

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DO MEIO
AMBIENTE

DIRETRIZES PARA PROPOSIÇÃO DE PLANOS DE SEGURANÇA DA ÁGUA
EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO MUNICIPAIS GOIANOS

Rafaela Jacob de Oliveira Braga

Goiânia - GO

2015

Rafaela Jacob de Oliveira Braga

DIRETRIZES PARA PROPOSIÇÃO DE PLANOS DE SEGURANÇA DA ÁGUA EM
SISTEMAS DE ABASTECIMENTO MUNICIPAIS GOIANOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia do Meio Ambiente da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia do Meio Ambiente.

Área de Concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

Orientador: Prof^o. Dr. Paulo Sérgio Scalize
Co-orientador: Prof^o. Dr. German Sanz Lobon

Goiânia – GO

2015

**Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a), sob orientação do Sibi/UFG.**

Braga, Rafaela Jacob de Oliveira
DIRETRIZES PARA PROPOSIÇÃO DE PLANOS DE SEGURANÇA
DA ÁGUA EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO MUNICIPAIS
GOIANOS [manuscrito] / Rafaela Jacob de Oliveira Braga. - 2015.
LXXVIII, 78 f.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Scalize; co-orientador German
Sanz Lobon.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de
Engenharia Civil (EEC) , Programa de Pós-Graduação em Engenharia
do Meio Ambiente, Goiânia, 2015.
Bibliografia. Anexos. Apêndice.
Inclui lista de figuras, lista de tabelas.

1. Sistema de Abastecimento de Água. 2. Plano de Segurança da
Água. 3. Qualidade da Água. 4. Gestão de Riscos. I. Scalize, Paulo
Sérgio, orient. II. Lobon, German Sanz , co-orient. III. Título.

RAFAELA JACOB DE OLIVEIRA BRAGA

**DIRETRIZES PARA PROPOSIÇÃO DE PLANOS DE SEGURANÇA DA ÁGUA
EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO MUNICIPAIS GOIANOS**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Meio Ambiente no Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia do Meio Ambiente da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, aprovada em **10 de dezembro de 2015** pela seguinte Banca Examinadora:

Profº Dr. Paulo Sérgio Scalize – Universidade Federal de Goiás

Presidente da Banca

Profº Dr. Nilson Clementino Ferreira - UFG

Examinador Interno

Profª Dra Rosana Gonçalves Barros - IFG

Examinador Externo

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a minha filha Clarice, razão dos meus sorrisos mais sinceros.

Ao meu esposo Leonardo, pelo apoio e companheirismo.

Aos meus pais, pelo incentivo aos estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me acolhido nos momentos de angústia e permitir que eu chegasse até o final.

Ao professor e orientador Dr. Paulo Sérgio Scalize, pelo compartilhamento dos seus conhecimentos e pelas oportunidades oferecidas. Muitíssimo obrigada.

A minha família por entenderem minha ausência e reclusão necessárias durante a pesquisa.

Ao meu esposo Leonardo pelo amor e carinho e pela dedicação ímpar que tem com a nossa filha. Sem vocês, nada tem sentido. Por vocês, tudo vale a pena. Amo muito.

As melhores parceiras de campo que já tive: Aline Souza Carvalho Lima e Poliana Nascimento Arruda. Obrigada pelos ensinamentos, pelas boas risadas e harmonioso convívio.

Aos amigos que conheci durante o PPGEMA. Em especial, Laís Simões de Moura pela amizade que construímos e pelo apoio nos momentos mais difíceis.

Aos professores Nilson Clementino Ferreira e Denilson Teixeira pelas contribuições feitas durante a participação da banca do exame de qualificação.

À Fundação de Apoio e Amparo à Pesquisa (FAPEG), pelo recurso disponibilizado para a realização do projeto.

Aos gestores responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água dos municípios pesquisados pelo acolhimento e por contribuírem com a pesquisa.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. Distribuição espacial e populacional dos 21 municípios do Estado de Goiás com Sistemas de Abastecimento de Água geridos pelas prefeituras (2012 – 2013).	21
---	-----------

CAPÍTULO 2

Figura 1. Municípios goianos com SAA geridos pelas prefeituras e suas distribuições em meso e microrregiões do Estado de Goiás.	43
Figura 2. Municípios goianos com SAA geridos pelas prefeituras e suas distribuições por número de habitantes	43
Figura 3. Distribuição e classificação dos riscos nos 21 municípios pesquisados e classificação dos Sistemas de Abastecimento de Água.....	47
Figura 4. Classificação dos riscos em Sistemas de Abastecimento de Águas Superficiais (SAAS): captação, reservatório e adução de água bruta (A), sistema de tratamento de água (B) e reservação e distribuição de água tratada (C).	50
Figura 5. Classificação dos riscos em Sistemas de Abastecimento de Águas Mistas (SAAM): captação, reservatório e adução de água bruta (A), sistema de tratamento de água (B) e reservação e distribuição de água tratada (C).	52
Figura 6. Classificação dos riscos em Sistemas de Abastecimento de Águas Subterrâneas (SAASU): captação, reservatório e adução de água bruta (A), sistema de tratamento de água (B) e reservação e distribuição de água tratada (C).	54

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1. Elementos caracterizados nos Sistemas de Abastecimento de Água geridos pelas prefeituras dos 21 municípios do Estado de Goiás (2012 – 2013).	22
Tabela 2. Caracterização dos sistemas de abastecimento de água geridos pelas prefeituras conforme a fonte de abastecimento e órgãos gerenciadores nos 21 municípios do Estado de Goiás (2012 – 2013)	23
Tabela 3. Sistema de medição da água consumida nos sistemas de abastecimento de água dos 21 municípios do Estado de Goiás geridos pelas prefeituras (2012 – 2013)	25
Tabela 4. Número e tipo de captações por município e cobertura dos sistemas de abastecimento de água dos 21 municípios do Estado de Goiás (2012 – 2013).....	26
Tabela 5. Tipos de tratamento apresentados pelos Sistemas de Abastecimento de Água dos 21 municípios do Estado de Goiás, presença de laboratório nas estações de tratamento de água e coagulante utilizado (2012 – 2013)	29
Tabela 6. Sistema de tratamento e disposição final dos resíduos das estações de tratamento de água nos sistemas de abastecimento de água dos 21 municípios do Estado de Goiás (2012 – 2013)	31
Tabela 7. Tipos de reservatórios nos sistemas de abastecimento de água dos 21 municípios do Estado de Goiás geridos pelas prefeituras e frequência da manutenção na rede de distribuição (2012 – 2013).....	32

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Distribuição da população urbana abastecida pelos sistemas de abastecimento de água municipalizados em Goiás, bem como sua população total	42
Tabela 2. Eventos perigosos considerados em Sistema de Abastecimento de Água superficial, misto e subterrâneo para a captação, reservatório e adução de água bruta (A), sistema de tratamento de água (B) e sistema de reservação e distribuição de água tratada (C)..	42
Tabela 3. Escala de Possibilidade de Ocorrência (VIEIRA e MORAIS, 2005).	46
Tabela 4. Escala de Severidade de Consequências (VIEIRA e MORAIS, 2005). ...	46
Tabela 5. Classificação de Riscos (VIEIRA e MORAIS, 2005).	46

Tabela 6. Distribuição dos riscos em Sistemas de Abastecimento de Água superficiais, mistos e subterrâneos	48
Tabela 7. Riscos classificados em altos e muito altos para cada evento perigoso avaliado nos componentes SAAS.....	51
Tabela 8. Classificação dos riscos altos e muito altos para cada evento perigoso avaliado nos componentes SAAM.....	53
Tabela 9. Classificação dos riscos altos e muito altos para cada evento perigoso avaliado nos componentes SAASU	545

SUMÁRIO

RESUMO	12
ABSTRACT	13
INTRODUÇÃO.....	13
REFERÊNCIAS.....	16
CAPÍTULO 1	
1. INTRODUÇÃO	19
2. MATERIAL E MÉTODOS	20
2.1 ÁREA DE ESTUDO	20
2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
3.1 GESTÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	22
3.1.1 Prestação Pública dos Serviços de Abastecimento de água.....	22
3.2 FONTES DE ABASTECIMENTO.....	25
3.2.1 Captação e Cobertura do SAA.....	25
3.3 SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA.....	28
3.3.1 Tratamento da Água e Tratamento dos resíduos gerados na ETA....	28
3.4 SISTEMA DE RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA ..	32
3.4.1 Tipos e Manutenção dos Reservatórios e Manutenção da Rede de Distribuição	32
4. CONCLUSÃO	33
5. REFERÊNCIAS	34
CAPÍTULO 2	
1. INTRODUÇÃO	39
2. MATERIAL E MÉTODOS	41
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	41
2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	44

2.2.1 Identificação dos Eventos Perigosos e Caracterização dos Riscos presentes nos SAA Goianos.....	44
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
3.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA SUPERFICIAL (SAAS)	49
3.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA MISTO (SAAM)	51
3.3 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEO (SAASU) ..	54
4. CONCLUSÃO	55
5. REFERÊNCIAS	56
ANEXO	
APÊNDICE	

RESUMO

Sistemas de abastecimento de água (SAA) para consumo humano tem o objetivo de produzir e fornecer água potável à população por meio de rede de distribuição. Entretanto, a necessidade de rever os procedimentos metodológicos existentes para a manutenção da quantidade e qualidade da água em níveis satisfatórios para o consumo da população fez com que a Organização Mundial de Saúde propusesse uma nova metodologia denominada Plano de Segurança da Água (PSA), ainda incipiente no Estado de Goiás. Nesse sentido, o estudo objetiva propor Plano de Segurança da Água aos 21 municípios do Estado de Goiás que apresentam SAA geridos pelas prefeituras. O estudo foi dividido em dois capítulos. O primeiro capítulo caracterizou os SAA de 21 municípios do Estado de Goiás operados pelas prefeituras, abrangendo a captação, o tratamento e a distribuição da água tratada, além de verificar as formas de gestão dos prestadores dos serviços de saneamento. Observou-se que quanto à gestão dos SAA, predominam-se as autarquias com 61% para sistema de abastecimento de água superficial (SAAS). Já nos sistemas de abastecimento de água misto (SAAS) e sistema de abastecimento de água subterrâneo (SAASU) constataram-se 50% para secretarias não específicas e 50% para os departamentos, respectivamente. Em relação à fonte de abastecimento, nota-se que os piores resultados para a qualidade da fonte de abastecimento são atribuídos aos SAA geridos por secretarias não específicas para os serviços de saneamento. Em relação ao sistema de tratamento de água, os municípios de Abadiânia, Corumbá de Goiás, Mineiros, Rio Quente e Trombas para SAAS e Caldas Novas, Catalão, Panamá e Senador Canedo para SAAM realizam fluoretação independente do método empregado para tratar a água. Quanto ao sistema de reservação e distribuição de água tratada, nota-se o predomínio dos reservatórios elevados. Os piores cenários para o sistema de reservação como de distribuição de água tratada foram encontrados em Cachoeira de Goiás e Guarinos; Mossâmedes e Nova Roma e Paranaiguara e São Simão. Concluiu-se que os SAA apresentam cenários diversificados em relação ao tratamento da água, deficitários quanto ao planejamento de ações de monitoramento e manutenção dos SAA. O segundo capítulo identificou os elementos de risco perceptíveis pela população associados aos recursos hídricos. Foram avaliados os eventos perigosos mediante técnicas quali-quantitativas aplicadas aos SAA goianos geridos pelas prefeituras. Os SAA foram avaliados por componente do sistema em captação, reservatório e adução de água bruta (A); sistema de tratamento de água (B); sistema de reservação e distribuição de água tratada (C). Entre os municípios estudados que possuem maior número de riscos altos e muito altos, considerando todos os componentes dos sistemas, destacam-se: Cachoeira de Goiás, Guarinos, Mossâmedes, Nova Roma, Paranaiguara e São Simão. Em relação ao SAAS, observou-se que o componente do sistema A registrou o mesmo percentual para Cachoeira de Goiás e Guarinos. Já o B e C registraram 62,5% e 50% para Cachoeira de Goiás e 75% e 78,5% para Guarinos. Os SAAM com o maior percentual de riscos altos e muito altos foram os situados em Santa Rita do Novo Destino e Nova Roma com 52,4% cada para A. Mossâmedes e Nova Roma foram os municípios que apresentaram SAAM com o maior número de riscos altos e muito altos para os componentes B e C. Paranaiguara e São Simão apresentaram SAASU com o maior número de riscos altos e muito altos. A SAA goianos geridos pelas prefeituras, notam-se deficiências na gestão segura da água distribuída à população. É necessária a adoção de metodologia que contemple todos os componentes dos SAA, independente da tipologia do sistema.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de abastecimento de água, plano de segurança da água e qualidade da água, gestão de riscos.

ABSTRACT

Water supply systems (WSS) for human consumption aim to produce and supply drinking water to the population through the distribution network. However, the need to revise the actual methodological procedures that maintain the water quantity and water quality in satisfactory levels for domestic consumption has caused the World Health Organization to propose a new methodology called Water Safety Plan (WSP), still incipient at state of Goiás. In this way, this study aims to propose Safety Plan of Water to 21 cities located at the state of Goiás that presenting WSS managed by local governments. The study was divided into two chapters. The first chapter characterized the WSS of this 21 cities in the state of Goiás, including the collect, treatment and distribution of treated water, and identified ways of managing providers of sanitation services. It was observed that 61% of the supply systems provide by surface water supply system (SWSS). Mixed water supply systems (MWSS) and underground water supply system (UWSS) found up to 50% non-specific departments and 50% for the departments, respectively. Regarding the source of supply, it was noted that the worst results for the quality of supply source were assigned by the WSS managed by non-specific sanitary services departments. Only the cities Abadiânia, Corumbá de Goiás, Mineiros, Rio Quente, Trombas, Caldas Novas, Catalão, Panamá and Senador Canedo add fluorine to their treated water. In relation of the reservation and distribution system of treated water, there is the prevalence of elevated tanks. The worst scenarios for the reservation system and treated water distribution were found at the cities Cachoeira de Goiás, Guarinos, Mossâmedes, Nova Roma, Paranaiguara and São Simão. It was concluded that the WSS have diverse scenarios regarding the treatment of the water and the planning monitoring and maintenance of them are deficient. The second chapter identified the elements of risk perceived by the population associated with water resources. They evaluated the dangerous events by qualitative and quantitative techniques applied to goianos WSS managed by the own cities. The WSS were evaluated by collect system component, raw water reservoir and adduction (A); water treatment system (B); reservation system and distribution of treated water (C). The studied cities that have more high and very high risk, considering all components of the systems, are Cachoeira de Goiás, Guarinos, Mossâmedes, Nova Roma, Paranaiguara and São Simão. Regarding the UWSS, it seems that the A system component registered the same percentage to Cachoeira de Goiás and Guarinos. The B and C system components registered 62.5% and 50% at Cachoeira de Goiás and 75% and 78.5 % at Guarinos. The MWSS with the highest percentage of high and very high risks were situated at the cities Santa Rita do Novo Destino and Nova Roma (52.4 % for question A). Mossâmedes and Nova Roma were the cities that had the highest number of high risks and too high risks for the components B and C in MWSS. The cities Paranaiguara and São Simão had UWSS with the highest number of high and very high risk. The WSS at cities in the state of Goiás managed by the own cities feature deficiencies in the safe management of the water distributed to the population. It is necessary to adopt methodologies that addresses all components of the WSS regardless of system type.

KEYWORDS: water supply system, water safety plan and water quality, risk management.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável e de valor inestimável para a existência e manutenção da vida. É insumo essencial para o desenvolvimento das atividades humanas sejam elas econômicas, sociais e culturais.

Embora abundante na superfície da Terra, a água disponível para abastecimento público mostra-se limitada, pois apenas 2,5% da sua totalidade é doce (VON SPERLING, 2006).

Além da baixa disponibilidade, a água ofertada à população pode apresentar-se comprometida também em qualidade quando os poluentes de origens naturais ou antrópicas estão presentes nela. Por isso, é necessário tratá-la para que aconteça a remoção de agentes físicos, químicos e microbiológicos que possam afetar a saúde humana. Entretanto, os Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), responsáveis por ofertar água em quantidade e qualidade satisfatória à população, apresentam limitações quanto aos mecanismos de avaliação da qualidade da água no que diz respeito às análises laboratoriais de verificação dos parâmetros de potabilidade.

Apesar de imprescindíveis, as análises laboratoriais de aferição dos parâmetros de potabilidade não conseguem fornecer uma resposta rápida em casos de emergência e não são garantia única de água potável, mesmo atendendo as normativas vigentes (WHO, 2004; DAVISON et al., 2005; VIEIRA, 2005; BASTOS et al., 2009).

