

DIAGNÓSTICO E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS PARA OS SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO E CONSUMIDORES PRIVADOS DE ÁGUA DOS MUNICÍPIOS IMPACTADOS PELA MANCHA DE INUNDAÇÃO DA BARRAGEM LAGOA AZUL

Julho/2023

Referências Cadastrais

Cliente: Vale S.A.

Contato: Guilherme Alves

E-mail: guilherme.alves@vale.com

Elaboração	Luana Deroza	Engenheiro
Verificação	Maurício Salles	Coordenação
Aprovação	Luiz Rainkober	Gerente do Contrato

Este documento foi preparado pela Arcadis com observância das normas técnicas recomendáveis e em estrita obediência aos termos do pedido e contrato firmado com o cliente. Em razão disto, a Arcadis isenta-se de qualquer responsabilidade civil e criminal perante o cliente ou terceiros pela utilização deste documento, ainda que parcialmente, fora do escopo para o qual foi preparado.

CONTROLE DE REVISÕES			
Versão do Documento	Data da Revisão	Descrição da Revisão	Status
0	26/01/2022	Emissão inicial para Protocolo	-
1	13/04/2022	Revisão conforme comentários Vale	-
2	28/07/2023	Revisão DBK, atendimento TR SEMAD e IGAM	Válido

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	4
1.1	Atendimento ao IGAM e SEMAD	4
1.2	Objetivos deste relatório	4
1.3	Fontes	6
1.4	Premissas	6
1.4.1	Justificativa da adoção do per capita de 25 l/hab/dia para a solução emergencial de abastecimento público via caminhão pipa	7
1.5	Mapas	9
2	ÁREA DA MANCHA	10
2.1	Municípios afetados pelo <i>Dam Break</i> da barragem Lagoa Azul	10
3	DESCRIPTIVO DOS MUNICÍPIOS AFETADOS	13
3.1	Município Brumadinho	13
3.1.1	Caracterização geral	13
3.1.2	Sistema de abastecimento de água	13
3.1.3	Sistema de esgotamento sanitário	19
3.1.4	Levantamento de estruturas impactadas	22
3.1.5	Ações em andamento realizadas pela Vale	25
3.1.6	Soluções emergenciais de curto prazo para os sistemas públicos de abastecimento de água com captação dentro da área de estudo	26
3.1.7	Alternativas de médio e longo prazo para sistemas públicos de abastecimento de água dentro da área de estudo	26
3.1.8	Alternativas de médio e longo prazo para sistemas públicos de esgotamento sanitário dentro da área de estudo	26
3.1.9	Soluções emergenciais de curto prazo para o abastecimento de água de consumidores privados, com captação dentro da área de estudo	26
3.1.10	Alternativas de médio e longo prazo para o abastecimento de água de consumidores privados, com captação dentro da área de estudo	30
3.1.11	Soluções emergenciais de curto prazo para o abastecimento de água de consumidores de uso insignificante de recurso hídrico, com captação dentro da área de estudo	32
3.1.12	Alternativas de médio e longo prazo para os consumidores de uso insignificante de recurso hídrico, com captação dentro da área de estudo	32
3.1.13	Alternativas de médio e longo prazo para as outorgas com finalidade de usos não consuntivos dentro da área de estudo	32
4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXO A INDICAÇÕES ORIENTATIVAS: SOLUÇÃO ALTERNATIVA EMERGENCIAL DE CURTO PRAZO PARA O ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CONSUMIDORES PRIVADOS, COM CAPTAÇÃO DENTRO DA ÁREA DE ESTUDO		34

ANEXO B	MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM, ÁREA DA MANCHA E MUNICÍPIOS	
AFETADOS		38
ANEXO C	MAPA DE HIDROGEOLOGIA DA ÁREA DA MANCHA NOS MUNICÍPIOS	
AFETADOS		39
ANEXO D	MAPA DE CAPTAÇÕES, ETAS E ETES AFETADAS PELO <i>DAM BREAK</i>.....	40
ANEXO I	PLANO DE PROTEÇÃO E MINIMIZAÇÃO DOS POTENCIAIS IMPACTOS EM	
	ESTAÇÕES DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO URBANO, NA MANCHA DE	
	INUNDAÇÃO	41

1 INTRODUÇÃO

1.1 Atendimento ao IGAM e SEMAD

Este documento é construído de modo a atender aos seguintes órgãos solicitantes:

- **Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM):**

Neste relatório é apresentado um Plano para a garantia da disponibilidade de água bruta para os usos e intervenções em recursos hídricos nas áreas potencialmente impactadas, incluindo o inventário georreferenciado em formato digital dos usos e intervenções em recursos hídricos existentes na área da mancha de inundação. Todas as captações dos Sistemas Públicos de Água são contempladas neste documento (independentemente da existência de outorga para as mesmas), bem como, as captações privadas de água outorgadas e constantes da base do IGAM e inclusive àquelas categorizadas como uso insignificante e que são dispensadas de outorga, mas constam na base do IGAM. Para as estruturas que podem ser impactadas são dadas as soluções alternativas para o curto, médio e longo prazo.

- **Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD):**

A SEMAD exige um "Plano de proteção e minimização dos potenciais impactos em estações de captação de água para abastecimento urbano, na mancha de inundação". Como as captações dos Sistemas Públicos de Abastecimento de Água, em alguns casos, devem ser substituídas – através das soluções alternativas para o médio e longo prazo apresentadas – a preservação das estruturas existentes, que não são utilizadas em soluções futuras, se torna desnecessária; de forma que não são contempladas tais ações neste relatório.

1.2 Objetivos deste relatório

O presente relatório tem por objetivo apresentar o diagnóstico e soluções alternativas para os sistemas públicos de abastecimento e para os consumidores privados de água dos municípios localizados dentro da área da mancha de inundação da barragem Lagoa Azul, localizada no município de Brumadinho.

A figura a seguir apresenta a localização da barragem Lagoa Azul.

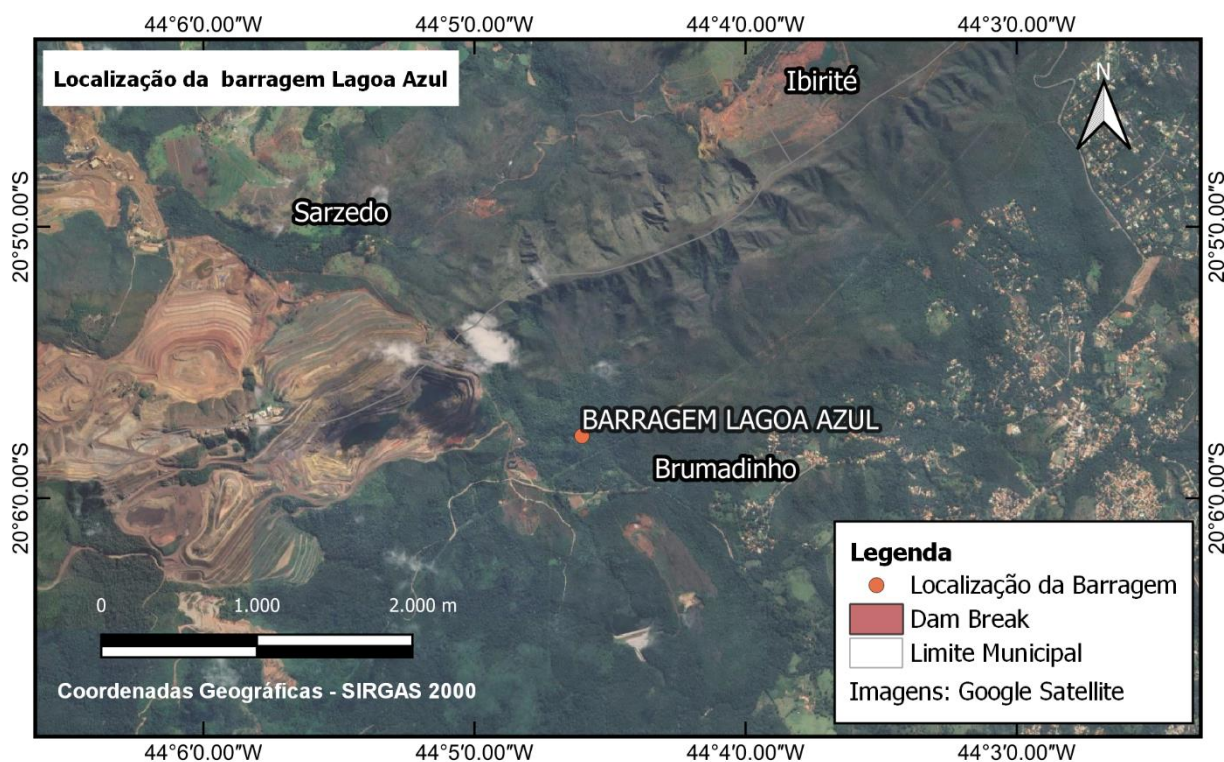


Figura 1 – Localização da barragem Lagoa Azul. Elaboração: Arcadis, 2023.

Os estudos aqui descritos objetivam a projeção de potenciais efeitos do rompimento hipotético da barragem de água, indicando:

- A localização da área em estudo a partir da mancha de inundação, o denominado *Dam Break*, fornecida pela VALE com a indicação dos municípios que porventura possam ser afetados;
- Levantamento das principais características da região em estudo que possa ser impactada em caso de um hipotético rompimento da barragem;
- Dados populacionais dos municípios impactados pela mancha;
- Levantamento das estruturas dos Sistemas públicos de Abastecimento de Água (SAA) potencialmente atingidos pelo *Dam Break*:
 - Este levantamento é realizado sempre através de fontes secundárias, como exemplo o site da Agência Nacional de Águas (ANA) e através de fontes primárias, quando disponibilizadas pelo município;
 - Para as estruturas eventualmente impactadas pelo *Dam Break* tem-se um breve descritivo;
- Levantamento das estruturas dos Sistemas públicos de Esgotamento Sanitário (SES) potencialmente atingidas pelo *Dam Break*:
 - Este levantamento é realizado sempre através de fontes secundárias, como exemplo o site da Agência Nacional de Águas (ANA) e através de fontes primárias, quando disponibilizadas pelo município;

- Para as estruturas eventualmente impactadas pelo *Dam Break* tem-se um breve descritivo;
- Identificação de consumidores que possuam captações privadas superficiais e/ou subterrâneas na área da mancha através das outorgas e dos dados cadastrados nos sistemas de informação do Estado de Minas Gerais.

1.3 Fontes

Este trabalho se baseia nas seguintes fontes:

- Informações do Sidra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
- Agência Nacional de Águas (ANA);
- Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM);
- Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH);
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

Para que este diagnóstico esteja em constante evolução, a Vale solicitou às concessionárias locais (COPASA, SAAE, DAE, dentre outras) informações específicas de cada sistema de abastecimento de água. Tão logo estas informações sejam compartilhadas, o diagnóstico será remetido as revisões pertinentes.

