

Vulnerabilidades socioambientais associadas à implantação de rodovias às margens do reservatório de abastecimento público da Represa de São Pedro, Juiz de Fora, Minas Gerais

Cézar Henrique Barra Rocha¹ Renata Lopes Duarte² Ramon Octaviano de Castro Matoso³
 Lucas do Vale Souza⁴ Fábio Jacob da Silveira⁵ Micael Marlon de Moraes Machado⁶

¹ Doutor em Geografia, Mestre em Transportes, Professor Titular, Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Juiz de Fora, Minas Gerais – Brasil. cezar.barra@ufjf.br

² Mestranda - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Saneamento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Juiz de Fora, Minas Gerais – Brasil. renata.duarte@engenharia.ufjf.br

³ Mestrando - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Juiz de Fora, Minas Gerais – Brasil. ramon.matoso@engenharia.ufjf.br

⁴ Mestrando - Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Juiz de Fora, Minas Gerais – Brasil. lucas.vale@engenharia.ufjf.br

⁵ Mestrando - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Juiz de Fora, Minas Gerais – Brasil. fjsilveira14@gmail.com

⁶ Engenheiro Ambiental e Sanitarista – UFJF, Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Juiz de Fora, Minas Gerais – Brasil. micael.machado@engenharia.ufjf.br

Cite como

American Psychological Association (APA)

Rocha, C. H. B., Duarte, R. L., Matoso, R. O. de C., Souza, L. do V., Silveira, F. J., & Machado, M. M. de M. (2022). Vulnerabilidades socioambientais associadas à implantação de rodovias às margens do reservatório de abastecimento público da Represa de São Pedro, Juiz de Fora, Minas Gerais. *Rev. Gest. Ambient. e Sust. - GeAS*, 10(1), 1-27, e19805. <https://doi.org/10.5585/geas.v11i1.19805>.

Resumo

Introdução: Uma das principais formas de ocupação da terra, e que gera graves impactos aos corpos hídricos, é a implantação de rodovias próximas a esses sistemas.

Objetivo: Identificar os impactos socioambientais associados a dois eventos: obras de duplicação da BR-040 (em 2007) e de implantação da BR-440 (entre 2010 e 2020), às margens do manancial de abastecimento público da Represa de São Pedro, em Juiz de Fora (MG).

Metodologia: Foi realizada uma revisão de dados presentes em artigos científicos, da mesma área de estudo, os quais utilizaram o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), a fim de avaliar a qualidade da água desse manancial, enquadrado como classe 1. Foram realizadas ainda análises de dados de parâmetros de qualidade, disponibilizados pela CESAMA, e acompanhamentos periódicos, entre os anos de 2006 e 2017, da evolução desses empreendimentos às margens da represa, a partir dos quais foi possível levantar materiais para análises de consequências associadas.

Resultados: A partir dessa série de dados, observou-se que os eventos citados causaram diversos prejuízos ao meio socioambiental, como supressão de vegetação ciliar, assoreamento do corpo hídrico, compactação e contaminação do solo, aterramento de nascentes e desvio de suas águas. Como consequência, os ICE observados nesses períodos foram os piores, o que indica péssima qualidade da água para abastecimento.

Conclusão: Foi possível perceber a capacidade de aumento do volume de água tratado na ETA em até 2 vezes, o que diminuiria os riscos associados ao desabastecimento do município em épocas de seca.

Palavras-chave: Qualidade da água. Mananciais de abastecimento. Impactos ambientais de rodovias. Uso e ocupação da terra. Índice de Conformidade ao Enquadramento.





Socio-environmental vulnerabilities associated with the implementation of highways on the banks of the public supply reservoir of the São Pedro Dam, Juiz de Fora, Minas Gerais

Abstract

Introduction: One of the main forms of land settlement that generates serious impacts in water bodies is the construction of highways close to these systems.

Objective: To identify the socio-environmental impacts associated with two events: the widening of BR-040 (in 2007) and the construction of BR-440 (between 2010 and 2020), near the banks of São Pedro Dam reservoir, a public water supply source in Juiz de Fora, MG.

Methodology: A review of data from published papers, in which the area of study was the same and Water Quality Index (WQI) was used, was carried out in order to assess the water quality of this source, classified as a Class 1 water body. Data on water quality parameters provided by CESAMA were also analyzed. In addition, the progress of land development projects in the vicinity of the dam reservoir was regularly monitored from 2006 to 2017, allowing the gathering of information to be used in the analysis of associated consequences.

Results: The dataset showed that the aforementioned events caused severe damage at the socio-environmental level, such as suppression of riparian vegetation, silting of the water body, compaction and contamination of the soil, filling of springs with land, and diversion of its waters. As a consequence, WQI values in these periods were the worst, indicating poor water quality for supply purposes.

Conclusion: It is possible to double the volume of water treated by the local plant. This would reduce the risks of water shortage in the city during the dry season.

Keywords: Water quality. Water supply sources. Environmental impacts of highways. Land settlement. WQI index.

Vulnerabilidades socioambientales asociadas a la implementación de carreteras en los márgenes del embalse de abastecimiento público de la Represa São Pedro, Juiz de Fora, Minas Gerais

Resumen

Introdução: Uma das principais formas de ocupação da terra, e que gera graves impactos aos corpos hídricos, é a implantação de rodovias próximas a esses sistemas.

Objetivo: Identificar os impactos socioambientais associados a dois eventos: obras de duplicação da BR-040 (em 2007) e de implantação da BR-440 (entre 2010 e 2020), às margens do manancial de abastecimento público da Represa de São Pedro, em Juiz de Fora (MG).

Metodologia: Foi realizada uma revisão de dados presentes em artigos científicos, da mesma área de estudo, os quais utilizaram o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), a fim de avaliar a qualidade da água desse manancial, enquadrado como classe 1. Foram realizadas ainda análises de dados de parâmetros de qualidade, disponibilizados pela CESAMA, e acompanhamentos periódicos, entre os anos de 2006 e 2017, da evolução desses empreendimentos às margens da represa, a partir dos quais foi possível levantar materiais para análises de consequências associadas.

Resultados: A partir dessa série de dados, observou-se que os eventos citados causaram diversos prejuízos ao meio socioambiental, como supressão de vegetação ciliar, assoreamento do corpo hídrico, compactação e contaminação do solo, aterramento de nascentes e desvio de suas águas. Como consequência, os ICE observados nesses períodos foram os piores, o que indica péssima qualidade da água para abastecimento.

Conclusão: Foi possível perceber a capacidade de aumento do volume de água tratado na ETA em até 2 vezes, o que diminuiria os riscos associados ao desabastecimento do município em épocas de seca.

Palavras-chave: Qualidade da água. Mananciais de abastecimento. Impactos ambientais de rodovias. Uso e ocupação da terra. Índice de Conformidade ao Enquadramento.

Introdução

Os processos de desenvolvimento urbano resultam em ações antagônicas: ao mesmo tempo em que aumentam a demanda por água de qualidade, estão também notoriamente integrados às alterações no solo e, conseqüentemente, à degradação dos recursos hídricos.



O uso e ocupação da terra têm implicações diretas nas dinâmicas que envolvem a disponibilidade de água, tanto quantitativa quanto qualitativamente (PIAZZA *et al.*, 2017; DE SOUZA *et al.*, 2018).

Nesse contexto, surge a importância da conservação dos mananciais de abastecimento público, sobretudo os de água superficial, como os reservatórios. Esses sistemas oferecem os maiores riscos associados, uma vez que estão mais expostos à contaminação externa e, conseqüentemente, mais suscetíveis a causar doenças de veiculação hídrica à população (FAIAL, 2017; LEMOS & JUNIOR, 2019; CRUZ & MIERZWA, 2020).

A fim de proteger os mananciais de captação de água para uso humano, e buscando torná-los perenes, garantindo sua preservação em longo prazo, o Código Florestal Brasileiro, Lei Federal nº 12.651/2012, em seu artigo 5º, prevê como área de preservação permanente (APP) uma faixa mínima de 30 metros (em área rural) no entorno de reservatórios de abastecimento público de água (BRASIL, 2012; MAGALHÃES & BARBOSA JUNIOR, 2019).