É importante destacar também que a água submetida à análise é pouco representativa quando se compara ao volume de água distribuído. Outro fator é a baixa correlação entre os microorganismos patogênicos presentes na água com aqueles que são indicadores de contaminação da água apresentados nas normativas, uma vez que surtos de doenças de veiculação hídrica podem ocorrer na ausência de *Escherichia Coli* (VIEIRA, 2005).

A necessidade de rever os procedimentos metodológicos existentes para a avaliação e monitoramento da qualidade da água ingerida pela população fez com que a World Health Organization (WHO, 2004), propusesse uma nova metodologia denominada Plano de Segurança da Água (PSA).

O PSA procura assegurar água com qualidade à população desde sua captação até as ligações prediais (WHO, 2004). O objeto de estudo do plano engloba as etapas de captação da água, independente se a mesma é superficial, subterrânea ou mista, os mecanismos usados para tratá-la, sua reservação e distribuição.

É uma metodologia aplicada aos sistemas de abastecimento de água que proporciona mudanças de critérios avaliativos, adoção de mecanismos de controle e monitoramento contínuo, não só para a água distribuída como também para os componentes do SAA. O PSA preza pela melhoria contínua dos SAA e de si mesmo. Para isso, fundamenta-se nos princípios de múltiplas barreiras, boas práticas, análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC), análise de risco e gestão de qualidade (BRASIL, 2012).

O PSA é um marco no que diz respeito à saúde pública, pois se trata da adoção de práticas de gestão aplicadas a água para consumo humano. É apresentado na Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011, normativa que estabelece procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade como instrumento de gestão dos SAA (BRASIL, 2011).

Entretanto, para a aplicabilidade e eficiência do plano, é necessário o envolvimento dos gestores como também do corpo técnico que opera os SAA, uma vez que o PSA não se limita a tamanhos e níveis de complexidade dos sistemas. (MAHMUD et al., 2007; VIDAL et al., 2009). Além disso, é importante caracterizar os SAA identificando em quais momentos os riscos de afetação da quantidade como também da qualidade da água oferecida aos usuários dos serviços fazem-se presentes.

Em Goiás, nota-se a carência de estudos sobre o tema. Nesse sentido, o estudo objetiva estabelecer diretrizes para proposição de planos de segurança da água aos 21 municípios do Estado de Goiás que apresentam SAA geridos pelas prefeituras. Os resultados encontrados serão disponibilizados aos gestores dos SAA por meio de artigos científicos.

Para que esse objetivo fosse alcançado, o estudo foi dividido em dois capítulos. O primeiro capítulo caracterizou os SAA de 21 municípios do Estado de Goiás operados pelas prefeituras, abrangendo a captação, o tratamento e a distribuição da água tratada, além de verificar as formas de gestão dos prestadores dos serviços de saneamento.

O segundo capítulo identificou os elementos de risco perceptíveis pela população associados aos recursos hídricos. Para isso, foram avaliados os eventos perigosos mediante técnicas quali-quantitativas aplicadas aos SAA goianos geridos pelas prefeituras.

REFERÊNCIAS

BASTOS, R.K.X., BEVILACQUA, P.D. MIERZWA, C.J., **Análise de risco aplicada ao abastecimento de água para consumo humano**. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB), Rio de Janeiro: ABES, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Plano de Segurança da Água**: Garantindo a qualidade e promovendo a saúde - Um olhar do SUS / Ministério da Saúde, Conselho Nacional de Saúde. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em:< <http://www.brasilsus.com.br/legislacoes/gm/110982-2914.html>.> Acesso em 2 de fevereiro de 2012.

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**. World Health Organization, Geneva, 2005

MAHMUD, S. G., JAFAR SHAMSUDDIN, SK. ABU., AHMED, M., FEROZE, DAVISON, A., DEERE D., HOWARD, G. Development and implementation of water safety plans for small water supplies in Bangladesh: benefits and lessons learned. **Journal of Water and Health**, v 05, n.4, 2007.

WHO. World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality**. Geneva: WHO. Third edition, 2004.

VIEIRA, J .M.P.; MORAIS, C. Manual para a elaboração de planos de segurança da água para consumo humano. Ninho: **Instituto Regulador de Águas e Resíduos**, Universidade do Ninho: (Série Guias Técnicos, 7) v. 1, 175p, 2005.

VIDAL, A. P.; LOZADA, P. T.; VÉLEZ, C., H., C. Planes de seguridad del agua. Fundamentos y perspectivas de implementación en Colombia. **Revista Ingeniería e Investigación**. v. 29 n. 3, 79-85, 2009.
VIEIRA, 2005;

VON SPERLING, E. Afinal, quanta água temos no planeta? **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.11, n.4, p.189-199, 2006.

CAPÍTULO 1
CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS MUNICIPAIS GOIANOS DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA

CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS MUNICIPAIS GOIANOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

RESUMO

Á água destinada ao consumo humano deve ser potável e não oferecer riscos à saúde da população. Os riscos identificados e avaliados nos Sistema de Abastecimento de Água (SAA) devem ser detectados em todo percurso feito pela água, considerando desde a captação até as ligações prediais. Nesse sentido, o estudo objetiva caracterizar os SAA de 21 municípios do estado de Goiás operados pelas prefeituras, abrangendo a captação, o tratamento e a distribuição da água tratada, além de verificar as formas de gestão dos prestadores dos serviços de saneamento. Trata-se de pesquisa exploratória descritiva que utilizou questionários estruturados como instrumento de coleta de dados para caracterizar os elementos que compõem os SAA. Observou-se que quanto à gestão dos SAA, predomina-se as autarquias. Em relação à fonte de abastecimento, nota-se que nove apresentam sistema de abastecimento de água superficial, oito sistema de abastecimento de água misto e quatro sistema de abastecimento de água subterrâneo. Em relação ao sistema de tratamento de água, nove tratam a água por ciclo completo e realizam fluoretação. Quanto ao sistema de reservação e distribuição de água tratada, verifica-se os piores cenários para Cachoeira de Goiás, Guarinos, Mossâmedes, Nova Roma, Paranaiguara e São Simão. Concluiu-se que os SAA apresentaram cenários diversificados em relação ao tratamento da água, deficitários quanto ao planejamento de ações de monitoramento e manutenção dos SAA, além da baixa disponibilidade de recursos financeiros e corpo técnico.

Palavras-chave: Qualidade da água, sistema de abastecimento de água, riscos.

ABSTRACT

The water intended for human consumption must be safe and do not pose risks to public health. The identified and assessed risks in Water Supply System (SAA) should be detected throughout route taken by the water, considering from capture through the building connections. In this sense, the study aims to characterize the SAA of 21 municipalities in the state of Goiás operated by municipalities, covering the collection, treatment and distribution of treated water, and to identify ways of managing providers of sanitation services. It is a descriptive exploratory study which used structured questionnaires as data collection instrument to characterize the elements of the SAA was observed that as the management of SAA, predominates up municipalities. Regarding the source of supply, it is noted that nine feature surface water system, eight mixed water supply system and four underground water system. Regarding water treatment system nine treat water fluoridation and perform complete cycle. As for the reservation system and distribution of treated water, the worst scenarios turns out to Cachoeira de Goiás, Guarinos, Mossâmedes, Nova Roma, Paranaiguara and São Simão. It was concluded that the SAA had diverse scenarios regarding the treatment of water, deficit in planning monitoring efforts and support of the SAA, and the low availability of financial resources and staff.

Keywords: water quality, water supply system risks.

1. INTRODUÇÃO

A água é um insumo indispensável para a manutenção da vida e, por isso, garantir sua qualidade é fator primordial para a existência dos seres vivos. É um recurso com disponibilidade restrita e que se encontra, em sua maioria, comprometida por agentes poluidores. Em se tratando de abastecimento público, a água necessita de tratamento para que ocorra a remoção de quaisquer substâncias que causem transtorno à saúde humana (CUNHA, 2002).

Segundo a Agência Nacional das Águas (2012), grande parte da água superficial presente em território brasileiro é destinada ao abastecimento urbano e está presente em rios, lagos e represas. Entretanto, é também o local de recebimento de resíduos sólidos e líquidos para fim de diluição, transporte ou disposição final (BRASIL, 1997). A presença desses resíduos na água, oriundos de atividades antrópicas, podem alterar suas características físicas, químicas e microbiológicas (MOURA et al, 2013).

A água destinada ao consumo humano deve ser potável e não oferecer riscos à saúde da população. Para isso é necessário à adoção de procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água, como também a aferição dos seus padrões de potabilidade (BRASIL, 2011).

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) tem a finalidade de produzir e distribuir água em quantidade e qualidade satisfatória por meio de rede de distribuição. Porém, é importante rever os métodos empregados no tratamento e gestão da água para que a minimização de riscos ocorra em todos os componentes do sistema.

Os riscos identificados e avaliados nos SAA devem ser detectados em todo percurso feito pela água, desde as zonas de captação até as ligações prediais (WHO, 2004). Nesse sentido, é imprescindível caracterizar os SAA identificando suas fragilidades para que as intervenções necessárias aconteçam com o intuito de ofertar água com qualidade aos usuários dos serviços.

Em Goiás, dos 246 municípios existentes, 21 apresentam SAA geridos pelas prefeituras (IBGE, 2010). Desse modo, obter um banco de dados que os caracteriza é uma forma de identificar os fatores que influenciam na qualidade da água distribuída para a população, permitindo que ações pontuais sejam realizadas para minimização e prevenção dos riscos.

Nesse contexto, o presente estudo objetiva caracterizar os SAA de 21 municípios do estado de Goiás operados pelas prefeituras, abrangendo a captação, o tratamento e a distribuição da água tratada, além de verificar as formas de gestão dos prestadores dos serviços de saneamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

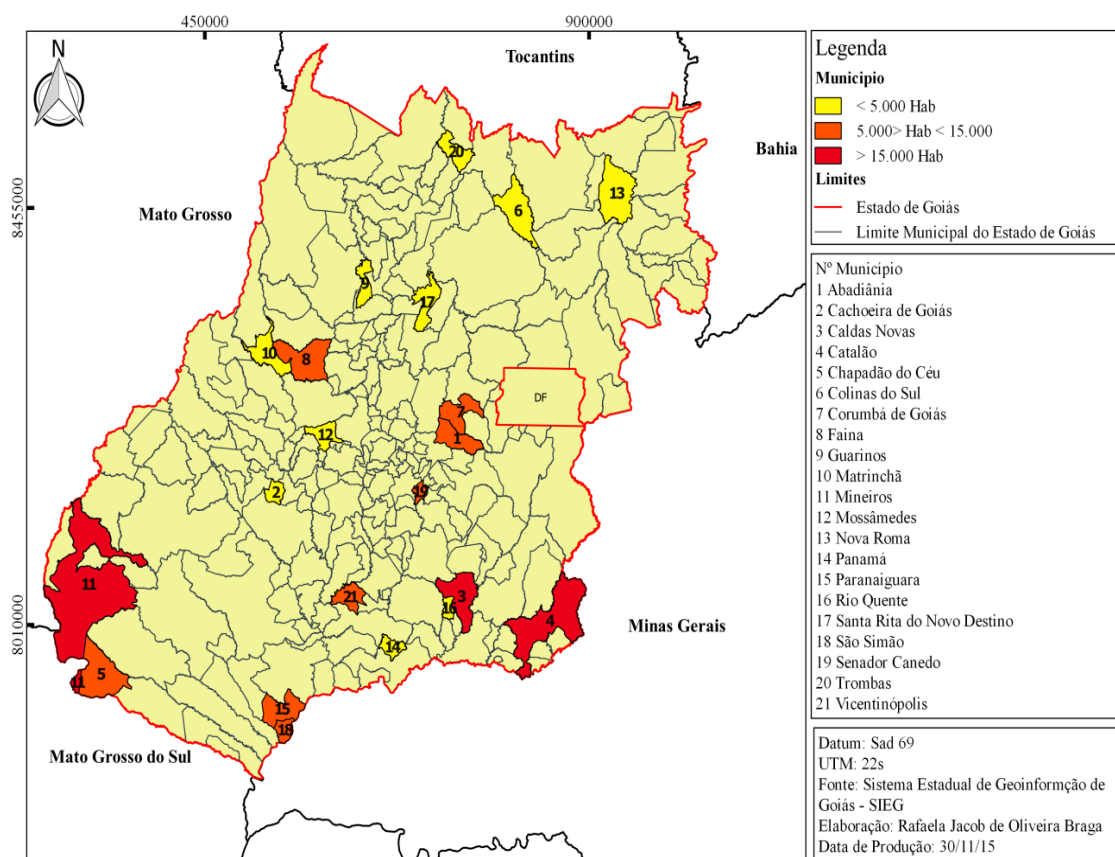
O estado de Goiás apresenta registro de 6.003.788 habitantes distribuídos em 246 municípios que ocupam uma extensão territorial de 340.086,698 km² (IBGE, 2010).

O Estado apresenta três regiões hidrográficas do país – Tocantins/Araguaia, São Francisco e Paraná compreendendo uma área de 340.967,36 km². Os lagos naturais são formados pelo barramento artificial dos rios, destinados a geração de energia elétrica ou abastecimento público, ocupam 1,6% da área do estado de Goiás (GOVERNO DE GOIÁS, 2013).

A gestão da água utilizada para abastecimento público em Goiás compreende 225 municípios sob a responsabilidade da concessionária estadual de água e esgoto. Os 21 municípios restantes apresentam gestão municipalizada por meio de entidades da administração pública direta, que podem ser centralizadas, compreendendo as secretarias e departamentos, e descentralizadas, por meio de autarquias.

A figura 1 apresenta a distribuição espacial e populacional dos municípios da área de estudo.

Figura 1. Distribuição espacial e populacional dos 21 municípios do Estado de Goiás com Sistemas de Abastecimento de Água geridos pelas prefeituras (2012 – 2013).



2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A caracterização dos SAA operados pelas prefeituras foi realizada em 21 municípios pertencentes ao estado de Goiás no período de julho do ano de 2012 a outubro de 2013. Trata-se de pesquisa exploratória descritiva que utilizou questionários estruturados com perguntas abertas e fechadas como instrumento de coleta de dados. Os questionários foram submetidos ao Conselho de Ética da Universidade Federal de Goiás e aprovados pelo Parecer 391.907.

Os SAA caracterizados foram àqueles restritos à sede urbana municipal, não considerando os distritos municipais. Os sistemas foram classificados conforme a origem da água usada no abastecimento em: superficial (SAAS), misto (SAAM) e subterrâneo (SAASU). Os procedimentos adotados para a coleta de dados primários e secundários durante a caracterização dos SAA foram:

1. Dados primários: obtidos pela pesquisa de campo por meio de entrevistas com os gestores e operadores dos SAA e da identificação de ações antrópicas ou naturais que possam comprometer a qualidade da água. Os elementos caracterizados nos SAA constam na Tabela 1.

Tabela 1. Elementos caracterizados nos Sistemas de Abastecimento de Água geridos pelas prefeituras dos 21 municípios do Estado de Goiás (2012 – 2013).

Sistema de Abastecimento de Água	Elementos caracterizados nos SAA
SAA	1. Gestão dos Sistemas de Abastecimento de Água • Prestação Pública dos Serviços de Abastecimento de água 2. Fontes de Abastecimento • Captação e cobertura do SAA 3. Sistema de Tratamento de Água • Tratamento da água e tratamento dos resíduos gerados nas estações de tratamento de água (ETA) 4. Sistema de Reservação e Distribuição de Água Tratada • Tipos e manutenção de reservatórios e manutenção da rede de distribuição

2. Dados Secundários: provenientes de pesquisas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), Secretaria de Planejamento do Estado de Goiás - Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos e dados obtidos de normativas e estudos pertinentes ao assunto discutido por meio de pesquisa bibliográfica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 GESTÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

3.1.1 Prestação Pública dos Serviços de Abastecimento de água

A prestação pública dos serviços de abastecimento de água apresentou-se sobre três modelos: autarquias, departamentos ou pela própria prefeitura (sem órgão exclusivo) (Tabela 2). Nos SAAS predominou-se as autarquias, com 61%. Já nos SAAM e SAASU constataram-se 50% para as prefeituras (sem órgão exclusivo) e 50% para os departamentos, respectivamente.

Verificou-se que nos municípios que apresentam prestação dos serviços de abastecimento de água por meio de secretarias e departamentos, as deficiências são mais perceptíveis, com exceção dos municípios de Vicentinópolis, Panamá, São Simão e Santa Rita do Novo Destino. Esses municípios, diferentemente dos demais desse grupo, tratam a água distribuída à população.

Nos SAA caracterizados, nota-se o predomínio de autarquias como órgãos gerenciadores. Apesar das limitações desses sistemas quanto aos recursos financeiros disponíveis e número de profissionais técnicos habilitados, verifica-se que o desempenho desses sistemas é superior àqueles geridos pelas secretarias e departamentos.