1.4 Premissas

As premissas utilizadas para a indicação de alternativas são apresentadas a seguir:

- São previstas soluções para todas as outorgas, exceto as canceladas e aquelas vencidas que não se encontram em processo de renovação;
- Considera-se o fornecimento de 2 litros de água mineral/hab/dia (ingestão) durante o período de Curto Prazo da Solução Emergencial;
- Para municípios cujas outorgas de captações afetadas possuam demandas hídricas de até 12 m³, utiliza-se o caminhão pipa de 6.000 litros e para municípios cujas outorgas de captações afetadas possuam demandas hídricas superiores a 12 m³, utiliza-se o caminhão pipa de 20.000 litros;
- Considera-se o consumo per capita de 25 l/hab/dia para a Solução Emergencial de Abastecimento Público via caminhão pipa (para outros usos que não a ingestão);
- Para a Solução Emergencial de Abastecimento Privado via caminhão pipa o fornecimento de água está sendo limitado a 25% da vazão outorgada;
- Por sua vez, as Soluções de Médio e Longo Prazo consideram o aumento da oferta de água das áreas afetadas para além do volume emergencial inicialmente fornecido para cada uma das captações, sejam elas públicas ou privadas;
- Para outorgas com cadastro efetivado e deferidas, cuja denominação do empreendedor seja a mesma, é considerada somente uma delas;

- Para os municípios afetados, são consideradas as captações públicas e privadas, independente da sua finalidade, bem como os consumidores com cadastro de uso insignificante de recurso hídrico;
- Qualquer eventual sistema ou parte componente do sistema não considerado no presente documento, seja captação, tratamento, adução, reservação e/ou distribuição de água que porventura seja afetado em caso de rompimento da barragem, será atendido de acordo com os mesmos protocolos apresentados para áreas consideradas no estudo;
- Devido à incerteza quanto ao transporte de metais para as águas subterrâneas, é recomendada pelo IGAM, a não utilização de água dos poços e cisternas de soluções alternativas coletivas e individuais que estejam situados a até 100 metros das margens do rio;
- As captações subterrâneas localizadas em até 100 m das margens da mancha hipotética de inundação serão tratadas como pontos de monitoramento e, no caso de um eventual rompimento da barragem, deverão ter um acompanhamento contínuo da qualidade das águas. Em casos em que se observe a deterioração da qualidade das águas, a Vale irá agir imediatamente com proposições e implantação de soluções para suprir a demanda da captação;
- Para outorgas em que não foram informadas as horas de funcionamento nas bases de dados públicas consultadas, admitiu-se 24h;
- Para a disponibilidade hídrica dos mananciais superficiais, aplicou-se a metodologia de regionalização hidrológica desenvolvida pela Universidade Federal de Viçosa-UFV em parceria com o Instituto Mineiro de Gestão das Águas-IGAM, e disponibilizada no Atlas Digital das Águas de Minas. Assim, foi possível estimar valores de vazões médias e mínimas dos corpos d'água localizados nas proximidades dos cursos afetados pela mancha de inundação causados por rompimento hipotético de barragem, a fim de propor locais viáveis para implantação de novos pontos de captação de água superficial destinados ao abastecimento urbano/rural, agropecuário e industrial;
- Para a disponibilidade hídrica dos mananciais subterrâneos, são considerados os dados disponibilizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, e que são apresentados no mapa de hidrogeologia da área afetada pelo *Dam Break*, no Anexo B.

1.4.1 Justificativa da adoção do per capita de 25 l/hab/dia para a solução emergencial de abastecimento público via caminhão pipa

Cabe justificar a adoção do valor de consumo per capita de 25 l/hab/dia neste estudo para a Solução Emergencial de Abastecimento Público via caminhão pipa, conforme informado anteriormente.

Em uma situação normal de abastecimento, a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) estabelece na Instrução Técnica número 1 em seu anexo E, a referência de consumo diário de 150 litros de água por pessoa. Este número serve como referência para o dimensionamento de um novo Sistema de Abastecimento de Água ou então para os casos da

adoção de uma Solução de Abastecimento de Médio e Longo Prazo, cujo intuito é garantir à população o abastecimento o mais próximo possível daquele que esta tinha normalmente.

De acordo com as informações fornecidas pelas Companhias de Água ao Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS, 2021), o consumo médio per capita no Estado de Minas Gerais é de 159 l/hab/dia, valor este que oscila conforme as condições socioeconômicas entre 80 e 200 l/hab/dia.

No entanto, cabe conceituar os termos “desastre” e “emergência”. Um desastre é um evento que causa perda física e danos, sociais e/ou econômicos que ameaçam a vida das pessoas de forma direta ou indireta. Uma emergência é a situação de dificuldades e sofrimento humano decorrente de um desastre, que se desenvolve quando as infraestruturas organizacionais não conseguem lidar com a situação. Em uma emergência, a população afetada precisa de assistência externa.

De acordo com o capítulo 24 do “Guia de Abastecimento de Água em Desastres e Emergências” (SMET; WIJK, 2002) o abastecimento de água em resposta a uma situação de emergência deve ser de:

- No mínimo 3 a 5 l/hab/dia para garantir a sobrevivência humana;
- 15 l/hab/dia para o abastecimento de curto prazo depois da emergência;
- 20 a 50 l/hab/dia para o fornecimento durante o desenvolvimento.

Em situação emergencial de falta de água, como em desastres naturais ou falta de abastecimento, a Organização das Nações Unidas (ONU) recomenda o fornecimento de 20 l/hab.dia de água potável, visando o atendimento da população em nível de acesso básico, ou seja, água suficiente para consumo humano, preparo de alimentos, limpeza das louças e higiene básica. Vide tabela e ilustração abaixo.

Tipo de necessidade	Quantidade (L/dia)	Observações
Sobrevivência (Beber e comer)	2,50 a 3	Depende do clima e fisiologia individual
Práticas básicas de higiene	2 a 6	Depende do padrão social e cultural
Necessidades básicas para cozinhar	3 a 6	Depende do tipo de comida e padrão social e culturais
Total	7,5 a 15	

Tabela 1 – Recomendações da ONU para fornecimento de água potável em situações emergenciais. Fonte: Traduzido de *World Health Organization - WHO*, 2017.

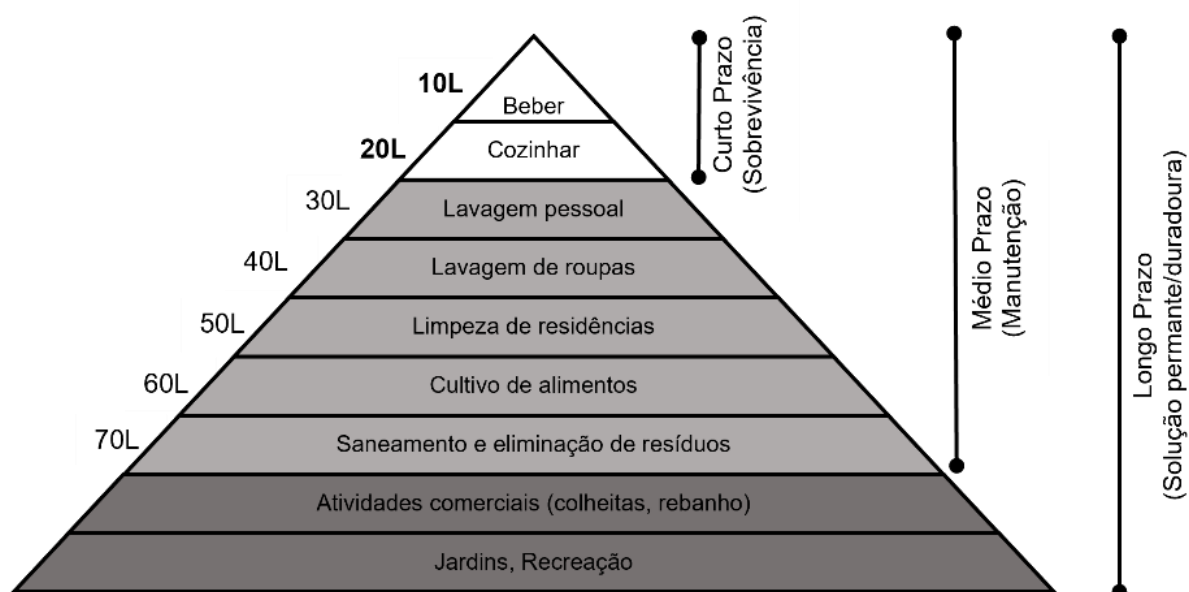


Figura 2 – Prioridade de fornecimento de água potável em situações emergenciais. Fonte: Traduzido de *World Health Organization* - WHO, 2017.

Desta forma, o consumo per capita adotado de 25 litros/habitante/dia é suficiente para o atendimento emergencial, a ser realizado em um primeiro momento via caminhão pipa, que ainda devem ser adicionados de 2 litros/habitante/dia de água mineral.

Por fim, as ações de médio e longo prazo previstas neste documento consideram o aumento da oferta de água das áreas afetadas, para além do volume emergencial inicialmente fornecido.

1.5 Mapas

Os mapas elaborados são apresentados em formato digital (Anexo B, Anexo C e Anexo D) para melhor visualização.

2 ÁREA DA MANCHA

2.1 Municípios afetados pelo *Dam Break* da barragem Lagoa Azul



Figura 3 – Representação da mancha de inundação da Barragem Lagoa Azul. Elaboração: Arcadis, 2023.

O caminho da mancha de inundação hipotética da barragem Lagoa Azul se desenvolve no Córrego Jangada e avança a jusante pelo Ribeirão Casa Branca. A mancha se encerra antes de atingir o Córrego da Índia, ainda no município de Brumadinho.

A figura a seguir, apresenta a localização da Barragem Lagoa Azul e área da mancha decorrente de um potencial rompimento (*Dam Break*).