Art. 5º Na implantação de reservatório d'água artificial destinado a geração de energia ou abastecimento público, é obrigatória a aquisição, desapropriação ou instituição de servidão administrativa pelo empreendedor das Áreas de Preservação Permanente criadas em seu entorno, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, observando-se a faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros em área rural, e a faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros em área urbana. (BRASIL, 2012).

Nessa faixa deve-se preservar toda a vegetação existente, denominada mata ciliar, a qual corresponde um sistema florestal no entorno dos corpos hídricos, e que possui como função principal a conservação dos mesmos. Essa cobertura vegetal protege o solo contra os processos erosivos e conseqüente assoreamento. A exposição do solo é geralmente acompanhada de movimentação de terra e impermeabilização do mesmo, o que pode gerar ainda o transporte de diversos contaminantes diretamente para os cursos d'água (CASTRO, CASTRO & DE SOUZA, 2013).

As matas ciliares então servem como verdadeiras barreiras físicas para toda poluição resultante do escoamento superficial, como sólidos, nutrientes ou metais pesados (CASTRO, CASTRO & DE SOUZA, 2013; ROCHA & COSTA, 2015), servindo ainda como filtro para a poluição do ar.

Uma das diversas formas de uso e ocupação da terra, e que gera inúmeras conseqüências negativas ao meio ambiente e, mais especificamente, aos mananciais de abastecimento de água, é a implantação de rodovias próximas a esses sistemas. A abertura de vias gera impactos negativos desde o seu processo de implantação, até a operação. Durante a implantação há alterações na superfície, com supressão de mata ciliar e movimentação de terra. Essas ações causam a aceleração dos processos erosivos,



carreamento de partículas e conseqüente assoreamento do corpo hídrico, interferindo tanto na qualidade quanto na quantidade da água disponível. Além disso, há observação de interferência na fauna local, com alteração dos habitats, alteração dos movimentos migratórios de algumas espécies animais, além de prejuízo à biodiversidade, devido à fragmentação florestal (REZENDE & ALVES COELHO, 2016).

Durante a operação, além dos impactos associados à fase de instalação, outros problemas ambientais podem ser observados, como o atropelamento de animais, aumento da incidência de incêndios criminosos às margens da rodovia, e acidentes com cargas perigosas, causando a contaminação do manancial de água (REZENDE & ALVES COELHO, 2016).

As questões ambientais associadas à instalação de rodovias próximas a reservatórios de água motivaram a elaboração deste estudo, o qual contempla esses problemas e busca conscientizar a sociedade para a gravidade dessas ocorrências, a fim de que a mesma se mobilize de forma mais ativa contra a implantação de tais empreendimentos nesses locais.

Para tal, foi escolhido como objeto de pesquisa o manancial de abastecimento público da Represa de São Pedro, em Juiz de Fora (Minas Gerais), às margens do qual se destacam as obras de duplicação da BR-040, em 2007, e de implantação da BR-440, entre 2010 e 2018 (ROCHA *et al.*, 2018a). Essas intervenções agravaram ainda mais os impactos do uso e ocupação da terra de forma desordenada, já existente no local, o qual conta com diversos loteamentos e condomínios. Tais impactos tem influência negativa direta para as águas do reservatório e, conseqüentemente, para a população de Juiz de Fora.

Objetivos

Devido à importância hidrográfica do manancial de abastecimento público da Represa de São Pedro para o município de Juiz de Fora, o presente artigo objetiva identificar as vulnerabilidades socioambientais geradas pelas obras de duplicação da BR-040 e implantação da BR-440, bem como identificar os impactos já observados no reservatório, decorrentes de tais atividades.

Como objetivos secundários se pretende fornecer evidências e informações, para a sociedade de forma geral, de que tais obras geram impactos diretamente na qualidade e quantidade da água disponível, o que pode trazer como consequência diversos problemas associados, como doenças de veiculação hídrica e escassez hídrica.

Metodologia

Os procedimentos metodológicos desse estudo consistiram no exame de documentos, artigos científicos e legislação pertinentes, bem como análise de dados secundários de qualidade da água, fornecidos pela Companhia de Saneamento Municipal de Juiz de Fora



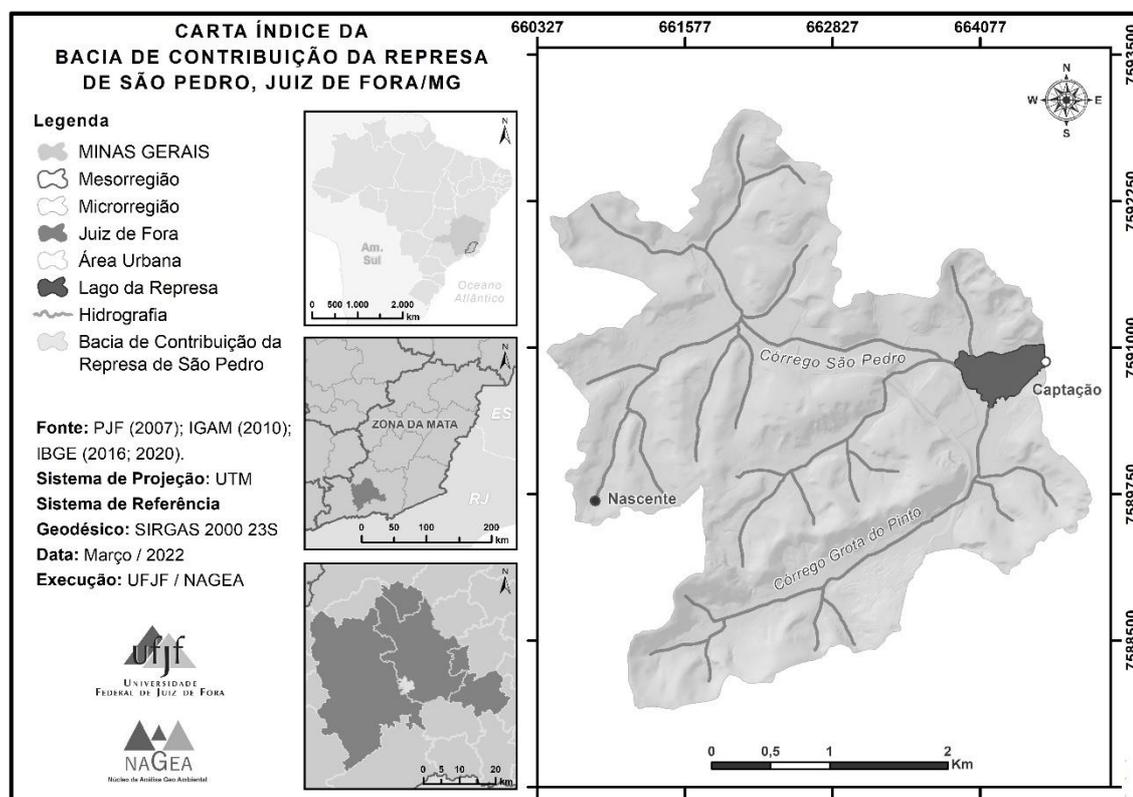
(CESAMA), a qual realiza coletas e análises mensais das amostras de água, à jusante do ponto de captação da Represa de São Pedro. Além disso, foram realizadas visitas periódicas ao local, acompanhando de perto todo o progresso dos empreendimentos realizados às suas margens, bem como elaboração de relatórios fotográficos, mostrando a evolução histórica dos fatos.

Área de estudo

O manancial da Represa de São Pedro, indicado na Carta índice da Figura 1, está localizado na cidade de Juiz de Fora, região conhecida como Zona da Mata mineira, sob as coordenadas geográficas 21°46'43,9" S e 43°24'29,2" W (Datum WGS 84). Possui área total de drenagem de aproximadamente 13 km², e seus principais afluentes são os córregos São Pedro e Grota do Pinto. Ela pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, e sua Estação de Tratamento de Água (ETA) é responsável pelo abastecimento público de água tratada para cerca de 8% de todo o município (ROCHA, SILVA & FREITAS, 2016; ROCHA *et al.*, 2019a).

