



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA POLITÉCNICA & ESCOLA DE QUÍMICA
PROGRAMA DE ENGENHARIA AMBIENTAL

PLÍNIO CARLOS DA SILVA

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE
ITAIPAVA/RJ, VISANDO A IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA DA
ÁGUA.

Rio de Janeiro - Brasil

2013



ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE
ITAIPAVA/RJ, VISANDO A IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA DA
ÁGUA.

**Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Engenharia Ambiental, Escola
Politécnica & Escola de Química da
Universidade Federal do rio de janeiro, como
parte dos requisitos necessários à obtenção do
título de Mestre em Engenharia Ambiental.**

Rio de Janeiro – Brasil

2013

Silva, Plínio Carlos da.

ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ITAIPAVA/RJ, VISANDO A IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA.. Plínio Carlos da Silva. – 2013.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2013.

Orientador: Iene Christie Figueiredo

1. Saúde Pública. 2. Controle de Qualidade da Água. 3. Vigilância da Qualidade da Água. 4. Plano de Segurança da Água. I. Figueiredo, Iene Christie. II. Silva, Plínio Carlos da. III. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Escola Politécnica & Escola de Química. IV. Título.

PLÍNIO CARLOS DA SILVA



**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE
ITAIPAVA/RJ, VISANDO A IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE SEGURANÇA DA
ÁGUA.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica & Escola de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Dedico este trabalho a vocês que me amam e sempre me apoiaram, rezaram e trabalharam muito para que eu pudesse realizá-lo, meus pais, Antonio Carlos e Enoína Silva e minha querida irmã Priscilla Santos. A você Josielma, companheira no amor, na vida e nos sonhos, que sempre me apoiou nas horas difíceis e compartilhou comigo as alegrias.

Dedico-o, também, à minha filha Maria Eduarda, que deu um sentido especial à minha existência e me tem proporcionado grandes momentos de alegria

AGRADECIMENTO

A Deus meu pai maior, agradeço-te o haveres permitido eu saísse vitorioso da luta que acabo de sustentar.

A Prof^a Iene Christie Figueiredo, pelo voto de confiança e direção oferecidos durante a orientação da dissertação.

À Águas do Imperador, na pessoa dos Senhores Alberto Dias de Souza Costa, Coordenador de Operações e Marcio Salles Gomes superintendente, por toda disponibilidade e contribuição dispensada.

Aos caríssimos professores do curso, pela dose de sabedoria dispensada para nos alunos.

Aos colegas de mestrado, pela troca de experiências e também pelo incentivo mútuo durante o curso, muito importante para dar a força e energia necessárias.

Aos meus amigos e familiares.

MUITO OBRIGADO.

Se caíres; ergue-te e anda.
Caminha para frente.

Regressa aos teus deveres
E esforça-te a cumpri-los.

Ora, pedindo a Deus;
Mais força para a marcha.

Muitas vezes, a queda;
É uma lição de vida.

Quem cai sente o valor
Do perdão aos caídos.

O futuro te espera...
Segue e confia em Deus.

Emmanuel

RESUMO

SILVA, Plínio Carlos da. Avaliação dos sistemas de vigilância e controle de qualidade da água nos termos da portaria MS nº 2914/2011, com vistas à implantação do Plano de Segurança da Água. Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (mestrado) – Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica e Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

Palavras - chave: Saúde Pública, Controle de Qualidade da Água, Vigilância da Qualidade da Água, Plano de Segurança da Água.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1	A QUALIDADE DA ÁGUA E SEUS REFLEXOS EM SAÚDE PÚBLICA	7
2.1.1	Distribuição da água na terra, ciclo hidrológico da água, rotas de uso e disposição da água.....	12
2.1.2	Doenças de origem e transmissão hídrica	15
2.2	CONTROLE E VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	110
2.2.1	Aspectos conceituais.....	22
2.2.2	Ferramentas de implantação do controle e vigilância de qualidade da água para consumo humano.....	25.
2.2.3	Programa de Ação do Controle e Vigilância da Qualidade da Água – VIGIAGUA.....	11
2.3	EVOLUÇÃO TÉCNICA DE CRITÉRIOS E NORMAS RELATIVOS À POTABILIDADE DA ÁGUA	34
2.3.1	O processo de normatização e regulação da qualidade da água para o consumo humano no Brasil.....	41
2.4	O PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA COMO FERRAMENTA DE CONTROLE E VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA E AMBIENTAL	44
2.4.1	Aspectos conceituais e metodológicos	49
2.4.2	Evolução dos princípios normativos do Plano de Segurança da água atuantes na legislação brasileira	
2.5	O SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO COMO INDICADOR DE APLICABILIDADE E CUMPRIMENTO DA NORMA DE POTABILIDADE DA ÁGUA	50
3	OBJETIVOS.....	53
3.1	Objetivos gerais	53

3.2	Objetivos específicos	
4	JUSTIFICATIVA	
5	METODOLOGIA.....	
6.	Materiais e métodos	
6.1	Descrição do sistema de abastecimento – Sistema Itaipava (águas do imperador)	
6.2	Descrição geral da área em estudo - Localização e caracterização da bacia do santo Antonio	
6.3	Avaliação do sistema	
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	49
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

1 INTRODUÇÃO

Fatores naturais e principalmente antropogênicos podem impactar no aumento da carga de poluentes presentes em corpos hídricos, principalmente àqueles destinados a produção de água para consumo humano. O que torna imprescindível, como a muito conhecido, a necessidade de implantação de técnicas de tratamento visando à adequação da qualidade da água bruta em termos de saúde pública.

Para tanto se faz necessário o monitoramento da qualidade da água, feito através da análise de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos; que mensuram os diversos aspectos referentes à tratabilidade de água. Nesse contexto insere-se a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, estabelecadora dos procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, bem como seu padrão de potabilidade.