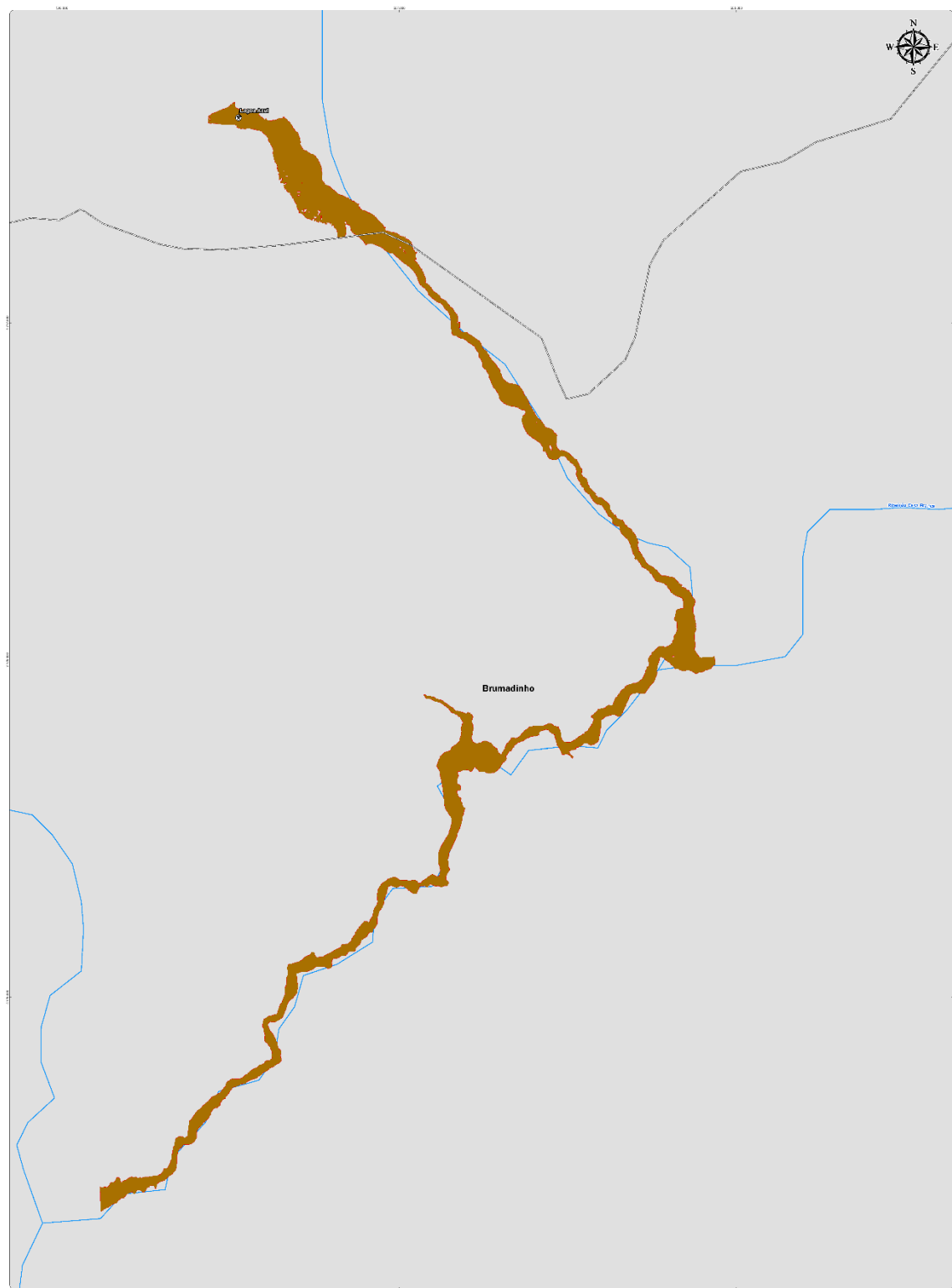


Figura 4 – Localização da Barragem Lagoa Azul e área da mancha decorrente de um potencial rompimento (*Dam Break*). Fonte: Vale, 2022.

3 DESCRITIVO DOS MUNICÍPIOS AFETADOS

3.1 Município Brumadinho

3.1.1 Caracterização geral

O município de Brumadinho pertence à Região Metropolitana de Belo Horizonte e possui uma população de 41.208 habitantes. Segundo o IBGE (2022), a área ocupada é de 639,43 km².

Na tabela a seguir são apresentados os dados populacionais do município.

População estimada 2021	População no último censo 2010	Densidade demográfica (hab./km²) 2010
41.208	33.973	53,13

Tabela 2 – Dados Populacionais de Brumadinho. Fonte: IBGE, 2021.

3.1.2 Sistema de abastecimento de água

O abastecimento de água do Município de Brumadinho é composto por três sistemas superficiais – Sistema Integrado Catarina, Sistema Integrado Paraopeba e Sistema Isolado Águas Claras. O SAA do município é administrado pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA.

Na tabela a seguir são apresentados os dados do sistema de abastecimento de água do município.

Município Brumadinho	
População estimada (IBGE, 2021)	41.208
Prestador de Serviço	COPASA
Sub-bacia Hidrográfica	Rio Paraopeba
Demanda Urbana (SNIRH, 2015)	86 L/s
Situação do Abastecimento (SNIRH, 2015)	Abastecimento Satisfatório
Consumo médio per capita de água (SNIS, 2021)	172,02 l/hab./dia
Índice de perdas na distribuição (SNIS, 2021)	30,64 %
Avaliação Oferta/ Demanda de Água 1	
Mananciais	Córrego Catarina
Sistema	Integrado – Catarina
Situação (até 2015)	Satisfatório
Avaliação Oferta/ Demanda de Água 2	

Município Brumadinho	
Mananciais	Rio Manso
Sistema	Integrado - Paraopeba
Situação (até 2015)	Satisfatório
Avaliação Oferta/ Demanda de Água 3	
Mananciais	Ribeirão Águas Claras
Sistema	Isolado Brumadinho
Situação (até 2015)	Satisfatório

Tabela 3 – Dados do sistema de abastecimento de água do município. Fonte: Adaptado de Atlas ANA (2020), IBGE (2021), SNIRH (2015) e SNIS (2021).

A sede urbana de Brumadinho é atendida por 3 sistemas de abastecimento de água, sendo eles: Sistema Integrado Catarina, Sistema Isolado Brumadinho e o Sistema Integrado Paraopeba.

- **Sistema Integrado Catarina:** O sistema de abastecimento de água integrado denominado Catarina atende os municípios de Brumadinho, Nova Lima, Belo Horizonte e Ibirité. Possui captação no córrego Catarina, com vazão de 102 l/s, e duas ETAs com tratamentos simplificados. O município de Brumadinho é atendido com uma vazão de 10 l/s.
- **Sistema Isolado Brumadinho:** O sistema de abastecimento de água isolado Brumadinho atende apenas o município de Brumadinho. Possui captação superficial no Ribeirão Águas Claras, com vazão de 100 l/s, e uma ETA com tratamento convencional.
- **Sistema Integrado Paraopeba:** O sistema de abastecimento de água integrado Paraopeba atende muitos municípios da região metropolitana de Belo Horizonte, dentre eles Brumadinho. Fazem parte do sistema as captações de água na Represa Vargem das Flores (Ribeirão Betim), na Barragem Rio Manso (Rio Manso), no rio Paraopeba e no Reservatório Serra Azul (Ribeirão Serra Azul), totalizando cerca de 8.300 l/s. Cada captação possui sua ETA de mesmo nome: ETA Vargem das Flores, ETA Rio Manso e ETA Serra Azul. O município de Brumadinho é atendido pela captação de água na Barragem Rio Manso.

O Sistema Rio Manso tem início no lago da represa do Rio Manso, afluente do Rio Paraopeba, onde é feita a captação de água bruta. Apesar de ser a captação mais antiga e de maior capacidade que alimenta a ETA Manso, uma outra captação, realizada no rio Paraopeba, denominada antiga captação Rio Paraopeba, foi construída em 2015. Esta captação se encontra desativada devido à qualidade da água do rio, entretanto, com a melhora da qualidade esta poderá voltar a operar normalmente. Além das duas captações existentes citadas anteriormente, encontra-se em fase de implantação uma terceira captação, denominada nova captação Rio Paraopeba.

A seguir, são apresentadas as coordenadas geográficas das estruturas existentes do SAA do município. Destaca-se que nenhuma delas seria afetada pela mancha de inundação provinda do hipotético *Dam Break* da barragem em estudo.

Sistema	Estrutura	Vazão (L/s)	Coordenadas	
			latitude	longitude
Integrado Catarina	ETA Catarina 1	110,00	ND*	ND*
	ETA Catarina 2	80,00	20°4'10.46" S	44°0'7.17" O
	Captação Catarina 1	60,00	20°4'3.69" S	44°0'0.46" O
	Captação Catarina 2	30,00	20°4'12.07" S	44°0'21.39" O
	Captação Catarina 3	12,00	20°4'14.07" S	44°0'26.33" O
Isolado Brumadinho	ETA Brumadinho	100,00	20°9'25.95" S	44°11'56.75" O
	Captação Ribeirão Águas Claras	100,00	20°10'8.65"S	44°12'9.91"O
Integrado Paraopeba	Antiga captação no Rio Paraopeba	5.000,00	20°8'7.04"S	44°12'53.13"O
	Nova captação no Rio Paraopeba	5.000,00	20°10'33,9" S	44°9'42,9" O
	ETA Rio Manso	6.800,00	20°8'24.41"S	44°15'23.04"O
	Captação Rio Manso	4.200,00	20°8'42.73"S	44°15'24.68"O

Tabela 4 – Localização das estruturas existentes do SAA de Brumadinho. Fonte: Adaptado de Atlas ANA, 2020 e IGAM (2022).

* Informação não disponível nas bases de dados públicas consultadas.

Não foram encontradas nas fontes secundárias as coordenadas geográficas de todas as estruturas do sistema existente.

As vazões aqui apresentadas são nominais e provenientes das fontes indicadas. Não necessariamente a soma das vazões das captações acima deve ser igual a soma das vazões de tratamento, visto que o sistema pode ter alguma flexibilidade em seu abastecimento.

A representação gráfica dessas estruturas em relação a mancha de inundação pode ser observada no ANEXO D e na figura a seguir.

