poços tubulares e a identificação de estruturas subterrâneas por meio de sísmica de reflexão, podem não apenas oferecer uma descrição detalhada da distribuição espacial de materiais aquíferos, mas também indicar os caminhos preferenciais de deslocamento de plumas de contaminação para compostos diversos (Frisbee et al., 2016; Dentz et al, 2016; Hubbard & Rubin, 2016). Dessa forma, a modelagem computacional do comportamento de sistemas aquíferos a partir a) da caracterização pedológica, geológica e estrutural da região, b) do histórico de vazão / qualidade de poços diante da variação hidrológica sazonal e c) da evolução das demandas hídricas da região ao longo de sua história é a ferramenta mais adequada para apontar permissões e restrições de uso de águas superficiais e subterrâneas em qualquer lugar (Wallach et al., 2016).

A dinâmica particular das águas subterrâneas, que acompanha a variação litológico-estrutural dos meios aquíferos segundo suas relações geométricas, estratigráficas e hidráulicas, é ponto pacífico na hidrologia e na hidrogeologia (Verruijt



1970; Walton 1990; Cushman & Tartakowsky, 2016). Ainda que haja alguma relação primária e indissolúvel entre os meios superficial e subterrâneo, a transposição direta de um a outro conduz a um reducionismo absolutamente impróprio e pode levar a conclusões equivocadas sobre a dispersão de contaminantes no meio subterrâneo (Zlotnik et al., 2016). Dessa maneira, a contaminação de solos, por exemplo, é muitíssimo subestimada se se estendem os parâmetros de superfície ao comportamento de aquíferos; da mesma forma, os elementos de gestão orientados pelo conceito de bacia hidrográfica são rasamente insuficientes para se acompanhar o fluxo de águas subterrâneas. Ademais, a velocidade de dispersão de compostos em corpos hídricos superficiais é muito mais alta do que o observado, ordinariamente, em meios subterrâneos (Verruijt, 1970; Karamouz et al., 2011), o que obriga irrecorrivelmente a que plumas de contaminação sejam monitoradas por intervalo inversamente proporcional à velocidade de circulação de águas subterrâneas, entre outros fatores (Bear & Cheng, 2020; Tang et al, 2016; MacNab, 2019).

A complexidade do meio natural compreendido pela calha do Rio Paraopeba pode ser ilustrada, a partir dos elementos físicos representados pela geologia na Fig. 3 abaixo (Carvalho et al., 2016; cf. também acima a seção de caracterização geral da bacia do Paraopeba). Observe-se, em primeiro lugar, que o mapa abarca apenas as formações geológicas segundo a tradição na área, i.e., não oferece argumentos sobre a espessura dos pacotes rochosos que podem funcionar como aquíferos na região; essa informação pode ser obtida graças ao concurso de métodos geofísicos (Goldman & Neubauer, 1994; Patra et al., 2016). Some-se a isso o fato de que há elevada densidade de estruturas descontínuas nesses materiais rochosos, cuja contribuição para a hidrodinâmica subterrânea é ponto que merece estudo em específico: fraturas colmatadas ou livres, conjugadas entre si e normalmente em rede, são capazes de promover substancial alteração nos regimes hidrológicos de subsuperfície (Nat. Res. Council, 1996; Singhal & Gupta, 2010). Um terceiro elemento a ser acrescentado à discussão corresponde à ocorrência de pacotes de solo, sobrepostos a essas formações rochosas, de espessuras também variáveis, os quais podem alterar localmente a circulação de águas subterrâneas e, obviamente, a dispersão de contaminantes que porventura sejam nelas lançados.

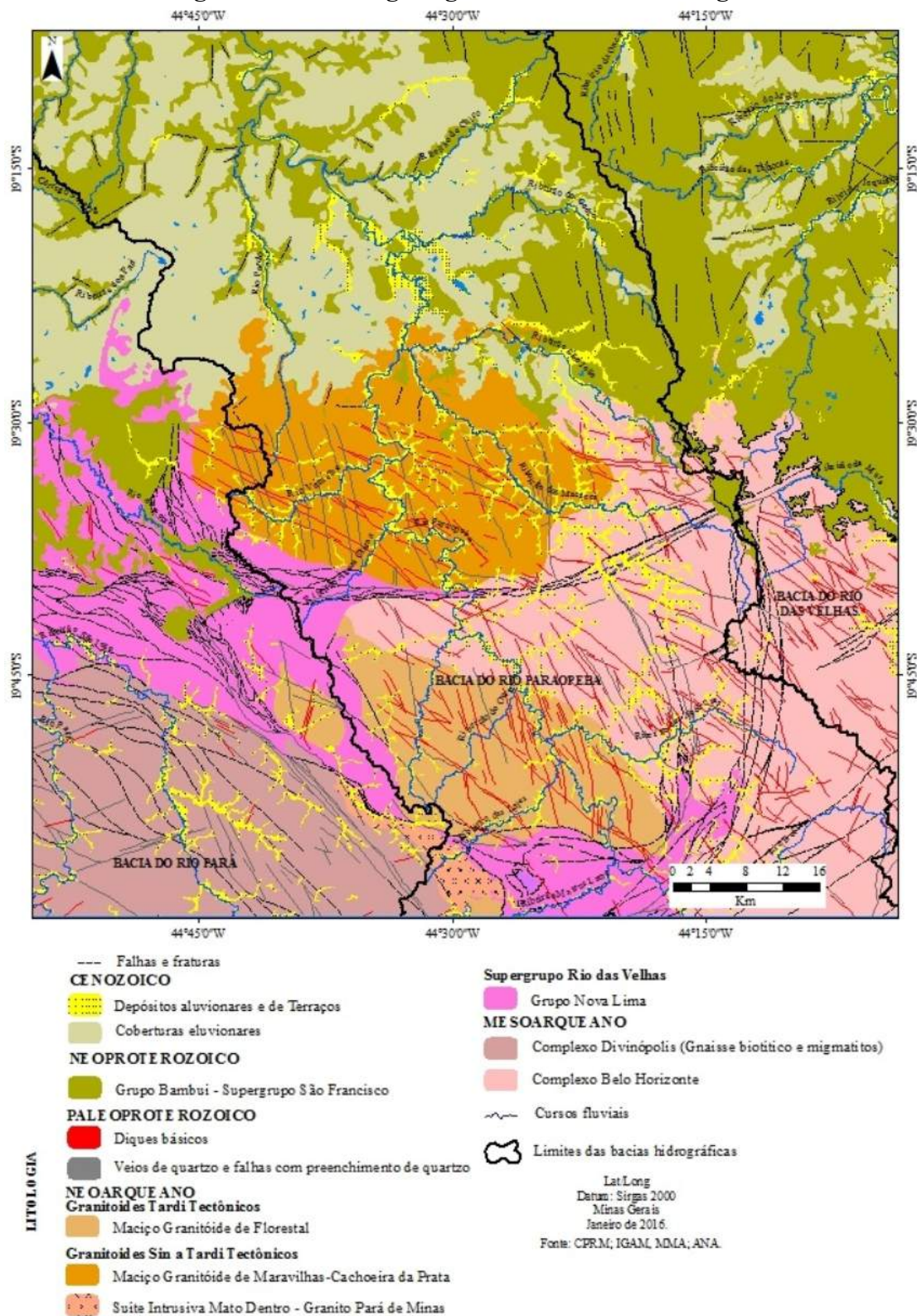
Ainda em relação ao mapa apresentado à Fig. 3, é preciso observar que as discontinuidades apontadas para as rochas cristalinas e mesmo para o Grupo Bambuí não foram indicadas, naturalmente, na faixa correspondente às coberturas aluvionares. Entretanto, isso não implica, obviamente, inexistirem estruturas descontínuas nos



materiais rochosos subjacentes a essas mesmas coberturas; suas características descritivas (localização, atitude, densidade de distribuição, interseções etc.) ainda estão para serem determinadas. A falta dessas informações não somente impede a construção de modelos preditivos do comportamento hidrológico de toda a região em curto, médio e longo prazos, como também enfraquece sobremaneira quaisquer propostas de planejamento de gestão de recursos hídricos em toda a calha do Paraopeba.



**Figura 3: Mapa do Baixo e Médio Paraopeba evidenciando as diferentes litologias e estruturas geológicas identificadas na região.**



Fonte: Carvalho et al. (2016).

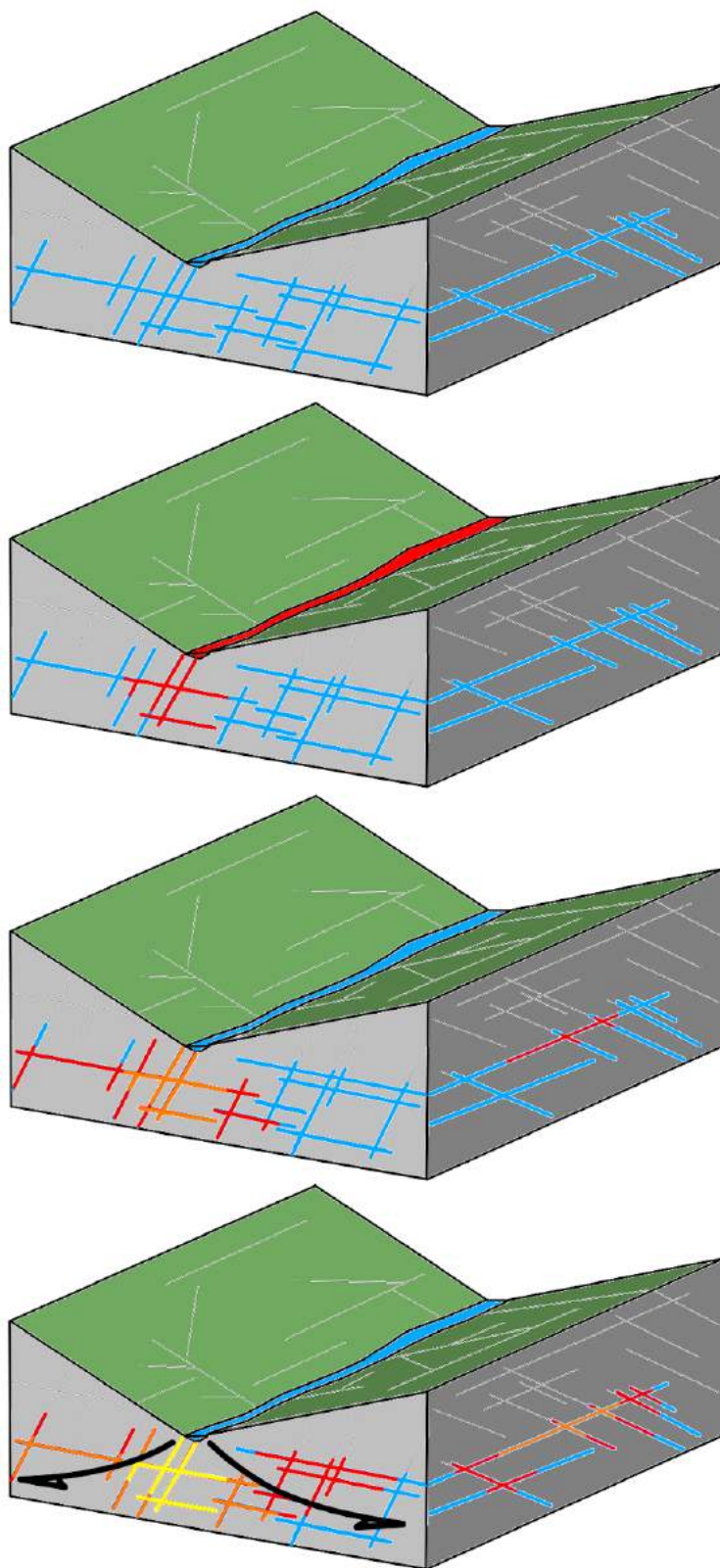
A Fig. 4 abaixo ilustra, uma vez mais, a impropriedade da delimitação, em qualquer momento, de uma faixa arbitrária de 100m a partir de um ponto qualquer de



lançamento de contaminantes no meio hidrológico de superfície. O bloco superior representa situação em que as descontinuidades observadas num aquífero fraturado estejam preenchidas por água, a qual se pode comunicar com um corpo hídrico superficial segundo regimes diferentes (influyente ou efluente) em função das características hidrogeológicas da região. A situação ilustrada no segundo bloco, em que a calha recebe contaminantes / poluentes em volume / concentração / taxa num evento único, já apresenta, em todo o subsolo, alguma probabilidade de dispersão desses compostos segundo pluma de contaminação representada em vermelho. No terceiro bloco, observa-se que, mesmo já restabelecidas condições de qualidade da água de superfície, a frente da pluma de contaminação continua a avançar no subsolo segundo a distribuição das descontinuidades presentes no aquífero: a frente da pluma, em vermelho, cede lugar a volumes em que a concentração de compostos contaminantes é menor que a inicial, mas a agressividade e/ou a toxicidade das águas subterrâneas deve ser avaliada em todo momento. No quarto bloco, percebe-se que, decorrido algum tempo (desde que não haja reativação da contaminação por eventos subsequentes), a pluma de contaminação já avança a distância considerável no subsolo segundo os gradientes hidráulicos inerentes a materiais e estruturas, enquanto a concentração desses compostos na faixa inicial tende a diminuir em função do tempo e das interações que se estabelecem entre rochas / solos / sedimentos e esses contaminantes. Todas as características geológico-estruturais e hidrológicas do aquífero, além dos elementos descritores de sua resposta geoquímica aos compostos lançados no meio, são relevantes para a simulação de modelos preditivos da resposta do aquífero à pluma de contaminação; entretanto, é óbvio que se obriga o monitoramento contínuo e de longuíssimo prazo da evolução do quadro hidroquímico da região (Fetter et al 2017; Sethi, Di Molfetta 2019), sem o que não se pode reconhecer o restabelecimento da qualidade das águas para a sustentação de ecossistemas e de atividades antrópicas.



**Figura 4: Bloco diagrama ilustrando a dispersão de contaminantes em subsuperfície**

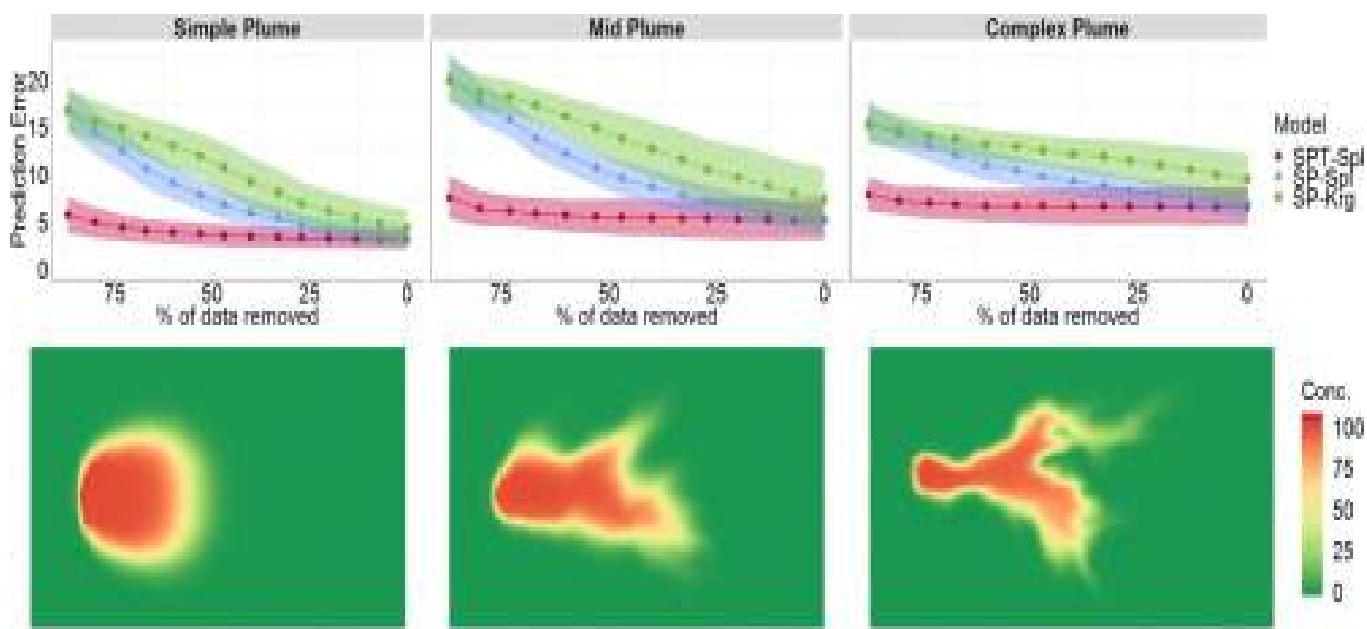


**Elaboração: CAMF - PUC/Minas, 2020.**



As relações estratigráficas e hidrogeológicas que caracterizam a região e seu contexto, portanto, devem ser tomadas como referência primária a) em todos os estudos da disponibilidade hídrica a serem usados como apoio a iniciativas de planejamento e de gestão de recursos, b) em todas as ações fundamentadas em aspectos qualitativos e quantitativos indicados por poços de monitoramento e por poços de produção, c) em todos as ações que envolvem a exploração de recursos hídricos na região, classificados segundo os índices cabíveis e destinados a fins compatíveis com sua qualidade. Eventuais pontos de lançamento de compostos deletérios ao meio ambiente e as plumas de contaminação a eles associadas devem ser continuamente acompanhados (Fig. 2) a fim de se determinarem as taxas de dispersão desses compostos e as taxas de restabelecimento de condições aceitáveis da qualidade das águas subterrâneas na região (McLean et al. 2019; cf. também a seção 2 acima, 'Situação hídrica da bacia do Paraopeba após o rompimento das barragens da Vale S.A.'). As diversas variáveis (e.g. carga, distribuição, frequência de lançamento, composição, natureza dos meios aquíferos, tempo etc.) que controlam a resposta do meio natural ao aporte de compostos contaminantes devem ser determinadas mediante estudos de campo, apoiados pela correta caracterização das estruturas de acesso à água (poços rasos, tubulares etc.) em relação aos meios em que se assentam.

**Figura 5: Modelo numérico de dispersão de compostos em pluma de contaminação do meio subterrâneo.**



Fonte: McLean et al. (2019).



Os argumentos dispostos acima defendem a absoluta precariedade e a inquestionável impropriedade da restrição ao uso de águas superficiais e subterrâneas à faixa fixa e arbitrária de 100m a partir da margem do Rio Paraopeba, limite que não se sustenta pelo método científico. Afirma-se indiscutivelmente, pelos mesmos argumentos:

a) o imperativo de se descreverem de maneira adequada e ao longo do tempo as águas de superfície e subterrâneas de toda a região hidrogeológica, por período a ser determinado pelos mecanismos hidroquímicos que controlam a dispersão de contaminantes nos aquíferos da mesma região, e

b) a necessidade de ampliação da faixa de segurança a limites flexíveis e cada vez mais amplos, a serem identificados, em caráter de urgência, por métodos geoquímicos e hidroquímicos adequados à dinâmica natural da bacia e aos usos pretendidos para os recursos hídricos na região.

#### **D - Perspectivas para o período chuvoso próximo**

Diante do exposto acima e considerando:

a. que, na região em que se localiza o município de Paraopeba, o ano hidrológico tem início em outubro, contando com períodos chuvoso e seco bem distribuídos ao longo do ano (outubro a março e abril a setembro, respectivamente) (CPRM, 2018);

b. que, na mesma região, os parâmetros que verificam a equação de chuvas intensas - IDF descrevem curvas como as apresentadas na Fig. 6 abaixo (ANEEL/CPRM, 1999) para tempos de retorno de 2 anos a 100 anos, as quais podem ser resolvidas como tendência a chuvas rápidas e de intensidade moderada, e representadas pelas curvas IDF recolhidas nas tabelas 2 E 3 e na Fig. 7 (CPRM, 2018);

c. que o comportamento hidrológico do Rio Paraopeba deve, no próximo período chuvoso, reproduzir o mesmo padrão de 2019/2020, i.e., apresentar elevação do caudal médio e picos de vazão compatíveis com a resposta das características morfométricas, pedológicas e geológicas de sua bacia de captação superficial ao volume de chuvas episódico e acumulado (Moreira, Silva, 2014);

d. que a avaliação feita pelo IGAM em janeiro/2020 e iterada em fevereiro/2020 indica, em comparação com o período de estiagem de 2019, elevação dos níveis de turbidez, Fe, Mn, Al e Pb, atribuídos ao aumento das vazões e consequente revolvimento do material depositado na calha do Rio Paraopeba (IGAM, 2020a; cf. seção 2 acima, 'Situação hídrica da bacia do Paraopeba após o rompimento da barragem da Vale S/A');





e. que a demonstração da correlação espaço temporal entre eventos de precipitação em pontos situados na bacia de captação superficial do Rio Paraopeba, a elevação de turbidez a jusante deles (CPRM 2019; IGAM 2020b; cf. seção 2 acima, 'Situação hídrica da bacia do Paraopeba após o rompimento da barragem da Vale S/A') e a variação positiva na disponibilidade de compostos em solução na água do rio segue o comportamento previsto para corpos hídricos de superfície (Wang et al.. 2008);

f. que a dinâmica hidrogeológica da calha do Rio Paraopeba ainda não foi estudada a ponto de determinar, para os diversos corpos aquíferos que a suportam, a resposta dos sistemas subterrâneos ao lançamento de rejeitos no rio principal e a taxa de avanço de plumas de dispersão de contaminantes, informação imprescindível à orientação mais confiável sobre os usos seguros da água em toda a região;

g. que a estreita dependência verificada entre uso/ocupação do solo na calha do Rio Paraopeba e os valores de vazão e de infiltração, modelados desde Durães et al. (2011) e estudados em Fraga (2019), indica tendência a alteração substancial na descarga de pico daquele Rio e, conseqüentemente, mudanças volumétricas e qualitativas na água disponível em superfície, em caráter imediato, e em subsuperfície, em intervalos mais longos e em toda a região;

h. que as relações físico-químicas e bioquímicas que se estabelecem no meio natural e que demandam comprovação científica *ad hoc* não foram adequadamente descritas para o Rio Paraopeba e seu contexto hidro(geo)lógico, o que lança dúvida plausível sobre as interações de médio / longo prazo, cumulativas ou não, a serem verificadas no meio natural, em práticas agropecuárias e no organismo humano;

i. que, mesmo diante da posição favorável do IGAM em relação à continuidade de uso, a própria indicação de níveis mais elevados de diversos compostos em solução exige o uso de métodos de tratamento de água que a tornem qualitativamente compatível com os diversos usos a que se destina em cada região,

**recomenda-se:**

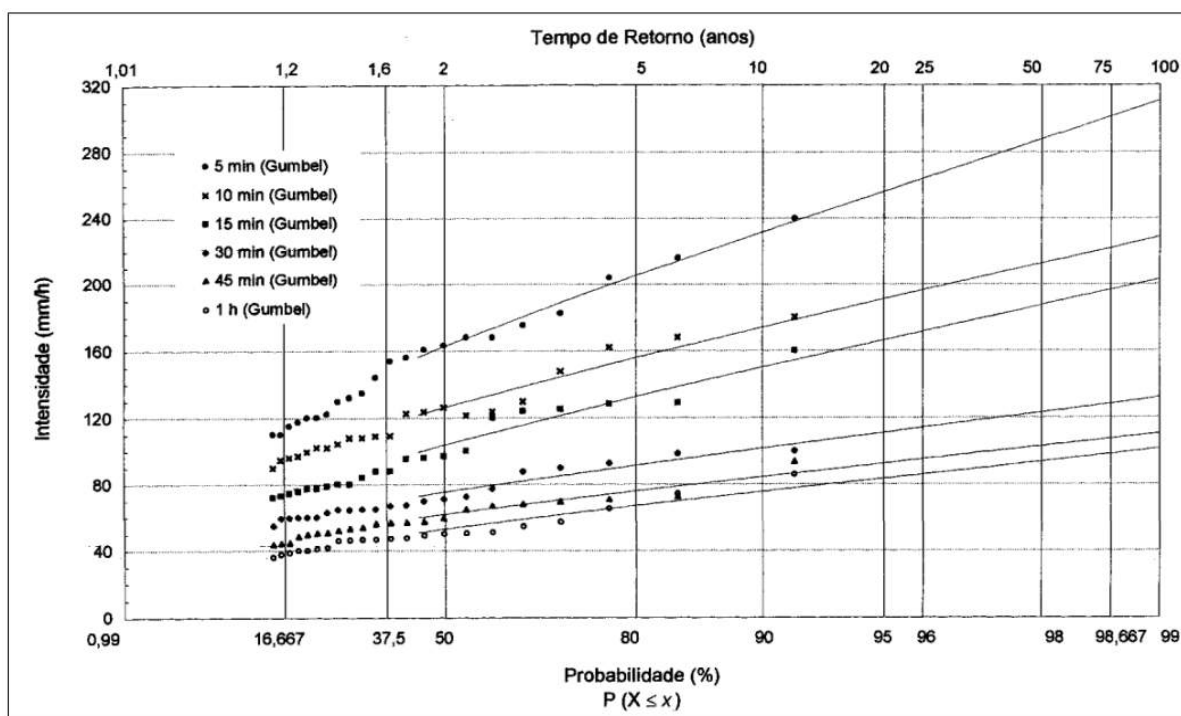
1. vetar o uso de água bruta do Rio Paraopeba para todo e qualquer fim sem que antes se tenha conduzido estudo científico detalhado e verificado por pares para determinação da variação da compatibilidade da água aí captada ao longo do ano hidrológico, modelagem de seu comportamento qualitativo e monitoramento regular. Se necessário, deve-se proceder à retificação de valores impróprios apontados em quaisquer dos indicadores que compõem os parâmetros de qualidade da água segundo o



uso pretendido e em atendimento aos dispositivos legais vigentes (q.v. Portaria de Consolidação n. 5, de 28 de setembro de 2017);

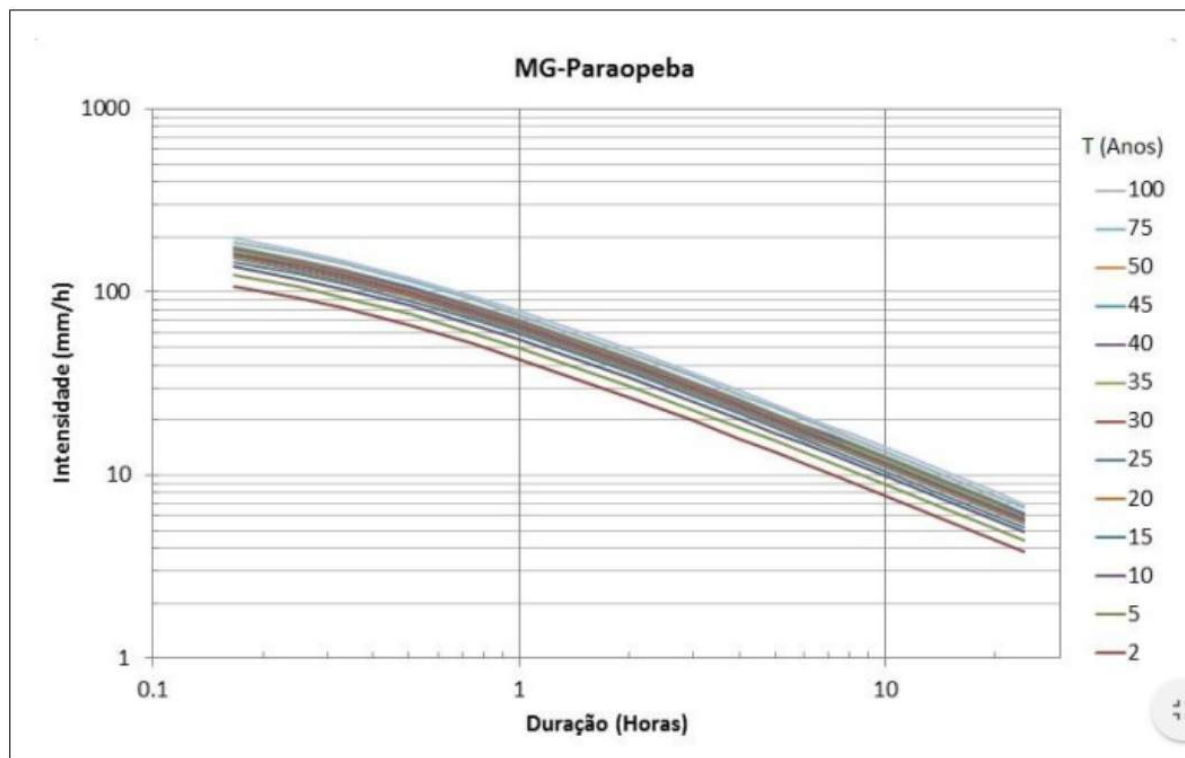
2. evitar, em toda a região drenada superficialmente pelo Rio Paraopeba (cf. abaixo as seções de caracterização geral das regiões em que se segmenta a bacia do Paraopeba), o uso de água subterrânea obtida a partir de poços rasos ou profundos sem que antes se tenha conduzido estudo científico detalhado e verificado por pares para determinação da variação da compatibilidade da água aí captada ao longo do ano hidrológico, modelagem de seu comportamento qualitativo e monitoramento regular. Se necessário, deve-se proceder à retificação de valores impróprios apontados em quaisquer dos indicadores que compõem os parâmetros de qualidade da água, segundo o uso pretendido e em atendimento aos dispositivos legais vigentes (q.v. Portaria de Consolidação n. 5, de 28 de setembro de 2017).

