

RECURSOS HÍDRICOS

AVALIAÇÃO DE RISCOS NA BACIA HIDROGRÁFICA CONTRIBUINTE A ZONA DE CAPTAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE FORMOSA-GO

Isabela Moura Chagas – isabelamch@gmail.com
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Goiás

Nolan Ribeiro Bezerra Teixeira – nolanbezerra@gmail.com
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Goiás

Resumo: Este trabalho busca aplicar a metodologia preconizada no Plano de Segurança da Água (PSA) como ferramenta para estimar a probabilidade de ocorrência dos eventos perigosos na bacia hidrográfica contribuinte à zona de captação do Córrego Bandeirinha, localizado no Município de Formosa - GO. O PSA é um instrumento preventivo de avaliação de perigos e caracterização de riscos que assegura a distribuição da água com maior qualidade e segurança à população. O levantamento dos dados primários foi realizado com aplicação de questionário aos proprietários rurais e georreferenciamento das fontes de poluição pontual e difusa e avaliação dos dados secundários de monitoramento da qualidade da água no ponto de captação realizado pela Prestadora de Saneamento de Goiás (SANEAGO). A avaliação dos riscos foi determinada pelo uso da metodologia de matriz de priorização de risco da norma ISO 31000:2009. Os resultados alcançados mostraram que os principais riscos identificados foram acesso de animais aos cursos d'água, áreas desprotegidas e exploradas, assoreamento de nascentes, ausência de práticas de conservação de água e solo, uso inadequado de defensivos agrícolas que altera as características químicas da água, como por exemplo, as substâncias orgânicas (Paration, Malation e 2,4 Diclorofenol) encontradas acima do limite estabelecido pelo padrão de potabilidade brasileiro. Os perigos identificados devem ser prevenidos e/ou eliminados, os riscos devem ser reduzidos e/ou controlados para garantir uma água de melhor qualidade e com quantidade satisfatória para o abastecimento. Para minimizar o processo de degradação da bacia hidrográfica foi elaborado uma cartilha de orientação aos produtores rurais.

Palavras-chave: Avaliação dos riscos, Bacia Hidrográfica, Qualidade da Água.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Nos últimos anos, nota-se uma preocupação crescente no sentido de que, além do atendimento ao padrão de potabilidade da água estabelecido legalmente, os sistemas de abastecimento devem apresentar níveis de desempenho que garantam a distribuição do produto com máxima segurança, evitando vulnerabilidades que possam impor risco à saúde. Nesse sentido, cada vez mais vem constatando a necessidade de implantação de Programas e Planos com o objetivo de proteger os mananciais de captação de água. Para suprir essa demanda a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda aos prestadores de serviços a implantação de Plano de Segurança da Água (PSA), que é uma metodologia científica aceita internacionalmente, que aborda os riscos associados a qualquer fase do abastecimento, desde a bacia hidrográfica contribuinte a zona de captação até a torneira do consumidor (WHO, 2004).

A OMS recomenda a implementação de PSA baseado em cinco atividades chaves, adotadas em marco regulatório pelo Ministério da Saúde, a saber: (i) metas de saúde baseadas em uma avaliação de riscos; (ii) avaliação da capacidade do sistema de abastecimento de água (da bacia hidrográfica contribuinte a zona de captação, captação, tratamento e distribuição)

em produzir água com qualidade, para o atendimento das metas de saúde; (iii) monitoramento dos sistemas de abastecimento nos pontos considerados chaves para o tratamento; (iv) planos de gestão documentado, onde estejam: a avaliação do sistema, o monitoramento, rotinas operacionais, medidas corretivas em caso de anormalidades, previsão de ampliações e melhorias; e (v) programa de vigilância independente que avalia os itens de (i) a (iv) de responsabilidade dos prestadores de serviços (WHO, 2004).

A Avaliação do risco é uma metodologia que faz parte de uma abordagem maior, denominada Análise do risco, que compreende três procedimentos desenvolvidos normalmente de forma sequencial e integrada: Avaliação do risco, Gerenciamento do Risco e a Comunicação do risco (WHO 2005; BASTOS *et al.*, 2009). A Avaliação do risco compreende a caracterização e a estimativa, quantitativa ou qualitativa, de efeitos potencialmente adversos à saúde de indivíduos ou populações, em determinado prazo e cenário de exposição a um dado perigo.