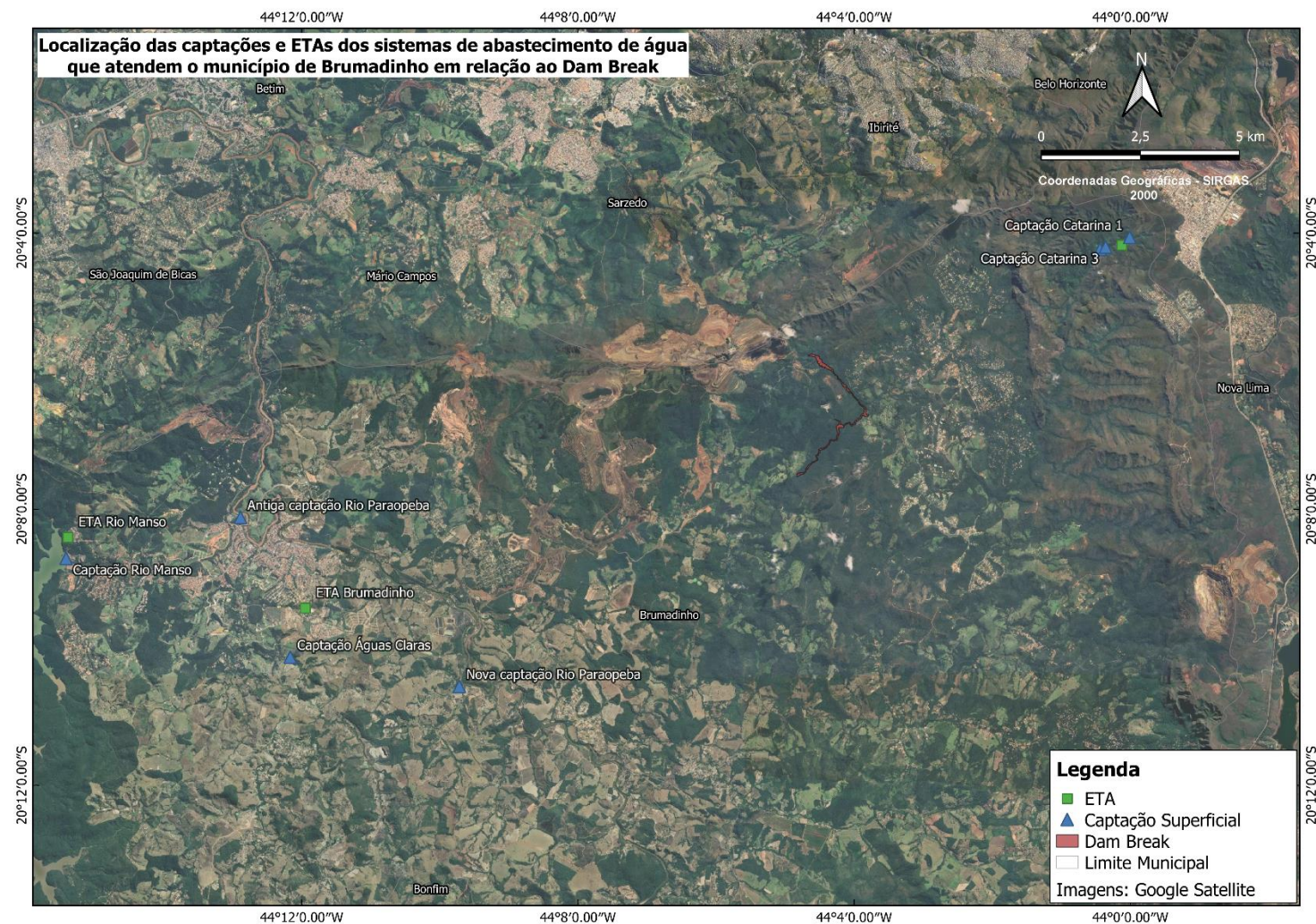


Figura 5 – Localização das captações e ETAs dos sistemas de abastecimento de água que atendem o município de Brumadinho em relação ao Dam Break. Fonte: Adaptado de Atlas ANA, 2020 e IGAM (2022).

A seguir são apresentados os croquis dos sistemas de abastecimento de água existentes do município. Evidencia-se que os croquis em questão representam os sistemas da sede municipal, não contemplando distritos e áreas rurais.

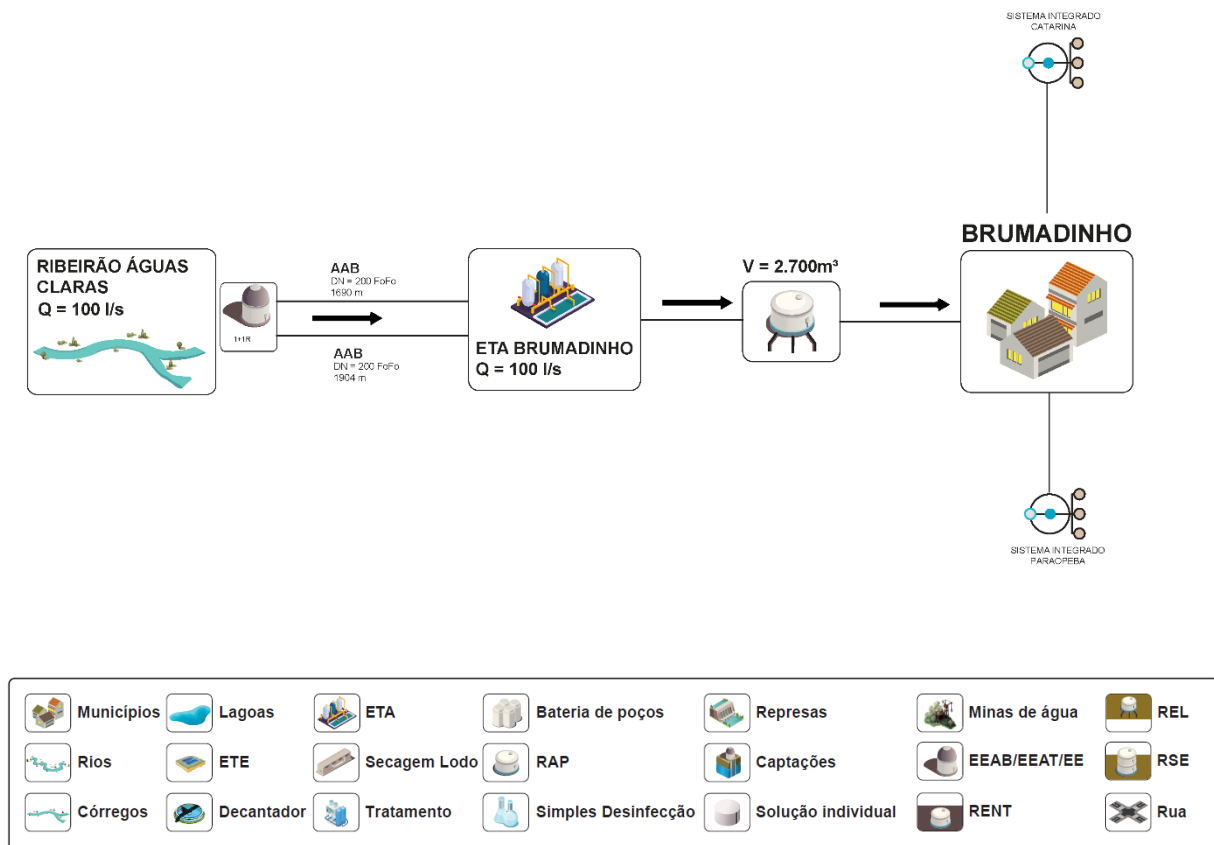


Figura 6 – Sistema de Abastecimento da sede Brumadinho - Sistema Isolado de Brumadinho.
Fonte: Adaptado de Atlas ANA, 2020.

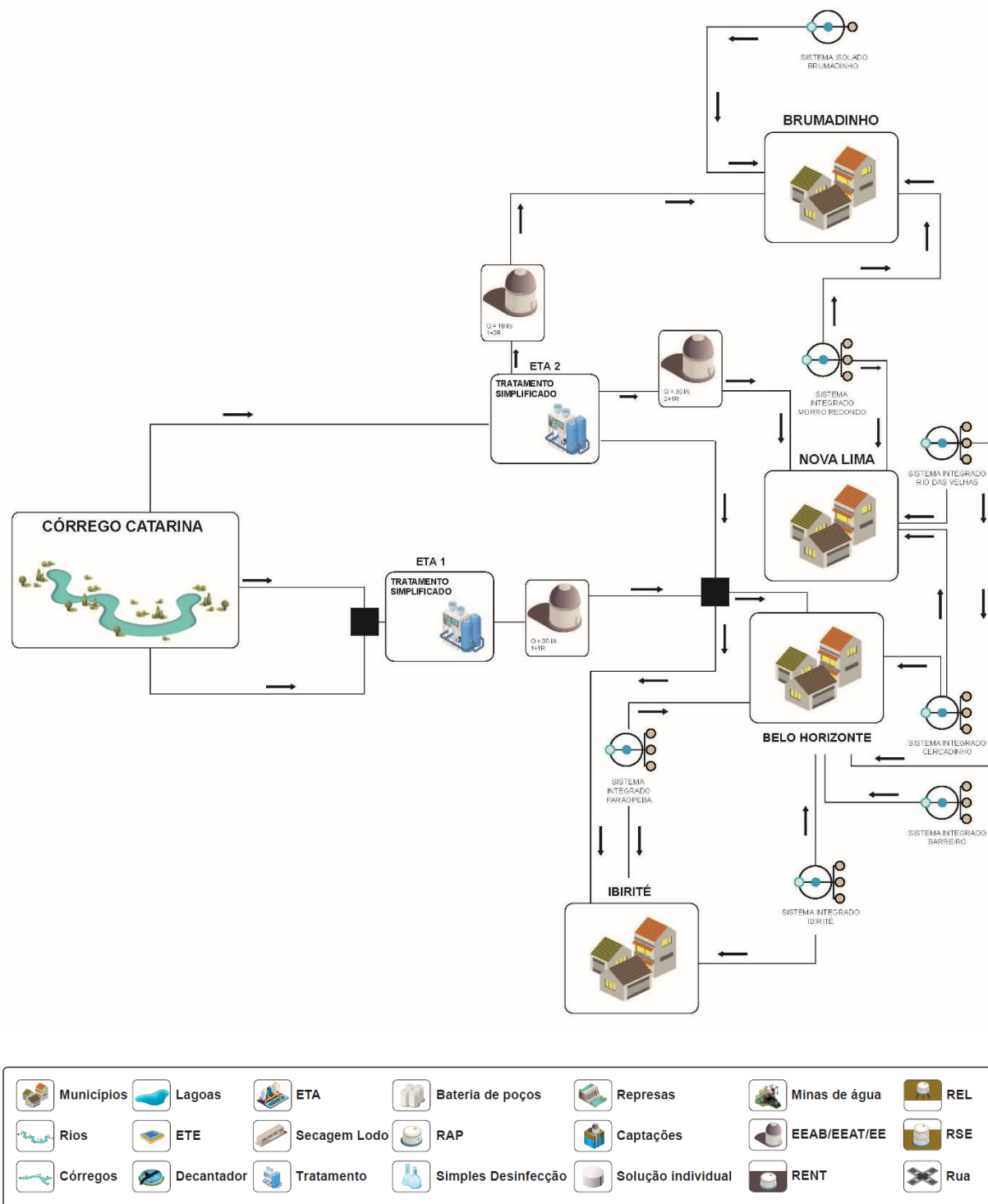


Figura 7 – Sistema de abastecimento da sede do município de Brumadinho – Sistema Integrado Catarina. Fonte: Adaptado de Atlas ANA, 2020.

