

## 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

**Katia Sakihama Ventura** (Professora do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, katiasv@ufscar.br); **Ligia Lulai Ferreira** (graduanda de iniciação científica em Engenharia Civil - UFSCar)

### RESUMO

O Plano de Segurança da Água (PSA) é um instrumento que visa englobar o sistema de abastecimento desde a captação até o consumidor final, avaliando os riscos potencialmente associados a cada etapa e propondo medidas de controle de modo a garantir fornecimento seguro de água em termos quantitativos e qualitativos. Associado a métodos usuais de monitoramento de qualidade da água, o PSA representa uma ferramenta preventiva de gerenciamento capaz de, se não reduzir ocorrências prejudiciais ao sistema, antecipar os eventos possíveis e assim acelerar processos de tomada de decisões paliativas. Considerando que o município de São Carlos tem hoje cerca de 27% de seu abastecimento proveniente da captação superficial do Ribeirão do Feijão, a proteção e adequada manutenção desse sistema de captação são imprescindíveis. Fundamentando-se na caracterização do objeto e identificação de riscos segundo metodologia e parâmetros propostos por Brasil (2012) e Beuken (2008), o presente estudo visou identificar os riscos inerentes à captação superficial do Ribeirão do Feijão de modo a subsidiar a implantação do Plano de Segurança da Água no município de São Carlos. Os resultados preliminares indicam que o PSA é uma ferramenta pouco utilizada pelo poder público e as experiências divulgadas no país são recentes. A metodologia para elaboração e implantação do PSA não é conhecida. O maior desafio para o gestor do serviço de abastecimento de água para consumo humano é estabelecer os parâmetros e pesos para identificação de perigos e caracterização dos riscos como subsídio ao planejamento preventivo de recursos hídricos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da Água, prevenção de riscos, monitoramento ambiental, recursos hídricos, bacia hidrográfica.

### INTRODUÇÃO

A universalização dos serviços de saneamento representa o maior desafio desse século, principalmente no que se refere à água em quantidade e qualidade em condições sanitárias adequadas para garantir saúde e bem-estar à população. Neste sentido, a Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei Federal 9.433/1997 e a Política Estadual de Recursos Hídricos – Lei Estadual 7.663/1991 trouxeram recomendações e obrigações sobre o gerenciamento de recursos hídricos quanto ao uso de ferramentas baseadas na gestão de riscos.

Devido à crise no abastecimento de água em certas regiões brasileiras, tem se observado pelos meios de comunicação de massa uma movimentação por parte da população em busca da minimização do desperdício e da valorização da água como bem de domínio público. No entanto, sabe-se que o abastecimento público representa um dos múltiplos usos no meio urbano.

No Estado de São Paulo, essas questões são avaliadas, fiscalizadas e gerenciadas pelo Departamento de Energia Elétrica (DAEE). A solicitação de uso do recurso hídrico para um determinado fim, denominada Outorga dos Direitos de Uso dos Recursos Hídricos, é emitida por essa instituição, por exemplo, quando há necessidade de captar água para fins de abastecimento ou de lançar efluentes nos corpos hídricos. Desta forma, é essencial coibir a prática de procedimentos não autorizados ou evitar que eles se tornem recorrentes por meio da fiscalização. Mas um corpo fiscal efetivo não é suficiente para o controle ambiental visando à prevenção.

Desta forma, é fundamental a implantação de políticas públicas para gestão dos recursos hídricos no sentido de garantir o fornecimento de água com qualidade e em quantidade apropriadas, bem como incentivar investimentos em medidas preventivas para redução dos riscos de contaminação pelas fontes de poluição.

O Plano de Segurança da Água (PSA) é uma das ferramentas úteis ao controle da poluição ambiental e tem sido reforçada pela Portaria 177/2011 pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) com os critérios definidos na Portaria do Ministério da Saúde 2.914/2011, quanto aos padrões de potabilidade.

Neste sentido, a OMS tem tido um papel ativo ao fornecer um conjunto de recomendações aos agentes envolvidos do setor de água como poder público, autoridades de saúde, entidades reguladoras e gestoras dos serviços de água, concessionárias e autarquias municipais, sociedade civil, setor produtivo, entre outros (Hilaco, 2012).

