



**IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E EVENTOS PERIGOSOS ASSOCIADOS À
CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUPERFICIAL COMO CONTRIBUIÇÃO AO PLANO DE
SEGURANÇA DA ÁGUA: ESTUDO DE CASO DE SÃO CARLOS, SP.**

Bianca de Souto Homrich ⁽¹⁾

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

Karen Tavares Zambrano ⁽²⁾

Engenheira Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), Mestra em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento da EESC/USP.

Ana Paula Bragion ⁽³⁾

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento da EESC/USP.

João Miguel Mercês Bega ⁽⁴⁾

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP), Mestre em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela FEIS/UNESP, Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP).

Leila Jorge Patrizzi ⁽⁵⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Mestra em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP.

Davi Gasparini Fernandes Cunha ⁽⁶⁾

Engenheiro Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP.

Endereço ⁽¹⁾: Av. Trab. São Carlense, 400, Laboratório de Biotoxicologia em Águas Continentais e Efluentes (BIOTACE) – Centro – São Carlos - SP - CEP: 13566-590 - Brasil - Tel: +55 (16) 3373-9560 - e-mail: biancahomrich@usp.br.

RESUMO

Um Sistema de Abastecimento de Água deve não apenas atender a padrões de potabilidade, mas também monitorar os riscos para garantir a segurança hídrica do sistema e a confiabilidade junto aos consumidores. Introduzido pela Organização Mundial da Saúde em 2004, o Plano de Segurança da Água (PSA) é um instrumento de gestão com foco na identificação de perigos e análise dos riscos, sob a perspectiva da segurança da água para consumo humano. O objetivo deste estudo foi desenvolver, como subsídio para a elaboração de um PSA, a identificação de perigos, eventos perigosos e fatores de riscos associados à captação de água nos mananciais Ribeirão do Feijão e Rio do Monjolinho, utilizados para o abastecimento no município de São Carlos/SP, apresentando os resultados preliminares identificados a partir da visita de campo e da pesquisa bibliográfica e documental. Foi elaborada uma tabela síntese contendo os perigos e eventos perigosos identificados e a relação com aqueles já descritos na literatura. Como resultado, observou-se para o Ribeirão do Feijão a existência de 16 perigos ou eventos perigosos e nove para o Rio do Monjolinho, totalizando 25 eventos que deverão ser analisados nas próximas etapas da avaliação de riscos.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança hídrica, Gestão de riscos, Abastecimento de água.



INTRODUÇÃO

O adequado fornecimento de água potável para a população engloba não somente a operação e manutenção das estruturas de abastecimento, mas também a garantia de que o consumo dessa água seja seguro e, assim, não cause agravos à saúde pública. O conceito de segurança hídrica é definido como o acesso a quantidades adequadas de água de qualidade para garantir o bem-estar humano e o desenvolvimento socioeconômico. A segurança hídrica também busca assegurar a proteção contra poluição e desastres e a preservação dos ecossistemas (UN-WATER, 2013; FIGUEIREDO, 2020).

São diversos os fatores que podem prejudicar a segurança hídrica de um Sistema de Abastecimento de Água (SAA), com consequências à saúde da população e ao desempenho econômico dos prestadores de serviço, tais como as concessionárias de água e esgoto. Na captação, primeira etapa de um SAA, fatores internos ou externos podem intervir na qualidade e na segurança da água bruta, muitos destes fatores decorrentes das características da bacia hidrográfica na qual o manancial está inserido (HELLER; PÁDUA, 2010). Na captação de águas superficiais, mais comum no território brasileiro, há geralmente uma maior exposição à contaminação do que na captação de águas subterrâneas, mais protegidas pelas próprias características morfológicas dos aquíferos (TSUTIYA, 2006).

Sob o aspecto de controle da qualidade da água, são tão relevantes a proteção dos mananciais e o controle do uso do solo nas bacias hidrográficas quanto a eficiência operacional da Estação de Tratamento de Água (ETA). Isto porque a utilização do solo em atividades antrópicas pode gerar a degradação da qualidade das águas, onerando o tratamento e representando riscos potenciais à saúde pública (MACHADO; DUPAS, 2013; ROSA; OLIVEIRA; SAAD, 2014). Aspectos como o aumento da impermeabilização, a perda da cobertura de vegetação nativa e a maior susceptibilidade à erosão do solo promovem o aumento do carreamento de materiais para o leito dos cursos de água e o incremento da concentração de sólidos, nutrientes e outros poluentes na água (CAMPOS; RAMIRES; PAULA, 2011; GONÇALVES et al., 2005). Os diversos usos do solo podem ainda acarretar a redução da disponibilidade de água, sobretudo pela exploração excessiva (MERTEN; MINELLA, 2002).