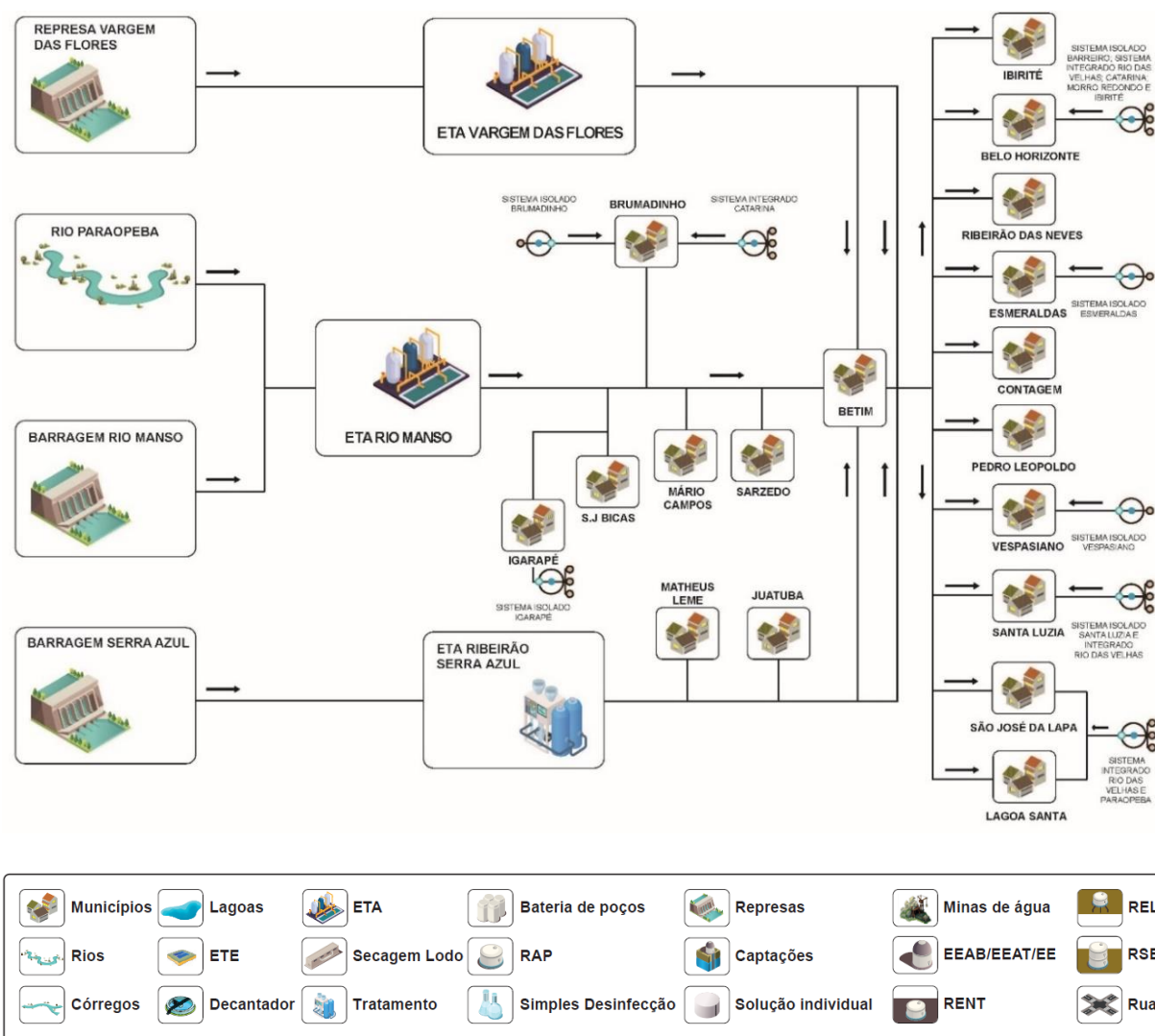


Figura 8 – Sistema de Abastecimento da sede do município de Brumadinho- Sistema integrado Paraopeba. Fonte: Adaptado de Atlas ANA, 2020.

3.1.3 Sistema de esgotamento sanitário

O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) de Brumadinho é composto por dois sistemas principais contendo duas ETEs e sistemas de tratamento individuais.

A seguir, são apresentadas as coordenadas geográficas das estruturas existentes do SES do município. Destaca-se que nenhuma estrutura seria afetada pela mancha de inundação provinda do hipotético *Dam Break* da barragem em estudo.

Sistema	Estrutura	Vazão (L/s)	Coordenadas	
			latitude	longitude
Mirante	ETE Mirante	4,30	20° 5'33.12"S	43°59'17.39"O
Ecológica	ETE Ecológica	6,00	20° 4'48.98"S	43°59'52.32"O

Tabela 5 – Localização das estruturas existentes do SES de Brumadinho. Fonte: Adaptado de SNIRH, 2021.

A representação gráfica dessas estruturas em relação a mancha de inundação pode ser observada no ANEXO D e na figura a seguir.

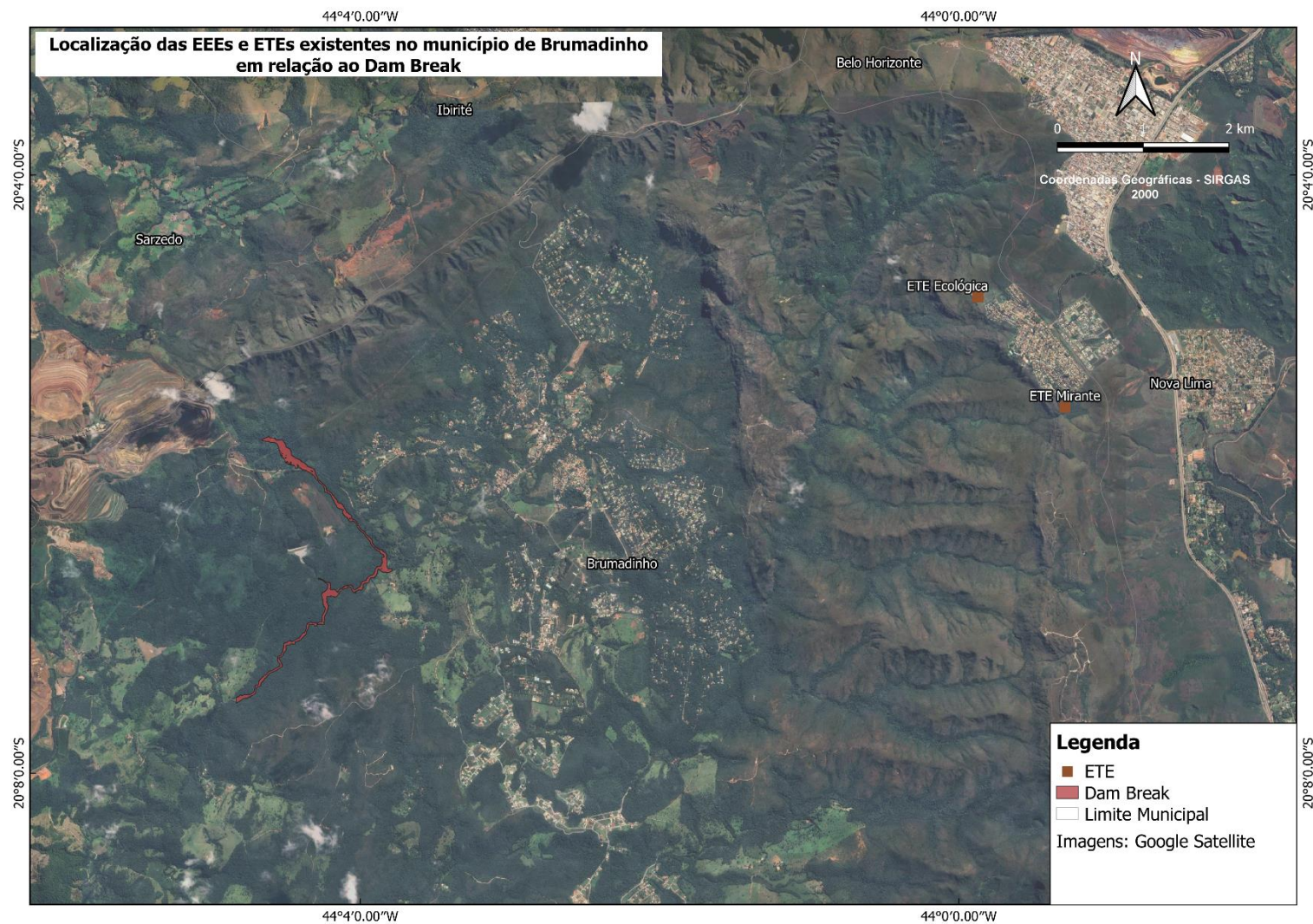


Figura 9 – Localização das ETEs existentes no município de Brumadinho em relação ao *Dam Break*. Fonte: Adaptado de SNIRH, 2021.

A seguir é apresentado o croqui do sistema de esgotamento sanitário existente do município. Evidencia-se que o croqui em questão representa o sistema da sede municipal, não contemplando distritos e áreas rurais.

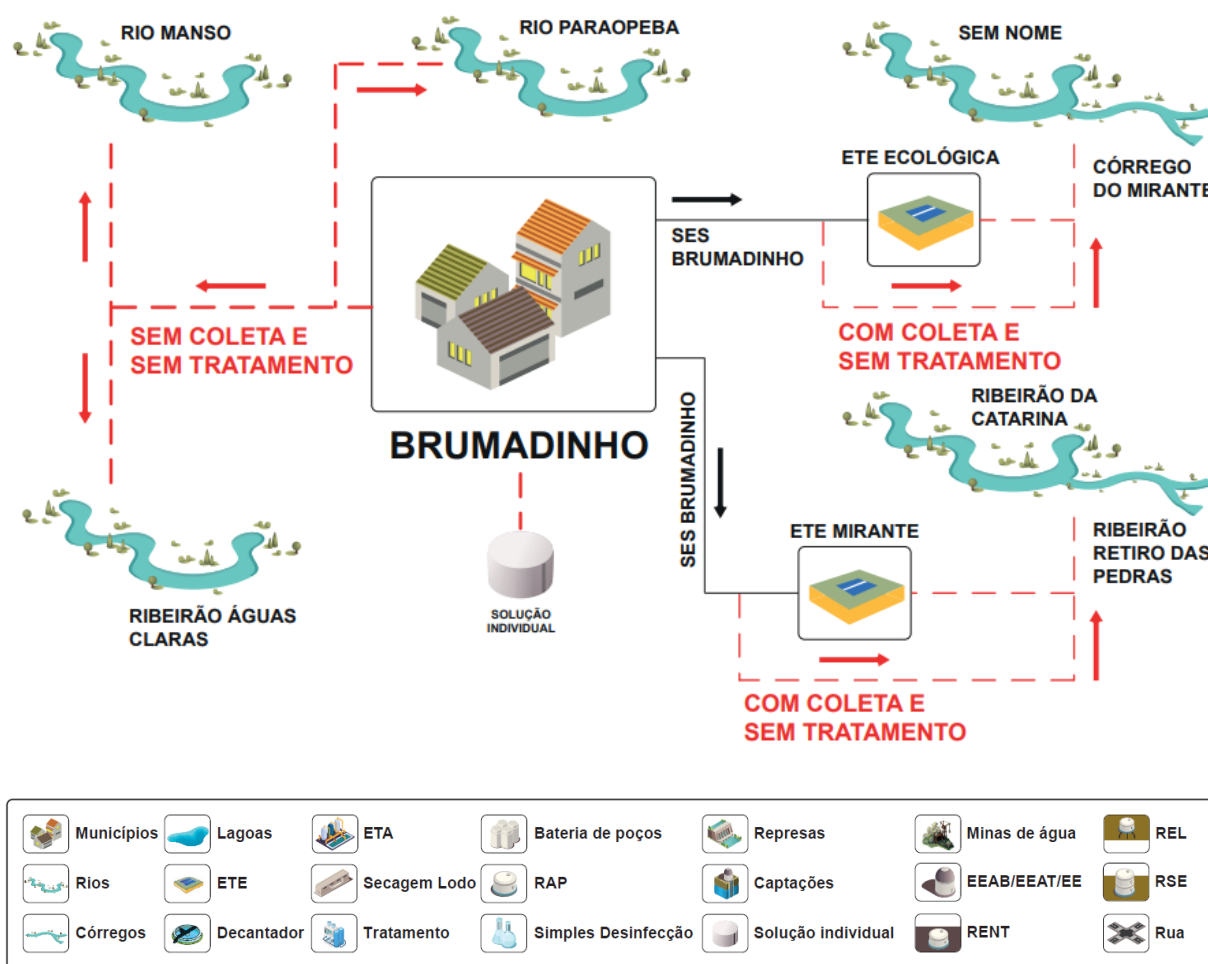


Figura 10 - Sistema de esgotamento sanitário da sede do município de Brumadinho. Fonte: ANA, 2015.