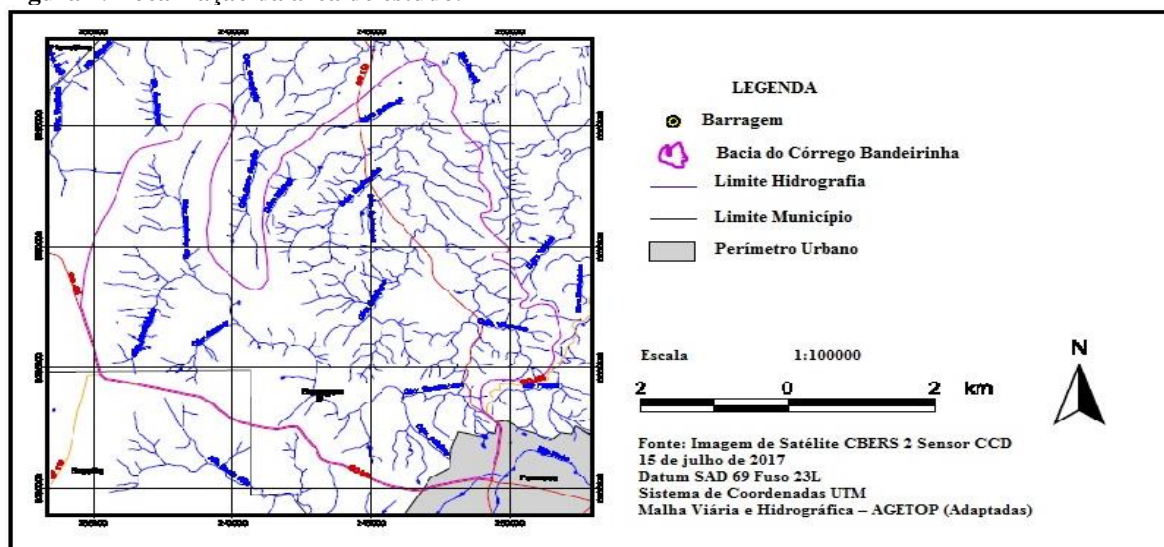
Nesse sentido este trabalho busca aplicar a metodologia preconizada no PSA como ferramenta para estimar a probabilidade de ocorrência dos eventos perigosos na bacia hidrográfica contribuinte à zona de captação do Córrego Bandeirinha, localizado no Município de Formosa - GO. O trabalho integrou as atividades preconizadas na implantação do PSA que vem sendo desenvolvidas pela prestadora de serviço de abastecimento de água, Saneamento de Goiás S.A – SANEAGO em parceria com a Secretaria Municipal de Agricultura e a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Goiás-EMATER.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo está localizada na bacia hidrográfica, denominada de Córrego Bandeirinha, contribuinte a zona de captação do Sistema de Abastecimento de Água do município de Formosa-Goiás (Figura 1). Esse córrego possui aproximadamente, 61,61 km², equivalente a 6.161,72 ha, cuja captação está numa seção onde a bacia de drenagem alcança área de 64 km², possuindo 17 proprietários e aproximadamente 12 nascentes a montante da captação. A captação de águas do Córrego Bandeirinha para o abastecimento de Formosa teve início no ano de 1978. A vazão ali captada atualmente é de aproximadamente 220 l/s.

Figura 1. Localização da área de estudo.



Método

Para a realização da avaliação do risco na bacia hidrográfica contribuinte a zona de captação as seguintes etapas foram seguidas: i) levantamento de dados secundários, através de um histórico de cinco anos de dados de monitoramento da qualidade da água bruta disponibilizados pela Saneago e do Estudo de Impactos Ambientais da Barragem do Bandeirinha (EIA); ii) identificação e levantamento dos eventos perigosos, por meio da aplicação de questionário junto aos proprietários da bacia e o georreferenciamento das fontes pontuais e difusas de poluição, por meio do uso do Sistema de Posicionamento Global (GPS), modelo GARMIM, - Série e Trex HC, com auxílio do software livre de SIG, Quantum GIS (QGIS) 2.8.3 – Wien; iii) caracterização dos riscos na bacia hidrográfica com o emprego da técnica “Matriz de Priorização Semiquantitativa de Riscos” (NBR ISO/IEC 31010:2012), demonstrada no Quadro 1; iv) Proposição de medidas de controle para os riscos identificados e v) Elaboração da cartilha de orientação.

