



Governo de Minas Gerais
Secretaria de Estado de Saúde

Boletim Informativo

Qualidade da água para consumo humano em soluções alternativas de abastecimento nos municípios atingidos pelo desastre decorrente do rompimento das barragens da mineradora Vale S.A., em Brumadinho, Minas Gerais (2019-2023)

Belo Horizonte, 2024



REPARAÇÃO BRUMADINHO

Iniciativa custeada com recurso proveniente do Termo de Medidas de Reparação, assinado pelo Governo de Minas, Ministério Público de Minas Gerais, Ministério Público Federal e Defensoria Pública de Minas Gerais. O Termo visa reparar os danos provocados pelo rompimento das barragens da Vale S.A. em Brumadinho, ocorrido em janeiro de 2019, que provocou 272 mortes.



FICHA TÉCNICA

Governador

Romeu Zema Neto

Vice-governador

Mateus Simões

Secretário de Estado de Saúde

Fábio Baccheretti Vitor

Secretaria de Estado Adjunta de Saúde

Poliana Cardoso Lopes

Subsecretário de Vigilância em Saúde

Eduardo Campos Prosdocimi

Superintendente de Vigilância Epidemiológica

Jaqueleine Silva de Oliveira

Diretora de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador

Alice Senra Cheib

Coordenador de Reparação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

Fellipe Antônio Andrade Chaves

Elaboração

Elen Carla Fernandes Leandro

Felipe Braga Miranda

Fellipe Antônio Andrade Chaves

Gisléia Ádilla Oliveira

Igor Rodrigues Fernandes

Pollyanna Cristina de Miranda Silva

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
ROMPIMENTO DA BARRAGEM	10
Contextualização e breve histórico	10
MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	12
PONTOS MONITORADOS	14
PARÂMETROS MONITORADOS	17
Parâmetros monitorados em água bruta	17
Parâmetros monitorados em água tratada	19
Parâmetros microbiológicos	21
Parâmetrosfísico-químicos	21
Substâncias químicas que representam risco à saúde	22
PANORAMA GERAL	22
SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	24
CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE	24
TECNOLOGIAS DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO	24
Bombas dosadoras de cloro e correção de pH - Desinfecção	25
Filtro de Zeólita + Bombas dosadoras de cloro e correção de pH - Remoção de metais e turbidez por filtração	25
Filtros contendo carvão ativado + Bombas dosadoras de Cloro e correção de pH - Remoção de metais, turbidez por filtração e compostos orgânicos	25
INSTALAÇÃO, VALIDAÇÃO E LIBERAÇÃO DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO	26
RESULTADOS DO MONITORAMENTO DE ÁGUA BRUTA	31
UNIDADE REGIONAL DE SAÚDE DE BELO HORIZONTE	31
BETIM	33
BRUMADINHO	34
ESMERALDAS	36
FLORESTAL	37
JUATUBA	38
MÁRIO CAMPOS	40
SÃO JOAQUIM DE BICAS	41

UNIDADE REGIONAL DE SAÚDE DE DIVINÓPOLIS.....	43
PARÁ DE MINAS.....	44
SÃO JOSÉ DA VARGINHA.....	45
UNIDADE REGIONAL DE SAÚDE DE SETE LAGOAS	47
CURVELO.....	48
FELIXLÂNDIA.....	49
MORADA NOVA DE MINAS.....	50
PAPAGAIOS.....	52
PARAOPEBA.....	53
POMPÉU.....	54
TRÊS MARIAS.....	56
RESULTADOS DO MONITORAMENTO DE ÁGUA TRATADA.....	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
REFERÊNCIAS.....	65

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Ações desenvolvidas em decorrência do rompimento da barragem B-I, B-IV e B-IVA, da mineradora Vale S.A., no âmbito do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano.....	11
FIGURA 2: Localização dos 92 poços que fazem parte do monitoramento da qualidade da água para consumo humano realizado pela SES.....	15
FIGURA 3: Localização dos 42 poços na URS Belo Horizonte que fazem parte do monitoramento da Qualidade da água para consumo humano realizado pela SES.....	16
FIGURA 4: Localização dos 14 poços da URS Divinópolis que fazem parte do monitoramento da qualidade da água para consumo humano realizado pela SES.....	16
FIGURA 5: Localização dos 32 poços da URS Sete Lagoas que fazem parte do monitoramento da qualidade da água para consumo humano realizada pela SES.....	17
FIGURA 6: Porcentagem de municípios que apresentaram inconformidades na água tratada.....	57
FIGURA 7: Porcentagem de pontos que apresentaram inconformidades para água tratada.....	58
FIGURA 8: Porcentagem de amostras que apresentaram inconformidades para água tratada.....	58
FIGURA 9: Proporção das inconformidades encontradas por grupo de parâmetros analisados.....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Parâmetros de qualidade da água bruta monitorados.....	18
Quadro 2: Parâmetros microbiológicos monitorados na água tratada.....	19
Quadro 3: Parâmetros físico-químicos monitorados na água tratada.....	19
Quadro 4: Parâmetros de substâncias químicas que representam risco à saúde monitorados na água tratada.....	20
Quadro 5: Pontos monitorados para água bruta por município e coletas realizadas.....	23
Quadro 6: Pontos monitorados com instalação de sistema de tratamento por município e coletas realizadas.....	23
Quadro 7: Panorama geral do status da instalação dos sistemas de tratamento de água para consumo humano nos pontos monitorados pela SES/MG.....	27
Quadro 8: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado na URS Belo Horizonte.....	32
Quadro 9: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Betim.....	33
Quadro 10: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado pelo laboratório Mérieux NutriSciences no município de Brumadinho.....	34
Quadro 11: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Esmeraldas.....	36
Quadro 12: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Florestal.....	37
Quadro 13: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Juatuba.....	38
Quadro 14: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Mário Campos.....	40
Quadro 15: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de São Joaquim de Bicas.....	41
Quadro 16: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado na URS Divinópolis.....	43
Quadro 17: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Pará de Minas.....	44
Quadro 18: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de São José da Varginha.....	45
Quadro 19: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado na URS Sete Lagoas.....	47
Quadro 20: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Curvelo.....	48
Quadro 21: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Felixlândia.....	49
Quadro 22: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Morada Nova de Minas.....	50

Quadro 23: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Papagaios.....	52
Quadro 24: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Paraopeba.....	53
Quadro 25: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Pompéu.....	54
Quadro 26: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Três Marias.....	56
Quadro 27: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas, do total de pontos que apresentaram cada violação e suas respectivas porcentagens em relação ao total.....	59
Quadro 28: Panorama geral dos tipos de sistemas de tratamento de água para consumo humano em operação nos pontos monitorados pela SES/MG.....	61

APRESENTAÇÃO

No dia 25 de janeiro de 2019 ocorreu o rompimento das barragens de contenção de rejeitos B-I, B-IV e B-IVA da mina Córrego do Feijão, da mineradora Vale S.A., localizada em Brumadinho, Minas Gerais (MG), causando a morte de 272 pessoas – entre elas, dois bebês, de duas mulheres grávidas, além de consideráveis impactos socioeconômicos, socioambientais e sanitários. O objeto do presente projeto é realizado com recursos advindos do “Termo de Medidas de Reparação”, que tem como finalidade reparar os danos causados pelo rompimento. Dentre os múltiplos impactos decorrentes do rompimento das referidas barragens, a população que reside nas proximidades das margens do Rio Paraopeba teve o seu abastecimento de água comprometido.

Compete à direção estadual do Sistema Único de Saúde (SUS) coordenar e, em caráter complementar, executar ações e serviços de vigilância epidemiológica e sanitária, segundo disposto nos termos do inciso IV, do artigo 17, da Lei 8.080/1990, bem como, promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água para consumo humano, em articulação com os municípios, para, considerando as peculiaridades regionais e locais, promover as ações especificadas no Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua), conforme o disposto no Anexo XX, artigo 11º, I e II, da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde (alterada pela Portaria GM/MS nº 888/2021, artigo 12º, I).

Nesse sentido, a Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais (SES/MG), por meio das Unidades Regionais de Saúde (URS), em articulação com as Secretarias Municipais de Saúde (SMS) dos municípios impactados pelo rompimento das barragens e com apoio do Ministério da Saúde (MS), iniciou o Programa de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano (PMQACH) de soluções alternativas de abastecimento situadas na área de restrição de uso da água, próximas às margens do Rio Paraopeba, nos municípios à jusante do ponto de confluência entre o Ribeirão Ferro-Carvão e o Rio Paraopeba, em Brumadinho/MG, até o município de Três Marias/MG.

Neste boletim, são apresentados resultados do referido monitoramento, no período compreendido entre os meses de janeiro de 2019 (início) a dezembro de 2023 para água bruta, e outubro de 2022 a janeiro de 2024 para água tratada. Os resultados são provenientes das análises realizadas nos pontos monitorados, avaliando a tendência temporal dos resultados, anualmente. Os parâmetros de qualidade da água avaliados estão divididos em microbiológicos, físico-químicos e substâncias químicas que representam risco à saúde, conforme preconizado pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde (alterada pela Portaria GM/MS nº 888/2021).

CAPÍTULO 1

Rompimento da Barragem

CONTEXTUALIZAÇÃO

Com o rompimento das barragens, em 25 de janeiro de 2019, ocorreu a liberação de cerca de 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos de produção mineral na calha do ribeirão Ferro-Carvão, atingindo o Rio Paroopeba no trecho compreendido entre os municípios de Brumadinho e o remanso da Usina Hidrelétrica (UHE) de Retiro Baixo, localizado nos municípios de Curvelo e Pompéu, em Minas Gerais.

Em função do rompimento, iniciou-se o monitoramento emergencial da qualidade da água para consumo humano realizado pelo setor saúde, considerando suas competências legais previstas, sobretudo, no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde (alterada pela Portaria GM/MS nº 888/2021). Além disso, conforme previsto na cláusula 4.3 do Acordo de Reparação Integral assinado pela Vale S.A. em fevereiro de 2021 e tendo em vista os riscos associados à saúde humana, verificou-se a necessidade de adoção de tecnologias para o tratamento da água subterrânea, e estabeleceu-se o fornecimento de água mineral e por caminhão-pipa, enquanto a instalação, a validação e a liberação dos sistemas de tratamento não estivessem concluídas.

Destaca-se que desastres ambientais, como os ocorridos em Mariana, em 2015, e em Brumadinho, em 2019, não podem ter seus impactos reduzidos aos municípios de ocorrência e as pessoas atingidas não podem ser resumidas ao número imediato de óbitos e feridos ou de desabrigados (Freitas et al., 2019). Seus impactos vão além e incluem as contaminações e alterações ambientais que produzem nas áreas de ocorrência e no entorno, como também as alterações abruptas da organização social e dos modos de viver e trabalhar historicamente constituídos nos territórios, com efeitos sobre a saúde da população atingida.

Nesses tipos de desastres, as populações atingidas ficam sujeitas a novos cenários de riscos, relacionados à exposição aos contaminantes presentes na lama de rejeitos ou remobilizados a partir do desastre, os quais estarão presentes no ar, no solo, nos corpos hídricos, nos sedimentos e em matrizes alimentares. Os riscos à saúde tendem a ser de médio e longo prazos, atingindo, em particular, grupos populacionais de maior vulnerabilidade.

Na Figura 1, estão sistematizadas as principais ações relacionadas ao PMQACH, desenvolvidas em decorrência do rompimento das barragens B-I, B-IV e B-IVA da mineradora Vale S.A.

CAPÍTULO 1

Rompimento da Barragem



FIGURA 1: Ações desenvolvidas em decorrência do rompimento das barragens B-I, B-IV e B-IVA da mineradora Vale S.A., no âmbito do monitoramento da qualidade da água para consumo humano.

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 2

Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano

Através da Resolução A/RES/64/292, publicada no ano de 2010, a Assembleia Geral da ONU declarou a água limpa e segura, bem como o saneamento adequado, um direito humano essencial para o pleno gozo da vida. Uma das competências do SUS é a Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, com o objetivo de avaliar os riscos à saúde da população, conforme previsto no inciso VI do art. 200 da Constituição Federal de 1988.

A Agência Nacional de Águas (ANA) classifica os usos da água como: consuntivos (que retiram e consomem água, como o industrial) e não consuntivos (não consomem diretamente, mas dependem da manutenção de condições naturais ou de operação da infraestrutura hídrica, como o turismo e o lazer). Além disso, a Resolução CNRH nº 232, de 22 de março de 2022, considera usos consuntivos da água o abastecimento humano, o abastecimento animal, a indústria, a mineração, a irrigação e a termoelectricidade.

De acordo com a World Health Organization (WHO), em 2022, a água é essencial para sustentar a vida, sendo ela necessária para diferentes fins, tais como, saciar a sede, preparar alimentos e manutenção de hábitos relacionados à higiene pessoal (escovar os dentes, lavar as mãos, tomar banho), devendo, portanto, ser feito um esforço contínuo para manutenção da qualidade da água potável e o abastecimento adequado, seguro e acessível a todos, considerando as condições e particularidades de cada país ou região. Dessa forma, a água para consumo humano deve seguir as diretrizes estabelecidas no Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, alterada pela Portaria GM/MS nº 888/2021, ou seja, deve ser livre de microrganismos patogênicos, substâncias que representem risco à saúde em níveis superiores aos máximos permitidos e/ou características que causem rejeição por parte da população como gosto, odor ou cor que deixem a água com um aspecto desagradável.

Importante salientar que, embora sejam mais protegidas, as águas subterrâneas não são sinônimos de potabilidade e necessitam de sistema de tratamento adequado que garanta os parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde, uma vez que estas podem estar poluídas ou contaminadas por poluentes que atravessam a porção não saturada do solo.

O monitoramento realizado pelo setor saúde visa verificar o atendimento sistemático do padrão de potabilidade estabelecido pelo Ministério da Saúde, por meio da execução de procedimentos analíticos, independentes daqueles realizados pelo prestador do serviço de abastecimento de água. Isso se dá por meio de um conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública, conhecido como Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua). Constituindo, portanto, um importante instrumento de controle dos processos de tratamento empregados e detecção de possível comprometimento da qualidade da água destinada ao consumo humano.

Dentre as ações de rotina do VIGIAGUA, inclui-se a execução dos planos de amostragem básicos, cujos parâmetros a serem analisados, o número de amostras e a frequência de monitoramento estão descritos na Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (2016), do plano de monitoramento de agrotóxicos e, quando necessário, do plano específico de monitoramento conforme características locais. Nesse contexto, cabe aos municípios definirem os respectivos planos de amostragem em consonância com as orientações descritas no documento supracitado. Além do plano de amostragem de rotina, o monitoramento da qualidade da água em eventos de massa, desas-

CAPÍTULO 2

tres ambientais (por exemplo, enchentes), surtos e/ou epidemias que possam estar associados à presença na água de determinado microrganismo patogênico ou substância deve ser realizado segundo diretrizes específicas elaboradas para essas situações.

Os parâmetros analisados no plano de amostragem básico foram definidos pela Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (2016), considerando o conhecimento já consolidado na literatura especializada sobre os indicadores da qualidade microbiológica da água para consumo humano. São eles: turbidez, cloro residual livre (ou outro composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro), coliformes totais, *Escherichia coli* e fluoreto. Os quatro primeiros foram definidos devido à sua importância como indicadores básicos da qualidade microbiológica da água para consumo humano e o fluoreto por seu significado de saúde em função de sua deficiência ou excesso.

Em emergências em saúde pública, como no caso de acidentes com produtos perigosos, desastres ambientais, surtos ou epidemias, o monitoramento da qualidade da água pode ser ampliado de forma emergencial e novos parâmetros ou agentes específicos podem ser analisados, com vistas a identificar sua presença na água. De acordo com as especificidades de cada evento, as secretarias de saúde dos estados, do Distrito Federal e dos municípios deverão realizar uma avaliação do cenário em questão e observar a necessidade de ampliação do monitoramento de rotina e de implementação de monitoramento específico para o evento.

