

ESTUDO DE VULNERABILIDADE DOS MANANCIAIS DOS SISTEMAS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA FRENTE ÀS MANCHAS DE INUNDAÇÃO DE BARRAGENS DE REJEITOS NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO (MG)

Vinicius Luiz Dias¹; Luciano Alves Cota e Souza² José Márcio Anício Filho³ & Paulo de Castro Vieira⁴

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo analisar a influência das barragens de mineração na vulnerabilidade dos mananciais dos sistemas públicos de abastecimento de água de municípios situados nos vetores sul e sudeste do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais. Foram levantadas as condições dos sistemas de abastecimento de água dos municípios, assim como as condições de vulnerabilidade e segurança hídrica proposta no Atlas do Abastecimento da ANA (2013). Em seguida foi realizada uma análise territorial contemplando as localizações de barragens de mineração (com maior estado de alerta), as captações nos mananciais e as manchas de inundação. O panorama do sistema público de abastecimento de água na maior parte dos municípios pesquisados apresentam déficits de atendimento, em especial Brumadinho e Santa Bárbara, com cobertura inferior a 75%. No território analisado foram observados 51 barragens em estado de alerta máximo, cerca de 8 manchas de inundação simuladas atingem os mananciais dos sistemas públicos, sendo que 3 contemplam as captações existentes. Portanto, conclui-se que a análise de vulnerabilidade dos mananciais e de segurança hídrica do abastecimento de água em áreas de concentrações de barragens de mineração deverá contemplar abrangência de manchas de inundação como critério de risco territorial, para uma gestão hídrica mais segura.

Palavras-Chave – Vulnerabilidade; mananciais; Quadrilátero Ferrífero.

ABSTRACT: This study aimed to analyze the influence of mining dams on the vulnerability of water sources used by public water supply systems in municipalities located in the southern and southeastern vectors of the Quadrilátero Ferrífero, in Minas Gerais, Brazil. The conditions of the municipal water supply systems were surveyed, along with the vulnerability and water security conditions proposed in the ANA Water Supply Atlas (2013). A territorial analysis was then conducted, encompassing the locations of mining dams (with the highest alert status), water intake points, and flood inundation zones. The overview of public water supply systems in most of the municipalities studied reveals service deficits, particularly in Brumadinho and Santa Bárbara, with network coverage below 75%. Within the analyzed territory, 51 dams were identified at maximum alert status; approximately 8 simulated inundation zones of these dams reach the water sources of public supply systems, of which 3 overlap with existing water intake points. Therefore, it is concluded that the vulnerability assessment of water sources and the water security of public supply systems in areas with concentrations of mining dams must incorporate inundation zones as a territorial risk criterion, for safer water management.

Key-words – Vulnerability; water sources; Quadrilátero Ferrífero.

¹) Graduando em Engenharia Urbana na Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, vinicius.ld@aluno.edu.br

²) Graduando em Engenharia Urbana na Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, luciano.souza1@aluno.ufop.edu.br

³) Graduando em Engenharia Urbana na Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, jose.anicio@aluno.ufop.edu.br

⁴) Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos - UFMG; Engenheiro Sanitarista e Ambiental-UNILESTE; Professor do Departamento de Engenharia Urbana - Escola de Minas- UFOP; Professor do Programa de Pós-graduação em Sustentabilidade Socioeconômica Ambiental- UFOP, paulovieira@ufop.edu.br

INTRODUÇÃO

O abastecimento de água constitui um dos pilares fundamentais para a promoção da saúde pública, da qualidade de vida e do desenvolvimento socioeconômico, sendo reconhecido como um direito humano essencial (PASINI; DAMKE, 2020; ONU, 2010). No Brasil, esse direito é regulamentado pela Lei nº 14.026/2020, que estabelece metas de universalização do abastecimento de água potável até 2033 e prevê a articulação das políticas de saneamento com a proteção ambiental (BRASIL, 2020). Complementarmente, a Portaria GM/MS nº 888/2021 regulamenta os padrões de potabilidade e os procedimentos de controle da qualidade da água para consumo humano em todos os sistemas de abastecimento (BRASIL, 2021). Apesar dos avanços regulatórios, o país ainda enfrenta desafios significativos relacionados à segurança hídrica, especialmente em regiões com intensa atividade minerária, como o Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, onde a exploração mineral exerce pressão direta sobre os recursos hídricos, afetando sua disponibilidade e qualidade (ANA, 2021; HELLER; CASTRO, 2013).