Figura 1

Carta Índice indicando a localização da Represa de São Pedro



Fonte: Autores (2022).



Apesar de sua notória importância para o município, a bacia da represa vem sofrendo há algum tempo com a forte interferência humana, associada à ausência de políticas públicas eficientes, o que gera grave degradação da qualidade de suas águas (RIBEIRO & PIZZO, 2011).

Dados de qualidade da água

Segundo a Deliberação Normativa COPAM nº. 16/1996, que dispõe sobre o enquadramento das águas estaduais da bacia do rio Paraibuna (MINAS GERAIS, 1996), a Represa de São Pedro é enquadrada como classe 1, ou seja, apresenta os fins mais nobres de consumo humano.

Como as águas se destinam ao abastecimento público, os dados de qualidade fornecidos pela CESAMA foram analisados mensalmente, durante uma série histórica de 12 anos (2006 – 2017) e, em seguida, foram organizados em planilhas e abordados comparativamente com artigos científicos publicados, e que tratam da mesma área objeto do estudo, realizando assim uma revisão da bibliografia existente. Tais artigos utilizaram como indicador da qualidade da água, na bacia hidrográfica de São Pedro, o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE).

O ICE é um índice canadense, desenvolvido pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment*, e informa de modo eficiente a situação presente do corpo hídrico, em relação ao enquadramento do mesmo (ROCHA *et al.*, 2018a; ROCHA *et al.*, 2019a).

Esse índice é obtido através da composição de três elementos, sendo eles: a abrangência, a qual quantifica os parâmetros que estão em desacordo com os padrões estabelecidos de qualidade da água; a frequência, que indica o número de ocorrências nas quais o parâmetro não se encaixou ao padrão; e, finalmente, a amplitude, que nada mais é que a diferença entre o valor encontrado para o parâmetro, no corpo hídrico, e o limite máximo para seu enquadramento em determinada classe. Dessa forma, é possível adaptar o índice canadense para a realidade brasileira, admitindo a inclusão de parâmetros que se encaixem de forma mais adequada, para cada corpo hídrico em particular, o que permite avaliar se o manancial está atendendo aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005, a qual dispõe, entre outras, sobre a classificação dos corpos de água e dá diretrizes ambientais para o seu enquadramento (BRASIL, 2005; CCME, 2001a; CCME, 2001b; MMA, 2005; AMARO, 2009; ANA, 2012).

A partir do cálculo do ICE, é possível chegar a resultados que indicam se o corpo hídrico enquadra dentro da conformidade, ou ainda quando não se enquadra obtendo, portanto, a desconformidade. São 5 as faixas, ou classes, para a classificação desse índice, que variam de ótima (95-100), passando por boa (80-94), regular (65-79), ruim (45-64),



chegando aos piores resultados: péssima (0-44) (AMARO, 2009; ANA, 2012).

Os parâmetros analisados nesse estudo, para realização do cálculo do ICE nas águas da bacia da Represa do Córrego de São Pedro, foram: pH, cor, turbidez, ferro, cloretos, dureza, oxigênio dissolvido, oxigênio consumido, condutividade, $DBO_{5,20}$, fosfato total, nitrogênio total, e *Escherichia-coli*.

Acompanhamento da evolução dos empreendimentos

O acompanhamento da evolução da instalação dos empreendimentos foi feito com visitas periódicas ao local, por equipe multidisciplinar (acadêmicos e técnicos) composta por engenheiros civis, ambientais e sanitaristas, de produção, geógrafos, biólogos, bombeiro, entre outros profissionais, a partir do ano de 2006 até os dias atuais. Nessas visitas foram realizadas medições, análises empíricas, observações *in loco* e levantamento de dados e de material fotográfico.

A partir de então, os dados coletados foram encaminhados à sede do Núcleo de Análise Geo Ambiental (NAGEA), na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), onde se procedeu a análise dos mesmos, através da elaboração de relatórios e mapas utilizando o *software* ArcGIS versão 10.2.1.

Resultados e discussões

Análise da qualidade da água

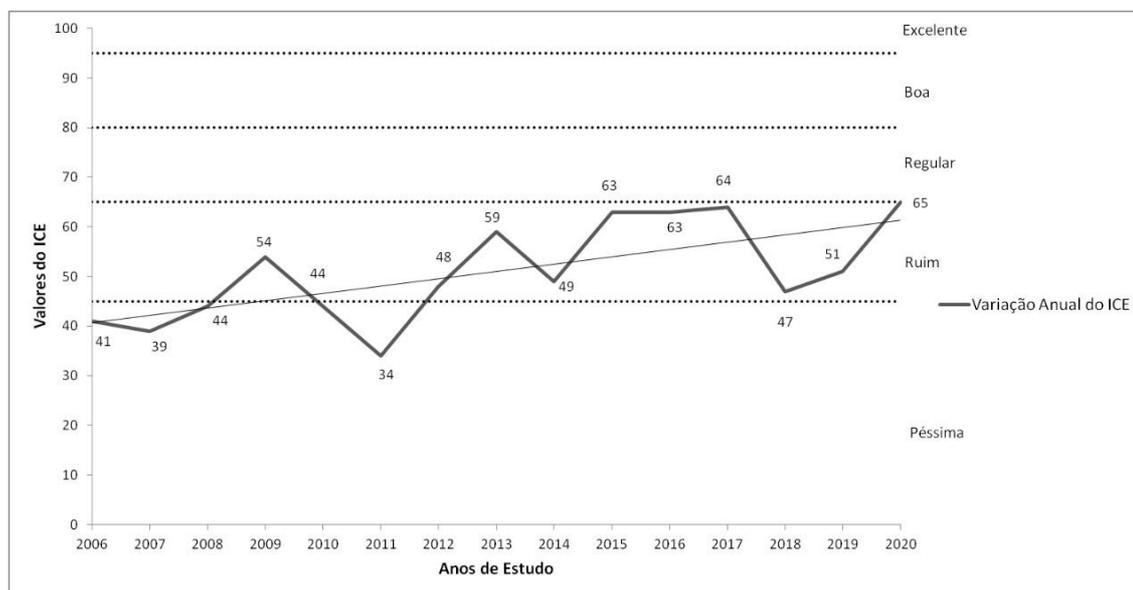
O gráfico mostrado através da Figura 2 é resultado de pesquisas realizadas por Rocha *et al.* (2019a), atualizado para 2020 pelos autores desse artigo e ilustra de forma didática a evolução do ICE nas águas da Represa de São Pedro, durante os 15 anos de estudo (2006 a 2020). A partir do gráfico, é possível perceber a variação do índice de péssimo a ruim, chegando à classe “regular” somente em 2020 devido a redução do trânsito na BR-040 e a paralização das obras em função da Pandemia de Covid-19.

Esses resultados sugerem comprometimento da qualidade das águas desse manancial de abastecimento, uma vez que águas classificadas como “ruins” indicam que, com frequência, os parâmetros de qualidade não atendem aos padrões estabelecidos para o enquadramento. De forma ainda mais grave, a classificação como “péssima” indica que a qualidade da água está sempre alterada e, portanto, é seriamente desaconselhável seu uso para abastecimento humano (AMARO, 2009; ANA, 2012).



Figura 2

Gráfico ilustrando a variação do ICE durante os 15 anos de estudo, na Represa de São Pedro



Fonte: Rocha *et al.* (2019); autores (2022).

De acordo com as pesquisas realizadas pelos autores, os valores do ICE para os anos de estudo (2006 a 2017) que apresentaram os piores resultados (péssimo) foram 2006, 2007, 2008, 2010 e 2011, sendo que o ano de 2011 apresentou o pico negativo, ou seja, apresentou o pior ICE, entre os demais anos. Os autores atribuem parte desse resultado negativo às obras de duplicação da BR-040 (2007) e de construção da BR-440 (2010 e 2011), onde foram feitas movimentações de terra, possivelmente carreando materiais sólidos, juntamente com contaminantes, para o corpo hídrico (ROCHA *et al.*, 2019a). O período de 2015 a 2017 que é o melhor patamar da série, aproximando de “Regular”, coincide com a paralização dessas obras. Ao serem retomadas em 2018 o ICE volta a ficar “Ruim” aproximando da qualidade “Péssima”. A paralização com a pandemia de Covid-19 em 2020 registra o melhor valor da série com ICE=65.