**Figura 6 : Modelos probabilísticos ajustados para a correlação entre volume precipitado, intensidade e tempo de retorno do evento (estação pluviométrica de Papagaios, MG)**



Fonte: ANEEL/CPRM (1999)

**Figura 7: Curvas IDF para a cidade de Paraopeba - MG**



Fonte: CPRM (2018).



**Tabelas 2 e 3: Intensidade da chuva em mm/h e altura da chuva em mm, calculadas para durações e tempos de retorno a partir da observação feita na cidade de Paraopeba (MG)**

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
10 Minutos	107,5	123,8	137,6	146,4	153	158,3	162,8	170,2	176,1	181,1	187,4	192,7	195,8
15 Minutos	92,4	106,3	118,2	125,8	131,4	136	139,9	146,2	151,2	155,5	160,9	165,5	168,2
20 Minutos	81,3	93,5	104	110,6	115,6	119,6	123	128,6	133	136,8	141,6	145,6	147,9
30 Minutos	66,0	75,9	84,4	89,8	93,9	97,1	99,9	104,4	108	111,1	114,9	118,2	120,1
45 Minutos	52,0	59,9	66,6	70,8	74	76,6	78,8	82,3	85,2	87,6	90,6	93,2	94,7
1 HORA	43,3	49,8	55,4	58,9	61,6	63,7	65,5	68,5	70,9	72,9	75,4	77,6	78,8
2 HORAS	26,7	30,7	34,2	36,4	38	39,3	40,5	42,3	43,7	45,0	46,5	47,9	48,6
3 HORAS	19,8	22,7	25,3	26,9	28,1	29,1	29,9	31,3	32,4	33,3	34,4	35,4	36
4 HORAS	15,9	18,3	20,3	21,6	22,6	23,4	24,0	25,1	26,0	26,7	27,7	28,4	28,9
5 HORAS	13,4	15,4	17,1	18,2	19,0	19,7	20,2	21,1	21,9	22,5	23,3	23,9	24,3
6 HORAS	11,6	13,3	14,8	15,8	16,5	17,0	17,5	18,3	19,0	19,5	20,2	20,7	21,1
7 HORAS	10,3	11,8	13,1	14	14,6	15,1	15,5	16,2	16,8	17,3	17,9	18,4	18,7
8 HORAS	9,2	10,6	11,8	12,6	13,1	13,6	14	14,6	15,1	15,5	16,1	16,5	16,8
12 HORAS	6,7	7,7	8,5	9,1	9,5	9,8	10,1	10,6	10,9	11,2	11,6	12	12,2
14 HORAS	5,9	6,8	7,6	8,0	8,4	8,7	8,9	9,3	9,7	9,9	10,3	10,6	10,7
20 HORAS	4,4	5,1	5,7	6,0	6,3	6,5	6,7	7,0	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1
24 HORAS	3,8	4,4	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	6,1	6,3	6,4	6,7	6,9	7,0

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
10 Minutos	17,9	20,6	22,9	24,4	25,5	26,4	27,1	28,4	29,3	30,2	31,2	32,1	32,6
15 Minutos	23,1	26,6	29,5	31,4	32,9	34,0	35,0	36,5	37,8	38,9	40,2	41,4	42
20 Minutos	27,1	31,2	34,7	36,9	38,5	39,9	41,0	42,9	44,3	45,6	47,2	48,5	49,3
30 Minutos	33,0	38,0	42,2	44,9	46,9	48,6	49,9	52,2	54	55,5	57,5	59,1	60,1
45 Minutos	39,0	44,9	49,9	53,1	55,5	57,5	59,1	61,7	63,9	65,7	68	69,9	71,0
1 HORA	43,3	49,8	55,4	58,9	61,6	63,7	65,5	68,5	70,9	72,9	75,4	77,6	78,8
2 HORAS	53,4	61,5	68,4	72,8	76,0	78,7	80,9	84,5	87,5	90	93,1	95,7	97,3
3 HORAS	59,3	68,2	75,9	80,7	84,4	87,3	89,8	93,8	97,1	99,8	103,3	106,2	108
4 HORAS	63,5	73,1	81,2	86,4	90,3	93,5	96,1	100,4	103,9	106,9	110,6	113,7	115,6
5 HORAS	66,8	76,8	85,4	90,9	95	98,3	101,1	105,6	109,3	112,4	116,3	119,6	121,5
6 HORAS	69,5	79,9	88,9	94,6	98,8	102,3	105,2	109,9	113,7	117,0	121,0	124,5	126,5
7 HORAS	71,8	82,6	91,9	97,7	102,1	105,7	108,7	113,6	117,5	120,9	125,1	128,6	130,7
8 HORAS	73,8	84,9	94,5	100,5	105	108,7	111,8	116,8	120,9	124,3	128,6	132,2	134,4
12 HORAS	80,2	92,2	102,6	109,1	114,1	118	121,4	126,8	131,3	135	139,7	143,6	146
14 HORAS	82,7	95,1	105,8	112,5	117,6	121,7	125,1	130,8	135,3	139,2	144,0	148,1	150,5
20 HORAS	88,6	102	113,4	120,7	126,1	130,5	134,2	140,2	145,1	149,2	154,4	158,8	161,4
24 HORAS	91,8	105,6	117,5	125,0	130,6	135,1	139,0	145,2	150,3	154,5	159,9	164,4	167,1

Fonte: CPRM (2018).



### **3 – CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE ACESSO À ÁGUA PELAS COMUNIDADES DA BACIA DO PARAÓPEBA POR REGIÃO**

A grande área da Bacia do Paraopeba, atingida pelo rompimento das barragens da Vale S.A., inclui 26 municípios, com uma população total calculada, para 2018, em 1.047.018 habitantes, sendo 84,8% dessa atendida com abastecimento de água, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Brasil, 2019). Todos esses municípios possuem as sedes servidas por redes de água e 24 deles também com esgoto (Brasil, 2019). No entanto, apenas 11 deles possuem localidades (excluídas as sedes) atendidas com abastecimento de água, como mostra a tabela a seguir:

**Tabela 4 : Localidades (excluídas as sedes) atendidas com abastecimento de água (2018)**

<b>MUNICÍPIO</b>	<b>QUANTIDADE</b>
Felixlândia	1
Juatuba	2
Fortuna de Minas	3
Martinho Campos	3
Brumadinho	4
Curvelo	4
Papagaios	4
São José da Varginha	4
Pequi	5
Esmeraldas	12
Pará de Minas	13
Total	55

**Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Brasil, 2019)**

A Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA é responsável pelo abastecimento de água em 21 desses municípios atingidos; em quatro deles, esse serviço está a cargo das prefeituras municipais (Fortuna de Minas, Papagaios, Pequi e São José da Varginha) e, em Pará de Minas, está entregue a Águas de Pará de Minas S. A. (CAPAM) do Grupo Águas do Brasil - Saneamento Ambiental Águas do Brasil (SAAB), empresa do setor de concessões privadas desse serviço (Brasil, 2019). Foi justamente essa cidade que sofreu o maior impacto no seu sistema de abastecimento de água em decorrência do rompimento das barragens da Vale, visto que a quase totalidade daquelas 26 sedes municipais não estão às margens do Rio Paraopeba. Vale ressaltar



que, no entanto, dezenas de pequenas localidades e comunidades rurais sofreram danos no seu acesso a água, como será relatado a seguir.

A área da Bacia do Paraopeba, atingida pelo rompimento das barragens da Vale S.A., foi dividida em cinco regiões distintas para efeito da atuação das Assessorias Técnicas Independentes, as quais estão distribuídas como apresenta a Figura 8:

**Região 1:** Associação Estadual de Defesa Ambiental e Social - AEDAS

**Região 2:** Associação Estadual de Defesa Ambiental e Social - AEDAS

**Região 3:** Núcleo de Assessoria às Comunidades Atingidas por Barragens - NACAB

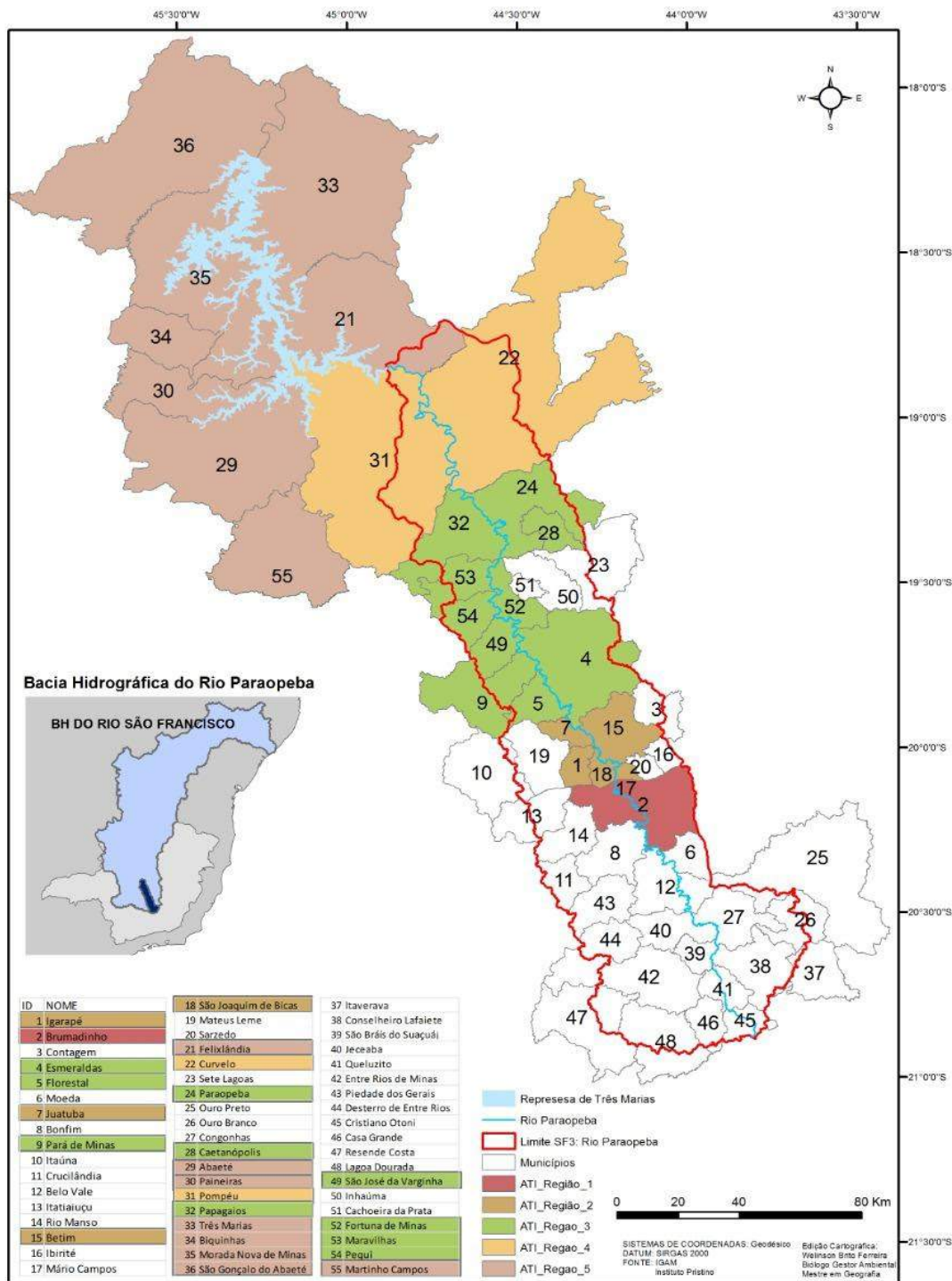
**Região 4:** Instituto Guaicuy

**Região 5:** Instituto Guaicuy

Cada uma dessas ATIs ficou responsável pela elaboração das seções descritivo-analíticas referentes a suas respectivas faixas de atuação na bacia do Paraopeba.



**Figura 8: Mapa de localização das 5 regiões atendidas pelas Assessorias Técnicas Independentes**



Fonte: IGAM; Instituto Prístino.

## A - Região 1

### Caracterização geral da região

A Região 1 da bacia do Rio Paraopeba é representada pelo município de Brumadinho, situado no Estado de Minas Gerais e, mais especificamente, na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), a cerca de 50 quilômetros da Capital. Brumadinho é constituída de 5 distritos: Brumadinho, Aranha, Conceição do Itaguá, Piedade do Paraopeba e São José do Paraopeba, assim permanecendo em divisão territorial datada de 2007.

A população estimada do município, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), era de 39.520 habitantes em 2018, com densidade demográfica de 53,13 habitantes por km<sup>2</sup>, população rural de 5.236 pessoas e população urbana de 28.687 pessoas. Em 2010, a População Economicamente Ativa no município e que tem mais de 18 anos era de 17.206 habitantes em 2010 (IBGE, 2010).

Em 2016, o Produto Interno Bruto (PIB) do município atingiu o total de R\$ 1.988.402.590,00 (IBGE, 2017), o que deixa o PIB *per capita* a R\$ 51.164,41 (IBGE, 2017). Apesar da grande arrecadação do município, decorrente da intensa atividade minerária, a renda *per capita* média está reduzida a R\$ 910,31 (Atlas Brasil, 2010), sendo que 1,51% da população são extremamente pobres (renda *per capita* média de R\$ 24,91), 5,83% da população são pobres (renda *per capita* média de R\$ 89,15 reais) e 19,94% da população são vulneráveis à pobreza (renda *per capita* média de R\$ 170,15) segundo o Atlas Brasil (2010); ademais, a desigualdade social no município é verificada pelo Índice de Gini de 0,57 (Atlas Brasil, 2010). No que concerne às atividades econômicas do município de Brumadinho, de acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego - MTE, no ano de 2018, 27% dos postos de trabalho foram gerados pelo setor de Serviços, 23%, pela Administração pública e 21%, pelo setor Extrativo mineral (MTE, 2018). No entanto, cabe ressaltar que, em diversos casos, trabalhadores contratados de forma terceirizada por companhias mineradoras são classificados no setor de “serviços”.

Essa dependência da economia local em relação ao setor extrativo mineral já era percebida no município antes de janeiro de 2019. Como demonstrado na análise realizada pelo grupo POEMAS, intitulada “Minas não há mais: avaliação dos aspectos econômicos e institucionais do desastre da Vale na Bacia do rio Paraopeba”, a dinâmica econômica no município de Brumadinho, a exemplo dos demais municípios



mineradores, impacta fortemente os processos de contratação e de demissão de trabalhadores:

A importância do setor extrativo mineral também acaba por determinar um grande impacto na dinâmica de contratação e demissão nos municípios mineradores, o que faz com que a dinâmica econômica desses municípios varie de acordo com o comportamento do mercado mineral. Por exemplo, em 2018, foram admitidos 2.462 novos trabalhadores em Brumadinho e desligados 2.258. Como pode ser verificado na Tabela 6, o setor extrativo mineral foi responsável por 13,8% do total de admissões e 13,0% das demissões, o que significou 22,5% do saldo final (MTE, 2018b).<sup>3</sup>

### **Dados relativos às demandas captadas**

Os dados utilizados nesta versão do relatório correspondem às informações levantadas pela equipe de mobilização da AEDAS na Região 01 durante os meses de julho, agosto e setembro de 2020 e posteriormente tratadas e compiladas pelos técnicos da área temática socioambiental da mesma ATI. O banco de dados referentes ao levantamento de problemas relacionados à água é constantemente alimentado com informações provenientes dos espaços participativos e sistematizados pelas áreas temáticas e de mobilização. O presente relatório, portanto, representa apenas uma “fotografia” dos números levantados até o momento.

---

<sup>3</sup>MILANEZ, B. *et al.* (2019) **Minas não há mais: avaliação dos aspectos econômicos e institucionais do desastre da Vale na bacia do rio Paraopeba**. Versos – Textos para Discussão PoEMAS, 3(1), 1-114



**Tabela 5: Número de famílias que apresentam demandas relacionadas ao acesso de água na Região 1**

<b>REGIÃO Nº1</b>		
<b>MUNICÍPIO</b>	<b>COMUNIDADES</b>	<b>Nº DE FAMÍLIAS QUE APRESENTARAM DEMANDAS RELATIVAS AO ACESSO À ÁGUA</b>
<b>Brumadinho</b>	Melo Franco	37
	Aranha	24
	Parque da Cachoeira	12
	Parque das Águas	11
	Pires	08
	Casa Branca	04
	São Conrado	03
	Residencial Bela Vista	02
	Alberto Flores	02
	Parque do Lago	02
	Quilombo Ribeirão	01
	Quilombo Rodrigues	01
	Assentamento Pastorinhas	01
	Tejuco	01
Monte Cristo	01	
<b>TOTAL</b>		<b>110</b>

Fonte: AEDAS (2020)



**Tabela 6: Identificação de demandas segundo o tipo de consumo e a partir dos dados disponíveis até o momento**

REGIÃO Nº1			
MUNICÍPIO	COMUNIDADES	Nº DE FAMÍLIAS QUE APRESENTARAM DEMANDAS POR ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO (ÁGUA MINERAL)	Nº DE FAMÍLIAS QUE APRESENTARAM DEMANDAS POR ÁGUA PARA OUTRAS TIPOS DE CONSUMO (CAMINHÃO PIPA)
Brumadinho	Aranha	24	-
	Melo Franco	5	32
	Quilombo Rodrigues	-	1
	Monte Cristo	-	1
	Tejuco	1	-
	Quilombo Ribeirão	1	-
	Parque da Cachoeira	12	-
	Parque do Lago	02	-
	Alberto Flores	2	-
	Parque das Águas	10	-
	Casa Branca	04	-
	Pires	08	3
	São Conrado	03	-
Assentamento Pastorinhas	1	-	
<b>TOTAL</b>		<b>73</b>	<b>37</b>

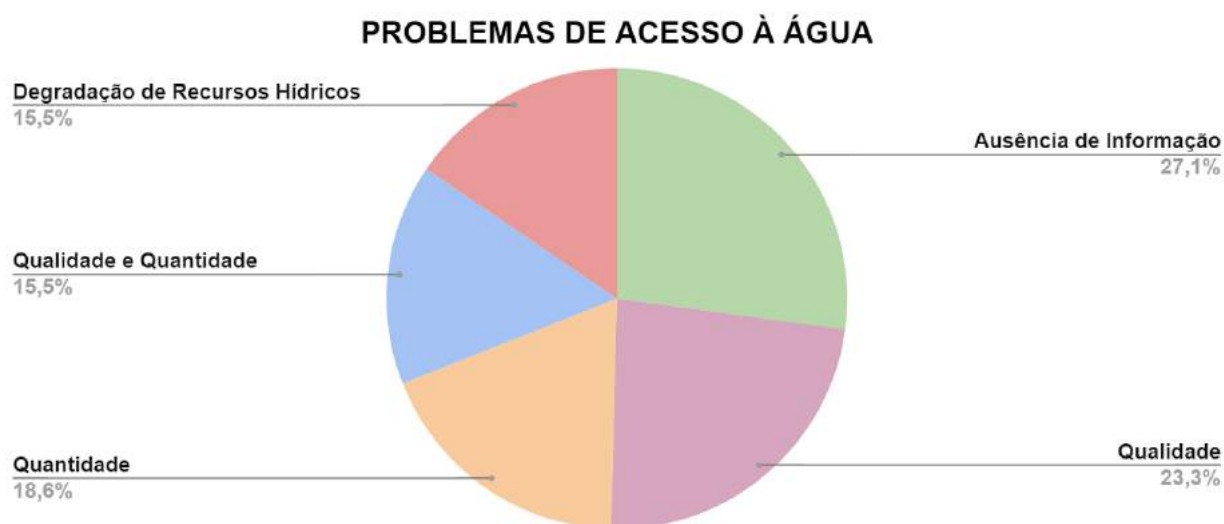
Fonte: AEDAS (2020)

**Principais problemas de acesso à água pelas comunidades atingidas, em termos de quantidade e de qualidade**

Durante os meses de agosto e setembro de 2020, a AEDAS realizou aproximadamente 280 Grupos de Atingidas e Atingidos - GAAs, contando com a participação de aproximadamente 1000 atingidos que puderam apontar danos relacionados à água e propor medidas emergenciais. O gráfico abaixo apresenta os danos identificados como relativos à água, sistematizados a partir dos espaços participativos estabelecidos com os atingidos da Região 1.



**Gráfico 1- Problemas de acesso à água relatados na Região 1**



**Fonte: AEDAS (2020)**

Entre os 129 apontamentos de problemas de acesso à água, 57,4% dos danos estão relacionados a baixa qualidade e a reduzida quantidade de água. Os atingidos reiteraram que há demasiados problemas de qualidade na água fornecida pela concessionária COPASA e na água fornecida pela VALE por meio de caminhão pipa, além de problemas decorrentes da irregularidade no abastecimento.

As tabelas a seguir apresentam as informações qualitativas sobre problemas referentes à água, como apontados pelos atingidos nos 280 GAAs em especial, em termos do acesso e do uso de água bruta do Paraopeba e em relação à restrição do fornecimento alternativo de água para os atingidos que estão localizados para além do limite de 100m a partir das margens do rio, argumento que não se sustenta em absoluto (q.v. seção 2 acima).



**Tabela 7: Problemas relacionados à qualidade da água (incluindo aqueles relativos à COPASA e a outras redes de abastecimento)**

<b>Tipo de problema</b>	<b>Comunidade/Município</b>
<p><b>Insegurança e estigma na condição do tratamento e na qualidade da água da rede de abastecimento público da COPASA, Prefeitura e outros entes.</b> Os atingidos relatam que a água fornecida pela concessionária tem cor e odor. Muitas vezes, ela apresenta grande concentração de cloro, cor esbranquiçada ou amarelada e cheiro desagradável. Além do mais, a água da concessionária tem provocado problemas gastrointestinais e de pele (manchas e coceiras) nos atingidos e adoecimento de animais domésticos.</p>	Aranha, Bela Vista, Córrego do Feijão, Conceição do Itaguá, Lourdes, Marques e Palhano, Monte Cristo e Córrego do Barro, Parque da Cachoeira, Planalto, Progresso I e II, Retiro de Brumado, Salgado Filho, São Bento e Santo Antônio, São Conrado, São José do Paraopeba, Tejuco
<p><b>Má qualidade da água fornecida pela VALE</b></p>	Aranha, Melo Franco, Córrego do Feijão
<p><b>Insegurança alimentar</b> em decorrência da contaminação de hortaliças e de frutas devido à qualidade imprópria das águas superficiais e subterrâneas utilizadas.</p>	Parque da Cachoeira, Tejuco

Fonte: AEDAS (2020)

**Tabela 8: Problemas relacionados a quantidade de água**

<b>Tipo de problema</b>	<b>Comunidade/Município</b>
<p><b>Irregularidades no abastecimento público oferecido pela COPASA, pela Prefeitura e por outros.</b></p>	Casa Branca, Córrego do Feijão, Córrego do Fundo, Conceição do Itaguá, Jardim, Planalto, Parque das Águas, Progresso I e II, Residencial Bela Vista, Salgado Filho, São Sebastião, Silva Prato, Sol Nascente, Tejuco
<p><b>Capacidade insuficiente de armazenamento de água (individual ou coletiva )</b></p>	Aranha, Parque da Cachoeira, Ponte das Almorreimas
<p><b>Fornecimento de água em quantidade e periodicidade insuficiente pela Vale. Cortes no fornecimento de água (para os atingidos que a recebiam durante o ano passado) ou inexistência de fornecimento de água pela VALE.</b></p>	Córrego do Feijão, Parque da Cachoeira
<p><b>Necessidade de compra de água para consumo humano e para a condução de processos produtivos</b></p>	Parque da Cachoeira

Fonte: AEDAS (2020)



**Tabela 9: Demandas quanto à análise da qualidade da água**

<b>Tipo de problema</b>	<b>Comunidade/Município</b>
<b>Falta de informações sobre o estado da contaminação das águas superficiais, subterrâneas e de nascentes</b>	Aranha, Assentamento Pastorinhas, Bela vista, Casa Branca, Casinhas, Centro, Córrego Fundo, Gomes, José Henrique, Monte Cristo/Corrego do Barro, Parque das Águas, Parque do Lago, Piedade do Paraopeba, Pires, Ponte das Almorreimas, Residencial Bela Vista, Retiro de Brumado, São Conrado, São José do Paraopeba, Taquaraçu, Tejuco

Fonte: AEDAS (2020)

**Tabela 10: Poços, em especial aqueles que se localizam fora da faixa de 100m**

<b>Tipo de problema</b>	<b>Comunidade/Município</b>
<b>Contaminação da água subterrânea (poços e cisternas)</b>	Alberto Flores, São José do Paraopeba, Melo Franco, Ponte das Almorreimas
<b>Vazão insuficiente de poços e cisternas</b>	Aranha, Alberto Flores, Córrego Fundo, Massangano, Ponte de Almorreimas, São José do Paraopeba

Fonte: AEDAS (2020)

**Tabela 11: Outras demandas**

<b>Tipo de problema</b>	<b>Comunidade/Município</b>
<b>Contaminação/degradação de águas superficiais</b> que prejudica a dessedentação animal (provoca adoecimento e morte), a irrigação e o consumo humano, gera elevação de gastos financeiros em função do aumento do uso da água da rede de abastecimento público da COPASA e provoca o estigma da contaminação.	Centro, Conceição de Itaguá; Cohab; Canto do Rio e José Henrique, Jota, Martins e Colégio, Melo Franco, Monte Cristo e Córrego do Barro, Ponte das Almorreimas, São Conrado
<b>Assoreamento do reservatório de água</b>	Tejuco

Fonte: AEDAS (2020)



## B - Região 2

### Características gerais da região

- **Betim:** o município é dividido em oito regionais: PTB, Sede (Centro), Teresópolis, Citrolândia, Norte, Alterosas, Imbiruçu e Vianópolis. Segundo dados do Atlas Brasil (2010), é o quinto município mais populoso do Estado: estima-se uma população de 432.575 habitantes em 2018 (IBGE, 2018), dividida entre a população rural, que, em 2010, totalizava 2.758 pessoas, e urbana, que somava 375.331 pessoas (Atlas Brasil, 2010); a densidade demográfica é de 1.102,80 hab/km<sup>2</sup>. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) corresponde a 0,749 (IBGE, 2010), enquanto a taxa de atividade da população de 18 anos ou mais (ou seja, o percentual dessa população que era economicamente ativa) é de 73,22%. Ao mesmo tempo, sua taxa de desocupação (ou seja, o percentual da população economicamente ativa que estava desocupada) é de 8,60% (Atlas Brasil, 2010). As principais atividades econômicas do município são a indústria e serviços (IBGE, 2017). Das pessoas ocupadas na faixa etária de 18 anos ou mais no município, 1,79% trabalhavam no setor agropecuário, 0,64%, na indústria extrativa, 21,66%, na indústria de transformação, 10,47%, no setor de construção, 1,03%, nos setores de utilidade pública, 14,24%, no comércio e 44,50%, no setor de serviços. Em 2016, o PIB do município atingiu o total de R\$ 25.144.473,84, valor que lança o PIB *per capita* a R\$ 59.534,12 (IBGE, 2016). Apesar da grande arrecadação do município decorrente dos setores secundário e terciário, a renda *per capita* média é de R\$ 660,56. A proporção de pessoas pobres, ou seja, que têm renda domiciliar *per capita* inferior a R\$ 140,00, corresponde a 7,04%.
- **Igarapé:** O município possuía, em 2018, uma população estimada de 42.246 pessoas, dado que leva a densidade demográfica a 314,4 hab/km<sup>2</sup>. A renda *per capita* média era de R\$ 570,58 em 2010, enquanto o PIB *per capita*, em 2016, chegava a R\$ 16.658,37. Segundo dados do IBGE (2010), 10,24% da população do município se apresentava em situação de pobreza e 2,60%, de extrema pobreza; o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) corresponde a 0,698. Igarapé engloba 3.077,781 hectares destinados à produção agrícola, empregando cerca de 600 pessoas (IBGE, 2017). Nesse sentido, em 2010, das



pessoas ocupadas na faixa etária de 18 anos ou mais no município, 6,12% trabalhavam no setor agropecuário, 3,96%, na indústria extrativa, 19,31%, na indústria de transformação, 9,64%, no setor de construção, 0,66%, nos setores de utilidade pública, 15,97%, no comércio e 40,79%, no setor de serviços (Atlas Brasil, 2010). As principais empresas geradoras de emprego e renda do município estão ligadas às área de logística de armazenamento e de transportes rodoviários de cargas intermunicipais e interestaduais. Entre elas, podemos citar SADA Transportes, TEGMA Gestão Logística e Cooperceg. Em Igarapé fica localizado o Conjunto natural paisagístico Pedra Grande tombado pelo Iphan; a Pedra Grande é a parte da Serra Azul, localizada no município de Igarapé, cujo conjunto de serras e montanhas situa-se na junção dos limites municipais de Igarapé, Itatiaiuçu, Brumadinho e Mateus Leme. Existem várias mineradoras em operação no entorno desse conjunto arquitetônico. O bem natural tem importância regional estratégica por ser berço de nascentes responsáveis pela recarga hídrica de um dos aquíferos que abastecem a região metropolitana de Belo Horizonte.