Nesse contexto, os rompimentos das barragens de Mariana, em 2015, e de Brumadinho, em 2019, configuram-se como marcos críticos da relação entre mineração e vulnerabilidade hídrica. O rompimento da Barragem de Fundão contaminou a bacia do Rio Doce, enquanto o desastre de Brumadinho comprometeu o Rio Paraopeba, manancial estratégico para a Região Metropolitana de Belo Horizonte (DIAS, 2018; POLIGNANO; LEMOS, 2020). Além dos impactos imediatos, tais eventos desencadeiam efeitos de longo prazo, incluindo contaminação por metais pesados e aumento da vulnerabilidade socioambiental das populações atingidas (FREITAS, 2019).

Diante desse cenário, tornam-se necessárias abordagens integradas que considerem simultaneamente os aspectos técnicos dos sistemas de abastecimento de água e as condições ambientais e territoriais dos mananciais, possibilitando a identificação de vulnerabilidades e subsidiando estratégias mais eficazes de planejamento, monitoramento e gestão dos recursos hídricos (PEREIRA et al., 2022).

Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar as condições das captações públicas de abastecimento de água e suas potenciais vulnerabilidades em relação às manchas de inundação associadas às barragens de rejeitos de mineração em municípios do Quadrilátero Ferrífero, visando contribuir para o entendimento da vulnerabilidade dos sistemas hídricos e subsidiar a formulação de estratégias de gestão mais seguras, resilientes e sustentáveis.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida nos municípios localizados nos vetores sul e sudeste do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais, região historicamente marcada pela atividade minerária e pela elevada concentração de barragens de rejeitos (PRADO FILHO et al., 2004). Foram analisados os municípios de Ouro Preto (74.821 habitantes), Mariana (61.387 habitantes), Itabirito (53.365 habitantes), Congonhas (52.890 habitantes), Brumadinho (38.915 habitantes), Barão de Cocais (30.778 habitantes), Santa Bárbara (30.466 habitantes) e Catas Altas (5.473 habitantes), que, em conjunto, somam aproximadamente 379 mil habitantes (IBGE, 2022). Esses municípios estão inseridos em áreas diretamente influenciadas pela atividade minerária, apresentando elevado grau de vulnerabilidade socioambiental em função da presença de barragens de rejeitos e da dependência econômica do setor mineral.

A dinâmica econômica regional é fortemente condicionada pela mineração, atividade que influencia diretamente a arrecadação municipal, sobretudo por meio da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), além de impactar a organização territorial e urbana dos municípios (COELHO, 2012). Conforme discutido por Wanderley e Coelho (2012), a expansão do setor mineral promove crescimento econômico e atração de fluxos migratórios, mas também intensifica pressões sobre a infraestrutura urbana, especialmente sobre os sistemas de saneamento básico e abastecimento de água nas áreas próximas às operações minerárias.

Outro aspecto relevante refere-se à localização estratégica dos municípios estudados, situados no divisor de águas entre as bacias hidrográficas dos rios Doce e São Francisco, duas das mais importantes do país (CAMARGOS, 2023). Essa condição confere à região elevada relevância hídrica, uma vez que suas áreas de recarga contribuem para o abastecimento de mananciais que atendem populações em escala regional (SILVEIRA et al., 2023). Dessa forma, a combinação entre intensa atividade minerária e elevada sensibilidade hídrica torna a gestão dos recursos hídricos um desafio que ultrapassa os limites municipais e demanda abordagens integradas em escala de bacia hidrográfica.

Inicialmente, foi realizado o levantamento do panorama do abastecimento público de água nos municípios estudados, utilizando dados referentes ao ano de 2022 (IBGE, 2022). Foram identificados, catalogados e espacializados os pontos de captação de água destinados ao abastecimento público, com ênfase nas captações superficiais. As informações geográficas das estruturas de captação foram obtidas a partir da base de dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2021), permitindo a caracterização da origem dos recursos hídricos

utilizados para abastecimento da população. Posteriormente, os dados geoespaciais foram organizados e processados no software QGIS versão 4.0.1.