A variabilidade de fatores que representam riscos ao SAA faz com que o usual acompanhamento da qualidade da água tratada, produto final do sistema, mostre-se insuficiente como método de garantia da segurança hídrica, pois não contempla o monitoramento de todas as etapas (COSTA, 2010). O SAA deve atender aos padrões de potabilidade dispostos em norma e, também, monitorar os riscos para assegurar a qualidade da água, apresentando confiabilidade junto aos consumidores. Para tanto, o controle de qualidade precisa adotar uma abordagem que contemple a identificação, avaliação e gestão dos riscos (FABBRO NETO; GÓMEZ-MARTÍN, 2020; FIGUEIREDO, 2020).

O Plano de Segurança da Água (PSA) é um instrumento de gestão cujo foco é a identificação e análise preventiva dos riscos. Foi introduzido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2004 e engloba de forma multidimensional os aspectos financeiros, institucionais, socioeconômicos, políticos e técnicos (FERRERO; BICHAÏ; RUSCA, 2018). A elaboração de um PSA visa prevenir ou minimizar a contaminação da água em todas as etapas do sistema, desde a captação no manancial até as fases de distribuição e manuseio da água tratada (VENTURA; FERREIRA, 2016). Para isso, associam-se metas a um sistema de monitoramento com capacidade de comunicação rápida e eficiente aos usuários em caso de contaminação (WHO, 2017).

No Brasil, a elaboração do PSA foi normatizada em 2011, pela Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde, que indicava que quanto a qualidade da água distribuída, deveriam ser seguidos os princípios dos PSAs pelos prestadores de serviço (BRASIL, 2011). Atualmente, a Portaria GM/MS nº 888/2021 define em seu artigo 49 que a Autoridade de Saúde Pública poderá exigir dos responsáveis pelo SAA a elaboração e implementação do PSA, para fins de gestão preventiva de risco à saúde. Indica, ainda, que para a elaboração deverão ser seguidas as diretrizes da OMS e do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021).

Embora não exista um modelo a ser seguido para a sua execução, um PSA possui três componentes fundamentais: a avaliação do SAA, para determinar quais os potenciais perigos ao sistema; a identificação de medidas de controle e o monitoramento operacional; e o desenvolvimento de planos de gestão (WHO, 2004). Dentro do contexto de um PSA, considera-se perigo um agente físico, químico, biológico ou radiológico que pode causar danos à saúde pública. Já os riscos associam a probabilidade de os perigos ocasionarem danos com a magnitude destes danos, podendo os riscos ser quantificados e expressos em probabilidades (VENTURA; VAZ FILHO; NASCIMENTO, 2019). Os eventos perigosos e os fatores de riscos estão relacionados, respectivamente, a situações que podem expor os sistemas



a um perigo ou impedir sua remoção (e.g., chuvas intensas), e a condições que podem originar perigos (e.g., falta de manutenção) (WHO, 2009; QUEENSLAND HEALTH, 2021).

Da identificação dos perigos decorre a análise e a priorização em função do seu grau de risco, dada a severidade e a probabilidade de sua ocorrência. Para esta análise, podem ser adotadas técnicas qualitativas ou quantitativas (BRASIL, 2012). Aqueles perigos considerados significativos devem ser controlados ou mitigados por meio de barreiras múltiplas (DAVISON et al, 2005; VENTURA; FERREIRA, 2016). A execução criteriosa de um diagnóstico do sistema, com uma posterior identificação e análise dos perigos potenciais, é fundamental para que o PSA elaborado represente de forma fidedigna o sistema e possa efetivamente atuar na gestão e prevenção dos riscos. Diante deste cenário, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver a etapa de identificação de perigos, eventos perigosos e fatores de riscos associados à captação de água nos mananciais superficiais que compõem o SAA no município de São Carlos, apresentando os resultados preliminares identificados a partir da pesquisa bibliográfica e documental e de visitas técnicas às instalações da captação.