A água de abastecimento público, quando de má qualidade, pode trazer diversas consequências deletérias à saúde. O consumo humano exige atendimento a padrões específicos de qualidade estética, física, química e microbiológica (SOARES *et al.*, 2019).

Além da necessidade de não conter organismos e substâncias patogênicas, a água de abastecimento público deve, ainda, convencer o consumidor quanto à sua confiabilidade. Mesmo águas que possuem características físicas, químicas e biológicas seguras do ponto de vista da saúde pública, podem ser rejeitadas por conter características sensoriais desagradáveis, como sabor, odor e cor (da SILVA & VALENTINI, 2020).



Os resultados negativos observados nas águas da Represa de São Pedro influenciam ainda nos processos de tratamento para distribuição, gerando maiores dificuldades e gastos para tal.

A turbidez, por exemplo, foi um dos parâmetros que mais apresentou desconformidades com os padrões estabelecidos pela Legislação, ainda quando comparada com a Portaria de Consolidação MS nº 5/ 2017 (Anexo XX), a qual dispõe sobre os padrões brasileiros de potabilidade da água para consumo humano, e define os valores máximos permitidos para suas mais diversas características (BRASIL, 2017), e que entrou em vigor em substituição à Portaria do Ministério da Saúde nº. 2.914/2011 (BRASIL, 2011).

Como a turbidez é um dos principais parâmetros associados ao transporte de materiais para o corpo hídrico, causando comprometimento da qualidade da água (LE MOS & MAGALHÃES, 2019), sua elevação pode comprometer, ou até mesmo inviabilizar, os processos convencionais de tratamento da água, como a filtração e a coagulação, levando à necessidade de adoção de um pré-tratamento e, conseqüentemente, encarecendo o processo (GLUSCZAK, 2018).

Ainda de acordo com o gráfico da Figura 2, é possível observar que a partir do ano de 2012 foi constatada melhora na qualidade das águas da Represa de São Pedro, refletida na melhoria do ICE nos últimos anos analisados, passando de péssimo a ruim. Esse resultado, porém, ainda está longe do ideal para esse tipo de manancial, mas demonstra a capacidade de autodepuração e potencial de resiliência do corpo hídrico. Para Rocha *et al.* (2018a) essa resiliência pode não ser o suficiente para viabilizar seu uso para abastecimento, em médio e longo prazo (ROCHA *et al.*, 2018a; ROCHA *et al.*, 2018b; ROCHA *et al.*, 2019a).

De acordo com Freitas (2015), a bacia de contribuição da Represa de São Pedro vem ainda sofrendo com a crise de processos de gestão dos recursos hídricos, agravada pela diminuição do volume de chuvas, observado nos últimos anos. Para o autor os processos de ocupação desordenada, associados à forte pressão imobiliária e a elevada movimentação de terras, influenciam direta e negativamente a qualidade das águas do manancial.

Impactos ambientais na Represa de São Pedro

As obras para a implantação da BR-440 resultaram na supressão da vegetação ciliar, como pode ser observado ao fundo da Figura 3, imagem feita a partir de um trabalho de campo, realizado em dezembro de 2010. Também através dessa Figura, é possível observar a movimentação de máquinas pesadas, que geram a compactação do solo, dificultando os processos de infiltração de água, e conseqüentemente, afetando o aporte para a recarga do aquífero subterrâneo, que contribui para o volume que chega à Represa de São Pedro.



Além disso, a imagem mostra a construção do canal de cintura, cuja finalidade seria proteger a Represa, mas que na verdade está funcionando de forma a drenar as águas de diversas nascentes para jusante da barragem, impedindo que essas águas alimentem o manancial, e diminuindo assim seu volume de água.

Figura 3

Supressão de mata ciliar, movimentação de máquinas e construção de canal, às margens da Represa de São Pedro, para implantação da BR-040



Fonte: Autores (2022).

Através das imagens da Figura 4, é possível observar (à esquerda) que a faixa de preservação permanente determinada pelo Código Florestal Brasileiro, correspondente a no mínimo 30 metros de extensão, não foi respeitada, sendo resguardados apenas 5 metros, ou seja, menos de 17% do estipulado pela Lei. Ainda conforme pode ser observado através da Figura 4 (à direita) a saia de aterro da rodovia e o canal de cintura “amassaram” a mata ciliar, perdendo essa proteção essencial ao corpo hídrico.



Figura 4

Imagem mostrando a distância entre a margem da Represa de São Pedro e as margens da construção da BR-440 (à esquerda), e Imagem mostrando supressão de vegetação ciliar para implantação da BR-440 (à direita)



Fonte: Autores (2022).

A operação das rodovias próximas às unidades de conservação pode causar, ainda, contaminação do manancial, por meio de acidentes pelo transporte de materiais perigosos, metais pesados, bem como óleos e graxas, resíduos sólidos lançados pelos viajantes, ou outros produtos que, pela proximidade com o reservatório, rapidamente podem ser escoados diretamente para manancial, trazendo consequências e impactos socioambientais, como o comprometimento do abastecimento público (BENTO, 2019). Os derramamentos de tais substâncias em estradas são comuns, principalmente em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, o qual apresenta forte dependência do transporte rodoviário para escoamento de produtos (SIQUEIRA *et al.*, 2017).

Esse processo é conhecido como contaminação difusa, através do qual cargas de poluentes, resíduos e sedimentos ali gerados, associados à chuva e ao escoamento resultante, chegam ao corpo hídrico, de forma intermitente, promovendo alteração do meio ambiente e comprometendo as funções ecológicas da área (SILVA *et al.*, 2018).

Além disso, as intervenções em áreas de preservação permanente (APP) podem comprometer a disponibilidade hídrica, independente de acidentes com cargas perigosas.

A manutenção das APP de curso d'água, às margens da Represa, possui a particularidade de funcionar como filtro para a poluição advinda do ar, especificamente do tráfego de veículos cuja pirólise (queima do combustível fóssil) gera os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA's). Estes compostos químicos são acumulativos na natureza e precipitam próximo ao local onde ocorre o tráfego, não sendo possível a sua eliminação pelas Estações de Tratamento de Água convencionais (JACQUES *et al.*, 2007). Uma vez que as



águas da Represa de São Pedro são usadas para abastecimento público, por parte da população de Juiz de Fora, esse configura um novo problema, que consiste no acúmulo de tais compostos nos organismos que consomem essas águas, o que pode trazer problemas de saúde a médio e longo prazos à população.

Souza (2008) encontrou altas concentrações de HPA's próximo a BR040. Segundo o Autor "regiões que delimitam rodovias de grande fluxo de veículos, como a BR040, estarão mais susceptíveis a contaminação por poluentes oriundos da pirólise de combustíveis. De acordo com a literatura, há uma tendência para diminuição da concentração de HPA's à medida que os pontos de coleta se distanciam da rodovia. A forma que os HPAs chegam até as matrizes é pela deposição do material particulado contaminado do ar sobre a superfície da água, e por consequência contribui com a contaminação da coluna d'água e do sedimento". Amostras de solo coletadas a 10 m da BR040 apresentaram maiores concentrações para compostos como fenantreno (0,024 µg.g⁻¹ em peso seco), fluoranteno (0,027) e pireno quantificados (0,040). Já o sedimento da Represa ficou livre dos HPA's, certamente, devido às distâncias de APP respeitadas e à Mata Ciliar (ROCHA, 2010).

Outra importante função das áreas de preservação permanente, e das matas ciliares, é o chamado "efeito esponja", através do qual existe a acumulação de água no solo e nas raízes dessa vegetação ciliar, a qual poderia ser liberada na época da seca, contribuindo para o aumento no volume das águas, e evitando, assim, o rebaixamento acentuado do lençol freático e do nível da Represa.