A técnica utilizada para avaliação do risco foi a semiquantitativa que são atribuídos valores numéricos aos descritores de ocorrência e severidade de forma que de seu cruzamento resulte produto numérico, conforme exemplo mostrado no Quadro 1.

Quadro 1. Matriz Semiquantitativa de Priorização de Risco.

Ocorrência		Severidade				
		1	2	4	8	16
		Insignificante	Baixa	Moderada	Elevada	Catastrófica
5	Quase Certo (diária a semanalmente)	Baixo (5)	Moderado (10)	Alto (20)	Alto (40)	Extremo Plano de Emergência
4	Muito Provável (quinzenal a mensal)	Baixo (4)	Moderado (8)	Alto (16)	Alto (32)	Extremo Plano de Emergência
3	Provável (semestral a anual)	Baixo (3)	Moderado (6)	Moderado (12)	Alto (24)	Extremo Plano de Emergência
2	Pouco Provável (acima de um ano até 5 anos)	Baixo (2)	Baixo (4)	Moderado (8)	Alto (16)	Extremo Plano de Emergência
1	Raro (Acima de 5 anos)	Baixo (1)	Baixo (2)	Baixo (4)	Moderado (8)	Extremo Plano de Emergência

Legenda:

Nível	Descritor	Significado da Severidade
1	Insignificante	Sem impacto detectável
2	Baixo	Pequeno impacto sobre a qualidade estética / organoléptica da água e, ou baixo risco à saúde que pode ser minimizado em etapa seguinte do sistema de abastecimento
3	Moderado	Elevado impacto estético e, ou com potencial risco à saúde que pode ser minimizado em etapa seguinte do sistema de abastecimento
4	Elevado	Potencial impacto à saúde que não pode ser minimizado em etapa seguinte do sistema de abastecimento, necessitando de realização de monitoramento operacional e medidas de controle
5	Catastrófica	Risco elevado à saúde com interrupção do fornecimento de água

Análise do Risco:

Risco Baixo ≤ 5: risco baixo, tolerável, sendo controlável por meio de procedimentos de rotina.

Risco Moderado 6 a 12: risco moderado, necessidade de atenção.

Risco Alto 16 a 40: risco alto e não tolerável, necessidade de adoção de medidas de controle.

Risco Extremo: risco não tolerável, necessidade de adoção imediata de plano de emergência.

Fonte: Adaptado de ISO 31000 (2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio do levantamento de campo foi possível identificar 18 (dezoito) eventos perigosos existentes na bacia hidrográfica e, conseqüentemente, foi possível determinar o nível do risco (baixo, moderado, alto ou extremo) dos mesmos, por meio da aplicação da Matriz de Priorização Semiquantitativa de Riscos, conforme apresentado no Quadro 2.

Em relação a avaliação do risco dos eventos perigosos 1, 2, e 3 que tratam da situação de infraestrutura de saneamento básico na bacia hidrográfica foram classificados de baixo a moderado. Cabe destacar que dos 17 proprietários, apenas 15 residem nas propriedades, sendo que 93,7% (14/15) disponibilizam de fossa sépticas e 6,3% (1/15) defeca à céu aberto, correspondendo a uma carga de DBO lançada anualmente de 58,3 kg.

Diante a inexistência do sistema de coleta pública de resíduos domésticos na região a maioria dos moradores (8/15) não fazem a destinação adequada de seus resíduos.

Quadro 2: Caracterização de riscos na bacia hidrográfica do Córrego Bandeirinha, Formosa-Goiás, 2015.