METODOLOGIA

A área deste estudo compreende as captações superficiais do SAA do município de São Carlos, localizado na região central do estado de São Paulo, distante cerca de 228 km da capital, situado entre as coordenadas 48°05'27,6" e 47°43'08,4" (longitude oeste) e 21°35'50,7" e 22°09'39,07" (latitude sul). O município possui área de 1.136,9 km² e aproximadamente 244 mil habitantes (IBGE, 2017) e está inserido em duas Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), a UGRHI 9 (Mogi-Guaçu) e a UGRHI 13 (Tietê/Jacaré). Esta última é composta pelas sub-bacias hidrográficas do Rio Chibarro, do Ribeirão do Feijão, do Rio Jacaré-Guaçu e do Rio do Monjolinho. Dentre essas, destacam-se duas, em que as captações alvo deste estudo estão localizadas: a do Monjolinho e a do Ribeirão do Feijão.

A sub-bacia do Monjolinho abrange uma área de aproximadamente 275 km². O Rio do Monjolinho contribui com 15% da água utilizada para o abastecimento público do município de São Carlos. A captação de água localiza-se mais especificamente no Córrego do Espriado, que percorre cerca de 2 km, nascendo na área rural do município e desaguando no Rio do Monjolinho (SAAE SÃO CARLOS, 2021a; FREITAS; SANTOS, 2020). Já a sub-bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão corresponde a uma área de aproximadamente 220 km². O Ribeirão do Feijão fornece 35% da água utilizada para o abastecimento público de São Carlos (SAAE SÃO CARLOS, 2021a; FREITAS; SANTOS, 2020). A captação da água é realizada pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de São Carlos, uma autarquia criada pela Lei Municipal nº 6.199/1969 para atender a população com os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário (SAAE SÃO CARLOS, 2021b).

A fase inicial do estudo foi composta por uma pesquisa bibliográfica e documental de levantamento dos materiais teórico-científicos que norteiam a elaboração de um PSA no Brasil, como Brasil (2012), WHO (2009) e WHO (2017). Somou-se a esta pesquisa o levantamento dos perigos a partir da literatura, associados à captação superficial e que podem comprometer a segurança hídrica do sistema. Os dados foram levantados de diversas fontes de informação, tais como periódicos, livros, teses, vídeos e publicações científicas. Deu-se enfoque aos trabalhos e experiências realizadas no Brasil, como os estudos de Braga (2015), Ventura e Ferreira (2016) e Corrêa e Ventura (2020).

Em seguida, foi realizada uma visita de campo na área das captações superficiais do presente estudo de caso. Também foram visitados os tributários localizados a montante da área de captação, nos pontos em que a prestadora de serviços realiza a coleta para monitoramento da qualidade da água bruta (Figuras 1 e 2). Essa visita contribuiu para a identificação de pontos críticos e possíveis fontes de riscos, em conjunto com os resultados da pesquisa bibliográfica e documental. Conforme sugerido por Brasil (2012), a fase de identificação de perigos e eventos perigosos contemplou também o levantamento das ocorrências históricas no SAA e da experiência dos responsáveis pela operação e manutenção do sistema.