- **Juatuba:** O município apresenta um território de 97,48 km<sup>2</sup> com a população estimada em 26.484 habitantes (IBGE, 2018). É um município vizinho dos municípios de Mateus Leme, Florestal e São Joaquim de Bicas. O município de Juatuba se situa a 10 km a Norte-Leste de Mateus Leme, a maior cidade nos arredores. A densidade demográfica de seu território é de 223,04 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2017); a população rural chega a 1,68%, enquanto a urbana é de 98,32% (ATLAS, 2010). O PIB do município atingiu a marca de R\$ 1.201.844 (x1000) em 2017 e o PIB *per capita* foi de R\$ 46.449,90 no mesmo ano (IBGE, 2016). Mesmo com uma arrecadação significativa do município, a renda mensal por pessoa chega a apenas R\$ 517,18, pelo que 12,24% da população são considerados pobres; o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) corresponde a 0,717 (IBGE, 2010). Entre as principais empresas geradoras de serviços, podemos citar a Cervejaria AMBEV e várias empresas metalúrgicas fabricantes de peças automotivas destinadas principalmente à montadora de carros da FIAT localizada em Betim.





- **Mário Campos:** Conta com um território de 35.196 km<sup>2</sup> e população estimada de 15.207 pessoas, o que leva a densidade demográfica a 374,82 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2018); as populações urbana e rural alcançam, respectivamente, 94,44% e 5,56% (IMRS, 2010). Em 2016, o PIB do município atingiu o total de R\$ 154.616,57 (x 1000), conduzindo o PIB *per capita* a contabilizar R\$ 10.439,31 (IBGE, 2016). Apesar da significativa arrecadação do município, a renda mensal é estimada em R\$ 551,93 por habitante, do que decorre 11,14% serem considerados pobres (Atlas Brasil, 2010); o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) corresponde a 0,699 (IBGE, 2010). A agricultura é uma das principais atividades econômicas desenvolvidas no município: integrada ao cinturão verde da Região Metropolitana de BH, Mário Campos abastece o CEASA e mercados da região com uma grande variedade de verduras. Outras atividades econômicas giram em torno do comércio local, da prefeitura e de alguns prestadores de serviço. Após o rompimento da barragem de Brumadinho, houve queda na produção, na geração de empregos diretos e indiretos e na economia local, fazendo com que muitos moradores buscassem oportunidades de emprego fora do município.
- **São Joaquim de Bicas:** A população estimada do município, segundo dados do IBGE (2018), era de 30.989 habitantes em 2018, e a densidade demográfica era de 356,88 hab/km<sup>2</sup>. A população rural compreendia, em 2010, 27,17% e a urbana, 72,83% do total (Atlas Brasil, 2010); o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) corresponde a 0,662 (IBGE, 2010). Em 2017, o salário médio mensal era de 2,2 salários-mínimos, enquanto a proporção de pessoas ocupadas, em relação à população total, era de 20,3% (dados do IBGE). Para 41,6% da população, os rendimentos mensais por domicílio eram de até meio salário-mínimo por pessoa. Já o PIB *per capita* era de R\$ 19.149,88, segundo dados de 2016. Nesse sentido, em 2010, das pessoas ocupadas na faixa etária de 18 anos ou mais do município, 10,69% trabalhavam no setor agropecuário, 0,77%, na indústria extrativa, 18,54%, na indústria de transformação, 10,48%, no setor de construção, 1,29%, nos setores de utilidade pública, 10,97%, no comércio e 37,27%, no setor de serviços (Atlas Brasil, 2010). A produção agrícola compreende uma área de 1.734,126 hectares (IBGE, 2017) - cerca de 25% do território - e empregava mais de 500 pessoas em 2017



(IBGE). No município, localizam-se ainda dois acampamentos ligados ao Movimento dos Trabalhadores Sem Terra: Pátria Livre e Zequinha, além da aldeia indígena pataxó Hã Hã Hãe. São Joaquim de Bicas conta também com uma população de 5 mil detentos divididos entre três unidades prisionais localizadas na margem do Rio Paraopeba: Presídios São Joaquim de Bicas I, II e Penitenciária Jason Albergaria.



**Dados relativos às demandas captadas**

**Tabela 12: Acesso a água: Demandas totais apresentadas por comunidade, município e região**

<b>REGIAO 2</b>		
<b>MUNICÍPIO</b>	<b>COMUNIDADES</b>	<b>FAMÍLIAS QUE APRESENTARAM DEMANDAS RELATIVAS AO ACESSO À ÁGUA</b>
Betim	Alto Boa Vista	41
	Sol Nascente	38
	Colônia Santa Isabel	35
	Paquetá	14
	Monte Calvário	7
	Citrolândia	6
	Vila Rica	6
	São Marcos	5
	Vila Nova	4
	Cruzeiro	3
	Assentamento 2 de Julho	2
	Quebra Galho	2
Charneca	1	
<b>TOTAL BETIM</b>		<b>164</b>
Igarapé	Bervely	1
	Brejo	1
<b>TOTAL IGARAPÉ</b>		<b>2</b>
Juatuba	Satélite	36
	Francelinos	19
	Povos e Comunidades Tradicionais	3
<b>TOTAL JUATUBA</b>		<b>58</b>
Mário Campos	Campo Verde	11
	Reta do Jacaré	5
	Reta 1	4
	Primavera	3
	Bela Vista	3
	Reta 2	1
Tangará	1	
<b>TOTAL MÁRIO CAMPOS</b>		<b>28</b>
São Joaquim de Bicas	Acampamento Pátria Livre	15
	FHEMIG	13
	Primavera	4
	Tupuarana	4
	Teresa Cristina	3
	Vale do Sol I, II e III	3
	Boa Esperança Verde	1
	Estância Verde	1
<b>TOTAL SÃO JOAQUIM DE BICAS</b>		<b>44</b>
<b>TOTAL</b>		<b>296</b>

Fonte: AEDAS (2020).



Dados existentes (possivelmente menores do que os da tabela acima) com a identificação de demandas segundo o tipo de consumo:

**Tabela 13: Acesso a água: Demandas apresentadas segundo os tipos de consumo por comunidade, município e região**

<b>REGIÃO 2</b>			
<b>MUNICÍPIO</b>	<b>COMUNIDADES</b>	<b>FAMÍLIAS QUE APRESENTARAM DEMANDAS POR ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO</b>	<b>DE FAMÍLIAS QUE APRESENTARAM DEMANDAS POR ÁGUA PARA OUTROS TIPOS DE CONSUMO</b>
Betim	Alto Boa Vista	38	28
	Assentamento 2 de Julho	2	2
	Cruzeiro	2	2
	Charneca	0	1
	Citrolândia	6	6
	Colônia Santa Isabel	30	23
	Monte Calvário	7	3
	Paquetá	11	12
	Quebra Galho	2	2
	São Marcos	5	2
	Sol Nascente	36	28
	Vila Rica	6	6
	Vila Nova	4	3
	<b>TOTAL BETIM</b>	<b>149</b>	<b>118</b>
Igarapé	Bervely	0	1
	Brejo	1	1
		<b>TOTAL IGARAPÉ</b>	<b>1</b>
Juatuba	Francelinos	18	15
	Povos e Comunidades Tradicionais	3	3
	Satélite	30	25
		<b>TOTAL JUATUBA</b>	<b>51</b>
Mário Campos	Bela Vista	3	1
	Campo Verde	8	7
	Primavera	1	3
	Reta 1	4	2
	Reta 2	1	0
	Reta do Jacaré	3	5
	Tangará	1	1
		<b>TOTAL MÁRIO CAMPOS</b>	<b>21</b>



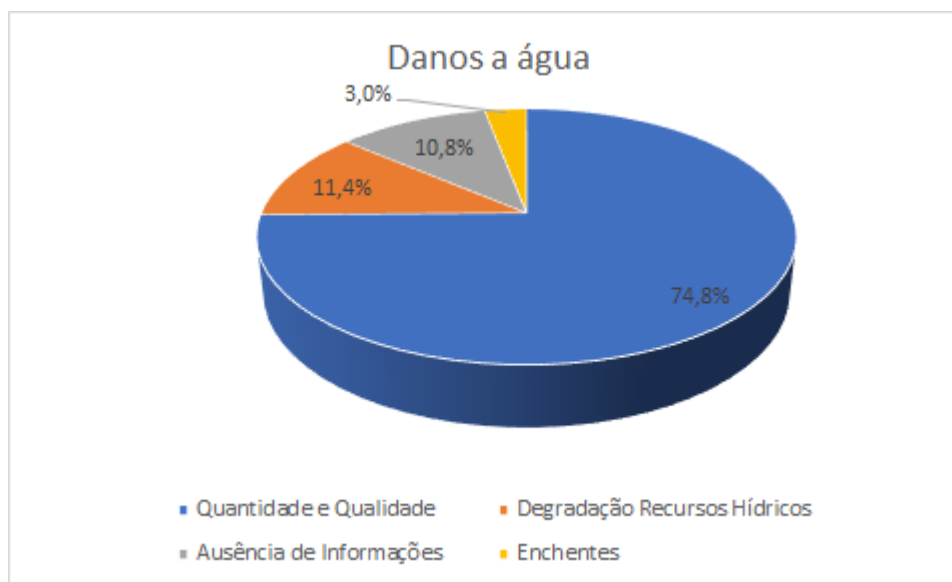
São Joaquim de Bicas	Acampamento Pátria Livre	6	14
	Boa Esperança Verde	1	1
	Estância Verde	1	1
	FHEMIG	5	12
	Primavera	2	4
	Teresa Cristina	3	2
	Tupuarana	4	4
	Vale do Sol I, II e III	1	2
	<b>TOTAL SÃO JOAQUIM DE BICAS</b>	<b>23</b>	<b>40</b>
<b>TOTAL</b>	<b>245</b>	<b>222</b>	

Fonte: AEDAS (2020)

### Principais problemas de acesso à água pelas comunidades atingidas, em termos de quantidade e de qualidade

O Gráfico 2 demonstra a distribuição dos danos relacionados à água e sistematizados a partir dos espaços participativos que congregam os atingidos da Região 2. Infere-se que 74,8% dos danos estão relacionados à falta de qualidade e de quantidade de água; os atingidos reiteraram que há demasiados problemas de qualidade na água fornecida pela concessionária COPASA e na água fornecida pela VALE através de caminhão pipa, além de irregularidade no abastecimento.

Gráfico 2- Danos a água na região 2



Fonte: AEDAS (2020)



Os Quadros a seguir apresentam as informações qualitativas e quantitativas sobre danos relacionados à água. Aplicam-se, por certo e uma vez mais, as mesmas observações feitas à seção 2 acima em relação às restrições ao acesso e ao uso da água bruta do Paraopeba e no que respeita a inadequação de uma baliza de 100m a partir das margens do rio como critério para o fornecimento de água em volume e qualidade compatíveis com as demandas de cada local.

**Tabela 14: Tipologia dos danos associados à qualidade da água (incluindo aquela fornecida pela COPASA ou por outras redes de abastecimento)**

Tipo de Dano	Município/Comunidade
<p><b>Insegurança e estigma na condição do tratamento e na qualidade da água da rede de abastecimento público da COPASA.</b> Os atingidos relatam que a água fornecida pela concessionária tem cor e odor. Muitas vezes, ela está com grande concentração de cloro, cor esbranquiçada ou amarelada e cheiro desagradável. Além do mais, a água da concessionária tem provocado problemas gastrointestinais e de pele (manchas e coceiras) nos atingidos e adoecimento de animais domésticos</p>	Betim: Alto Boa Vista, Colônia Santa Isabel, Charneca, Cruzeiro, Citrolândia, Monte Calvário, Nazaré, Quebra Galho, Primavera, Sol Nascente
	Mário Campos: Campo Verde, Funil, Reta 1, Reta do Jacaré, Tangará
	São Joaquim de Bicas: Flor de Minas, Primavera, Tereza Cristina, Tupanuara, Vale do Sol I e II
	Juatuba: Francelinos
<p><b>Má qualidade da água fornecida pela VALE.</b> A água ofertada pela empresa ré tem provocado adoecimento dos atingidos e de animais domésticos e de criação. Foi diagnosticado que a água transportada pelos caminhões-pipa tem cor e sedimentos.</p>	Mário Campos: Campo Verde; São Tarcísio, Reta do Jacaré
	Betim: Colônia Santa Isabel, Cruzeiro
	São Joaquim de Bicas: FHEMIG
	Juatuba: Satélite
<p><b>Insegurança alimentar.</b> Contaminação de hortaliças e frutas devido à má qualidade das águas superficiais e subterrâneas utilizadas</p>	Mário Campos: Campo Verde, Reta 2
	São Joaquim de Bicas: Tereza Cristina

Fonte: AEDAS (2020)



**Tabela 15: Tipologia de problemas associados à quantidade de água**

<b>Tipo de Dano</b>	<b>Município: Comunidade</b>
Irregularidade no fornecimento de água por parte do poluidor-pagador (VALE)	Betim: Assentamento 2 de Julho, Colônia Santa Isabel, Cruzeiro, Vale do Sol
	Mário Campos: Funil, Reta 1
	São Joaquim de Bicas: FHEMIG, Pátria Livre, Tereza Cristina
Irregularidades no abastecimento público da COPASA	Betim: Alto Boa Vista, Colônia Santa Isabel, Cruzeiro, Monte Calvário, Nazaré, Sol Nascente
	Juatuba: Francelinos, Satélite
	Mário Campos: Funil
	São Joaquim de Bicas: Vale do Sol I e II, Pátria Livre
<b>Aumento de custos incidentes sobre o abastecimento de água.</b> Os agricultores atingidos relatam que a quantidade de água fornecida pela VALE através de caminhão-pipa é insuficiente; foi feita ligação de água da rede pública pela COPASA, porém, aumentaram os custos de produção dos agricultores	Betim: Cruzeiro, Colônia Santa Isabel
	Juatuba: Francelinos
	São Joaquim de Bicas: Tereza Cristina, Tupanuara
Capacidade insuficiente de armazenamento de água (individual ou coletiva)	Betim: Assentamento 2 de Julho, Colônia Santa Isabel, Cruzeiro, Nazaré, Sol Nascente
	Juatuba: Francelinos
	Mário Campos: Reta 1
Cortes no fornecimento de água para atingidos que recebiam ano passado, ou não fornecimento pela VALE	Juatuba: Francelinos
	São Joaquim de Bicas: Tereza Cristina
Necessidade de compra de água para consumo humano e processos produtivos	São Joaquim de Bicas: Tereza Cristina, Tupanuara

Fonte: AEDAS (2020)

**Tabela 16: Demandas para a análise da qualidade da água**

<b>Tipo de Dano</b>	<b>Comunidade/Município</b>
Falta de informações sobre a contaminação das águas superficiais, subterrâneas e de nascentes	Betim: Alto Boa Vista, Colônia Santa Isabel, Cruzeiro, Monte Calvário, Quebra Galh
	Mário Campos: Campo Verde, Funil, São Tarcísio
	Juatuba: Francelinos, Satélite
	São Joaquim de Bicas: FHEMIG, Imperador, Tereza Cristina

Fonte: AEDAS (2020)



**Tabela 17: Poços, em especial aqueles que se localizam fora da faixa de 100m (comunidade/ município onde ocorrem)**

<b>Tipo de Dano</b>	<b>Comunidade/Município</b>
Contaminação da água subterrânea (poços e cisternas)	Mário Campos: Balneário e Bambuí, Campo Verde, Reta 2
	Betim: Charneca, Colônia Santa, Cruzeiro
	Juatuba: Francelinos
	São Joaquim de Bicas: Tupanuara
<b>Vazão insuficiente dos poços e/ou cisternas de água</b>	Betim: Assentamento 2 de Julho

Fonte: AEDAS (2020)

**Tabela 18: Outras demandas**

<b>Tipo de Dano</b>	<b>Município/ Comunidade</b>
<b>Insegurança Hídrica.</b> Dificuldade de acesso a água de qualidade e quantidade suficientes para manutenção da vida e de atividades socioeconômicas	Betim: Colônia Santa Isabel, Cruzeiro, Nazaré, Quebra Galho
	Juatuba: Francelinos
	Mário Campos: Reta 1
Contaminação/degradação de águas superficiais que prejudica a dessedentação animal (provoca adoecimento e morte), a irrigação, o consumo humano, gera aumento de gastos financeiros em função do aumento do uso da água da rede de abastecimento público da COPASA e provoca o estigma da contaminação.	Betim: Alto Boa Vista, Colônia Santa Isabel, Cruzeiro, Monte Calvário, Quebra Galho
	Mário Campos: Campo Verde, Funil, Primavera, São Tarcísio
	Juatuba: Francelinos, Satélite
	São Joaquim de Bicas: Pátria Livre, Tereza Cristina, Tupanuara, Vale do Sol I e II

Fonte: AEDAS (2020)

**Consequências socioeconômicas, culturais, para a saúde humana (física e mental) e ambientais dos problemas de acesso à água pelas comunidades atingidas nas regiões 1 e 2**

Os problemas de acesso à água causados pelo rompimento da barragem tiveram diversas consequências na vida das pessoas e das comunidades atingidas. Entre os danos relatados<sup>4</sup>, elencam-se:

<sup>4</sup> Esses relatos foram percebidos pela AEDAS desde a fase de elaboração do Plano de Trabalho, até as etapas realizadas do DRP percorridas até o momento.





a) a falta de acesso à água de qualidade e em quantidade suficiente, de que resultam dificuldades para realização de diversas atividades como alimentação e hidratação, trabalhos domésticos e de cuidados, higiene pessoal, criação de animais, cultivo de alimentos e outras atividades de geração de renda, gerando inclusive casos de extrema vulnerabilidade;

b) a desigualdade no acesso à água fornecida pela Vale, que gerou desentendimentos e desconfiança entre pessoas atingidas em algumas comunidades;

c) a falta de informações sobre a contaminação e sobre possíveis riscos à saúde humana e animal pelo uso da água do rio, de poços e cisternas (q.v. seção 2 acima), bem como da água recebida através da COPASA ou da distribuição da Vale (há relatos de que essa água apresenta coloração estranha, odor desagrável e alto teor de cloro, além de ter causado problemas de saúde em pessoas e em animais domésticos);

d) falta de informações sobre interrupção no recebimento de água mineral e água de caminhão-pipa, por parte da Vale.

Identificam-se ainda:

a) alterações nos modos de vida e na qualidade de vida geradas pela falta de água e pelo medo da contaminação, tanto pelo consumo da água quanto pelo consumo de alimentos cultivados;

b) a perda e adoecimento de animais de criação, por falta de água suficiente e de qualidade para dessedentação;

c) alteração dos hábitos alimentares e insegurança quanto à procedência dos alimentos (principalmente vegetais e peixes, que geram receio de que tenham sido cultivados com água contaminada ou que tenham sido indevidamente pescados no rio Paraopeba), o que também levou à estigmatização da produção local, causando insegurança alimentar e impactos socioeconômicos às pessoas que dependiam do consumo desses alimentos ou da renda gerada por sua venda;

d) a perda de cultivos também quando irrigados com água da torneira em algumas comunidades, pela alta concentração de cloro ou pela falta de irrigação suficiente em decorrência do desabastecimento;

e) o aumento da necessidade de deslocamento e dos gastos para isso, devido à dificuldade de acesso ao alimento produzido localmente;

f) a perda de fontes de renda relacionadas ao rio (relativas à produção de alimentos, às atividades de pesca, turismo e lazer que ocorriam em torno do rio, entre outras);

g) a perda do rio como espaço de pertencimento comunitário, lazer, sociabilidade e realização de relações culturais e religiosas, o que ainda gera grande sofrimento na população.

Por fim, apontam-se ainda:

a) o adoecimento físico e mental da população atingida, que gerou vertiginosa piora na qualidade de vida de pessoas, núcleos familiares e comunidades, aumento de gastos com medicamentos e acesso ao sistema de saúde, impacto na geração de renda e aumento da carga de trabalho de cuidado demandada das pessoas (geralmente mulheres) responsáveis por crianças, idosos e doentes;

b) alteração nas relações comunitárias e familiares causadas pelos impactos já relatados à saúde, à sociabilidade, à situação socioeconômica e à qualidade de vida;

c) instalação de estado de desabastecimento e dependência de diversas comunidades atingidas em relação ao recebimento de água da COPASA ou da Vale. Tendo sido imposta por esta última a necessidade de agendamento de atendimento pelas famílias atingidas, que relatam inclusive desrespeito no tratamento que lhes é dado pelos funcionários. Além da desestruturação de seu cotidiano pela necessidade de solicitar reiteradamente o fornecimento de água, os atingidos estão sujeitos à condição ainda mais desrespeitosa de terem que aguardar até que a água esteja acabando para que seja aberta nova solicitação: diante da demora no atendimento a esses pedidos, são frequentes os períodos de desabastecimento;

d) danos relacionados a enchentes e à possibilidade de que os rejeitos trazidos por elas atinjam as casas, áreas de cultivo e de criação de animais;

e) desvalorização imobiliária relacionada à contaminação do rio e aos problemas de abastecimento, entre outros;

f) aumento dos gastos com água mineral e com a própria água da COPASA (sendo que, antes, a água do rio e de cisternas era utilizada para algumas finalidades) e alto consumo energia elétrica em algumas comunidades, devido à necessidade de bombeamento de água de poços subterrâneos.

Importante ressaltar, que o acesso à água, tratar-se de um Direito Humano Fundamental reconhecido pela comunidade internacional e expresso, entre outros, nos documentos produzidos na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92 ou RIO-92), como a Agenda 21, e na Resolução nº 64/292 do dia 28 de julho de 2010 da Assembleia Geral da ONU, declarando o caráter de Direito Humano de acesso à água e ao saneamento básico.



O direito de acesso à água encontra respaldo no ordenamento brasileiro, como trazido pelo Próprio MPMG na Emenda à inicial dos autos deste processo, em razão de sua essencialidade para garantia da cidadania (art.1o, II, CR), da dignidade da pessoa humana (art.1o, III, CR), do direito à vida (art. 5o, caput, CR) e do direito à saúde, à alimentação e à moradia (art. 6o, CR) (p. 130). O *parquet*, na Emenda à Inicial referida, trata expressamente dos danos resultantes do “Impedimento e/ou dificuldade de acesso à água” na página 43, informando sobre a gravidade do problema e dispensando até mesmo a necessidade de explicar a “essencialidade da água na vida das pessoas”. Nunca é demais reforçar, por fim, que a afirmação expressa na Constituição da República, em seu artigo 255, *caput*, de que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, (...)”.

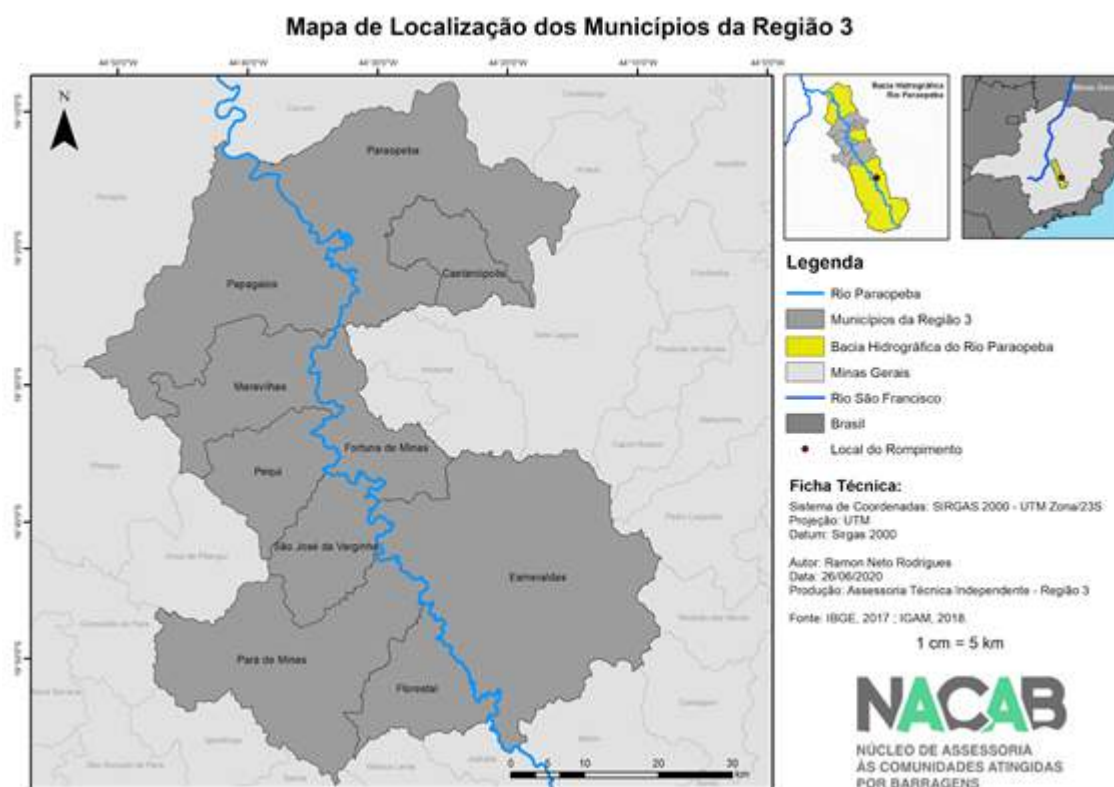


## C - Região 3

### Caracterização geral da região

A Região 3 da bacia do rio Paraopeba se estende por aproximadamente 180 km de calha de rio e é representada por 21 comissões que estão distribuídas por dez municípios: Esmeraldas, Florestal, Pará de Minas, Fortuna de Minas, São José da Varginha, Pequi, Maravilhas, Caetanópolis, Paraopeba e Papagaios (Figura 9). A área total ocupada pelos municípios é de 3.860,284 km<sup>2</sup> nas regiões Central e Centro Oeste de Minas Gerais (IBGE, 2019). De maneira geral, as informações destacadas neste relatório são apresentadas de modo a evidenciar a heterogeneidade em que a população desses municípios está inserida, de forma a contextualizar aspectos demográficos, sociais, econômicos e culturais dos atingidos, bem como possíveis desigualdades no desenvolvimento territorial.

**Figura 9: Localização dos municípios da Região 3 na bacia hidrográfica do rio Paraopeba e em relação ao local do rompimento da barragem**



Fonte: IBGE (2017); IGAM(2018).

De acordo com estimativas do IBGE (2020), o total de habitantes dessa região é de 246.665, dos quais 78,7% e 21,3% residem em áreas urbana e rural, respectivamente (IBGE, 2010). Ressalta-se que, quando avaliados individualmente, os municípios possuem variações dessa composição percentual, por exemplo: enquanto os municípios

de Fortuna de Minas, Maravilhas e São José da Varginha apresentam essa proporção mais equalizada, os demais municípios, à exceção de Pequi, exibem valores superiores a 83% da população residindo em área urbana. Além disso, três entre os dez municípios possuem comunidades quilombolas: Pontinha (Paraopeba), Shopping da Minhoca (Caetanópolis) e Beira Córrego e Retiro dos Moreiras (Fortuna de Minas). A densidade demográfica é outro fator que deve ser considerado, pois, enquanto Pará de Minas registrou 152,77 hab/km<sup>2</sup>, Esmeraldas (maior município em extensão territorial) registrou 66,2 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

As atividades econômicas desenvolvidas na região 3 são diversificadas, o que pode contribuir para o valor de PIB somado em 2017, correspondente a R\$ 173.753,09 (IBGE, 2017), sendo que o valor de renda média registrada, para os dez municípios, é igual a R\$ 537,85 (ATLAS BRASIL, 2010). No entanto, salienta-se que, entre a população abrangida, cerca de 2,93% são extremamente pobres (valor aproximado de R\$ 46,00 de renda *per capita*). A região 3 tem sua economia impulsionada pelo setor de serviços, aproximadamente 67,91% das atividades estão nesse setor, seguido pela agropecuária (17,56%) e setor industrial (14,49%). Por fim, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) considera aspectos de educação, longevidade e renda para sua determinação, sendo que para os municípios que compõem a região 3, não se observa grande variação desse índice (valores entre 0,67 e 0,73) (IBGE, 2010).