Os dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico SINISA(2024) permitiram incorporar à análise variáveis relacionadas ao consumo de água, receitas e despesas operacionais dos serviços de abastecimento, agregando uma dimensão econômica ao estudo. Essa abordagem possibilitou avaliar não apenas a exposição física das estruturas de captação às áreas potencialmente afetadas por barragens de rejeitos, mas também a vulnerabilidade operacional e financeira dos sistemas de abastecimento diante de possíveis eventos de contaminação ou interrupção do fornecimento hídrico.

A etapa de análise espacial compreendeu a integração dos dados referentes aos mananciais de abastecimento, barragens de rejeitos e respectivas manchas de inundação potencial. Foram utilizadas camadas vetoriais contendo limites municipais, rede hidrográfica, localização das barragens e áreas suscetíveis à inundação, além de imagens de satélite da base Google Satélite para apoio à interpretação espacial. Os dados cartográficos foram obtidos no geovisualizador da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais (IDE-Sisema/MG) e posteriormente organizados e analisados em ambiente SIG no software QGIS.

A partir da sobreposição das camadas temáticas, foram identificadas as captações públicas localizadas em áreas potencialmente afetadas pelas manchas de inundação associadas às barragens de rejeitos de mineração. Essa análise permitiu avaliar o grau de exposição dos sistemas de abastecimento público e identificar situações de maior vulnerabilidade hídrica nos municípios estudados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados censitários evidencia um quadro heterogêneo quanto ao acesso à rede geral de distribuição e à dependência de fontes alternativas nos municípios inseridos na área de influência das barragens de rejeitos, com padrões distintos de vulnerabilidade hídrica domiciliar diretamente relacionados às condições de infraestrutura urbana, à disponibilidade hídrica local e à influência da atividade minerária. Ao confrontar os indicadores de cobertura com as metas da Lei nº 14.026/2020, observa-se que parte dos municípios ainda se encontra distante da meta nacional de universalização de 99%, com gargalos específicos em localidades onde a dependência de poços, nascentes e outras formas alternativas supera os padrões de centros urbanos de porte semelhante, reforçando a necessidade de fortalecimento dos Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB).

No que se refere ao atendimento por rede geral de distribuição, Mariana (19.441 domicílios) e Ouro Preto (23.729 domicílios) concentram os maiores contingentes absolutos de domicílios abastecidos por sistemas públicos. Entretanto, essa elevada dependência da infraestrutura centralizada também amplia a exposição da população a eventuais interrupções decorrentes de contaminação hídrica ou rompimentos de barragens. Em Brumadinho, município marcado pelo desastre de 2019, identificou-se o maior percentual de domicílios sem ligação à rede geral (12,58%), indicando elevada vulnerabilidade estrutural e dependência de soluções alternativas.

A dependência de fontes alternativas merece atenção especial. O uso de fontes, nascentes ou minas apresenta maior relevância em Ouro Preto (1.528 domicílios), Mariana (993 domicílios) e Congonhas (527 domicílios), localidades inseridas em áreas de intensa atividade minerária e mais suscetíveis à contaminação de aquíferos superficiais em situações de falha estrutural de barragens. O abastecimento por poços profundos ou artesianos destaca-se em Brumadinho (1.085 domicílios) e Itabirito (252 domicílios), enquanto o uso de carro-pipa, embora residual, permanece presente em todos os municípios, indicando fragilidades localizadas no acesso à água potável. A existência de domicílios abastecidos diretamente por rios, córregos, açudes e lagos representa importante vetor de risco, considerando que esses corpos d'água tendem a ser os primeiros receptores da pluma de rejeitos em casos de rompimento.