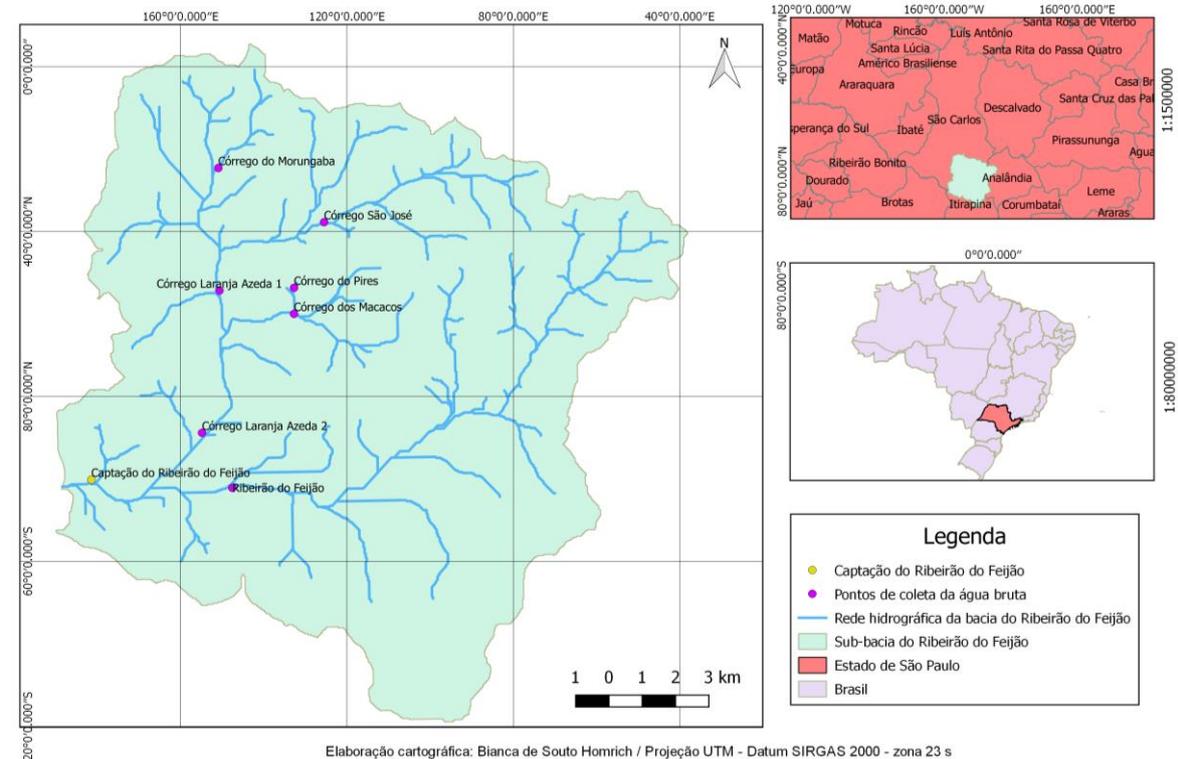


Figura 1: Localização da captação do Ribeirão do Feijão e dos pontos de monitoramento da qualidade da água bruta. Fonte: Os autores (2022).

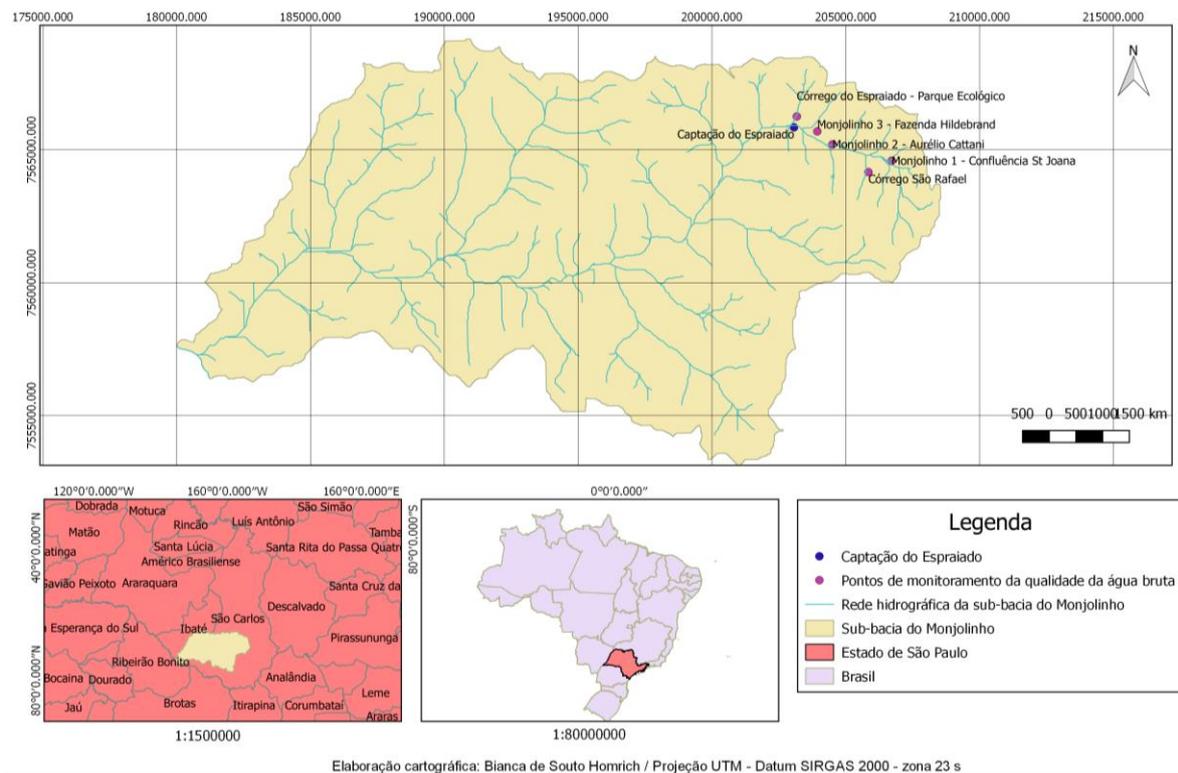


Figura 2: Localização da captação do Espiraído e dos pontos de monitoramento da qualidade da água bruta. Fonte: Os autores (2022).