Considerando, especificamente, os impactos decorrentes do rompimento das barragens B-I, B-IV e B-IVA da Mina Córrego do Feijão, em Brumadinho/MG, no dia 25 de janeiro de 2019, o SUS, em parceria com um laboratório privado, contratado pela Vale S.A. como uma medida prevista no Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) firmado junto à Advocacia Geral da União (AGU) em 13 de março de 2019, está realizando a análise da qualidade da água de poços e cisternas de soluções alternativas coletivas (SACs) e soluções alternativas individuais (SAIs) situados na faixa de 100 metros das margens do Rio Paraopeba, nos municípios à jusante do ponto de confluência entre o Ribeirão Ferro-Carvão e o Rio Paraopeba, em Brumadinho/MG, até o município de Três Marias/MG. Até o momento, tal monitoramento analisa os parâmetros microbiológicos e físico-químicos, incluindo substâncias químicas que representem risco à saúde.

Embora o monitoramento realizado indique a manutenção da recomendação de suspensão dos usos da água bruta do Rio Paraopeba no percurso que abrange os municípios de Brumadinho até Pompéu, o monitoramento da SES/MG tem sido realizado até o município de Três Marias, por motivo de precaução, em função da incerteza inicial sobre o alcance do rejeito até a represa de Três Marias. O planejamento e a execução dessa iniciativa foram resultados do trabalho em equipe desenvolvido pela SES/MG, com apoio do Ministério da Saúde, em articulação com as secretarias de saúde dos municípios atingidos pelo rompimento das barragens.

O consumo de água em desconformidade aos padrões que asseguram sua potabilidade pode provocar o adoecimento de indivíduos e surtos de doenças e agravos de transmissão hídrica, visto que, a água pode veicular substâncias químicas e agentes biológicos nocivos à saúde. Tais substâncias podem adentrar no organismo humano por meio da ingestão ou pelo contato da água contaminada com a pele ou mucosas, além da ingestão de alimentos lavados ou preparados com água contaminada, resultando no adoecimento do indivíduo que a consome.

As intoxicações por substâncias químicas e as doenças de veiculação hídrica podem ser agudas (efeitos se manifestam em curto prazo após o consumo da água contaminada) ou crônicas (efeitos se manifestam em médio ou longo prazo após o consumo da água contaminada). Elas poderão se manifestar de forma

CAPÍTULO 2

leve, moderada ou grave, a depender do tempo de contato com a substância química, da quantidade de substância absorvida, da toxicidade da substância, da resposta do organismo e do tempo decorrido entre o início dos sintomas e a intervenção adequada no serviço de saúde.

A exposição humana a substâncias químicas e agentes biológicos nocivos representa um problema de saúde pública, de modo que o setor saúde tem buscado articular ações voltadas para a atenção integral à saúde das populações expostas, sob a perspectiva de prevenção, mitigação e eliminação dos riscos, no intuito de manter uma avaliação sistemática das formas de abastecimento de água para consumo humano. Nesse sentido, reforça-se a importância da participação de todos os órgãos envolvidos, de forma integrada, realizando, no âmbito de suas competências, ações de proteção à saúde da população.

PONTOS MONITORADOS PELA SES/MG

A escolha das SACs e SAIs que entraram no referido monitoramento foi realizada pelos municípios atingidos, conforme orientações apresentadas pela SES/MG na Nota Técnica nº 3/SES/SUBVPS-SVEAST-DVA-CVFRNB/2019.

Nas figuras a seguir podem ser observadas a distribuição e localização dos 92 (noventa e dois) pontos que fazem do PMQACH ao longo da bacia do Rio Paraopeba (Figura 2), e em cada Unidade Regional de Saúde contemplada pelo programa, sendo elas: URS Belo Horizonte (Figura 3), URS Divinópolis (Figura 4) e URS Sete Lagoas (Figura 5).

CAPÍTULO 2

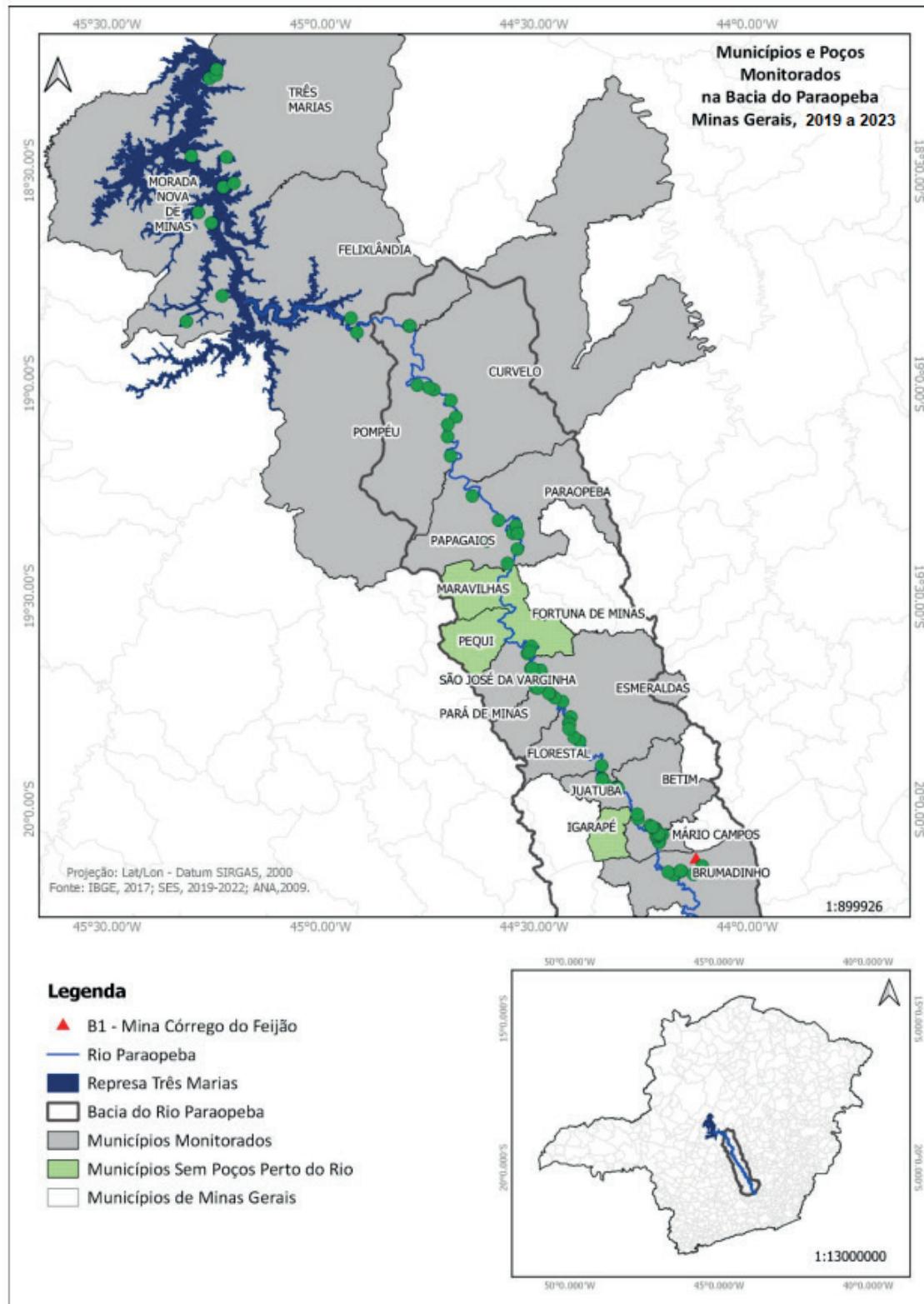


FIGURA 2: Localização dos 92 poços que fazem parte do monitoramento da qualidade da água para consumo humano realizado pela SES/MG.

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 2

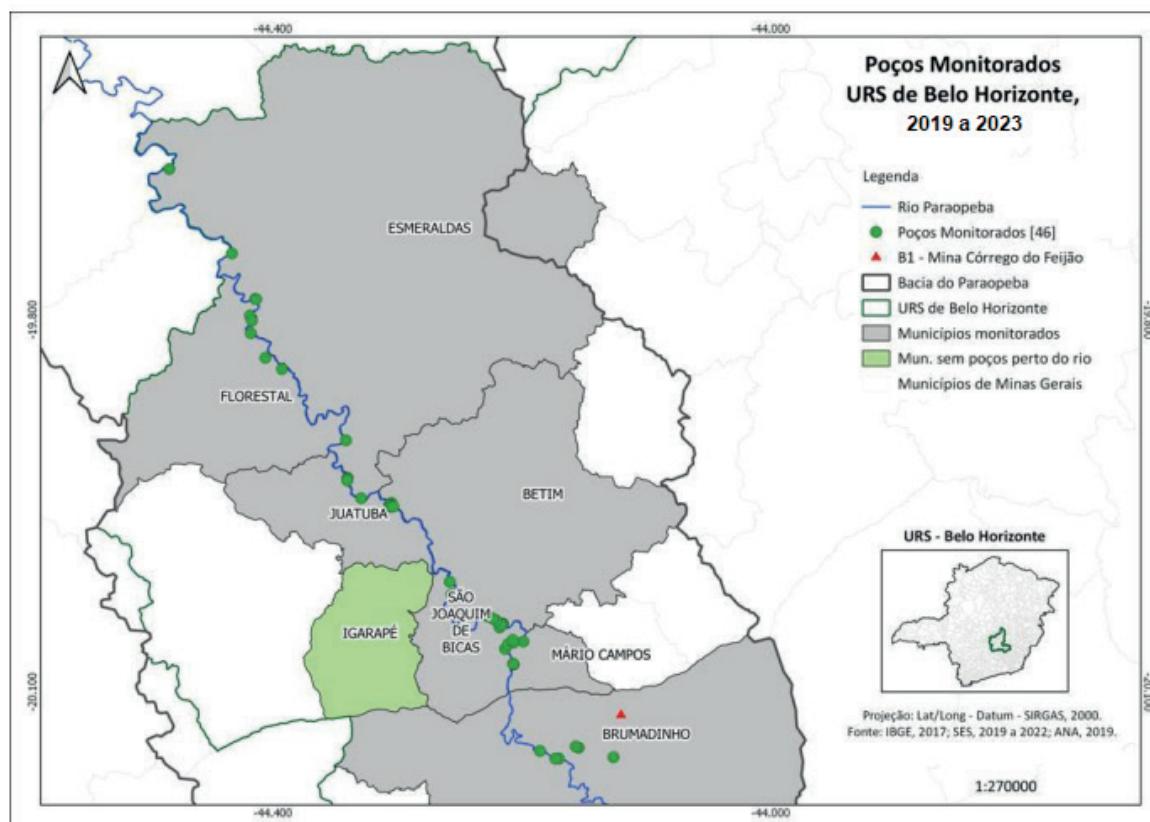


FIGURA 3: Localização dos 42 poços na URS Belo Horizonte que fazem parte do monitoramento da qualidade da água para consumo humano realizado pela SES/MG.

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

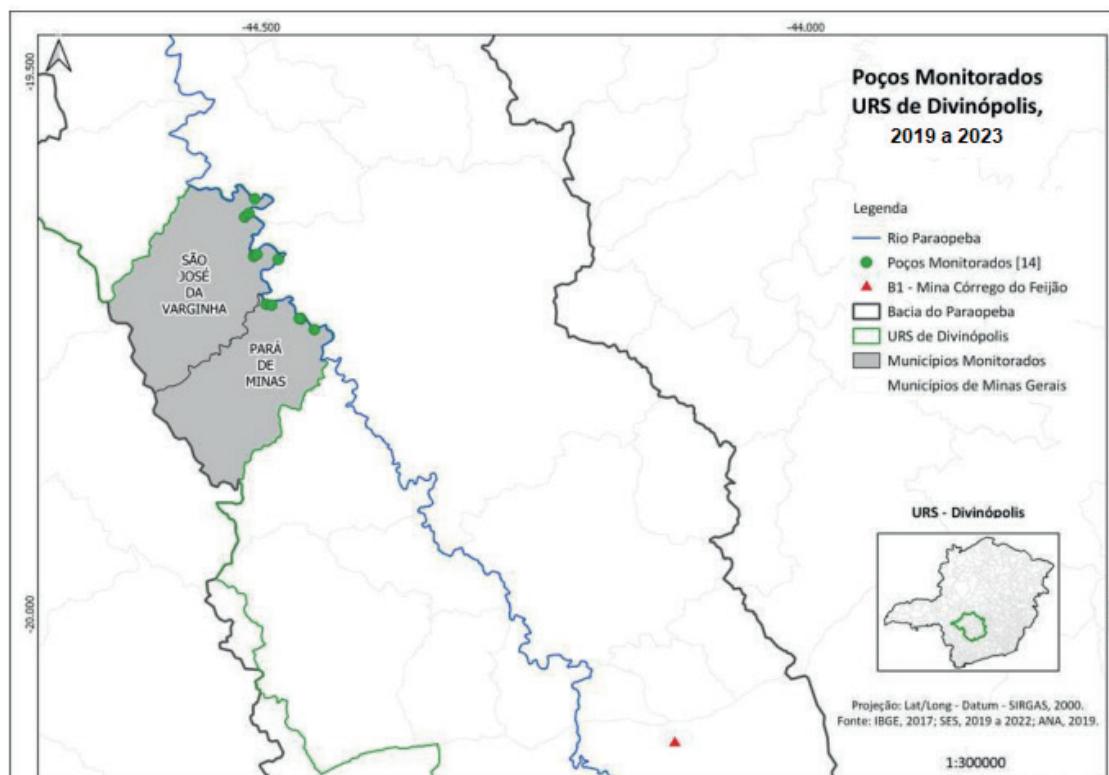


FIGURA 4: Localização dos 14 poços da URS Divinópolis que fazem parte do monitoramento da qualidade da água para consumo humano realizado pela SES/MG.

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 2

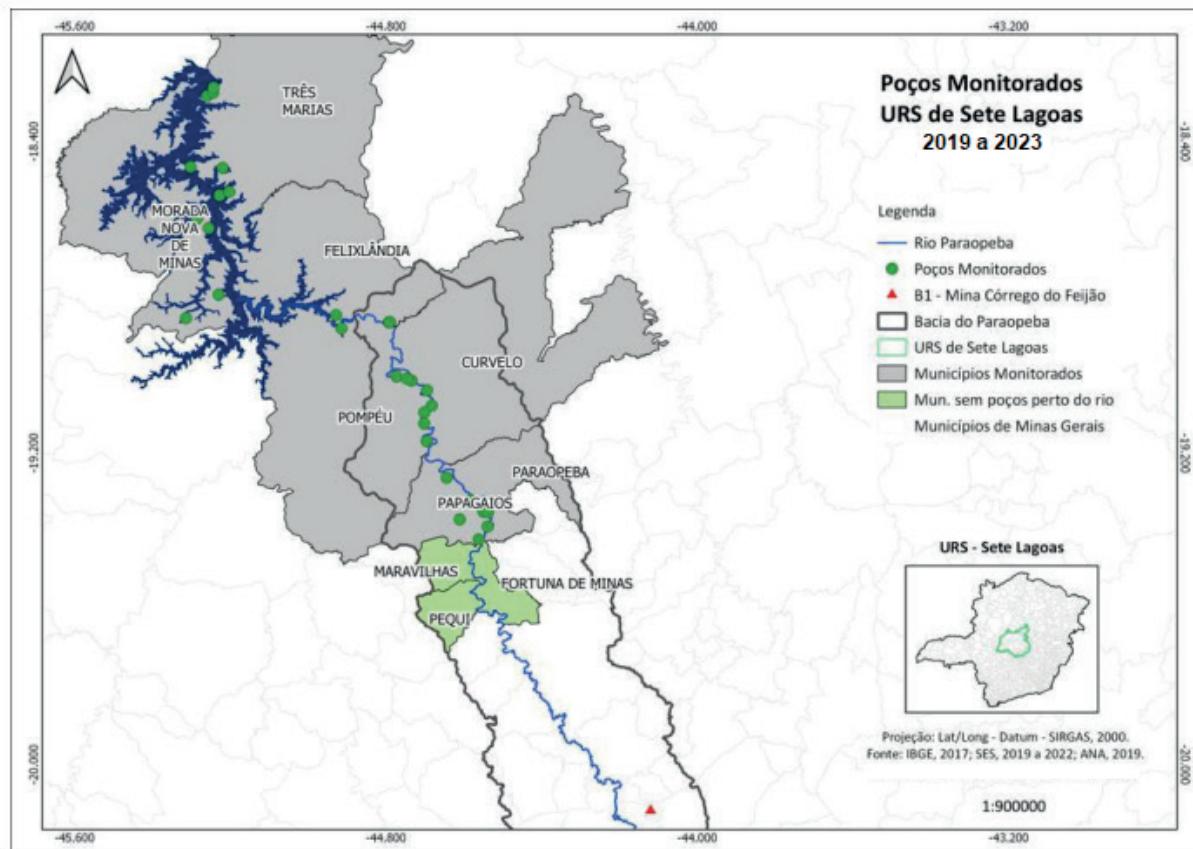


FIGURA 5: Localização dos 32 poços da URS Sete Lagoas que fazem parte do monitoramento da qualidade da água para consumo humano realizado pela SES/MG.