Não há informações sobre as coordenadas dos pontos de lançamento de efluentes *in natura*. Em muitos casos, o lançamento ocorre de forma difusa. Contudo, a ausência desta informação não impactaria a operação do sistema de esgotos, que continuaria a ocorrer, ainda que não da forma mais adequada por não contar com tratamento.

3.1.4 Levantamento de estruturas impactadas

As estruturas localizadas na área da mancha de inundação, com partes de seus sistemas de abastecimento e tratamento afetados pela mancha de inundação, estão relacionadas nos subitens a seguir.

Vale ressaltar que a tabela resumo apresentada a seguir contém todas as estruturas que seriam afetadas pela mancha de inundação provinda do hipotético *Dam Break* do cenário em estudo.

Código	Nº Processo	Nº Portaria	Finalidade	Vazão (L/s)	Coordenadas		Modalidade da intervenção	Tipo de intervenção
					longitude	latitude		
1253531*	ND**	1306503/2021	Consumo humano, paisagismo, recreação	0,44	44°3'50" O	20°6'39,9" S	Consuntivo	Subterrânea
1332560	ND**	1307094/2022	Consumo humano, lavagem de veículos	0,53	44°4'9,9" O	20°6'10" S	Consuntivo	Subterrânea

Tabela 6 - Estruturas localizadas na área da mancha de inundação da barragem Lagoa Azul em Brumadinho. Fonte: Adaptado de IGAM, 2022.

* Ponto de monitoramento: estruturas localizadas até 100m das margens da mancha hipotética de inundação (consultar premissa do item 1.4); ** informação não disponível nas bases de dados públicas consultadas.

3.1.4.1 Captações superficiais afetadas pela mancha

Não existem captações superficiais afetadas pela mancha de inundação no município.

3.1.4.2 Captações superficiais de uso insignificante de recurso hídrico afetadas pela mancha

Não existem captações superficiais de uso insignificante afetadas pela mancha de inundação no município.

3.1.4.3 Poços de captação afetados pela mancha

As outorgas de poços de captação subterrânea de água com estruturas que seriam afogadas ou que estariam sujeitas a contaminação do lençol freático da região estão apresentadas na tabela a seguir.

Código	Nº Portaria	Finalidade	Vazão (L/s)	Horas de funcionamento	Coordenadas	
					longitude	latitude
1253531	1306503/2021 *	Consumo humano, paisagismo, recreação	0,44	20	44°3'50" O	20°6'39,9" S
1332560	1307094/2022	Consumo humano, lavagem de veículos	0,53	20	44°4'9,9" O	20°6'10" S

Tabela 7 – Outorgas em captações subterrâneas afetadas pela mancha de inundação da barragem Lagoa Azul em Brumadinho. Fonte: Adaptado de IGAM, 2022.

* Ponto de monitoramento: captações localizadas até 100m das margens da mancha hipotética de inundação (consultar premissa do item 1.4).

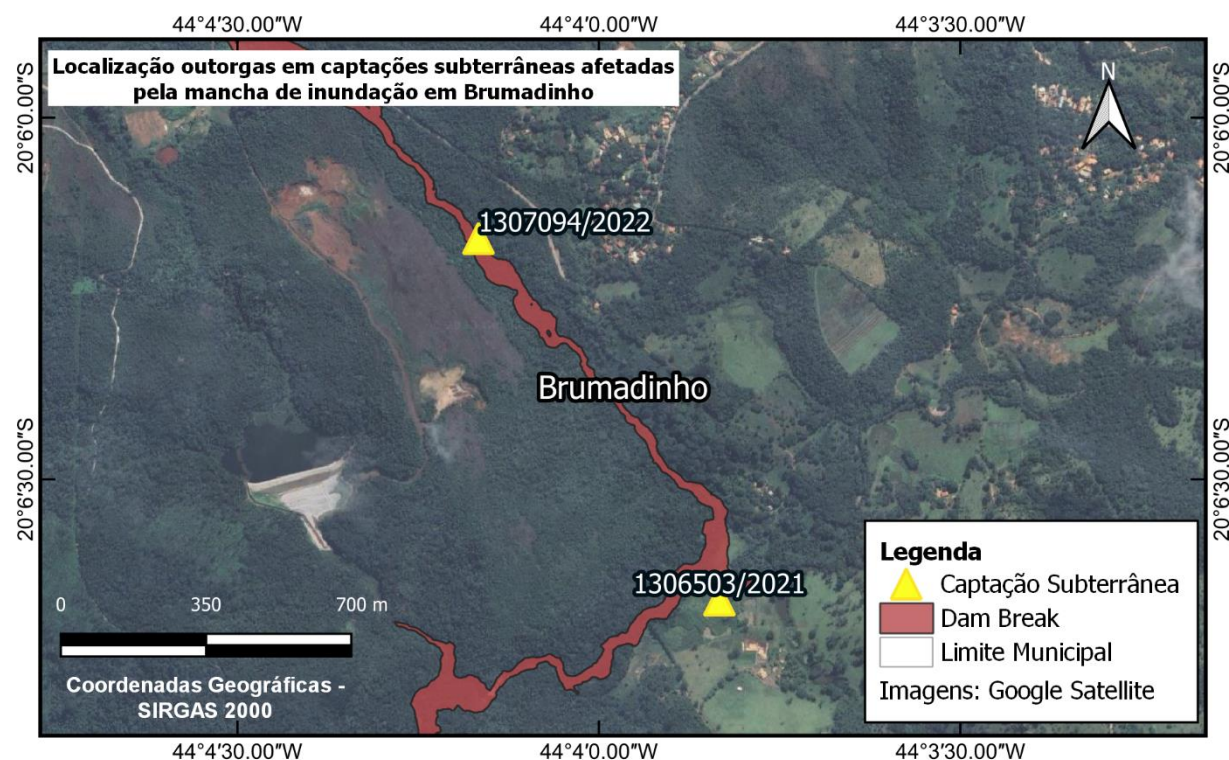


Figura 11 – Localização outorgas em captações subterrâneas afetadas pela mancha de inundação da barragem Lagoa Azul em Brumadinho. Elaboração: Arcadis, 2023.

3.1.4.4 Poços de captação de uso insignificante de recurso hídrico afetados pela mancha

Não existem poços de captação de uso insignificante afetados pela mancha de inundação no município.

3.1.4.5 Outorgas com finalidade de usos não consuntivos afetadas pela mancha

Não existem outorgas com finalidade de uso não consuntivo com estruturas afetadas pela mancha de inundação no município.

3.1.4.6 Estruturas do sistema de abastecimento de água afetadas pela mancha

Não existem estruturas do sistema de abastecimento de água afetadas pela mancha de inundação no município.

3.1.4.7 Estruturas do sistema de esgotamento sanitário afetadas pela mancha

Não existem estruturas do sistema de esgotamento sanitário afetadas pela mancha de inundação no município.

3.1.5 Ações em andamento realizadas pela Vale

Atualmente existem duas obras em andamento realizadas pela Vale, devido aos danos causados pela ruptura das barragens B1, B4 e B4A (Brumadinho), que ocorreram em 25 de janeiro de 2019.

Uma obra destina-se ao reestabelecimento da captação no rio Paraopeba. Esta obra conta com uma captação de capacidade igual a 5.000 L/s e uma adutora com 11 km de extensão.

A segunda obra refere-se ao Sistema Produtor de Água Rio Manso. Esta obra conta com uma captação de capacidade igual a 5.000 L/s e uma adutora com 3,5 km de extensão.

A seguir é apresentado o relatório fotográfico de tais ações.



Figura 12 – Obra de reestabelecimento da captação no rio Paraopeba realizada pela Vale no município de Brumadinho. Fonte: Vale, 2021.

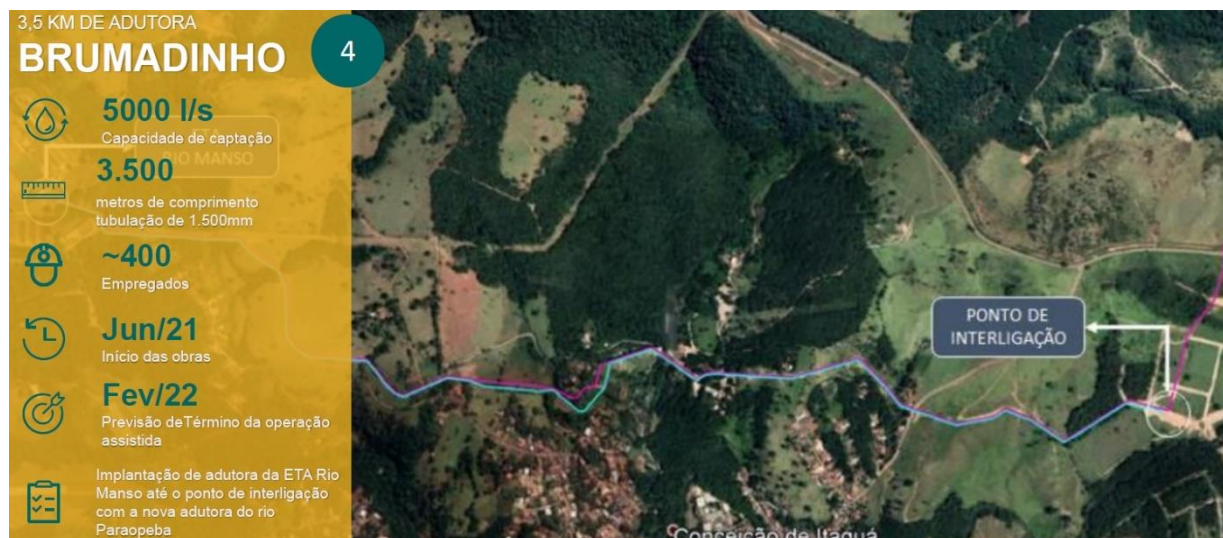


Figura 13 – Obra do Sistema Rio Manso realizada pela Vale no município de Brumadinho. Fonte: Vale, 2021.