RESULTADOS E DISCUSSÃO

As visitas de campo à captação do Espraiado (Rio do Monjolinho) e do Ribeirão do Feijão ocorreram no mês de março de 2022. As diferentes características das bacias nas quais as duas captações estão inseridas ficaram evidenciadas pela situação observada nos pontos a montante onde o SAAE realiza as coletas para avaliar a qualidade da água bruta dos mananciais.

Por estar inserida em uma área mais urbanizada, a bacia do Rio do Monjolinho está mais exposta ao contato com contaminações próprias deste tipo de ocupação, como a presença de resíduos sólidos e a localização do sistema de esgotamento sanitário dos a montante do manancial. A visita foi realizada em seis pontos, sendo três deles no próprio Rio do Monjolinho, um no Córrego São Rafael e dois no Córrego do Espraiado. Em todos os pontos, exceto a própria captação, foi verificada a presença de resíduos sólidos próximos ou dentro do manancial. É bastante comum a presença de resíduos volumosos e da construção civil, acumulados ao redor das margens dos mananciais (Figura 3). Outro aspecto relevante observado foi o assoreamento do Rio do Monjolinho, possivelmente acarretado pela movimentação de solo em um ponto a montante por uma empresa de terraplenagem (Figura 4).

Deve-se destacar também que há pontos de intersecção entre os mananciais visitados e o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) do município de São Carlos, o que submete os mananciais ao risco de contaminação em caso de extravasamento das estruturas. Dentro da própria área da captação do Espraiado, há um poço de visita do SES em que já foram registradas ocorrências de extravasamento em anos anteriores. Diante disso, a estrutura do poço de visita foi submetida a uma reforma no ano de 2022 para ampliar a segurança hídrica dentro da área da captação.



Figura 3: Acúmulo de resíduos próximos ao Rio do Monjolinho. Fonte: Os autores (2022).



Figura 4: Assoreamento no Rio do Monjolinho. Fonte: Os autores (2022).

Os perigos e eventos perigosos observados durante a visita ao Ribeirão do Feijão apresentaram características diversas das observadas no Rio do Monjolinho. A visita foi realizada em oito pontos, sendo dois deles no próprio Ribeirão do Feijão, dois no Córrego Laranja Azeda, um no Córrego do Pires, um no Córrego São José, um no Córrego do Morungaba e um no Córrego dos Macacos. A bacia do Ribeirão do Feijão está inserida em uma área predominantemente rural. Contudo, alguns tributários do Ribeirão do Feijão estão localizados em áreas próximas a rodovias, tornando-se sujeitos a contaminação pelo contato com o tráfego de pessoas e veículos e pela proximidade com postos de combustíveis.

Nos córregos do Morungaba, do Pires e Laranja Azeda, há o lançamento de efluentes do tratamento de esgoto sanitário realizado pelos postos de combustíveis, o que impacta na qualidade da água desses tributários. No acompanhamento das análises de água bruta realizadas pelo SAAE verifica-se com regularidade a presença na água de elevadas concentrações dos produtos químicos utilizados no tratamento, como o peróxido de oxigênio. Também há interferência de fábricas localizadas na região, próximas ao Córrego dos Macacos e ao Córrego Laranja Azeda, e uma mineradora, próxima ao Córrego do Morungaba, em que é regularmente identificada a presença de resíduo férrico na água nas amostras de água bruta analisadas pelo SAAE.

É importante destacar que, devido ao elevado tráfego na região, há risco de acidentes com veículos. Há histórico de tombamento de caminhões com derramamento de óleo nesses mananciais localizados próximos a rodovias. Não há sinalização na região que informe acerca da utilização destes mananciais para o abastecimento da cidade, nem tampouco comunicando um contato ou procedimento de emergência estabelecido para o caso de ocorrência de acidentes.

Na zona rural, os principais perigos aos quais os mananciais estão expostos são a contaminação por agrotóxicos, fertilizantes ou pelo carreamento dos resíduos fecais de animais. Próximo ao Córrego São José é frequente a lavagem de um estaleiro, com disposição dos efluentes no próprio córrego. Destaca-se ainda que neste mesmo ponto há a passagem de um gasoduto que, embora bem-sinalizada, pode acarretar acidentes e vazamentos (Figura 5).



Figura 5: a) Indicações de gasoduto enterrado abaixo do Ribeirão do Feijão. b) Sinalização de perigo próximo ao gasoduto no Ribeirão do Feijão. Fonte: Os autores (2022).