Assim, os impactos ambientais decorrentes da implantação dessas rodovias às margens da Represa de São Pedro são inúmeros, e de grandes magnitudes. Logo na primeira fase da obra para construção da BR-440, pôde ser observado o aterramento de uma nascente, pelas atividades de terraplenagem. Ainda, essa movimentação de terra resultou no carreamento de sedimentos para o manancial, conforme documentado através da Figura 5. O processo de assoreamento também diminui a capacidade de armazenamento da Represa, resultante do aumento do seu nível do fundo.



Figura 5

Aterramento de nascente às margens da Represa de São Pedro, devido às obras de terraplenagem para construção da BR-440



Fonte: Autores (2022).

Até o momento, não existem registros oficiais de quaisquer projetos de reflorestamento ou de dragagem das águas da Represa de São Pedro, pelos órgãos públicos gestores.

A imagem da Figura 6 foi feita em agosto de 2016, ou seja, durante a estação seca, e mostra o canal construído equivocadamente, ainda com bastante água das nascentes ali existentes, e que estão deixando de contribuir para a alimentação da Represa de São Pedro. Ao acompanhar o caminho percorrido pelo canal, foi constatado que essas águas atualmente são desaguadas no córrego de São Pedro, onde são utilizadas para diluição de esgoto praticamente bruto. Dessa forma, é possível perceber o desperdício de água de boa qualidade, proveniente dessas nascentes.



Figura 6

Presença de água de qualidade, proveniente das nascentes, no canal em plena estação seca



Fonte: Autores (2022).

As imagens da Figura 7, também feitas em agosto de 2016 (estação seca), mostram a abundância de água oriunda das nascentes, e que irão desaguar no córrego São Pedro, à jusante da barragem, deixando de contribuir para o manancial.

Figura 7

Volume de água de nascente desperdiçada, devido à construção equivocada do canal



Fonte: Autores (2022).



As nascentes são unidades essenciais ao sistema hidrológico das bacias. Elas contribuem para a alimentação e permanência das águas nos mananciais, e é através delas que é feita a passagem da água subterrânea para a superfície. Constituem a opção economicamente mais viável, quando se fala de abastecimento público, uma vez que os gastos envolvidos no tratamento de águas provenientes de nascentes são consideravelmente menores. Dessa forma, a preservação das nascentes é fator imperativo para a manutenção da qualidade e preservação do meio ambiente. (SILVA *et al.*, 2016; SILVEIRA, SANTOS & SOUZA, 2019).

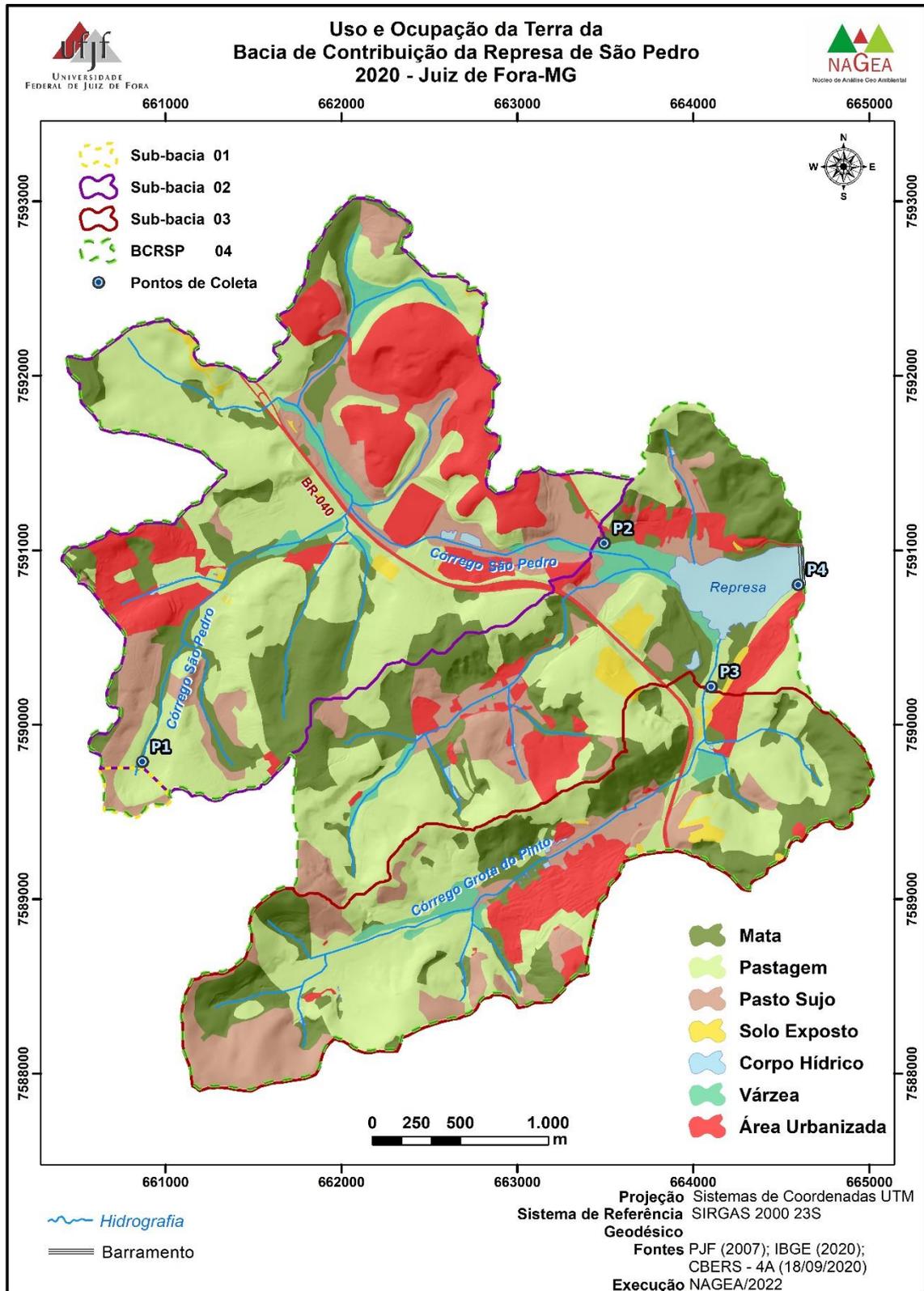
As imagens das Figuras 6 e 7 são evidências da influência negativa da ocupação desordenada, para o meio ambiente. A partir de um levantamento de campo, realizado em agosto de 2016, após a paralisação das obras para construção da BR-440, foi possível observar que a mata ciliar outrora suprimida para realização dessas atividades, começa a se recuperar, ainda que de forma tímida, beneficiando a proteção das margens da Represa de São Pedro.

Finalmente, é importante ressaltar que a Represa de São Pedro é alimentada por dois tributários principais: o córrego São Pedro (à esquerda) e o córrego Grota do Pinto (à direita), conforme Figura 8. Eles juntos possuem vazão mediana de aproximadamente 350 litros de água por segundo, sendo que a Estação de Tratamento de Água (ETA) de São Pedro só tem capacidade para tratar 140 litros/segundo. A nova fase da obra, conforme faixa vermelha entre os pontos P4 e P3, passará sobre fragmentos de Mata que protegem o corpo d'água e acima do córrego Grota do Pinto (P3). Apenas este córrego injeta uma mediana de 150 litros de água/segundo no manancial. A partir dessas premissas, é possível notar a possibilidade de ampliação da capacidade da Estação de Tratamento de Água de São Pedro para duas vezes mais, o que atenderia uma parcela maior da população do município de Juiz de Fora.



Figura 8

Carta de uso e cobertura da terra na Bacia de Contribuição da Represa de São Pedro, em Juiz de Fora – Minas Gerais



Fonte: Autores (2022).



A partir da análise da Carta de uso e cobertura da terra, na Bacia de Contribuição da Represa de São Pedro, é possível observar de forma clara as sete classes de cobertura selecionadas: mata, pastagem, pasto sujo, solo exposto, corpo hídrico, várzea e área urbana. Em azul encontra-se a Represa, bem como toda a rede hidrográfica que compõe sua bacia, podendo ser percebida a área de influência da mesma. Ou seja, o tipo de cobertura da terra, dentro dos limites da bacia hidrográfica, irá influenciar diretamente na qualidade e quantidade dessas águas. Casquin (2016), De Mello (2020), Rocha *et al.*, 2019b e Rocha *et al.*, 2020 apresentaram nas suas pesquisas as correlações e efeitos de cada tipo de uso e cobertura da terra na qualidade da água, destacando os efeitos negativos das pastagens e área urbana.