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

PARÂMETROS MONITORADOS

O monitoramento da qualidade da água para consumo humano é conduzido por meio da análise de diversos parâmetros. No que diz respeito à água bruta, são monitorados 18 (dezoito) parâmetros, conforme estipulado pelo Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) firmado com a Advocacia Geral da União (AGU). Já em relação à água tratada, os parâmetros monitorados seguem as diretrizes estabelecidas pela Portaria GM/MS nº 888/2021. Esses parâmetros se dividem em três categorias principais: microbiológicos, físico-químicos e substâncias químicas com potencial risco à saúde.

Parâmetros Monitorados em Água Bruta

O monitoramento da água bruta é conduzido por dois laboratórios. Atualmente, o laboratório privado Mérieux NutriSciences - Bioagri, devidamente acreditado de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017, realiza a análise de água de 88 (oitenta e oito) pontos a partir de coletas quinzenais realizadas pelas referências técnicas municipais e regionais, com o intuito de obter um perfil da qualidade da água destinada ao consumo humano em determinadas regiões.

A análise dos 4 (quatro) pontos restantes é realizada pela Fundação Ezequiel Dias (Funed) desde a ocorrência do desastre. Estas análises foram realizadas quinzenalmente até o final de 2022. No entanto, após uma solicitação do município para ampliação dos pontos monitorados, o intervalo de coletas passou a ser semestral em caráter investigativo pelo período de 2 anos. Os parâmetros monitorados e os resultados

CAPÍTULO 2

das análises quinzenais realizadas pela Funed estão disponíveis no Boletim Informativo da Qualidade da Água para Consumo Humano (2019-2022), publicado em 2023.

O Quadro 1 apresenta os parâmetros analisados na água bruta pelo Laboratório Mérieux NutriSciences.

QUADRO 1: Parâmetros de qualidade da água bruta monitorados.

Grupo	Parâmetro
Microbiológico	Coliformes totais
	<i>Escherichia coli</i>
Físico-químicos	Alumínio
	Cor aparente
	Ferro
	Manganês
	Turbidez
	Zinco
	Antimônio
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Arsênio
	Bário
	Cádmio
	Chumbo
	Cobre
	Cromo
	Mercúrio
	Níquel
	Selênio

*VMP: Valor máximo permitido, conforme Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde (alterada pela Portaria GM/MS nº 888/2021).

**mg Pt L-1: miligramas de platina por litro.

***NTU: Unidade Nefelométrica de Turbidez.

Fonte: Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde (alterada pela Portaria GM/MS nº 888/2021).

CAPÍTULO 2

Parâmetros Monitorados em Água Tratada

O monitoramento da qualidade da água para consumo humano em água tratada é realizado por meio de coletas periódicas, sob responsabilidade da Vale S.A., seguindo as frequências estabelecidas pela Portaria GM/MS nº 888/2021, sendo analisadas pelo laboratório Mérieux NutriSciences - Bioagri.

Os Quadros 2, 3 e 4 apresentam, respectivamente, os parâmetros microbiológicos, físico-químicos e de substâncias químicas que representam risco à saúde, analisados em água tratada pelo laboratório Mérieux NutriSciences.

QUADRO 2: Parâmetros microbiológicos monitorados na água tratada.

Parâmetros Microbiológicos	
Coliformes Totais	<i>Escherichia coli</i>

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG

QUADRO 3: Parâmetros físico-químicos monitorados na água tratada.

Parâmetros Físico-químicos		
1,2-Diclorobenzeno	Clorato	Gosto
1,4-Diclorobenzeno	Cloreto	Manganês Total
2,4,6-Triclorofenol	Cloreto de vinila	Odor
2,4-Diclorofenol	Clorito	Sódio Total
Ácidos haloacéticos total	Cloro residual livre	Sólidos dissolvidos totais
Acrilamida	Cor aparente	Sulfato
Alumínio Total	Dureza Total	Sulfeto de Hidrogênio
Amônia	Epicloridrina	Trihalometanos
Bromato	Ferro Total	Turbidez
Cloraminas totais	Fluoreto	Zinco Total

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG

CAPÍTULO 2

QUADRO 4: Parâmetros de substâncias químicas que representam risco à saúde monitorados na água tratada.

Substâncias químicas que representam risco à saúde		
1,2-Dicloroetano	DDT + DDE + DDD	Nitrato (como N)
1,4-Dioxano	Di(2-etylhexil)ftalato	Nitrito (como N)
2,4-D (Ácido (2,4-diclorofenoxy) acético)	Diclorometano	Paraquat
Alacloro	Difenconazol	Pentaclorofenol
Aldicarbe + Aldicarbe sulfona + Aldicarbe sulfóxido	Dimetoato + ometoato	Picloram
Aldrin + Dieldrin	Dissulfeto de tetrametiltiuram	Profenofós
Ametrina	Diuron	Propargite
Antimônio Total	Epoxiconazol	Protioconazol + ProticonazolDestio
Arsênio Total	Etilbenzeno	Radioatividade Alfa
Atrazina + S-Clorotriazinas (Deetyl-Atrazina - Dea, S-Clorotriazinas (Deetyl-Atrazina - Dea, Deisopropil Atrazina - Dia e Diaminoclorotriazina -Dact)	Ferro Total	Radioatividade Beta
Bário Total	Fipronil	Selênio Total
Benzeno	Flutriafol	Simazina
Benzo(a)pireno	g-Clordano	Somatória de Nitrato e Nitrito
Cádmio Total	g-HCH	Tebuconazol
Carbendazim	Glifosato + AMPA	Terbufós
Carbofurano	Hidroxi-Atrazina	Tetracloreto de carbono
Chumbo Total	Malationa	Tetracloroeteno
Cianeto	Mancozebe + ETU	Tiametoxam
Ciproconazol	Mercúrio Total	Tiodicarb
Clorobenzeno	Metamidofós + Acefato	Tolueno
Clorotalonil	Metolacloro	Tricloroeteno
Clorpirifós + Clorpirifós-oxon	Metribuzim	Trifluralina
Cobre Total	Molinato	Urânio Total
Cromo Total	Níquel Total	Xilenos

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG

CAPÍTULO 2

Parâmetro Microbiológico

A avaliação dos parâmetros microbiológicos têm um papel muito importante na análise da qualidade da água para consumo humano, tendo em vista a elevada quantidade e diversidade de microrganismos patogênicos, em geral de origem fecal, que podem estar presentes na água.

Em função da extrema dificuldade, até mesmo impossibilidade, de avaliar a presença de todos os microrganismos de importância à saúde na água, a técnica utilizada é a verificação da presença dos microrganismos indicadores.

As bactérias do grupo coliforme ainda são consideradas os melhores indicadores da qualidade microbiológica da água para consumo humano. Por este motivo, os padrões e critérios de potabilidade normalmente se referem à qualidade bacteriológica da água, sendo complementada pelos parâmetros físico-químicos de turbidez e cloro residual, com toda sua conotação sanitária. Os indicadores considerados mais precisos da qualidade da água para consumo humano é *Escherichia coli*, seguido, com algumas ressalvas, dos coliformes termotolerantes. Ambos não devem estar presentes na água. O termo coliformes fecais deve ser evitado e substituído pelo termo correto: coliformes termotolerantes.

Em se tratando de coliformes totais, estes não são indicadores adequados da qualidade sanitária de água bruta, mas sim da qualidade bacteriológica da água tratada, sendo que a simples presença de coliformes totais no sistema de distribuição já é indicativo de alerta para tomada de medidas corretivas.

Parâmetro Físico-Químico

A qualidade física, consiste na identificação de parâmetros que representem, de forma indireta, a concentração de sólidos em suspensão ou dissolvidos presentes na água. Os parâmetros físicos revelam a qualidade estética da água, cuja importância sanitária reside no entendimento de que, águas com inadequado padrão estético, ainda que microbiologicamente seguras, podem induzir os consumidores a consumirem de fontes menos seguras, mas com aspecto mais agradável. Por outro lado, águas com elevada concentração de sólidos comprometem a eficácia da desinfecção, ou seja, casos assim podem se mostrar associados à presença de microrganismos. Assim, a turbidez em qualquer parte do sistema é um indicador indireto de natureza sanitária e não meramente estética.

Quando se trata da qualidade química da água, esta é aferida pela identificação do componente químico na água, por meio de métodos laboratoriais específicos. Estes componentes não devem estar presentes na água em concentrações acima das determinadas em estudos epidemiológicos e toxicológicos. As concentrações máximas toleráveis ou permitidas significam que a substância, se ingerida por indivíduo com mediana condição física, em certa quantidade diária, durante determinado período de vida, adicionada à exposição esperada da mesma substância por outros meios (alimentos, ar, etc.), submete o indivíduo a risco inaceitável de acometimento por enfermidade crônica resultante. As substâncias químicas inorgânicas, como metais pesados, e orgânicas, como os solventes, são dois grupos importantes de substâncias químicas devido aos seus efeitos específicos sobre a saúde humana.

CAPÍTULO 2

Substâncias químicas que representam risco à saúde

De forma geral, substâncias químicas estão presentes no meio natural, mas diversos fatores, como a contaminação do solo e da água, podem levar à alteração da concentração dessas substâncias.

São consideradas substâncias químicas que representam risco à saúde aquelas que podem causar comprometimento, perigo potencial e agravos à saúde. Em concentrações elevadas e em longos períodos de exposição, essas substâncias podem trazer malefícios, como comprometimento da pressão arterial, distúrbios neurológicos, doenças vasculares, pulmonares e renais.

A água destinada ao consumo humano deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco à saúde, expresso na Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde (alterada pela Portaria GM/MS nº 888/2021).

Importante esclarecer que, nem sempre uma população que consumir água fora dos parâmetros de potabilidade terá algum tipo de doença ou agravos. Isso se dá porque o efeito tóxico não depende apenas da concentração da substância na água, mas da frequência e da duração da exposição, bem como das propriedades da própria substância e da exposição simultânea a outras substâncias químicas.

Deve-se considerar sempre a magnitude, frequência e duração da exposição, bem como o tipo de população exposta. Portanto, a não-conformidade de uma substância em relação a seu parâmetro de potabilidade não pode e não deve ser analisada isoladamente, devendo-se realizar uma análise mais abrangente do problema, de modo a garantir a proteção da saúde da população no que se refere à água para consumo humano.

Para que ocorra efeitos agudos, é necessário que haja exposição a elevadas doses da substância em curto espaço de tempo. Por outro lado, a exposição a doses baixas da mesma substância por períodos longos pode ocasionar efeitos crônicos na população.

PANORAMA GERAL

Nos Quadros 5 e 6 a seguir, são apresentados, para água bruta e tratada, o número de pontos monitorados em cada município, suas respectivas Unidades Regionais de Saúde e o número de coletas realizadas nesses pontos.

O Quadro 5 oferece uma visão geral dos 92 pontos de monitoramento da qualidade da água bruta. É importante destacar que, a pedido dos municípios ou por impossibilidade de coletar água, alguns pontos de coleta foram desativados ao longo do processo de monitoramento. Consequentemente, o número total de amostras coletadas refere-se apenas aos pontos que continuam sendo monitorados pela SES/MG.

CAPÍTULO 2

QUADRO 5: Pontos monitorados para água bruta por município e coletas realizadas.

URS	Município	Pontos monitorados	Total de coletas realizadas entre 2019 a 2023
Belo Horizonte	Betim	7	470
	Brumadinho	7	636
	Esmeraldas	9	718
	Florestal	5	435
	Juatuba	5	547
	Mário Campos	5	317
	São Joaquim de Bicas	8	520
Divinópolis	Pará de Minas	6	506
	São José da Varginha	8	816
Sete Lagoas	Curvelo	5	497
	Felixlândia	5	498
	Morada Nova de Minas	5	586
	Papagaios	5	599
	Paraopeba	3	182
	Pompéu	3	248
	Três Marias	6	628

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Já o Quadro 6 apresenta um panorama geral do monitoramento dos 37 pontos onde os sistemas de tratamento foram instalados e estão em operação. Portanto, o monitoramento da qualidade da água tratada para consumo humano ocorre, atualmente, em um número menor de municípios e de pontos em comparação com o monitoramento da água bruta.

QUADRO 6: Pontos monitorados com instalação de sistema de tratamento por município e coletas realizadas.

URS	Município	Pontos monitorados	Coletas realizadas entre 2022 a 2024
Belo Horizonte	Esmeraldas	3	16
	Florestal	3	21
	Juatuba	2	8
	Mário Campos	2	8
Divinópolis	Pará de Minas	3	33
	São José da Varginha	5	61
Sete Lagoas	Curvelo	2	12
	Felixlândia	3	56
	Morada Nova de Minas	2	22
	Papagaios	3	16
	Paraopeba	1	8
	Pompéu	2	23
	Três Marias	6	73

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 3

Sistema de Tratamento de Água para Consumo Humano

Conforme estabelecido na cláusula 4.3 do Acordo de Reparação Integral, assinado pela Vale em fevereiro de 2021, como uma medida de reparação ao rompimento da barragem, segue em andamento a instalação de sistemas de tratamento em soluções alternativas coletivas (SACs) e soluções alternativas individuais (SAIs), localizadas na faixa de restrição de uso da água das margens do Rio Paraopeba, nos municípios à jusante do ponto de confluência entre o ribeirão Ferro-Carvão e o Rio Paraopeba, em Brumadinho/MG, até o município de Três Marias/MG.

CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

São considerados elegíveis ao recebimento dos sistemas de tratamento da água para consumo humano, os pontos que se enquadrem nos seguintes quesitos:

1. Não ser atendidos por sistema público de abastecimento;
2. Possuir viabilidade técnica*; e
3. Aqueles que não sejam objeto de recusa pelo superfíciário.

* São considerados como tecnicamente inviáveis os pontos de captação que não possuam vazão suficiente, não estejam devidamente equipados pelo superfíciário para a operação, já atendam aos parâmetros de potabilidade previstos na legislação ou não possuam fornecimento de energia elétrica regular.

TECNOLOGIAS DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO

A seleção das tecnologias de tratamento da água subterrânea se deu através de estudos realizados pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, que, por sua vez, tomou como base os resultados do Monitoramento da Qualidade da Água Bruta para Consumo Humano realizado pela SES/MG. Sendo assim, as tecnologias são específicas para o tratamento de cada ponto e têm por objetivo adequar as características da água bruta às normas de potabilidade definidas pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde (alterada pela Portaria GM/MS nº 888/2021), corrigindo os parâmetros não conformes, trabalhando na remoção de substâncias potencialmente prejudiciais à saúde da população, como metais pesados e bactérias.

O mecanismo de tratamento utilizado pelos sistemas selecionados consiste em processos físicos e químicos, ou ainda, na combinação destes, tais como bombas dosadoras de cloro e de correção do pH, filtros de zeólita e filtros contendo carvão ativado. Em alguns pontos, verificou-se a necessidade de instalação de reservatórios ou misturadores hidráulicos que atuam na pré-oxidação de compostos, aumentando a eficiência dos filtros de zeólita e/ou carvão ativado. Desta forma, quanto mais próxima a água bruta dos padrões de potabilidade, mais simples serão os sistemas de tratamento necessários para adequá-la.