Os dados operacionais do SINISA (2024) complementam a análise ao incorporar aspectos econômicos dos sistemas municipais. O consumo médio per capita apresentou variações significativas, destacando-se Catas Altas (317,45 L/hab.dia), Itabirito (267,95 L/hab.dia) e Mariana (253,59 L/hab.dia) com os maiores valores, enquanto Santa Bárbara registrou o menor (105,15 L/hab.dia). Valores elevados podem indicar tanto maior disponibilidade hídrica quanto perdas nos sistemas de distribuição, fator que tende a ampliar os impactos em situações de interrupção do abastecimento. No que se refere à receita operacional, Barão de Cocais (R\$ 8,00/m³) e Santa Bárbara (R\$ 7,26/m³) apresentaram os maiores valores, enquanto Mariana registrou o menor (R\$ 2,11/m³), indicando maior fragilidade financeira diante de situações emergenciais. A despesa total média foi mais elevada em Mariana (R\$ 23,19/m³), possivelmente relacionada aos impactos persistentes do rompimento da Barragem de Fundão e às ações de recuperação implementadas após 2015.

O índice de atendimento total evidencia importantes desigualdades regionais. Mariana apresentou cobertura de 100%, enquanto Brumadinho (70,92%) e Santa Bárbara (74,18%) registraram os menores percentuais, indicando maior dependência de soluções individuais de

abastecimento e maior suscetibilidade à contaminação em situações de emergência ambiental. Os indicadores operacionais e de cobertura estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Indicadores operacionais e de abastecimento de água nos municípios analisados do Quadrilátero Ferrífero.

Municípios	Consumo médio per capita de água (L/hab.dia)	Receita operacional direta média de usuários de água(R\$/m³)	Despesa total média de água incluindo tributos (R\$/m³)	Atendimento da população total com rede de abastecimento de água (IAG0001)
Itabirito	267,95	5,6	5,7	99,39%
Ouro Preto	206,44	4,45	8,19	85,15%
Mariana	253,59	2,11	23,19	100%
Santa Barbara	105,15	7,26	5,96	74,18%
Barão de Cocais	176,42	8	4,36	82,03%
Catas Altas	317,45	-	-	92,15%
Brumadinho	181,43	-	8,62	70,92%
Congonhas	172,43	7,27	8,35	85,40%

Fonte: PDDrU/IPH

A caracterização dos mananciais utilizados para abastecimento público, associada à análise da vulnerabilidade e ao Índice de Segurança Hídrica Urbana (ISH-U) um indicador desenvolvido pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) no âmbito do Atlas do Abastecimento Urbano de Água (ANA, 2013), com o objetivo de avaliar a segurança dos sistemas públicos de abastecimento frente a situações de escassez hídrica, revelou diferentes níveis de exposição e resiliência entre os municípios estudados. Mariana, com o maior número e diversidade de mananciais incluindo o Córrego Maquiné, Córrego Seminário, Ribeirão Belchior e sistemas de poços, foi classificada com baixa vulnerabilidade e baixo ISH-U, indicando que a multiplicidade de fontes não se traduz necessariamente em maior segurança hídrica. Em Itabirito, os mananciais Córrego Seco, Córrego Barraginha e Córrego do Bação apresentaram vulnerabilidade média e ISH-U médio, configurando cenário de atenção moderada. Em Catas Altas, abastecida pela Cachoeira da Santa e pelo Córrego Tamanduá, observou-se vulnerabilidade média associada a baixo ISH-U, evidenciando fragilidades operacionais. Barão de Cocais e Congonhas foram classificados como não vulneráveis, embora com ISH-U médio, demonstrando que a disponibilidade hídrica não garante, isoladamente, segurança hídrica efetiva. Brumadinho, abastecido pela Barragem Rio Manso, Córrego Catarina e Ribeirão Águas Claras, também foi classificado como não vulnerável com ISH-U médio; contudo, o rompimento da Mina Córrego do Feijão demonstra que os indicadores convencionais podem subestimar os riscos tecnológicos associados à mineração. A caracterização completa dos mananciais está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização dos mananciais de abastecimento, vulnerabilidade hídrica e Índice de Segurança Hídrica Urbana (ISH-U) dos municípios analisados.