Nº	Eventos Perigosos	Classificação do Risco		
		O	S	Nível
1	Lançamento de esgoto sanitário após tratamento por fossa	5	1	Baixo (5)
2	Lançamento de esgoto sanitário à céu aberto	5	2	Moderado (10)
3	Destinação inadequada dos resíduos domésticos	5	2	Moderado (10)
	Predominância de uso e ocupação por solo exposto	5	2	Moderado (10)
4	Existência de queimadas	3	4	Moderado (12)
5	Barramento de água para criação de peixes	5	2	Moderado (10)
6	Utilização da água do córrego Bandeirinha para irrigação	3	5	Alto (15)
7	Disponibilidade hídrica	3	5	Alto (15)
8	Inexistência de medidas de proteção (cercadas e protegidas) de nascente(s)	5	4	Alto (20)
9	Inexistência de cercas em área de preservação permanente e reserva legal para evitar a entrada do gado	5	4	Alto (20)
10	Inexistência de técnicas de conservação do solo e da água	5	4	Alto (20)
11	Aporte de sedimentos de atividade extrativista mineral	5	8	Alto (40)
12	Predominância de uso e ocupação por bovinocultura	5	8	Alto (40)
13	Predominância de uso e ocupação por agriculturas diversas	5	8	Alto (40)
14	Utilização de defensivos agrícolas	5	8	Alto (40)
15	Acondicionamento inadequado dos vasilhames de defensivos agrícolas	5	8	Alto (40)
Legenda: Baixo (1 a 5) Moderado (6 a 12) Alto (16 a 40) Alto (16 a 40)				

Fonte: Elaborado pelo autor

A bacia do córrego Bandeirinha possui aproximadamente 12 (doze) nascentes a montante da captação. Das 13 (treze) propriedades que possui nascentes, 53,8% (07/13) não possui cercas e estão degradadas, possibilitando que 167 cabeças de gado tenha acesso ao mesmo para dessedentação, gerando em torno de 97.920 (KgDBO/ano). Dos 58,8% dos proprietários da bacia utilizam a pratica de barramento de água na propriedade (10/17) e 23,5% (04/17) tem barramento de água para criação de peixes.

A inexistência de medidas de proteção em nascentes, áreas de preservação permanente e em reserva legal permite que os animais tenham acesso a essas áreas compactando-as, aumentando a concentração de matéria orgânica e turbidez no corpo hídrico.

Segundo os dados da Agência Nacional de Água e Estudo Hidrológico inserido no Estudo de Concepção, elaborado no escopo do Programa PASS/BID, os deflúvios médios mínimos do Córrego Bandeirinha em 7 dias consecutivos e períodos de retorno de 10 e 25 anos, seriam respectivamente de 83 l/s e 33 l/s, portanto de longe insuficientes para o abastecimento de água de Formosa-GO.

Portanto, os dados de disponibilidade hídrica indicam um risco alto (eventos perigosos 6, 7, 8, 9 e 10), proporcionando uma clara necessidade de se rever os estudos hidrológicos para o ribeirão Bandeirinha, além de construção de barragem, para fins de abastecimento.

O aumento da oferta de água dialoga diretamente com o aprimoramento de técnicas de conservação de solo, com a redução do desperdício pelos diferentes setores usuários e, com a implementação de ações de conservação dos mananciais, uma vez que apenas 29,4% (3/15) não adotam nenhum tipo de técnicas de conservação de água e solo.

O histórico do monitoramento da qualidade da água tem mostrado um elevado aumento de turbidez, em virtude do aporte de sedimentos de atividade extrativista mineral que foi avaliado como alto no Quadro 1. Na bacia foi registrado a existência de 3 (três) areais próximo as nascentes do Bandeirinha em funcionamento, que não apresentam efetivas medidas de controle. Por causa da proximidade que as extrações de areia se encontram com as nascentes foi observado um início de assoreamento das mesmas advindo do aporte de partículas dispersas durante a atividade de retirada da matéria prima.

A utilização da bacia para extração de areia foi classificada como risco alto em função da identificação de três areais em estado avançado sem medidas de controle adequadas. Essa atividade vem causando erosões e assoreamento nas nascentes e aporte de sedimentos em função da proximidade dos córregos. Isso foi comprovado em função do elevado histórico de alteração da turbidez na água bruta.

Outro fator agravante e de classificação de risco alto foi a utilização de defensivos agrícolas e fertilizantes sem prescrição de um agrônomo por parte de 53% (09/17) dos proprietários que realizam cultivos agrícolas.

Registrou-se diversos tipos de cultivos, como, mandioca, milho, soja, sorgo, feijão, quiabo, abobora, banana, cana-de-açúcar, horta dentre outros. Alguns produtores fazem o uso de defensivo agrícolas e fertilizantes em suas plantações, porém não segue as instruções para aplicação e manipulação dos produtos químicos.

Outro impacto significativo observado é decorrente da utilização equivocada de defensivos agrícolas e o descarte inadequado desses vasilhames pelos proprietários.