Abordando os conceitos de garantia do controle da qualidade, isso no ponto de vista do saneamento e saúde ambiental, o controle laboratorial feito através da comparação de valores paramétricos, como previsto na legislação em vigor torna se insuficiente para garantir a segurança da água para consumo humano, evidenciando assim a necessidade da adoção de medidas que vão além dessa análise de conformidade, buscando assim mitigar os efeitos danosos do crescimento da produção e consumo de substâncias químicas e atenuação de seus prováveis danos oriundos da incapacidade de controle ambiental.

Ferramenta conceitualmente presente na legislação brasileira (Bastos *et al*, 2007), o Plano de Segurança da Água objetiva a garantia da segurança (qualidade) da água produzida; baseado na prevenção da ocorrência de perigos e na busca de ações corretivas para os desvios identificados, garantindo que esse bem chegue seguro às mãos do consumidor. Este sistema é baseado nas Boas Práticas de Fabricação, que são um conjunto ações e critérios que objetivam promover adequações técnicas e operacionais ao processo de produção visando à qualidade, segurança de uso e eficácia nos produtos e serviços em questão. Seus conceitos e ferramentas encontram se incorporados há muito em diversos outros setores produtivos.

Recomendado pela Organização Mundial de Saúde, através do *Guidelines For Drinking-Water Quality* (WHO, 2004) as entidades gestoras de sistemas de

abastecimento público de água, o Plano de Segurança da Água é estruturado a partir da adoção de ferramentas de avaliação e gerenciamento de riscos o qual por sua vez são introduzidos a partir dos conceitos de boas práticas e de múltiplas barreiras assim como a metodologia de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

Seguindo a recomendação da OMS a Portaria MS nº 2914/2011 recomenda a implantação do plano de segurança da água pelos responsáveis pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano e torna mais exigentes os padrões de qualidade o que incita a necessidade de incorporação o que há de mais recente no conhecimento técnico – científico; para o cumprimento das exigências de qualidade da água. Por esse aspecto; a discussão sobre os impactos técnicos operacionais ao controle de qualidade da água torna-se fundamentais para a implementação e adequação dos aspectos estruturais e operacionais solicitados na referida portaria.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A qualidade da água e seus reflexos em saúde pública

2.1.1 Distribuição da água na terra, Ciclo hidrológico da água, rotas de uso e disposição da água.

A área superficial da terra é ocupada com cerca de 71% de água; em termos volumétricos aproximadamente 97,5 % desse montante está disposto nos oceanos; os demais percentuais estão caracterizados como água doce; esses alocados em geleiras e calotas polares, rios e lagos contudo somente uma pequena parcela de água doce, em estado líquido, está disponível para o consumo humano, não obstante, parte desse total não é integralmente aproveitada por questão de inviabilidade técnica, econômica e financeira.

Quadro 1 – Distribuição de água na terra.

Distribuição da água doce na terra	Percentual
Geleiras	1,979%
Água subterrânea	0,514%
Rios e lagos	0.006 %
Atmosfera	0.001 %

Verificamos então a coexistência da água na natureza em todos os três estados físicos, o qual interagem entre si através de uma constante mudança de fase dos constituintes das porções de água na terra. Fenômeno de ocorrência global e natureza fechada, impulsionado pela ação dos ventos e fundamentalmente pela incidência de raios solares, o ciclo hidrológico da água trata da movimentação da água e troca de

estados físicos entre os componentes da Hidrosfera; oceanos, calotas de gelo, águas superficiais, águas subterrâneas e a atmosfera terrestre.

Os processos de Precipitação, Infiltração, Escoamento superficial, Evaporação, Transpiração, Evapotranspiração (transpiração) e Condensação estão envolvidos no mecanismo de transferência de água, a quantidade de água e a velocidade com que ela circula nas diferentes fases do ciclo hidrológico são influenciadas por diversos fatores geográficos e ambientais; como, por exemplo, a cobertura vegetal, altitude, topografia, temperatura, tipo de solo e geologia.



Figura 1 – Ciclo hidrológico (Von Sperling, 2005).

Além do ciclo de ordem global (ciclo hidrológico) verificamos a ocorrência de ciclos internos ou de ordem local (figura 3) que ocorrem sob os limites da bacia hidrográfica em que a água permanece na sua forma líquida, porém tem sua qualidade modificada em função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica (modificação por fatores antropogênicos). Essa modificação da qualidade das águas sugere de imediato uma adequação a qual por sua vez ocorrerá em função do uso previsto, isso determina parâmetros de caracterização como os de águas de abastecimento (padrão de potabilidade), águas residuárias (padrão de corpos d'água e padrão de lançamento), mananciais e corpos receptores.

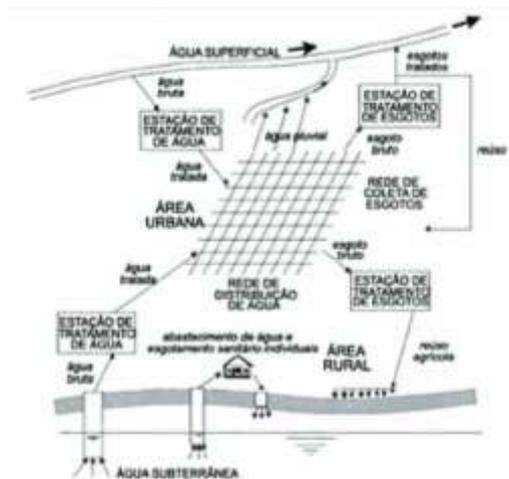


Figura 2 – Rotas do uso da água (Von Sperling, 2005)

2.1.2 Doenças de origem e transmissão hídrica.

A análise qualitativa e quantitativa das impurezas encontrados na água expressa através dos parâmetros físicos, químicos e biológicos; mensuram o grau de poluição e contaminação da água. As utilizações da água fora dos padrões de qualidade higiênico-sanitária recomendada pelos órgãos competentes de sua regulamentação aumentam consideravelmente os riscos à saúde, pois expõem a população a doenças relacionadas com a água.