Esse fato foi constatado por Heller, Coutinho e Mingoti (2006). Verificou-se que as autarquias apresentam desempenhos equivalentes, quando não superior, aos das companhias estaduais, durante pesquisa realizada no estado de Minas Gerais em que foi avaliada a forma de gestão de 600 municípios. Essa situação foi atribuída a diferentes métodos unitizados pelas autarquias que beneficiou a gestão dos SAA, o que compensou a pouca disponibilidade de recursos financeiros.

Tabela 2. Caracterização dos sistemas de abastecimento de água geridos pelas prefeituras conforme a fonte de abastecimento e órgãos gerenciadores nos 21 municípios do Estado de Goiás (2012 – 2013).

Sistema de Abastecimento de Água	Municípios	Órgão Gerenciador
SAAS	Abadiânia	Autarquia
	Cachoeira de Goiás	Sem órgão exclusivo
	Corumbá de Goiás	Autarquia
	Faina	Autarquia
	Guarinos	Sem órgão exclusivo
	Matrinchã	Autarquia
	Mineiros	Autarquia
	Rio Quente	Departamento
	Trombas	Autarquia
SAAM	Caldas Novas	Autarquia
	Catalão	Autarquia
	Colinas do Sul	Sem órgão exclusivo
	Mossâmedes	Sem órgão exclusivo
	Nova Roma	Sem órgão exclusivo
	Panamá	Departamento
	Santa Rita do Novo Destino	Sem órgão específico
	Senador Canedo	Autarquia
SAASU	Chapadão do Céu	Autarquia
	Paranaiguara	Sem órgão exclusivo
	São Simão	Departamento
	Vicentinópolis	Departamento

No Brasil, Mogami (2013) destaca que as autarquias e departamentos formados pelas Secretarias Autônomas de Água e Esgoto (SAAE) e Departamentos Autônomos de Água e Esgoto (DAAE) ocupam o segundo lugar entre as formas de gestão dos serviços de abastecimento de água como o de coleta e tratamento de esgoto. Seguem atrás das Companhias Estaduais de Saneamento Básico.

Observou-se que em municípios geridos pelas prefeituras que não tratam a água e, conseqüentemente, não cobram por ela, houve maior número de relatos por parte dos gestores quanto ao desperdício de água pela população. Nesses municípios não há sistema de medição da água consumida.

Heller (2007) relata que em locais em que não há cobrança pelos serviços de abastecimento de água, pode ocorrer um alto consumo per capita, incentivado pelo desperdício.

Porém, dentre os municípios estudados, Paranaiguara é uma exceção, pois, apesar de não possuir sistema de medição é cobrada uma taxa mínima pela localização dos bairros. Aqueles mais centralizados pagam. Verifica-se, nesse sentido, que há hierarquização no fornecimento de água, uma vez que os bairros periféricos não pagam pelo serviço (Tabela 3).

Tabela 3. Sistema de medição da água consumida nos sistemas de abastecimento de água dos 21 municípios do Estado de Goiás geridos pelas prefeituras (2012 – 2013).

Sistema de Abastecimento de Água	Municípios	Sistema de Medição
SAAS	Abadiânia	Hidrômetro
	Cachoeira de Goiás	Não há cobrança
	Corumbá de Goiás	Hidrômetro
	Faina	Hidrômetro
	Guarinos	Não há cobrança
	Matrinhã	Hidrômetro
	Mineiros	Hidrômetro
	Rio Quente	Hidrômetro
	Trombas	Hidrômetro
SAAM	Caldas Novas	Hidrômetro
	Catalão	Hidrômetro
	Colinas do Sul	Não há cobrança
	Mossâmedes	Não há cobrança
	Nova Roma	Não há cobrança
	Panamá	Hidrômetro
	Santa Rita do Novo Destino	Não há cobrança
	Senador Canedo	Hidrômetro
SAASU	Chapadão do Céu	Hidrômetro
	Paranaiguara	Localização do Imóvel
	São Simão	Não há cobrança
	Vicentinópolis	Hidrômetro

3.2 FONTES DE ABASTECIMENTO

3.2.1 Captação e Cobertura do SAA

Os SAA dos municípios geridos pelas prefeituras abastecem a população presente em sede urbana por meio de manancial superficial, manancial misto ou subterrâneo. Dos 21 municípios estudados, nove apresentam SAAS, oito SAAM e quatro SAASU. A Tabela 4 indica o número e tipo de captações por município estudado e a cobertura do SAA.

Tabela 4. Número e tipo de captações por município e cobertura dos sistemas de abastecimento de água dos 21 municípios do Estado de Goiás (2012 – 2013).

Sistema de Abastecimento de Água	Municípios	Número de Captações		Cobertura dos SAA (%) (IBGE, 2010)
		Superficial	Subterrâneo	
SAAS	Abadiânia	2	0	73
	Cachoeira de Goiás	1	0	83
	Corumbá de Goiás	1	0	59
	Faina	1	0	50
	Guarinos	2	0	58
	Matrinchã	1	0	71
	Mineiros	2	0	91
	Rio Quente	1	0	79
	Trombas	1	0	64
SAAM	Caldas Novas	1	NI	84
	Catalão	3	27	93
	Colinas do Sul	1	1	66
	Mossâmedes	2	3	72
	Nova Roma	1	1	83
	Panamá	1	2	74
	Santa Rita do Novo Destino	1	1	51
	Senador Canedo	4	29	81
SAASU	Chapadão do Céu	0	11	84
	Paranaiguara	0	11	91
	São Simão	0	28	97
	Vicentinópolis	0	9	88

NI – Não informado

A escolha das fontes de abastecimento é justificada pela disponibilidade hídrica, vazões satisfatórias dos mananciais em que ocorrem as captações e a qualidade da água captada. O aspecto econômico também é um item a ser considerado, pois é necessário que os custos decorrentes do tratamento da água, como a manutenção e operação dos SAA sejam os menores possíveis.

Porém, verificou-se nos SAA estudados que o monitoramento da qualidade da água na fonte de abastecimento é pouco avaliado, conforme relato dos gestores, no que diz respeito à frequência de coletas semestrais de amostras de água bruta, conforme exigido pela Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011). Os piores resultados são constatados nos SAA geridos por secretarias não específicas para os serviços de saneamento.

Entretanto, a coleta de amostras de água bruta como a aferição dos parâmetros de qualidade da água não são os únicos a serem avaliados para a garantia de uma fonte segura. É necessário considerar os usos múltiplos da água presentes ao longo da bacia hidrográfica (BRASIL, 1997) e a classificação das águas para enquadramento de águas superficiais (BRASIL, 2005) e subterrâneas (BRASIL, 2008).

Para SAAS e SAAM considera-se também a existência de Área de Preservação Permanente (APP) e de vegetação ciliar (BRASIL, 2012), pois, uma vez presentes, podem reduzir ou até mesmo eliminar sinais de eutrofização, assoreamentos e florações nos mananciais superficiais de captação (VIEIRA, 2010).

Nos municípios estudados foi observado nas fontes de captação dos SAAS dos municípios de Abadiânia, Cachoeira de Goiás, Corumbá de Goiás, Faina, Matrinchã, Rio Quente e Trombas supressão parcial da vegetação nativa da APP. Nos SAAM, as a vegetação nativa das APP e matas ciliares apresentaram maior grau de deterioração em comparação com os SAAS, com destaque para as captações de Panamá e Santa Rita do Novo Destino. Esses municípios apresentaram a menor cobertura vegetal no manancial de captação.

Em Santa Rita do Novo Destino a captação é realizada por meio de barragem de regularização de vazão sendo que a vegetação nativa da APP suprimida deu lugar a área de pastagem e criação de gado. No município de Panamá a inexistência de vegetação nativa na APP contribuiu para o surgimento de processos erosivos na captação.

Cachoeira de Goiás apresentou problemas significativos quanto à proteção da captação. A área de captação é desprotegida e mal sinalizada. Essas situações facilitam ações de vandalismo e sabotagem, como o uso do local para banho e pesca. Já na captação de Faina, verificou-se que a supressão das matas ciliares deram lugar a plantações, moradias e criações de animais.

Quanto à cobertura do SAA, verificou-se que os municípios não atendem, percentualmente, ao total de domicílios presentes no município. Entretanto, nota-se que para SAAS, Mineiros atinge percentual de 91. Para SAAM, a cobertura de abastecimento de água é de 93% para Catalão e para o SAASU chega a 97%, em São Simão.

A cobertura do SAA não é indicativo de que a água distribuída à população seja potável. Os SAA que não apresentam estruturas físicas, administrativas, técnicas e financeiras para tratar a água bem como controlar a qualidade da água ofertada, não

atende a Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011). Dos municípios estudados, São Simão apresenta o melhor número, correspondendo a 97%, mas não trata a água ofertada.

3.3 SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA

3.3.1 Tratamento da Água e Tratamento dos resíduos gerados na ETA

Dos municípios que tratam a água distribuída à população, independente do método empregado, nove realizam a fluoretação, sendo eles: Abadiânia, Corumbá de Goiás, Mineiros, Rio Quente e Trombas para SAAS e Caldas Novas, Catalão, Panamá e Senador Canedo para SAAM. A fluoretação é uma obrigatoriedade para os SAA que apresentam ETA (BRASIL, 1974), pois auxiliam no controle da cárie dentária. É considerada uma medida de saúde pública (RAMIRES; BUZALAF, 2007).

No que diz respeito aos municípios que não tratam a água, observa-se a prevalência dos SAAM e em 50% dos SAASU (Tabela 5). Esse fato é justificado, segundo os gestores dos sistemas, pela qualidade da água utilizada na fonte de abastecimento e pela apreciação popular quanto a ingestão da água sem tratamento. O desejo popular pela ingestão da água não tratada é atribuído à manutenção das suas propriedades organolépticas in natura (MILAGRES E SAYAGO, 2012).

Tabela 5. Tipos de tratamento apresentados pelos Sistemas de Abastecimento de Água dos 21 municípios do Estado de Goiás, presença de laboratório nas estações de tratamento de água e coagulante utilizado (2012 – 2013).

Fonte de Abastecimento	Municípios	Tipo de tratamento	Presença de Laboratório (ETA)	Coagulante utilizado
SAAS	Abadiânia	Filtração direta* ascendente; ciclo completo e desinfecção	Presente	Sulfato de alumínio
	Cachoeira de Goiás	Ausente	Ausente	Ausente
	Corumbá de Goiás	Ciclo completo* e desinfecção	Presente	Sulfato de alumínio
	Faina	Dupla filtração e desinfecção	Presente	Sulfato de alumínio
	Guarinos	Ausente	Ausente	Ausente
	Matrinchã	Ciclo completo e desinfecção	Presente	Sulfato de alumínio
	Mineiros	Dupla filtração* e desinfecção	Presente	Sulfato de alumínio
	Rio Quente	Ciclo completo* e desinfecção	Presente	Sulfato de alumínio
SAAM	Trombas	Ciclo completo* e desinfecção	Presente	Sulfato de alumínio
	Caldas Novas	Ciclo completo* e desinfecção	Presente	Sulfato de alumínio
	Catalão	Ciclo completo* e desinfecção	Presente	Sulfato de alumínio
	Colinas do Sul	Ausente	Ausente	Ausente
	Mossâmedes	Ausente	Ausente	Ausente
	Nova Roma	Ausente	Ausente	Ausente
	Panamá	Ciclo completo* e desinfecção	Presente	Sulfato de alumínio
	Santa Rita do Novo Destino	Ciclo completo e desinfecção	Ausente	Sulfato de alumínio
SAASU	Senador Canedo	Ciclo completo* e desinfecção	Presente	Sulfato de alumínio
	Chapadão do Céu	Desinfecção	Ausente	Ausente
	Paranaiguara	Ausente	Ausente	Ausente
	São Simão	Ausente	Ausente	Ausente
	Vicentinópolis	Desinfecção	Ausente	Ausente

*Realiza Fluoretação

Em relação aos resíduos provenientes do tratamento da água (RETA) constata-se que são oriundos principalmente da limpeza dos decantadores e dos filtros. Depois de gerados, são dispostos, na maioria das cidades brasileiras, nos cursos d'água sem

nenhum tipo de tratamento, podendo provocar ao corpo receptor assoreamento, mudanças na turbidez e cor, impactando negativamente a vida aquática (SILVA JUNIOR, 2003; ADREOLI, 2001).

Observou-se o predomínio do sulfato de alumínio como agente coagulante, devido à tecnologia de tratamento das ETA ser o ciclo completo e ter o menor custo quando comparado aos demais coagulantes. Os RETA apresentam características mais agressivas ao meio devido ao tempo de detenção que pode alcançar até 90 dias, além de influenciar na concentração de sólidos que chega a 2,5% (ANDREOLI, 2001).

Devido aos aspectos qualitativos e quantitativos que os RETA podem apresentar, os quais dependem de diversos fatores presentes no processo de tratamento de água, tais como impurezas contidas nos produtos químicos, qualidade do manancial de captação e os processos do sistema, podem ser altamente tóxicos ao meio ambiente (BARROSO e CORDEIRO, 2001).

Dos municípios estudados, Caldas Novas e Corumbá de Goiás possuem decantadores convencionais com limpeza manual, além da Água de Lavagem dos Filtros (ALF), sendo que em Caldas Novas são lançados à jusante da captação do próprio manancial utilizado para abastecimento. Em Corumbá de Goiás os RETA são dispostos diretamente no solo. Em Trombas a ALF é encaminhada para a galeria de água pluvial da cidade, juntamente com o resíduo da descarga do floco-decantador, chegando ao manancial mais próximo.

Na cidade de Rio Quente o sistema de tratamento de água possui flotadores e os RETA produzidos nessas unidades são encaminhados para um adensador por gravidade, sendo que o sobrenadante é lançado no manancial de captação. Esses resíduos são caracterizados por conter uma quantidade maior de água, devido o desajuste das paletas que provoca o arraste excessivo de água, acarretando em um volume maior de resíduo a ser tratado (DI BERNARDO; DANTAS; VOLTAN, 2012).

Foi possível observar que naqueles municípios geradores de RETA, apenas Rio Quente apresentam tratamento para o resíduo. Quanto à disposição final do resíduo, os municípios Abadiânia, Corumbá de Goiás, Faina, Mineiros, Trombas, Caldas Novas, Santa Rita do Novo Destino e Senador Canedo os lançam diretos nos mananciais, comprometendo a qualidade da água. A Tabela 6 apresenta o tipo de tratamento e disposição final desses resíduos quando presentes.

Tabela 6. Sistema de tratamento e disposição final dos resíduos das estações de tratamento de água nos sistemas de abastecimento de água dos 21 municípios do Estado de Goiás (2012 – 2013).

Fonte de abastecimento	Municípios	Sistema de Tratamento RETA	Disposição Final RETA
SAAS	Abadiânia	Ausente	Manancial de captação
	Cachoeira de Goiás	Ausente	Ausente
	Corumbá de Goiás	Ausente	Manancial de captação
	Faina	Ausente	Manancial de captação
	Guarinos	Ausente	Ausente
	Matrinchã	Ausente	Ausente
	Mineiros	Ausente	Manancial de captação
	Rio Quente	Presente	Solo e manancial
	Trombas	Ausente	Manancial de captação
SAAM	Caldas Novas	Ausente	Manancial de captação
	Catalão	Ausente	Solo
	Colinas do Sul	Ausente	Ausente
	Mossâmedes	Ausente	Ausente
	Nova Roma	Ausente	Ausente
	Panamá	Ausente	Ausente
	Santa Rita do Novo Destino	Ausente	Manancial de captação
	Senador Canedo	Ausente	Manancial de captação
SAASU	Chapadão do Céu	Ausente	Ausente
	Paranaiguara	Ausente	Ausente
	São Simão	Ausente	Ausente
	Vicentinópolis	Ausente	Ausente

3.4 SISTEMA DE RESERVAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA

3.4.1 Tipos e Manutenção dos Reservatórios e Manutenção da Rede de Distribuição

Os sistemas de abastecimento de água apresentaram quatro tipos de reservatórios, sendo: elevado, apoiado, semi enterrado e enterrado. Os elevados registraram maior número nos municípios pesquisados, correspondendo a um total de 27 nos SAAS, 25 nos SAAM e 20 nos SAASU (Tabela 7). Os reservatórios contabilizados correspondem àqueles existentes nos municípios pesquisados visitados in loco e relatados pelos gestores.

Tabela 7. Tipos de reservatórios nos sistemas de abastecimento de água dos 21 municípios do Estado de Goiás geridos pelas prefeituras e frequência da manutenção na rede de distribuição (2012 – 2013).