Bombas dosadoras de cloro e correção de pH - Desinfecção

Para casos em que na análise da água bruta foram identificadas apenas inconformidades nos parâmetros microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*) e alterações de pH, optou-se pela instalação de bomba dosadora com capacidade de desinfecção, por meio de doses preestabelecidas de hipoclorito de sódio, além de fazer a correção do pH.

A bomba dosadora não apresenta operação complexa e deve ser instalada em local próximo ao ponto de captação da água. Tem como sanitizante mais usado o hipoclorito de sódio, por ser altamente bactericida e possuir ação oxidante sobre os microrganismos, promovendo assim, a desinfecção sem oferecer efeitos nocivos à saúde, quando utilizado nas dosagens adequadas.

Filtro de Zeólita + Bombas dosadoras de cloro e correção de pH - Remoção de metais e turbidez por filtração

Nos pontos em que foram identificadas alterações nos parâmetros físico-químicos, metais e matéria orgânica, além de não conformidades nos parâmetros microbiológicos, optou-se pela instalação em conjunto dos filtros de zeólita e de bombas dosadoras de cloro e pH próximas ao ponto de captação de água, a fim de aumentar a eficiência do filtro. Os filtros contendo zeólita como meio filtrante são reconhecidamente eficientes na contenção de metais pesados graças a suas características de porosidade, podendo atuar na retenção de ferro, manganês, mercúrio, zinco, cobre, cádmio, níquel, entre outros. A zeólita é também uma importante ferramenta na correção de parâmetros não conformes de turbidez e cor aparente da água.

Filtros contendo carvão ativado + filtros de Zeólita + Bombas dosadoras de cloro e correção de pH - Remoção de metais, e turbidez por filtração e compostos orgânicos

A fim de garantir maior eficiência no tratamento, em alguns casos foram instalados filtros de carvão ativado, material altamente poroso, que possui uma área superficial extremamente elevada para a adsorção de alguns contaminantes, principalmente os compostos orgânicos. Atua ainda de forma complementar ao processo de filtração pela zeólita na retenção de alumínio e de pequenas quantidades de outros metais, como ferro e zinco.

A principal característica desses filtros é possuir uma elevada eficiência na remoção de sólidos suspensos, correção de cor, sabor e odor. Os filtros de carvão ativado associados aos filtros de zeólita e bombas dosadoras de cloro e correção de pH são instalados próximos ao ponto de captação de água aumentando a eficiência e vida útil do sistema de tratamento.

Todas as tecnologias selecionadas para a realização do tratamento da água são automatizadas, ou seja, suas dosagens são preestabelecidas e o sistema de retrolavagem é programado. Deste modo, o operador deve apenas iniciar o processo que liga a bomba responsável pela captação de água no manancial, o restante do processo é feito de maneira automática.

INSTALAÇÃO, VALIDAÇÃO E LIBERAÇÃO DOS SISTEMAS DE TRATAMENTO

A SES/MG acompanha a instalação do sistema de tratamento que ocorre em 6 (seis) etapas, as quais consistem na análise da qualidade da água bruta, seleção do sistema de tratamento, instalação, validação da tecnologia, vistoria técnica e, por fim, liberação por parte do município para início das operações.

Após a instalação dos sistemas de tratamento, é realizada a etapa de verificação da eficiência dos filtros instalados, composta por, no mínimo, 3 (três) coletas de validação. Em 3 (três) coletas consecutivas, a qualidade da água tratada deverá atender aos parâmetros do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 (alterada pela Portaria GM/MS nº 888/2021). Caso sejam observadas inconformidades em alguma das coletas de validação, o sistema deverá ser readequado e nova sequência de coletas deverá ser realizada, até que se obtenha 3 (três) coletas consecutivas em conformidade com a legislação. Desta forma, a etapa de Validação tem por objetivo verificar a escolha dos sistemas de tratamento instalados nos pontos monitorados pela SES/MG, avaliando a sua performance.

Validado o sistema de tratamento, será realizada a vistoria técnica e emissão do Relatório de Vistoria Técnica das fontes alternativas individuais e coletivas, de acordo com o recomendado na Nota Técnica nº 6/ SES/SUBVS-SVS/2022, emitida pela SES/MG. Seguindo as recomendações da nota, o município irá avaliar a fonte de água, instalações e equipamentos, bem como as condições e procedimentos de operação e manutenção das formas de abastecimento de água. Essa avaliação busca verificar a suficiência de todos estes componentes na produção e fornecimento de água para consumo humano sob condições seguras, para liberação de uso do sistema de tratamento.

A empresa Vale S.A. deve arcar com os custos não só da tecnologia selecionada, mas também com os custos das obras civis dos abrigos, que têm por objetivo proteger as tecnologias instaladas, o fornecimento de materiais e serviços de manutenção dos sistemas, como reposição dos meios filtrantes e produtos químicos, além de monitorar semanalmente *in situ* parâmetros como cloro, turbidez e pH, e realizando os ajustes necessários na dosagem dos produtos.

O Quadro 7 apresenta o status da instalação dos Sistemas de Tratamento da Água para Consumo Humano, referente aos pontos monitorados pela SES/MG.

CAPÍTULO 3

Quadro 7: Panorama geral do status da instalação dos sistemas de tratamento de água para consumo humano nos pontos monitorados pela SES/MG.

URS	Município	Pontos	Status da instalação do filtro
Belo Horizonte	Betim	BET001	Não elegível
		BET002	Não elegível
		BET003	Não elegível
		BET004	Não elegível
		BET005	Não elegível
		BET006	Não elegível
		BET007	Atendimento descontinuado
	Brumadinho	BRU001	Não elegível
		BRU003	Não elegível
		BRU007	Não elegível
		BRU008	Não elegível
		BRU013	Não elegível
		BRU014	Não elegível
		BRU019	Não elegível
	Esmeraldas	ESM003	Em operação
		ESM004	Atendimento descontinuado
		ESM006	Atendimento paralisado
		ESM007	Em operação
		ESM008	Não aceitou instalação
		ESM009	Em operação
		ESM010	Atendimento descontinuado
		ESM011	Não aceitou instalação
		ESM012	Atendimento paralisado

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 3

Quadro 7: Panorama geral do status da instalação dos sistemas de tratamento de água para consumo humano nos pontos monitorados pela SES/MG.

URS	Município	Pontos	Status da instalação do filtro
Belo Horizonte	Florestal	FLO002	Em andamento
		FLO003	Em operação
		FLO004	Em operação
		FLO006	Em operação
		FLO007	Não aceitou instalação
	Juatuba	JUA001	Em andamento
		JUA002	Em andamento
		JUA003	Em operação
		JUA004	Em andamento
		JUA005	Em operação
	Mário Campos	MCA002	Não elegível
		MCA006	Não aceitou instalação
		MCA007	Atendimento paralisado
		MCA008	Em operação
		MCA010	Não elegível
	São Joaquim de Bicas	SJB002	Atendimento paralisado
		SJB003	Atendimento paralisado
		SJB004	Atendimento paralisado
		SJB006	Não elegível
		SJB007	Atendimento descontinuado
		SJB008	Atendimento descontinuado
		SJB010	Atendimento paralisado
		SJB011	Atendimento descontinuado

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 3

Quadro 7: Panorama geral do status da instalação dos sistemas de tratamento de água para consumo humano nos pontos monitorados pela SES/MG.

URS	Município	Pontos	Status da instalação do filtro
Divinópolis	Pará de Minas	PMI013	Em operação
		PMI014	Em operação
		PMI015	Atendimento descontinuado
		PMI016	Atendimento descontinuado
		PMI017	Em operação
		PMI018	Em operação
	São José da Varginha	SJV001	Em operação
		SJV008	Em andamento
		SJV009	Em operação
		SJV010	Atendimento paralisado
		SJV011	Atendimento descontinuado
		SJV012	Em operação
Sete Lagoas	Curvelo	SJV014	Em operação
		SJV016	Em operação
		CUR001	Em operação
		CUR002	Atendimento paralisado
		CUR003	Atendimento descontinuado
	Felixlândia	CUR004	Em operação
		CUR005	Em operação
		FEL002	Em operação
		FEL003	Em operação
		FEL004	Atendimento descontinuado
		FEL005	Em operação
		FEL006	Atendimento descontinuado

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 3

Quadro 7: Panorama geral do status da instalação dos sistemas de tratamento de água para consumo humano nos pontos monitorados pela SES/MG.

URS	Município	Pontos	Status da instalação do filtro
Sete Lagoas	Morada Nova de Minas	MNM001	Em operação
		MNM002	Em andamento
		MNM003	Não aceitou instalação
		MNM004	Em andamento
		MNM005	Em operação
	Papagaios	PAP001	Em andamento
		PAP002	Atendimento descontinuado
		PAP003	Atendimento descontinuado
		PAP004	Em operação
		PAP005	Em operação
	Paraopeba	PAR001	Atendimento descontinuado
		PAR002	Atendimento descontinuado
		PAR004	Em operação
	Pompéu	POM002	Em andamento
		POM003	Em andamento
		POM004	Em andamento
	Três Marias	TMA001	Em operação
		TMA002	Em operação
		TMA003	Em operação
		TMA004	Em operação
		TMA005	Em operação
		TMA006	Em operação

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 4

Resultados do Monitoramento de Água Bruta

Conforme mencionado anteriormente, o Programa de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano na Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba abrange 16 (dezesseis) municípios, totalizando 92 (noventa e dois) pontos de monitoramento e 8.203 coletas, realizadas no período de 2019 a 2023.

Ao longo de 2023, foram coletadas e analisadas 1.480 amostras de água bruta, com a emissão de laudos contendo informações referentes aos 18 (dezoito) parâmetros analisados, conforme estabelecido no Termo de Ajuste de Conduta firmado entre a União e a Vale S.A.

No ano de 2023, ao consolidar as informações de todos os pontos monitorados na Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba, observa-se que a maioria das inconformidades identificadas, em termos de frequência, está associada aos parâmetros microbiológicos. Em 71,15% das amostras, foi constatada violação para coliformes totais, enquanto 30,00% apresentaram violação para *E. coli*. Essa categoria de inconformidade é esperada em água bruta e, frequentemente, está relacionada às condições construtivas dos poços e ao saneamento local.

Quanto às inconformidades nos parâmetros físico-químicos, ocorreram nas seguintes frequências: alumínio (10,95%), cor aparente (7,70%), ferro total (20,20%), manganês total (11,55%) e turbidez (13,58%). Não houve nenhuma amostra que violasse o valor máximo permitido para zinco total. Em relação às substâncias químicas que representam risco à saúde, foram encontradas inconformidades nos parâmetros: arsênio (0,54%), bário (2,91%) e chumbo (1,42%). Para os demais parâmetros (antimônio, cádmio total, cobre total, cromo total, mercúrio total, níquel total e selênio total), não foi observada nenhuma violação no ano de 2023.

Vale ressaltar que a utilização da água bruta desses pontos para qualquer finalidade não é recomendada. Assim, este monitoramento é conduzido com o propósito de acompanhar o histórico da qualidade da água bruta, identificar tendências e fornecer informações para intervenções e melhorias futuras, de forma a mitigar e (ou) eliminar fatores de risco relacionados à água para consumo humano.

A seguir, a ordem dos resultados das análises de água bruta estão organizadas por Unidades Regionais de Saúde e por municípios, em ordem alfabética.

UNIDADE REGIONAL DE SAÚDE DE BELO HORIZONTE

Nos municípios vinculados à Unidade Regional de Saúde (URS) de Belo Horizonte, sete localidades participam do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano, com o objetivo de identificar possíveis impactos nas fontes de abastecimento de água em decorrência do rompimento. Essas cidades incluem Betim, Brumadinho, Esmeraldas, Florestal, Juatuba, Mário Campos e São Joaquim de Bicas, totalizando a análise de 3.277 amostras em 42 (quarenta e dois) pontos ao longo do período de monitoramento.

Durante os cinco anos, foram identificadas não conformidades em diversos parâmetros, abrangendo aspectos microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez), além de substâncias químicas que representam risco à saúde (antimônio, bário, chumbo e cromo).

CAPÍTULO 4

O Quadro 8 oferece uma síntese consolidada dos resultados obtidos para a URS Belo Horizonte.

Quadro 8: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado na URS Belo Horizonte.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	724	92,58	749	93,51	691	94,27	431	94,73	438	86,56
	Escherichia coli	425	54,35	438	54,68	323	44,07	160	35,16	207	40,91
Físico-químicos	Alumínio	55	7,03	102	12,73	89	12,14	60	13,19	44	8,70
	Cor Aparente	83	10,61	82	10,24	93	12,69	40	8,79	20	3,95
	Ferro Total	144	18,41	136	16,98	112	15,28	69	15,16	109	21,54
	Manganês Total	82	10,49	101	12,61	104	14,19	45	9,89	74	14,62
	Turbidez	193	24,68	217	27,09	200	27,29	97	21,32	71	14,03
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	2	0,25	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bário	12	1,53	17	2,12	26	3,55	11	2,42	37	7,31
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	2	0,26	1	0,12	3	0,41	2	0,44	6	1,19
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	1	0,12	0	0	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		782	-	801	-	733	-	455	-	506	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Durante o ano de 2023, foram coletadas e analisadas 506 amostras, proporcionando uma compreensão da condição da qualidade da água nessas localidades.

Ao explorar a análise das inconformidades identificadas em 2023, observou-se a persistência de algumas inconformidades já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 86,56% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 40,91% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro zinco total não apresentou inconformidades, enquanto os demais apresentaram violações nos seguintes parâmetros: ferro total com 21,54%, manganês total com 14,62%, turbidez com 14,03%, alumínio com 8,70% e cor aparente com 3,95%. Para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde, apenas dois parâmetros apresentaram violações, bário com 7,31% e chumbo total com 1,19%.

BETIM

O município de Betim possui sete pontos de monitoramento, identificados como BET001, BET002, BET003, BET004, BET005, BET006 e BET007. Ao longo dos cinco anos de monitoramento, um total de 470 amostras foram analisadas e tiveram laudos publicados. Em relação ao número de coletas, estas foram se alterando e diminuindo ao longo do monitoramento, devido a alguns fatores, como a impossibilidade de acessar o ponto de coleta, a ausência de moradores na área e a descontinuidade na realização de coletas pelo município no segundo semestre de 2023.

A compilação dos resultados do monitoramento é apresentada no Quadro 9.

Quadro 9: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Betim.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	133	99,25	132	99,25	119	99,17	68	98,55	14	100
	Escherichia coli	86	64,18	89	66,92	62	51,67	26	37,68	6	42,85
Físico-químicos	Alumínio	15	11,19	14	10,53	17	14,17	33	47,83	4	28,57
	Cor Aparente	13	9,7	7	5,26	16	13,33	18	26,09	0	0,00
	Ferro Total	13	9,7	12	9,02	21	17,5	20	28,99	3	21,42
	Manganês Total	13	9,7	13	9,77	26	21,67	17	24,64	1	7,14
	Turbidez	27	20,15	28	21,05	43	35,83	32	46,38	1	7,14
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	1	0,74	0	0	0	0	1	1,44	0	0
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		134	-	133	-	120	-	69	-	14	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades nos seguintes grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez) e substâncias químicas que representam risco à saúde (chumbo).

Nas análises feitas nas 14 (quatorze) coletas realizadas em 2023, é possível observar a manutenção de algumas inconformidades já encontradas anteriormente. No grupo microbiológico, 100% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 42,85% apresentaram in-

CAPÍTULO 4

conformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, os parâmetros cor aparente e zinco total não apresentaram inconformidades, enquanto os demais apresentaram as seguintes violações: alumínio com 28,57%, ferro total com 21,42%, manganês total e turbidez com 7,14%. Nenhuma amostra apresentou violação para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde.

No que se refere à instalação dos sistemas de tratamento nos pontos vinculados ao PMQACH em Betim, nenhum deles foi considerado elegível. Isso se deve ao fato de que todos os pontos analisados não atenderam aos critérios previamente estabelecidos para a instalação desses sistemas.