As doenças de transmissão hídrica são aquelas em que a água atua como veículo do agente infeccioso, em agente mecânico de transporte, sendo contaminada por agentes biológicos como os vírus, bactérias, fungos, protozoários e helmintos. Consideram-se também as doenças em que insetos (vetores) necessitam da água em seu ciclo biológico; leva-se em conta também as doenças causadas por substâncias químicas tóxicas, orgânicas ou inorgânicas, presentes na água em concentrações inadequadas, em geral superiores às especificadas nos padrões para águas de consumo humano. Essas substâncias podem existir naturalmente no manancial ou resultarem da poluição causada pelo lançamento de efluentes de esgotos industriais.

Nas doenças de transmissão hídrica os microrganismos patogênicos atingem a água através de excretas de pessoas ou animais infectados, causando problemas

principalmente no aparelho gastrointestinal do homem. As doenças de veiculação hídrica surgem pela ingestão direta de água contaminada (dessedentação), pela utilização na agricultura assim como na preparação de alimento; a higiene pessoal e as atividades de lazer podem disseminar doenças quando se utiliza de água de má qualidade.

Essas doenças têm uma maior incidência em localidades que apresenta baixos índices sociais e econômicos, sendo em muitas delas uma das principais causas de morte; com destaque para a amebíase, giardíase, gastroenterite, hepatite infecciosa, cólera, febres tifóide e paratifoide; a esquistossomose, ascaridíase, teníase, oxiuríase e ancilostomíase (amarelão), são as verminoses de maior ocorrência na população, assim como as doenças transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* como a dengue, a febre amarela e a malária.

As doenças de veiculação hídrica estão diretamente relacionadas a problemas ambientais como a urbanização e à falta de destino correto para as águas residuais. Ainda, o desconhecimento ou a falta de prática de bons hábitos de higiene aumentam a lista dos fatores associados à transmissão dessas doenças. A resolução dessa problemática se estabelece a partir relação da gestão de recursos hídricos, do controle da poluição hídrica principalmente a que concerne ao abastecimento de água e a adequada disposição sanitária de excretas, assim como a educação sanitária e ambiental.



Figura 3 – Interfaces do saneamento ambiental com a gestão de recursos hídricos e com a saúde pública (Libanio, 2006).

Transmissão	Doença	Agente patogênico	Medida
Pela água	Cólera	Vibrio cholerae	- Implantar sistema de abastecimento e tratamento de água, com fornecimento em quantidade e qualidade para consumo humano, uso doméstico e coletivo. -Proteção de contaminação dos mananciais e fontes de água.
	Febre tifóide	Salmonella typhi	
	Leptospirose.	Leptospira interrogans	
	Giardiase	Giardia lambia	
	Amebíase	Entamoeba histolytica	
	Hepatite infecciosa	Hepatite vírus A	
	Diarréia aguda	Balantidium coli, Cryptosporidium, Bacillus cereus, S. aureus, Campylobacter, E. coli enterotoxogênica e enteropatogênica, Shigela, Yersinia enterocolitica, Astovirus, Calicivirus, Norwalk, Rotavirus A e B.	
Pela falta de limpeza e higienização com a água.	Escabiose	Sarcoptes scabiel	- Implantar sistema adequado de esgotamento sanitário. - Instalar abastecimento de água preferencialmente com encanamento no domicílio - Instalar melhorias sanitárias domiciliares e coletivas. - Instalar reservatório de água adequado com sistemática.
	Pediculose	Peduculus humanus	
	Tracoma	Clanydia trachoma	
	Conjuntivite bacteriana aguda	Heamophilus aegyptius	
	Salmonelose	Salmonella typhimurium	
	Tricuríase	Trichuris trichiura	
	Enterobiase	Enterobius vermiculares	
	Encilostomíase	Ancylostoma duodenale	
Através de vetores que se relacionam com a água	Ascariíase	Ascaris lumbricoides	- Eliminar o aparecimento de criadouros com inspeção sistemática e medidas de controle (drenagem, aterro e outros) - Dar destinação final adequada aos resíduos sólidos.
	Malária	Pasmodium vivax, P. malarie e P. falciparum	
	Dengue	Brupo B dos arborvírus.	
	Febre amarela	RNA vírus	
Associada a água	Filariíase	Wuchereria bancrofti	- Controle de vetores e hospedeiros intermediários.
	Esquistossomose	Schistosoma mansoni	

A Tabela 1 - Relação das doenças relacionadas com o abastecimento de água, os agentes patogênicos e as medidas de correlação necessárias.

2.2 CONTROLE E VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

2.2.1 Aspectos conceituais

Do ponto de vista sócio-ambiental o termo qualidade de vida pode ser compreendido como a relação entre saneamento, saúde pública e o meio ambiente, assim como leva em consideração a OMS (organização mundial da saúde), segundo a qual “saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeito deletério sobre o seu bem-estar físico, mental ou social”. Isso evidencia que a atividade humana, ao modificar o meio ambiente, fazendo uso não sustentável dos recursos naturais disponíveis degradará os sistemas físico-biológico e social propiciando condições favoráveis para a ocorrência de doenças e como consequência o baixo nível de qualidade de vida de forma geral. Os problemas sanitários que atingem a população, relacionados com a degradação meio ambiente, sugerem a adoção de instrumento de promoção à saúde; e isso ocorrerá através do uso de instrumentos tecnológicos, políticos e gerencias.