Essas recomendações incluem preocupações sobre o controle laboratorial para padrões de potabilidade, mas principalmente sobre um sistema mais amplo de prevenção, avaliação e gerenciamento de riscos por meio de planos de gestão denominados de Plano de Segurança da Água (PSA), segundo Vieira; Moraes (2005).

## **PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**

O PSA compreende o detalhamento de todo o Sistema de Abastecimento de Água (SAA), de modo a promover a identificação de riscos inerentes a cada etapa do processo de produção e distribuição de água e, posteriormente, de propor medidas para reduzir riscos e mitigar eventuais prejuízos ao sistema e à qualidade da água. O PSA preconiza, em suas etapas iniciais, a caracterização do SAA com posterior implantação de medidas preventivas para evitar ou reduzir riscos de contaminação no processo como um todo.

Segundo Fewtrell; Bartram (2001) apud Vieira (2005), o PSA representa novo modelo de gestão e de controle de riscos para o Sistema de Abastecimento de Água (SAA), onde seja reforçada a segurança na garantia de qualidade da água e, conseqüentemente, a proteção à saúde pública.

Vieira (2005) explica que a qualidade da água para abastecimento público é garantida pela detecção de microrganismos e parâmetros físico-químicos obtidos por análises de conformidade em relação aos valores estipulados em legislação. Entretanto, em seu julgamento, esta metodologia de verificação e controle da qualidade da água para consumo humano não é suficiente para prover total segurança ao uso da água. Por isso, a importância dos PSA, pois eles são o elemento mais efetivo para fornecer água em condições apropriadas, desde a captação até o consumidor, pela avaliação e gerenciamento de riscos durante todas as etapas do tratamento.

O PSA representa uma alternativa às limitações dos sistemas atuais de manutenção e monitoramento da qualidade de água, pois permitem informação rápida aos usuários em caso de contaminação. Esses planos de gestão dos recursos hídricos são ferramentas de apoio para nortear o gestor ou conselho de saneamento com relação às estratégias estabelecidas em um dado período de tempo.

## **CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO: RIBEIRÃO FEIJÃO, MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS - SP**

São Carlos conta com 230.890 habitantes e 96% da população na área urbana (Seade, 2014). Entre os mananciais de captação de água, está a bacia do Ribeirão do Feijão (Figura 1), a qual é caracterizada por Machado; Dupas (2013) como:

*“A bacia do manancial urbano do Ribeirão do Feijão possui 222,7 km<sup>2</sup> e engloba três rios principais, o Rio Tietê, o Rio Jacaré-Guaçu e o Rio Jacaré Pepira e está localizada entre os paralelos 22° e 22°10' de latitude sul e os meridianos 47°45' e 45°50' de longitude oeste. Do total de água bruta consumida pelo município, o Ribeirão do Feijão fornece 27% (vazão de 246,3 L/s), o Rio Monjolinho fornece 24,8% (vazão de 225,9 L/s), e o restante advém de poços subterrâneos (vazão de 439,2 L/s).”*

A construção de nova barragem inaugurada, em junho de 1998, promoveu melhoria no abastecimento e ampliou a produção da captação do ribeirão do Feijão para 350 L/s, bem como contou com reformas na Estação de Tratamento de Água de Vila Pureza, ampliando a capacidade desta para 520 L/s (SAAE, 2010).