BRUMADINHO

O município de Brumadinho possui 7 (sete) pontos monitorados, 3 (três) deles (BRU001, BRU003 e BRU007) pela Mérieux NutriSciences e 4 (BRU008, BRU013, BRU014 e BRU019) pela Fundação Ezequiel Dias (Funed). Ao longo dos cinco anos de monitoramento, um total de 636 amostras, 292 realizadas pelo laboratório do Mérieux NutriSciences e 344 pela FUNED, foram analisadas e tiveram laudos publicados.

A compilação dos resultados do monitoramento apresentados no Quadro 10 referem-se apenas às amostras analisadas pelo laboratório Mérieux NutriSciences. Os resultados dos monitoramentos realizados pela Funed estão disponíveis no Boletim Informativo da Qualidade da Água para Consumo Humano, publicado em 2023 (ver seção de Parâmetros Monitorados em Água Bruta no capítulo 2).

Quadro 10: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado pelo laboratório Mérieux NutriSciences no município de Brumadinho.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	33	91,67	31	79,49	61	78,21	51	79,69	61	81,33
	<i>Escherichia coli</i>	7	19,44	11	28,21	26	33,33	22	34,38	28	37,33
Físico-químicos	Alumínio	2	5,56	3	7,69	2	2,56	0	0	4	5,33
	Cor Aparente	5	13,89	8	20,51	12	15,38	8	12,5	0	0
	Ferro Total	7	19,44	12	30,77	17	21,79	15	23,44	30	40,00
	Manganês Total	2	5,56	1	2,56	0	0	1	1,56	21	28,00
	Turbidez	5	13,89	7	17,95	14	17,95	10	15,63	7	9,33
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bário	0	0	2	5,13	11	14,1	5	7,81	21	28
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	0	0	0	0	2	2,56	0	0	1	1,33
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		36	-	39	-	78	-	64	-	75	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 4

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades nos seguintes grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez) e substâncias químicas que representam risco à saúde (bário e chumbo).

Nas 75 (setenta e cinco) coletas feitas e analisadas pelo laboratório Mérieux NutriSciences em 2023, é possível observar a manutenção de algumas inconformidades já encontradas anteriormente. No grupo microbiológico, 82,43% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 37,83% apresentaram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, os parâmetros cor aparente e zinco total não apresentaram inconformidades, enquanto os demais apresentaram as seguintes violações: ferro total com 40,54%, manganês total com 27,02%, turbidez com 9,45% e alumínio com 5,4%. Para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde, dois parâmetros apresentaram violações, bário com 27,02% e chumbo com 1,35%, os demais parâmetros apresentaram conformidades.

Quanto à implementação dos sistemas de tratamento nos pontos vinculados ao PMQACH em Brumadinho, nenhum deles foi considerado elegível. Isso decorre do fato de que os pontos não satisfizeram os critérios previamente estabelecidos para a instalação desses sistemas.

CAPÍTULO 4

ESMERALDAS

O município de Esmeraldas conta com nove pontos de monitoramento, identificados como ESM003, ESM004, ESM006, ESM007, ESM008, ESM009, ESM010, ESM011 e ESM012. Ao longo dos últimos cinco anos de monitoramento, um total de 718 amostras foram analisadas e tiveram seus laudos divulgados. No que diz respeito ao número de coletas, houve variações ao longo do período de monitoramento, devido a diferentes fatores, como dificuldades de acesso ao ponto de coleta, secagem do poço ou sua intermitência.

Quadro 11: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Esmeraldas.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	178	89,9	161	90,45	153	94,4	77	93,9	89	90,81
	Escherichia coli	100	50,51	89	50	72	44,4	25	30,49	41	41,83
Físico-químicos	Alumínio	11	5,56	33	18,54	22	13,58	4	4,88	7	7,14
	Cor Aparente	27	13,64	36	20,22	27	16,67	7	8,54	0	0
	Ferro Total	57	28,79	58	35,58	32	19,75	15	18,29	21	21,42
	Manganês Total	15	7,58	20	11,24	28	17,28	10	12,2	17	17,34
	Turbidez	76	38,38	81	45,51	71	43,83	22	23,83	12	12,24
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	0	0	1	0,56	0	0	1	1,22	0	0
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	1	0,56	0	0	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		198	-	178	-	162	-	82	-	98	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades em diversos grupos de parâmetros, abrangendo microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez) e substâncias químicas que apresentam risco à saúde (chumbo e cromo).

Ao se analisar as 98 (noventa e oito) coletas realizadas em 2023, observa-se a persistência de algumas inconformidades já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 90,81% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 41,83% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, os parâmetros cor aparente e zinco total não demonstraram inconformidades, enquanto os demais apresentaram as seguintes violações: ferro total com 21,42%, manganês total com 17,34%, turbidez, com 12,42% e alumínio com 7,14%. Nenhuma amostra apresentou violação para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde.

CAPÍTULO 4

Em relação à instalação dos sistemas de tratamento até janeiro de 2024 nos pontos vinculados ao PMQA-CH em Esmeraldas, os pontos ESM003, ESM007 e ESM009 já contam com o sistema em funcionamento. Os pontos ESM006, ESM010 e ESM012 encontram-se com seus processos de instalação paralisados, o ponto ESM004 teve a instalação descontinuada devido à fonte seca ou intermitente, e os pontos ESM008 e ESM011 não aceitaram a instalação do sistema de tratamento, conforme decisão dos proprietários.

FLORESTAL

O município de Florestal possui 5 (cinco) pontos de monitoramento, identificados como FLO002, FLO003, FLO004, FLO006 e FLO007. Ao longo dos últimos cinco anos de monitoramento, um total de 435 amostras foram analisadas e tiveram seus laudos divulgados. No que diz respeito ao número de coletas, houve variações ao longo do período de monitoramento, devido a diferentes fatores, como dificuldades de acesso ao ponto devido a ausência de morador no dia da coleta.

A compilação dos resultados do monitoramento é apresentada no Quadro 12.

Quadro 12: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Florestal.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	70	70,71	87	85,29	83	87,37	46	76,67	45	56,96
	Escherichia coli	17	17,17	31	30,39	23	24,21	14	23,33	19	24,05
Físico-químicos	Alumínio	3	3,03	12	11,76	14	14,74	10	16,67	6	7,59
	Cor Aparente	1	1,01	6	5,88	11	11,58	3	5	5	6,32
	Ferro Total	3	3,03	5	4,9	4	4,21	3	5	4	5,06
	Manganês Total	4	4,04	10	9,8	8	8,42	3	5	2	2,53
	Turbidez	13	13,13	19	18,63	20	21,05	17	28,33	19	24,05
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bário	12	12,12	15	14,71	15	15,79	6	10	16	20,25
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2,53
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		99	-	102	-	95	-	60	-	79	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades em diversos grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez) e substâncias químicas que representam risco à saúde (bário e chumbo).

CAPÍTULO 4

Ao se analisar as 79 (setenta e nove) coletas realizadas em 2023, observa-se a persistência de algumas inconformidades anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 56,96% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 24,05% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro zinco total não apresentou inconformidades, enquanto os demais apresentaram as seguintes violações: turbidez com 24,05%, alumínio com 7,59%, cor aparente com 6,32%, ferro total com 5,06% e manganês total com 2,53%. No grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde, dois parâmetros apresentaram violações: bário com 20,25%, e chumbo com 2,53%, enquanto os demais parâmetros apresentaram conformidades.

Em relação à instalação dos sistemas de tratamento até janeiro de 2024 nos pontos vinculados ao PM-QACH em Florestal, os pontos FLO003, FLO004 e FLO006 já contam com o sistema em funcionamento. O ponto FLO002 está em processo de instalação do sistema, e o ponto FLO007 recusou a instalação do sistema de tratamento, conforme decisão do proprietário.

JUATUBA

O município de Juatuba possui 5 (cinco) pontos de monitoramento, identificados como JUA001, JUA002, JUA003, JUA004 e JUA005. Ao longo dos últimos cinco anos de monitoramento, um total de 547 amostras foram analisadas e tiveram seus laudos divulgados. No que diz respeito ao número de coletas, houve variações ao longo do período de monitoramento, devido a diferentes fatores, como dificuldades de acesso ao ponto devido a ausência de morador no dia da coleta.

A compilação desses resultados é apresentada no Quadro 13.

Quadro 13: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Juatuba.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)	Total	(%)	Total	(%)	Total	(%)	Total	(%)
Micro-biológicos	Coliformes Totais	121	96,8	126	97,67	112	98,25	73	100	106	100
	<i>Escherichia coli</i>	86	68,8	93	72,09	70	61,4	38	52,05	69	65,09
Físico-químicos	Alumínio	3	2,4	19	14,73	15	13,16	4	5,48	16	15,09
	Cor Aparente	15	12	13	10,08	15	13,16	3	4,11	6	5,66
	Ferro Total	38	30,4	27	20,93	26	22,81	3	4,11	38	35,84
	Manganês Total	28	22,4	29	22,48	41	35,96	10	13,7	29	27,35
	Turbidez	35	28	28	21,71	27	23,69	6	8,22	21	19,81
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	0	0	0	0	1	0,88	0	0	0	0
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		125	-	129	-	114	-	73	-	106	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 4

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades nos seguintes grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez) e substâncias químicas que representam risco à saúde (chumbo).

Ao se analisar as 106 coletas realizadas em 2023, observa-se a persistência de algumas inconformidades já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 100% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 65,09% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro zinco total não apresentou inconformidades, enquanto os demais apresentaram as seguintes violações: ferro total com 35,84%, manganês total com 27,35%, turbidez com 19,81%, alumínio com 15,09% e cor aparente com 5,66%. Nenhuma amostra apresentou violação para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde.

Em relação à instalação dos sistemas de tratamento até janeiro de 2024 nos pontos vinculados ao PM-QACH em Juatuba, os pontos JUA003 e JUA005 já estão com o sistema em funcionamento. Os pontos JUA001, JUA002 e JUA004 estão em processo de instalação do sistema, na fase de validação.

CAPÍTULO 4

MÁRIO CAMPOS

O município de Mário Campos possui 5 (cinco) pontos de monitoramento, identificados como MCA002, MCA006, MCA007, MCA008 e MCA010. Ao longo dos últimos cinco anos de monitoramento, um total de 317 amostras foram analisadas e tiveram seus laudos divulgados. No que diz respeito ao número de coletas, houve variações ao longo do período de monitoramento, devido a diferentes fatores, como dificuldades de acesso ao ponto devido a ausência de morador no dia da coleta.

A compilação dos resultados do monitoramento é apresentada no Quadro 14.

Quadro 14: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Mário Campos.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	76	100	69	100	73	100	56	98,25	33	78,57
	Escherichia coli	58	76,32	43	62,32	25	34,25	15	26,32	9	21,42
Físico-químicos	Alumínio	13	17,11	12	17,39	13	17,81	7	12,28	5	11,9
	Cor Aparente	19	25	7	10,14	8	10,96	1	1,75	6	14,28
	Ferro Total	20	26,32	10	14,49	6	8,22	11	19,3	8	19,04
	Manganês Total	14	18,42	17	24,64	0	0	0	0	2	4,76
	Turbidez	26	34,21	30	43,48	15	20,55	7	12,28	5	11,9
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	2	2,9	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		76	-	69	-	73	-	57	-	42	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades em diversos grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez) e substâncias químicas que representam risco à saúde (antimônio).

Ao se analisar as 42 (quarenta e duas) coletas realizadas em 2023, observa-se a persistência de algumas inconformidades já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 78,57% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 21,42% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro zinco total não apresentou inconformidades, enquanto os demais apresentaram as seguintes violações: ferro total com 19,04%, cor aparente com 14,28%, turbidez e alumínio com 11,9%, e manganês total com 4,76%. Nenhuma amostra apresentou violação para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde.

CAPÍTULO 4

Em relação à instalação dos sistemas de tratamento até janeiro de 2024 nos pontos vinculados ao PM-QACH em Mário Campos, os pontos MCA007 e MCA008 já estão com o sistema em funcionamento. O ponto MCA006 recusou a instalação do sistema de tratamento, de acordo com a decisão do proprietário. Os pontos MCA002 e MCA010 não cumpriram os critérios de elegibilidade para a instalação do sistema de tratamento.

SÃO JOAQUIM DE BICAS

O município de São Joaquim de Bicas possui 8 (oito) pontos de monitoramento, identificados como SJB002, SJB003, SJB004, SJB006, SJB007, SJB008, SJB010 e SJB0110. Ao longo dos últimos cinco anos de monitoramento, um total de 520 amostras foram analisadas e tiveram seus laudos divulgados. No que diz respeito ao número de coletas, houve variações ao longo do período de monitoramento, devido a diferentes fatores, como dificuldades de acesso ao ponto devido a ausência de morador no dia da coleta.

A compilação dos resultados do monitoramento é apresentada no Quadro 15.

Quadro 15: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de São Joaquim de Bicas.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	113	99,12	143	94,7	90	98,9	60	83,33	90	97,82
	Escherichia coli	71	62,28	82	54,3	45	49,45	20	27,78	35	38,04
Físico-químicos	Alumínio	8	7,02	9	5,96	6	6,59	2	2,78	2	3,02
	Cor Aparente	3	2,63	5	3,31	4	4,4	0	0	3	3,26
	Ferro Total	6	5,26	12	7,95	6	6,59	2	2,78	5	5,43
	Manganês Total	6	5,26	11	7,28	1	1,1	4	5,56	2	3,02
	Turbidez	11	9,65	24	15,89	10	10,99	3	4,14	6	6,52
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	1	0,88	0	0	0	0	1	1,39	3	3,26
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Total de coletas	114	-	151	-	91	-	72	-	92	-

Fonte: Coordenação de Reparação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades em diversos grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez) e substâncias químicas que representam risco à saúde (chumbo).

CAPÍTULO 4

Ao se analisar as 92 (noventa e duas) coletas realizadas em 2023, observa-se a persistência de algumas inconformidades já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 97,82% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 38,04% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro zinco total não apresentou inconformidades, enquanto os demais apresentaram as seguintes violações: turbidez com 6,52%, ferro com 5,43%, cor aparente com 3,26%, manganês total e alumínio, ambos com 6,04%. Para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde, apenas um parâmetro apresentou violações, chumbo com 3,26%.

Em relação à instalação dos sistemas de tratamento até janeiro de 2024 nos pontos vinculados ao PMQA-CH em São Joaquim de Bicas, os pontos SJB002, SJB003, SJB004 e SJB010 encontram-se com seus processos de instalação paralisados. Os pontos SJB007, SJB008 e SJB011 tiveram a instalação descontinuada devido à inviabilidade técnica e à ausência de moradores no local, respectivamente. O ponto SJB006 não atendeu aos critérios de elegibilidade para a instalação do sistema de tratamento.

UNIDADE REGIONAL DE SAÚDE DE DIVINÓPOLIS

Nos municípios vinculados à Unidade Regional de Saúde (URS) de Divinópolis, duas localidades participam do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano, com o objetivo de identificar possíveis impactos nas fontes de abastecimento em decorrência do rompimento. As duas cidades são Pará de Minas e São José da Varginha, totalizando a análise de 1.322 amostras ao longo do período de monitoramento.

Durante os cinco anos, foram identificadas não conformidades em diversos parâmetros, abrangendo aspectos microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*); físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez); substâncias químicas que representam risco à saúde (arsênio, bário, chumbo)

O Quadro 16 oferece uma síntese consolidada dos resultados obtidos para a URS Divinópolis.