Nesse contexto surgem os termos controle e vigilância no que se refere ao tratamento de água; o primeiro trata do conjunto de atividades exercido pelo responsável do sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água na verificação e manutenção da potabilidade da água; quanto ao termo vigilância, esse suscita a conjunto de ações adotadas pela autoridade de saúde pública na verificação do atendimento a portaria vigente. Em suma a vigilância e o controle da qualidade da água para consumo humano compreendem, fundamentalmente, atividades exercidas de forma contínua pela autoridade de saúde pública e responsável pelo controle (prestadores de serviço), incluindo inspeções sanitárias dos mananciais e sistemas de abastecimento de água, coletas e análises dos parâmetros relacionados com a potabilidade da água para consumo humano. Segundo Brasil (2006), o controle diferencia-se da vigilância na responsabilidade institucional, na forma de atuação e intervenção, na aplicação de planos de amostragem da água, na interpretação e aplicação dos resultados, mas devem atuar de forma harmônica no planejamento e implementação das respectivas ações. As ações de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano devem ter um caráter amplo e dinâmico; abrangendo os conceitos de avaliação de risco onde se requer

o acompanhamento sistêmico do tratamento e qualidade da água, do manancial ao consumo.

O conceito de vigilância e seus usos na saúde pública se revestem de relevância a partir das discussões promovidas por Alexander Langmuir e Karel Raska considerado um dos principais mentores e difusores da vigilância como instrumento de saúde pública (Waldman,1998).

2.2.1.2 Ferramentas de Implantação do Controle e Vigilância de Qualidade da Água para Consumo

De forma geral as atividades de controle da qualidade da água para consumo humano devem assegurar que a água fornecida à população apresente qualidade compatível com os padrões estabelecidos na legislação, quanto a isso se desenvolvem pesquisas em todo o mundo, inclusive no Brasil, direcionadas à inovação e otimização das técnicas de tratamento de água e à busca de indicadores adequados da qualidade da água para consumo humano.

O controle e vigilância de qualidade da água podem ser encarados como uma ferramenta da garantia do controle da qualidade a qual aborda a assunto de maneira preventiva e holística; baseado na prevenção da ocorrência de perigos e na busca de ações corretivas para os desvios identificados, garantindo que esse bem chegue seguro às mãos do consumidor. As ações de vigilância pretendem identificar e mitigar os riscos potenciais a saúde humana, atuado de forma freqüente e continuada em todo sistema de tratamento de água. De todo modo a dinâmica da captação, tratamento e distribuição de água trazem por si só dificuldade na previsibilidade pretendia nas ações de vigilância e controle; isso por que a água é captada, distribuída e consumida ao mesmo tempo em que o monitoramento é realizado. Nesse sentido as metodologias que apontam (qualitativamente e quantitativamente) de forma rápida, segura e objetiva os potenciais fatores de risco ganham destaque nas ações possivelmente tomadas pelos responsáveis do sistema de tratamento de água como um todo. Nesse âmbito, podemos citar a utilização da metodologia de Avaliação de Risco, que consiste na caracterização e estimativa, quantitativa tanto como qualitativa, dos potenciais efeitos adversos à saúde devido à exposição de indivíduos e populações a fatores de risco físicos, químicos e

agentes microbianos assim como diversas situações ou eventos cotidianos ou excepcionais.

Seus conceitos e ferramentas encontram-se incorporados em diversos outros setores produtivos, e desta forma quando aplicada à qualidade da água para consumo humano, essa considera a água tratada como produto que assim como os outros bens de consumo são obtidos através de sucessivas etapas de produção.

A Análise de Risco compõe-se a partir do desenvolvimento coordenado dos procedimentos de Avaliação de Risco, Gerenciamento de Risco e Comunicação de Risco. A aplicação de princípios de avaliação e de gestão de riscos na produção e distribuição de água para consumo humano, baseado em análise e controle de riscos como também em pontos críticos do sistema de abastecimento, surge como uma alternativa viável do ponto de vista técnico e econômico (Souza, 2008). A identificação e quantificação dos fatores, agentes ou situações que podem determinar a ocorrência de eventos indesejáveis (riscos) a saúde humana são os principais objetivos da etapa e são baseados em princípios de toxicologia assim como no conhecimento das propriedades físico-químicas e no comportamento ambiental dos contaminantes. A identificação e quantificação dos riscos subsidiarão a definição dos objetivos a serem atingidos na remediação e das medidas corretivas a serem adotadas. As metodologias existentes de avaliação de risco a saúde humana, seguem, em geral, a desenvolvida pela Agência de Proteção Ambiental Americana, a "United States Environmental Protection Agency - USEPA, em 1991.

O Gerenciamento de Risco trata dos processos de formulação e implantação de medidas e procedimentos corretivos ou preventivos que venham minimizar ou evitar os impactos relacionados aos eventos que aumentem os riscos a saúde humana. Por fim, a Comunicação de Risco pretende informar a população ou grupo exposto a fatores, agentes ou situações, de forma a garantir não apenas o direito à informação, mas também o estabelecimento de medidas de proteção individual, dentre outras (Pádua, 2009). Recomendado pela OMS, e contundentemente explicitado na Portaria MS nº 2914/2011, de que os serviços de vigilância da qualidade da água para consumo realizem sistemática e permanente avaliação de risco de cada sistema de abastecimento de visando aplicação do Plano de Segurança da Água para consumo humano, o PSA insere-se em uma estrutura ampla, a qual está baseada nos princípios e conceitos de

múltiplas barreiras, Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), avaliação e gerenciamento de risco e gestão de qualidade (Bastos et AL,2008)

2.2.1.3 Programa de Ação do Controle e Vigilância da Qualidade da Água – VIGIAGUA.

No que se refere ao acompanhamento qualitativo e quantitativo da aplicação da Norma de Potabilidade da Água Para Consumo Humano, desenvolve-se desde 2003 o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – VIGIAGUA, iniciativa do âmbito do ministério de saúde que tem por objetivo realizar ações de vigilância em saúde ambiental que garantam o acesso à água em quantidade suficiente para a garantia de condições básicas de saúde assim como em termos de qualidade, fornece - lá compatível com o padrão de potabilidade vigente.