### **Principais problemas de acesso à água das comunidades atingidas, em termos de quantidade e qualidade**

#### **Dados totais relativos a todas as demandas captadas**

As limitações impostas ao processo de levantamento de dados descrito no item de metodologia são comuns a todas as regiões e devem ser consideradas nas análises e conclusões sobre a situação das demandas de água no território, no entanto, as informações aqui apresentadas são as mais robustas até então compiladas sobre o assunto no território.

A Tabela 18 mostra o número de atingidos que preencheram pelo menos uma ficha entregue à Vale S/A e às Instituições de Justiça (IJs), segundo o município ou comissão.



**Tabela 19: Número de atingidos da região 3, segundo município ou comissão, que apresentaram demandas relativas ao acesso a água**

<b>MUNICÍPIO</b>	<b>COMUNIDADES</b>	<b>FAMÍLIAS* QUE APRESENTARAM DEMANDAS RELATIVAS AO ACESSO À ÁGUA</b>
Caetanópolis	Shopping das minhocas	2
<b>TOTAL CAETANÓPOLIS</b>		<b>2</b>
Esmeraldas	Taquaras	136
	Padre João, Vinháticos e Bambus	22
	Riacho	10
	Cachoeirinha	6
	Vista Alegre	5
	São José	1
<b>TOTAL ESMERALDAS</b>		<b>180</b>
Florestal	Florestal	4
<b>TOTAL FLORESTAL</b>		<b>4</b>
Fortuna de Minas	Beira Córrego e Retiro dos Moreiras	51
	Três Barras	2
	Córrego da Areia	1
<b>TOTAL FORTUNA DE MINAS</b>		<b>54</b>
Maravilhas	Maravilhas	3
<b>TOTAL MARAVILHAS</b>		<b>3</b>
Pará de Minas	Chacreamento Paraopeba	18
	Chacreamento Vargem Grande	9
	Córrego do Barro	6
	Muquém	6
<b>TOTAL PARÁ DE MINAS</b>		<b>39</b>
Papagaios	Papagaios	4
<b>TOTAL PAPAGAIOS</b>		<b>4</b>
Paraopeba	Paraopeba	5
	Quilombo da Pontinha	2
<b>TOTAL PARAPEBA</b>		<b>7</b>
Pequi	Pequi	9
<b>TOTAL PEQUI</b>		<b>9</b>
São José da Varginha	São José da Varginha	11
<b>TOTAL SÃO JOSÉ DA VARGINHA</b>		<b>11</b>
<b>Não Participa</b>	-	<b>31</b>
<b>Outra comissão</b>	-	<b>1</b>
<b>TOTAL</b>		<b>345</b>

Fonte: NACAB (2020)

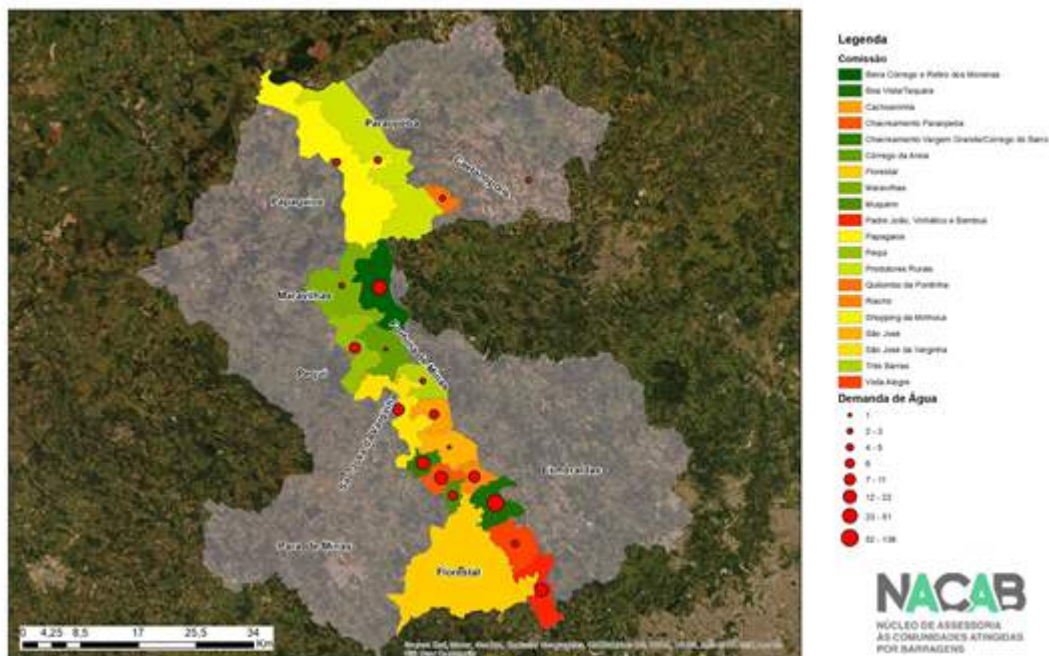
\* Para a elaboração deste relatório, o número de famílias faz referência ao número de atingidos que preencheram pelo menos uma ficha entregue a Vale S/A e IJs.

A Figura 10 apresenta a espacialização das demandas relativas ao acesso à água compiladas na Tabela 18.



**Figura 10 : Mapeamento das demandas relativas ao acesso à água por comissão**

**LEVANTAMENTO DE DEMANDAS RELATIVAS AO ACESSO À ÁGUA POR COMISSÃO**



Fonte: NACAB (2020)

A partir dos dados apresentados, é possível observar que a comissão de Taquaras obteve maior representatividade, seguida pela comunidade quilombola Beira Córrego e Retiro dos Moreiras. As demais comissões ou municípios apresentaram baixa representatividade, o que pode enviesar a avaliação de medidas corretivas e de reparação que possam ser sugeridas neste relatório, de modo a atender às principais demandas dos atingidos segundo as urgências de cada comissão.

**Dados existentes (possivelmente menores do que os da tabela acima) e identificação de demandas segundo o tipo de consumo**

Durante o campo de escuta, as 21 comissões apontaram diversos danos referentes a qualidade e quantidade de água disponível, o que inclui problemas relacionados ao acesso, à contaminação e à insegurança desse recurso. Ressalta-se que os danos apresentados devem ser considerados como uma aproximação inicial, pois, dados as circunstâncias e os impactos do ocorrido, outros danos e categorias podem eventualmente surgir ao longo do tempo. A Tabela 19 mostra a quantidade de fichas preenchidas pelos atingidos referentes às demandas por água mineral e/ou caminhão pipa.



**Tabela 20: Número de registros referentes às demandas por água mineral e caminhão pipa na região 3**

MUNICÍPIO	COMUNIDADES	FAMÍLIAS** QUE APRESENTARAM DEMANDAS POR ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO (ÁGUA MINERAL)	FAMÍLIAS** QUE APRESENTARAM DEMANDAS POR ÁGUA PARA OUTROS TIPOS DE CONSUMO (CAMINHÃO PIPA)
Caetanópolis	Shopping das minhocas	1	2
<b>TOTAL CAETANÓPOLIS</b>		<b>1</b>	<b>2</b>
Esmeraldas	Cachoeirinha	1	0
	Padre João, Vinháticos e Bambus	9	12
	Riacho	1	3
	São José	1	0
	Taquaras	81	64
	Vista Alegre	4	2
<b>TOTAL ESMERALDAS</b>		<b>97</b>	<b>81</b>
Florestal	Florestal	1	0
<b>TOTAL FLORESTAL</b>		<b>1</b>	<b>0</b>
Fortuna de Minas	Beira Córrego e Retiro dos Moreiras	16	15
	Córrego da Areia	0	0
	Três Barras	0	0
<b>TOTAL FORTUNA DE MINAS</b>		<b>16</b>	<b>15</b>
Maravilhas	Maravilhas	2	1
<b>TOTAL MARAVILHAS</b>		<b>2</b>	<b>1</b>
Pará de Minas	Chacreamento Paraopeba	1	0
	Chacreamento Vargem Grande	6	0
	Córrego do Barro	1	1
	Muquém	3	0
<b>TOTAL PARÁ DE MINAS</b>		<b>11</b>	<b>1</b>
Papagaios	Papagaios	2	0
<b>TOTAL PAPAGAIOS</b>		<b>2</b>	<b>0</b>
Paraopeba	Quilombo da Pontinha	0	1
	Paraopeba	2	0
<b>TOTAL PARAOPEBA</b>		<b>2</b>	<b>1</b>
Pequi	Pequi	1	3
<b>TOTAL PEQUI</b>		<b>1</b>	<b>3</b>
São José da Varginha	São José da Varginha	1	0
<b>TOTAL SÃO JOSÉ DA VARGINHA</b>		<b>1</b>	<b>0</b>
Não Participa	-	<b>8</b>	<b>17</b>
Outra comissão	-	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>TOTAL</b>		<b>143</b>	<b>122</b>

Fonte: NACAB (2020)

\*\* Para a elaboração deste relatório, o número de famílias faz referência ao número de fichas preenchidas pelos atingidos.





## **Informações qualitativas e quantitativas sobre problemas referentes qualidade da água e demandas de análise de qualidade da água**

Os moradores das comunidades da Região 3 possuem poços tubulares ou cisternas que distam até 100m da margem do rio e utilizavam essa água para diversas finalidades como hidratação, banhar-se, limpeza da residência, lavagem de roupas, dessedentação de animais, irrigação e higienização de alimentos. Porém, a proibição do uso dessa água devido à possível contaminação promoveu uma série de incertezas e maiores problemas para os moradores, haja vista a representatividade do rio para a realização de atividades diárias. Além de ter sido negado o uso direto da água, novos questionamentos surgiram quanto a possíveis riscos de contaminação do solo, do lençol freático, da fauna e flora, de açudes e outras estruturas que tiveram contato com a água do rio, seja por confluência de afluentes, ou em períodos de cheia, bem como atividade de extração de areia. Além disso, outros poços e cisternas localizados a distâncias superiores a 100m da margem do Paraopeba e que não foram avaliados também podem ser passíveis de contaminação em curto, médio e longo prazos, o que amplia a estimativa de atingidos impactados pelo ocorrido e estende sobremaneira o imperativo de monitoramento ininterrupto da qualidade da água em toda a calha do Rio (q.v. seção 2 acima).

A inutilização da água para a dessedentação do gado de corte e leiteiro gera prejuízos ainda maiores, visto que se faz necessário arrendar pastos mais distantes ou diminuir o número de cabeças, alternativas que afetam diretamente a geração de renda. A produção agrícola, em suas diversas formas, também foi afetada, pois requer o uso direto da água do rio e, conseqüentemente, impacta na produção e na venda nesse setor. Outros aspectos socioeconômicos, culturais e ambientais são apresentados em tópico específico deste relatório. A Tabela 21 mostra a quantidade de fichas preenchidas pelos atingidos referentes às demandas por análise de água.



**Tabela 21: Número de registros referentes às demandas por análise de água na região 3**

MUNICÍPIO	COMUNIDADES	FAMÍLIAS** QUE APRESENTARAM DEMANDAS POR ANÁLISE DE ÁGUA
Caetanópolis	Shopping das minhocas	1
<b>TOTAL CAETANÓPOLIS</b>		<b>1</b>
Esmeraldas	Taquaras	66
	Padre João, Vinháticos e Bambus	7
	Riacho	7
	Cachoeirinha	5
	Vista Alegre	2
São José	0	
<b>TOTAL ESMERALDAS</b>		<b>87</b>
Florestal	Florestal	2
<b>TOTAL FLORESTAL</b>		<b>2</b>
Fortuna de Minas	Beira Córrego e Retiro dos Moreiras	38
	Córrego da Areia	0
	Três Barras	0
<b>TOTAL FORTUNA DE MINAS</b>		<b>38</b>
Maravilhas	Maravilhas	1
<b>TOTAL MARAVILHAS</b>		<b>1</b>
Pará de Minas	Chacreamento Paraopeba	13
	Chacreamento Vargem Grande	8
	Muquém	5
	Córrego do Barro	3
<b>TOTAL PARÁ DE MINAS</b>		<b>29</b>
Papagaios	Papagaios	0
<b>TOTAL PAPAGAIOS</b>		<b>0</b>
Paraopeba	Paraopeba	2
	Quilombo da Pontinha	1
<b>TOTAL PARAOPEBA</b>		<b>3</b>
Pequi	Pequi	9
<b>TOTAL PEQUI</b>		<b>9</b>
São José da Varginha	São José da Varginha	3
<b>TOTAL SÃO JOSÉ DA VARGINHA</b>		<b>3</b>
Não Participa	-	26
Outra comissão	-	1
<b>TOTAL</b>		<b>200</b>

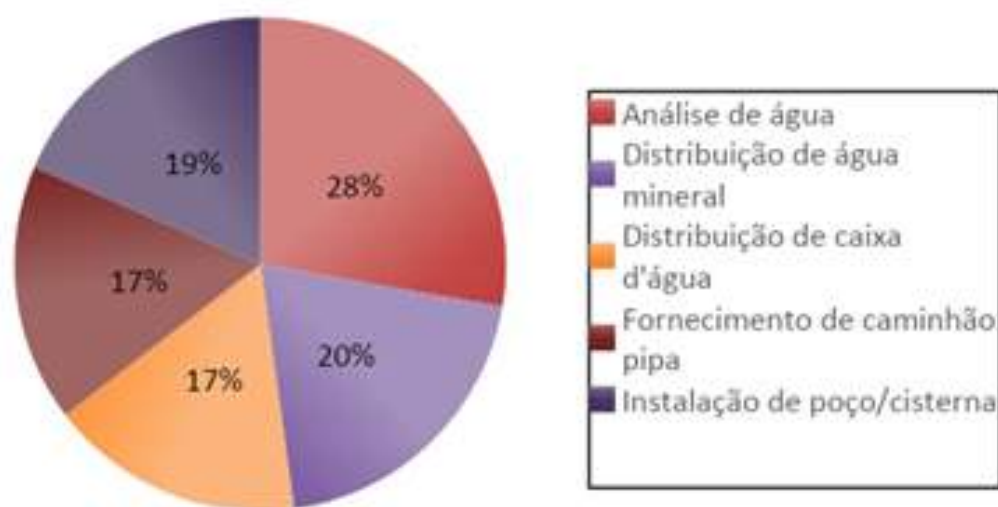
Fonte: NACAB 2020)

\*\* Para a elaboração deste relatório, o número de famílias faz referência ao número de fichas preenchidas pelos atingidos.



Após a avaliação dos dados das listas de demanda de água referentes à Região 3 e enviadas à Vale S/A e IJs, destaca-se que foram quantificados 345 moradores, os quais apresentaram um total de 721 registros para demandas de água, divididos em 5 categorias (análise de água; distribuição de água mineral; distribuição de caixa d'água; fornecimento de caminhão pipa; e instalação de poço/cisterna). Para cada uma dessas categorias, o(a) atingido(a) poderia informar a sua atual situação (referente ao momento de preenchimento da ficha) em 6 categorias (falta de regularidade; fornecimento cortado; nunca recebeu/nunca foi realizado; qualidade ruim; quantidade insuficiente; e, outros). O gráfico 3 mostra como a distribuição de dados referentes à demanda de água foi registrada, sendo possível observar que a categoria “Análise de água” apresentou percentual mais elevado. Por sua vez, o gráfico 4 retrata que a grande maioria dos dados analisados foi categorizado em “nunca recebeu/nunca foi realizada” a prestação de serviço aos atingidos.

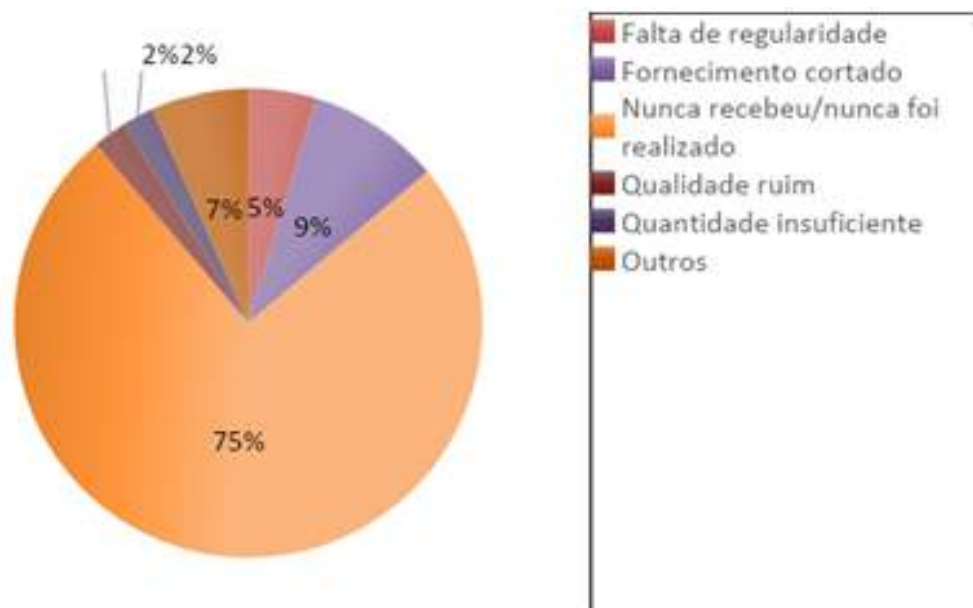
**Gráfico 3 – Tipos de demandas relacionadas a água da Região 3**



Fonte: NACAB (2020)



**Gráfico 4– Situação dos atingidos no momento de preenchimento das fichas quanto às demandas de água na Região 3**



Fonte: NACAB (2020)

Houve dificuldade em estabelecer as reais finalidades de uso de água de cada caso isolado através dos dados coletados pelas fichas preenchidas pelos atingidos, mas, de forma geral, dos 721 registros de demandas de água analisados, 178 discriminam o uso da água na propriedade, sendo 37 descrições referentes à subcategoria “dessedentação de animais”, 16, à “uso doméstico”, 19, à “irrigação e uso agrícola em geral”, 101, à “poço/cisterna” e 5, à “outros”, o que inclui 2 registros quanto ao uso da água na fábrica de polpa de frutas, 2 quanto ao lazer e 1 para alambique. O reduzido número de usos da água identificados pode mascarar a real situação em que as pessoas atingidas se encontram quando se considera o total de registros efetuados, o que também poderia proporcionar ações corretivas e de reparação não condizentes com a realidade do território. Além disso, uma ressalva deve ser feita: para a quantificação do número de poços/cisternas (informado acima), foi considerada apenas a descrição contida nos registros dos atingidos que já apresentavam poço/cisterna em sua propriedade antes do ocorrido.



Diante do exposto e considerando que, de fato, essas informações poderiam desvalorizar a real situação vivida pelos atingidos, a Tabela 21 mostra o percentual de cada demanda de água de acordo com as respectivas categorias de “Situação atual”.

**Tabela 22: Valores percentuais relacionando o tipo de demanda por água com a situação da demanda no momento do preenchimento das fichas**

	Análise de água (%)	Distribuição de água mineral (%)	Distribuição de caixa d'água (%)	Fornecimento de caminhão pipa (%)	Instalação de poço/cisterna (%)
Falta de regularidade	0,00	2,78	0,00	13,11	0,75
Fornecimento cortado	2,49	26,39	0,83	16,39	2,24
Nunca recebeu/nunca foi realizado	91,04	63,19	76,86	67,21	79,10
Qualidade ruim	2,49	0,69	9,09	0,00	0,00
Quantidade insuficiente	0,00	2,78	7,44	0,00	1,49
Outros	3,98	4,17	5,79	3,28	16,42

Fonte: NACAB (2020)

A Tabela 22 mostra esses valores em percentuais, de modo a mensurar as proporções de qualidade e efetividade na realização das demandas consideradas. A partir da observação dessa tabela, é possível perceber que, diante das demandas citadas, a grande maioria dos atingidos sempre registrou que não houve/não recebeu a prestação do serviço considerado.

Salienta-se que o preenchimento do campo “outros” dificultou a interpretação e a análise dos dados em algumas das fichas, visto que sua respectiva descrição se tornou um espaço para desabafos e manifestações de direito por parte dos atingidos, mas que não puderam ser relacionados diretamente com a qualidade do serviço. Assim sendo, o que se percebe, de maneira geral, é que os atingidos da região 3 estão insatisfeitos pela maneira como estão sendo tratados diante das circunstâncias. Os registros demonstram que, mesmo quando a análise de água foi executada pela Vale S/A, os atingidos não



receberam nenhum laudo nem qualquer outro respaldo para ter ciência se poderiam continuar a fazer uso da água, tanto de poços e cisternas, quanto de afluentes. Além disso, sobre a instalação de caixas d'água foram observados recorrentes relatos de: i) capacidade insuficiente para as famílias; ii) instalações precárias e com vazamentos, iii) ausência de tubulações e bombas para realizar a distribuição da água e iv) recebimento de caixa d'água, porém, sem seu devido abastecimento. Por sua vez, alguns atingidos informaram que a frequência de fornecimento e o volume de água transportado por caminhão pipa não são suficientes ou o serviço foi cortado sem justificativas. Outro relato está relacionado à desvalorização de sítios e de atividades de lazer ao longo do rio, visto que a qualidade da água não possibilita qualquer uso nesse sentido. Em relação à distribuição de água mineral, percebe-se, pela Tabela 21, que a grande maioria dos atingidos que preencheu a ficha entregue a Vale S/A e IJs não recebeu esse serviço ou teve seu fornecimento cortado, o que pode proporcionar efeitos adversos para a saúde e o bem estar dos atingidos.

Em face do exposto e das leituras dos registros das fichas, compreende-se a urgência em prover condições mínimas de manutenção de vida frente o cenário de descomprometimento e de descaso com a população atingida.

### **Consequências socioeconômicas, culturais, para a saúde humana (física e mental) e ambientais dos problemas de acesso à água das comunidades atingidas**

Ao longo do processo de elaboração do Plano de Trabalho e durante os meses iniciais de execução da assessoria técnica, os danos relatados pelas 21 comissões da Região 3 têm sido sistematizados pela equipe do NACAB a fim de melhor compreendê-los, descrevê-los e propor ações efetivas de reparação. É de suma importância ressaltar que os danos aqui apresentados devem ser considerados como uma primeira aproximação, pois, dado o caráter processual e crônico desse desastre-crime, outros danos e consequências podem eventualmente surgir ao longo do tempo.

As consequências socioambientais do rompimento da Barragem B-I são diversas e, na Região 3, como nas demais, contribuem para a grande complexidade de danos gerados às comunidades atingidas. Ao alcançar o Rio Paraopeba, o rejeito provocou mudanças drásticas nas características naturais do sistema fluvial; foram evidenciadas em campo e apontadas pelos atingidos alterações tanto da qualidade da água, com o aumento da turbidez e dos teores de metais potencialmente tóxicos, quanto das



características morfológicas do rio, como a modificação do traçado fluvial em alguns de seus segmentos e, principalmente, a deposição do rejeito de minério junto dos materiais sedimentares no leito fluvial e nas planícies de inundação.

A Região 3 é notadamente reconhecida por desenvolver atividades de pesca, tanto com atividades meio (*e.g.* venda de iscas, aluguel de sítios para a prática de pesca etc.) quanto atividades fim (*e.g.* pescaria). Nesse sentido, a alteração na qualidade da água e a deposição dos rejeitos ao longo da calha do rio Paraopeba apresentam grande potencial de contaminação para o pescado consumido na região; a presença de contaminantes na água e nos peixes, além de provocar o fenômeno de magnificação trófica (acúmulo progressivo de substâncias de um nível trófico para outro ao longo da cadeia alimentar) e seus consequentes prejuízos ecossistêmicos, também pode resultar, em médio e longo prazos, no processo de bioacumulação, ou seja, na absorção de substâncias e compostos químicos pelos seres vivos. A biocumulação, por sua vez, pode desencadear o surgimento de doenças crônicas graves, afetando diretamente a qualidade de vida daquelas pessoas que, por necessidade ou desconhecimento, consomem os peixes contaminados.

A deposição dos rejeitos nas margens e nas planícies é um ponto sensível das repercussões sistêmicas da contaminação da água do rio Paraopeba no que diz respeito ao extravasamento periódico das águas nos períodos chuvosos. No último período chuvoso (janeiro de 2019), uma série de inundações na Região 3 provocou revolvimento, transporte e redeposição do rejeito na camada superficial do solo de diversas áreas, formando uma camada espessa de material com teores elevados de metais e silte/argila, em função da composição do rejeito.

As inundações atuaram como um agravante natural, estendendo a complexidade das alterações do rejeito na água e nos sedimentos para os solos da região. Várias comunidades na Região 3 apresentaram registros fotográficos de casas, áreas de plantio, pastagens e margens do rio invadidas pelo rejeito dentro de suas propriedades; muitas delas registraram demandas de análises do solo devido à insegurança ligada à saúde humana, bem como de suas culturas agrícolas e criação de animais. Os danos ao solo podem se dar tanto nos aspectos químicos, por meio do aumento dos teores de metais pesados (elementos-traço) ainda não investigados, quanto nos físicos e biológicos, pela via do encrostamento e da compactação do solo devido ao ressecamento do material rico em partículas muito finas de silte/argila, que provocam o entupimento dos poros do solo. Ademais, os metais pesados contidos no rejeito podem se acumular no solo e ser



biodisponibilizados às culturas agrícolas, aumentando o risco de biomagnificação desses contaminantes na cadeia alimentar. Além disso, essas áreas podem se tornar uma rota de exposição à contaminação direta de pessoas e animais, uma vez que esses metais permanecem no ambiente por longos períodos e são capazes de atuar como contaminantes em médio e longo prazos.

Como consequência desse processo de deposição do rejeito no solo, temos ainda a exposição da população e de toda a biota da Região 3 a esse material particulado em suspensão devido à ação natural dos ventos nos períodos de seca, que atua removendo o material superficial do solo lentamente, podendo transportar a longas distâncias pequenas partículas potencialmente tóxicas. Esse fato também tem gerado grande preocupação e insegurança na população, uma vez que a exposição é inevitável e pode provocar uma série de problemas respiratórios, dermatológicos, alérgicos, oftalmológicos e outros por tempo ainda considerável.

A economia foi muito afetada nos dez municípios da região 3, apesar de ter ocorrido em diferentes magnitudes e com suas respectivas particularidades, segundo as comissões atingidas. Assim, os prejuízos classificados em perda de fontes de renda, perda de produção e desvalorização de produtos e imóveis são fragilidades presentes na Região 3 e, de modo geral, grande parte dos danos econômicos está relacionada à cadeia de pesca. Esses danos vão além do relacionamento direto entre comerciante e pescador, uma vez que existem atores dentro dessa cadeia que estão sendo intensamente prejudicados pela redução do escoamento de produtos (redução da venda de itens pesqueiros, redução de consumo de peixes em restaurantes e mercados, produtos artesanais e iscas perecíveis, como o minhocoçu).

Os prejuízos registrados em atividades agropecuárias também extrapolam o cerne da produção, pois, além das perdas verificadas nas safras e em áreas de pasto e plantio, houve a redução de rebanhos, o aumento de gasto para manter a produção, a interrupção na criação de suínos, aves e atividades de apicultura, bem como a perda de diversos postos de trabalhos associados a essas atividades (cargos de diaristas, caseiros, pedreiros, marceneiros e outras atividades associadas à produção agropecuária). A interrupção da extração de areia foi outro prejuízo comum associado às margens do rio, sendo observada novamente a perda de postos de trabalho e, conseqüentemente, a diminuição da renda dos atores nela envolvidos.

A desvalorização de produtos da região e a insegurança alimentar também são danos socioeconômicos presentes na região 3, devido à susceptibilidade de rejeição ou





desvalorização desses produtos vista a estigmatização causada pelo rompimento da barragem. Apesar das incertezas sobre a possível contaminação de carne, leite e de produtos agrícolas, o receio relacionado à água da bacia do rio Paraopeba está instalado e causa a sensação de insegurança na população.

O estigma associado ao rio se reflete como um dano difuso e de amplo alcance. Sendo assim, além dos danos socioeconômicos citados, também podem ser considerados danos relacionados aos aspectos sociais, culturais e psíquicos. Dessa maneira, o possível aumento de incidência de doenças causadas pelo contato com o ar poluído e/ou com o rio, o enfraquecimento de festas e feiras locais, a frustração de projetos de vida e perda do lazer, bem como danos à memória coletiva associada ao rio, podem culminar em um forte desgaste emocional nos atingidos, levando muitos a desenvolverem quadros de depressão.