3.1.6 Soluções emergenciais de curto prazo para os sistemas públicos de abastecimento de água com captação dentro da área de estudo

Como não existem captações públicas afetadas pela mancha de inundação no município, não há necessidade de solução para estas.

3.1.7 Alternativas de médio e longo prazo para sistemas públicos de abastecimento de água dentro da área de estudo

Como não existem captações públicas afetadas pela mancha de inundação no município, não há necessidade de solução para estas.

3.1.8 Alternativas de médio e longo prazo para sistemas públicos de esgotamento sanitário dentro da área de estudo

Como não existem sistemas públicos de esgotamento sanitário com estruturas afetadas pela mancha, não há necessidade de soluções para estes.

3.1.9 Soluções emergenciais de curto prazo para o abastecimento de água de consumidores privados, com captação dentro da área de estudo

De forma a auxiliar as verificações para solução alternativa emergencial de curto prazo para o abastecimento de água de consumidores privados, com captação dentro da área de estudo, elaborou-se o ANEXO A, o qual apresenta um breve descritivo da Portaria GM/MS nº 888/2021, Resolução ARSAE- MG nº 129/2019, bem como expõe a lista de verificação das boas práticas para o transporte de água para consumo humano não envasada.

3.1.9.1 Abastecimento emergencial via caminhão pipa e água envasada

Tendo em vista a dificuldade em buscar-se água para o fornecimento regular diante de uma situação emergencial, não haveria fontes de água suficientes para suprir, via caminhão pipa, a totalidade do consumo de água de cada um dos consumidores privados com captações

próprias que possam ser afetados. Assim, para a Solução Emergencial de Abastecimento Privado via caminhão pipa o fornecimento de água está sendo limitado a 25% da vazão outorgada.

Em um segundo momento, quando da implantação das soluções de médio e longo prazo, estas vazões serão repostas integralmente. Enquanto isso não ocorrer, a Vale tratará individualmente com cada um destes consumidores privados, cujas captações forem impactadas, para tentar chegar em um consenso para minimizar este impacto.

Para a estimativa da quantidade necessária de viagens de caminhões pipa para suprir o abastecimento em um eventual rompimento da barragem, adota-se como premissa que, dado o rompimento, os caminhões destinados para as captações afetadas que possuam demanda hídrica de até 12 m³, utiliza-se o caminhão pipa de 6.000 litros e para demanda hídrica superior a 12 m³, utiliza-se o caminhão pipa de 20.000 litros.

Desta forma, deve-se considerar o fornecimento de água em 25% da demanda hídrica da vazão outorgada, ou seja 1/4 do consumo diário. A quantidade necessária de viagens de caminhões pipa é calculada conforme as fórmulas apresentadas a seguir:

$$Demanda\ hídrica = (Q \times T \times 60\ min \times 60\ s) \times 25\%$$

$$N^{\circ}\ de\ viagens\ de\ caminhões\ arred.\ para\ cima = \frac{Dem.\ hídrica}{6.000\ L}$$

(para captações afetadas com demanda hídrica até 12 m³)

$$N^{\circ}\ de\ viagens\ de\ caminhões\ arred.\ para\ cima = \frac{Dem.\ hídrica}{20.000\ L}$$

(para captações afetadas com demanda hídrica superior a 12 m³)

Onde:

- Q=Vazão outorgada em L/s;
- T=Tempo de funcionamento outorgado em h/dia.
- Dem. hídrica em L/dia.

Sendo assim, para cada captação, considera-se o valor arredondado para cima no número de viagens de caminhões necessárias. A tabela a seguir apresenta a estimativa do número de viagens de caminhões pipa por outorga hipoteticamente impactada.

Vale ressaltar que a água potável a ser fornecida às populações atingidas pelo rompimento hipotético da barragem em estudo por meio de caminhões pipa, se destina a outras finalidades de uso, que não à ingestão, uma vez que, para ingestão, a população atingida deve receber em média cerca de 2 litros de água mineral/habitante/dia. Assim, a quantidade de água envasada/mês é calculada conforme a fórmula a seguir:

$$N^{\circ}\ de\ pessoas = \frac{Dem.\ hídrica\ (25\%)}{per\ capita}$$

$$\text{Água envasada (mensal)} = N^{\circ} \text{ de pessoas} \times 2 \text{ L} \times 30 \text{ dias}$$

Onde:

Per capita = Per capita médio de água do município ou região em L/hab./dia.

Código	Município	Nº Processo / N° Portaria	Finalidade	Vazão (L/s) (a)	Horas/dia de Funcionamento	Demanda Hídrica total (L/dia) (b = a x 60s x 60min x z)	25% da Demanda Hídrica (c = b x 0,25)	Capacidade do caminhão (L) (d)	Nº viagens de caminhões pipa (e = c / d)	Per capita de água do município ou região (l/hab./dia) (f)	Nº de Pessoas (g = c / f)	Água envasada (L) (h)	Água envasada total/mês (L) * (i = g x h x 30)
1332560	Brumadinho	1307094/2022	Consumo humano, lavagem de veículos	0,53	20	38.160	9.540	6.000	2	161,42	59	2	3.546

Tabela 8 – Estimativa do número de viagens de caminhões pipa e quantidade de água envasada por outorga hipoteticamente impactada.
Elaboração: Arcadis, 2023.

3.1.10 Alternativas de médio e longo prazo para o abastecimento de água de consumidores privados, com captação dentro da área de estudo

O rompimento hipotético da barragem em estudo resultaria no comprometimento de uma captação subterrânea para fins de abastecimento privado no município de Brumadinho. A vazão total impactada é de 0,53 L/s.

Dentre as medidas que podem ser tomadas a médio e longo prazo para os abastecimentos privados comprometidos na cidade, vislumbrou-se algumas alternativas, descritas a seguir:

1. **Perfuração de novo poço:** Sugere-se para a outorga de Portaria nº 1307094/2022 a perfuração de um novo poço, a ser instalado para suprir a vazão do empreendimento afetado. A vazão total impactada seria de 0,53 L/s.

O local estimado para a captação subterrânea situa-se no município de Brumadinho, o mais próximo possível do empreendimento afetado, em local fora da mancha de inundação e pelo menos 100 metros distantes da mancha.

A localização e as informações a respeito das alternativas citadas podem ser observadas na figura e na tabela a seguir.

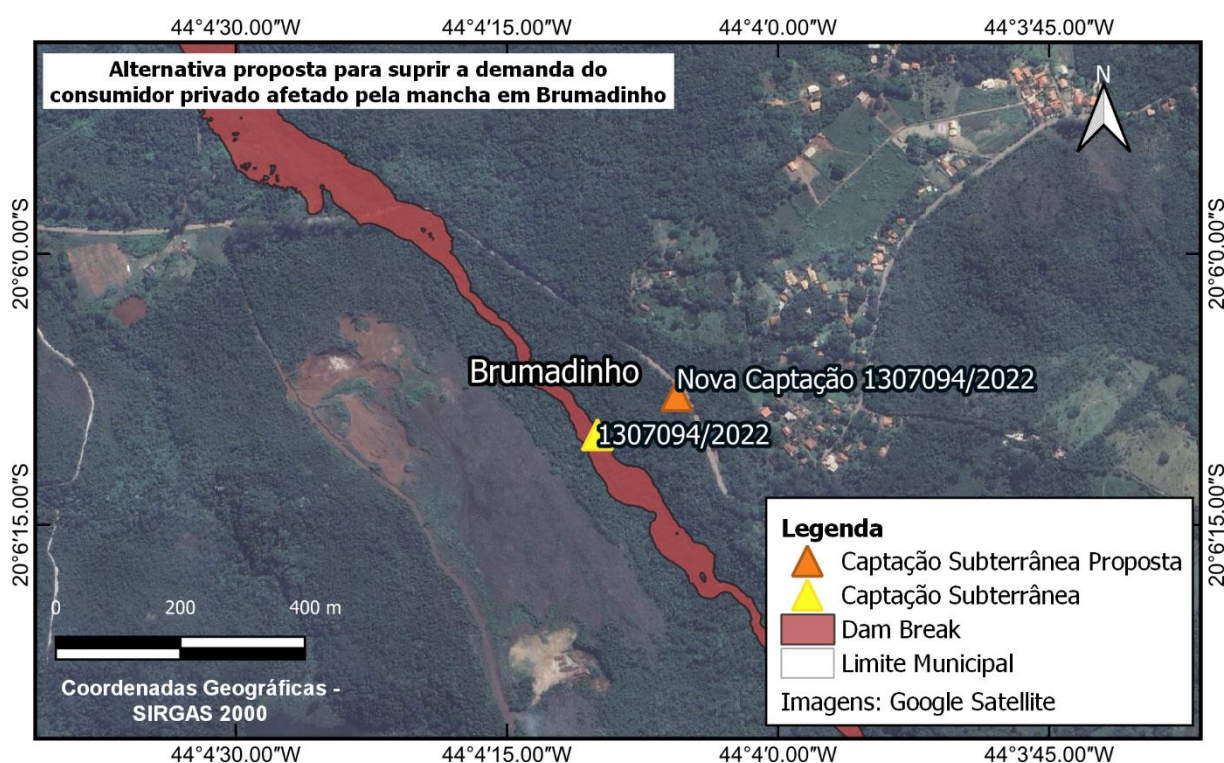


Figura 14 – Alternativa proposta para suprir a demanda do consumidor privado afetado pela mancha de inundação da barragem Lagoa Azul em Brumadinho. Elaboração: Arcadis, 2023.

Nº Portaria / Código	Finalidade	Vazão (L/s)	Solução adotada	Tipo da intervenção	Intervenção consuntiva	Coordenadas da solução adotada		Município
						longitude	latitude	
1307094/2022	Consumo humano, lavagem de veículos	0,53	Perfuração de novo poço em substituição ao poço afetado	Subterrânea	Sim	44°4'9,9" O	20°6'10" S	Brumadinho

Tabela 9 – Informações sobre as soluções adotadas para as captações afetadas no município de Brumadinho. Elaboração: Arcadis, 2023.

Sobre a disponibilidade hídrica dos mananciais subterrâneos na região, conforme verificado no mapa de hidrogeologia da área (ANEXO C), observa-se que nesta região têm-se predominantemente Aquífero Fissural, de baixa produtividade. Para este tipo de aquífero, são comuns vazões entre 3 m³/h (0,83 L/s) e 10 m³/h (2,78 L/s), que também pode ser observado no ANEXO C.