Orientado pelo Sistema Único de Saúde o VIGIAGUA propõe ações e estratégias para as autoridades de saúde pública nas três esferas de administração governamental, a atuação do VIGIAGUA abrange todas as formas de abastecimento de água para consumo humano independente da sua natureza ou modalidade de abastecimento, de gestão pública ou privada. Como outrora exposto as ações de vigilância e controle são baseados nas ferramentas de avaliação e gerenciamento de risco ambiental e epidemiológico; suas ações são articuladas através da combinação das forças político-econômicas, institucionais e operacionais (figura 4).

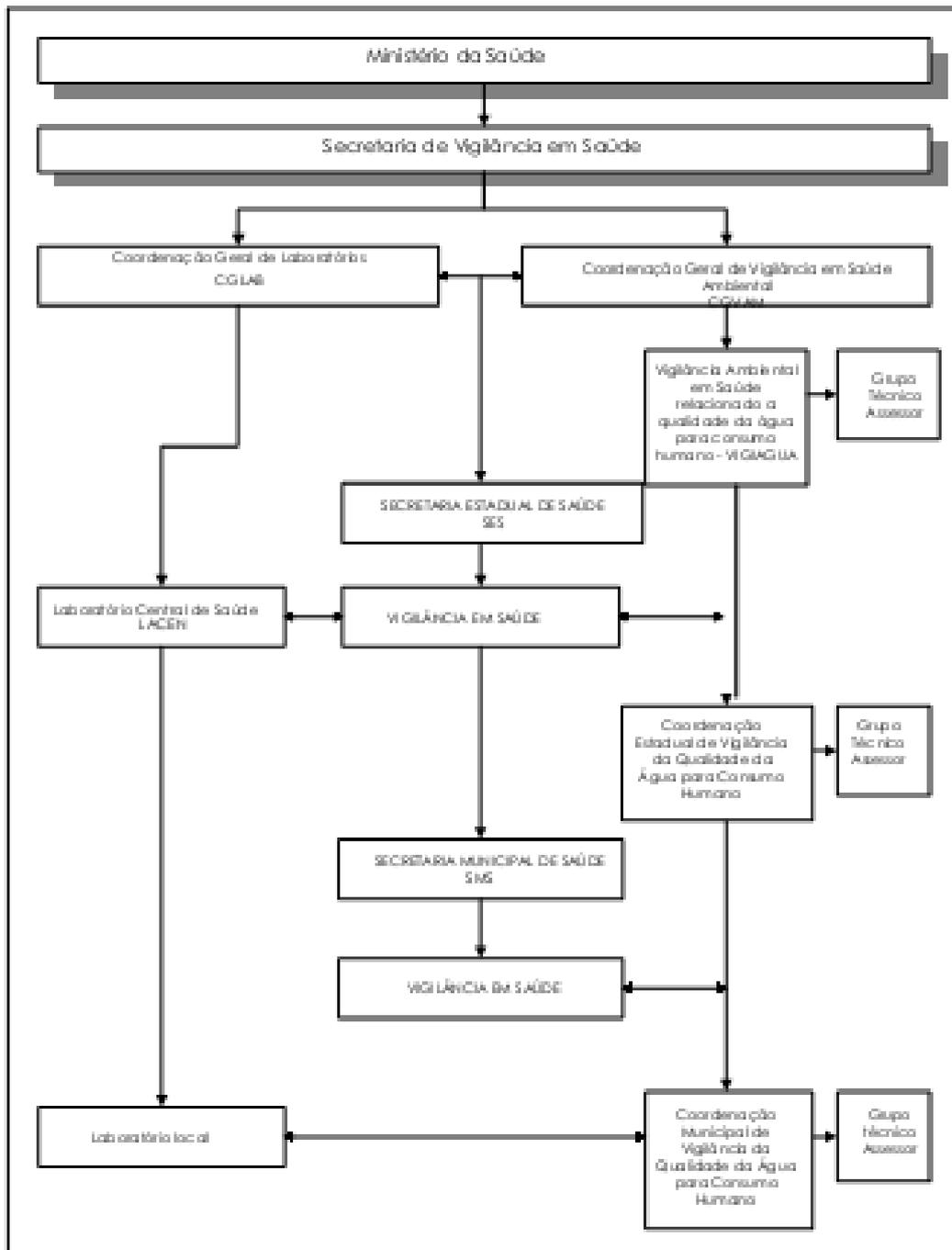


Figura 4 - Organização institucional do Programa de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano

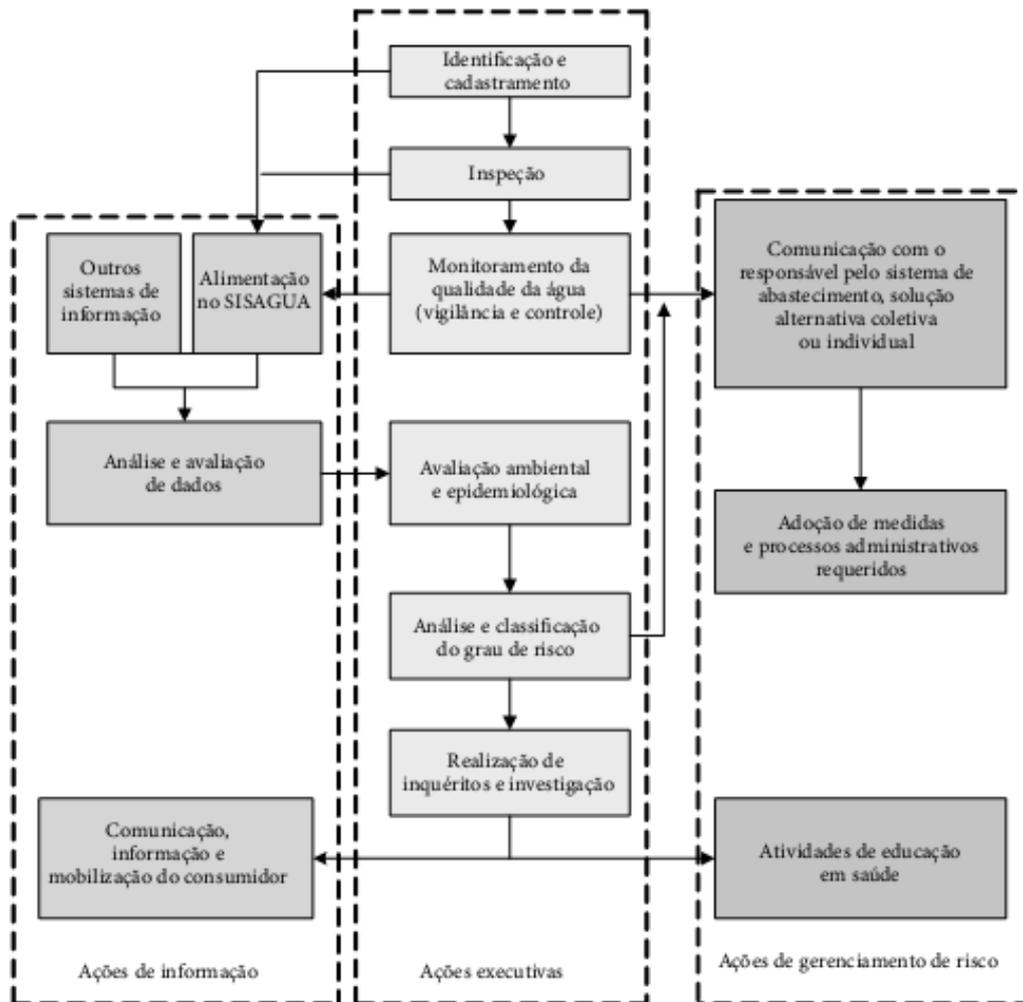


Figura 3- Ações básicas para operacionalização da vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Fonte: Adaptado do Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Qualidade da Água Consumo Humano (BRASIL, 2006).

Verificamos o arranjo institucional e hierárquico ocorrido entre o Ministério da Saúde (figura 3), o norteador institucional e financiador das atividades relacionadas à vigilância da qualidade da água para consumo humano e os Coordenadores (executores das ações de vigilância), estados e municípios, nesses, ocorre através das Secretarias de

Vigilância em Saúde dos estados e municípios; é importante salientar que o aporte financeiro disponível aos estados dependerá da sua infra-estrutura em termos de engenharia e economia principalmente aos que se referem aos serviços de abastecimento de água.

No que esse refere a estratégias para viabilização e a consolidação do referido programa a Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM) recomenda :

- Existência de uma estrutura organizacional de vigilância da qualidade da água para consumo humano nas diferentes esferas de governo;
- Definição de programas estaduais e municipais que atendam ao programa nacional;
- Criação de grupo técnico assessor para dar apoio técnico às coordenações do programa nas esferas federal, estadual e municipal, que deverá ser composto não somente por técnicos do setor saúde como também por outros representantes de setores afetos à qualidade da água para consumo humano, tais como recursos hídricos, saneamento, meio ambiente, instituições de ensino e/ou de pesquisa, além do segmento representante dos usuários (Brasil, 2004).

A base conceitual e gerencial do modelo de atuação ou operacionalização do VIGIAGUA está baseado em todo um conjunto de legislações relacionadas à saúde ambiental, os quais criam diretrizes de efetivação e implantação do programa aos níveis federal, estadual e municipal (figura 4), o exercício de vigilância ocorrerá de através de ações como:

- Coordenação da vigilância da qualidade da água para consumo humano
- Normalização de procedimentos

- Desenvolvimento de recursos humanos
- Atuação nos fóruns intra e intersetoriais dos setores afetos a qualidade e quantidade da água
- Desenvolvimento de estudos e pesquisas
- Identificação, cadastramento e inspeção permanentes das diversas formas de abastecimento de água
- Estruturação da rede laboratorial para vigilância da qualidade da água para consumo humano
- Monitoramento da qualidade da água para consumo humano
- Avaliação e análise integrada dos sistemas de informação
- Avaliação ambiental e epidemiológica, considerando a análise sistemática de indicadores de saúde e ambiente
- Análise e classificação do grau de risco à saúde das diferentes formas de abastecimento de água
- Atuação junto ao(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água para correção de situações de risco identificadas
- Realização de inquéritos e investigações epidemiológicas, quando requerida
- Disponibilização de informações
- Educação, comunicação e mobilização social

Com o intuito de viabilizar o desenvolvimento das ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano, a Fundação Nacional de Saúde cria em 2000 um sistema de informações sobre qualidade de água para consumo humano o qual é orientado segundo a gestão administrativa ditada pelo SUS. O VIGIÁGUA passa a contar com um Sistema de Informação de Qualidade da Água para Consumo Humano (SISÁGUA); instrumento utilizado no desenvolvimento das ações da vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano que tem como principais objetivos a coleta, transmissão e disseminação de dados e informações ambientais e epidemiológicos gerados pelas secretarias municipais e estaduais de saúde. O

processamento dessas informações de maneira que se estabeleça uma cadeia de interações envolvidas no processo saúde-doença associada à contaminação da água nos permite identificar os problemas e causas e/ou indicadores de saúde ambientais, assim como as respectivas medidas corretivas e/ou proposta de ação para cada efeito (morbimortalidade causada por doenças e agravos de transmissão hídrica) em suma permite a identificação de fatores de riscos para a definição de estratégias de melhoria da situação existente e prevenir a morbimortalidade por doenças e agravos de transmissão hídrica (Brasil, 2004).