Quadro 16: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado na URS Divinópolis.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	164	92,66	270	85,44	241	89,26	238	88,48	226	77,93
	<i>Escherichia coli</i>	79	44,63	159	50,32	101	39,63	89	33,09	85	29,31
Físico-químicos	Alumínio	16	9,04	54	17,09	37	13,7	35	13,01	61	21,03
	Cor Aparente	29	13,38	59	18,67	41	15,19	38	14,13	39	13,44
	Ferro Total	62	35,03	82	25,95	48	17,78	58	21,56	89	30,68
	Manganês Total	26	14,69	41	12,97	21	7,78	17	6,32	31	10,68
	Turbidez	61	34,46	98	31,01	65	24,07	83	30,86	63	21,72
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	2	1,13	4	1,27	0	0	0	0	0	0
	Bário	0	0	12	3,8	5	1,85	6	2,23	6	2,06
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	4	2,26	12	3,8	11	4,07	11	4,09	9	3,1
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		177	-	316	-	270	-	269	-	290	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

O Programa de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano na Regional de Divinópolis realiza o monitoramento da água bruta em 14 (quatorze) pontos, distribuídos nos dois municípios mencionados. Durante o ano de 2023, foram coletadas e analisadas 290 amostras, proporcionando uma compreensão da condição da qualidade da água nessas localidades.

Ao explorar a análise das não conformidades identificadas em 2023, observou-se a persistência de algumas não conformidades já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 77,93% das amostras apresen-

CAPÍTULO 4

taram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 29,31% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro zinco total não apresentou inconformidades, enquanto os demais apresentaram violações nos seguintes parâmetros: ferro total com 30,68%, turbidez com 21,72%, alumínio com 21,03%, cor aparente com 13,44% e manganês total com 10,68%. Para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde, apenas dois parâmetros apresentaram violações, chumbo total com 3,1% e bário com 2,06%.

PARÁ DE MINAS

O município de Pará de Minas possui 6 (seis) pontos de monitoramento, identificados como PMI013, PMI014, PMI015, PMI016, PMI017 e PMI018. Ao longo dos últimos cinco anos de monitoramento, um total de 506 amostras foram analisadas e tiveram seus laudos divulgados. No que diz respeito ao número de coletas, houve variações ao longo do período de monitoramento, devido a diferentes fatores, como dificuldades de acesso ao ponto devido a ausência de morador no dia da coleta.

A compilação dos resultados do monitoramento é apresentada no Quadro 17.

Quadro 17: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Pará de Minas.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	74	93,67	109	87,9	107	96,4	77	81,05	76	78,35
	<i>Escherichia coli</i>	22	27,85	43	34,68	38	34,23	15	15,79	25	25,77
Físico-químicos	Alumínio	11	13,92	25	20,16	22	19,82	17	17,89	14	14,43
	Cor Aparente	20	25,32	30	24,19	18	16,22	13	13,68	14	14,43
	Ferro Total	28	35,44	38	30,65	19	17,12	16	15,84	23	23,71
	Manganês Total	20	25,32	27	21,77	14	12,61	15	15,79	16	16,49
	Turbidez	29	36,71	39	31,45	27	24,32	23	24,21	14	14,43
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	2	2,53	4	3,23	0	0	0	0	0	0
	Bário	0	0	1	0,81	0	0	0	0	0	0
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	4	5,06	12	9,68	10	9,01	10	10,53	9	9,27
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		79	-	124	-	111	-	95	-	97	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades em diversos grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez) e substâncias químicas que representam risco à saúde (arsênio, bário e chumbo).

CAPÍTULO 4

Ao se analisar as 97 (noventa e sete) coletas realizadas em 2023, observa-se a persistência de algumas inconformidades já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 78,35% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 25,77% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro zinco total não apresentou inconformidades, enquanto os demais apresentaram as seguintes violações: ferro total com 23,71%, manganês total com 16,49% e alumínio cor aparente e turbidez ambos com 14,43%. Para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde, apenas um parâmetro apresentou violações, chumbo com 9,27%.

Em relação à instalação dos sistemas de tratamento até janeiro de 2024 nos pontos vinculados ao PM-QACH em Pará de Minas, os pontos PMI013, PMI014, PMI017 e PMI018 estão com o sistema em funcionamento. O ponto PMI015 encontra-se com seu processo de instalação paralisado. O ponto PMI016 teve a instalação descontinuada devido ao local ser atendido pelo PMI017.

SÃO JOSÉ DA VARGINHA

O município de São José da Varginha possui 8 (oito) pontos de monitoramento, identificados como SJV001, SJV008, SJV009, SJV010, SJV011, SJV012, SJV014 e SJV016. Ao longo dos últimos cinco anos de monitoramento, um total de 816 amostras foram analisadas e tiveram seus laudos divulgados. No que diz respeito ao número de coletas, houve variações ao longo do período de monitoramento, devido a diferentes fatores, como dificuldades de acesso ao ponto devido a ausência de morador no dia da coleta.

A compilação dos resultados do monitoramento é apresentada no Quadro 18.

Quadro 18: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de São José da Varginha.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	90	91,84	161	83,85	134	84,28	161	92,53	150	77,72
	<i>Escherichia coli</i>	57	58,16	116	60,42	69	43,4	74	42,53	60	31,08
Físico-químicos	Alumínio	5	5,1	29	15,1	15	9,43	18	10,34	47	24,35
	Cor Aparente	9	9,18	29	15,1	23	14,47	25	14,37	25	12,95
	Ferro Total	34	34,69	44	22,92	29	18,24	42	24,14	66	34,19
	Manganês Total	6	6,12	14	7,29	7	4,4	2	1,15	15	7,77
	Turbidez	32	32,65	59	30,73	38	23,9	60	34,48	49	25,38
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bário	0	0	11	5,73	5	3,14	6	3,45	6	3,10
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	0	0	0	0	1	0,63	1	0,57	0	0
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		98	-	192	-	159	-	174	-	193	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 4

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades em diversos grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez) e substâncias químicas que representam risco à saúde (bário e chumbo).

Ao se analisar as 193 coletas realizadas em 2023, observa-se a persistência de algumas inconformidades já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 77,72% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 31,08% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro zinco total não apresentou inconformidades, enquanto os demais apresentaram as seguintes violações: ferro total com 34,19%, turbidez 25,38%, alumínio com 24,35%, cor aparente 12,95% e manganês total 7,77%. Para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde, apenas um parâmetro apresentou violações, bário com 3,10%.

Em relação à instalação dos sistemas de tratamento até janeiro de 2024 nos pontos vinculados ao PMQA-CH em São José da Varginha, os pontos SJV001, SJV009, SJV012, SJV014 e SJV016 estão com o sistema em funcionamento. O sistema do ponto SJV008 encontra-se em processo de instalação, enquanto o ponto SJV010 teve seu processo de instalação paralisado. O ponto SJV011 teve a instalação descontinuada devido à inviabilidade técnica.

CAPÍTULO 4

UNIDADE REGIONAL DE SAÚDE DE SETE LAGOAS

Nos municípios vinculados à Unidade Regional de Saúde (URS) de Sete Lagoas, sete localidades participam do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano, com o objetivo de identificar possíveis impactos nas fontes de abastecimento em decorrência do rompimento. Essas cidades incluem Curvelo, Felixlândia, Morada Nova de Minas, Papagaio, Paraopeba, Pompéu e Três Marias, totalizando a análise de 3.248 amostras ao longo do período de monitoramento.

Durante os cinco anos, foram identificadas não conformidades em diversos parâmetros, abrangendo aspectos microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*); físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez); substâncias químicas que representam risco à saúde (antimônio, arsênio, bário, chumbo, cromo mercúrio e níquel).

O Quadro 19 oferece uma síntese consolidada dos resultados obtidos para a URS Divinópolis.

Quadro 19 : Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado da URS Sete Lagoas.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	498	80,19	566	82,99	536	81,58	473	78,31	389	56,87
	<i>Escherichia coli</i>	233	37,52	287	42,08	279	42,47	177	29,3	152	22,22
Físico-químicos	Alumínio	49	7,89	60	8,8	77	11,72	43	7,12	57	8,33
	Cor Aparente	94	15,14	122	17,89	131	19,94	53	8,77	55	8,04
	Ferro Total	166	26,73	166	24,34	126	19,18	108	17,88	101	14,77
	Manganês Total	157	25,28	142	20,82	97	14,76	70	11,59	66	9,65
	Turbidez	167	26,89	196	28,74	186	28,31	128	21,19	67	9,80
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	5	0,81	2	0,29	0	0	5	0,83	0	0
	Arsênio	3	0,48	2	0,29	7	1,07	13	2,15	8	1,17
	Bário	0	0	0	0	0	0	1	0,17	0	0
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	9	1,45	4	0,59	24	3,65	1	0,17	6	0,88
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	2	0,3	1	0,17	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	1	0,17	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	1	0,17	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		621	-	682	-	657	-	604	-	684	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

O Programa de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano na Regional de Divinópolis realiza o monitoramento da água bruta em 32 (trinta e dois) pontos, distribuídos nos sete municípios mencionados. Durante o ano de 2023, foram coletadas e analisadas 684 amostras, proporcionando uma compreensão da condição da qualidade da água nessas localidades.

Ao explorar a análise das inconformidades identificadas em 2023, observou-se a persistência de algumas inconformidades já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 56,87% das amostras apre-

CAPÍTULO 4

sentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 22,22% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro zinco total não apresentou inconformidades, enquanto os demais apresentaram violações nos seguintes parâmetros: ferro total com 14,77%, turbidez com 9,80%, manganês total com 9,65%, alumínio com 8,33% e cor aparente com 8,04%. Para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde, apenas dois parâmetros apresentaram violações, arsênio com 1,17% e chumbo total com 0,88%.

CURVELO

O município de Curvelo possui 5 (cinco) pontos de monitoramento, identificados como CUR001, CUR002, CUR003, CUR004 e CUR005. Ao longo dos últimos cinco anos de monitoramento, um total de 497 amostras foram analisadas e tiveram seus laudos divulgados. No que diz respeito ao número de coletas, houve variações ao longo do período de monitoramento, devido a diferentes fatores, como dificuldades de acesso ao ponto devido a ausência de morador no dia da coleta.

A compilação dos resultados do monitoramento é apresentada no Quadro 20.

Quadro 20: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Curvelo.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	75	78,95	66	73,33	84	78,5	67	69,07	76	70,37
	<i>Escherichia coli</i>	35	36,84	37	41,11	51	47,66	43	44,33	45	41,67
Físico-químicos	Alumínio	6	6,32	6	6,67	10	9,35	4	4,12	14	12,96
	Cor Aparente	16	16,84	13	14,44	17	15,89	6	6,19	12	11,11
	Ferro Total	32	33,68	29	32,22	23	21,5	12	12,37	26	24,07
	Manganês Total	12	12,63	20	22,22	28	26,17	11	11,34	20	18,52
	Turbidez	21	22,11	22	24,44	26	24,3	14	14,43	14	12,96
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	Arsênio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	Bário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	Chumbo Total	0	0	2	2,22	0	0	0	0	2	1,85
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	Cromo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Total de coletas		95	-	90	-	107	-	97	-	108	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades em diversos grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez) e substâncias químicas que representam risco à saúde (chumbo).

Ao se analisar as 108 coletas realizadas em 2023, observou-se a persistência de algumas inconformidades

CAPÍTULO 4

já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 70,37% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 41,67% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro zinco total não apresentou inconformidades, enquanto os demais apresentaram violações nos seguintes parâmetros: ferro total com 24,07%, manganês total com 18,52%, turbidez e alumínio com 12,96% e cor aparente com 11,11%. Para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde, apenas um parâmetro apresentou violações, chumbo total com 1,85%.

Em relação à instalação dos sistemas de tratamento até janeiro de 2024 nos pontos vinculados ao PMQACH em Curvelo, os pontos CUR001, CUR004 e CUR005 estão com o sistema em funcionamento. O ponto CUR002 estava em operação, no entanto, foi paralisado devido a uma alteração no manancial de captação. O ponto CUR003 encontra-se com a instalação descontinuada devido à inviabilidade técnica.

FELIXLÂNDIA

O município de Felixlândia possui 5 (cinco) pontos de monitoramento, identificados como FEL002, FEL003, FEL004, FEL005 e FEL006. Ao longo dos últimos cinco anos de monitoramento, um total de 498 amostras foram analisadas e tiveram seus laudos divulgados. No que diz respeito ao número de coletas, houve variações ao longo do período de monitoramento, devido a diferentes fatores, como dificuldades de acesso ao ponto devido a ausência de morador no dia da coleta.

A compilação dos resultados do monitoramento é apresentada no Quadro 21.

Quadro 21: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Felixlândia.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	70	86,42	89	85,58	81	86,17	81	75,7	53	47,32
	<i>Escherichia coli</i>	33	40,74	40	38,46	37	39,36	17	15,89	20	17,86
Físico-químicos	Alumínio	3	3,7	1	0,96	3	3,19	4	3,74	1	0,89
	Cor Aparente	9	11,11	14	13,46	16	17,02	7	6,54	3	2,68
	Ferro Total	37	45,68	45	43,27	25	26,6	33	30,84	2	1,79
	Manganês Total	55	67,9	50	48,1	38	40,43	31	28,97	21	18,75
	Turbidez	25	30,86	35	33,65	39	41,49	26	24,3	1	0,89
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	1	1,06	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		81	-	104	-	94	-	107	-	112	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 4

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades em diversos grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez) e substâncias químicas que representam risco à saúde (cromo).

Ao se analisar as 112 coletas realizadas em 2023, observa-se a persistência de algumas inconformidades já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 47,32% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 17,86% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro zinco total não apresentou inconformidades, enquanto os demais apresentaram as seguintes violações: manganês total com 18,75%, cor aparente com 2,68%, ferro total com 1,79%, e alumínio e turbidez, ambos com 0,89%. Nenhuma amostra apresentou violação para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde.

Em relação à instalação dos sistemas de tratamento até janeiro de 2024 nos pontos vinculados ao PM-QACH em Felixlândia, os pontos FEL002, FEL003 e FEL005 estão com o sistema em funcionamento. Os pontos FEL004 e FEL006 encontram-se com a instalação descontinuada devido à inviabilidade técnica.

MORADA NOVA DE MINAS

O município de Morada Nova de Minas possui 5 (cinco) pontos de monitoramento, identificados como MNM001, MNM002, MNM003, MNM004 e MNM005. Ao longo dos últimos cinco anos de monitoramento, um total de 586 amostras foram analisadas e tiveram seus laudos divulgados. No que diz respeito ao número de coletas, houve variações ao longo do período de monitoramento, devido a diferentes fatores, como dificuldades de acesso ao ponto devido a ausência de morador no dia da coleta.

A compilação dos resultados do monitoramento é apresentada no Quadro 22.

Quadro 22: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Morada Nova de Minas.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)	Total	(%)	Total	(%)	Total	(%)	Total	(%)
Micro-biológicos	Coliformes Totais	78	78	93	78,15	86	72,88	101	85,59	74	56,48
	<i>Escherichia coli</i>	39	39	48	40,3	55	46,61	29	24,58	19	14,5
Físico-químicos	Alumínio	9	9	10	8,4	16	13,56	15	12,71	19	14,5
	Cor Aparente	17	17	21	17,65	19	16,1	11	9,32	3	2,29
	Ferro Total	24	24	22	18,49	17	14,41	18	15,25	13	9,92
	Manganês Total	14	14	5	4,2	0	0	2	1,69	1	0,76
	Turbidez	35	35	32	26,89	27	22,88	26	22,03	11	8,39
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	1	0,85	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		100	-	119	-	118	-	118	-	131	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 4

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades em diversos grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez) e substâncias químicas que representam risco à saúde (chumbo e cromo)

Ao se analisar as 131 coletas realizadas em 2023, observa-se a persistência de algumas inconformidades já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 56,48% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 14,5% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro zinco total não apresentou inconformidades, enquanto os demais apresentaram as seguintes violações: alumínio, com 14,5%, ferro total com 9,92%, turbidez com 8,39%, cor aparente com 2,29% e manganês total com 0,76%. Nenhuma amostra apresentou violação para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde.

Em relação à instalação dos sistemas de tratamento até janeiro de 2024 nos pontos vinculados ao PMQA-CH em Morada Nova de Minas, os pontos MNM001, MNM005 estão com o sistema em funcionamento. Os pontos MNM002 E MNM004 estão em processo de instalação, e o ponto MNM003 não aceitou a instalação do sistema de tratamento, conforme decisão do proprietário.