Em verde escuro está sendo representada a mata remanescente na bacia hidrográfica, o que podemos perceber, através da Figura 8, que corresponde a uma pequena parcela da ocupação, perante as demais classes, principalmente ao redor da Represa.

As manchas em vermelho ao sul e ao norte do Mapa mostram, respectivamente, os condomínios Passos Del Rey, no córrego Grota do Pinto, e Alphaville, no córrego São Pedro. As dimensões dessas duas áreas somadas quase se igualam ao que restou de fragmentos de Mata em toda bacia de contribuição da Represa de São Pedro, conforme pode ser observado através da Figura 8.

A Figura 9 mostra em detalhes a parte leste da Figura 8, à montante do ponto P3, que é a sub-bacia do córrego Grota do Pinto, canalizado para fazer a intersecção entre as rodovias BR-440 e BR-040.



Figura 9

Intersecção da BR-440 com BR-040 canalizando o córrego Grota do Pinto



Fonte: Tribuna de Minas (2019).

Infelizmente nem o poder público municipal, nem a Companhia de Saneamento Municipal (CESAMA) conseguiram evitar que a Lei Complementar nº 082 de 2018, que “dispõe sobre a Política de Desenvolvimento Urbano e Territorial, o Sistema Municipal de Planejamento do Território e a revisão do PDP/JF de Juiz de Fora conforme o disposto na Constituição Federal e no Estatuto da Cidade e dá outras providências”, no seu artigo 66º excluisse a Bacia da Represa de São Pedro da Macroárea de Interesse Ambiental e de Preservação dos Mananciais - MA3:

Art. 66. A Macroárea de Interesse Ambiental e de Preservação dos Mananciais - MA3 abrange a porções do território correspondentes às bacias de contribuição dos mananciais de abastecimento público da **Represa Dr. João Penido, do Ribeirão Espírito Santo e da bacia do Ribeirão Estiva...**
SEÇÃO III

Da Macroárea de Interesse Ambiental e de Preservação dos Mananciais - MA3

Art. 67. São objetivos específicos da Macroárea de Interesse Ambiental e de Preservação dos Mananciais - MA3:



- I - recuperar, conservar e proteger os mananciais de abastecimento público da cidade de Juiz de Fora;**
- II - recuperar, conservar e proteger as bacias hidrográficas com potencial para futuros mananciais de abastecimento público da cidade de Juiz de Fora;**
- III - aumentar as áreas florestadas;**
- IV - conter a expansão urbana;**
- V - coibir os usos e atividades efetivas ou potencialmente poluentes, de acordo com a DN COPAM nº 74/2004 e suas alterações (JUIZ DE FORA, 2018).**

Neste caso o poder público deixou esse manancial a mercê da especulação imobiliária, o que resultou na autorização do Condomínio Estrela do Lago, justamente nas sub-bacias do córrego Grota do Pinto, utilizando estas águas para uma suposta “prainha”, conforme seus lotes vêm sendo anunciados (Figura 10).

Chama a atenção a tramitação de um processo complexo com interferência em áreas de preservação permanente, supressão de mata ciliar, canalização de córregos e na sub-bacia de um tributário de manancial de abastecimento ainda em atividade de 09/08/2019 a 15/06/2020, quando foi expedido o Alvará de Licença pela Prefeitura de Juiz de Fora, ou seja, menos de um ano. O condomínio com a primeira prainha de Juiz de Fora já teve seus lotes vendidos em poucas horas, criando precedente para outros empreendimentos nas áreas de recarga deste, e de outros mananciais que servem ao município. Em momento que água vale ouro, é questionável ver o poder público deixar de defender interesses públicos e coletivos e permitir uma atividade que não se enquadra nas exceções para intervenção em área de preservação permanente, de acordo com a Legislação. Conforme a Figura 10, a terraplenagem permitida pela Prefeitura de Juiz de Fora aterrou várzeas na direção da intersecção da Figura 9, reduzindo as áreas de recarga da Represa. A geração de sedimentos irá assorear ainda mais o manancial, reduzindo a sua capacidade de armazenamento.





Figura 10

Destaque para o Condomínio Estrela do Lago na Bacia do córrego Grota do Pinto na represa de São Pedro



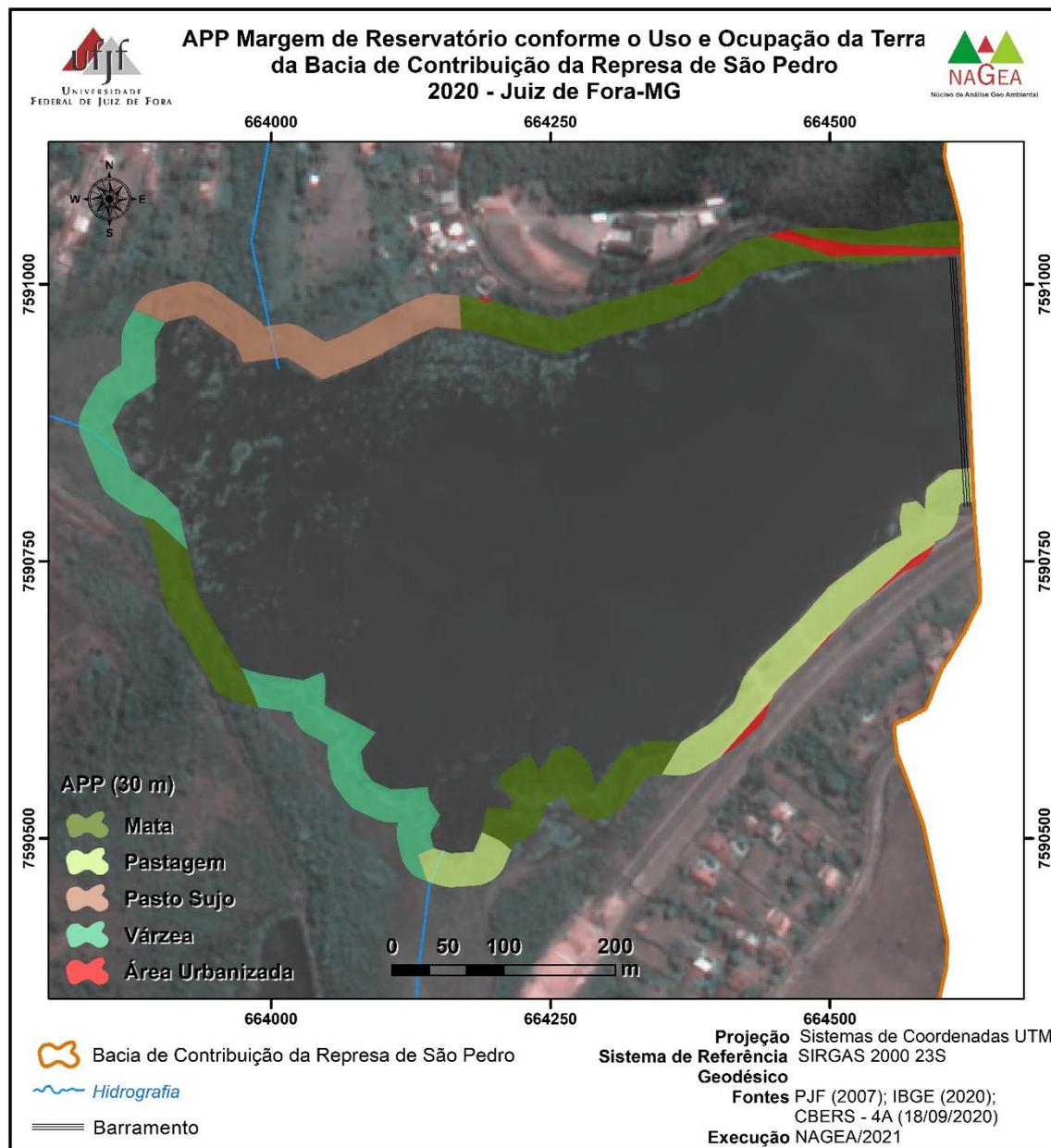
Fonte: Google Earth (2022).