SAA	Municípios	Tipos de Reservatório				Frequência da manutenção na Rede de Distribuição
		Elevado	Apoiado	Semi Enterrado	Enterrado	
SAAS	Abadiânia	3	-	-	2	Conforme demanda
	Cachoeira de Goiás	1	2	-	-	Conforme demanda
	Corumbá de Goiás	6	-	-	2	Conforme demanda
	Faina	1	-	-	-	Conforme demanda
	Guarinos	1	1	-	-	Conforme demanda
	Matrinchã	1	1	1		Conforme demanda
	Mineiros	1	5	-	-	Conforme demanda
	Rio Quente	12	2	-	-	Conforme demanda
	Trombas	1	1	-	-	Conforme demanda
SAAM	Caldas Novas	2	-	-	3	Monitoramento das tubulações mais antigas
	Catalão	7	7	3	1	NI
	Colinas do Sul	2	-	-	-	Conforme demanda
	Mossâmedes	1	-	2	-	Conforme demanda
	Nova Roma	2	1	-	-	Conforme demanda
	Panamá	NI	NI	NI	NI	NI
	Santa Rita do Novo Destino	2	-	-	-	Conforme demanda
SAASU	Senador Canedo	9	18	-	-	NI
	Chapadão do Céu	10	-	-	-	Constante
	Paranaiguara	2	6	-	-	Conforme demanda
	São Simão	7	-	-	3	Conforme demanda
	Vicentinópolis	1	1	-	-	Conforme demanda

NI – Não informado

Em se tratando dos reservatórios de água tratada nos SAAS já ocorreram registros de perda de água por vazamento, segundo relato dos gestores e operadores dos sistemas, em todos eles. Porém, o caso mais crítico foi de Faina, situação constatada in loco durante pesquisa.

Nos SAAM, os municípios de Catalão, Panamá, Santa Rita do Novo Destino, Colinas do Sul, Mossâmedes e Nova Roma também apresentaram quadros críticos de vazamento, conforme relatado pelos gestores dos SAA. Já nos SAASU apenas Chapadão do Céu não apresentou quadro crítico.

Além das perdas de água nos reservatórios, verificou-se a fragilidade deles quanto ao acesso de pessoas não autorizadas e frequência na manutenção periódica dos reservatórios. Dos SAA, destacou-se como pior cenário os municípios de Cachoeira de Goiás e Guarinos (SAAS); Mossâmedes e Nova Roma (SAAM) e Paranaiguara e São Simão (SAASU). Situações críticas para os mesmos municípios também foram observadas para rede de distribuição nos itens frequência e operações de manutenção e perda de água na rede de distribuição. As maiores perdas de água acontecem na rede de distribuição.

Entre os municípios que informaram os dados de frequência e manutenção da rede de distribuição apenas Caldas Novas trabalha com ações preventivas. Os demais municípios operam apenas situações de reparo e ocorrem conforme demanda.

Para que a garantia da estanqueidade dos reservatórios como também a sua segurança sejam mantidos, é necessário que atendam as especificações apresentadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR 12217/94. Os reservatórios são componentes do sistema de distribuição que regularizam as variações entre as vazões de adução e distribuição, como também, condiciona as pressões na rede de distribuição (ABNT, 1994). A rede de distribuição deve operar sempre com pressão positiva em toda sua extensão (BRASIL, 2011).

4. CONCLUSÃO

A caracterização dos sistemas de abastecimento de água permite conhecer os métodos empregados para a captação, tratamento e distribuição de água tratada. É um mecanismo importante para identificação de eventos perigosos que possam inferir riscos na qualidade da água distribuída.

São SAA com cenários diversificados em relação ao tratamento da água, deficitários quanto ao planejamento de ações de monitoramento e manutenção dos SAA, além da baixa disponibilidade de recursos financeiros e corpo técnico. Esse fato contribuiu para o restrito detalhamento dos sistemas durante a coleta de dados, pois se trata de informações imprecisas.

Dos SAA estudados, aqueles presentes nos municípios de Cachoeira de Goiás, Colinas do Sul, Guarinos, Nova Roma, Paranaiguara e São Simão não tratam a água distribuída podendo oferecer riscos à saúde da população.

É de fundamental importância que o grupo gestor conheça todos os componentes do sistema e adotem mecanismos para monitorá-los por meio de ferramentas de gestão que realizem a avaliação sistemática dos SAA.

5. REFERÊNCIAS

AGENCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (BRASIL). **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil**. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 29-37, 2012.

ANDREOLI, C.V. Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. Projeto PROSAB 2 – ABES, Rio de Janeiro, Brasil, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12217:1994**. Projeto de Reservatório de Distribuição de Água para Abastecimento Público. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BARROSO, M.M.; CORDEIRO, J.S. **Problemática dos metais nos resíduos gerados em estações de tratamento de águas**. 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa, Paraíba, set. 2001.

BRASIL. Lei n. 6.050, de 24 de maio de 1974. **Dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas de abastecimento quando existir estação de tratamento**. Diário Oficial da União, Brasília, p. 6021, 27 maio 1974. Seção 1.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **Plano de Segurança da Água**: Garantindo a qualidade e promovendo a saúde - Um olhar do SUS / Ministério da Saúde, Conselho Nacional de Saúde. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em:<
<http://www.brasilsus.com.br/legislacoes/gm/110982-2914.html>> Acesso em 2 de fevereiro de 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DO 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.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 7 de abril de 2008. Seção 1, pp. 64-68. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Disponível em<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em 4 de novembro de 2012.

BRASIL. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm> Acesso em 4 de fevereiro de 2013.

CUNHA, V.L da. **Perspectiva da gestão da água para o século XXI: Desafios e Oportunidades**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH. Volume 7 n.4 Out/Dez., 65-73, 2002.

DI BERNARDO L.,DANTAS A. D. B., VOLTAN P. E. N. **Métodos e técnicas de tratamento e disposição dos resíduos gerados em estações de tratamento de água**.p.12, LDiBe, São Carlos,Brasil, 2012.

GOVERNO DE GOIÁS. **Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudo Sócio Econômico**. Perfil Socioeconomico dos municípios goianos. . Disponível em:< <http://www.imb.go.gov.br/>>. (15/08/2013)

HELLER, L., COUTINHO, M. L., MINGOTI, S., A. Diferentes modelos de gestão de serviços de saneamento produzem os mesmos resultados? Um estudo comparativo em Minas Gerais com base em indicadores. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 11,n. 4, p. 325-336, out./dez. 2006.

HELLER, P., B. **Avaliação dos serviços de Saneamento de quatro municípios da Bacia hidrográfica do rio das Velhas - MG. Uma abordagem da dimensão Tecnológica**. 2007,139. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/PANORAMA_Vol_2.pdf>.Acesso em: 11 out 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Série Cidades**. 2010.< <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm>>. Acesso em 15 de ago 2013.

MILAGRES, V. R.; SAYAGO, D. A. V. Qualidade da Água e Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI): uma Abordagem Perceptiva com os

Moradores do Distrito Taquaruçu, Palmas (TO). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 6, p. 1317-1332, 2012.

MOGAMI, S. Perfil do setor de saneamento. **Hydro**, Ano VII, n. 79, São Paulo, 2013.

MOURA, S. L., BRAGA, R. J. O. SIQUEIRA., KOPP, A., P. **O Papel do Sedimento na Qualidade da Água de Abastecimento Urbano: Uma Revisão dos Trabalhos publicados entre 2001 e 2011**. REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil Vol 7 - nº 1 (2013). ISSN: 2179-0612.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality**. Genebra: WHO. Third edition, 2004.

RAMIRES I, BUZALAF MA. A fluoretação da água de abastecimento público e seus benefícios no controle da cárie dentária – cinquenta anos no Brasil. **Ciência e saúde coletiva**, 12(4): 1057- 1065, 2007.

SILVA JUNIOR, A. P. Tratabilidade do lodo de decantadores convencional de alta taxa. 2003. 155 p. **Dissertação – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil**, Campinas, 2003.

VIEIRA, J. M. P. Uma abordagem estratégica para a implementação de Planos de Segurança da Água à escala nacional. **Revista Água & Resíduos**, Set a Dez, p. 4-13, 2010.

CAPÍTULO 2

PROPOSIÇÃO DE PLANOS DE SEGURANÇA DA ÁGUA PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO MUNICIPAIS GOIANOS

PROPOSIÇÃO DE PLANOS DE SEGURANÇA DA ÁGUA PARA SISTEMAS DE ABASTECIMENTO MUNICIPAIS GOIANOS

RESUMO

Os sistemas de abastecimento de água (SAA) tem a finalidade de garantir água potável à população. Entretanto, as metodologias utilizadas para o monitoramento da qualidade da água são questionáveis, sendo restritivas ao produto final. Por isso, o estudo em questão objetiva identificar os elementos de risco perceptíveis pela população associados aos recursos hídricos. Foram avaliados os eventos perigosos mediante técnicas quali-quantitativas aplicadas aos SAA goianos geridos pelas prefeituras, em um total de 21 municípios. O maior número de riscos altos e muito altos que predominaram nos SAA foram àqueles presentes nos municípios Cachoeira de Goiás, Guarinos, Mossâmedes, Nova Roma, Paranaiguara e São Simão. Verificou-se que os SAA goianos apresentam deficiências na gestão segura da água distribuída. É necessária a adoção de metodologia que contemple todos os componentes dos SAA, desde a captação até as ligações prediais, denominado Plano de Segurança da Água (PSA), independente da tipologia do sistema.

Palavras-chave: Sistema de abastecimento de água, gestão de riscos, qualidade da água.

ABSTRACT

Water supply systems (WSS) have the purpose to ensure drinking water to the population. However, the methodologies used for monitoring the water quality are questionable, being restrictive to the final product. Therefore, this study searches to identify risk factors associated with the water resources through population perception. The dangerous events were evaluated by qualitative and quantitative techniques applied to 21 goianos WSS managed by the own cities hall. The largest numbers of high risks and very high risks found belong to the cities Cachoeira de Goiás, Guarinos, Mossâmedes, Nova Roma, Paranaiguara e São Simão. It was found that the goianos WSS present deficiencies in the safe management of distributed water. It is necessary to adopt a methodology that covers all the components of the WSS, called Water Safety Plan (WSP), since water capture until the building connections for all system type.

Keywords: Water Supply System, Water Safety Plan, Water Quality.

1. INTRODUÇÃO

Os Sistemas de abastecimento de água (SAA) para consumo humano tem o objetivo de produzir e fornecer água potável à população por meio de rede de distribuição (BRASIL, 2011). A água ofertada deve ser distribuída em quantidade e qualidade suficientes para que não existam riscos à saúde humana. Di Bernardo et al., (2002) citam que 60% das internações hospitalares estão relacionadas às deficiências do saneamento básico e, conforme estudos por eles mencionados, 90% dessas doenças estão associadas à falta de água ou sua má qualidade para o consumo.

World Health Organization (WHO) relata que ainda existe cerca de 780 milhões de pessoas sem acesso a água potável no mundo e, se as tendências atuais permanecerem, é esperado um número menor, porém, ainda significativo de 605 milhões de pessoas nas mesmas condições para o ano de 2015. O consumo de água não potável expõe a população a riscos, uma vez que doenças distribuídas em todo mundo, tais como a diarreia, malária e infecções intestinais poderiam ser evitadas, em sua maioria, pela melhoria da qualidade da água ingerida pela população (WHO, 2008).

Em relação à qualidade, a aferição de potabilidade da água distribuída restringe-se à verificação dos valores paramétricos (físicos, químicos, microbiológicos e radiológicos) detectados via análises laboratoriais e a constatação de que os resultados obtidos encontram-se dentro daqueles estabelecidos pelas normativas vigentes (VIEIRA e MORAIS, 2005; WHO, 2011).

Entretanto, a necessidade de rever os procedimentos metodológicos existentes para a manutenção da quantidade e qualidade da água ingerida pela população fez com que a WHO (2004), propusesse uma nova metodologia para avaliar e gerir os riscos apresentados em SAA desde a captação da água até as ligações prediais de forma abrangente, integrada, rotineira e preventiva, denominada Plano de Segurança da Água (PSA).

Um dos objetivos principais dos PSA é minimizar as fontes de contaminação, sejam elas pontuais ou difusas. As principais áreas de abrangência são a captação, a estação de tratamento de água (ETA), sistema de reservação e distribuição, além de prevenir recontaminação durante as etapas finais do SAA.

O PSA é uma ferramenta baseada nos princípios de múltiplas barreiras, boas práticas, análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC), análise de risco e gestão de qualidade (BRASIL, 2012). No Brasil, a Portaria 2914/2011 do Ministério da

Saúde apresenta o PSA como uma ferramenta de gestão para auxiliar nos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011).

A caracterização dos riscos é uma etapa importante para se conhecer o SAA e identificar os pontos que necessitam de atenção no PSA. Para caracterizar o risco associado a um perigo é estabelecido o produto entre a probabilidade de ocorrência pela severidade das consequências para a saúde da população atendida pelo SAA. Tanto a probabilidade de ocorrência quanto a severidade das consequências apresentam hierarquização de escalas, conforme a estimativa da frequência que um perigo ou evento perigoso pode ocorrer e a consequência gerada à saúde da população (AS/NZS, 2004; DAVISON et al., 2005; VIEIRA e MORAES, 2005).

O modelo de PSA preconizado e recomendado pela WHO, (2004) e a Associação Internacional da Água - AIA (AIA, 2004), foi utilizado com adaptações em Portugal (VIEIRA E MORAIS, 2005), Bangladesh (MAHMUD et al., 2007) Alemanha (JOACHIM et al., 2008), Islândia (GUNNARSDÓTTIR e GISSURARSON, 2008), Colômbia (VIDAL et al., 2009), África do Sul (VILOGEN, 2010) e Brasil (BASTOS, et al., 2010).

Em se tratando de Brasil, a cidade pioneira no teste e implementação de PSA foi Viçosa, em Minas Gerais. A Universidade Federal de Viçosa (UFV) implementou o PSA em escala piloto em seu próprio SAA. Para efetividade do projeto, houve a participação de uma equipe multidisciplinar do Ministério da Saúde (MS) e do Serviço Autônomo de Água e Esgoto do município (BASTOS, 2009).

O projeto piloto, que ficou em vigor de 2007 a 2010, contou ainda com o apoio do Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC) e da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América (EPA). Teve como objetivo validar a metodologia e adaptá-la à realidade brasileira (BASTOS, et. al, 2009; BRASIL, 2012).

Posteriormente, foi elaborado um Roteiro de Orientação para a implantação de PSA, já no ano de 2010. Em 2012, o Ministério da Saúde elaborou documento-base com diretrizes gerais para orientar a elaboração, implantação e desenvolvimento de um PSA (BRASIL, 2012).

A proposição do PSA e, concomitantemente a sua elaboração e implementação, proporciona um aumento de confiabilidade no que diz respeito aos padrões de potabilidade da água distribuída à população, pois se trata de um instrumento que prioriza a melhoria contínua dos SAA e de si mesmo.

Em Goiás, nota-se a carência de estudos sobre o tema. Nesse sentido, o estudo objetiva identificar os elementos de risco perceptíveis pela população associados aos recursos hídricos. Foram avaliados os eventos perigosos mediante técnicas quali-quantitativas aplicadas aos SAA goianos geridos pelas prefeituras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A identificação dos elementos de risco perceptíveis pela população associados aos recursos hídricos foi realizada nos 21 municípios pertencentes ao estado de Goiás que apresentam SAA operados pelas prefeituras. Trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa que utilizou questionários de perguntas abertas e fechadas como instrumento de coleta de dados. Os questionários foram submetidos ao Conselho de Ética da Universidade Federal de Goiás, conforme estabelecido pelo Conselho Nacional de Saúde - Resolução 196/96 e aprovado pelo Parecer 391.907.

Os dados primários foram obtidos por meio da caracterização dos SAA. Os dados secundários foram provenientes de pesquisas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), Secretaria de Planejamento do Estado de Goiás - Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Sócioeconômicos e dados obtidos de normativas e estudos pertinentes ao assunto discutido.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estado de Goiás registra 6.003.788 habitantes distribuídos em uma extensão territorial de 340.087 km², correspondendo a 246 municípios (IBGE, 2010).

Do total de municípios presentes no estado, 225 estão sob a gestão da concessionária estadual e são regulados, controlados e fiscalizados pela Agência Goiana de Regulamentação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos (AGR) instituída pela Lei nº 13.569/1999 (inciso XIV, do § 2º, do art. 1º) e do Decreto nº 5.940, de 27 de abril de 2009 (inciso XIV, do § 1º, do art. 1º), permitindo uma verificação ainda mais incisiva da qualidade da água que é distribuída (GOIAS, 1999; GOIAS, 2009). Em 91% deles, existem ações de monitoramento e vigilância da qualidade da água para o consumo humano (VIGIAGUA) sob a perspectiva da promoção da saúde (BRASIL, 2011).