## **D - Região 4**

### **Caracterização geral da região**

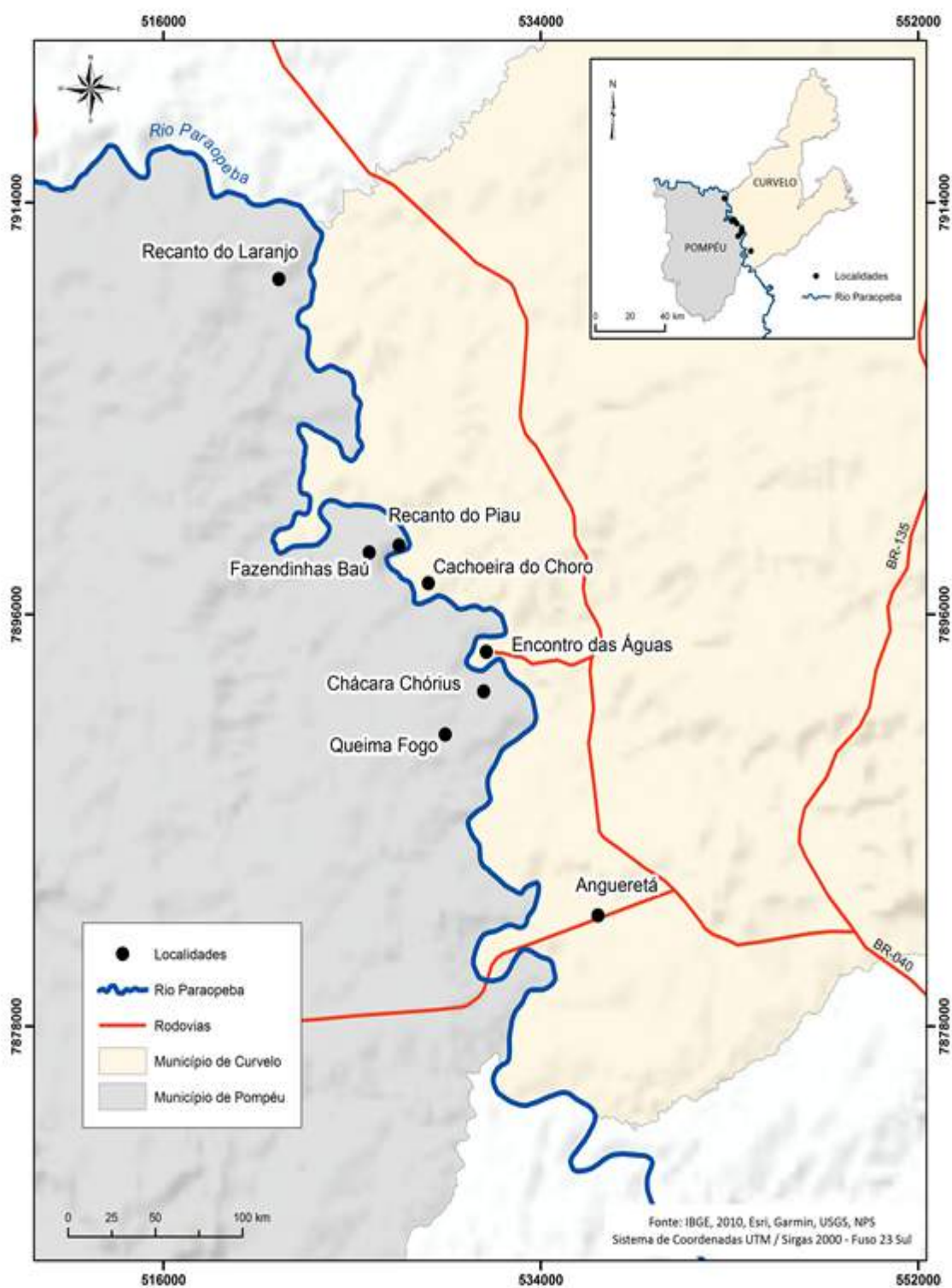
A região 4 é formada pelos municípios de Pompéu e Curvelo, que compõem a região do baixo curso da bacia do rio Paraopeba, na mesorregião Central Mineira. Essa região é caracterizada pela vegetação do cerrado e tem uso e ocupação baseados na agricultura e na pecuária. Há presença de rancheiros, agricultores familiares, pescadores e comerciantes que vivem do turismo, da pesca e da própria economia local. As maiores dificuldades enfrentadas no pós-rompimento são a interrupção do uso da água, a ausência ou insuficiência de insumos para continuidade da produção agropecuária e da piscicultura, a perda de clientes advindos das atividades turísticas e de lazer, e a perda da soberania e das seguranças alimentar e nutricional.

Segundo o censo de 2010, o município de Curvelo apresentava 9,21% da sua população em área rural, onde se encontram as comunidades, inicialmente mapeadas pelo Ministério Público (MP), atingidas pelo rompimento da barragem: Angueretá, Cachoeira do Choro e Condomínio Encontro das Águas. Por sua vez, em Pompéu, onde 11,56% da população se encontra em área rural, estão situadas as localidades atingidas pelo desastre e também inicialmente identificadas pelo MP: Projeto de Assentamento (PA) Queima Fogo, Recanto do Piau, Chácara do Chórius, Fazendinhas Baú I, II e III e Condomínio Recanto do Laranjo.

A figura 11, a seguir, mostra a localização das comunidades atingidas na Região 4.



Figura 11 - Localidades atingidas na Região 4



Fonte: Instituto Guaicuy, 2019.

Considerando a realidade das localidades da Área 4, foram calculadas estimativas domiciliares e populacionais obtidas por meio de informações geradas pela



vetorização das edificações utilizando imagem *Google Earth* e do *Software Arcgis*. Foram mapeadas o topo de cada edificação identificada. A estimativa populacional foi realizada considerando que a região abrangida pelos municípios apresenta, segundo o IBGE (2010), aproximadamente 4 habitantes por domicílio. Com isso, obteve-se a estimativa de residências e população que estão apresentados no quadro, a seguir.

**Tabela 23: Estimativa de residências e população, por localidade**

Localidade	Número estimado de residências	Número estimado de população
Angueretá	456	1824
Cachoeira do Choro	386	1544
Encontro das Águas	140	560
PA Queima Fogo e Chácara Chórios	52	208
Recanto do Laranjo e Canto da Siriema	280	1120
Fazendinhas Baú e Recanto do Piau	122	488
<b>Total</b>	<b>1436</b>	<b>5744</b>

Fonte: Instituto Guaicuy (2019)

#### **Dados relativos às demandas de água**

O Instituto Guaicuy, no desempenho de seu papel como ATI das regiões 4 e 5 da bacia do Rio Paraopeba e diante das inúmeras demandas que recebe diariamente, as quais relatam a dificuldade do acesso à água por parte das pessoas atingidas. Ao todo, foram 414 registros de famílias de populações atingidas. Acreditamos que a tendência é de aumento do número de registros de dados sobre as pessoas atingidas, diante do gradual crescimento dos relatos que têm chegado pelo telefone da Central Guaicuy e durante as Rodas de Conversas em Trabalhos de Campo.

Em formulário, divulgado e disponibilizado para as pessoas atingidas durante os dias 27 de agosto e 01 de setembro de 2020, constaram perguntas *que permitiram compreender a situação do acesso à água, em seus diferentes usos, água para consumo humano, água para a dessedentação animal e ainda para a plantação, assim como água para os afazeres cotidianos e de trato e limpeza das moradias e, portanto de uso domiciliar.*

Assim, foi realizada a divisão por temática de resposta, criando-se as *categorias “água mineral” e “água fornecida por caminhão Pipa”*, buscando compreender se as pessoas atingidas estavam tendo acesso aos diferentes usos da água; e caso negativo, quais os motivos para isso.



### Dados totais e análises relativas a todas as demandas identificadas

Objetivando uma maior transparência quanto aos dados a serem analisados, foram obtidas informações de 414 formulários, com respostas individuais. Uma vez que estes representam o quantitativo de pessoas que residem conjuntamente, o formulário contempla a situação de aproximadamente 1622 pessoas no território.

**Tabela 24: Famílias que apresentaram demandas por água**

MUNICÍPIO	COMUNIDADES	Nº DE FAMÍLIAS QUE APRESENTARAM DEMANDAS POR ÁGUA
Curvelo	Cachoeira do Choro	90
	Condomínio Encontro das Águas	44
	Angueretá	18
<b>TOTAL EM CURVELO</b>		<b>152</b>
Pompéu	Fazendinhas Baú (I, II ou III)	68
	Condomínio Recanto do Laranjo	67
	Recanto do Laranjo	67
	PA Queima Fogo	44
	Recanto do Piau	6
	PA Chácara Chórius	3
	Fazenda Novilha Brava	3
	Retiro Baixo	2
	Condomínio Ari Castelo Branco	1
	Condomínio Recanto do Douradinho	1
<b>TOTAL EM POMPÉU</b>		<b>262</b>
<b>TOTAL</b>		<b>414</b>

Fonte: Instituto Guaicuy (2020)

Para a elaboração desse relatório, o número de famílias faz referência à quantidade apresentada de demandas por acesso de água ao Instituto Guaicuy. Destaca-se que a mesma família pode ter apresentado mais de um tipo de demanda por acesso à água, como por exemplo, por água mineral ou por água fornecida por caminhão Pipa.



**Tabela 25: Número de registros referentes às demandas por água mineral e caminhão pipa na região 4**

MUNICÍPIO	COMUNIDADES	Nº DE FAMÍLIAS QUE APRESENTARAM DEMANDAS POR ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	Nº DE FAMÍLIAS QUE APRESENTARAM DEMANDAS POR ÁGUA PARA OUTROS TIPOS DE CONSUMO
		(ÁGUA MINERAL)	(CAMINHÃO PIPA)
Curvelo	Angueretá	10	19
	Cachoeira do Choro	55	81
	Condomínio Encontro das Águas	15	41
<b>TOTAL EM CURVELO</b>		<b>80</b>	<b>141</b>
Pompéu	Condomínio Ari Castelo Branco	0	1
	Condomínio Recanto do Douradinho	1	1
	Condomínio Recanto do Laranjo	27	7
	Fazenda Novilha Brava	1	3
	Fazendinhas Baú (I, II ou III)	67	59
	PA Chácara Chórius	3	3
	PA Queima Fogo	29	37
	Recanto do Laranjo	33	37
	Recanto do Piau	5	4
Retiro Baixo	2	2	
<b>TOTAL EM POMPÉU</b>		<b>168</b>	<b>154</b>
<b>TOTAL</b>		<b>248</b>	<b>294</b>

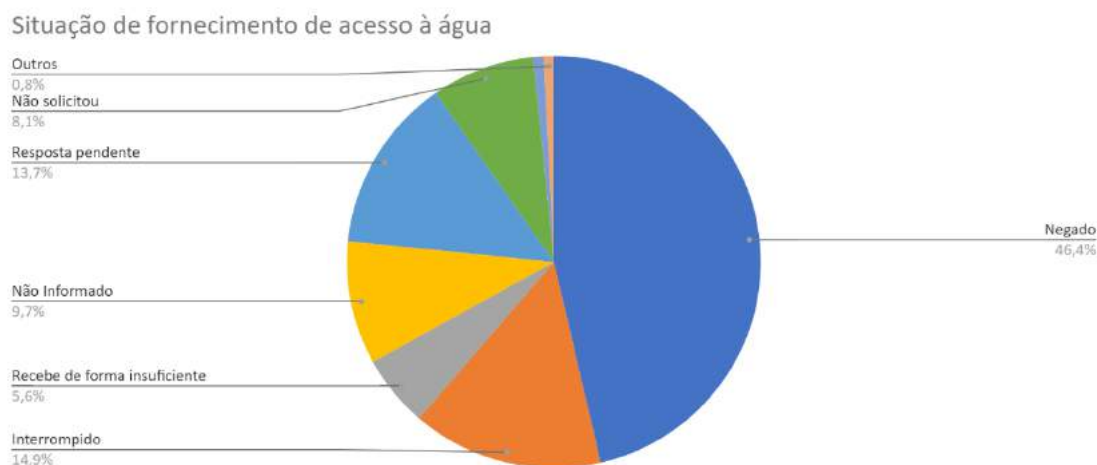
Fonte: Instituto Guaicuy (2020)

Os dados apresentam um conjunto de demandas por água existentes, não necessariamente das que foram atendidas ou mesmo solicitações realizadas. Considera-se que para um melhor entendimento das dinâmicas dessas demandas algumas informações desagregadas são importantes e são apresentadas abaixo.

As respostas dos formulários foram tabuladas como as demandas por acesso à água e os motivos indicados pelas pessoas atingidas. O próximo gráfico apresenta sobre como as demandas estão associadas à sua formalização à empresa e seu encaminhamento mais recente.



### Gráfico 5: Situação de fornecimento de água a partir das demandas apresentadas



Fonte: Instituto Guaicuy (2020)

O gráfico acima mostra que um percentual muito expressivo das demandas apresentadas que foram negados pela empresas, correspondendo a 46,4% das demandas, além de 14,9% tiveram o fornecimento de água interrompido pela empresa. O próximo gráfico apresenta os principais motivos indicados para o não fornecimento de água pela empresa.

### Gráfico 6: Principais motivos de negativa de acesso à água mineral



Fonte: Instituto Guaicuy (2020).

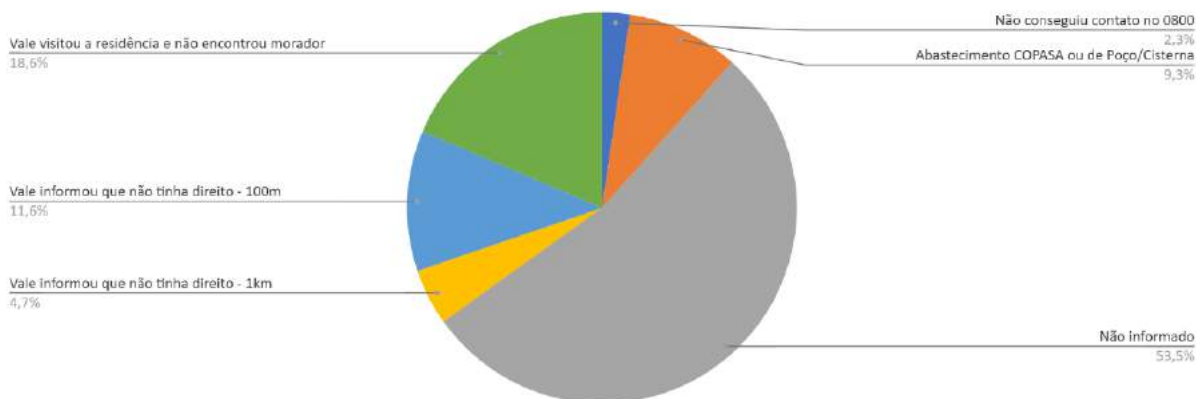
Dos respondentes dos formulários, 35,8% informaram que a Vale justificou o não fornecimento de água pela existência de poços, cisternas ou fornecimento de água pela concessionária de água e esgoto. 17% informaram que o fornecimento foi negado pelo fato da propriedade estar localizada a mais de 100m da margem do Paraopeba, e 8,2%



destacaram a negativa por estarem além de 1 km do curso d'água. Destaca-se ainda que 20,8% dos respondentes que tiveram o fornecimento negado informam não conhecerem com certeza o motivo da recusa, e que 18,2% tiveram a negativa devido a questões documentais.

### Gráfico 7: Principais motivos de interrupção de acesso à água mineral

Motivo de interrupção do fornecimento de água mineral



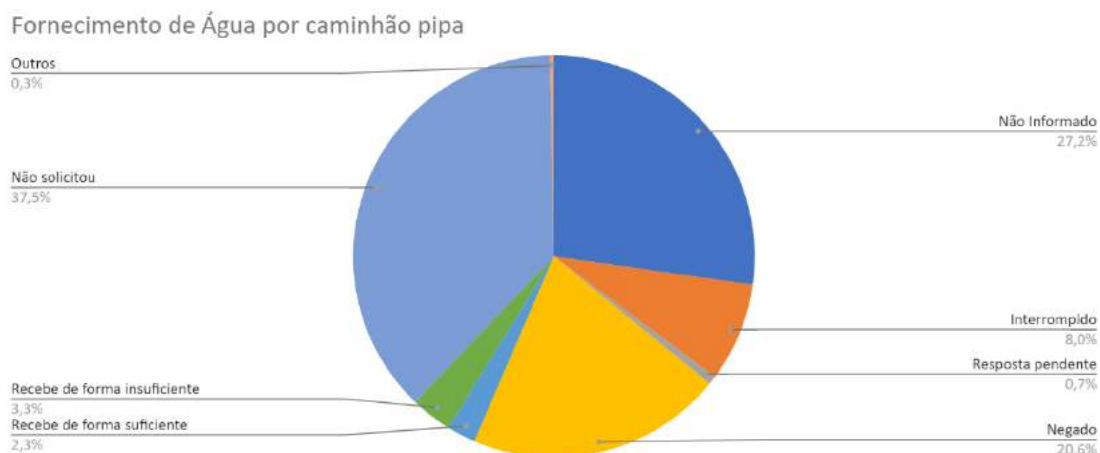
Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Dos respondentes que tiveram fornecimento de água interrompido, 53,5% não conseguiram precisar o motivo da interrupção, sendo que 18,6% informaram que a interrupção foi justificada pelo fato de não haver residente no momento de visita de técnico da empresa e 11,6% foram excluídos por estarem localizados a mais de 100 metros do curso d'água. Já-se demonstrou (q.v. Seção 2 acima) que o segundo argumento não se sustenta em absoluto, uma vez que fere flagrantemente os preceitos básicos da hidrologia e da hidrogeologia - os quais, por sua vez, demandam exatamente o estudo criterioso e o monitoramento ininterrupto dessas fontes subterrâneas, da mesma forma que se o exige das superficiais, por longo intervalo de tempo a ser fixado pela dinâmica hídrica da região.





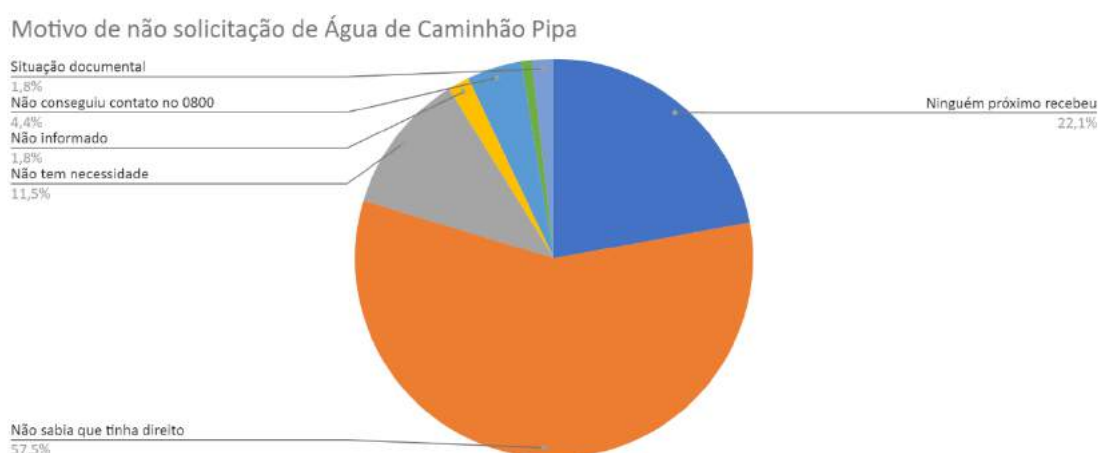
### Gráfico 8 : Situações em relação ao fornecimento de água por caminhão pipa



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Sobre o fornecimento de água por caminhão pipa, 37,5% dos demandantes informaram que não solicitaram o fornecimento de água de caminhão pipa, 20,6% indicaram que o benefício foi negado e 27,2% não explicitaram como está o andamento do fornecimento de água pelo caminhão pipa. De forma recorrente, os entrevistados que indicaram que não haviam solicitado o fornecimento de água por caminhões pipa responderam que a justificativa para a negativa foi de que eles não teriam esse direito, ou não sabiam que tinham o direito. Outra informação interessante é que 22,1% afirmaram que não solicitaram o benefício por considerarem que, como diferentes vizinhos não o receberam, eles também não o conseguiriam.

### Gráfico 9: Motivo da não solicitação de água de caminhão pipa



Fonte: Dados da pesquisa (2020)

Muitas das localidades e comunidades da região 04 são constituídas por núcleos rurais ou ocupações de tipologia urbana, mas com irregularidades fundiárias e de parcelamento. Dessa forma, a principal fonte de água servida utilizada pelas comunidades para consumo é proveniente de poços profundos ou cisternas, que tiveram os usos restritos ou que apresentam para os moradores expressivas dúvidas sobre a qualidade das águas.

*A localidade de Cachoeira do Choro possui água servida pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA. Localizada às margens do rio Paraopeba, a comunidade de Cachoeira do Choro (Curvelo), que tem quase 2 mil habitantes, é um dos vários exemplos de comunidades atingidas pelo desastre e dos diversos tipos de impactos por elas sofridos. A distribuição de água na comunidade é realizada pela Copasa através de um poço tubular próximo à beira do rio. De acordo com o Boletim n. 2, de 14 fevereiro de 2019 do prestador, pelos parâmetros monitorados, os resultados das análises da água se apresentariam “sem nenhuma anormalidade, atendendo plenamente aos padrões de potabilidade”.*

Apesar disso, a população local permanece muito preocupada com a qualidade da água distribuída, a qual chega frequentemente às suas casas com alto nível de turbidez, cheiro forte e outras características que podem indicar o comprometimento da qualidade da água servida; há farta documentação dos próprios usuários dos serviços que ilustram as alterações nessa qualidade. Os usuários também relatam que solicitaram diversas vezes informações, inclusive de maneira oficial, à COPASA com relação à situação da qualidade da água daquele poço. Outro problema relatado com muita frequência é a falta de água. A preocupação desses usuários é ainda maior tendo em vista os constantes relatos de problemas de saúde de pessoas que tiveram algum contato com a água do rio e também por meio da ingestão da água ofertada pela COPASA após o rompimento da barragem da Vale S/A em Brumadinho. Os moradores questionam as informações prestadas pela COPASA e temem que a água em suas torneiras, quando conseguem ter acesso a ela, esteja contaminada pelos rejeitos da Vale.

**Consequências socioeconômicas, culturais, para a saúde humana (física e mental) e ambientais dos problemas de acesso à água pelas comunidades atingidas.**

A fim de permitir melhor perceber como os diferentes impactos do rompimento impactaram os modos de vida e as características socioeconômicas das diferentes localidades e ocupações da região 4, o Instituto Guaicuy realizou diferentes momentos

de diálogos com as pessoas e comunidades atingidas, utilizando como referencial metodológico as estruturas de metodologias participativas associadas ao método de Diagnóstico Rápido Participativo (DRPs). A seguir, são apresentadas algumas questões levantadas pelas pessoas e comunidades atingidas. O material completo e o detalhamento metodológico que o acompanha pode ser acessado em relatório publicado pelo Instituto Guaicuy<sup>5</sup>.

A população da região 4 se caracteriza pela presença de rancheiros, agricultores familiares, pescadores e comerciantes que vivem do turismo da pesca e da própria economia local. Há condomínios, loteamentos informais e assentamentos da região. Muito da produção agrária, antes do rompimento, era vendida na própria região para os sítiantes e suas famílias que vinham aos finais de semana e para os turistas que tinham a região como referência para a pesca.

A partir dos relatos sistematizados em DRPs, Rodas de Conversa Temáticas, Acolhimentos Interdisciplinares e trabalhos de campo, bem como da categorização das perdas baseadas nos mesmos relatos, foi possível identificar a intensidade das perdas relatadas em cada comunidade.

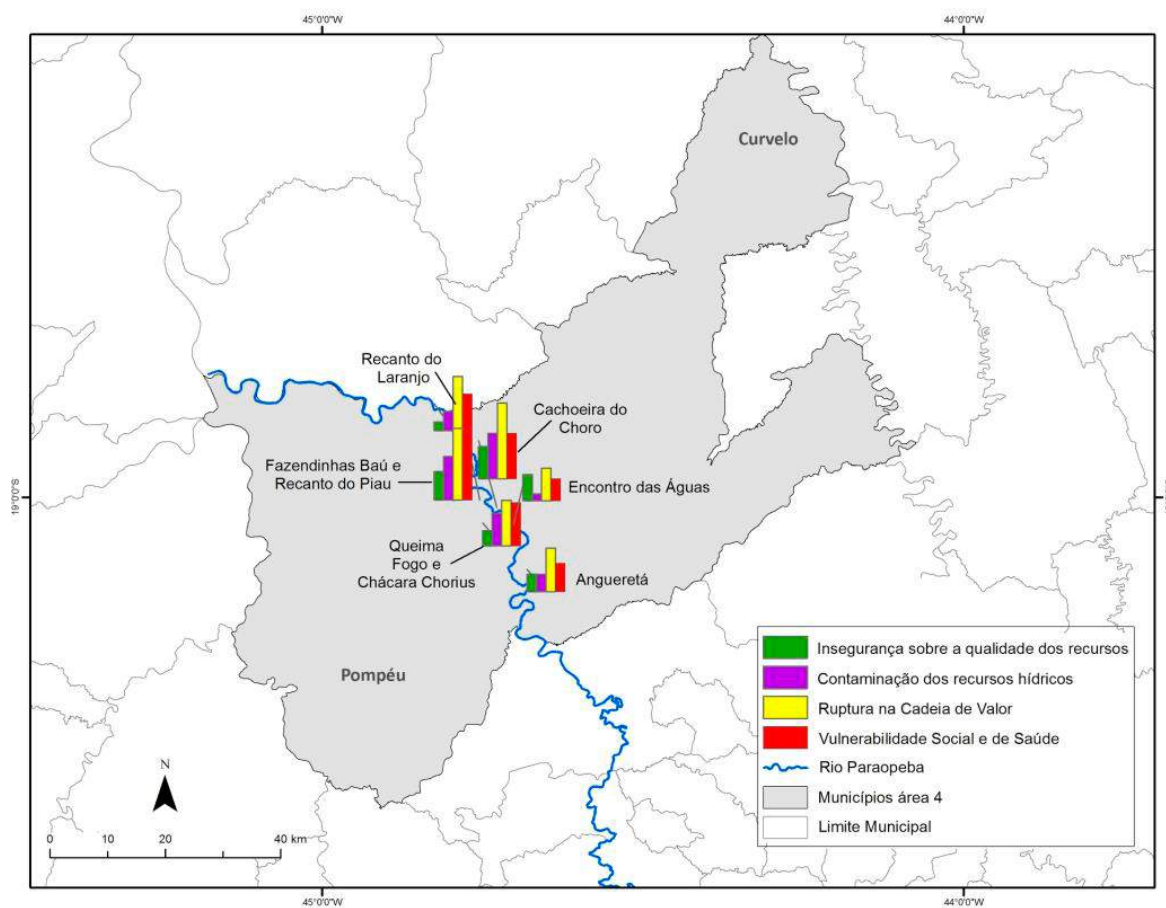
Na região 4, os relatos sobre a interrupção do consumo em função da suspeita de contaminação dos recursos hídricos correspondem a quase 60% das preocupações ambientais relatadas, enquanto a insegurança diante da qualidade dos recursos representa 40% do total de perdas ambientais relatadas. Ainda sobre a questão das perdas ambientais e de seus impactos sistêmicos, é preciso observar que, mesmo havendo interrupção da pesca e do consumo dos recursos hídricos, ainda há, na região, uma preocupação sobre a qualidade do solo, de comunidades aquáticas e da água subterrânea. A próxima figura ilustra esses e outros danos relatados.

---

<sup>5</sup> O material completo está disponível em INSTITUTO GUAICUY. Relatório: Critérios Do Auxílio Econômico Provisório. INSTITUTO GUAICUY, 2020.



**Figura 12 - Mapa de perdas relatadas por comunidade e por grupo ecossistêmico Região 4**



Fonte: Instituto Guaicuy (2020).

Sobre as rupturas nas cadeias de valor<sup>6</sup> registradas, é possível identificar que as comunidades de Cachoeira do Choro e Fazendinhas Baú e Recanto Piau tiveram uma maior frequência de perdas relatadas, com 23,5% e 22,1%, respectivamente, de todas as perdas nas cadeias de valor identificadas na região 4. Essa última comunidade ainda registrou a maior frequência de relatos de agravamento de vulnerabilidades, representando 28,3% do total das vulnerabilidades relatadas na região 4.