CAPÍTULO 4

PAPAGAIOS

O município de Papagaios possui 5 (cinco) pontos de monitoramento, identificados como PAP001, PAP002, PAP003, PAP004 e PAP005. Ao longo dos últimos cinco anos de monitoramento, um total de 599 amostras foram analisadas e tiveram seus laudos divulgados. No que diz respeito ao número de coletas, houve variações ao longo do período de monitoramento, devido a diferentes fatores, como dificuldades de acesso ao ponto devido a ausência de morador no dia da coleta.

A compilação dos resultados do monitoramento é apresentada no Quadro 23.

Quadro 23: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Papagaios.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)	Total	(%)	Total	(%)	Total	(%)	Total	(%)
Micro-biológicos	Coliformes Totais	81	73,64	105	84	94	79,66	84	79,25	75	53,57
	Escherichia coli	38	34,55	56	44,8	49	41,53	44	41,51	19	13,57
Físico-químicos	Alumínio	10	9,09	18	14,4	22	18,64	11	10,38	4	2,85
	Cor Aparente	26	23,64	34	27,2	34	28,81	12	11,32	11	7,85
	Ferro Total	25	22,73	34	27,2	30	25,42	17	16,04	22	15,71
	Manganês Total	33	30	46	36,8	19	16,1	17	16,04	6	4,28
	Turbidez	29	26,36	38	30,4	32	27,12	26	24,53	13	9,28
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		110	-	125	-	118	-	106	-	140	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades em diversos grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez), para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde não houve violação.

Ao se analisar as 140 coletas realizadas em 2023, observa-se a persistência de algumas inconformidades já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 53,57% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 13,57% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro zinco total não apresentou inconformidades, enquanto os demais apresentaram as seguintes violações: ferro total com 15,71%, turbidez com 9,28%, cor aparente com 7,85%, manganês total com 4,28% e alumínio com 2,85%. Nenhuma amostra apresentou violação para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde.

CAPÍTULO 4

Em relação à instalação dos sistemas de tratamento até janeiro de 2024 nos pontos vinculados ao PM-QACH em Papagaios, os pontos PAP001, PAP004 e PAP005 estão com o sistema em funcionamento. Os pontos PAP002 e PAP003 encontram-se com a instalação descontinuada devido à inviabilidade técnica.

PARAOPEBA

O município de Paraopeba possui 3 (três) pontos de monitoramento, identificados como PAR001, PAR002 e PAR004. Ao longo dos últimos cinco anos de monitoramento, um total de 182 amostras foram analisadas e tiveram seus laudos divulgados. No que diz respeito ao número de coletas, houve variações ao longo do período de monitoramento, devido a diferentes fatores, como dificuldades de acesso ao ponto devido a ausência de morador no dia da coleta.

A compilação dos resultados do monitoramento é apresentada no Quadro 24.

Quadro 24: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Paraopeba.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	59	95,16	41	97,62	27	100	28	93,33	21	100
	Escherichia coli	35	56,45	28	66,67	16	59,26	10	33,33	3	14,28
Físico-químicos	Alumínio	18	29,03	19	45,24	12	44,4	7	23,33	7	33,33
	Cor Aparente	23	37,1	23	54,76	16	59,26	12	40	13	61,9
	Ferro Total	38	61,29	30	71,43	17	62,96	22	73,33	20	95,23
	Manganês Total	38	61,29	16	38,1	12	44,4	8	26,67	1	4,76
	Turbidez	41	66,13	35	83,33	24	88,89	21	70	15	71,42
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	0	0	0	0	0	0	1	3,33	0	0
	Bário	0	0	0	0	0	0	1	3,33	0	0
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	0	0	1	2,38	1	3,7	1	3,33	1	4,76
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	0	0	1	3,33	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	1	3,33	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	1	3,33	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		62	-	42	-	27	-	30	-	21	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades em diversos grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez) e substâncias químicas que representam risco à saúde (arsênio, bário, chumbo, cromo, mercúrio e níquel).

Ao se analisar as 21 coletas realizadas em 2023, observa-se a persistência de algumas inconformidades já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 100% das amostras apresentaram inconformidade

CAPÍTULO 4

para o parâmetro coliformes totais, enquanto 14,28% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro zinco total não apresentou inconformidades, enquanto os demais apresentaram as seguinte violações: ferro total com 95,23%, turbidez com 71,42%, cor aparente com 61,9%, alumínio com 33,33% e manganês total com 4,76%. Para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde, apenas um parâmetro apresentou violações, chumbo total com 4,76%.

Em relação à instalação dos sistemas de tratamento até janeiro de 2024 nos pontos vinculados ao PMQA-CH em Paraopeba, apenas o ponto PAR004 está com o sistema em funcionamento. Os pontos PAR001 e PAR002 encontram-se com a instalação descontinuada devido à inviabilidade técnica.

POMPÉU

O município de Pompéu possui 3 (três) pontos de monitoramento, identificados como POM002, POM003 e POM004. Ao longo dos últimos cinco anos de monitoramento, um total de 248 amostras foram analisadas e tiveram seus laudos divulgados. No que diz respeito ao número de coletas, houve variações ao longo do período de monitoramento, devido a diferentes fatores, como dificuldades de acesso ao ponto devido a ausência de morador no dia da coleta.

A compilação dos resultados do monitoramento é apresentada no Quadro 25.

Quadro 25: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Pompéu.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	42	89,36	57	96,61	60	100	35	97,22	45	97,82
	<i>Escherichia coli</i>	27	57,45	47	79,66	45	75	19	52,78	35	76,08
Físico-químicos	Alumínio	3	6,38	6	10,17	14	23,33	2	5,56	12	26,08
	Cor Aparente	2	4,26	15	25,42	28	46,67	5	13,89	13	28,26
	Ferro Total	5	10,64	3	5,08	14	23,33	5	13,89	17	36,95
	Manganês Total	3	6,38	2	3,39	0	0	0	0	17	36,95
	Turbidez	10	21,28	24	40,68	34	56,67	8	22,22	13	28,26
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Arsênio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	6	12,77	1	1,69	22	36,67	0	0	3	6,52
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		47	-	59	-	60	-	36	-	46	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 4

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades em diversos grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (alumínio, cor aparente, ferro, manganês e turbidez) e substâncias químicas que representam risco à saúde (chumbo).

Ao se analisar as 46 coletas realizadas em 2023, observa-se a persistência de algumas inconformidades já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 97,82% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 76,08% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro zinco total não apresentou inconformidades, enquanto os demais apresentaram as seguinte violações: ferro total e manganês total, ambos com 36,95%, cor aparente e turbidez, ambos com 28,26%, e alumínio com 26,08%. Para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde, apenas um parâmetro apresentou violações, chumbo total com 6,52%.

Em relação à instalação dos sistemas de tratamento até janeiro de 2024 nos pontos vinculados ao PM-QACH em Pompéu, os pontos POM003 e POM004 estão com o sistema em funcionamento. O ponto POM002 está em processo de instalação do sistema.

TRÊS MARIAS

O município de Três Marias possui 6 (seis) pontos de monitoramento, identificados como TMA001, TMA002, TMA003, TMA004, TMA005 e TMA006. Ao longo dos últimos cinco anos de monitoramento, um total de 628 amostras foram analisadas e tiveram seus laudos divulgados. No que diz respeito ao número de coletas, houve variações ao longo do período de monitoramento, devido a diferentes fatores, como dificuldades de acesso ao ponto devido à ausência de morador no dia da coleta.

A compilação dos resultados do monitoramento é apresentada no Quadro 26.

Quadro 26: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas e sua porcentagem em relação ao total amostrado no município de Três Marias.

Grupo	Parâmetro	2019		2020		2021		2022		2023	
		Total	(%)								
Micro-biológicos	Coliformes Totais	93	73,81	115	80,42	104	84,55	77	70	45	35,71
	Escherichia coli	26	20,63	31	21,68	26	21,14	15	13,64	11	8,73
Físico-químicos	Alumínio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cor Aparente	1	0,79	2	1,4	1	0,81	0	0	0	0
	Ferro Total	5	3,97	3	2,1	0	0	1	0,91	1	0,79
	Manganês Total	2	1,59	3	2,1	0	0	1	0,91	0	0
	Turbidez	6	4,76	10	6,99	4	3,25	7	6,36	0	0
	Zinco Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Substâncias químicas que representam risco à saúde	Antimônio	5	3,97	2	1,4	0	0	5	4,55	0	0
	Arsênio	3	2,38	2	1,4	7	5,69	12	10,91	8	6,34
	Bário	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cádmio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chumbo Total	0	0	0	0	1	0,81	0	0	0	0
	Cobre Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cromo Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mercúrio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Níquel Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Selênio Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total de coletas		126	-	143	-	123	-	110	-	126	-

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Durante os cinco anos de monitoramento, foram identificadas inconformidades em diversos grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (cor aparente, ferro, manganês e turbidez) e substâncias químicas que representam risco à saúde (antimônio, arsênio e chumbo).

Ao se analisar as 126 coletas realizadas em 2023, observa-se a persistência de algumas inconformidades já anteriormente identificadas. No grupo microbiológico, 35,71% das amostras apresentaram inconformidade para o parâmetro coliformes totais, enquanto 8,73% tiveram inconformidade para *Escherichia coli*. No grupo físico-químico, apenas o parâmetro ferro total apresentou inconformidades em 0,79% das amostras, enquanto os demais parâmetros não apresentaram violações. Para o grupo de substâncias químicas que representam risco à saúde, apenas um parâmetro apresentou violações, arsênio com 6,34%.

Em relação à instalação dos sistemas de tratamento até janeiro de 2024 nos pontos vinculados ao PMQACH em Três Marias, todos os pontos TMA001, TMA002, TMA003, TMA004, TMA005 e TMA006 estão com o sistema em funcionamento.

CAPÍTULO 5

Resultados do Monitoramento da Água Tratada após instalação do Sistema de Tratamento

Resultados Água Tratada

Como medida reparatória, a Vale S.A. firmou um acordo com a AGU em 13 de março de 2019. O acordo estabelece que a empresa custeará as análises de água das formas de abastecimento utilizadas para consumo humano que margeiam o leito do Rio Paraopeba. Além disso, a Vale S.A. é responsável por instalar sistemas de tratamento em pontos monitorados pela SES/MG que foram considerados elegíveis para recebê-los.

O monitoramento da qualidade da água para consumo humano em água tratada teve início em 2022, após a liberação de funcionamento dos primeiros sistemas de tratamento pelas SMS. Na oportunidade, esclarece-se que a responsabilidade pela correção das inconformidades encontradas pertence à Vale S.A., sendo de suma importância que as SMS acompanhem o processo a fim de garantir o cumprimento dos parâmetros de qualidade da água estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021.

No total foram analisadas 356 amostras de água tratada em 37 (trinta e sete) pontos do programa ao longo dos anos de 2022 e início de 2024. Os pontos estão distribuídos em 13 (treze) municípios a saber: Curvelo, Esmeraldas, Felixlândia, Florestal, Juatuba, Mário Campos, Morada Nova de Minas, Papagaios, Pará de Minas, Paraopeba, Pompéu, São José da Varginha e Três Marias. Dos 37 (trinta e sete) pontos analisados, 16 (43%) apresentaram inconformidades (Figura 7), totalizando 58 (16%) amostras não conformes (Figura 8). As inconformidades não apresentaram uma distribuição concentrada ou restrita (Figura 6), e foram encontradas ao longo das três regionais contempladas pelo programa em 10 (77%) municípios (Curvelo, Esmeraldas, Felixlândia, Juatuba, Mário Campos, Morada Nova de Minas, Papagaios, Pompéu, São José da Varginha e Três Marias).

Porcentagem de municípios que apresentaram inconformidades na água tratada

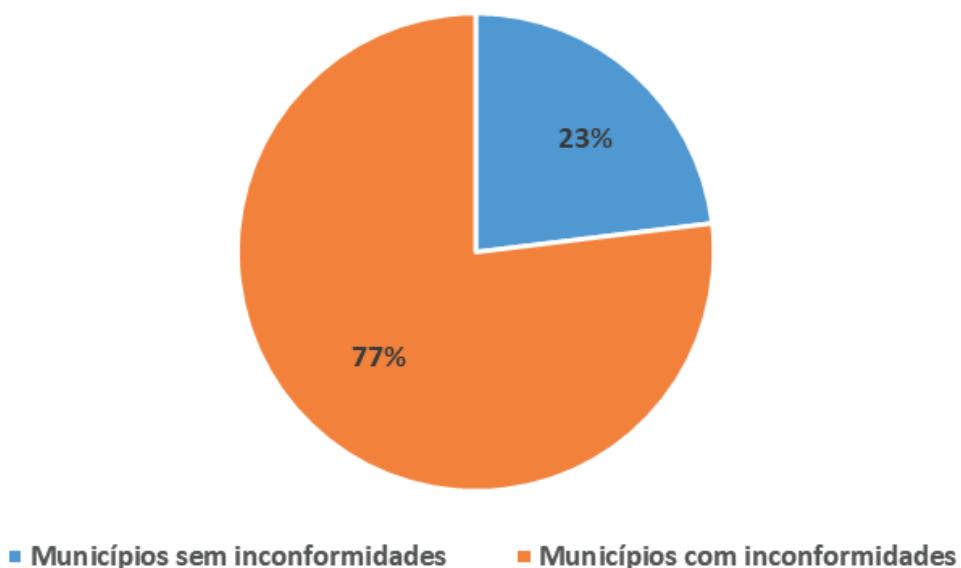


Figura 6: Porcentagem de municípios que apresentaram inconformidades na água tratada.
Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Porcentagem de pontos que apresentaram inconformidades para água tratada

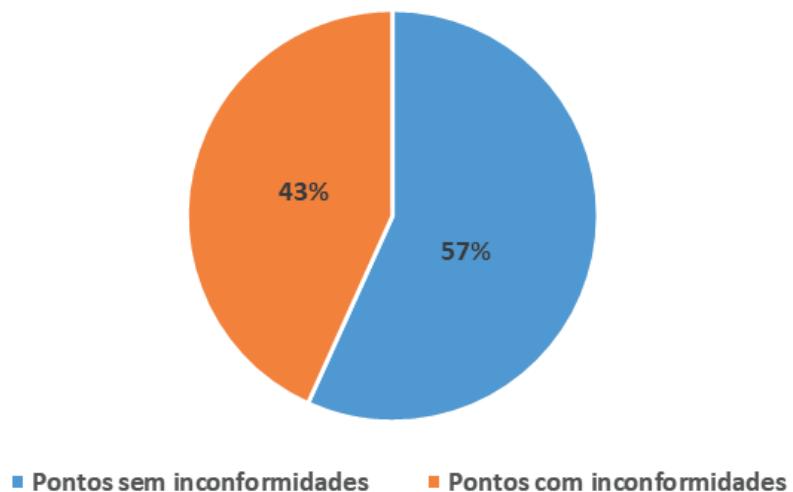


Figura 7: Porcentagem de pontos que apresentaram inconformidades para água tratada.

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Porcentagem de amostras que apresentaram inconformidades para água tratada

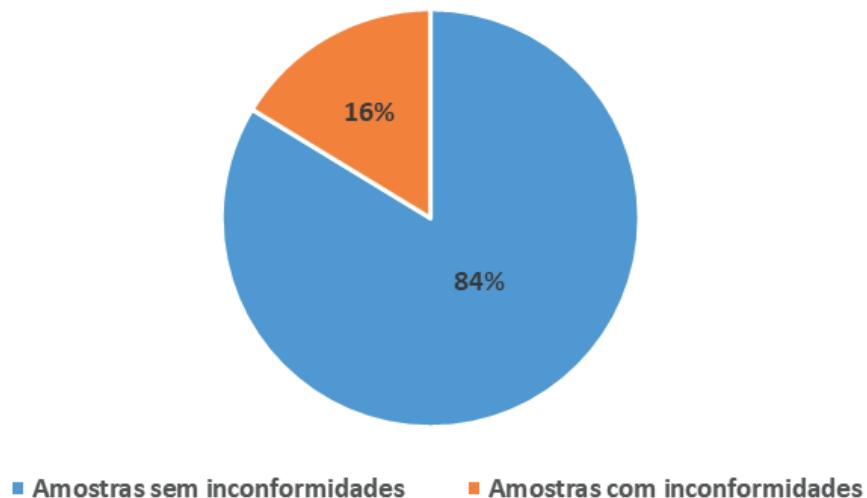


Figura 8: Porcentagem de amostras que apresentaram inconformidades para água tratada.