Municípios	Mananciais	Vulnerabilidade dos mananciais	Índice de Segurança Hídrica Urbano
Itabirito	Córrego Seco, Córrego Barraginha e Córrego do Bação	Média	Média
Ouro Preto	Córrego Passa Dez e Rio Nossa Senhora do Carmo	Baixa	Média
Mariana	Córrego Maquiné, Córrego Seminário, Córrego da Rocinha, Córrego Matadouro, Córrego Taquara Queimada, Córrego Banca do Rego, Córrego Dulico, Córrego Cartuxa, Córrego Del Rey, Córrego Cristal, Poços e Ribeirão Belchior	Baixa	Baixa
Santa Barbara	Rio Caraça e Ribeirão Vermelho	Não vulnerável	Média
Barão de Cocais	Ribeirão Água Fria, Rio São João e Rio Castro	Não vulnerável	Média
Catas Altas	Cachoeira da Santa e Córrego Tamanduá	Média	Baixa
Brumadinho	Barragem Rio Manso, Córrego Catarina e Ribeirão Águas Claras	Não vulnerável	Média
Congonhas	Córrego Macaquinhos, Córrego João Pereira, Córrego do Engenho, Córrego Bandeira, Córrego Gambá e Poços	Baixa	Média

Fonte: ANA, 2013

O Índice de Segurança Hídrica (ISH), desenvolvido pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) no âmbito do Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), considera quatro dimensões principais: humana, econômica, ecossistêmica e resiliência. A dimensão de resiliência incorpora indicadores relacionados à reservação artificial e natural, potencial de armazenamento subterrâneo e variabilidade pluviométrica (ANA, 2019). Nesse contexto, as barragens contribuem positivamente para o indicador de reservação artificial, elevando teoricamente a capacidade de armazenamento hídrico das bacias hidrográficas.

Entretanto, a metodologia do ISH não considera os riscos potenciais associados ao rompimento dessas estruturas. Assim, embora regiões com elevada capacidade de reservação possam apresentar melhores índices de segurança hídrica, os indicadores utilizados não incorporam adequadamente os riscos tecnológicos, ambientais e territoriais relacionados às barragens de rejeitos. Essa limitação evidencia uma dissociação entre os indicadores oficiais de segurança hídrica e a realidade enfrentada pelos municípios inseridos em áreas de intensa atividade minerária.

A análise espacial realizada no presente estudo evidenciou a proximidade entre os pontos de captação de água para abastecimento público e as manchas de inundação associadas às barragens de rejeitos existentes na região do Quadrilátero Ferrífero. O cruzamento entre as manchas de inundação

teóricas e os pontos de captação permitiu identificar o contingente populacional cujas fontes de abastecimento se encontram em rota potencial de impacto, conforme apresentado na Figura 1.