A situação analisada nos locais específicos em que são realizadas as captações mostrou-se pouco exposta a perigos por interferência externa. Ambos os locais estão cercados, sinalizados e com restrição de acesso (Figuras 6 e 7). Deve ser avaliada com atenção a intersecção com o SES do município, na captação do Espraiado, devido ao histórico de extravasamento do esgoto doméstico. Destacam-se, dentro da área das captações, os perigos inerentes à operação e manutenção do serviço, como as possíveis falhas mecânicas e elétricas. As condições de manutenção e limpeza verificadas são satisfatórias, embora haja elevada presença de vegetação próximo ao maquinário.



Figura 6: Captação do Rio do Monjolinho - Espraiado. Fonte: Os autores (2022).



Figura 7: Captação do Ribeirão do Feijão. Fonte: Os autores (2022).

Os perigos e eventos perigosos identificados nas áreas de captação superficial do SAAE São Carlos foram compilados nas Tabelas 2 e 3 e se referem, respectivamente, às observações realizadas no Rio do Monjolinho e no Ribeirão do Feijão. Tais tabelas apresentam também a indicação dos respectivos corpos hídricos em que foram observados cada um dos eventos listados. Na captação do Espraiado, foram identificados nove possíveis riscos. Observa-se uma similaridade com os perigos e eventos perigosos listados nos trabalhos de Vieira e Moraes (2005) e Braga (2015). O presente estudo difere destes apenas no perigo acarretado pela presença de carcaças de animais verificada no Rio do Monjolinho, e no risco decorrente da presença de animais em torno do manancial, verificado tanto no Córrego do Espraiado quanto no Rio do Monjolinho.

**Tabela 2: Perigos e eventos perigosos identificados na área de captação do Rio do Monjolinho.**

Corpo hídrico	Perigo/ Evento perigoso/ Fonte de riscos	Referência
Rio do Monjolinho	Utilização de agrotóxicos e fertilizantes em torno do manancial	Vieira; Morais (2005).
Rio do Monjolinho Córrego São Rafael	Presença de resíduos sólidos em torno do manancial	Vieira; Morais (2005).
Rio do Monjolinho	Presença de carcaças de animais em torno do manancial	Corrêa; Ventura (2020).
Rio do Monjolinho	Assoreamento no manancial	Braga (2015).
Córrego do Espraiado*	Contaminação fecal por ruptura/extravasamento de estruturas do sistema de esgotamento sanitário	Braga (2015).
Córrego do Espraiado*	Falha mecânica no sistema de captação	Vieira; Morais (2005); Braga (2015).
Córrego do Espraiado*	Falha no sistema elétrico	Vieira; Morais (2005); Braga (2015).
Córrego do Espraiado*	Falta de manutenção e limpeza nos equipamentos da captação	Braga (2015).
Córrego do Espraiado* Rio do Monjolinho	Presença de animais em torno do manancial	Corrêa; Ventura (2020).

* Captação do SAAE São Carlos

Fonte: Os autores (2022).

Tabela 3: Perigos e eventos perigosos identificados na área de captação do Ribeirão do Feijão.

(continua)

Corpo hídrico	Perigo/ Evento perigoso/ Fonte de riscos	Referência
Córrego do Morungaba	Presença de resíduos de mineradora no manancial	Vieira; Morais (2005)
Córrego do Morungaba Córrego do Pires Córrego São José	Lançamento de efluentes clandestino ou acidental no manancial	Vieira; Morais (2005).
Córrego São José Ribeirão do Feijão Córrego Laranja Azeda	Utilização de agrotóxicos e fertilizantes em torno do manancial	Vieira; Morais (2005).
Córrego do Morungaba	Presença de resíduos sólidos em torno do manancial	Vieira; Morais (2005).
Ribeirão do Feijão	Presença de animais em torno do manancial	Corrêa; Ventura (2020).
Córrego dos macacos	Assoreamento no manancial	Braga (2015).
Córrego dos macacos Córrego do Pires Córrego São José Córrego Laranja Azeda	Contaminação da água provocada por acidentes de tráfego, levando a interrupção temporária da captação	Ventura; Ferreira (2016).
Córrego dos macacos Córrego do Pires Córrego São José Córrego Laranja Azeda	Contaminação difusa da água provocada pelo tráfego	Corrêa; Ventura (2020).
Córrego dos macacos Córrego Laranja Azeda	Contaminação por efluentes industriais	Vieira; Morais (2005).