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 5

As inconformidades foram encontradas nos seguintes grupos de parâmetros: microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*), físico-químicos (ácido haloacético, cloro residual, clorato, cor aparente, manganês, pH, sólidos totais, turbidez) e substâncias químicas que representam risco à saúde (arsênio). Ressalta-se que as análises de água tratada seguem as frequências de amostragem dispostas na Portaria GM/MS nº888/2021 e, portanto, as análises de parâmetros complexos são realizadas semestralmente, enquanto os parâmetros organolépticos e microbiológicos são amostrados semanal ou mensalmente.

A seguir, é apresentado o compilado das inconformidades encontradas ao longo do referido monitoramento (Quadro 27) e a proporção de inconformidades encontradas por grupo de parâmetros (Figura 9).

Quadro 27: Consolidado do número de amostras não conformes encontradas, do total de pontos que apresentaram cada violação e suas respectivas porcentagens em relação ao total.

Parâmetros	Número de violações no período	(%)	Total de pontos que apresentaram a violação
Coliformes Totais	8	2,25%	7
<i>Escherichia coli</i>	1	0,28%	1
Arsênio Total	6	1,69%	2
Cloro Residual Total	6	1,69%	4
Clorato	12	3,37%	4
Turbidez	5	1,40%	4
Sólidos dissolvidos totais	2	0,56%	1
Manganês Total	11	3,09%	2
pH	1	0,28%	1
Ácido haloacético Total	1	0,28%	1
Cor Aparente	5	1,40%	2
Total de coletas	356		

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Quantidade de inconformidades encontradas por grupo de parâmetros

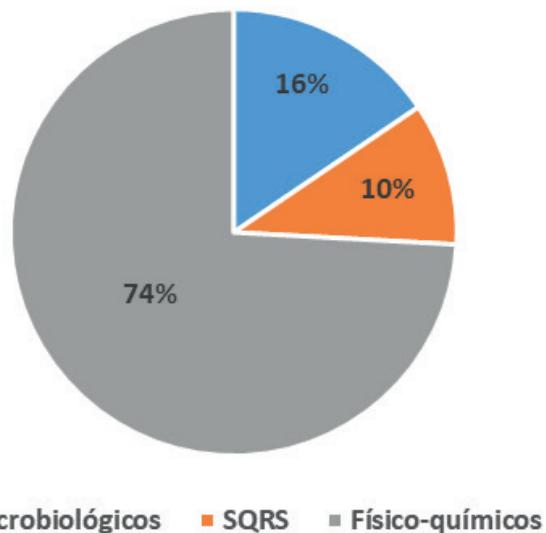


Figura 9: Proporção das inconformidades encontradas por grupo de parâmetros analisados.

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

Pode-se perceber a partir do quadro (Quadro 27) e do gráfico (Figura 9) acima, que a maior parte das inconformidades se concentram em parâmetros físico-químicos, principalmente naqueles relacionados ao cloro (cloro residual, clorato e ácido haloacético) e manganês. Os primeiros e com maior número de inconformidades, estão relacionados à própria concentração (quantidade) de cloro usado para a desinfecção, pH da água e a possíveis reações do cloro residual com outras substâncias e demandam ajustes pontuais para que a concentração indicada pela legislação seja alcançada. Quanto ao manganês, até o momento, poucos estudos estão disponíveis sobre seus efeitos na saúde humana. Entretanto, concentrações elevadas do metal tendem a diminuir a aceitação da água pelo público (causando gosto não desejável) e podem se acumular no interior do encanamento.

Com relação aos parâmetros microbiológicos, não conformidades são esperadas em água bruta e, frequentemente, estão relacionadas às condições construtivas dos poços e ao saneamento local. Entretanto, em se tratando de água tratada, esse tipo de inconformidade é inadmissível. Níveis aumentados de turbidez, cor aparente e sólidos dissolvidos, assim como alterações de pH, podem interferir na eficácia do tratamento de desinfecção com cloro e resultar nesse tipo de violação.

Finalmente, com relação ao arsênio, o uso (ingestão) continuado (ao longo dos anos) da água com concentrações acima dos valores estabelecidos pela legislação, pode causar diversos problemas de saúde. Dentre os principais estão lesões de pele (como hiper e hipopigmentação), problemas neurológicos periféricos, doenças vasculares periféricas e câncer de pele, bexiga e pulmões. Embora a concentração máxima de arsênio encontrada nas amostras tenha sido relativamente baixa 12,3 µg/l (VMP arsênio = 10 µg/l), pouco se sabe sobre a relação entre diferentes concentrações (quantidades) com cada problema de saúde. Dessa forma, reafirma-se a importância do consumo de água dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos legalmente.

Conforme mencionado anteriormente, a responsabilidade pela correção das inconformidades encontradas pertence à Vale S.A., e reitera-se a importância do acompanhamento do processo pelas SMS, a fim de garantir o cumprimento dos parâmetros de potabilidade estabelecidos legalmente.

CAPÍTULO 5

Quadro 28: Panorama geral dos tipos de sistemas de tratamento de água para consumo humano em operação nos pontos monitorados pela SES/MG.

URS	Município	Pontos	Sistema de tratamento
Belo Horizonte	Esmeraldas	ESM003	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		ESM007	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		ESM009	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
	Florestal	FLO003	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		FLO004	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		FLO006	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
	Juatuba	JUA003	Desinfecção + tanque de contato + zeólita + ajuste de pH
		JUA005	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
	Mário Campos	MCA007	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		MCA008	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
Divinópolis	Pará de Minas	PMI013	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		PMI017	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		PMI018	Desinfecção + ajuste de pH
	São José da Varginha	SJV001	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		SJV009	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		SJV012	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		SJV014	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		SJV016	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CAPÍTULO 5

Quadro 28: Panorama geral dos tipos de sistemas de tratamento de água para consumo humano em operação nos pontos monitorados pela SES/MG.

URS	Município	Pontos	Sistema de tratamento
Sete Lagoas	Curvelo	CUR001	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		CUR004	Desinfecção + ajuste de pH
	Felixlândia	FEL002	Desinfecção + zeólita + carvão ativado + ajuste de pH
		FEL003	Reservatório + desinfecção + tanque de contato + zeólita + ajuste de pH
		FEL005	Desinfecção + zeólita + carvão ativado + ajuste de pH
	Morada Nova de Minas	MNM001	Desinfecção
		MNM005	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
	Papagaios	PAP001	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		PAP004	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		PAP005	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
	Paraopeba	PAR004	Desinfecção + tanque de contato + zeólita + ajuste de pH
	Pompéu	POM003	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		POM004	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
	Três Marias	TMA001	Desinfecção + zeólita + carvão ativado + ajuste de pH
		TMA002	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		TMA003	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		TMA004	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		TMA005	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH
		TMA006	Desinfecção + zeólita + ajuste de pH

Fonte: Coordenação de Recuperação em Saúde Ambiental e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, CRVACH/DVAST/SVE/SUBVS/SES-MG.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros analisados no PMQACH, foram divididos em três grupos: microbiológicos, físico-químicos e substâncias químicas que representam risco à saúde humana. Os resultados foram compilados e divididos nos anos de 2019, 2020, 2021, 2022 e 2023 para água bruta e, para a água tratada, analisados em conjunto os dados referentes ao período de 2022 a 2024.

Todos os parâmetros foram analisados a partir do padrão de potabilidade estabelecido pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde (alterada pela Portaria GM/MS nº 888/2021), de modo a garantir a qualidade e segurança da água destinada ao consumo humano.

Ante o exposto, no âmbito do monitoramento da água bruta, é possível concluir que:

- Do início do monitoramento até dezembro de 2023, foram coletadas e analisadas 8.203 amostras, referentes aos 92 (noventa e dois) pontos monitorados nos 16 (dezesseis) municípios que integram o Programa de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano (PMQACH) realizado pela SES/MG.
- Em relação ao número de parâmetros investigados no PMQACH, 18 (dezoito) são analisados pelo laboratório Mérieux nutriSciences - Bioagri, em 88 (oitenta e oito) pontos; e 29 (vinte e nove) são analisados pelo laboratório da Fundação Ezequiel Dias - FUNED, em 4 (quatro) pontos.

Em 2023, observou-se a presença de resultados insatisfatórios nas seguintes frequências para os parâmetros microbiológicos: *Escherichia coli* (30%) e coliformes totais (71,15%).

- Em 2023, observou-se a presença de resultados insatisfatórios nas seguintes frequências para os parâmetros físico-químicos: alumínio (10,95%), cor aparente (7,70%), ferro total (20,20%), manganês total (11,55%) e turbidez (13,58%).
- Em 2023, observou-se a presença de resultados insatisfatórios nas seguintes frequências para os parâmetros de substâncias químicas que representam riscos à saúde: arsênio (0,54%), bário (2,91%) e chumbo (1,42%). De maneira geral, as maiores quantidades de violações foram observadas para os parâmetros bário e chumbo, e uma pequena quantidade de violações para arsênio, principalmente na URS de Sete Lagoas.

Como medida reparatória prevista no Acordo Judicial, a Vale S.A. promove a instalação de sistemas de tratamento de água nos pontos monitorados pela SES-MG que foram considerados elegíveis para recebê-los, com o objetivo de adequar os resultados encontrados aos parâmetros de potabilidade estabelecidos pela Portaria 888/2021.

Além disso, no âmbito do monitoramento da para água tratada, é possível concluir que:

- Foram analisadas 356 amostras de água tratada em 37 (trinta e sete) pontos do Programa, distribuídos em 13 (treze) municípios, no período entre outubro de 2022 e janeiro de 2024.
- São analisados 105 parâmetros pelo laboratório Mérieux NutriSciences -Bioagri.
- Inconformidades foram encontradas em 77% dos municípios; 43% dos pontos; e 16% das amostras analisadas.
- A maior parte dos parâmetros não conformes são do grupo físico-químicos (74%), relacionados ao tratamento da água por cloro e ao metal manganês. Os parâmetros microbiológicos e substâncias químicas que representam risco à saúde tiveram um menor número de violações, 16% e 10%, respectivamente.

- A responsabilidade pela correção das inconformidades encontradas pertence à Vale S.A., sendo de suma importância que as SMS acompanhem o processo, a fim de garantir o cumprimento dos parâmetros de qualidade da água estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021.

Ressalta-se que o consumo de água em desconformidade aos padrões que asseguram sua potabilidade pode provocar o adoecimento de indivíduos e surtos de doenças e agravos de transmissão hídrica, visto que a água pode veicular substâncias químicas e agentes biológicos nocivos à saúde. Tais substâncias podem adentrar no organismo por meio da ingestão ou pelo contato da água contaminada com a pele ou mucosas, além da ingestão de alimentos lavados e/ou preparados com água contaminada.

Destaca-se que o comportamento dos elementos presentes no rejeito proveniente do rompimento da barragem é complexo, pois cada elemento interage de maneira distinta no meio, uma vez que seu grau de mobilidade depende de uma ampla gama de fatores, entre eles, suas propriedades intrínsecas e o ambiente no qual se encontram.

Ante ao exposto, aos resultados apresentados no presente documento e as incertezas associadas à mobilidade das substâncias que representam riscos à saúde, bem como a não comprovação da ausência de risco à saúde humana pela utilização da água subterrânea ao longo do leito do Rio Paraopeba, reforça-se a necessidade de continuidade do monitoramento da qualidade da água nas soluções alternativas de abastecimento de água para consumo humano e corrobora-se a manutenção da recomendação de não uso da água bruta do Rio Paraopeba e dentro da área de restrição de uso para qualquer finalidade, até que se normalize a situação.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

BRASIL. Ministério da Saúde. Diretrizes para a priorização de áreas com populações sob risco de exposição a contaminantes químicos. Brasília: 2010, 18p. Disponível em <<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/9720718/4239904/DIRETRIZESPARAAPRIORIZACAODEAREASCOMPOPULACOES.pdf>>. Acesso 16 nov. 21.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Um ano do desastre da Vale: Organização e resposta do Ministério da Saúde. Bol Epidemiol [Internet]. 2020 jan [18 dez 2020]; 51(n.esp.): p. 27. Disponível em <<https://antigo.saude.gov.br/images/pdf/2020/janeiro/28/boletim-especial-27jan20-final.pdf>>. Acesso 16 nov. 21.

Freitas C. M. et al. Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva. Cad. Saúde Pública. 2019; 35(5): e00052519. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X201900060050>. Acesso 08 nov. 21.

Fundação Ezequiel Dias (FUNED). 2021. Laudos do monitoramento da qualidade da água subterrânea de parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos poços e cisternas dos municípios na bacia do Rio Paraopeba atingidos pelo rompimento da barragem de rejeitos em Brumadinho.

Guia de potabilidade para substâncias químicas ; Gisela de Aragão Umbuzeiro (coord.) - São Paulo : Limiar, 2012. Disponível em <

<<https://www.google.com/url?q=https://www.abas.org/arquivos/guiapotabilidade.pdf&sa=D&source=docs&ust=1678798945017172&usg=AOvVaw03lfAFqHsRZfQl8VKanLw2>> Acesso 18 Jan 23.

Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda. Geneva: World Health Organization; 2022. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em : <<https://www.who.int/publications/item/9789240045064>> Acesso 11 Jan 23.

Mérieux NutriSciences - Bioagri. 2022 - 2024. Laudos do monitoramento da qualidade da água subterrânea de parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos poços e cisternas dos municípios na bacia do Rio Paraopeba atingidos pelo rompimento da barragem de rejeitos em Brumadinho.

MINAS GERAIS. Boletim Informativo: Qualidade da água para consumo humano em soluções alternativas de abastecimento em municípios atingidos pelo desastre da Vale S.A. em Brumadinho, Minas Gerais (2019 – 2022). Belo Horizonte: 2023, 339p. Disponível em: <https://www.mg.gov.br/system/files/media/pro-brumadinho/documento_detalhado/2023/boletim-informativo-brumadinho_2019-2022.pdf>.

Nota Técnica nº 3/SES/SUBVPS-SVEAST-DVA-CVFRNB/2019. Plano Emergencial de Monitoramento da Qualidade da Água para Consumo Humano para os municípios atingidos pelo rompimento da Barragem de Brumadinho/MG.

Nota Técnica nº 6/SES/SUBVS-SVS/2022. Nota Técnica de orientação para realização de Vistoria Técnica e Autorização de uso dos sistemas de tratamento de água para consumo humano em soluções alternativas coletivas (SAC) e soluções alternativas individuais (SAI) instalados pela mineradora Vale S.A., no âmbito do Acordo Judicial para Reparação Integral Relativa ao Rompimento das Barragens B-I, B-IV e B-IVA / Córrego do Feijão.

Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo 2016-2018 [recurso eletrônico] / CETESB ; Equipe técnica Rosângela Pacini Modesto... [et al.] ; Colaboração Blas Marçal Sanchez... [et al.]. - - São Paulo : CETESB, 2019. 1 arquivo de texto (291 p.) : il. color., PDF ; 22 MB. - - (Série Relatórios / CETESB, ISSN 0103-4103).Disponível em <

<<https://www.google.com/url?q=https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/informacoes-basicas/poluicao-das-aguas-subterraneas/&sa=D&source=docs&ust=1678798945015842&usg=AOvVaw375cjROwPRAeS6S3fBGg9U>>Acesso 18 Jan 23.

SGS GEOSOL. 2019 - 2021. Laudos do monitoramento da qualidade da água subterrânea de parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos poços e cisternas dos municípios na bacia do Rio Paraopeba atingidos pelo rompimento da barragem de rejeitos em Brumadinho.