A estrutura do sistema de informação em questão é composta por três módulos de entrada de dados; Módulo de Cadastro, Controle e Vigilância; que reúnem informações oriundas dos sistemas de abastecimento de água para consumo humano, podendo ser esse uma solução alternativa coletiva e individual de abastecimento de água.

O Módulo de Cadastro é alimentado com informações que caracterizam o sistema, nele constam informações a respeito da localização institucional, formas de abastecimento, sobre o tipo de manancial, consumo per capita e população atendida, entre outras de ordem técnica. Cabe aos prestadores dos serviços de abastecimento de água e aos responsáveis pelas soluções alternativas coletivas o fornecimento de informações as secretarias municipais. Em se tratando de solução alternativa individual cabe a própria secretaria o envio de informações.

No que concerne ao fornecimento de informações referentes ao monitoramento de qualidade da água no que tange ao resultado de análises físico-químicas e bacteriológicas assim como as informações de ordem técnica referentes a estação de tratamento e rede de distribuição como a intermitência do sistema, quebras e reclamações no sistema cabem ao Módulo de Controle. As informações também encaminhadas pelos prestadores de serviços e responsáveis do sistema de abastecimento e soluções alternativas coletivas seguem o fluxo de dependem da sua natureza, os quais devem ser enviadas mensalmente, trimestralmente e semestralmente às Secretarias Municipais de Saúde.

Quanto à alimentação ao SISAGUA de informações das análises físico-químicas e bacteriológicas que, sobretudo remetem a avaliação e inspeção sanitária do sistema de

abastecimento de água em questão e as ações da Secretaria de Saúde cabem ao Módulo de Vigilância. A alimentação ao módulo de vigilância é feita mensalmente e exclusivamente pelas secretarias de saúde; é importante salientar que as empresas concessionárias enviam seus dados para as secretarias que por sua vez alimentam o sistema (CÂMARA, 2011 e Brasil, 2007).

4.2. EVOLUÇÃO TÉCNICA DE CRITÉRIOS E NORMAS RELATIVOS À POTABILIDADE DA ÁGUA

O processo de normatização e regulação da qualidade da água para o consumo humano no Brasil.

A história da regulação sanitária de qualidade da água no Brasil remonta ao ano de 1970 com a publicação do decreto federal nº 79.367 de 9 de março de 1977, segundo esse decreto fica estabelecida competência ao Ministério da Saúde e das Secretarias Estaduais de Saúde (SES) o exercício de fiscalização e controle do cumprimento das Normas e Padrões estabelecidos. A partir do decreto citado o Ministério da Saúde elabora e aprova uma série de legislações referentes à qualidade água para consumo humano; em 1975 aprova a norma sobre fluoretação de águas para sistemas públicos destinados ao abastecimento e consumo humano (Portaria 635 BSB de 26/12/1975); em 1977 é aprovada pelo Ministério da Saúde a norma sobre o padrão de potabilidade de água para consumo humano (Portaria n.º 56/Bsb/1977) que vem a se constituir a primeira legislação federal brasileira sobre potabilidade de água para consumo humano. No ano seguinte publica-se a norma sobre proteção sanitária dos mananciais, dos serviços de abastecimento público e o controle de qualidade e das suas instalações prediais, aprovadas pela Portaria n.º 443/Bsb/1978. A portaria nº 56 Bsb publicada em 14 de março de 1977 define água potável destinada ao consumo humano e determina os valores máximos permissíveis das características de qualidade previstas; características físicas, bacteriológicas, radiológicas e organolépticas. De acordo com o decreto nº 79.367 caberiam às Secretarias de Saúde dos Estados e ao Distrito Federal o exercício de fiscalização e o controle do exato cumprimento das normas e do padrão de potabilidade. Quanto a essas relações institucionais Santos & Silva (2011), afirmam que o sistema de

saúde estava centralizado para o exercício de suas ações, assim a fiscalização e o controle não chegariam à competência municipal, pois o Brasil ainda não tinha um Sistema de Saúde descentralizado.

No que se refere à fiscalização e controle sanitário podemos apontar como marcos regulatório e institucional a promulgação da nova Constituição Federal a qual entre outros princípios estabelece o da Saúde o qual é consolidado a partir da criação do Sistema Único de Saúde (SUS), que tem como diretrizes, a descentralização de ações de saúde, visando o atendimento integral contando com uma maior participação dos setores sociais.

Com o intuito de divulgar e ampliar aos estados a sistemática e o planejamento relacionado à vigilância da qualidade da água foi criado em 1986, o Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano; coordenado no âmbito federal pelo Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde (MS/SVS), por meio da Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM). Suas metas naquele momento eram:

- Prestar auxílio técnico-financeiro às Secretarias Estaduais de Saúde para que iniciassem um programa de vigilância de qualidade de água para consumo humano;
- Revisar a legislação relacionada ao tema;
- Capacitar tecnicamente os profissionais das Secretarias Estaduais de Saúde para atuarem em vigilância da qualidade da água;
- Definir estratégias em conjunto com as Secretarias de Saúde para garantir o apoio laboratorial necessário à verificação do cumprimento da legislação quanto ao padrão físico-químico e microbiológico da água consumida pela população (Brasil,2005).