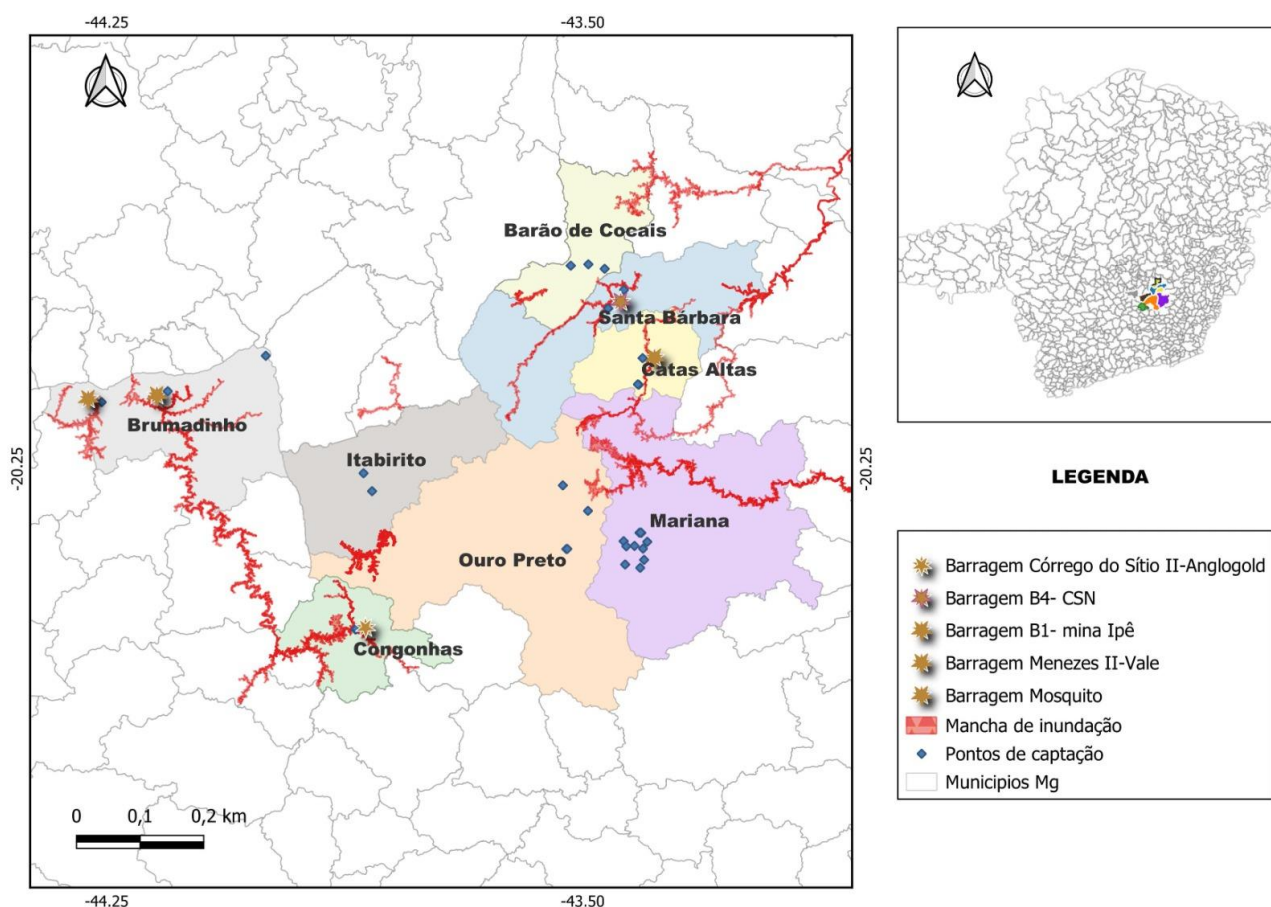


Figura 1 – Localização dos pontos de captação de água para abastecimento público e sua relação com as manchas de inundação de barragens de rejeitos nos municípios analisados do Quadrilátero Ferrífero.

Fonte: IDE-SISEMA (2021); SISÁGUA (2021).

Os resultados demonstram que diversos mananciais utilizados para abastecimento urbano encontram-se inseridos ou próximos às áreas potencialmente atingidas em cenários de rompimento de barragens. Em Catas Altas, destacam-se os mananciais da Cachoeira da Santa e do Córrego Tamanduá, ambos situados próximos às manchas de inundação associadas a Barragem Córrego do Sítio II (AngloGold). Em Brumadinho, observou-se situação particularmente crítica na captação vinculada à Barragem Rio Manso e Barragem Mosquito, localizada diretamente em área potencial de influência, enquanto o Ribeirão Águas Claras apresenta elevada suscetibilidade à contaminação em cenários de falha estrutural.

No município de Santa Bárbara, embora os mananciais Rio Caraça e Ribeirão Vermelho tenham sido classificados como não vulneráveis, a análise espacial demonstrou que ambos se encontram próximos às manchas de inundação da Barragem B4 (CSN), indicando possível subestimação da vulnerabilidade territorial nos indicadores tradicionais de segurança hídrica.