Os 21 municípios restantes são municipalizados quanto à gestão dos SAA e possuem cenários diversificados no que diz respeito ao gerenciamento da qualidade da

água distribuída. A população urbana abastecida pelos SAA na sede municipal como também a população urbana total estão informadas na tabela 1.

Os SAA municipalizados fornecem água para um total de 359.740 habitantes das regiões urbanas, considerando os distritos. Porém, para as populações restritas as sedes municipais, o número de habitantes abastecidos é de 354.662 (IBGE, 2010).

Tabela 1. Distribuição da população urbana abastecida pelos sistemas de abastecimento de água municipalizados em Goiás, bem como sua população total.

Municípios	População Urbana na Sede Municipal (habitantes)	População Urbana Total (habitantes)
Abadiânia	10.464	10.778
Cachoeira de Goiás	1.171	1.171
Caldas Novas	67.714	67.714
Catalão	79.046	81.064
Chapadão do Céu	5.878	5.878
Colinas do Sul	2.181	2.525
Corumbá de Goiás	6.416	6.416
Faina	3.273	3.849
Guarinos	1.131	1.131
Matrinchã	2.430	2.995
Mineiros	48.286	48.286
Mossâmedes	3.275	3.275
Nova Roma	1.426	1.426
Panamá	2.035	2.035
Paranaiguara	8.388	8.388
Rio Quente	2.839	2.839
Santa Rita do Novo Destino	1.113	1.113
São Simão	14.970	16.309
Senador Canedo	84.111	84.111
Trombas	2.194	2.194
Vicentinópolis	6.321	6.321
Total	354.662	359.740

Os municípios com SAA geridos pelas prefeituras que predominam são aqueles com número de habitantes menor que cinco mil, correspondendo a 52,4% (GOVERNO DE GOIÁS, 2013). A Figura 1 apresenta a distribuição dos municípios pesquisados e suas distribuições em meso e microrregiões do Estado de Goiás. A Figura 2 apresenta a distribuição dos municípios goianos com SAA geridos pelas prefeituras por número de habitantes.

Figura 1. Municípios goianos com sistemas de abastecimento de água geridos pelas prefeituras e suas distribuições em meso e microrregiões do Estado de Goiás.

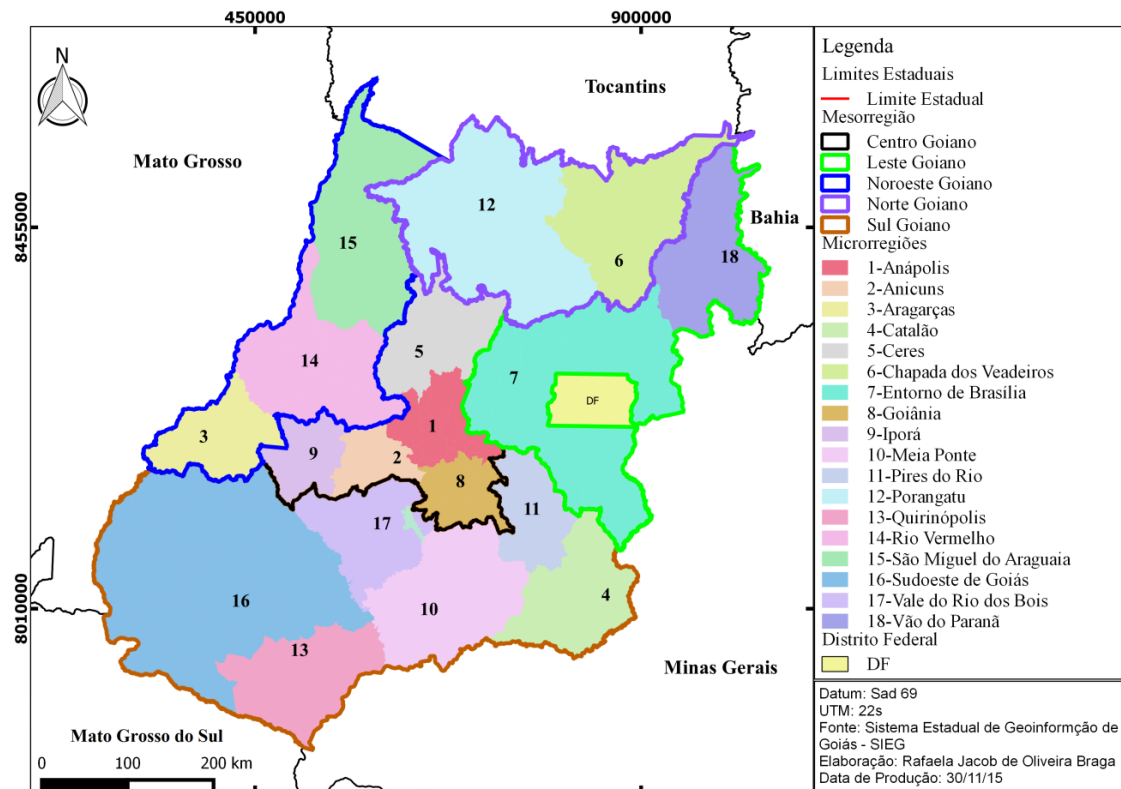
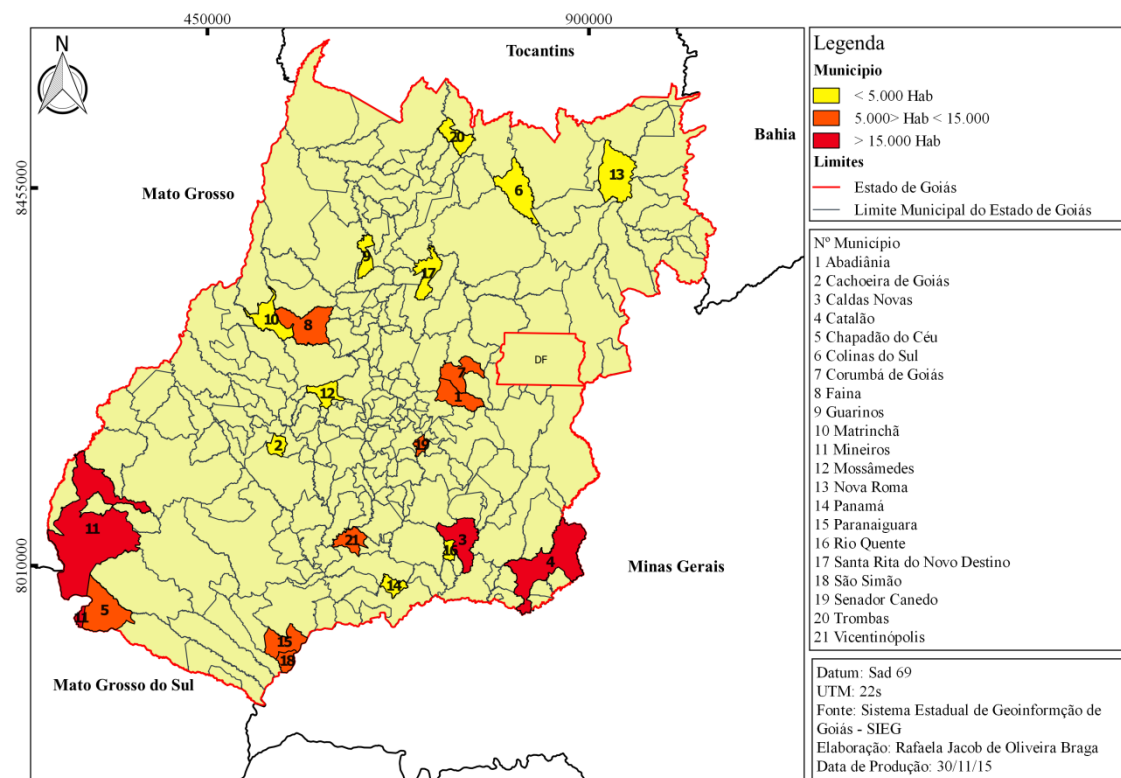


Figura 2. Municípios goianos com sistema de abastecimento de água geridos pelas prefeituras e suas distribuições por número de habitantes.



2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A caracterização dos SAA foi realizada por meio de visitas técnicas pré-agendas com representantes dos 21 municípios do estado de Goiás operados pelas prefeituras locais, no período de julho do ano de 2012 a outubro de 2013.

A coleta de dados foi iniciada por meio da aplicação de questionários aos gestores e operadores dos SAA que objetivavam caracterizar os sistemas em áreas urbanas de cada município pesquisado. Posteriormente, foi visitado a captação de água bruta, a ETA ou equivalente e os reservatórios de distribuição com a finalidade de identificar em cada um dos seus componentes ações pontuais (antrópicas ou naturais) relevantes que possam comprometer a qualidade da água ao longo da captação, tratamento, reservação e distribuição.

2.2.1 Identificação dos Eventos Perigosos e Caracterização dos Riscos presentes nos SAA Goianos

O modelo utilizado nessa pesquisa para identificação dos eventos perigosos e caracterização dos riscos foi proposto por Vieira e Moraes (2005).

Foi confeccionada matriz semiquantitativa e qualitativa com hierarquização de riscos para os componentes dos SAA de acordo com sua forma de abastecimento considerando os eventos perigosos descritos na tabela 2 para abastecimento superficial, misto e subterrâneo.

Tabela 2. Eventos perigosos considerados em Sistema de Abastecimento de Água superficial, misto e subterrâneo para a captação, reservatório e adução de água bruta (A), sistema de tratamento de água (B) e sistema de reservação e distribuição de água tratada (C).

SAA Superficial e Misto	SAA Subterrâneo
A. Captação, Reservatório e Adução de Água Bruta	A. Captação, Reservatório e Adução de Água Bruta
1. Contaminação por efluentes sem tratamento de origem doméstico ou industrial e provenientes de drenagem urbana	1. Contaminação por efluentes sem tratamento de origem doméstico ou industrial e provenientes de drenagem urbana
2. Contaminação por lixivados provenientes de lixão ou aterro sanitário	2. Contaminação por lixivados provenientes de lixão ou aterro sanitário
3. Contaminação por provenientes de áreas de atividade agrícola e pecuária	3. Contaminação por provenientes de áreas de atividade agrícola e pecuária
4. Contaminação por aporte de águas pluviais de origem urbana	4. Contaminação por aporte de águas pluviais de origem urbana
5. Não realiza monitoramento de vazão	5. Não realiza monitoramento de vazão
6. Elevado grau de deterioração da vegetação ciliar e área de preservação permanente	6. Reduções sazonais ou ocasionais de vazão
7. Reduções sazonais ou ocasionais de vazão	7. Elevado grau de deterioração da estrutura física da fonte de abastecimento
8. Elevação acentuada da turbidez devida a chuvas intensas	8. Existência de atividades recreacionais
9. Existência de atividades recreacionais	9. Acesso de animais
10. Acesso de animais	10. Área de captação desprotegida
11. Área de captação desprotegida	11. Acesso de pessoas não autorizadas
12. Acesso de pessoas não autorizadas	12. Falhas mecânicas, elétricas ou estruturais
13. Falhas mecânicas, elétricas ou estruturais	13. Ações de vandalismo e sabotagem
14. Assoreamento	14. Inexistência de bomba reserva
15. Sinais de eutrofização	15. Ausência de plano de emergência
16. Ações de vandalismo e sabotagem	16. Ausência de manutenção preventiva das adutoras
17. Inexistência de bomba reserva	17. Ausência de desinfecção após a realização de obras na adutora
1. Ausência de plano de emergência	18. Não atendimento a Portaria 2914/2011
19. Ausência de manutenção preventiva das adutoras	
20. Ausência de desinfecção após a realização de obras na adutora	
21. Não atendimento a Portaria 2914/2011	
SAA Superficial e Misto	SAA Subterrâneo
B. Sistema de Tratamento da Água	B. Sistema de Tratamento da Água
1. Processos unitários do tratamento inadequados ou equipamentos deficientes	1. Processos unitários do tratamento inadequados ou equipamentos deficientes
2. Incapacidade operacional dos processos de tratamento	2. Incapacidade operacional dos processos de tratamento
3. Utilização de materiais, equipamentos e produtos não certificados	3. Utilização de materiais, equipamentos e produtos não certificados
4. Falhas mecânicas, elétricas ou estruturais	4. Falhas mecânicas, elétricas ou estruturais
5. Ações de vandalismo e sabotagem	5. Ações de vandalismo e sabotagem
6. Controle e lavagem dos filtros ou ausência deles	6. Controle e lavagem dos filtros ou ausência deles
7. Não faz o Uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI)	7. Não faz o Uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI)
8. Não atendimento a Portaria 2914/2011	8 – Não atendimento a Portaria 2914/2011
C. Sistema de reservação e distribuição de água tratada	C. Sistema de reservação e distribuição de água tratada
1. Perda de água no reservatório	1. Perda de água no reservatório
2. Acesso de pessoas não autorizadas e animais	2. Acesso de pessoas não autorizadas e animais
3. Corrosão da estrutura do reservatório	3. Corrosão da estrutura do reservatório
4. Contaminação, entrada de água externa (chuva)	4. Contaminação, entrada de água externa (chuva)
5. Dificuldade em manter o residual de cloro ou ausência dele	5. Dificuldade em manter o residual de cloro ou ausência dele
6. Insuficiência de reserva para atender as variações horárias de consumo	6. Insuficiência de reserva para atender as variações horárias de consumo
7. Frequência na manutenção periódica dos reservatórios	7. Frequência na manutenção periódica dos reservatórios
8. Frequência nas operações de manutenção e limpeza da rede	8. Frequência nas operações de manutenção e limpeza da rede
9. Rupturas e vazamentos	9. Rupturas e vazamentos
10. Rede construída com material impróprio e precário estado da tubulação	10. Rede construída com material impróprio e precário estado da tubulação
11. Inexistência de desinfecção das tubulações após realizar serviços de construção ou reparos	11. Inexistência de desinfecção das tubulações após realizar serviços de construção ou reparos
12. Perda de água na rede de distribuição	12. Perda de água na rede de distribuição
13. Falhas mecânicas, elétricas ou estruturais	13. Falhas mecânicas, elétricas ou estruturais
14. Não atendimento a Portaria 2914/2011	14. Não atendimento a Portaria 2914/2011

A constatação e priorização do risco é atribuída ao produto da severidade das consequências para a saúde da população assistida pela possibilidade de ocorrência (VIEIRA e MORAIS, 2005). Assim sendo, a possibilidade de ocorrência foi classificada como: frequente, muito provável, provável, remota, rara, exemplificado na tabela 3.

Tabela 3. Escala de Possibilidade de Ocorrência (VIEIRA e MORAIS, 2005).

Possibilidade de Ocorrência	Descrição	Peso
Frequente	Espera-se que ocorra 1 vez por dia	5
Muito Provável	Espera-se que ocorra provavelmente uma vez por semana	4
Provável	Vai ocorrer provavelmente 1 vez por mês	3
Remota	Pode ocorrer uma vez por ano	2
Rara	Pode ocorrer em situações excepcionais 1 vez a cada 10 anos	1

A severidade é classificada em catastrófica, crítica, moderada, pequena e desprezível, sendo que para cada uma existe uma descrição vinculada a um peso, conforme apresentado na tabela 4.

Tabela 4. Escala de Severidade de Consequências (VIEIRA e MORAIS, 2005).

Severidade das Consequências	Descrição	Peso
Catastrófica	Letal para uma parte significativa da população ($\geq 10\%$)	5
Crítica	Letal para uma pequena parte da população ($\leq 10\%$)	4
Moderada	Nociva para uma parte significativa da população ($\geq 10\%$)	3
Pequena	Nocivo para uma pequena parte da população ($\leq 10\%$)	2
Desprezível	Sem qualquer impacto detectável	1

A classificação dos riscos ocorreu em escalas: muito alto, alto, médio e baixo e permitiu a avaliação dos SAA que apresentam situações críticas no que tange a saúde pública e que necessitam de intervenção e adoção de medidas de controle conforme a resposta obtida (tabela 5). A população considerada para o estudo foi àquela situada na sede urbana municipal (Tabela 1).

Tabela 5. Classificação de Riscos (VIEIRA e MORAIS, 2005).