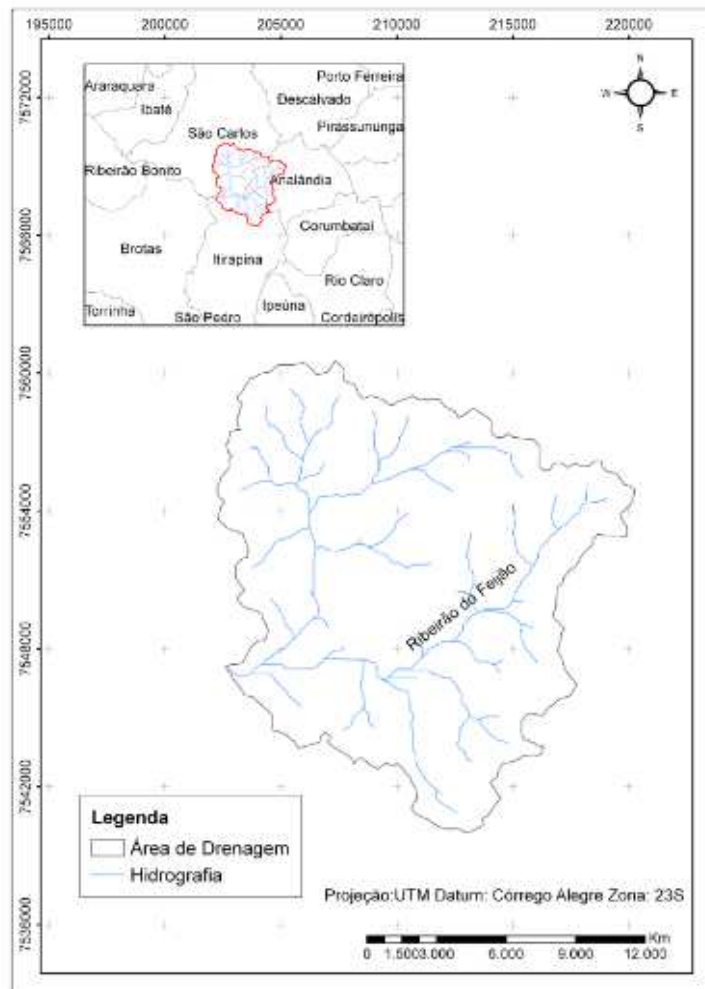


Figura 1 – Bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão e municípios limítrofes  
Fonte: Oliveira, 2011.

Com base nisso, é fundamental realizar um estudo das limitações e das potencialidades de abastecimento de água deste manancial, a partir de dados qualitativos e quantitativos, e elaborar diretrizes em consonância com as recomendações da OMS e do Ministério da Saúde para o Plano de Segurança de Água.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A 1ª etapa contemplou a revisão bibliográfica, tendo possibilitado:

- a) o estudo sintetizado sobre o sistema de abastecimento e suas etapas constituintes. Nesse momento, buscou-se enfatizar os aspectos técnicos associados às captações superficiais, ou seja, quais os sistemas mais comuns e seus respectivos modos de operação. Nessa fase, foi utilizada literatura técnica pertinente, tal como Tsutuya (2006), Heller e Pádua (2006) e Azevedo Netto (1966);
- b) a interpretação da metodologia de implementação do Plano de Segurança da Água (PSA), tendo como auxílio documentos científicos pertinentes como Brasil (2012), estudos de caso nacionais e internacionais interpretados pela ABES (2015) e recomendações dadas pela Portaria MS 2914/2010 (Brasil, 2010).

A 2ª etapa consistiu na caracterização do objeto a partir de uma visão abrangente, ou seja, do estudo das particularidades da bacia do Ribeirão do Feijão, principalmente em termos de hidrografia, uso e ocupação do solo e importância para a segurança hídrica do município de São Carlos. Nessa fase, foram utilizadas como fontes de consulta o Plano Diretor, Leis de Uso e Ocupação do Solo e artigos técnicos de interesse, tais como Guidolini (2013), Zattoni (2012) e Dupas e Machado (2013).

Na 3ª etapa, ainda em andamento, está a descrição e caracterização da captação superficial do Ribeirão do Feijão. Essa etapa tem como apoio os formulários para registro dos perigos associados à bacia e à captação, como proposto por Beuken (2008). O levantamento será compatibilizado com a visita técnica prevista para outubro do presente ano.

Como subsídio, foi elaborado mapa, ainda em estágio preliminar, com os dados de lançamento de água por efluentes tratados e de captação de água superficial na bacia em estudo cedidos pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), órgão gestor de recursos hídricos do estado de São Paulo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados deste trabalho foram decorrentes de uma iniciação científica, sem remuneração financeira e desenvolvida em caráter voluntário, desde dezembro de 2015, sob protocolo nº 191/2015 do Programa Unificado de Iniciação Científica - PUIC da UFSCar.

A Tabela 1 ilustra, parcialmente, um dos produtos obtidos como resultado. Essa proposta foi baseada por BEUKEN (2008) e trata do levantamento de eventos perigosos ao funcionamento de sistema de mananciais superficiais.