De forma geral, a distribuição espacial dos mananciais em relação às barragens evidencia que os riscos à segurança hídrica no Quadrilátero Ferrífero extrapolam a dimensão quantitativa da disponibilidade de água, envolvendo também aspectos relacionados à vulnerabilidade territorial, à exposição a desastres tecnológicos e à dependência de sistemas centralizados de abastecimento. Nesse sentido, os resultados reforçam a necessidade de incorporação de critérios de risco tecnológico e vulnerabilidade territorial nos estudos e indicadores de segurança hídrica, especialmente em regiões marcadas pela intensa atividade minerária e pela presença de barragens de rejeitos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos evidenciam que os municípios do Quadrilátero Ferrífero analisados apresentam diferentes níveis de vulnerabilidade hídrica associados à presença de barragens de rejeitos de mineração e à dependência de mananciais superficiais para abastecimento público. A análise integrada dos indicadores de cobertura dos serviços, desempenho operacional, segurança hídrica e distribuição espacial das captações demonstrou que parte significativa das infraestruturas de abastecimento encontra-se inserida ou próxima às manchas de inundação associadas às barragens, configurando um cenário de risco potencial à continuidade e à qualidade do abastecimento de água. Além disso, observou-se que os indicadores convencionais de segurança hídrica ainda apresentam limitações quanto à incorporação dos riscos tecnológicos relacionados à mineração, podendo subestimar a vulnerabilidade territorial dos sistemas de abastecimento em áreas sob influência de barragens de rejeitos.

Nesse contexto, os resultados reforçam a necessidade de integração entre a gestão de recursos hídricos, o saneamento básico, o ordenamento territorial e a segurança de barragens, especialmente em regiões de intensa atividade minerária. Torna-se fundamental o fortalecimento de políticas públicas voltadas ao monitoramento contínuo dos mananciais, à ampliação da resiliência operacional dos sistemas de abastecimento e à incorporação de critérios de risco tecnológico nos estudos de segurança hídrica. Dessa forma, o estudo contribui para ampliar a compreensão das relações entre mineração, vulnerabilidade socioambiental e abastecimento público de água no Quadrilátero Ferrífero, oferecendo subsídios técnicos para o planejamento de estratégias de gestão mais seguras e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (2019). *Plano Nacional de Segurança Hídrica*. ANA, Brasília.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (2021). *Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas*. ANA, Brasília.

COELHO, T. (2012). "Mineração e dependência no quadrilátero ferrífero". *Revista Intratextos*, v. 3, n. 1, pp. 128-146.

DIAS, C.A. et al. (2018). "Impactos do rompimento da barragem de Mariana na qualidade da água do rio Doce". [Trabalho acadêmico].

DOS SANTOS, F.F.S. et al. (2018). "O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública". *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v. 4.

FAUSTO, J.P. et al. (2026). "Planejamento urbano e segurança hídrica: gestão integrada do uso do solo, da drenagem e do saneamento na proteção dos recursos hídricos nas cidades". *Veredas do Direito*, v. 23, n. 6, p. e235790.

FREITAS, C.M. et al. (2019). "Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva". *Cadernos de Saúde Pública*, v. 35, p. e00052519.

HELLER, L.; CASTRO, J.E. (2013). *Política Pública e Gestão de Serviços de Saneamento*. UFMG, Belo Horizonte, 567 p.

IGAM – INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (2020). *Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (PERH-MG): Resumo Executivo*. IGAM, Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br>. Acesso em: 4 maio 2026.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (2010). *Resolução A/RES/64/292: o direito humano à água e ao saneamento*. ONU, Nova York.

PASINI, F.; DAMKE, T. (2020). "A importância da potabilidade da água no saneamento básico para a promoção da saúde pública no Brasil". *Revista Eletrônica TECCEN*, v. 13, n. 1, pp. 8-15.

POLIGNANO, M.V.; LEMOS, R.S. (2020). "Rompimento da barragem da Vale em Brumadinho: impactos socioambientais na Bacia do Rio Paraopeba". *Ciência e Cultura*, v. 72, n. 2, pp. 37-43.

PRADO FILHO, J.F.; SOUZA, M.P. (2004). "O licenciamento ambiental da mineração no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais: uma análise da implementação de medidas de controle ambiental formuladas em EIAs/RIMAs". *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 9, n. 4, pp. 343-349.

ROMAN, M.L.M.; ROQUE, V.G.P.; PAULO, L.A.R. (s.d.). "Análise do uso e ocupação do solo de nascentes cadastradas no perímetro urbano da sede de Ouro Preto-MG". in *Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*.

SILVEIRA, A. et al. (2023). "Mapas de zonas potenciais de recarga da água subterrânea como uma nova ferramenta para a segurança hídrica do abastecimento público". *Águas Subterrâneas*, v. 37.