Se colocarmos na equação as variáveis limnológicas e de ocupação da terra nas APP, é possível mensurar o tamanho do impactos causados no manancial. A Figura 11 apresenta os conflitos de uso nas APP da bacia de contribuição da represa de São Pedro. Autores como Tundisi e Tundisi (2010) apontam que a remoção de vegetação em áreas sensíveis, acarretam em danos que muitas vezes podem ser irreparáveis, aumentando custos operacionais de sistemas de tratamento de água, devido ao aumento do assoreamento no manancial.



Figura 11

Mapa de APP da margem da represa de São Pedro



Fonte: Autores (2022).

Através da figura supracitada, pode-se perceber que a supressão, e conseqüente perda de áreas vegetadas, devido à intervenção realizada, ocorrem justamente nas APP de margens do reservatório para a passagem de máquinas na construção da BR-440. Além disso, pode-se perceber que mesmo depois de vários anos com a vegetação intocada, as APP de margens (mata ciliar), ainda não se regeneraram o suficiente para estarem apropriadas a gerarem efeitos positivos ao manancial. Esses processos se repetem em outros mananciais da cidade como a Represa Dr. João Penido que tem legislação municipal específica e só tem 15% de Mata nas APP ciliares. Em 2017 havia 25% desta APP ocupada



por urbanização, algo não desejável para um manancial de abastecimento (Rocha et al., 2019c).

A revogação das resoluções CONAMA 302/2002 e CONAMA 303/2002 seguem essa mesma lógica a nível nacional, deixando, respectivamente, os nossos reservatórios de abastecimento, restingas e manguezais entregues à expansão urbana desenfreada. Onde os nossos gestores públicos querem chegar com essas medidas? Onde está o meio ambiente ecologicamente equilibrado previsto no Art. 225 da nossa Carta Magna?

O que vem sendo observado é que esses gestores estão contrariando um dos Princípios do Direito Ambiental, que é o “Princípio da Proibição do Retrocesso”, e que objetiva salvaguardar os progressos obtidos, para evitar ou limitar a deterioração do meio ambiente (PRIEUR, 2012).

Conclusões

A partir dos levantamentos realizados no presente estudo, é possível concluir que tanto as obras para implantação, quanto a operação das rodovias BR-040 e BR-440, às margens da Represa de São Pedro, conjuntamente com os condomínios ali instalados, representam riscos claros às características qualitativas e quantitativas das águas desse manancial de abastecimento público, em curto, médio e longo prazos.

O ICE observado em estudos realizados no mesmo manancial apontam para um decréscimo da qualidade das águas no período em que foram realizadas as obras para duplicação da BR-040 e de construção da BR-440, o que evidencia a influência desses eventos na composição do índice e, conseqüentemente, para o comprometimento do corpo hídrico. Além disso, outra evidência dessa influência pode ser percebida através da melhoria ambiental resultante da paralisação das obras da BR-440, revelando processos de recomposição da mata ciliar local e a capacidade de resiliência do manancial.

As obras de construção da BR-440 resultaram em processos de assoreamento, compactação e contaminação do solo, aterramento de nascentes e desvio de suas águas, para jusante da barragem, impedindo sua contribuição para incrementar o volume do manancial, e fazendo com que águas de boa qualidade, que poderiam ser usadas para abastecimento da população do município de Juiz de Fora, sejam usadas para diluição de esgoto praticamente bruto, mais à frente, no córrego São Pedro.

Ainda que tenham sido observadas propriedades de autodepuração da represa, percebidas pela melhoria do ICE após o ano de 2011 (de péssimo para ruim), este cenário está longe do ideal, e em desconformidade com os padrões legais, principalmente para o fim nobre de suas águas, e conseqüente enquadramento do corpo hídrico como classe 1. O melhor patamar entre 2015 e 2017 coincide com a paralisação das obras. O melhor valor de



ICE em 2020 devido a nova paralização da obra em função da Pandemia de Covid-19 mostra a sensibilidade desse índice aos impactos antrópicos.

Foi possível perceber, através desse estudo, a capacidade de contribuição dos tributários da represa, os córregos Grota do Pinto e São Pedro, que poderiam aumentar o volume das águas tratadas atualmente na ETA São Pedro em até 2 vezes, mantendo a vazão ecológica de jusante, e diminuindo os riscos de desabastecimento e racionamento, que vêm sendo observados frequentemente no município nos últimos anos, em épocas de seca. A nova fase da obra para implantação da BR-440 passará sobre fragmentos de Mata que protegem o corpo d'água, e acima do córrego Grota do Pinto, o qual está sendo canalizado, para interseção entre as BRs 040 e 440, o que poderá trazer graves consequências para a disponibilidade de água neste córrego. O tráfego constante de veículos e algum acidente com carga perigosa poderão inviabilizar o uso destas águas a médio e longo prazo.

O aumento da dependência hídrica da Represa de Chapeú D'Uvas situada em outros municípios é complexa devido a dificuldade de gerir ativos ambientais fora dos nossos domínios territoriais e com usos múltiplos, as vezes, conflitantes com a qualidade da água para abastecimento público.

A partir da Carta de uso e cobertura da terra na Bacia de contribuição e nas APP de margens de reservatório, é possível perceber a pequena parcela de mata remanescente na Represa de São Pedro. É possível observar ainda os efeitos da especulação imobiliária em Juiz de Fora, através da qual, área que deveria ser protegida e preservada está sendo ocupada "legalmente" pela instalação de rodovias e condomínios de padrão elevado. Houve, pelo menos, alguma compensação ambiental? O que é constatado é um descaso do poder público com esse importante manancial de abastecimento, deixando-o desprotegido diante à especulação imobiliária.

Até o momento, não existem registros oficiais de quaisquer projetos de reflorestamento ou de recuperação desse manancial por parte dos órgãos públicos gestores que deveriam mediar esses conflitos e dar limites. Coleta e tratamento dos esgotos no seu entorno? Dragagem para aumentar a sua capacidade de armazenamento e diminuir enchentes e inundações a jusante? Ao contrário, planta-se rodovias e condomínios nas planícies de inundação e áreas de recarga na contramão da sustentabilidade desejada pela humanidade.

Agradecimentos

Agradecemos ao NAGEA (Núcleo de Análise Geo Ambiental), a UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora) e a CESAMA pelo fornecimento dos dados de qualidade da água.



Referências

- Amaro, C. A. (2009). Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- ANA – Agência Nacional de Águas. 2012. Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil. Brasília: ANA. 264 p. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/Panorama_Qualidade_Aguas_Superficiais_BR_2012.pdf
- Bento, J. (2019). Elaboração de protocolo de avaliação rápida para vulnerabilidade dos mananciais de abastecimento próximos às rodovias. *International Journal of Environmental Resilience Research and Science*, 1(1).
- Brasil. Resolução CONAMA 357/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, 2005.
- Brasil. Ministério da Saúde. Portaria MS nº. 2914, de 12 de dezembro de 2011 (Federal). Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, 2011.
- Brasil. Lei nº. 12.651, de 25 de maio de 2012 (Federal). Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2012.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2017). Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017 – ANEXO XX. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília.
- Castro, M. N., Castro, R. M., & de Souza, C. (2013). A importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo. *RENEFARA*, 4(4), 230-241.
- Casquin, A. P. (2016). *Fatores determinantes da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Preto (MG/RJ)*. Juiz de Fora: UFJF, Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia – PGECOL, 232p.
- CCME. Canadian Council of Ministers of the Environment. (2001a). Water Quality Index: Technical Report. In: Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Disponível em: [http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20Technical%20Report%20\(en\).pdf](http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20Technical%20Report%20(en).pdf)
- CCME. (2001b). Water Quality Index: User's Manual. In: Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.. Disponível em: [http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20User's%20Manual%20\(en\).pdf](http://www.ccme.ca/files/Resources/calculators/WQI%20User's%20Manual%20(en).pdf)
- Cruz, N., & Mierzwa, J. C. (2020). Saúde pública e inovações tecnológicas para abastecimento público. *Saúde e Sociedade*, 29, e180824.