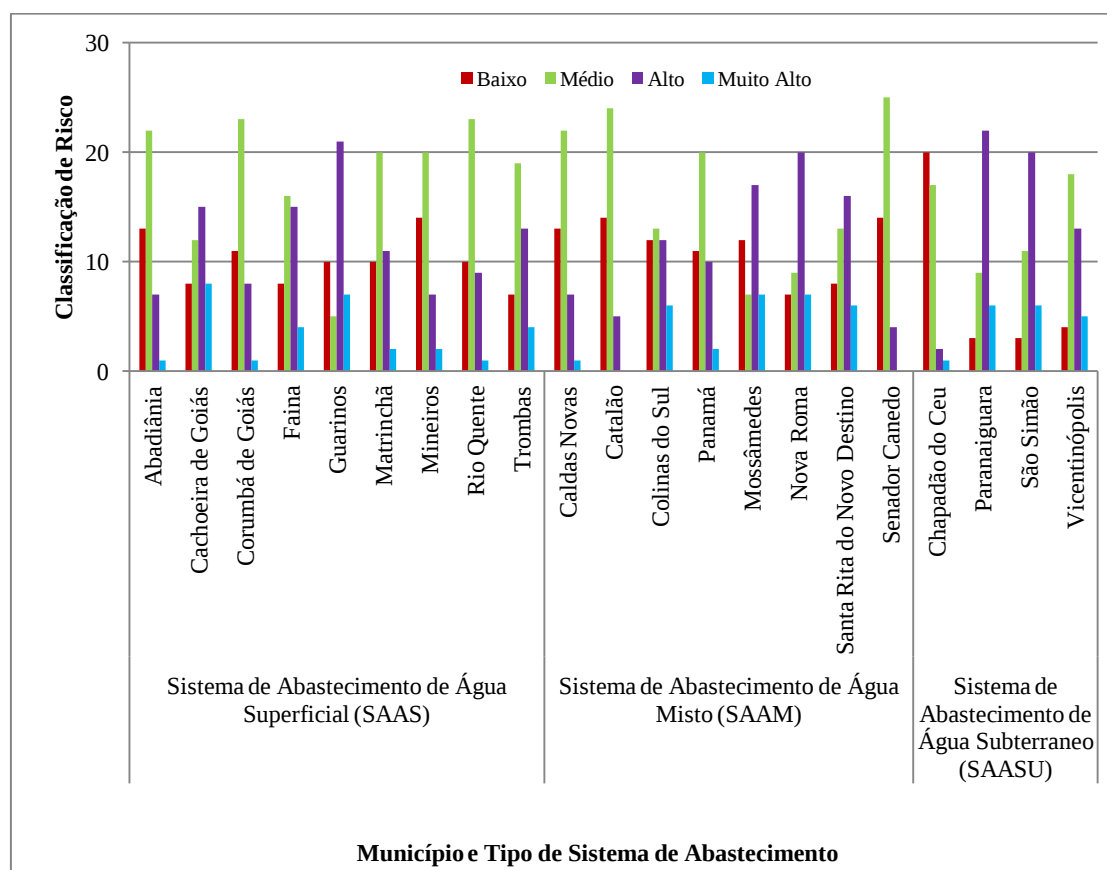
Classificação de Risco	Descrição
16-25	Muito alto - risco extremo e não tolerável
12-15	Alto – risco alto e não tolerável
6-10	Médio – risco moderado
1-5	Baixo – risco tolerável, não constitui prioridade

A análise dos riscos foi realizada por meio da verificação dos SAA geridos pelas prefeituras que apresentaram riscos altos e muito altos, pois não são toleráveis e podem comprometer a saúde da população abastecida.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A importância de classificar os SAA deve-se ao fato de considerar a captação como elemento inicial a ser avaliado em todo PSA. Os SAA foram classificados conforme a origem da água em Sistema de Abastecimento de Água Superficiais (SAAS), Mistos (SAAM) e Subterrâneos (SAASU). A Figura 3 apresenta a distribuição e classificação dos riscos nos sistemas pertencentes aos municípios estudados.

Figura 3. Distribuição e classificação dos riscos nos 21 municípios pesquisados e classificação dos Sistemas de Abastecimento de Água.



Entre os municípios estudados que possuem maior número de riscos altos e muito altos, considerando todos os componentes dos sistemas, destacam-se: Cachoeira de Goiás (53,5%) e Guarinos (65,1%) - SAAS; Mossâmedes (55,8%) e Nova Roma

(62,8%) - SAAM; Paranaiguara (70%) e São Simão (65%) - SAASU. São cidades com SAA que apresentaram riscos pertinentes por não atenderem o Artigo 24 da Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011) que dispõe sobre a ausência do tratamento da água e suas consequências à saúde.

Já comparando as classificações dos riscos em relação a cada SAA, nota-se a prevalência dos riscos baixos e médios em todos os componentes dos SAAS e SAAM (Tabela 6). Quanto ao SAASU, verifica-se um maior número de riscos baixos e médios para a captação, reservatório e adução de água bruta (A), correspondendo a 61,5%. Porém, para o sistema de tratamento de água (B) e sistema de reservação e distribuição de água tratada (C) predominam-se os riscos médios e altos, 84,4% e 83,9%, respectivamente. Os riscos médios, classificados como moderados, apesar de não necessitarem de intervenção imediata para minimização dos possíveis danos gerados à população, como os altos e muito altos, requerem atenção para que não se agravem.

Tabela 6. Distribuição dos riscos em Sistemas de Abastecimento de Água superficiais, mistos e subterrâneos.

Classificação do Risco (%)	Captação, Reservatório e Adução de Água Bruta (A)			Sistema de Tratamento de Água (B)			Sistema de Reservação e Distribuição de Água Tratada (C)		
	SAAS	SAAM	SAASU	SAAS	SAAM	SAASU	SAAS	SAAM	SAASU
1 a 5	36,5	38,1	30,6	6,9	14,1	6,3	13,5	16,1	10,7
6 a 10	29,6	29,8	34,7	58,3	45,2	34,4	49,2	48,2	33,9
12 a 15	23,8	20,8	18,1	25	31,3	50	34,1	32,1	50
16 a 25	10,1	11,3	16,6	9,8	9,4	9,3	3,2	3,6	5,4

Os riscos altos e muito altos que predominaram nos SAAS, SAAM e SAASU, para eventos perigosos comuns a eles, foram: ausência de plano emergência, presente para todos os municípios para o componente A e não atendimento a Portaria 2914/2011 (BRASIL, 2011), registrando 66, 7% em A e C e 71,4% em B.

Em relação aos planos de emergência, os autores WHO (2006) e Vieira (2010) destacam a importância dos planos de gestão presentes nos PSA como instrumentos benéficos e eficazes em situações emergências, incidentes previsíveis e imprevisíveis. Os planos de gestão descrevem ações que devem ser adotadas em diferentes níveis de alerta, além de documentar a avaliação e a monitorização do SAA.

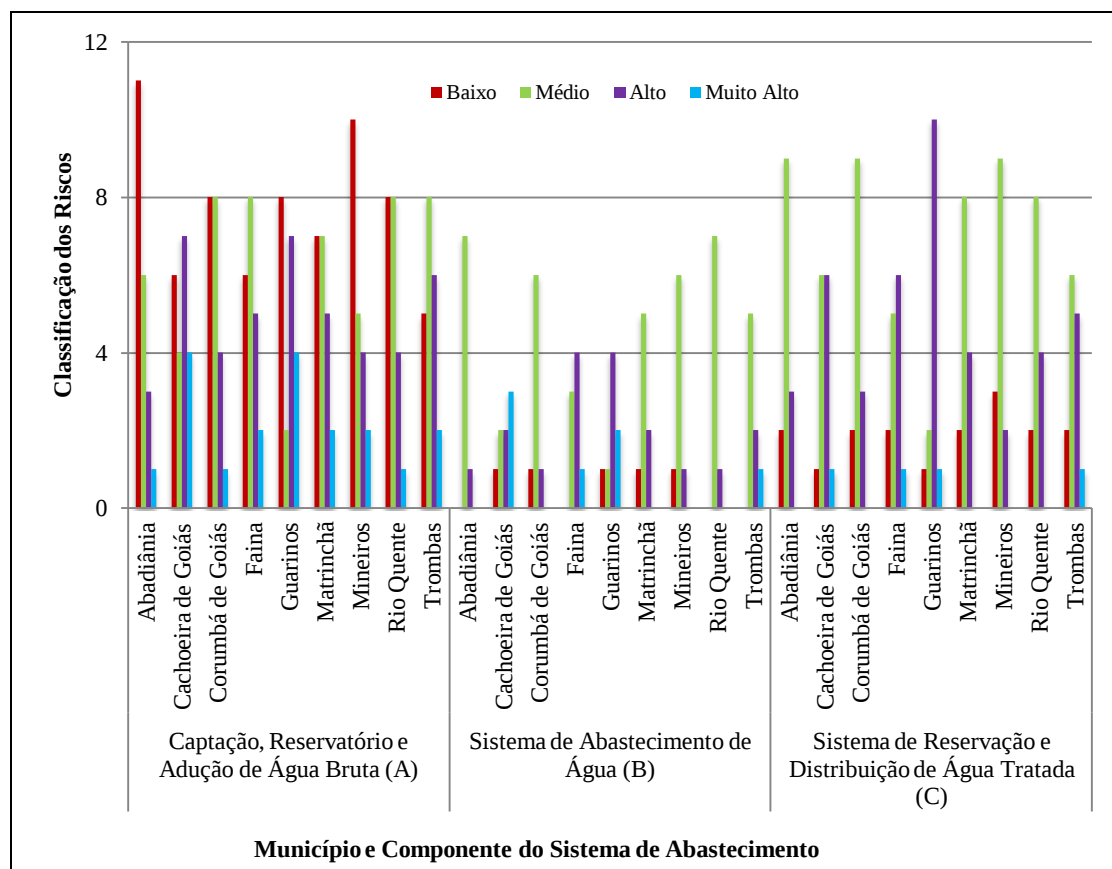
Quanto a Portaria 2914/2011, a obrigatoriedade legal em atendê-la é um meio de promover o fornecimento de água em qualidade e quantidade satisfatória à

população. Contudo, nem todos os quesitos foram atendidos pelos municípios, pois a pesquisa foi realizada no período de julho de 2012 a outubro de 2013, momento de adequação dos SAA, dentro do prazo, ao estabelecido pela normativa em seu Artigo 49, parágrafos I a III (BRASIL, 2011).

3.1 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA SUPERFICIAL (SAAS)

Verifica-se por meio da Figura 4 que os SAAS que apresentaram maior número de riscos altos e muito altos foram Cachoeira de Goiás e Guarinos. O componente do sistema A registrou o mesmo percentual para os dois municípios (52,4%). Já o B e C registraram 62,5% e 50% para Cachoeira de Goiás e 75% e 78,5% para Guarinos. Cachoeira de Goiás e Guarinos são municípios que não tratam água. Os gestores dos SAAS desses municípios justificam a ausência do tratamento em B por nenhuma ocorrência correlata significativa da qualidade da água distribuída (C) e doenças de veiculação hídrica e aceitação da população em ingeri-la in natura pela ausência de gosto e odor, como captada (A).

Figura 4. Classificação dos riscos em Sistemas de Abastecimento de Águas Superficiais (SAAS): captação, reservatório e adução de água bruta (A), sistema de tratamento de água (B) e reservação e distribuição de água tratada (C).



Entretanto, quanto à qualidade da água para consumo humano, a Portaria 2914/2011 retrata a obrigatoriedade do processo de filtração para águas provenientes de manancial superficial como também a exigência da desinfecção ou cloração para toda água fornecida coletivamente (BRASIL, 2011). A desinfecção é necessária para a água a ser consumida esteja biologicamente estável e livre do crescimento de microorganismos, minimizando os riscos à saúde da população.

Já no que diz respeito à aceitação da população por ingerir água in natura, verifica-se em estudos realizados por Milagres e Sayago (2012), que a atribuição do gosto e odor ruim é dada pela presença do cloro. Para desmistificar essa situação, é necessário a desconstrução do conhecimento prévio do efeito nocivo do cloro presente na água. Para isso, ações conjuntas das secretarias de governo por meio de práticas de socioculturais devem ser realizadas revertendo essa situação, como ocorrido em Cruzeiro, município de São Paulo (ROCHA & HORBE, 2006).

A capacitação técnica dos gestores dos SAA é fundamental para que a disseminação de informações quanto à disponibilidade e qualidade da água e doenças de veiculação hídrica ocorra entre eles e a população do município. Giatti e Cutolo (2012), em estudo realizado na Amazônia Legal, concluíram que percepções inadequadas dos SAA podem colaborar para a estagnação dos mesmos.

A Tabela 7 apresenta a classificação dos riscos altos e muito altos para cada evento perigoso avaliado em A, B e C do SAAS. Nota-se a prevalência de riscos nos eventos 7, 8, 18 e 21 para A; 8 para B e 12 e 14 para C, também presentes na Tabela 2.

Tabela 7. Riscos classificados em altos e muito altos para cada evento perigoso avaliado nos componentes SAAS.

Municípios	A	B	C
Abadiânia	7,8,18 e 21	8	1,12 e 14
Cachoeira de Goiás	5, 7, 8, 10, 11, 12,13,18,19,20 e 21	1, 2, 3,7 e 8	5, 6, 7, 8, 12, 13 e 14
Corumbá de Goiás	7,8,11,12 e 18	4	1, 12 e 13
Faina	5, 7, 8, 12, 13, 18, 21	1, 3, 6, 7, 8	1, 5, 9, 11, 12, 13 e 14
Guarinos	5, 7, 8, 11, 12, 13,16, 18, 19, 20 e 21	1, 2, 3, 4,7 e 8	1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14
Matrinchã	5, 7, 8, 11, 12, 18 e 21	1 e 8	1, 12, 13 e 14
Mineiros	5, 7, 8, 11, 12 e 18	1	1 e 12
Rio Quente	7, 8, 11, 12 e 18	8	1, 11, 12 e 13
Trombas	5, 7, 8, 11, 12, 18, 20 e 21	6, 7 e 8	1, 5, 9, 12, 13 e 14

As reduções sazonais ou ocasionais de vazão, a elevação acentuada da turbidez devido a chuvas intensas em A e a perda de água na rede de distribuição em C são eventos que afetam a disponibilidade hídrica como também a qualidade da água ofertada. Scorsafava et al., (2011) demonstraram que o lançamento de resíduos líquidos e sólidos em mananciais de abastecimento, as condições dos reservatórios e das instalações hidráulico-sanitárias da rede de distribuição devem ser monitoradas para que a água utilizada nos SAA não apresentem agentes que causam doenças de veiculação hídrica.

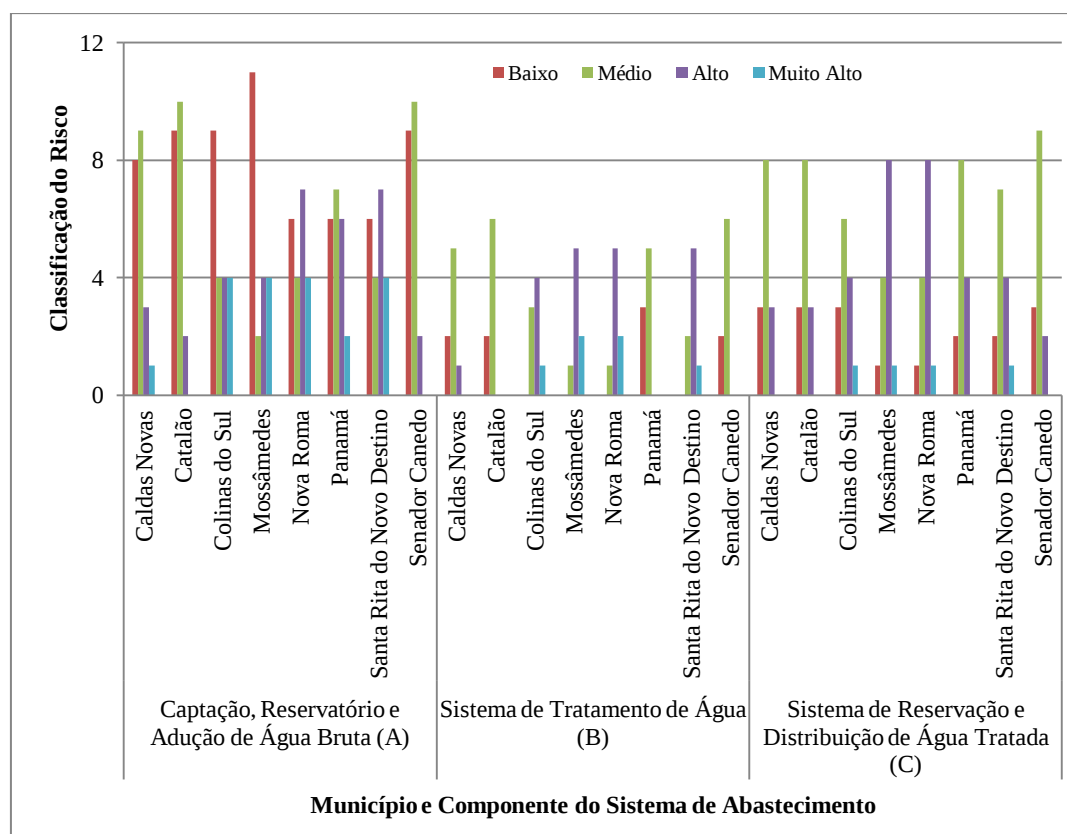
A quantidade como a qualidade da água utilizada no abastecimento público requerem ações de planejamento e gestão dos recursos hídricos (AUGUSTO et al., 2012). Monitorar a água utilizada para consumo humano é um meio eficaz de gerir e tomar decisões quando surgem não conformidades nos SAA (BARRETO et al., 2015).