Tabela 3: Perigos e eventos perigosos identificados na área de captação do Ribeirão do Feijão.
(conclusão)

Corpo hídrico	Perigo/ Evento perigoso/ Fonte de riscos	Referência
Córrego dos macacos		
Córrego do Pires	Contaminação com resíduos oleosos e combustíveis	Corrêa; Ventura (2020).
Córrego São José		
Córrego Laranja Azeda		
Ribeirão do Feijão	Contaminação fecal por meio de carreamento de resíduos de animais	Corrêa; Ventura (2020).
Ribeirão do Feijão	Contaminação por rompimento do gasoduto	**
Córrego do Pires	Lançamento de efluentes com produtos químicos utilizados no tratamento de esgoto	**
Ribeirão do Feijão*	Falha mecânica no sistema de captação	Vieira; Morais (2005); Braga (2015).
Ribeirão do Feijão*	Falha no sistema elétrico	Vieira; Morais (2005); Braga (2015).
Ribeirão do Feijão*	Falta de manutenção e limpeza adequada dos equipamentos da captação	Braga (2015).

* Captação do SAAE São Carlos

** Identificado pela equipe técnica durante a vistoria

Fonte: Os autores (2022).

Na captação do Ribeirão do Feijão, 16 perigos ou eventos perigosos foram identificados. Novamente, grande parte dos perigos e eventos perigosos observados durante a visita correspondem aos descritos nos trabalhos de Vieira e Morais (2005) e Braga (2015). As especificidades, relacionadas à proximidade dos corpos hídricos afluentes com a rodovia, foram contempladas por Ventura e Ferreira (2016) e Corrêa e Ventura (2020). Apenas os eventos de possível contaminação por rompimento do gasoduto e o lançamento de efluentes com produtos químicos utilizados no tratamento de esgoto não foram descritos na literatura. De fato, correspondem a características bastante específicas do local, tendo sido verificados apenas na visita realizada pela equipe técnica.

Assim, a soma do número de perigos ou eventos perigosos identificados nas duas captações superficiais do SAAE São Carlos totalizou 25 itens que deverão ser analisados nas próximas etapas da avaliação de riscos. Essa identificação é preliminar e os resultados devem ainda passar por uma análise e revisão pela equipe responsável pelo PSA, visando à inclusão de outros possíveis riscos que possam ter sido ignorados durante a visita técnica.

CONCLUSÃO

As visitas realizadas para a identificação dos perigos e eventos perigosos na captação de água superficial do SAAE São Carlos possibilitaram a percepção de que grande parte dos perigos está relacionada ao entorno dos mananciais afluentes do Ribeirão do Feijão e do Rio do Monjolinho. As áreas de captação possuem adequado cercamento, sinalização e condições satisfatórias de manutenção.

Nos córregos contribuintes do Ribeirão do Feijão, observa-se que há riscos mais diversificados, sobretudo pela localização próxima a rodovias e áreas rurais. Também se devem considerar os possíveis problemas com o tráfego de veículos, pois há um histórico de ocorrência de acidentes e tombamento de veículos que podem impedir temporariamente a captação de água no manancial. Visto que este manancial contribui com a maior parte da água superficial utilizada para o abastecimento público do município de São Carlos, estes riscos devem ser criteriosamente analisados e a proposição de barreiras e medidas de controle deve ser rigorosa, sobretudo quanto ao estabelecimento de procedimentos de emergência.

Nos contribuintes do Rio do Monjolinho, a situação observada aparentava ser mais crítica do que o observado do Ribeirão do Feijão principalmente pela grande quantidade de resíduos sólidos disposta nas proximidades dos