Desta maneira, conclui-se que a perfuração de poços na região dar-se-á majoritariamente para médias vazões, compatível com a demanda verificada para os empreendimentos.

O projeto e a perfuração dos poços deverão seguir as normativas brasileiras (NBR 12.212 e NBR 12.244), acompanhada com um monitoramento da qualidade da água.

3.1.11 Soluções emergenciais de curto prazo para o abastecimento de água de consumidores de uso insignificante de recurso hídrico, com captação dentro da área de estudo

Como não existem consumidores de uso insignificante com estruturas afetadas pela mancha de inundação no município, não há necessidade de soluções para estes.

3.1.12 Alternativas de médio e longo prazo para os consumidores de uso insignificante de recurso hídrico, com captação dentro da área de estudo

Como não existem consumidores de uso insignificante com estruturas afetadas pela mancha de inundação no município, não há necessidade de soluções para estes.

3.1.13 Alternativas de médio e longo prazo para as outorgas com finalidade de usos não consuntivos dentro da área de estudo

Como não existem outorgas com finalidade de usos não consuntivos afetadas pela mancha de inundação no município, não há necessidade de solução para estas.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Águas (ANA), Atlas Águas. Disponível em: <http://portal1.snirh.gov.br>;

Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Belo Horizonte: IDE-SISEMA, 2021. Disponível em: <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br>;

Sistema agregador de informações do IBGE sobre os municípios e estados do Brasil. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>;

Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/agua-esgoto/agua-visao-estado?sigla=mg>;

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Disponível em: http://appsniis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-agua;

Smet, J. & Wijk, C. (2002). Small community water supplies: technology, people and partnership. IRC Technical Paper;

Vale (2021). Portfólio de Projetos e Obras da Gerência de Infraestrutura Urbana e Gerência de Desenvolvimento e Integração de Projetos de Abastecimento;

World Health Organization. Technical Notes On Drinking-Water, Sanitation And Hygiene In Emergencies, 2017;

ANEXO A INDICAÇÕES ORIENTATIVAS: SOLUÇÃO ALTERNATIVA EMERGENCIAL DE CURTO PRAZO PARA O ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE CONSUMIDORES PRIVADOS, COM CAPTAÇÃO DENTRO DA ÁREA DE ESTUDO

Algumas captações e consumidores seriam impactados pelo rompimento hipotético da barragem em estudo, no que se refere ao comprometimento da qualidade da água, inviabilizando temporariamente a captação.

Como alternativa emergencial para suprir a demanda destes consumidores privados, a Vale adotará o fornecimento de água potável não envasada para consumo humano, por meio do transporte em caminhões pipa, às populações afetadas pelo rompimento hipotético da barragem em estudo.

De acordo com a Portaria GM/MS nº 888/2021, Anexo, Capítulo II, art. 5º, XIII, a vigilância da qualidade da água para consumo humano é um conjunto de ações que as autoridades de saúde pública - considerados os aspectos socioambientais e a realidade local - adotam, regularmente, para verificar se o disposto no Anexo dessa norma está sendo atendido e avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana.

Inclui-se nesse conjunto de ações destinadas a verificar o cumprimento do Anexo da supracitada norma, a verificação do fornecimento de água para consumo humano por meio de veículo transportador, conforme Portaria GM/MS nº 888/2021, Anexo, Seção VI, art. 16, cita-se:

“Art. 16. Compete ao responsável pela distribuição e transporte de água potável por meio de carro-pipa:

I - solicitar à autoridade de saúde pública autorização para transporte de água para consumo humano e cadastramento do carro-pipa;

II - abastecer o carro-pipa exclusivamente com água potável, proveniente de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água;

III - manter as condições higiênico-sanitárias do carro-pipa exigidas pela autoridade de saúde pública;

IV - utilizar tanques, válvulas e equipamentos de carga e descarga da água exclusivamente para armazenamento e transporte de água potável, fabricados em materiais que não alteram a qualidade da água;

V - portar o documento exigido no Inciso XIX, Art. 14 deste Anexo e a autorização para transporte de água potável emitida pela autoridade de saúde pública, durante o deslocamento do carro-pipa;

VI - manter o teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L; e

VII - garantir que o tanque utilizado para o transporte de água potável contenha, de forma visível, a inscrição "ÁGUA POTÁVEL" e os dados de endereço e telefone para contato.

Parágrafo único. É vedado o transporte de água potável em carro-pipa com tanque compartimentado utilizado para transporte de outras cargas.”

Além disso, segundo o §5º do art. 39 da Resolução SES 6.458, de 05 de novembro de 2018:

“A higienização do tanque deverá ser realizada sempre que houver mudança na origem da água e, obrigatoriamente, a cada seis meses.”

Os caminhões pipa responsáveis pela distribuição de água devem ser higienizados e desinfetados com solução de cloro.

É exigido da empresa contratada pela operação dos caminhões pipa o envio mensal de laudo de higienização, emitido por empresa devidamente habilitada e com licenças ambientais e autorizações de vigilância sanitária válidas.

O tanque do caminhão pipa deve ser limpo e desinfetado obrigatoriamente:

- Uma vez ao mês;
- Quando houver mudança na fonte de abastecimento de água potável;
- Quando a água transportada apresentar contaminação, inconformidade ou outro problema.

Procedimentos para limpeza do tanque:

- Utilizar água limpa suficiente para esfregar as superfícies internas e tampas do tanque, utilizando escovão ou panos limpos;
- Nunca usar na limpeza do tanque: sabão, detergente ou outros produtos de limpeza;
- Jogar água nas paredes e pisos para retirar as sujeiras;
- Esvaziar completamente o tanque pelo acesso destinado ao descarte da água ou por meio de baldes e panos limpos;
- Após a lavagem, fazer a desinfecção com solução a base de cloro, conforme orientações para preparo da solução desinfetante apresentadas na Tabela 10.

Produto	Quantidade	Volume de água
Hipoclorito de sódio 2,5%	2 litros	1.000 litros
Hipoclorito de sódio 10%	500 ml (meio litro)	
Hipoclorito de cálcio 65%	77 gramas	

Tabela 10 - Orientações para o preparo da solução desinfetante. Fonte: Programa Integrado de Abastecimento de Água na Bacia do Rio Paraopeba - Vale, 2021.

Procedimentos para desinfecção do tanque do caminhão pipa:

- Preparar uma quantidade suficiente de solução desinfetante para aplicar no tanque do caminhão pipa, de acordo com a Tabela 10;
- Espalhar ou aplicar a solução desinfetante em toda a superfície interna do tanque com uma brocha limpa, panos limpos ou equipamentos de aspersão, utilizados exclusivamente para este fim;
- Após 20 minutos, espalhar ou aplicar novamente a solução desinfetante e aguardar 20 minutos. Repetir o procedimento por mais uma vez;
- Ao final do procedimento esvaziar o tanque e enchê-lo com água potável.

Obs.: As mangueiras de captação e distribuição devem ser protegidas, guardadas suspensas e vedadas nas suas extremidades durante o procedimento de desinfecção.

De maneira semelhante, também a Resolução ARSAE- MG nº 129, de 13 de novembro de 2019, Capítulo VI, a qual também trata do abastecimento alternativo por veículo transportador de água, expõe os seguintes itens:

“Art. 111 O abastecimento alternativo de água por meio de veículo transportador de água pode ocorrer em situações de emergência e de contingência.

§ 1º Nas situações previstas no caput, o prestador de serviços é responsável pelo abastecimento de água potável realizado pelo veículo transportador.

§ 2º Caso contrate serviços de terceiros para realizar abastecimento por meio de veículo transportador, o prestador de serviços deve exigir que as empresas contratadas se submetam às mesmas condições estabelecidas nesta resolução.

Art. 112 O veículo transportador utilizado no abastecimento de água potável deve cumprir os seguintes requisitos:

I – o tanque não deve conter perfurações, amassados, ferrugem, vazamentos ou aberturas que permitam a contaminação da água;

II – o tanque deve conter torneira que permita o total escoamento da água contida em seu interior;

III – o tanque deve conter indicador de nível de água armazenada;

IV – o tanque deve conter abertura que permita a entrada de uma pessoa em seu compartimento interior para manutenção, limpeza e desinfecção;

V – a abertura do tanque deve ser dotada de tampa que confira vedação e possua dispositivo de tranca.”

Com o intuito de auxiliar os serviços na realização desse monitoramento, sugere-se a utilização da Lista de Verificação das Boas Práticas para o transporte de água para consumo humano não envasada – adaptada, bem como a apreciação da imagem ilustrativa, a seguir apresentadas.

PARÂMETRO A SER AVALIADO	SIM	NÃO
O caminhão tanque é de uso exclusivo para o transporte de água?		

PARÂMETRO A SER AVALIADO	SIM	NÃO
O tanque é revestido de material anticorrosivo, atóxico, liso, de fácil higienização e que não altera a qualidade da água?		
O tanque é provido de tampa de inspeção e passagem dimensionada para permitir a entrada de uma pessoa para inspeção e higienização?		
O bocal de alimentação do tanque possui tampa hermética?		
A mangueira para transferência de água do tanque para o reservatório do usuário possui proteção nas extremidades e se encontra em bom estado de higiene e conservação?		
O condutor do veículo possui registros que atestam o controle de qualidade da água realizada pelo seu fornecedor?		
No caso de caminhões tanque para transporte de água potável consta nos lados direito e esquerdo do veículo de forma visível os dizeres “ÁGUA POTÁVEL” no tamanho de 20cm?		

Tabela 11 – Lista de verificação das boas práticas para o transporte de água para consumo humano não envasada – adaptada. Fonte: Arcadis, 2021.



Figura 15 – Características do veículo transportador de água potável para consumo humano.

Fonte: Cartilha – Pequenos Cuidados: Uma Grande Proteção

http://bvsms.saude.gov.br/bvs/folder/pequenos_cuidados_grande_protecao_pipeiros.pdf >
Acesso em: 30/03/2021.

Ressalta-se que a água potável a ser fornecida às populações atingidas pelo rompimento hipotético da barragem em estudo por meio de caminhões pipa, se destina a outras finalidades de uso, que não à ingestão, uma vez que, para ingestão, a população atingida deve receber, conforme informado, água mineral envasada.

ANEXO B MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM, ÁREA DA MANCHA E MUNICÍPIOS AFETADOS

ANEXO C MAPA DE HIDROGEOLOGIA DA ÁREA DA MANCHA NOS MUNICÍPIOS AFETADOS

ANEXO D MAPA DE CAPTAÇÕES, ETAS E ETES AFETADAS PELO *DAM BREAK*

ANEXO I PLANO DE PROTEÇÃO E MINIMIZAÇÃO DOS POTENCIAIS IMPACTOS EM ESTAÇÕES DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO URBANO, NA MANCHA DE INUNDAÇÃO