3.2 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA MISTO (SAAM)

Os SAAM com o maior percentual de riscos altos e muito altos foram os situados em Santa Rita do Novo Destino e Nova Roma com 52,4% cada para A.

Mossâmedes e Nova Roma foram os municípios que apresentaram SAAM com o maior número de riscos altos e muito altos para os componentes B e C, com registro de 87,5% e 94,3%, respectivamente (Figura 5).

Figura 5. Classificação dos riscos em Sistemas de Abastecimento de Águas Mistas (SAAM): captação, reservatório e adução de água bruta (A), sistema de tratamento de água (B) e reservação e distribuição de água tratada (C).



Mossâmedes e Colinas do Sul apesar de não tratarem a água, registraram riscos médios para A. Esse fato justifica-se pelas estratégias adotadas pelos SAAM dos dois municípios em manter a qualidade da água da fonte de abastecimento. Dentre elas, citam-se: presença de vegetação ciliar e área de preservação permanente (APP), área de captação protegida e identificada e livre de ações de vandalismo e sabotagem. Em Santa Rita do Novo Destino a situação foi inversa.

A presença de APP e de vegetação ciliar reduzem ou até mesmo eliminam sinais de eutrofização, assoreamentos e florações que possam surgir nos corpos hídricos (VIEIRA, 2010). A proteção da vegetação nativa nesses locais torna-se obrigatoriedade legal, conforme disposto na Lei 12651/2012, código florestal brasileiro (BRASIL, 2012).

Entretanto, é necessário considerar outros fatores que podem inferir na qualidade da água como sua disponibilidade, como os usos múltiplos da água devidamente outorgados que se distribuem ao longo da bacia hidrográfica para (BRASIL, 1997) e a classificação das águas conforme o uso e diretrizes ambientais para enquadramento de águas superficiais e subterrâneas através da Resolução Conama 357/2005 e 396/2008, respectivamente (BRASIL, 2005; BRASIL, 2008).

Vieira (2013) relata que proteger as fontes de captação através da identificação de perigos e avaliação dos riscos que podem comprometer a qualidade da água em nível de bacia hidrográfica é a primeira ação para se prevenir a contaminação da água por agentes microbiológicos, químicos, radiológicos.

Já em B e C, além de Nova Roma, constata-se a presença de Mossâmedes com riscos altos e muito altos em seu SAAM. Não tratar a água, como também distribuí-la em quantidade e qualidade insatisfatória proporciona uma maior incidência de riscos nos sistemas e de enfermidades veiculadas pela água. A Tabela 8 registra a classificação dos riscos altos e muito altos presentes nos componentes do SAAM para cada evento perigoso avaliado.

Tabela 8. Classificação dos riscos altos e muito altos para cada evento perigoso avaliado nos componentes SAAM.

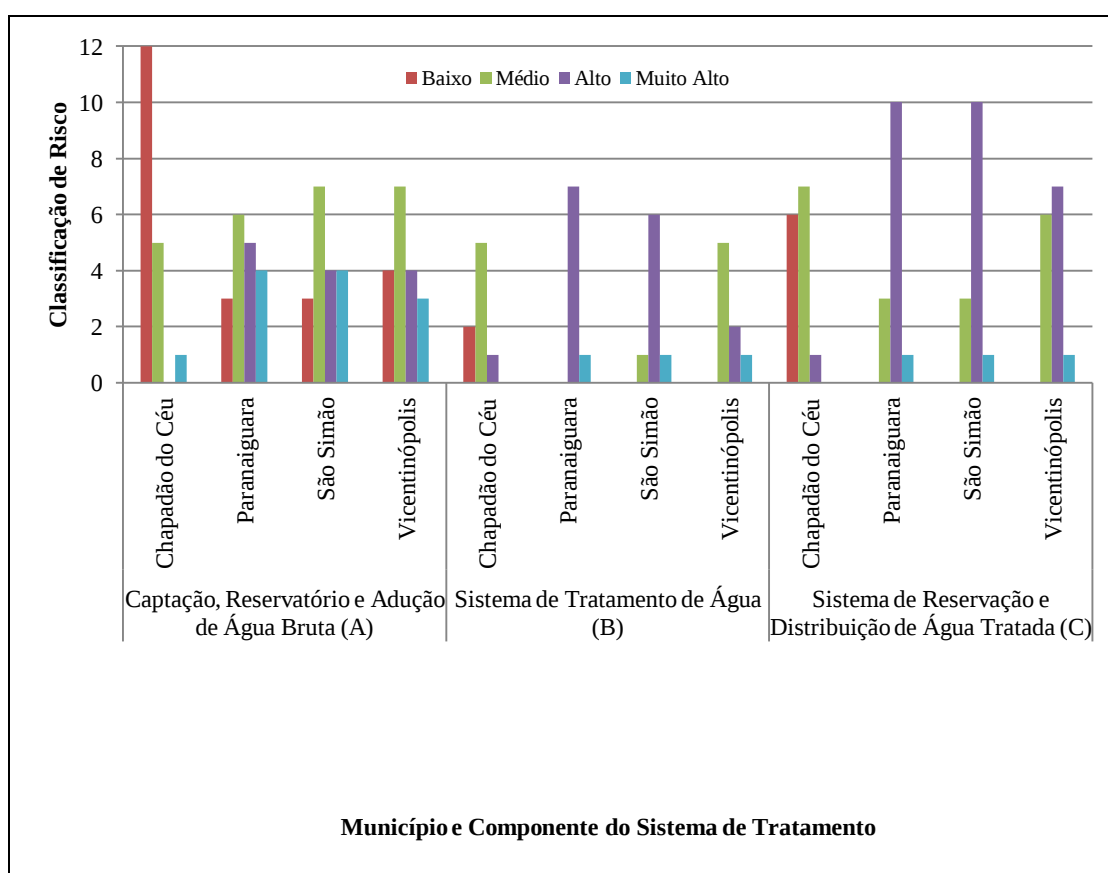
Municípios	A	B	C
Catalão	7 e 18	-	1, 6 e 12
Panamá	5, 6, 7, 11, 12, 13, 17 e 18	-	1, 6, 12 e 13
Santa Rita do Novo Destino	3, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 16, 17, 18 e 21	1, 2, 3, 6, 7 e 8	1, 6, 12, 13 e 14
Senador Canedo	7 e 18	-	6 e 12
Caldas Novas	7, 8, 18 e 21	8	6, 12 e 14
Colinas do Sul	7, 8, 11, 12, 13, 17, 18, 21	1, 2, 3, 6 e 8	1, 6, 12, 13 e 14
Mossâmedes	7, 8, 13, 17, 18, 19, 20, 21	1, 2, 3, 4, 6, 7 e 8	1, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13 e 14
Nova Roma	5, 7, 8, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20 e 21	1, 2, 3, 4, 6, 7 e 8	1, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13 e 14

A ausência de riscos altos e muito altos em Catalão, Panamá e Senador Canedo em B é atribuída à gestão de minimização de riscos presentes nas estações de tratamento de água como também o atendimento da Portaria 2914/2011 quanto ao quesito número de amostras e frequência dos parâmetros analisados para o controle da qualidade da água nos SAAM (BRASIL, 2011).

3.3 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEO (SAASU)

Paranaiguara e São Simão apresentaram SAASU com o maior número de riscos altos e muito altos. Houve registro de 50%, 100% e 78,5% e 44,5%, 87,5% e 78,5 % para os componentes A, B e C dos SAASU de Paranaiguara e São Simão, respectivamente (Figura 6). Nesses municípios não há tratamento da água.

Figura 6. Classificação dos riscos em Sistemas de Abastecimento de Águas Subterrâneas (SAASU): captação, reservatório e adução de água bruta (A), sistema de tratamento de água (B) e reservação e distribuição de água tratada (C).



Apesar das águas subterrâneas necessitarem, em sua maioria, de baixa intervenção antrópica para atendimento aos padrões de potabilidade (BRASIL, 2006) é fundamental e exigido pela Portaria 2914/2011 que os SAASU o façam (BRASIL, 2011).

As águas subterrâneas quando utilizadas sem tratamento tornam-se propagadores de doenças, como foi o caso ocorrido na década de 80 nos EUA. Houve o registro de 44% dos surtos de doenças de veiculação hídrica entre 1981 e 1988 pelo uso

de águas insatisfatoriamente desinfetadas, não tratadas ou contaminadas (CRAUM, 1991).

Contudo, tratar a água própria para consumo humano não é condição de água segura. É necessário a manutenção periódica dos reservatórios e da rede de distribuição, assim como a frequência diária na oferta de água aos domicílios.

O município de Chapadão do Céu apresentou os menores riscos dentre todos os municípios estudados (Tabela 9). As atividades rotineiras e investigativas presentes nos componentes do SAASU proporcionam maior confiabilidade ao produto ofertado

Tabela 9. Classificação dos riscos altos e muito altos para cada evento perigoso avaliado nos componentes SAASU.

Municípios	A	B	C
Chapadão do Céu	15	7	10
Paranaiguara	5, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16 e 18	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8	1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14
São Simão	5, 9, 10, 11, 13, 15, 16 e 18	1, 2, 3, 4, 5, 7 e 8	1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14
Vicentinópolis	9, 10, 11, 13, 15, 16 e 18	4, 7 e 8	1, 5, 6, 9, 10, 12, 13 e 14

4. CONCLUSÃO

A avaliação dos riscos em SAA torna-se uma importante ferramenta de gestão para monitorar a qualidade da água. Em SAA goianos geridos pelas prefeituras, notam-se deficiências na gestão segura da água distribuída à população. É necessária a adoção de metodologia que contemple todos os componentes dos SAA, desde a captação até as ligações prediais (PSA), independente da tipologia do sistema. O PSA é um instrumento de promoção da saúde, como preconizado pelo Ministério da Saúde por meio da Portaria 2914/2011.

Por ser uma ferramenta de averiguação contínua, o PSA é capaz de responder a falhas ou deficiências nos sistemas e às intempéries da natureza que possam comprometer a água utilizada para abastecimento. Para isso, é necessário envolver os gestores e operadores dos SAA em implementar o PSA.

Nesse sentido, a proposição de PSA permite o gerenciamento contínuo dos riscos presentes nos SAA goianos, pois há definição de quais intervenções são necessárias eliminar ou minimizar os riscos encontrados.

5. REFERÊNCIAS

AIA. The Bonn Charter for safe drinking water. **International Water Association**, 2004.

AS/NZ - AUSTRALIA, NEW ZEALAND. **AS/NZS 4360:2004 Risk Management Standard**. 3. ed. Standards Australia and Standards New Zealand, 2004.

AUGUSTO, L. G. S.; GURGEL, I. G. D.; CÂMARA NETO, H. F.; MELO, C. H.; COSTA, A. M. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**;17(6):1511-22, 2012.

BARRETO, B. L.; PEDREIRA M. M.; WILL, M. M. M. R. Monitoramento da qualidade da água para consumo humano no estado da Bahia no ano 2014. **Revista Baiana de Saúde Pública** v.39, Suppl.1, p.31-40 jul./set. 2015.
DOI: 10.5327/Z0100-0233-201539S100005

BASTOS, R. K. X.; BEVILACQUA, P. D.; FORMAGGIA, D. M. E.; COSTA, S. S.; HELLER, L.; BRANDÃO, C. S. C.; GARCIA, R. M. **Manual de procedimentos em vigilância da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

BASTOS, R. K. X.; BEVILACQUA, P. D.; MIERZWA, C. J. **Análise de risco aplicada ao abastecimento de água para consumo humano**. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB), Rio de Janeiro: ABES, 2009.

BASTOS, R.K.X. **Roteiro de orientação para implantação de Planos de Segurança da Água – PSA**. 87 p. 2010.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm.> Acesso em 4 de fevereiro de 2013.

BRASIL. Ministério do 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.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde.** – Brasília : Ministério da Saúde, 2006. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde) ISBN 85-334-1240-1

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 396, de 3 de abril de 2008.** Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 7 de abril de 2008. Seção 1, pp. 64-68

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em:<
<http://www.brasilsus.com.br/legislacoes/gm/110982-2914.html>.> Acesso em 2 de fevereiro de 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Plano de Segurança da Água:** Garantindo a qualidade e promovendo a saúde - Um olhar do SUS / Ministério da Saúde, Conselho Nacional de Saúde. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2012.

CRAUN, G. F. Causes of waterborne diseases in the United States. **Water Science Technol** 1991;24:17-20.

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.** World Health Organization, Geneva, 2005.

DI BERNARDO, L., DI BERNARDO, A., CENTURIONE FILHO, P. L. **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água.** RiMa Editora, São Carlos, 237p, 2002.

EC. European Community Directive 2000/60/CE.

GIATTI, L. L., Reflexões sobre Água de Abastecimento e Saúde Pública: um estudo de caso na Amazônia Brasileira. **Saúde e Sociedade**, Vol. 16, No. 1, jan-abr 2007, p. 134 – 144.

GIATTI, L.L., CUTOLO, A. S., Acesso à água para consumo humano e aspectos de saúde pública na Amazônia Legal. *Ambiente & Sociedade* _ São Paulo v. XV, n. 1 _ p. 93-109 _ jan.-abr. 2012

GOIÁS. **Gabinete Civil da Governadoria**. Superintendência de Legislação. Lei nº13.569 de 27 de dezembro de 1999. Regulamentada pelo Decreto nº 7.092 de 15 de abril de 2010. Dispõe sobre a Agência Goiana de Regulação, Controle, e Fiscalização de Serviços Públicos e dá outras providências. Disponível em: <http://www.gabinetecivil.go.gov.br/pagina_leis.php?id=1877> acessado em 01 de maio. 2013.

GOIÁS. **Gabinete Civil da Governadoria**. Superintendência de Legislação. Decreto nº 5.940, de 27 de abril de 2009. Revogado pelo Decreto nº 7.092 de 15 de abril de 2010. Vide Decreto nº6.334 de 20 de dezembro de 2005. Aprova o Regulamento da Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos – AGR e dá outras providências. Disponível em: <http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/pagina_decretos.php?id=1002> acessado em 01 de maio.2013.

GOVERNO DE GOIÁS. **Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudo Sócio Econômico**. Perfil Socioeconomico dos municípios goianos. <http://www.imb.go.gov.br/>>. (15/08/2013)

GUNNARSDÓTTIR, M., GISSURARSON, L., HACCP and water safety plans in Icelandic water supply: preliminary evaluation of experience., **Journal of water and health**, Vol. 6, No. 3, 2008, pp. 377-382.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Série Cidades**. 2010. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>> Acesso 07 de jun 2012.

JOACHIM, H., STABEN, N., HEIN, A., MERKEL, W., Identifcation, assessment and control of hazards in water supply –experiencesfrom Water Safety Plan implementations in Germany., *Memorias Water Safety Plans: Global experiences and future trends.*, Portugal, ASPEB, IWA, WHO, Mayo, 2008.

MAHMUD, S. G., JAFAR SHAMSUDDIN, SK. ABU., AHMED, M., FERROZE, DAVISON, A., DEERE D., HOWARD, G. Development and implementation of water safety plans for small water supplies in Bangladesh: benefits and lessons learned. **Journal of Water and Health**, v 05, n.4, 2007.

MILAGRES, V. R.; SAYAGO, D. A. V. Qualidade da Água e Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado (DRSAI): uma Abordagem Perceptiva com os

Moradores do Distrito Taquaruçu, Palmas (TO). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n. 6, p. 1317-1332, 2012.

ROCHA, L. C. R., HORBE, A. M. C. Contaminação provocada por um depósito de lixono aquífero Alter do Chão em Manaus – AM. *Acta Amazônica*. 2006;36(3):307-12.

SCORSAFAVA, M. A., SOUZA, A., SAKUMA, H., STOFER, M., NUNES, C. A., MILANEZ, T. V. Avaliação da qualidade da água de abastecimento no período 2007-2009. **Revista Instituto Adolfo Lutz**;70(3):395-403, 2011

VIDAL, Andrea Pérez; LOZADA, Patricia Torres; VÉLEZ, Camilo Hernán Cruz. Planes de seguridad del agua. Fundamentos y perspectivas de implementación en Colombia. **Revista Ingeniería e Investigación**. v. 29 n. 3, 79-85, 2009.

VIEIRA, J .M.P.; MORAIS, C. Manual para a elaboração de planos de segurança da água para consumo humano. Ninho: **Instituto Regulador de Águas e Resíduos**, Universidade do Ninho: (Série Guias Técnicos, 7) v. 1, 175p, 2005.