- da Silva, A. M., & Valentini, C. M. A. (2020). Reflexões sobre a qualidade da água de abastecimento público em Nossa Senhora do Livramento-MT. *Revista Arquivos Científicos (IMMES)*, 3(2), 1-15.
- De Mello, K. et al. (2020). Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in Brazil. *Journal of Environmental Management*, v. 270, p. 110879,. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110879>
- de Souza, C. A., Arruda, P. N., Soares, S. S., dos Santos, S. M., & Scalize, P. S. (2018). IV-067-Avaliação da qualidade de manancial para abastecimento público, utilizando diferentes índices de qualidade da água.
- Faial, K. RF et al. (2017). Avaliação química e físico-química da água em um manancial de abastecimento público da região metropolitana de Belém/PA.
- Freitas, F. A. (2015). *Qualidade da água e uso da terra na bacia de contribuição da Represa de São Pedro, Juiz de Fora-MG* (Doctoral dissertation, Dissertação. Universidade Federal de Juiz de Fora).
- Gluszczak, A. G. (2018). Água de abastecimento com elevada turbidez: eletrocoagulação/flotação como pré-tratamento em estações de tratamento de água.
- Google Earth Pro (2022). Disponível em: <http://earth.google.com/>
- Jacques, R. J. S., Bento, F. M., Antonioli, Z. I., & Camargo, F. A. D. O. (2007). Biorremediação de solos contaminados com hidrocarbonetos aromáticos policíclicos. *Ciência Rural*, 37(4), 1192-1201.
- Juiz de Fora. Lei Complementar 082/2018. Dispõe sobre a Política de Desenvolvimento Urbano e Territorial, o Sistema Municipal de Planejamento do Território e a revisão do PDP/JF de Juiz de Fora conforme o disposto na Constituição Federal e no Estatuto da Cidade e dá outras providências. Disponível em: https://www.pjf.mg.gov.br/desenvolvimentodoterritorio/arquivos/2019/mapas_anexos_pdp/pdp_lc82_18_00.pdf
- Lemos, R. S., & Junior, A. P. M. (2019). Dinâmica territorial, transformações ambientais e implicações no manancial de abastecimento público da Região Metropolitana de Belo Horizonte-bacia hidrográfica do alto Rio das Velhas, Minas Gerais. *GeoTextos*, 15(1).
- Magalhães, R. J. F., & Barbosa Júnior, A. R. (2019). O valor do serviço de proteção de mananciais. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 24(5), 1049-1060.
- Minas Gerais (1996). Deliberação Normativa COPAM nº 016, de 24 de setembro de 1996. Dispõe sobre enquadramento das águas estaduais da bacia do rio Paraibuna. Conselho de Política Ambiental de Minas Gerais – Copam. Belo Horizonte.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente (2005). Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União.
- Piazza, G. A., GROTT, S., GOULART, J., & Kaufmann, V. (2017). Caracterização espaço-temporal da qualidade das águas superficiais dos mananciais de abastecimento de Blumenau/SC. *Revista de Gestão de Água da América Latina, Porto Alegre*, 14, e8.



- Prieur, M. (2012). O princípio da proibição de retrocesso ambiental. *O Princípio da proibição de retrocesso ambiental. Brasília: Senado Federal*, 11-54.
- Rezende, E. N., & Alves Coelho, H. (2016). Impactos ambientais decorrentes da construção de estradas e suas consequências na responsabilidade civil. *Revista do Mestrado em Direito da Universidade Católica de Brasília: Escola de Direito*, 9(2 Jul/Dez), 155-180.
- Ribeiro, C. R., & da Silva Pizzo, H. (2011). Avaliação da sustentabilidade hídrica de Juiz de Fora/MG. *Mercator-Revista de Geografia da UFC*, 10(21), 171-188.
- Rocha, C. H. B. (2010). Dos impactos sociais e ambientais do traçado da BR440 entre a BR040 (Vina Del Mar) e a BR267 (Jardim Esperança) com reflexos na MG353 (Gramma). Relatório Técnico, NAGEA, ONG PREA, 60 p.
- Rocha, C. H. B., & Costa, H. F. (2015). Variação temporal de parâmetros limnológicos em manancial de abastecimento em Juiz de Fora, MG. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 20(2), 543-550.
- Rocha, C. H. B., Silva, T. M. D., & Freitas, F. A. (2016). Processos condicionantes de alterações em variáveis limnológicas: uma abordagem estatística na Represa de São Pedro, Juiz de Fora (MG). *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 21(1), 131-138.
- Rocha, C. H. B. et al (2018a). Qualidade da água bruta das represas de abastecimento público de Juiz de Fora (MG), Brasil. III Simpósio de Recursos Hídricos do Rio Paraíba do Sul - UFJF.
- Rocha, C. H. B. et al. (2018b). Capacidade de resiliência da Represa de São Pedro, Juiz de Fora (MG), Brasil. Simpósio de recursos hídricos da bacia do Rio Paraíba do Sul, v. 3, p. 1-10.
- Rocha, C. H. B., de Oliveira, M., da Cruz Ferreira, R., Marcelino, G. W., & Leite, M. A. (2019a). Capacidade de suporte e resiliência de um manancial periurbano em Juiz de Fora (MG), Brasil. *Revista de Geografia-PPGEO-UFJF*, 9(1), 92-109.
- Rocha, C. H. B; CASQUIN, A. P; PEREIRA, R. O. (2019b). Correlations chart: Tool to analyse the dynamics of water quality parameters. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 23, n. 5, p. 383-390, <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n5p383-390>
- Rocha, C. H. B; FREITAS, F. A.; CASQUIN, A. P. (2019c). Conflitos de uso da terra nas APPs hídricas de manancial da Zona da Mata mineira, Brasil. *Boletim Goiano de Geografia*, v. 39, p. 1-22, <https://doi.org/10.5216/bgg.v39.50021>
- Rocha, C. H. B. et al. (2020). Dinâmica de parâmetros limnológicos e uso e cobertura da terra nas bacias hidrográficas das represas Dr. João Penido e São Pedro, Juiz de Fora (MG). *Principia: Caminhos da Iniciação Científica*, Juiz de Fora, v. 18, n. 1, p. 1 a 10, 2018, <https://doi.org/10.34019/2179-3700.2018.v18.29780>
- Silva, L. S., Galindo, I. C. D. L., Nascimento, C. W. A. D., Gomes, R. P., Freitas, L. D., Oliveira, I. A. D., ... & Cunha, J. M. D. (2018). Heavy metals in waters used for human consumption and crop irrigation. *Revista Ambiente & Água*, 13(4).
- Silva, L. C. S. (2016). Importância das nascentes do Semiárido Alagoano no abastecimento das populações rurais difusas. *Revista de Geociências do Nordeste*, 2, 534-544.



- Silveira, R. D., Santos, J. D., & Souza, A. C. (2019). Estudo das condições ambientais de nascentes próximas a área urbana do município de Umbaúba/Se: visão macroscópica. *Brazilian Journal of Development, Curitiba, PR, 5(7)*, 9119-9126.
- Siqueira, H. E., Pissarra, T. C. T., do Valle Junior, R. F., Fernandes, L. F. S., & Pacheco, F. A. L. (2017). A multi criteria analog model for assessing the vulnerability of rural catchments to road spills of hazardous substances. *Environmental Impact Assessment Review, 64*, 26-36.
- Santos, E. B. D. (2020). Análise espacial das taxas de incidência de hepatites virais no Amazonas, Brasil, período de 2008 a 2018.
- Lima, A. D. C. (2008). Determinação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em águas superficiais nos rios Piracicaba e Doce, Ipatinga–MG, utilizando a técnica de EFS-CLAE-DAD.
- Tribuna de Minas. Jornal Tribuna de Minas, Juiz de Fora, MG. Disponível em:
<https://tribunademinas.com.br/noticias/cidade/06-10-2019/obras-da-intersecao-entre-br-440-e-br-040-avancam.html>
- Tundisi, J. G., & Tundisi, T. M. (2010). Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. *Biota Neotropica, 10(4)*, 67-75.