Na região 4, as cadeias de valor mais mencionadas foram *Turismo e Lazer e Agropecuária*, sendo que a queixa ambiental mais recorrente (ligada a ambas cadeias) foi a de interrupção do uso da água. Em relação às perdas econômicas na *Agropecuária*, a perda de produtos e a ausência ou insuficiência de insumos para continuidade da

<sup>6</sup> 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 aspectos socioeconômicos, ambientais, culturais, tecnológicos, legais e políticos. Ao invés de atores independentes, há atores interdependentes e interconectados.



produção constituíram as principais fontes de danos associados à cadeia, enquanto, no *Turismo e Lazer*, se destacaram a perda de clientes e a perda de espaços de lazer. Por sua vez, na cadeia da *Pesca e Piscicultura*, foram mais recorrentes as menções de perda de produtos e de perda da soberania e das seguranças alimentar e nutricional. Ao percorrer a rede até o nível das vulnerabilidades, nota-se que as inseguranças alimentar e nutricional se conectam a diversas menções de perda, principalmente aquelas relacionadas à atividade produtiva e ao acesso à água potável, assim como ao aumento de despesas associadas à alimentação e à água. Outra vulnerabilidade que apresentou múltiplas ramificações foi o aparecimento/agravamento de transtornos mentais, tal que duas de suas principais conexões se deram com a perda dos planos de vida e o aumento das despesas com saúde.

*Agropecuária, Pesca e Piscicultura e Turismo e Lazer* estão presentes em todas as comunidades, em diferentes proporções. Todas as Cadeias de Valor possuem forte relação econômica ligada diretamente ao rio, o que nos permite constatar, através dos dados, a grande importância da centralidade da água para as atividades geradoras de renda desenvolvidas na região. As comunidades da área 4 possuem um destaque predominante, em sua maioria, no segmento da *Agropecuária*, sendo essa a cadeia de valor associada ao maior percentual de ruptura entre as seis comunidades que trouxeram relatos na região.

As localidades de Cachoeira do Choro, Fazendinha Baú e Recanto do Piau e assentamento Queima Fogo e Chácara Chórius se destacam por desenvolverem com maior representatividade a pluriatividade, de modo que as três cadeias de valor estão muito próximo uma da outra em grau de importância para as regiões citadas. Angueretá, Fazendinhas Baú e os assentamentos de reforma agrária Queima Fogo e assentamento Chácara Chórius desenvolvem com maior expressividade atividades relacionadas à Cadeia de Valor de *Agropecuária*, enquanto Recanto do Laranjo e Encontro das Águas apontam a Cadeia de Valor de *Turismo e Lazer* como forte setor gerador de renda para a população.

O segmento da *Agropecuária* possui elevada importância tradicional e histórica nas comunidades e em todo o território no qual essas comunidades estão inseridas. A vasta policultura desenvolvida nos territórios, uma característica inerente da categoria *Agricultura Familiar*, constitui-se de estratégias que permitem maiores chances de sobrevivência, fixação no campo e interações em diversos pontos com o mercado, contribuindo para a geração de renda. Tratando-se diretamente das perdas monetárias

envolvendo a cadeia de valor da agropecuária, observamos um impacto absoluto em decorrência do rompimento da barragem, com destaque para perda total ou parcial da produção e a sua inviabilidade produtiva através da necessidade de insumos (mesmo que sejam aqueles relacionados a esterco, fertilizantes, sementes, água, ração e maquinário, cuja falta ou restrição dificulta sobremaneira a continuidade e a manutenção da produção).

Embora classificada como “Perda não monetária”, pouco mais de um quarto das alegações desse segmento se concentram na categoria “Perda de acesso à água potável”, fator fundamental e diretamente ligado a qualquer sistema produtivo, uma vez que, sem água, qualquer atividade agropecuária fica inviabilizada - mesmo as que porventura possam precisar de uma quantidade mais restrita do uso da água. Outro ponto que merece considerável destaque trata da “*Perda das Seguranças Alimentar e Nutricional*”, pois o elevado valor de 17,24% é preocupante diante de sua associação direta com o segmento responsável pela produção de alimentos - deixando claro, assim, o comprometimento econômico: ao enfrentarem dificuldades para a produção e o fornecimento para o próprio autoconsumo, os atingidos encontram também empecilhos para ofertarem o excedente de sua produção para o mercado e daí obterem renda oriunda da venda.

Assim como no segmento da Cadeia de Valor *Agropecuária*, na qual se destaca o grupo dos Agricultores Familiares, os Pescadores também apresentam, por possuírem diversas características sociais e antropológicas semelhantes àquele grupo, a “perda de produto” como destaque principal entre os impactos econômicos; porém, aqui ele se apresenta ao lado e com a mesma proporção da “desvalorização do produto”. Em relação às perdas não-monetárias, entre pescadores e piscicultores são mais frequentes as menções de perda da segurança alimentar e nutricional. Como a insegurança e a falta de informação sobre a qualidade da comunidade aquática se reflete não somente sobre a perda de clientes, mas também sobre as práticas alimentares da população, dá-se aí uma estreita relação com a perda da segurança alimentar. Além desta, são frequentes as menções de perda da qualidade de vida e perda do acesso à água potável.

A não utilização do peixe na alimentação pelo medo de estar contaminado e a perda de acesso a água se refletem no aumento de despesas nessas duas categorias. Gastos com saúde também aumentam, na medida em que alguns pescadores insistem em tentar pescar e têm contato com a água, ou pelas doenças desencadeadas pelo estresse e pela nutrição prejudicada. Contudo, o maior aumento de gastos dá-se de



forma “inespecífica”, elencado aqui como “aumento de outras despesas” (45,83%). O pescado, outrora moeda em troca de produtos e pequenos serviços, agora não é mais aceito na comunidade, e é preciso utilizar dinheiro em espécie.

A possibilidade de contaminação que representa o contato com a água afastou turistas, sitiantes e rancheiros, os quais movimentavam a economia local adquirindo produtos oferecidos pela comunidade, contratando serviços específicos do turismo e alugando casas de temporada. Portanto, na cadeia de valor de *Turismo e Lazer*, a primeira perda é a de clientes (28,41%), o que reverbera em determinados tipos de prestação de serviços comuns na região, como, por exemplo, a faxina; os produtores agrícolas que se beneficiam do movimento de turistas já não têm mais para quem vender os doces, geleias, queijos etc., e a terra perdeu o valor paisagístico, está comprometida por estar localizada próximo do rio e por apresentar restrições ao lazer. Nitidamente, vemos o dano sistêmico, que perpassa diversos setores produtivos e reprodutivos das comunidades na região 4. As localidades muito dependentes do turismo e do lazer são os condomínios Encontro das Águas (Curvelo) e Recanto do Laranjo (Pompéu).

A perda de lazer se apresenta significativa em função da restrição do uso da água do rio. Por diversas vezes, as pessoas atingidas mencionam a relação entre o rio e a família: era costume receber familiares para aproveitarem o rio, nadar e pescar. Essa ruptura das atividades de lazer em família desencadeia outras perdas, como os planos de vida e a própria qualidade de vida, o que também está vinculado às perdas econômicas e ao aumento de despesas.

O turismo e o lazer estão relacionados enquanto fenômenos socioculturais, caracterizados pela abrangência e pela multidisciplinaridade, com potencial de desenvolvimento pessoal e social. Ambos representam um tempo/espço de expressão humana, de fruição, espontaneidade, prazer e de recriação de identidades através do contato com novas situações e culturas. Porém, são fenômenos distintos, na medida em que nem tudo o que é turismo se reduz ao lazer e vice-versa, sendo necessário entender que ambos se recortam mutuamente, possuindo um núcleo comum, mas conservam sub-áreas autônomas.

A interrupção da pesca leva à necessidade de buscar outros alimentos para suprir essa falta, o que representa a despesa mais significativa apontada pelos atingidos da área 4. Em seguida, vemos o aumento de gastos com saúde, em razão tanto da questão de compra de medicamentos quanto da necessidade de atendimento médico. Por fim,

registre-se a elevação da demanda de água e de insumos para manter a produção agrícola.

A partir dos resultados obtidos em DRPs, Rodas de Conversa sobre Saúde e Acolhimentos Psicossociais e Clínicos, observa-se deterioração das condições de vida e da sociabilidade de forma sistêmica. Tais impactos são transversais a todos os grupos econômicos e cadeias de valor, como está demonstrado nos altos percentuais de relatos citados no item Perdas Não-Monetárias, descritas anteriormente, sendo, portanto, sinérgicos e potencializadores de perdas em variadas dimensões da vida.

A principal vulnerabilidade apresentada pelas pessoas atingidas está relacionada à insegurança alimentar e nutricional, fato que gera variados problemas de saúde e afeta de forma mais prevalente os grupos populacionais de crianças, adolescentes, mulheres gestantes e nutrízes e pessoas idosas. Foram percebidas e/ou intensificadas, após o desastre, questões relativas à ruptura em projetos de vida e planos para o futuro, aumento no uso de medicamentos, insônia, ansiedade, desânimo, depressão e fragilização e/ou ruptura de laços familiares e comunitários.

Além dessas, outras vulnerabilidades foram relatadas posteriormente ao desastre: surgimento de doenças dermatológicas após o contato com a água, dores de cabeça e outros sintomas gastrointestinais, reincidência de doenças, surgimento/intensificação de violência doméstica e comunitária, surgimento/agravamento de doenças respiratórias e intensificação de zoonoses.





## **E - Região 5**

### **Caracterização geral da região**

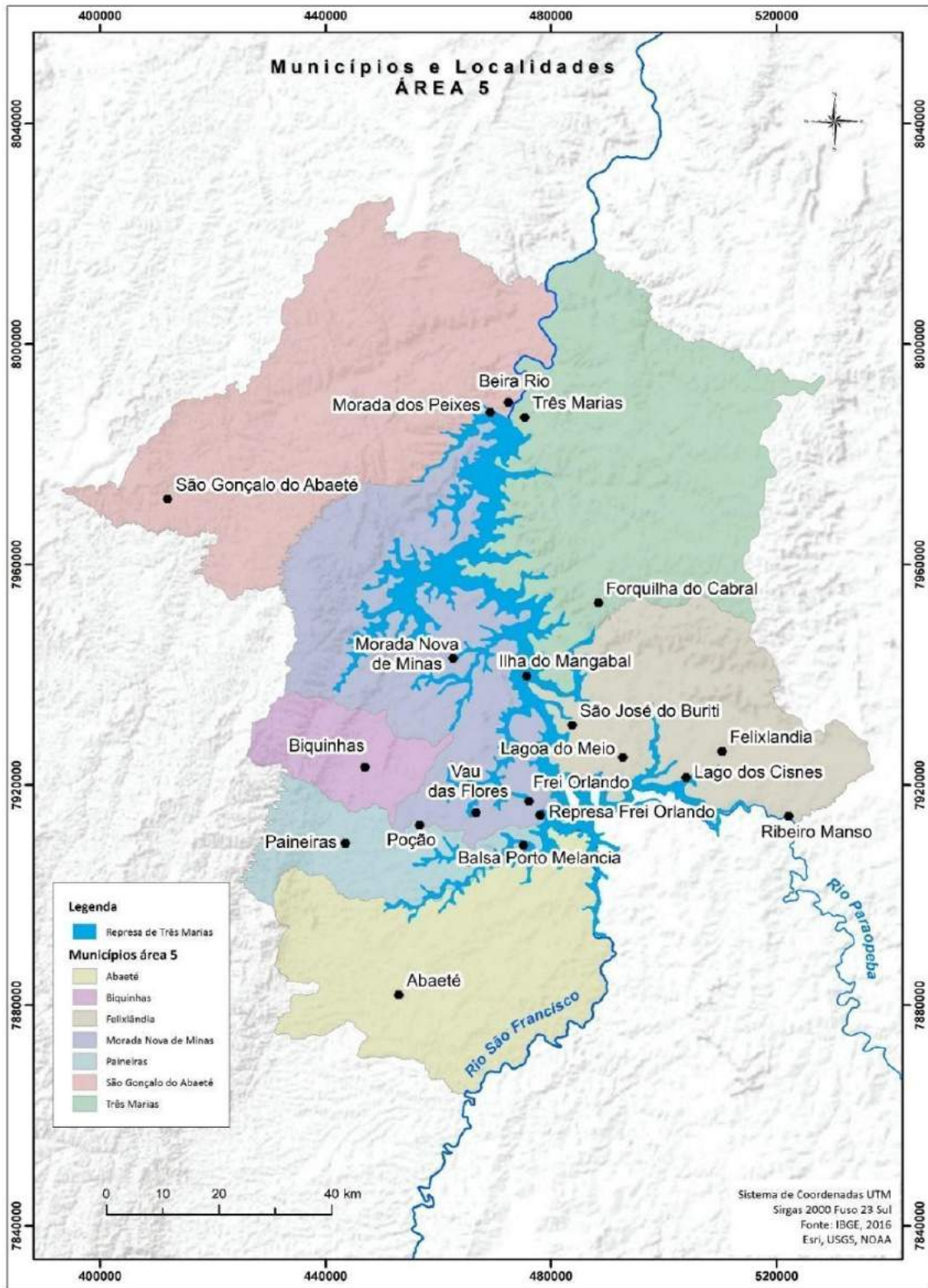
A denominada região 5 do Projeto Paraopeba é formada pelos municípios de Abaeté, Biquinhas, Felixlândia, Martinho Campos, Morada Nova de Minas, Paineiras, São Gonçalo do Abaeté e Três Marias. Alguns desses municípios estão localizados às margens do rio Paraopeba, outros, do Rio São Francisco e do Lago de Três Marias, represamento que conta com aproximadamente 21 bilhões de metros cúbicos de água e 1.110,03 km<sup>2</sup> de superfície. A construção da represa de Três Marias conferiu aos municípios banhados pelo lago (incluído o município de Pompéu, integrante, juntamente com Curvelo, da Área 4 do Projeto Paraopeba) uma identidade, construída a partir de elementos culturais, sociais e econômicos semelhantes, fato que culminou com a regulamentação de uma instância governamental regional, dentro da Política Estadual de Turismo (Lei Estadual 22.765/2017), denominada Circuito Turístico do Lago de Três Marias. Muito antes, em 2003, esse circuito já era reconhecido.

A pesca profissional, esportiva e artesanal e os esportes náuticos reforçam e unificam a região em sua vocação turística, bem como as trilhas ecológicas e as cachoeiras, os ranchos e pousadas para locação e hospedagem dos pescadores, esportistas e aventureiros, mais presentes nos municípios de Felixlândia e Três Marias. Há um número expressivo de pescadores profissionais e amadores congregados em três Colônias de Pescadores: Z-5, Z-24 e Z-25, sediadas, respectivamente em Três Marias, Morada Nova de Minas e Abaeté.

Há entre eles, também, uma identidade regional, geográfica e ambiental, estando todos localizados no Centro-oeste e Centro Norte mineiros, onde há predominância do bioma cerrado com algumas alterações marcantes das biocenoses (ecossistemas espacializados) e vegetação típicas de suas biodiversidade e geodiversidade, em pontos distintos do território. A próxima figura mostra a localização das primeiras comunidades mapeadas na Área 5.



Figura 13 - Localidades atingidas na Área 5



Fonte: Instituto Guaicuy (2019).

Considerando-se a realidade das localidades da Área 5, foram feitas estimativas domiciliares e populacionais a partir de informações geradas pela vetorização das edificações utilizando-se imagens *Google Earth* e o *software Arcgis*. Inicialmente, o topo de cada edificação identificada foi assinalado sobre a imagem de satélite; o cálculo aproximado de pessoas atingidas por sede de município foi feito após aferição de beneficiários do seguro defeso, números disponibilizados por prefeituras e colônias de pescadores e a partir de informações do Sindicato dos Guias Turísticos de Minas Gerais. A estimativa populacional foi realizada considerando que a região abrangida pelos municípios apresenta, segundo o IBGE (2010), aproximadamente 4 habitantes por domicílio. Esse procedimento leva à estimativa de residências e de população apresentada na tabela a seguir.



**Tabela 26: Estimativa de residências, famílias e população por localidade**

<b>Município</b>	<b>Comunidades</b>	<b>número estimado de edificações/ famílias</b>	<b>População estimada</b>
<b>Felixlândia</b>	*Felixlândia - Sede do município	-	-
	Ribeiro Manso	219	876
	Ilha do Mangabal	578	2312
	Lago dos cisnes	417	1668
	São José do Buriti	802	3208
	Náutico Tucunaré	114	456
	Náutico La Poveda	86	344
<b>TOTAL FELIXLÂNDIA</b>		<b>2216</b>	<b>8864</b>
<b>Três Marias</b>	*Três Marias - Sede do município	-	-
	Forquilha do Cabral	61	244
<b>TOTAL TRÊS MARIAS</b>		<b>61</b>	<b>244</b>
<b>Abaeté</b>	*Abaeté - Sede do município	-	-
	Porto Melancia	5	20
<b>TOTAL ABAETÉ</b>		<b>5</b>	<b>20</b>
<b>Morada Nova de Minas</b>	*Morada Nova de Minas - Sede do município	-	-
	Frei Orlando	218	872
	Represa Frei Orlando	18	72
	Vau das Flores	235	940
<b>TOTAL MORADA NOVA DE MINAS</b>		<b>471</b>	<b>1884</b>
<b>Paineiras</b>	*Paineiras - Sede do município	-	-
	Poção	107	428
<b>TOTAL PAINEIRAS</b>		<b>107</b>	<b>428</b>
<b>São Gonçalo do Abaeté</b>	*São Gonçalo do Abaeté - Sede do município	-	-
	Morada dos Peixes	47	188
	Pontal do Abaeté	102	408
	Beira Rio	398	1592
<b>TOTAL SÃO GONÇALO DO ABAETÉ</b>		<b>547</b>	<b>2188</b>
<b>Martinho Campos</b>	*Martinho Campos - Sede do município	-	-
<b>Biquinhas</b>	*Biquinhas - Sede do município	-	-
<b>TOTAL DE EDIFICAÇÕES NAS COMUNIDADES</b>		<b>3407</b>	<b>13628</b>

Fonte: Instituto Guaicuy, 2019



### **Dados e análises relativas às demandas captadas**

O fornecimento de água mineral e de água por caminhão pipa não atende aos municípios da região 05, uma vez que a Vale alega que o fornecimento deveria se restringir aos limites dos municípios de Pompéu e de Curvelo - mais especificamente, até o limite do reservatório de Retiro Baixo, que delimita os territórios das regiões 04 e 05. Essa restrição é fundamentada na Nota Técnica nº 24/IGAM/GEMOQ/2019. Contudo, a própria nota indica que:

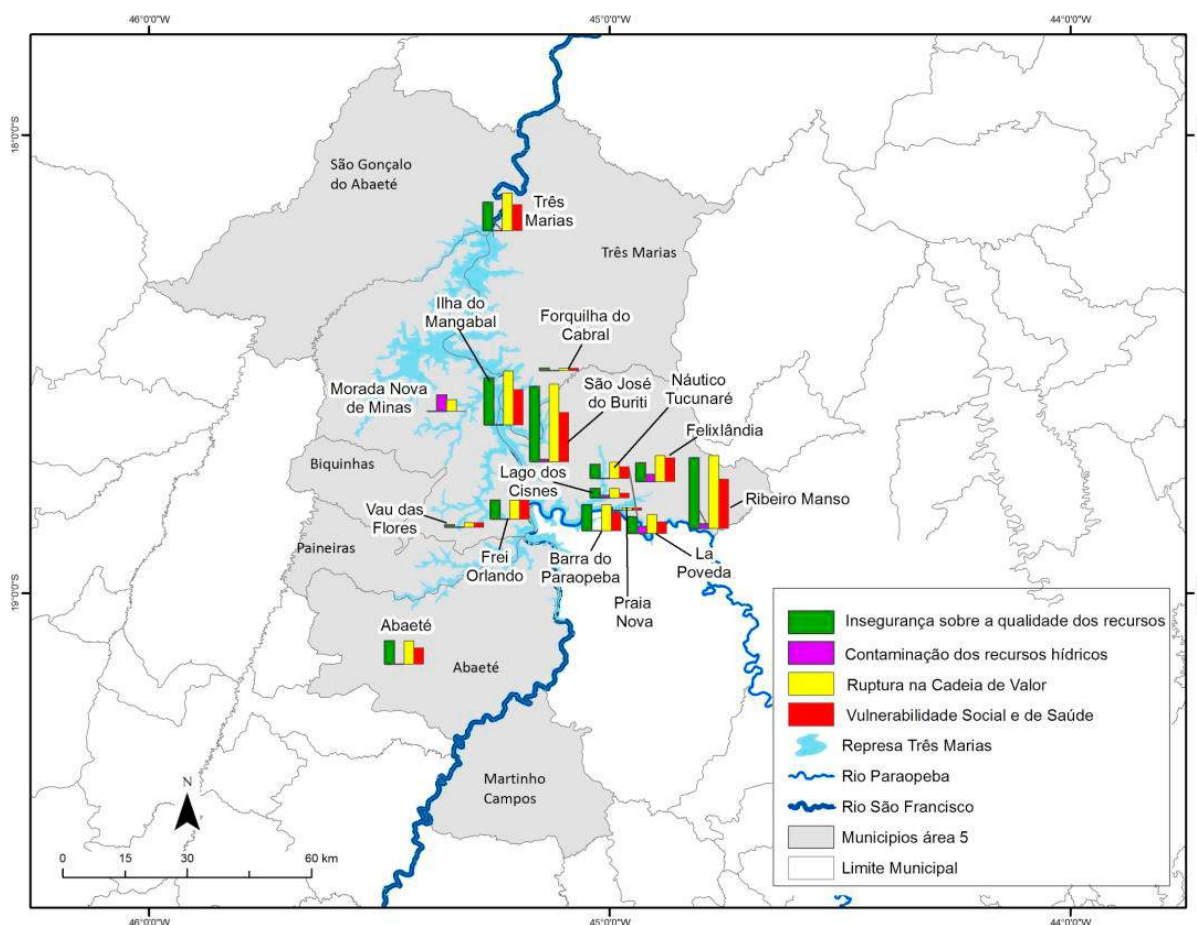
“Além disso, devido à incerteza quanto ao transporte de metais para as águas subterrâneas, também fica mantida a recomendação da não utilização da água dos poços e cisternas de soluções alternativas coletivas e individuais que estejam situados a até 100 metros das margens do rio. *Em função dos resultados encontrados no monitoramento, mantém-se a recomendação da não utilização da água dos poços que estão sendo monitorados de Brumadinho até o município de Três Marias.*”

O Instituto Guaicuy entende que o fornecimento de água deveria ser também estendido para atendimento às pessoas que hoje apresentam dúvidas referentes à qualidade das águas subterrâneas, que é a principal fonte de acesso à água em diferentes comunidades no entorno do reservatório de Três Marias. A preocupação referente à qualidade das águas é assunto recorrente e de grande impacto para a economia e os modos de vida da população.

Por meio de Diagnósticos Rápidos Participativos conduzidos entre os meses de junho e agosto de 2020 nas diferentes comunidades impactadas na região 05, foi possível perceber que a insegurança relativa ao acesso à água é uma das maiores preocupações das comunidades. Os procedimentos metodológicos e os dados são apresentados de forma sintética na próxima figura.



**Figura 14 - Análise de perdas por localidades**



**Fonte: Instituto Guaicuy (2020).**

O maior destaque é a insegurança em relação à qualidade dos recursos naturais (hídricos, ecológicos), representada por 94,1% de todas as perdas ambientais percebidas na região. Esse fato evidencia como as comunidades da região 5 foram diretamente afetadas pela ausência de informação e pela insegurança sobre a qualidade dos recursos hídricos. Ainda sobre essa insegurança, cabe destacar que as comunidades onde houve mais relatos relacionados a esse ponto foram São José do Buriti (18,8%), Ribeirão Manso (17,6%) e Ilha do Mangabal (11,8%); para as mesmas três localidades, os relatos sobre as rupturas nas cadeias de valor também foram bastante expressivos.

Diferentemente da região 4, em que o dano está consolidado e houve interrupção no uso do rio (acesso a água, pesca e outros recursos), a região 5 fica à mercê da insegurança e da falta de informação sobre a qualidade da água da Represa de Três Marias. Isso tem afetado todas as modalidades de pesca, o lazer e, conseqüentemente, o comércio local. As comunidades de Ribeirão Manso, São José do Buriti, Ilha do Mangabal, La Poveda e Barra do Paraopeba são as mais afetadas, segundo os relatos



dos atingidos; trata-se de localidades do município de Felixlândia, situadas muito próximo à barragem de Retiro Baixo.

**Consequências socioeconômicas, culturais, para a saúde humana (física e mental) e ambientais dos problemas de acesso à água pelas comunidades atingidas.**

A fim de melhor perceber como os diferentes impactos do rompimento prejudicaram os modos de vida e as características socioeconômicas das diferentes localidades e ocupações da região 5, o Instituto Guaicuy realizou diferentes momentos de diálogos com pessoas e comunidades atingidas, utilizando como referencial metodológico as estruturas de metodologias participativas associadas ao método de Diagnóstico Rápido Participativo (DRPs). A seguir, são apresentadas algumas questões levantadas pelas pessoas e pelas comunidades atingidas. O material completo e o detalhamento metodológico podem ser acessados em relatório publicado pelo Instituto Guaicuy<sup>7</sup>.

A represa de Três Marias centraliza a maior parte das atividades econômicas e do modo de vida da população das comunidades da região 5. As comunidades de Barra do Paraopeba e Ilha do Mangabal são exemplos de como a população depende da renda gerada pelas cadeias da Pesca e Piscicultura e Turismo e Lazer. A agropecuária, por sua vez, também está presente na região, sobretudo com maior presença em Felixlândia e Ribeiro Manso. Complementar às cadeias de valor relatadas, é característica na população a busca por atividades para complemento da renda, sobretudo a prestação de serviços e a confecção de produtos artesanais, como quitandas, mel e queijos. A pluriatividade é evidenciada de forma mais clara nos municípios de Ribeiro Manso e São José do Buriti, que são comunidades com grande participação na Agropecuária, Pesca e Piscicultura e Turismo e Lazer desenvolvidos na região 5.

Há muitas dúvidas quanto à possibilidade de a contaminação da água ter chegado até a represa e se é seguro utilizar a água para o consumo e lazer. Essa insegurança afastou muitas pessoas que mantinham imóveis no local para lazer aos finais de semana e feriados, além dos próprios turistas. Diante da menor circulação de pessoas, artesãos, produtores agrícolas e comerciantes locais perderam boa parte de seus clientes. Muitos estabelecimentos comerciais foram fechados, incluindo pousadas, e muitos agricultores relatam não dar sequência ao cultivo de hortaliças por não poderem

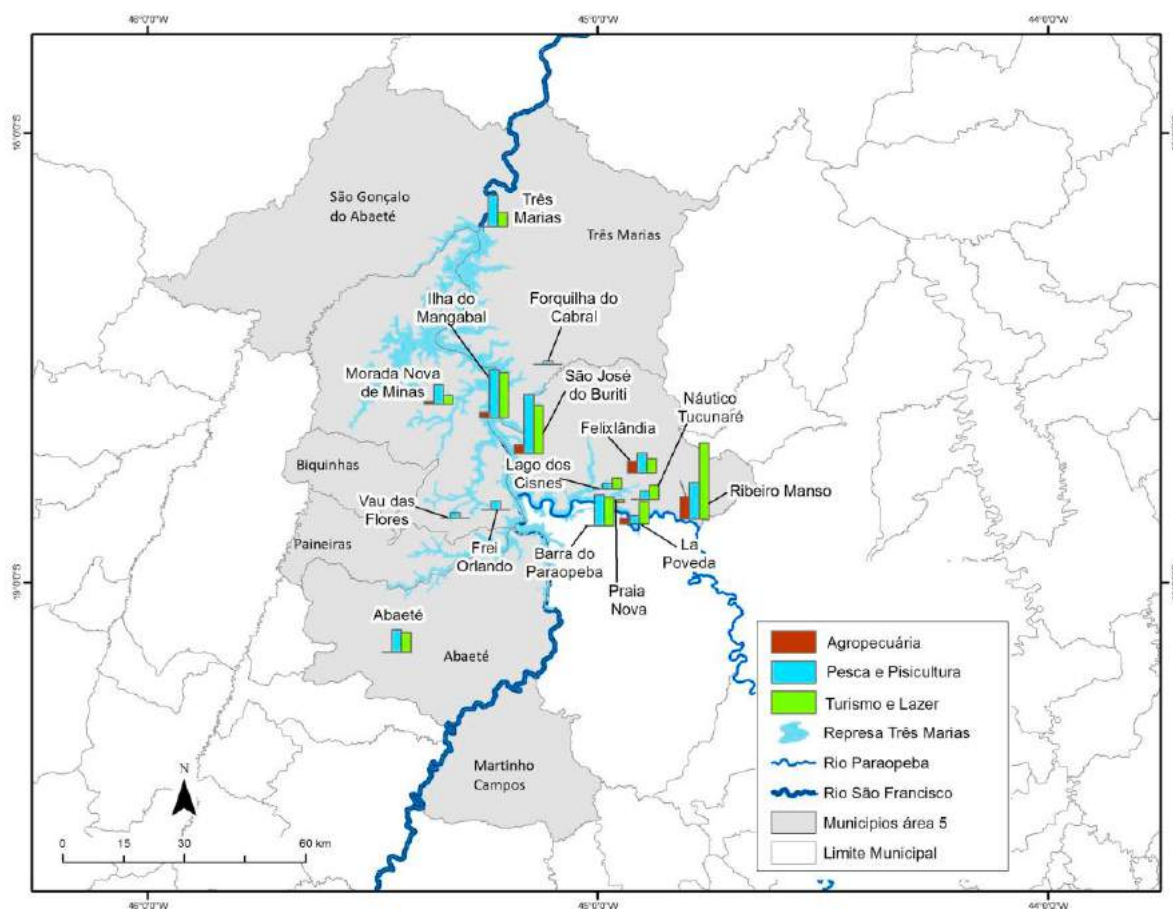
---

<sup>7</sup> O material completo está disponível em INSTITUTO GUAICUY, Relatório: Critérios Do Auxílio Econômico Provisório. INSTITUTO GUAICUY, 2020.



contar com uma fonte de água segura para utilizarem em suas propriedades. A venda de animais (e, por vezes, do rebanho completo) e tentativas de venda dos imóveis (que se desvalorizaram significativamente) são relatos constantes em rodas de conversa e DRPs.