VIEIRA, J. M. P.; MORAIS, C. M. G. D.; VALENTE, J. C. T.; PEIXOTO, F. M. S. P.M. Experiência da aplicação do plano de segurança da água nas águas do Cávado, S.A. **Engenharia Civil**, UM, n. 33, p. 5-16, 2008.

VIEIRA, J. M. P. Uma abordagem estratégica para a implementação de Planos de Segurança da Água à escala nacional. **Revista Água & Resíduos**, [pdf] Setembro a Dezembro 2010, pp. 4-13.

VIEIRA, J.M.P. Plano de segurança da água em mananciais de abastecimento de água para consumo humano. *Gesta*, v. 1, n. 1 – Vieira, p. 081-091, 2013 – ISSN: 2317-563X

VILJOEN F. C. The World Health Organization’s water safety plan is much more than just an integrated drinking water quality management plan. **Water Science & Technology – WST**, v.61, n.1, 2010.

WHO. World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality**. Genebra: WHO. Third edition, 2004.

WHO. World Health Organization. **Water safety plans. Managing drinking water quality from catchment to consumer**. Genebra: WHO, 2005.

WHO - World Health Organization ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.
Guías para La Calidad Del Agua Potable - Primer Apéndice a la Tercera Edición.
V. 1. Recomendaciones. Ginebra-Suiza: WHO, 2006

WHO. World Health Organization **Safer water, better health: costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health.** Ginebra: WHO, 2008.

WHO. World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality.** Ginebra: WHO. Fourth edition, 2011.

ANEXO

Parecer Favorável do Comitê de Ética.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS – UFG

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Diagnóstico das condições de saneamento básico de 21 municípios do Estado de Goiás operados pelas prefeituras. Proposição de Plano de Segurança da Água para sistemas de abastecimento municipais goianos.

Pesquisador: Paulo Sergio Scalize

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 18845313.0.0000.5083

Instituição Proponente: Escola de Engenharia Civil

Patrocinador Principal: FUNDACAO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE GOIAS

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 391.907

Data da Relatoria: 02/09/2013

Apresentação do Projeto:

Título da Pesquisa: Diagnóstico das condições de saneamento básico de 21 municípios do Estado de Goiás operados pelas prefeituras - Proposição de Plano de Segurança da Água para sistemas de abastecimento municipais goianos.

Pesquisador: Paulo Sergio Scalize

Submetido em: 27/08/2013

Instituição Proponente: Escola de Engenharia Civil

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar as condições de saneamento abordando as vertentes: abastecimento de água, esgotamento

sanitário, manejo de águas pluviais, manejo de resíduos sólidos urbanos e resíduos de serviço de saúde

nos municípios do Estado de Goiás gerenciados pelas Prefeituras municipais e propor um Plano de

Segurança da Água (PSA) para um dos Sistemas de Abastecimento Água (SAA) analisados.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo o pesquisador o risco aos sujeitos da pesquisa é a exposição da imagem do gestor municipal ou responsável técnico devido à presença marcante de interesses políticos que permeiam a realidade da gestão administrativa dos serviços públicos. Dessa forma, ainda segundo o pesquisador, será facultado ao gestor, por meio do TCLE, a divulgação ou não da sua identidade, bem como do município. Quanto aos benefícios, o pesquisador diz que os sujeitos da pesquisa não terão benefícios diretos e imediatos,

porém indiretamente a pesquisa subsidiará a criação de políticas públicas que influenciarão na melhoria da qualidade de vida da população.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Segundo o pesquisador será realizada uma análise das condições de saneamento básico dos 21 municípios operados pelas Prefeituras por meio de uma abordagem qualiquantitativa. A avaliação quantitativa será realizada com o cálculo do Indicador de Salubridade Ambiental - ISA, em cada município, composto por subindicadores coletados durante a realização de visitas técnicas exploratórias e aplicação de questionários temáticos junto aos gestores ou responsáveis técnicos dos sistemas de saneamento. A avaliação qualitativa se dará por meio do levantamento do índice de satisfação dos consumidores avaliados a partir de questionários aplicados junto a população de cada município, e por meio da elaboração de diagnóstico. Além da análise do saneamento básico, será realizada uma pesquisa aprofundada quanto ao gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde, abrangendo os aspectos relativos à segregação, acondicionamento, armazenamento interno e externo, transporte, tratamento e disposição final, por meio da aplicação de questionários aos gestores ou responsáveis técnicos das unidades de saúde municipais e em seguida os resultados serão analisados frente as leis e normas aplicáveis. Cada visita levará de um a dois dias e, em alguns dos municípios poderá ser necessária mais de uma visita em função do tamanho e possível dificuldade em obtenção das informações. Os sujeitos da pesquisa serão gestores dos órgãos responsáveis pela gestão dos serviços de saneamento básico do município e consumidores. Serão aplicados questionários a cerca de 800 pessoas sendo, 63 gestores e 737 pessoas da população em geral. A data prevista para a coleta de dados é de 02/09/2013 a 31/10/2013.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatórios constam no protocolo apresentado e estão de acordo com a legislação pertinente.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considera-se este protocolo de pesquisa smj aprovado

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Enviar relatórios parcial e final.

GOIANIA, 11 de Setembro de 2013

Assinado por:
João Batista de Souza
(Coordenador)

APÊNDICE 1: Questionários aplicados aos gestores dos sistemas de saneamento

**LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES - SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA (SAA)**

1.0 IDENTIFICAÇÃO DO MUNICÍPIO

1.1 Município	
1.2 Número de habitantes em ambiente urbano	
1.3 Número de habitantes em ambiente rural	
1.4 Total de habitantes	

2. CARACTERIZAÇÃO DA OPERADORA DO SAA

2.1 Nome da Operadora do SAA	
2.2 Responsável pela operação do SAA	☐ Prefeitura Municipal ☐ Autarquia Municipal ☐ Empresa Municipal ☐ Empresa Estadual ☐ Secretaria Municipal ☐ Departamento ☐ Outro _____
2.3 Lei, Decreto ou Similar que regulamenta gestão do SAA	
2.4 Endereço	
2.5 Telefone	
2.6 E-mail	
2.7 Responsável técnico pelo SAA	Presidente: Escolaridade: Coordenador Administrativo/: Escolaridade: Coordenador Operacional: Escolaridade:

	Responsável pela qualidade da água: Escolaridade:
2.8 Profissional responsável pelo preenchimento do questionário	
2.8.1 Escolaridade	
2.8.2 Atribuição	
2.8.3 Telefone de contato e e-mail	
2.9 Data de Preenchimento	

3. POPULAÇÃO ATENDIDA PELO SAA, MEDIÇÃO E VALOR COBRADO PELA ÁGUA OFERTADA

3.1 População atendida pelo SAA em área urbana OBS: Caso haja porcentagem exata informar o valor nos parênteses	☐ Total ☐ Nenhuma ☐ < 25% ☐ 26 – 50% ☐ 51 – 75% ☐ >75%
3.2 Volume de água produzido (m³/ano)	
3.3 Índice de perda de água no sistema (%) Como este valor foi obtido?	
3.3.1 Local em que há maior índice de perda de água no sistema	
3.3.2 Existe(m) programa(s) de prevenção(ões) para reduzir(em) as perdas do sistema	☐ Sim Qual? ☐ Não. Por quê?
3.4 Número de ligações	☐ Ativas. Quantas?

	() Inativas. Quantas?
3.4.1 Ligações Padronizadas	() Sim. Qual o modelo utilizado _____ () Não () Parcialmente. Qual o modelo utilizado _____
3.4.2 Número de imóveis não atendidas	
3.5 Método utilizado para realizar medição de água consumida	() Hidrômetro () Outro _____ () Não faz
3.5.1 Responsável pela compra dos hidrômetros	() Próprio consumidor () Órgão responsável pelo SAA () Outro _____
3.5.2 Responsável pela instalação dos hidrômetros	() Próprio consumidor () Funcionário do órgão responsável pelo SAA () Empresa terceirizada _____
3.5.3 Laboratório responsável pela verificação do desempenho e manutenção dos hidrômetros	() Fabricante do hidrômetro () Órgão responsável pelo SAA () Empresa terceirizada _____ () Outro
3.6 Volume de água micromedido (m³/ano)	Total _____ Residencial _____ Industrial _____ Comercial _____ Pública _____
3.7 Volume de água faturado (m³/ano)	Total _____ Residencial _____ Industrial _____ Comercial _____ Pública _____

4. DESCRIÇÃO DO SAA

4.1 Fonte de abastecimento de água	() Águas superficiais (manancial) () Águas subterrâneas
------------------------------------	--

	() Outro
4.2 Tipos de Tratamento	☐ Tratamento convencional ☐ Tratamento não- convencional. Especificar () Outro ☐ Sem nenhum tratamento
4.3 Tipos de captação	☐ Superficial. Nome e classificação do corpo hídrico conforme CONAMA 357/2005: ☐ Poço profundo: Qual aquífero _____ ☐ Poço raso ☐ Outro _____
4.3.1 São realizadas análises prévias da(s) água(s) do(s) manancial(ais)	☐ Sim ☐ Não
4.3.2 Proteção do Manancial: Presença de APP	☐ Total ☐ Nenhuma ☐ < 25% ☐ 26 – 50% ☐ 51 – 75% ☐ >75%
4.3.2.1 Se parcial, há presença de:	☐ Animais domésticos ☐ Área de captação cercada/protegida ☐ Lançamento de esgotos domésticos ☐ Atividades agropecuárias ☐ Outros _____
4.4 Ano de início de exploração do manancial(ais)	
4.5 Coordenadas geográficas do local de captação	
4.6 Vazão do manancial	☐ $Q_{7,10}$ ☐ Q_{90}
4.7 Adução (água bruta) – percentual de cada um	☐ Recalque/Bombeamento ☐ Gravidade

4.7.1 Característica da adutora de água bruta	Diâmetro _____ Extensão _____ Material _____ Ano de construção _____
4.8 Tipos de bombas	
4.8.1 Número de bombas operando	
4.9 Número de bombas em reserva	
4.10 Presença de Estação de Tratamento de Água – ETA	☐ Sim ☐ Não
4.11 Ano de início de operação da ETA	
4.11.1 Modificação do projeto da ETA ao longo dos anos	☐ Sim. Especificar _____ ☐ Não
4.12 Tempo de funcionamento diário	
4.13 Capacidade Nominal (L/s)	
4.14 Medição de Vazão – método utilizado	☐ Calha Parshall ☐ Medidor Ultrassônico ☐ Outros _____ ☐ Sem medição
4.15 Etapas da ETA	☐ Coagulação ☐ Floculação ☐ Decantação ☐ Filtração ☐ Desinfecção ☐ Fluoretação ☐ Correção de pH ☐ _____) Outros
4.15.1 Coagulação – agente(s) coagulante(s)	

4.15.2 Floculador	Tipo _____ Capacidade _____ Quantidade _____ Ano de construção _____ Tempo de detenção _____
4.15.3 Decantador	Tecnologia _____ Tipo de limpeza _____ Capacidade _____ Quantidade _____ Ano de construção _____ Tempo de detenção _____
4.15.4 Filtros	Tipo _____ Tipo de lavagem _____ Área de filtração _____ Quantidade _____ Ano de construção _____ Capacidade _____ Material(s) filtrante(s) _____
4.15.5 Desinfecção	Agente(s) desinfetante(s) _____ Dosagem _____ Método de aplicação _____
4.15.6 Fluoretação	Produto químico utilizado _____ Dosagem _____ Método de aplicação _____
4.15.7 Presença de laboratório	() Sim () Não. Como é feito _____
4.15.8 Se sim, quais as análises são realizadas em laboratório e qual a frequência delas	() Parâmetros Físicos Quais? _____

	☐ Parâmetros Químicos Quais? _____ ☐ Parâmetros Biológicos Quais? _____
4.15.9 Análises realizadas diariamente	
4.15.10 Análises realizadas semanalmente	
4.15.11 Análises realizadas trimestralmente	
4.15.12 Análises terceirizadas	
4.15.13 Reservatórios para distribuição	Quantidade _____ Tipo _____ Material _____ Volume _____ Tipo de lavagem _____ Controle de nível (visual ou sensor) _____ Ano de construção _____
4.15.14 Presença de vazamento no(s) reservatório(s)	☐ Sim ☐ Não
4.15.16 Os resíduos gerados do processo (ETA) são tratados e/ou reutilizados	☐ Sim Como? _____ ☐ Não
4.15.17 Existe algum projeto futuro para o tratamento e/ou reutilização dos resíduos gerados	☐ Sim Qual? _____ ☐ Não
4.16 Adução (água tratada) - percentual	☐ Recalque/Bombeamento ☐ Gravidade

4.16.1 Adutora de água tratada	Diâmetro _____ Extensão _____ Material _____ Ano de construção _____
4.17 Tipos de Bombas	
4.18 Número de Bombas Operando	
4.19 Número de Bombas em Reserva	
4.20 Início de Operação do sistema de Adução (água tratada)	
4.21 Rede de distribuição	Extensão _____ Diâmetro _____ Material _____ Idade _____
4.21.1 Presença de pontos de coleta de água na rede de distribuição	() Sim Local(is) _____ () Não. Como é realizada a coleta _____
4.21.2 Após a manutenção corretiva da rede (vazamento por exemplo), como feita sua limpeza?	
4.22 Registro de vazamento e manutenção na rede	() Sim () Não
4.23 Controle do cloro residual na água de abastecimento (amostras/ano)	() Sim () Não Quantas? _____
4.24 Análise da turbidez na rede (amostras/ano)	() Sim () Não Quantas? _____

4.25 Análise microbiológica na rede (amostras/ano)	☐ Sim ☐ Não Quantas? _____
--	--

5. QUALIDADE E SEGURANÇA DA ÁGUA

5.1 Atende a Portaria 2914/2011	☐ Sim ☐ Não ☐ Parcialmente. Como? _____
5.2 Cumpre o Decreto 5440/2004	☐ Sim ☐ Não
5.3 A ETA possui Licença de Instalação e Operação	☐ Sim Vigência _____ ☐ Não
5.4 Presença de profissional responsável pela segurança do trabalho no SAA	☐ Sim ☐ Não. Como é feito _____
5.5 Identificação de perigos no SAA	☐ Sim Como é feito e atualizado _____ ☐ Não
5.6 Caracterização dos riscos presentes no SAA	☐ Sim Como é feito e atualizado _____ ☐ Não
5.7 Identificação e avaliação de medidas de controle no SAA	☐ Sim Como é feito e atualizado _____ ☐ Não
5.8 Limites críticos no SAA	☐ Sim Como é feito e atualizado _____ ☐ Não

5. 9 Procedimentos de monitoramento do SAA	☐ Sim Como é feito e atualizado ☐ Não
5.10 Ações corretivas	☐ Sim Como foram e/ou são feitas ☐ Não
5.11 Procedimento para gestão de rotina	☐ Sim. Como é feito e atualizado ☐ Não
5.12 Procedimento adotado para gestão em condições excepcionais (emergencial)	☐ Sim. Como é feita? ☐ Não
5.13 Documentos e protocolo de comunicação	☐ Sim. Como é feito ☐ Não
5.14 Projeto de Educação Ambiental em parceria com outras secretarias	☐ Sim. Como é feito ☐ Não

6. PLANO DE SANEAMENTO

6.1 O município possui Plano Municipal de Saneamento Básico, elaborado nos termos estabelecidos na lei 11.445/2007	☐ Sim ☐ Não ☐ Em elaboração ☐ Informação não disponível
6.2 Caso sim, quando foi concluído e qual a sua vigência	
6.3 Em relação aos serviços de água e esgotos indicar quais são abrangidos pelo Plano?	☐ Abastecimento de água ☐ Esgotamento sanitário

	☐ Drenagem ☐ Resíduos Sólidos
6.4 As metas do Plano para o abastecimento de água estão sendo alcançadas?	☐ Sim ☐ Não. Por quê? _____
6.5 Vigência do Plano	

7. INFORMAÇÕES PARA COMPOSIÇÃO DO ISA

7.1 Indicador de abastecimento de água	Número de domicílios urbanos atendidos (públicos e particulares) - (DUA) _____ Número de domicílios urbanos totais - (DUT) _____
7.2 Indicador da qualidade da água distribuída (IQA)	Número de amostras realizadas (k1) _____ Número mínimo de amostras a serem efetuadas pelo SAA (k2) _____ Quantidade de amostras consideradas de água potável com relação a colimetria, ao cloro residual e a turbidez – (NAA) _____ Quantidade de amostras realizadas – (NAR) _____
7.3 Indicação de saturação do sistema produtor (ISA)	Número de anos em que o sistema de abastecimento ficará saturado (n) e o tipo de sistema utilizado _____

APÊNDICE 2: MATRIZ DE RISCO