mananciais. Contudo, verificou-se que os riscos são menos diversificados, resultantes de um uso e ocupação da região mais homogênea nesta bacia de contribuição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRAGA, R. J. DE O. Diretrizes para proposição de Planos de Segurança da Água em Sistemas de Abastecimento Municipais Goianos, 2015. Universidade Federal de Goiás.
2. BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria n.º 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre normas de potabilidade de água para o consumo humano. Brasília, 12 dez. 2011.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Plano de segurança da água: garantindo a qualidade e promovendo a saúde: um olhar do SUS – Brasília: Ministério da Saúde, 2012. 60p.: il. – (Série B. Textos Básicos de Saúde).
4. BRASIL. Portaria GM/MS nº 888, de 4 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. Brasília, 04 maio 2021. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>. Acesso em: 27 jul. 2021.
5. CAMPOS, K. B. de G.; RAMIRES, I.; PAULA, S. M. de. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos de quatro córregos na região de Caarapó-MS. Revista de Ciências Ambientais, Canoas, v. 5, n. 2, p. 77-92, 2011.
6. CORRÊA, R. F. M.; VENTURA, K. S. Plano de Segurança da Água: elaboração de instrumento para análise de risco na captação de água em comunidades rurais. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, [S.L.], v. 8, n. 57, p. 79-97, 1 abr. 2020. ANAP - Associação Amigos de Natureza de Alta Paulista. <http://dx.doi.org/10.17271/2318847285720202087>.
7. COSTA, P. I. B. Plano de Segurança da Água: caso de estudo: sistema de abastecimento público da água de castro verde. 2010. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, Faro, 2010.
8. DAVISON, A.; HOWARD, G.; STEVENS, M.; CALLAN, P.; FEWTRELL, L.; DEERE, D.; BARTRAM, J. *Water Safety Plans: managing drinking-water quality from catchment to consumer*. Genebra: OMS, 2005. 235 p.
9. FABBRO NETO, F.; GÓMEZ-MARTÍN, M. B. *Water safety plan integrated to the land use and occupation measures: proposals for caraguatatuba-sp, brazil*. Land Use Policy, [S.L.], v. 97, p. 104732, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104732>.
10. FERRERO, G.; BICHAU, F.; RUSCA, M. *Experiential Learning through Role-Playing: enhancing stakeholder collaboration in water safety plans*. Water, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 227, 23 fev. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/w10020227>.
11. FIGUEIREDO, L. M. M. O papel do plano nacional de segurança hídrica: a universalização do acesso a água no país, principalmente no nordeste e Ceará. 2020. 32 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Gestão e Políticas Públicas, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, São Paulo, 2020.
12. GONÇALVES, C. S.; RHEINHEIMER, D. dos S.; PELLEGRINI, J. B. R.; KIST, S. L. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 391-399, 2005.



13. HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de. Abastecimento de água para consumo humano. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.
14. MACHADO, F.H.; DUPAS, F.A. Valoração de Recursos Hídricos como Subsídio na gestão do manancial urbano Do Ribeirão do Feijão, São Carlos – SP. GEOUSP: Espaço e Tempo, n. 33, p. 111-126, 2013. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2013.74305>.
15. MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 33-38, dez. 2002.
16. MIERZWA, J. C.; VIEIRA, J. M. P.; RODRIGUES, L. D. B.; SILVA, M. C. C. da; SOUZA, R. M. G. L. de. Guia prático para o desenvolvimento de planos municipais de segurança da água. São Paulo: Editora Limiar, 2020.
17. QUEENSLAND HEALTH. Hazard, hazard source, and hazardous events. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.health.qld.gov.au/public-health/industry-environment/environment-land-water/water/risk-management/plan/develop/hazard#:~:text=A%20hazardous%20event%20is%20a,or%20a%20water%20main%20break>. Acesso em: 13 maio. 2022.
18. ROSA, C. A. S.; OLIVEIRA, A. M.; SAAD, A. R. A expansão urbana e o IQA como ferramentas de avaliações e análises da evolução da qualidade das águas do rio Cotia, região metropolitana de São Paulo, Brasil. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. São Paulo, v. 19, n. 4, p. 114-123, 2014.
19. TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água. São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 3ª edição, 2006.
20. UN-WATER. Water Security & the Global Water Agenda: A UN-Water Analytical Brief. 2013. Disponível em: <https://www.unwater.org/publications/water-security-global-water-agenda/>. Acesso em: 16 set 2021.
21. VENTURA, K. S.; FERREIRA, L. L. Riscos identificados em captação superficial como subsídio ao plano de segurança da água. estudo de caso: bacia do Ribeirão do Feijão em São Carlos, estado de São Paulo. in: congresso brasileiro de gestão ambiental, 7., 2016, Campina Grande. Anais [...] . Campina Grande. 2016.
22. VENTURA, K. S.; VAZ FILHO, P.; NASCIMENTO, S. G. Plano de segurança da água implementado na estação de tratamento de água de Guaraú, em São Paulo. Engenharia Sanitaria e Ambiental, [S.L.], v. 24, n. 1, p. 109-119, fev. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522019169881>.
23. VIEIRA, J. M. P.; MORAIS, C. Planos de Segurança da Água para Consumo Humano em Sistemas Públicos de Abastecimento. 2005.
24. WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Guidelines for Drinking-water Quality. Vol. 1. 3rd ed. 2004.
25. WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Water safety plan manual: step-by-step risk management for drinking-water suppliers. 2009.
26. WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Climate-resilient water safety plans: Managing health risks associated with climate variability and change. 2017.