**Figura 15 - Análise de perdas relatadas: rupturas nas cadeias de valor**



**Fonte: Instituto Guaicuy (2020)**

Durante os DRPs realizados pelo Instituto Guaicuy, ficou manifesta a intensa e recorrente percepção de perdas em diferentes cadeias de valor, mas em especial as associadas à agropecuária, à piscicultura e ao turismo e à pesca. Em relação à **agropecuária**, 45% das pessoas relataram perdas monetárias associadas à diminuição de clientes, 25% indicaram desvalorização dos produtos comercializados, 17,5% indicaram que perderam produtos, 5% manifestaram endividamento e outras perdas monetárias somam 7,5%.

Entre as Perdas Não-Monetárias se destacam três, observadas a partir dos relatos dos atingidos. A Perda da Qualidade de Vida atingiu maior expressividade (29,41%), o que aponta uma insatisfação com a situação atual decorrente do rompimento da barragem. Outro ponto significativo, representado por 26,47% dos relatos, é a Perda da





Reputação, que é extremamente relevante quando correlacionada com a Desvalorização do Produto, identificada nas Perdas Monetárias. A perda da reputação e a desvalorização do produto fortalecem o entendimento que permeia as condições que levam ao impacto econômico negativo da Cadeia de Valor. Em seguida, um ponto extremamente preocupante para essa cadeia, também destaque na região 4, é a alegação da Perda da Segurança Alimentar e Nutricional, que representa 11,76% dos relatos. Isso se dá pelo motivo de que é justamente nessa cadeia que se encontram os agricultores camponeses responsáveis pela produção e pela oferta de alimentos.

Ocupando grande destaque no cenário brasileiro na produção de pescados, uma vez que se situa entre os maiores produtores de tilápia do Brasil, a região 5 enfrenta elevada insegurança sobre a qualidade das comunidades aquáticas (peixes e demais organismos aquáticos) como consequência do rompimento da barragem da Vale. Em consequência disso, houve forte desvalorização do pescado e verificaram-se perdas econômicas para toda a **Cadeia de Valor da Pescadores e Piscicultura** - e, consequentemente, para os municípios. Os relatos que mais se destacaram identificaram a Perda de Clientes (42,37%) devido à desconfiança em relação à segurança alimentar e à qualidade da água, e a Desvalorização do Produto (32,20%). Esta última perda demonstra como os pescadores e os piscicultores foram obrigados a precificar seus produtos com valores bem inferiores quando comparados aos preços anteriores ao rompimento da barragem. Depoimentos obtidos em diversas regiões ao longo do Lago de Três Marias afirmaram que a queda do preço do quilograma de peixe foi de R\$15,00 para R\$8,00 após o rompimento.

Diante da falta de compradores e impossibilitados de escoar a produção, a Perda de Produtos (3,95%) não deixou de ser relatada, juntamente com o endividamento (3,39%) devido ao não retorno financeiro das produções, a migração de atividades (3,39%) e outras perdas monetárias (14,7%). A perda da reputação (33,52%), relato sobre a perda não-monetária mais frequente na Cadeia de Valor da Pesca e da Piscicultura, está diretamente relacionada à desvalorização do produto e à perda de clientes apontadas nas perdas monetárias. Os relatos que envolvem o estigma lançado sobre os produtos locais, decorrente da possível contaminação que resulta da dispersão dos rejeitos antes contidos na barragem, levou ao impacto econômico dessa Cadeia de Valor. Conforme será apresentado na seção a seguir sobre as perdas na Cadeia de Valor do Turismo e do Lazer, a insegurança em relação à qualidade da água e a veiculação de



notícias na mídia sobre a possível contaminação geraram prejuízos à reputação do peixe local e sua consequente desvalorização.

O aumento de despesas com água representa 20,24% em relação ao aumento total das despesas. Em relação a esse dado, é preciso destacar que tanto a água para consumo como a água para a piscicultura se enquadram nesse contexto, uma vez que a atividade da piscicultura necessita de um volume expressivo de água para a atividade, principalmente quando praticada em tanques escavados. A segunda queixa mais representativa é o aumento de despesa com comida, ponto que também se destaca pela gravidade e pela significância, pois, a partir do momento em que a referida Cadeia de Valor encontra dificuldade de produzir e/ou realizar o extrativismo do alimento, tendo a necessidade de aumentar custos de seu orçamento para ter acesso a alimentos, isso demonstra uma situação grave de tanto de comprometimento orçamentário quanto o risco de possível insegurança alimentar e nutricional, ressaltando que tal alegação se apresentou nos relatos de aumento de despesas à frequência de 19,05%.

**A cadeia de valor de turismo e lazer** possui grande destaque na região 5 por ser essa uma região que conta com um atrativo de grande relevância turística: o Lago de Três Marias. O Circuito Turístico propicia o desenvolvimento de diversas atividades de turismo e lazer como, por exemplo, turismo de pesca, ecoturismo e esportes náuticos, entre outras práticas muito ligadas ao uso da água. Portanto, existem diversos grupos socioeconômicos que estão inseridos nessa cadeia de valor.

Segundo os relatos colhidos *in loco*, a demanda turística na região sofreu uma forte queda logo após o rompimento. Houve relatos de endividamento em razão dos investimentos realizados nos empreendimentos anteriores ao rompimento e, em face da perda de clientes, os empreendedores não puderam honrar o pagamento de seus débitos. A falta de informação quanto à qualidade da água é apontada como causa direta do desaparecimento de turistas e sitiantes; esses consumidores geram recursos aos municípios a partir da contratação de serviços de hospedagem, aluguel de casas de temporada, consumo em restaurantes e compra de peixe dos pescadores locais.

Os depoimentos das famílias refletem grande insegurança em relação à qualidade da água, que gerou perda na reputação e na percepção sobre a qualidade do lugar. O dano à imagem na região resultante do rompimento ocasionou queda na demanda turística e desvalorização dos produtos e serviços, o que impactou nos planos de vida dos moradores, além de perdas no lazer dependente da água e, consequentemente, na qualidade de vida local.



Outra questão que assume destaque na região 05 é referente à **vulnerabilidade social e à saúde**. A partir dos resultados obtidos em DRPs, Rodas de Conversa sobre Saúde e Acolhimentos Psicossociais e Clínicos, observa-se deterioração das condições de vida e da sociabilidade de forma sistêmica. Tais impactos são transversais a todos os grupos econômicos e cadeias de valor, em movimento sinérgico potencializador de perdas em variadas dimensões da vida. A descrição de quadros de vulnerabilidade referidos aos grupos socioeconômicos reflete a instauração e/ou agravamento de situações deletérias diversas na vida das pessoas atingidas.

A Coordenação de Saúde e Assistência Social realizou coleta de dados primários, a partir dos registros de atendimento da Secretaria de Saúde de Felixlândia, por meio de formulário Google, em agosto de 2020. As informações referem-se às localidades atingidas de Clube de Pesca Barra do Paraopeba, Estância das Garças, Ilha do Mangabal, Lago dos Cisnes, Lagoa do Meio, Náutico La Poveda, Náutico Tucunaré, Praia Nova, Quintas do Boa Vista, Recanto do Peixe Vivo, Ribeiro Manso e São José do Buriti. Trata-se de um Estudo de Caso com vistas a construir hipóteses sobre os impactos na saúde em um dos municípios; contudo, os fatores situacionais observados podem ser extensivos às demais localidades, considerando que os mesmos agravos/vulnerabilidades à saúde mental foram relatados em DRPs, Rodas de Conversas e Acolhimento Psicossocial.



#### **4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

##### **A - Síntese das análises do Relatório**

O direito humano fundamental de acesso à água tem sido constantemente violado, devido à grave crise hídrica estabelecida no território, após o rompimento das barragens da mineradora Vale S/A em Brumadinho. Diversas comunidades foram impedidas de fazer uso das águas do rio Paraopeba e do ribeirão Ferro Carvão, assim como impossibilitadas de consumir água de poços e de cisternas localizados próximo a esses corpos d'água devido aos riscos à saúde representados pelos compostos de rejeito de minério de ferro descarregados na água do rio Paraopeba.

No que se refere à qualidade da água na bacia do Paraopeba, é possível afirmar que foi recorrente, durante o período chuvoso de 2019-2020, o registro de valores de parâmetros acima do limites e maiores que os valores aferidos na série histórica de 2000-2018 - da mesma forma como apontado para o período crítico dos primeiros 60 dias após o rompimento, em que foram registrados valores exorbitantes de contaminantes e registros de violações ao longo dos trechos 1, 2, 3 e 4. A remobilização dos rejeitos depositados na calha do Paraopeba contribui para a piora da qualidade da água e tem contribuído cada vez mais para a propagação de pluma de contaminação superficial para jusante do ponto de rompimento, fazendo com que pontos de monitoramento que nunca haviam registrado valores de parâmetros acima dos respectivos limites legais venham a registrar sistematicamente essas violações no período chuvoso.

Nesse quadro de desabastecimento causado pela contaminação das águas do rio Paraopeba pelos rejeitos de minério vivem milhares de pessoas atingidas, que, nas diversas formas de diálogo estabelecidas com suas assessorias técnicas, registram demandas de acesso à água, seja para consumo humano ou uso produtivo (dessedentação de animais ou irrigação). É marcante, em todas as regiões atingidas, a quantidade expressiva de famílias que registram não receberem água por parte da Vale S/A ou que tiveram o fornecimento interrompido pela mineradora sem aviso prévio. Cabe ressaltar, os registros neste relatório, de número expressivo de famílias que tiveram a solicitação de água negada pela empresa ré, mesmo se tratando de água mineral, para consumo humano. Nesse aspecto, é urgente que sejam tomadas medidas para resolver tão grave situação, conforme se apresenta a seguir.

## **B - Propostas de ações urgentes**

As medidas emergenciais aqui apresentadas foram construídas a partir da compilação de relatos, denúncias e demandas levantadas nos espaços participativos propiciados pela atuação das ATIs nos territórios. Posteriormente, essa informação foi sistematizada pelas equipes técnicas das ATIs, apresentada, validada e readequada com as considerações da população atingida, as quais incluíram também as premissas e diretrizes necessárias para sua implementação. Nesse sentido, essas medidas pautam-se pela centralidade da população atingida e devem ser implementadas de imediato considerando a necessidade premente de que essas pessoas tenham acesso à água.

Para isso, algumas premissas são importantes: todos os atingidos devem ter poder de participação nos processos decisórios; deve ser dada total transparência por parte de quem executar as ações; devem ser adotados princípios de equidade e melhoria das condições anteriores, no que tange ações de mitigação; deve haver uma construção democrática de diretrizes e parâmetros de satisfação no processo de reparação integral; deve ser pautada, por fim, uma lógica de reabilitação para garantia de segurança hídrica, com vistas a todas dimensões necessárias para a reparação integral.

Assim, deve ser garantida a toda a população da Bacia do Paraopeba, com foco nos distritos e comunidades afetados e que se encontrem em situação de vulnerabilidade hídrica, a implementação das ações previstas nas medidas emergenciais, incluindo a melhoria das condições de acesso à água, para consumo humano e demais usos. Além disso, as demandas de captação, distribuição e tratamento dos sistemas de abastecimento de água devem abarcar a totalidade da população atingida, independentemente da situação anterior, da forma da prestação de serviços, de se tratar de concessionária, gestão pública, e ou mesmo de organizações de autogestão comunitária de sistemas de abastecimento de água.

A listagem a seguir apresenta ações urgentes a serem implementadas pela Vale S/A e por outros atores para a retomada das condições de abastecimento de água na região e a mitigação dos danos socioeconômicos, culturais e de saúde pública, devido à insegurança hídrica vivenciada atualmente pela população da Bacia do Paraopeba, como consequência do rompimento da barragem da empresa em Brumadinho.

## **Medidas emergenciais a serem adotadas de imediato pela Vale S/A**

### Garantia de água para consumo humano:

- . Fornecimento de água potável em quantidade suficiente, qualidade adequada e com continuidade para famílias e comunidades atingidas até que ocorra a reconstrução ou a adequação de sistemas de abastecimento de água afetados pelo rompimento e até que os mesmos atendam à demanda;
- . regularização do fornecimento de água, a partir da identificação, pela Vale, das famílias e das comunidades atingidas que se encontram fora da área de concessão da Copasa;
- . garantia do fornecimento de água potável em dias e horários definidos e com frequência adaptada à necessidade de cada família, levando em consideração seus meios de vida;
- . fornecimento e instalação de reservatórios coletivos ou individuais para armazenamento da água potável e demais elementos de infraestrutura domiciliar, definindo-se seu dimensionamento em função das necessidades de cada comunidade ou família;
- . implementação de pontos fixos de entrega de água mineral nas cinco áreas, em acordo com as comissões de atingidos, observando-se a destinação correta dos vasilhames retornáveis / recicláveis;
- . restituição, às famílias de atingidos, dos gastos implicados da compra de água mineral para consumo direto;
- . inclusão, nas ações de fornecimento de água potável, de comunidades e de famílias moradoras de locais não atendidos por serviços de abastecimento público;

### Garantia de água para fins produtivos:

- . Fornecimento de água, em qualidade, volume e regularidade compatíveis, para dessedentação animal e para irrigação, de acordo com as necessidades dos atingidos;
- . garantia do fornecimento de água, em qualidade, volume e regularidade compatíveis, para fins produtivos em dias e horários definidos e com frequência adaptada à necessidade de cada família, levando em consideração seus meios de vida e sua organização produtiva;
- . fornecimento e instalação de reservatórios e de toda a infraestrutura de distribuição, adaptadas às necessidades das famílias e comunidades, com a finalidade de armazenar água para fins produtivos (por ex. caixa de no mínimo 3000/L para famílias com quintal



produtivo; construção ou expansão de tanques para captação de água de chuva; tubulação de destinação da água etc.);

Transparência, direito à informação e participação:

- . Apresentação dos laudos das análises de poços que já foram realizadas ao longo de todo território atingido pela Vale S/A;
- . atualização frequente dos atingidos sobre os resultados de audiências e notícias divulgadas na mídia sobre a qualidade da água do rio Paraopeba;
- . obrigatoriedade de que todas as demandas recebidas pela Vale S/A sejam acompanhadas pelas IJs e/ou juiz;
- . devem estar garantidas as condições necessárias e suficientes para a condução de fiscalização mais rigorosa do fornecimento de água, tendo em vista o histórico de desrespeito das medidas pactuadas pela empresa. Nesse sentido, esses serviços devem ser realizados nos dias e horários acordados com os atingidos mediante listas das quais constem as informações sobre o tipo de serviço e a data de sua realização, abonadas mediante a assinatura do atingido e uma avaliação da qualidade do serviço;

**Demais medidas a serem adotadas**

Melhorias e adequações nos sistemas de abastecimento de água:

- . Melhoria e adequação dos sistemas de captação de águas subterrâneas que servem a comunidades e famílias em locais não atendidos por serviços públicos de abastecimento, a partir de indicações feitas pela própria população atingida;
- . início imediato dos estudos para implantação de novos pontos de captação de água indicados pelas comunidades; manutenção e reabilitação de sistemas abastecimento e estações de tratamento de água existentes, com foco em comunidades que têm os serviços atendidos por associações locais e prefeituras;
- . a Copasa deve avaliar a necessidade de implantar novos pontos de captação de água, assim como regularizar as condições do tratamento e distribuição de água, divulgando as informações disponíveis. A medida deve ser implementada com prazo preestabelecido improrrogável, imprimindo-se urgência às ações emergenciais levantadas pela população atingida;
- . não cobrança de tarifas de abastecimento de água da população atingida; isenção de quaisquer tarifas de água e saneamento para a população atingida - principalmente para aquelas famílias inscritas no CadÚnico -, cujo pagamento deve ser feito pela Vale, pela



concessionária Copasa ou pelas demais entidades responsáveis pela gestão dos sistemas de abastecimento de água (prefeituras, comunidades, associações locais etc.);

Uso de águas subterrâneas:

- . Condução de análise do potencial de vazão dos aquíferos e da qualidade das águas subterrâneas, feita de modo a incluir estudo cioso e de longo prazo sobre os gradientes hidráulicos e sobre a dispersão de plumas de contaminação - i.e., invalida-se a baliza arbitrária e apressadamente prefixada de 100m a partir das margens do rio por falta absoluta de sustentação científica para o argumento;
- . elaboração de laudos técnicos realizados por instituições idôneas, sem vínculo com a mineradora Vale ou com o setor minerário;
- . ampla participação da população na construção dos laudos e apresentação dos resultados;
- . acompanhamento regular da qualidade da água para avaliação e proposta de ações de recuperação de poços que se encontram contaminados, a ser realizado por instituição sem vínculo com o setor de mineração e com ampla participação da população atingida durante a execução e a apresentação dos resultados;
- . perfuração de novos poços tubulares e/ou cisternas em locais onde não haja contaminação, o que deverá ser debatido e acompanhado pelas comunidades atingidas e por equipe de consultores em hidrologia que não tenham vínculo com o setor de mineração, de modo a permitir o acompanhamento de eventuais plumas de contaminação subterrânea (q.v. seção 2 acima).

**C - Perspectiva de novos estudos, acesso a dados etc.**

**Relativos ao CTC/UFMG**

- Chamadas do CTC-UFMG sobre Águas Subterrâneas (Chamadas 10, 13, 14, 16 e 27)
- Chamadas do CTC-UFMG sobre Águas Superficiais (Chamadas 11, 15, 17, 18 e 28)

**Estudos das ATIs**

- Elaboração de diagnóstico ampliado de caracterização das famílias e levantamento de danos socioeconômicos, socioambientais e culturais, com o objetivo de construir dados censitários em nível familiar.
- Elaboração de estudos regionais sobre as disponibilidades hídricas subterrânea e superficial, com o intuito de caracterizar a disponibilidade hídrica nessa região,





permitindo a identificação de potencialidades para alternativas de abastecimento de água e subsídio de políticas públicas.

- Análise de fatores bióticos e abióticos, por meio do levantamento de dados primários e secundários, visando a elucidação do cenário de contaminação ambiental.

### **Consultorias das ATIs**

As ATIs, por meio da elaboração de Termos de Referência para contratação de Consultorias Especializadas, ainda ampliarão o leque de dados primários e secundários:

- Consultoria - Levantamento de impactos ambientais (fauna, flora, águas, solo e ar) em decorrência da dispersão do rejeito
- Consultoria - Estudo para a recuperação do Rio Paraopeba e de rios tributários (afluentes)
- Consultoria - Levantamento de áreas degradadas para fins de recuperação
- Consultoria - Levantamento de danos à saúde.

### **Outros estudos**

Durante os espaços participativos também foram debatidas perspectivas de novos estudos e de acesso à informação:

- Monitoramento da qualidade das águas a) superficiais e subterrâneas, b) da COPASA, c) fornecida pela VALE, pelas prefeituras municipais e pelos responsáveis pela gestão dos poços tubulares das comunidades rurais, como também pelas associações que fazem a autogestão hídrica; o monitoramento será realizado por instituição idônea, indicada/fiscalizada pelas Instituições de Justiça em comunhão com a população atingida; acompanhamento e ampla informação à população quanto à qualidade da água, à origem e à responsabilidade por seu fornecimento.
- Informação sobre as metodologias utilizadas pela Vale para estudo e tratamento da água: Acompanhamento popular de todos os procedimentos que envolvem estudos e intervenção da Vale no Rio Paraopeba, facilitado por instituição idônea, sem vínculo com a mineradora Vale.
- Laudos Técnicos da qualidade da água fornecida e captada acompanhados de garantias de controle e de participação popular democrática no acesso às informações, que devem ser comunicados e publicados de forma transparente para toda a população e realizados por empresas idôneas independentes da Vale e do setor de mineração.



## **5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANEEL/CPRM - **Caracterização pluviométrica da bacia do Alto SF - Sub-bacia 40: equações intensidade-duração-frequência**. BH: ANEEL/CPRM, 1999.

BEAR, Jacob; CHENG, Alexander H.-D. **Modeling groundwater flow and contaminant transport**. Amsterdam: Springer Netherlands, 2010.

BOTELHO, Honório Pereira. **Sobre a poluição do Rio Paraopeba** – Tese de concurso para o preenchimento do cargo de professor titular do Departamento de Engenharia Sanitária. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1981.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019.

CÂMARA, Volney de M. et al. **Estudo dos níveis de exposição e efeitos à saúde por mercúrio metálico em uma população urbana de Poconé, Mato Grosso, Brasil**. Rio de Janeiro, p. 69 - 77, 1996, vol.12.

CARVALHO, A.; OLIVEIRA, L. A. F.; MAGALHÃES Jr., A. P. **Condicionantes da dinâmica fluvial e da evolução geomorfológica da bacia hidrográfica do médio e baixo curso do Rio Paraopeba, Minas Gerais**. Maringá: Anais do XI Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2016.

CPRM - **Atlas pluviométrico do Brasil: equações intensidade-frequência-duração, Paraopeba / MG**. BH: CPRM, 2018.

CPRM - **Boletim de monitoramento compartilhado do Rio Paraopeba - Ruptura da barragem do Complexo do Feijão em Brumadinho - MG**. BH: CPRM - Disponível em [https://www.cprm.gov.br/sace/boletins/Paraopeba/20190207\\_19-20190207%20-%20195244.pdf](https://www.cprm.gov.br/sace/boletins/Paraopeba/20190207_19-20190207%20-%20195244.pdf). Acesso em: 07/10/2020.

CUSHMAN, John H.; TARTAKOWSKY, Daniel M. **The handbook of groundwater engineering**. London: CRC Press, 2016.

DENTZ, Marco; LE BORGNE, Tanguy; LESTER, Daniel R.; Barros, Felipe P. J. **Mixing in groundwater**. In: Cushman, John H.; Tartakowsky, Daniel M. **The handbook of groundwater engineering**. London: CRC Press, 2016. cap. 13.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Shapefiles de Ferrovias, Rodovias Federais e Rodovias Estaduais. 2016**. Disponível em: <<http://servicos.dnit.gov.br/vgeo/>>. Acesso em: Setembro de 2020.

DRUMMOND, Gláucia Moreira *et al.* **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, v. 222, 2005.

DURÃES, Matheus F.; MELLO, Carlos R.; Naguettini, Mauro. **Applicability of the SWAT model for hydrologic simulation in Paraopeba River basin, MG**. *Cerne*, v. 17, n. 4, pp. 481-488, out/dez 2011.



FETTER, C. W.; BOVING, Thomas; KREAMER, David. **Contaminant hydrogeology**. Long Grove (IL): Waveland Press, Inc., 2017.

FRAGA, Micael de S. **Proposta metodológica para avaliação e otimização de redes de monitoramento de qualidade da água**. Viçosa: Depart. Engenharia Agrícola, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, 2019 (tese de doutoramento).

FRISBEE, Mary D.; SHOPE, Christopher L; BRIGGS, Martin A.; BOUTT, David F. **Field methods for the evaluation of groundwater and surface-water interactions**. In: Cushman, John H.; Tartakowsky, Daniel M. The handbook of groundwater engineering. London: CRC Press, 2016. cap. 27.

GOLDMAN, M.; NEUBAUER, F. M. **Groundwater exploration using integrated geophysical techniques**. Surveys in Geophysics 15: 331-361, 1994.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Comitê Gestor Pró-Brumadinho**. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/pro-brumadinho>. Acesso em: Set. 2020.

HUBBARD, Susan S.; RUBIN, Yoram. **Hydrogeological characterization using geophysical methods**. In: Cushman, John H.; Tartakowsky, Daniel M. The handbook of groundwater engineering. London: CRC Press, 2016. cap. 31.

IBGE. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. In: IBGE. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro, 2010.

IDE-SISEMA. **WebGIS**. 2016. Disponível em: <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: Out. 2020

IGAM. **Boletim informativo do cidadão - Qualidade da água no Rio Paraopeba - edição especial do período chuvoso, n. 09 - fevereiro/2020**. Belo Horizonte: IGAM, 2020. Disponível em: [http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2020/ACOES\\_RECUPERACAO\\_P\\_ARAOPEBA/Boletim\\_Informativo9\\_FEV\\_30\\_03\\_20.pdf](http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2020/ACOES_RECUPERACAO_P_ARAOPEBA/Boletim_Informativo9_FEV_30_03_20.pdf). Acesso em: 08 Out. 2020.

IGAM. **Acompanhamento da qualidade das águas do Rio Paraopeba após um ano do rompimento da Barragem da Mina Córrego Feijão em Brumadinho - MG**. Belo Horizonte: IGAM, 2020. Disponível em: [http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2020/ACOES\\_RECUPERACAO\\_P\\_ARAOPEBA/Caderno\\_1\\_ano\\_Igam\\_desastre\\_Brumadinho.pdf](http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2020/ACOES_RECUPERACAO_P_ARAOPEBA/Caderno_1_ano_Igam_desastre_Brumadinho.pdf). Acesso em: 08 Out. 2020.

IGAM. **Avaliação da série histórica entre 2000 e 2018 - Informativo dos parâmetros de qualidade das águas nos locais monitorados ao longo do Rio Paraopeba antes do desastre na barragem B1 no complexo da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA no município de Brumadinho – Minas Gerais**. Informativo Especial. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas 18 p. Fevereiro de 2019. Acesso em: Set. 2020.



IGAM<sup>1</sup>. **Avaliação da qualidade das águas e sedimentos do Rio Paraopeba: acompanhamento da qualidade das águas do Rio Paraopeba após 1 ano do rompimento da barragem da Mina Córrego Feijão da Mineradora Vale/SA – Brumadinho/MG.** Caderno especial. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas 66 p. Acesso em: Set. 2020.

IGAM<sup>2</sup>. **Boletim Informativo do Cidadão- Qualidade da água no Rio Paraopeba.** Belo Horizonte. Série Histórica N° 01-15. Julho de 2019 a Ago. 2020. Acesso em: Set. 2020.

IGAM. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. **Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba.** Disponível em: <http://comites.igam.mg.gov.br/conheca-a-bacia-sf3>. Acesso em: Set. 2020.

INSTITUTO GUAICUY, 2019. **Plano de Trabalho.** Disponível em: <https://guaicuy.org.br/> Acesso em: Out. 2020.

INSTITUTO GUAICUY b. **Dossiê Violações ao Direito à Água:** o direito fundamental de acesso à água potável e à água bruta, de uso doméstico e produtivo, nas áreas 4 e 5, após o rompimento da Barragem B1 - Mina Córrego do Feijão, da empresa Vale S/A. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2020.

INSTITUTO GUAICUY, 2020. **Relatório: Critérios Do Auxílio Econômico Provisório.** Disponível em: <https://guaicuy.org.br/> Acesso em: Out. 2020.

INSTITUTO PRÍSTINO. Disponível em: <https://institutopristino.org.br/> Acesso em: Out. 2020.

KARAMOUZ, M.; AHMADI, A.; AKHBARI, M. **Groundwater hydrology: engineering, planning, and management.** London: CRC Press, 2011.

MCLEAN, M. I.; EVERS, L.; BOWMAN, A. W.; BONTE, M; Jones, W. R. **Statistical modelling of groundwater contamination monitoring data: a comparison of spatial and spatiotemporal methods.** Science of the Total Environment 652, pp. 1339-1346, 2019.