Foi constatado maior população de bovino, no entanto há também criação aves, suínos equinos e peixes. Quase todo dejetos produzidos por eles são dispostos no solo sem tratamento.

Como medida de controle foi elaborado a cartilha de orientação com as práticas de conservação de água e solo que contém informações sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP), Reserva Legal (RL), gerenciamento e descarte adequado dos resíduos sólidos, preservação das nascentes, higiene dos alimentos, compostagem e desinfecção da caixa d'água. Essa cartilha tem como objetivo auxiliar os proprietários rurais a manter o ambiente ecologicamente equilibrado com sua biodiversidade local conservada. Deve-se iniciar campanhas educativas para coibir a defecação a céu aberto e possibilitar um ambiente mais salubre e que não ofereça risco à saúde. Outra ação de responsabilidade da prefeitura é realizar a coleta pública de lixo na região.

Analisando os dados de qualidade da captação foi encontrado compostos de inseticidas, herbicidas e pesticidas constatados nos resultados dos parâmetros 2,4 dicloretofenol, malation, e paration apresentaram valores acima do nível aceitável, dados disponibilizados na (Tabela 1).

Tabela 1. Monitoramento da qualidade da água para agrotóxicos, período de 2010 a 2015, Formosa-Goiás.

Parâmetros	Nº Amostras Realizadas	Nº Amostras Realizadas Não Detectada	Nº Amostras >VMP	Nº Amostras <VMP	Referência Classe II
Aldrin + Dieldrin	12	12	0	0	20
Clordano (cis, trans)	12	12	0	0	0,04
2- clorofenol	12	12	0	0	0,1
2,4 diclorofenol	12	11	1	0	0,3
DDT	12	12	0	0	0,002
Dodecacloro pentaciclodecano	12	12	0	0	0,001
Endrin	12	12	0	0	0,004
Heptacloro epóxido + Heptacloro	12	12	0	0	0,01
Hexaclorobenzeno	12	12	0	0	0,0065
Lindano	12	12	0	0	0,02
Metoxicloro	12	12	0	0	0,03
2,4,6 triclorofenol	12	12	0	0	10
Atrazina	11	7	0	4	2
Endossulfan (alfa + beta + sulfato)	12	12	0	0	0,056
Malation	11	7	4	0	0,1
Metolacloro	11	11	0	0	10
Paration	11	10	1	0	0,04
Simazina	11	11	0	0	2
Trifluralina	11	11	0	0	0,2
Benzo (a) antraceno	11	11	0	0	0,05
Benzo (K) fluoranteno	11	11	0	0	0,05
Criseno	11	11	0	0	0,05
Dibenzo (a,h) antraceno	11	11	0	0	0,05
Glifosato	2	1	0	1	65
Benzeno	10	10	0	0	5
Xileno	10	10	0	0	300
Estireno	9	9	0	0	20
1,2 dicloroetano	10	10	0	0	10
1,1 dicloroetano	11	8	0	3	3
Tetraclorobenzeno	11	11	0	0	20

Durante os períodos de monitoramento foi detectado presença de metais acima do Valor Máximo Permitido (VMP) para os seguintes parâmetros alumínio dissolvido, boro total, chumbo total, cromo total e ferro dissolvido (Tabela 2). A qualidade da água para os parâmetros físico-químico e microbiológicos como o nitrogênio amoniacal, fósforo total e coliformes totais obtiveram valores acima do máximo permitido.

Tabela 2. Monitoramento da qualidade da água para substâncias inorgânicas e metais pesados, período de 2010 a 2015, Formosa-Goiás.

Parâmetros	Nº Amostras Realizadas	Nº Amostras Realizadas Não Detectada	Nº Amostras >VMP	Nº Amostras <VMP	Referência Classe II
Alumínio Dissolvido	12	0	3	12	0,1
Antimônio	12	2	0	10	0,005
Arsênio Total	12	10	0	2	0,01
Bário Total	12	6	0	6	0,7
Berílio Total	12	10	0	2	0,04
Boro Total	7	5	1	1	0,5
Cádmio Total	12	4	0	8	0,001
Chumbo Total	12	7	2	3	0,01
Cobalto Total	12	9	0	3	0,05
Cobre Dissolvido	12	3	0	9	0,009
Cromo Total	12	3	1	8	0,05
Ferro Dissolvido	12	0	3	9	0,3
Fósforo Total	5	5	0	0	0,02
Manganês Total	12	0	0	12	0,1
Mercurio Total	12	5	0	7	0,0002
Níquel Total	12	4	0	8	0,025
Prata Total	12	6	0	6	0,01
Selênio Total	12	11	0	1	0,01
Urânio Total	11	9	0	2	0,02
Vanádio Total	12	4	0	8	0,1
Zinco Total	12	0	0	12	0,18