**Tabela 1 – Extrato do formulário para identificação de eventos perigosos associados à BACIA HIDROGRÁFICA**

BACIA HIDROGRÁFICA SUPERFICIAL					
Item	Pertinente?		Elemento	Perigo	Evento perigoso
	SIM	NÃO			
1.1			Área de captação		
1.1.1	x		Bacia	Contaminação da bacia	Descarga industrial de produtos químicos
1.1.2		x	Bacia	Contaminação da bacia	Descarga industrial de matéria orgânica
1.1.3	x		Bacia	Contaminação da bacia	Emissões durante acidentes (incêndios ou explosões) Exemplo: acidentes industriais ou incêndios florestais
1.1.4		x	Bacia	Contaminação da bacia	Acidentes com navios, trens, veículos ou aviões
1.1.5	x		Bacia	Contaminação da bacia	Tóxicos provenientes de poluição do ar
1.1.6		x	Bacia	Contaminação da bacia (diretamente através da água ou indiretamente através do ar)	Acidente nuclear
1.1.7			Bacia	Contaminação da bacia	Emissão, vazamento ou derramamento de óleo decorrente de tráfego de veículos
1.1.8			Bacia	Contaminação da bacia	Atividades portuárias
1.1.9			Bacia	Contaminação da bacia	Latrinas de barcos
1.1.10	x		Bacia	Contaminação da bacia	Pesca intensiva, piscicultura e mortandade de peixes

Fonte: Beuken (2008)

Os dados quantitativos de captação de água superficial e de lançamento de água, por efluentes tratados, são pertinentes a 44 pontos de monitoramento pelo DAEE. O mapa elaborado identificou a localização desses pontos, em função de uma faixa de variação (do menor para maior) de captação e lançamentos.

Em termos qualitativos, foi elaborada a caracterização da bacia do Ribeirão do Feijão, com especial atenção à captação superficial, seus possíveis problemas operacionais e riscos.

Cumprir frisar que a bacia do Ribeirão do Feijão engloba três municípios do estado de São Paulo: São Carlos, Itirapina e Brotas. Para efeito deste estudo, apenas a região à montante da captação, totalmente inserida no território de São Carlos, foi considerada no presente estudo.

Os riscos em análise incluem a captação e o manancial superficial, visto que a qualidade e quantidade de água coletada depende intimamente da situação existente à montante.

A Tabela 22 traz um recorte dos riscos genéricos associados a captações superficiais, e a mesma complementação será feita caso sejam identificados riscos específicos à captação do Ribeirão do Feijão.

**Tabela 2 – Extrato do formulário para identificação de eventos perigosos associados às CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS**

CAPTAÇÃO E TRANSPORTE DE ÁGUA SUPERFICIAL					
Item	Pertinente?		Elemento	Perigo	Evento perigoso
	SIM	NÃO			
3.1			Captação de água superficial		
3.1.1		x	Construção da captação	Falta indisponibilidade de água	ou de Obstáculos físicos para a captação de água
3.1.2		x	Construção da captação	Falta indisponibilidade de água	ou de Falha na captação
3.1.3	x		Construção da captação	Ruptura de tubulação	Más condições ou causas externas (deslizamentos, tráfego pesado)
3.1.4			Bacia de captação	Contaminação indisponibilidade de água	ou de Falta d'água ou contaminação, levando ao fechamento (parcial) da captação, fontes alternativas de água bruta insuficientes
3.1.5	x		Sistema de bombeamento	Falta indisponibilidade de água	ou de Falha no sistema de bombeamento

Fonte: Beuken (2008)

O modelo proposto por BRASIL (2012) baseou-se na ponderação de riscos, cujos pesos associam a probabilidade de ocorrência de certo evento e a criticidade de suas consequências. Dessa maneira, a matriz de riscos, associada à metodologia de ponderação, pode futuramente contribuir para a determinação do conjunto de ações a serem priorizadas segundo o grau de importância das ameaças avaliadas.