MG RECORD. R7. **Vizinhos do Paraopeba em Minas Gerais, sofrem com a falta de água.** 02 Outubro de 2020. Disponível em: <https://noticias.r7.com/minas-gerais/mg-record/videos/vizinhos-do-rio-paraopeba-em-mg-sofrem-com-a-falta-de-agua-02102020> Acesso em: 28. Out. 2020.

MOREIRA, Michel C.; SILVA, Demetrius D. **Análise de métodos para estimativa das vazões da bacia do Rio Paraopeba.** Rev. Bras. Recursos Hídricos 19(2) - abr/jun 2014, pp. 313-324.

MINAS GERAIS. Comitê pró-Brumadinho. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/pro-brumadinho>. Acesso em: 26 de out. 2020.

MINAS GERAIS (Estado). **Deliberação Normativa COPAMN° 14, de 28 de dezembro de 1995.** [Dispõe sobre o enquadramento das águas da Bacia do rio



Paraopeba]. **Diário do Executivo - “Minas Gerais”**. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=112>. Acesso em: Setembro de 2020.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Rock fractures and fluid flow**. National Academies Press, 1996.

PATRA, H. P.; ADHIKARI, Shyamal K.; KUNAR, Subrata. **Groundwater prospecting and management**. Singapore: Springer, 2016.

PERALTA, Richard C.; KALWIJ, Ineke M. **Groundwater optimization handbook: flow, contaminant transport, and conjunctive management**. London: CRC Press, 2012.

**Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, revisão 2**. 2018. Disponível em: <https://www.pdrhparaopeba.com/copia-contato>. Acesso em: Setembro de 2020.

IANNELLI, Claudia Maria; RIGOLETTO, Ivan de Paula. Brumadinho – Riscos, Impactos e Perspectivas Futuras. In **Brumadinho: da ciência à realidade**. LIGUORI, Carla; LEVY, Dan Rodrigues. São Paulo: Liber Ars, 2020.

SETHI, Rajandrea; DI MOLFETTA, Antonio. **Groundwater engineering**. Berlin: Springer, 2019.

SINGHAL, B. B. S.; GUPTA, R. P. **Applied hydrogeology of fractured rocks**. Amsterdam: Springer Netherlands, 2010.

TANG, Yiqun; ZHOU, Jie; YANG, Ping; YAN, Jingjing; Zhou, Nianqing. **Groundwater engineering**. Berlin: Springer-Verlag, 2016.

UNESCO. **Groundwater contamination inventory: a methodological guide**. UNESCO, 2002. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000132503>. Acesso em: 25.09.2020.

VALE a. **Serviços para a comunidade**. Disponível em: [http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes\\_brumadinho/Paginas/Agua.aspx](http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes_brumadinho/Paginas/Agua.aspx). Acesso em: 26 de out. 2020.

VALE b. **Últimas informações sobre barragens**. Disponível em: [http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes\\_brumadinho/Documents/PT/nova-home.html](http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/servicos-para-comunidade/minas-gerais/atualizacoes_brumadinho/Documents/PT/nova-home.html). Acesso em: Out. 2020.

VERRUIJT, A. **Theory of groundwater flow**. London: Macmillan Education UK, 1970.

WALLACH, Rony; SEENHUIS, Tammo S.; PARLANGE, Jean-Yves. **Modeling the movement of water and solute through preferential flow paths and fractures**. In:

Cushman, John H.; Tartakowsky, Daniel M. The handbook of groundwater engineering. London: CRC Press, 2016. cap. 18.

WALTON, William C. **Principles of groundwater engineering**. London: CRC Press, 1990.

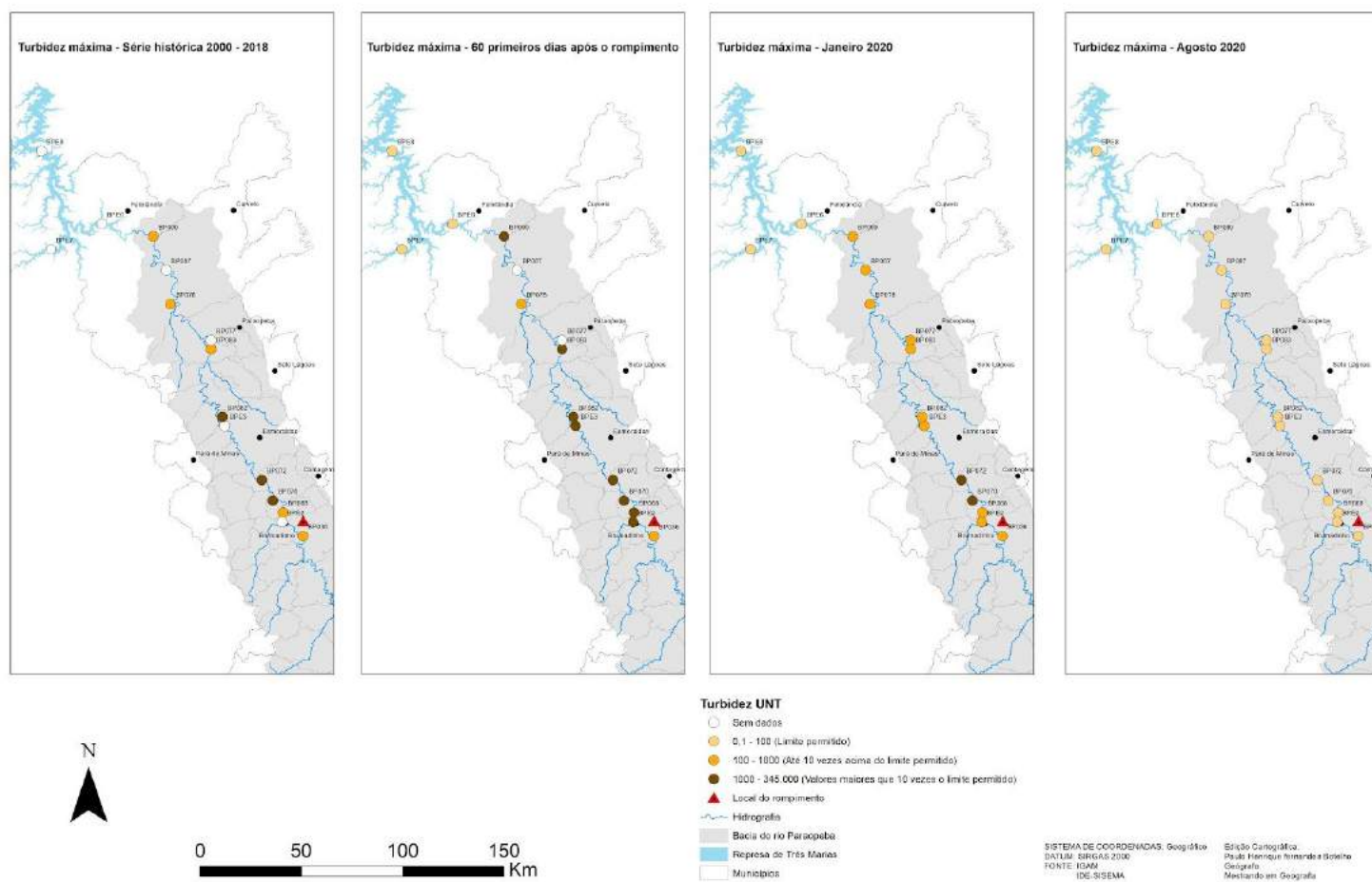
WANG, X.-M.; HAO, R.; HUO, J.; Zhang, J.-F. **Modeling sediment transport in river networks**. Physica A: Statistical mechanics and its applications, 387(25), pp. 6421-6430.

ZLOTNIK, Vitaly A.; WARD, Adam S.; HARVEY, Judson W.; LAUTZ, Laura K.; ROSENBERRY, Donald O.; BRUNNER, Philip. **Groundwater-surface water interactions**. In: Cushman, John H.; Tartakowsky, Daniel M. The handbook of groundwater engineering. London: CRC Press, 2016. cap. 9.



**APÊNDICE A - Valores da Turbidez na série histórica 2000 - 2018, nos primeiros 60 dias após o rompimento e nos meses de janeiro e agosto de 2020**

**BACIA DO RIO PARAPEBA - TURBIDEZ DA ÁGUA**

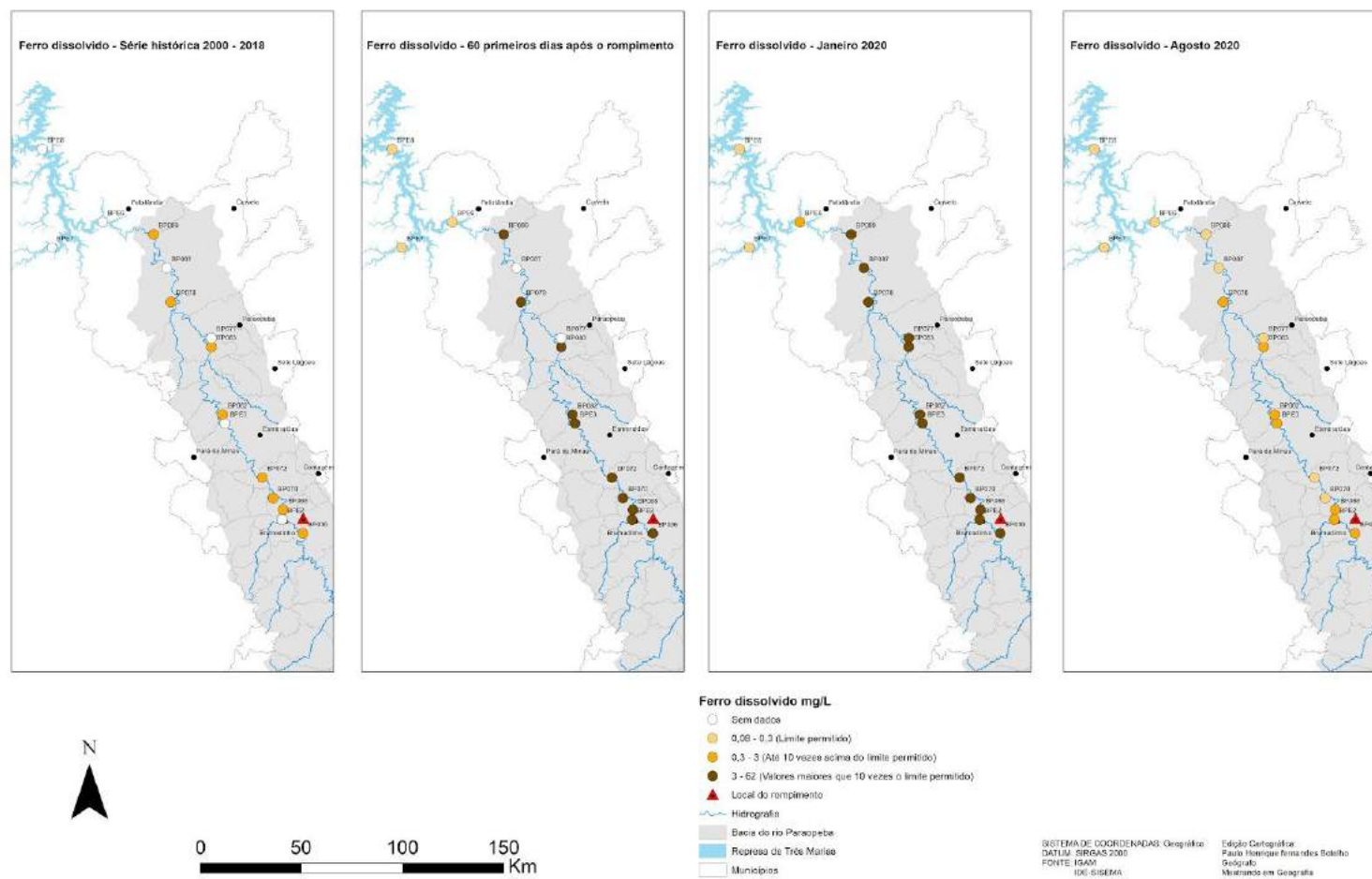


Fonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, 2019; IDE-SISEMA, 2016



**APÊNDICE B - Valores de Ferro dissolvido na série histórica 2000 - 2018, nos primeiros 60 dias após o rompimento e nos meses de janeiro e agosto de 2020**

**BACIA DO RIO PARAPEBA - FERRO DISSOLVIDO**



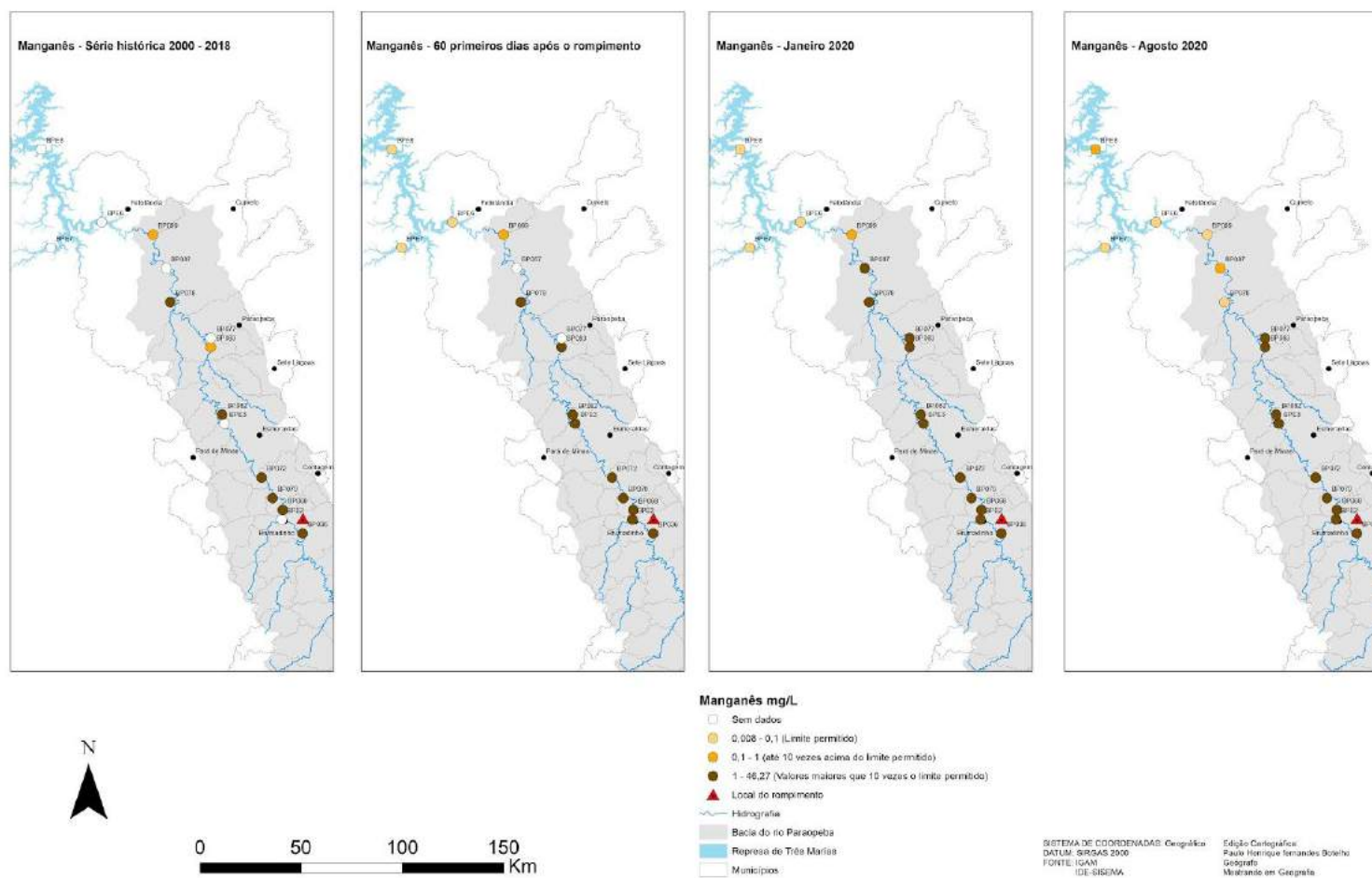
Fonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, 2019; IDE-SISEMA, 2016





**APÊNDICE C - Valores de Manganês na série histórica 2000 - 2018, nos primeiros 60 dias após o rompimento e nos meses de janeiro e agosto de 2020**

**BACIA DO RIO PARAPEBA - MANGANÊS**

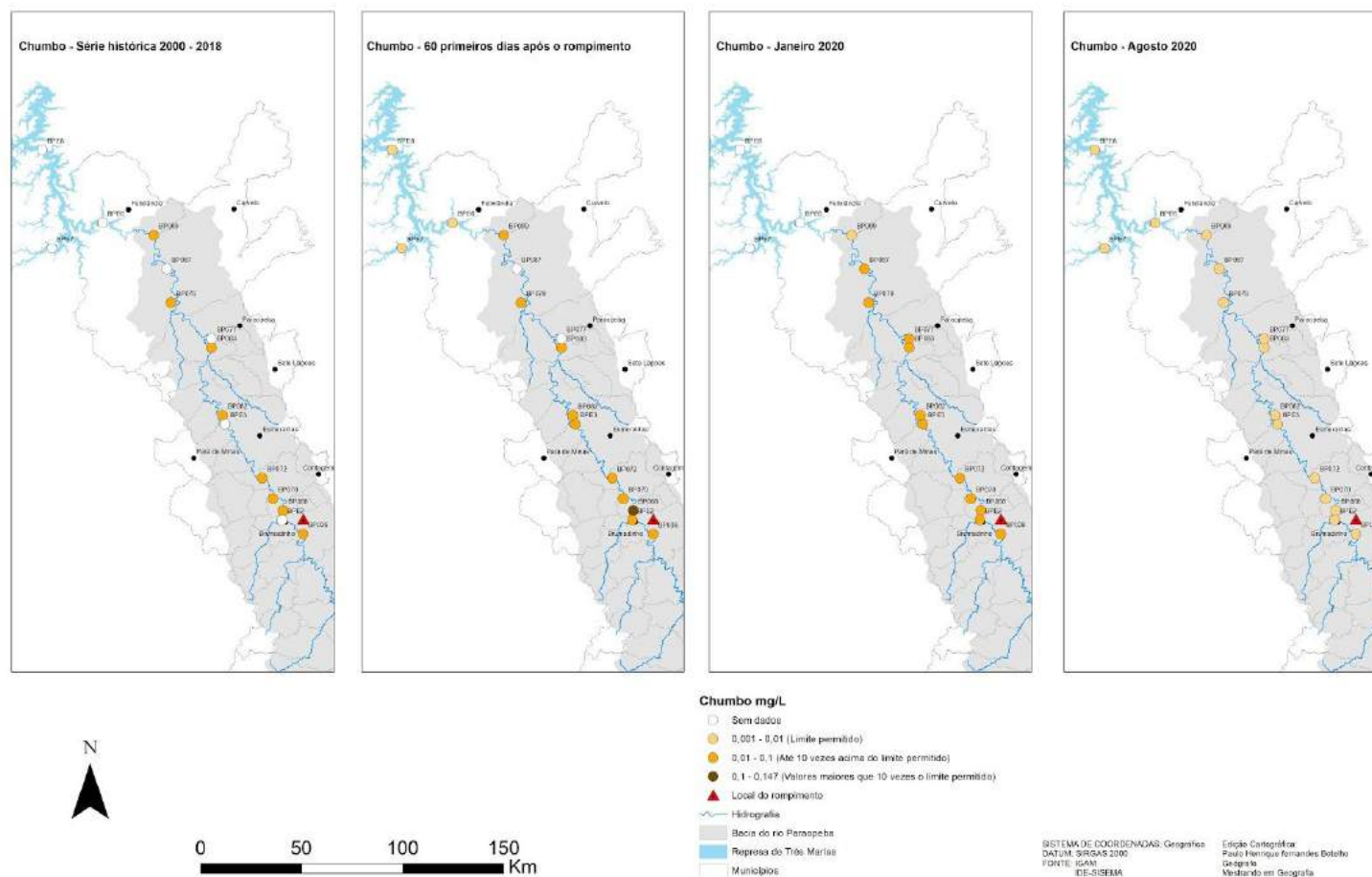


Fonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, 2019; IDE-SISEMA, 2016



**APÊNDICE D - Valores de Chumbo na série histórica 2000 - 2018, nos primeiros 60 dias após o rompimento e nos meses de janeiro e agosto de 2020**

**BACIA DO RIO PARAPEBA - CHUMBO**

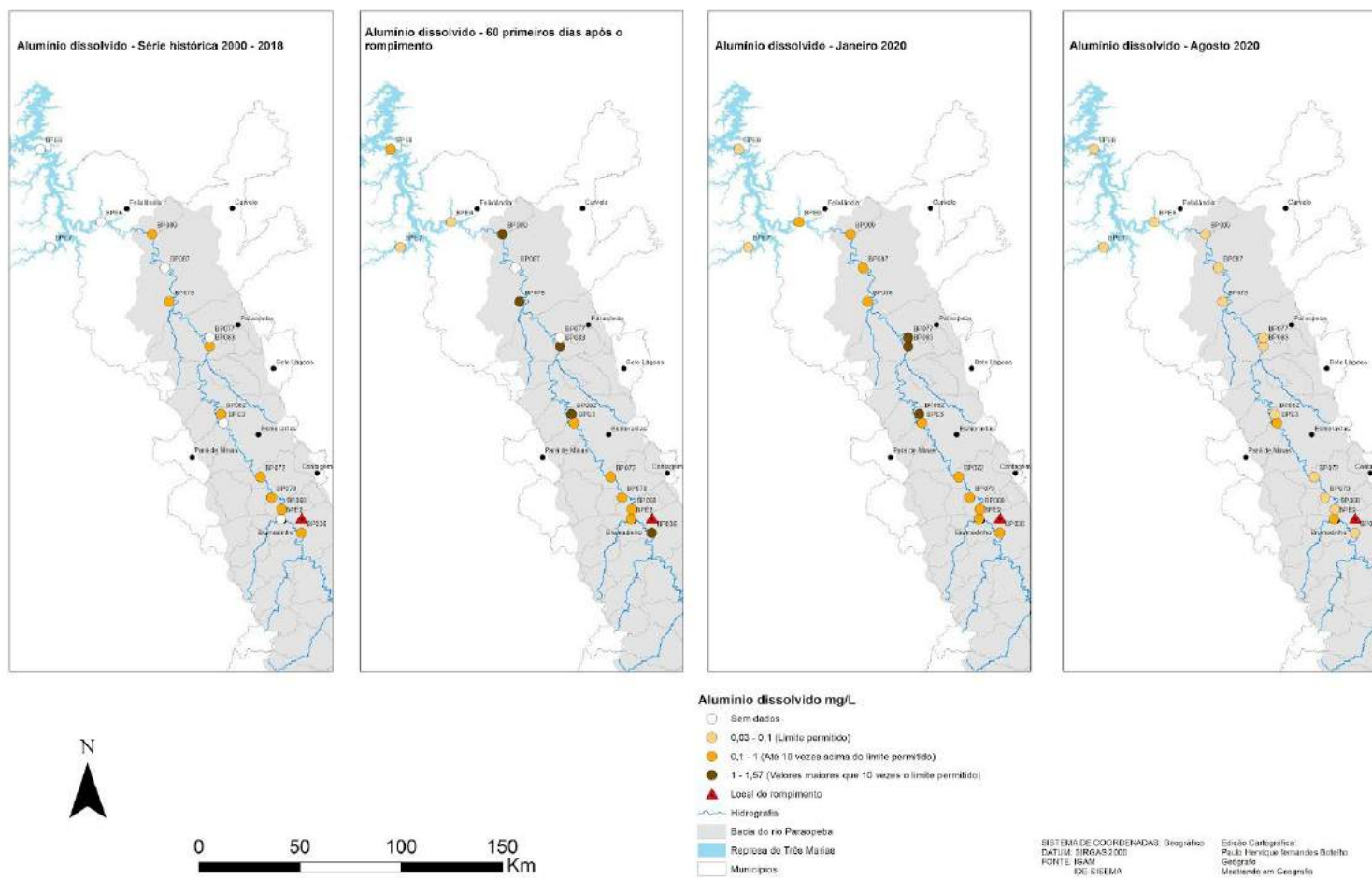


Fonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, 2019; IDE-SISEMA, 2016



**APÊNDICE E - Valores de Alumínio na série histórica 2000 - 2018, nos primeiros 60 dias após o rompimento e nos meses de janeiro e agosto de 2020**

**BACIA DO RIO PARAPEBA - ALUMÍNIO DISSOLVIDO**

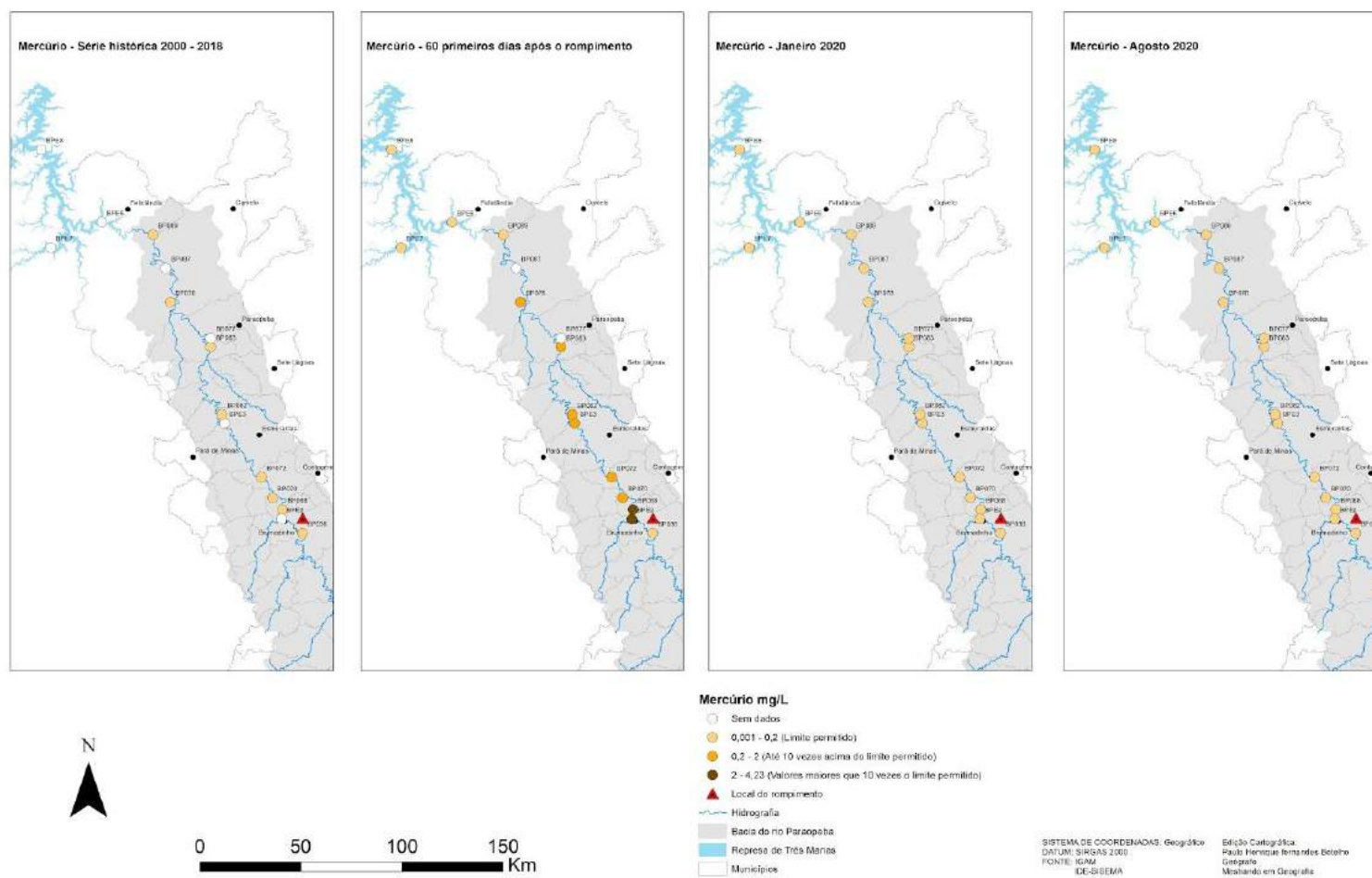


Fonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, 2019; IDE-SISEMA, 2016



**APÊNDICE F - Valores de Mercúrio na série histórica 2000 - 2018, nos primeiros 60 dias após o rompimento e nos meses de janeiro e agosto de 2020**

**BACIA DO RIO PARAPEBA - MERCÚRIO**



Fonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, 2019; IDE-SISEMA, 2016