A avaliação de risco na zona de captação (Quadro 3) apresentou riscos altos para as substâncias químicas orgânicas e agrotóxicos. Esses dados revelam um grande risco para as populações que vem consumindo água, uma vez que essas substâncias químicas não são removidas na estação de tratamento de água.

Quadro 3: Caracterização de riscos na zona de captação na bacia hidrográfica do Córrego Bandeirinha, Formosa-Goiás, 2015.

Nº	Eventos Perigosos	Classificação do Risco		
		O	S	Nível
1	Concentração de <i>E. coli</i> acima de 1000/100mL	5	1	Baixo (5)
2	Concentração de protozoários <i>Cryptosporidium</i> spp. acima de 3 oocistos/L	-	-	Não Realizado
3	Concentração de cianobactérias acima de 20.00 células/mL	5	1	Baixo (5)
	Cianotoxinas acima do Valor Máximo Permitido (VMP)	5	1	Baixo (5)
4	Agrotóxicos ⁽¹⁾ acima do Valor Máximo Permitido (VMP)	3	8	Alto (24)
5	Substâncias químicas orgânicas ⁽²⁾ acima do Valor Máximo Permitido (VMP)	5	1	Baixo (5)
6	Substâncias químicas inorgânicas ⁽³⁾ acima do Valor Máximo Permitido (VMP)	3	8	Alto (24)

Legenda: Baixo (1 a 5) Moderado (6 a 12) Alto (16 a 40) Alto (16 a 40)

Fonte: Elaborado pelo autor

Notas: (1) Listas dos agrotóxicos estabelecidos na Portaria de Potabilidade do Ministério da Saúde. (2 e 3) Listas das substâncias químicas orgânicas e inorgânicas estabelecidas na Portaria de Potabilidade do Ministério da Saúde.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto buscou concretizar as finalidades do PSA que buscam minimizar as fontes de contaminação pontual e difusa no manancial de captação, que conseqüentemente irá eliminar a contaminação durante o processo de tratamento, além de prevenir a recontaminação da água durante o armazenamento nos reservatórios de água tratada e na rede de distribuição.

Os resultados obtidos através do levantamento de campo mostram que a disponibilidade hídrica e a alteração da qualidade da água decorrente do uso de defensivos agrícolas é um fator preocupante. Se não for adotadas medidas eficazes a vazão não será suficiente para abastecer a população de Formosa levando em consideração seu crescimento.

Decorrentes das atividades exercidas e a falta de conservação são inevitáveis à contaminação do manancial que poderá ser solucionado com a implantação do Programa Produtor de Água, que tem como objetivo o Pagamento por Serviços Ambientais aos produtores que implantarem as medidas de conservação de água e solo.

Sendo assim, é necessário a implantação de ações para a recuperação, revitalização e preservação do ativo ambiental das áreas de nascentes e adjacentes, além de ações para a mitigação e gestão.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **NBR/ISO/IEC:31010**: Gestão de riscos – Técnicas para o processo de avaliação de riscos. Rio de Janeiro, 2012. 96 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. **NBR/ISO:31000**: Gestão de riscos – Princípios e diretrizes. Rio de Janeiro, 2009.

BASTOS, R.K.X., BEZERRA, N. R. BEVILACQUA, P.D. Planos de segurança da água: novos paradigmas em controle de qualidade da água para consumo humano em nítida consonância com a legislação brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007, Belo Horizonte-MG. *Anais*. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007 (CD-ROM).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Portaria MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.

STANDARD AUSTRALIA AND STANDARD NEW ZEALAND. **AS/NZS 4360:2004**: Risk Management Standard. New Zealand, 2004.58p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for Drinking Water Quality**. 3rd ed. Geneve: 2004. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/GDWQ2004web.pdf>. Acesso em: 18 de setembro de 2014.

_____. **Guidelines for Drinking Water Quality**. 4rd ed. Geneve: 2011. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/GDWQ2004web.pdf>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2014.