Outros resultados obtidos, resumidamente, foram:

- No Brasil, há poucos municípios brasileiros que adotam o PSA como instrumento de monitoramento da qualidade e quantidade de água para fins de abastecimento público e de preservação hídrica;
- As poucas experiências existentes ainda não estão totalmente disponibilizadas em meio digital, pois, na maioria dos casos, representam dados e metodologias desenvolvidas internamente às empresas gestoras de saneamento;

- Existe dificuldade de compreensão, por parte do gestor de saneamento, da metodologia a ser adotada para mensuração do PSA;
- Os instrumentos legais indicam o PSA como mecanismo relevante na abordagem preventiva, mas as informações operacionais e gerenciais ficam a critério do gestor do serviço de saneamento.

Os riscos não foram totalmente identificados, pois falta a visita ao ponto captação superficial e no entorno dele. Isto será possível com a ferramenta de Beuken (2008) e o método de ponderação de Brasil (2012).

## CONCLUSÕES

Em decorrência das recentes crises hídricas vivenciadas no território brasileiro e da percepção da água como provedora de múltiplos usos, obrigações legais visando à garantia de abastecimento contínuo e seguro têm sido definidas e os órgãos gestores a elas devem aderir.

O Plano de Segurança da Água (PSA), ainda pouco conhecido e implementado no Brasil, vem como ferramenta fundamental para a gestão dos recursos hídricos. Aliado a métodos usuais de monitoramento, como amostragens e testes laboratoriais, contribui para a melhoria da eficiência de sistemas de abastecimento e para a continuidade do fornecimento de água em quantidade e qualidade adequadas.

Os desafios na elaboração, compreensão e discussão do PSA com a equipe técnica e gerencial são muitos. Deve-se destacar que esta parte do trabalho exige muito tempo disponível nas Companhias de saneamento para que o PSA seja elaborado e implementado.

Há pouca informação no país e as experiências bem-sucedidas são pouco divulgadas. Para tanto, recomenda-se que outros estudos dessa natureza possam ser realizados e subsidiem a implantação de Planos de Segurança da Água e, assim, fortaleçam o uso do instrumento preventivo ao planejamento e aproveitamento dos recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BEUKEN, R.; et al. **Identification and description of hazards for water supply systems** - A catalogue of today's hazards and possible future hazards. TECHNEAU, 2008. 79 p.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Plano de Segurança da Água: Garantindo a qualidade e promovendo a saúde – Um olhar do SUS**. Brasília, 2012. 61 p.
3. DUPAS, F. A.; MACHADO, F. H. **Valoração de recursos hídricos como subsídio na gestão do manancial urbano do Ribeirão do Feijão, São Carlos – SP**. GEOUSP – espaço e tempo, São Paulo, nº 33, pp. 111 – 126, 2013.
4. GUIDOLINI, J. F.; PEDROSO, L. B.; ARAÚJO, M. V. N. **Análise temporal do uso e ocupação do solo na microbacia do Ribeirão do Feijão, município de São Carlos- SP, entre os anos de 2005 e 2011**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 16, 2013, Foz do Iguaçu. Anais... São Paulo: INPE, 2013. p. 4503-4509.
5. HELLER, L.; PADUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte, Editora UFMG, 859 p, 2006.
6. OLIVEIRA, J. A. **Análise da perda de solo na bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão, São Carlos**. Itajubá-MG, 2011. (Dissertação de mestrado). Disponível em <http://saturno.unifei.edu.br/bim/0038259.pdf> Acesso em 10/07/2016.
7. SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto. **História**. Disponível em <http://www.saaesaocarlos.com.br/historia>. Acesso em 10/10/2010.
8. SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **População**. Disponível em <http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/tabelas> Acesso em 10/09/2016.
9. TSUTUYIA, M. T. Captação de Águas Superficiais. In: \_\_\_\_\_. **Abastecimento de água**. 3ª ed. São Paulo: SABESP, 2006. p. 67-99.
10. VIEIRA, J. M. P.; MORAIS, C. **Planos de segurança da água para consumo humano em sistemas públicos de abastecimento**. Instituto Regulador de Águas e Resíduos – Universidade do Minho. Braga, 2005. 173 p.
11. ZATTONI, M. **Percepção sobre restauro da mata ciliar realizada em propriedades rurais às margens do Ribeirão Feijão (Itirapina e São Carlos, SP)**. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2012.