Meta alcançada pelo programa, a revisão da Portaria n.º 56 /1977 culminou com a elaboração da Portaria n.º 36/1990, a qual trouxe novas perspectivas de atribuição e competência aos responsáveis pela prática sanitária de vigilância em saúde. O processo de revisão dessa portaria foi norteado pela primeira edição dos guias da OMS; o conceito de portabilidade foi mantido em relação à portaria anterior os quais eram compostos pelos padrões microbiológicos, turbidez e substâncias químicas que representam risco à saúde (desinfetantes e produtos secundários da desinfecção) quanto às inovações trazidas pelas 36 GM/90, podemos citar:

- Estabeleceu os conceitos dos termos “Vigilância” e “Controle” de qualidade da água para consumo; destacando o envio de relatórios periódicos ao setor saúde, sobre a qualidade da água distribuída, pelos responsáveis pelo abastecimento;
- A definição de serviço e sistema de abastecimento de água;
- A inclusão e revisão de alguns parâmetros químicos e microbiológicos como a conceituação do grupo de coliformes fecais, coliformes termotolerantes e a contagem de bactérias heterotróficas, modificou-se também o critério Valores Máximos Desejáveis (VMD), pelos Valores Máximos Permitidos (VMP) para quatro características físicas e organolépticas e 41 compostos orgânicos e inorgânicos (Formaggia et al. 1996).

Contextualmente a portaria 36GM de 1990 assimila o arcabouço jurídico proposto pelo SUS, pois considera em seu argumento o princípio a universalidade e prevenção (FREITAS, 2005 e BRASIL, 2005).

Em novo processo de revisão ocorrido em 2000, o Ministério da Saúde através da Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM) em Companhia do

Departamento de Engenharia da Saúde Pública (DENSP) e da Fundação Nacional de Saúde Publicam com a participação de representantes da OPAS (Organização Pan-americana de Saúde) e da OMS a revisão da Portaria nº 36GM/90, substituindo-a pela Portaria MS nº 1.469/2000 a qual vem a estabelecer os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

O hiato ocorrido entre a publicação das portarias 36GM e 1.469, é marcado por profundas mudanças no cenário de políticas de saúde, pois verificamos o surgimento da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) (Decreto Federal nº 109/1991), a regulamentação da recém-criada Fundação Nacional de Saúde (criada pela Lei nº 8.029/1990 e regulamentada pelo Decreto Federal nº 100/1991) que por sua vez cria em 2000 já com a incumbência de determinar as políticas públicas do setor Saúde quanto à vigilância da qualidade da água para consumo humano, o sistema de informações sobre qualidade de água para consumo humano (Sisagua) e paralelamente tratar da revisão da portaria 36 GM. No que se refere à correlação das publicações da OMS e a publicação da norma brasileira de potabilidade a portaria 1469/2000 foi subsidiada pela segunda edição, publicado em 1993.

A referida Portaria inclui uma série de alterações e novas disposições às quais, podemos citar como principais a classificação dos tipos de sistemas (coletivo e sistema ou solução alternativa de abastecimento de água) e a atribuição de competências e responsabilidade aos órgãos de saúde encarregados de realizar a vigilância pelo controle de qualidade da água, somando-se a isso também a incumbência de elaborar e aprovar o plano de amostragem para cada tipo de sistema, considerando seus aspectos mínimos. A mencionada legislação assume um caráter efetivo e simultâneo de Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e estabelece que órgãos e empresas, a cargo de realizar a vigilância, devem monitorar os parâmetros de qualidade, desde áreas de captação, das etapas de tratamento e distribuição, é indexado o risco de contaminação da água de consumo desde o manancial até o consumidor. É importante salientar que a Portaria 1.469 incorpora o que existe de mais recente no conhecimento técnico-científico em relação à qualidade da água para consumo humano, a exemplo dos riscos “emergentes” associados à *Giardia*, *Cryptosporidium* e cianobactérias. Esta

revisão incorpora ao parâmetro microbiológico, a pesquisa de cianobactérias e cianotoxinas, com recomendações a remoção de seus cistos e oocistos de apartir do processo de filtração (FREITAS & FREITAS, 2005 e Bastos et AL, 2001).

Revoga-se em 25 de março de 2004 a Portaria MS n. 1469/2000, passando a vigorar a Portaria 518, amplamente reconhecida por conter avanços em termos de instrumento normativo, conceitual e filosófica; pois traz de forma contundente a abordagem preventiva da efetivação de múltiplas barreiras, da promoção das boas práticas e de permanente avaliação de riscos em todos os componentes dos sistemas de abastecimento (do manancial à distribuição para o consumo), ou seja, os princípios e conceitos inerentes ao Plano de Segurança da água que serão posteriormente divulgados com a publicação da terceira edição dos GDWQ (BASTOS et al., 2001; HELLER et al., 2005; BASTOS et al., 2007). A Portaria MS nº 518/2004 reconhece as limitações das bactérias do grupo coliforme como indicador pleno da qualidade microbiológica da água, assume a turbidez pós-filtração/pré-desinfecção como componente do padrão microbiológico de potabilidade e estabelece parâmetros para o controle da desinfecção; volta, portanto, atenção ao controle da remoção de patógenos, como os protozoários e os vírus.

A Portaria MS nº 518/2004 aborda uma questão emergente, tratando da recomendação de VMPs para cianotoxinas (BASTOS et al. , 2001), em linhas gerais seu padrão era composto pelos padrão microbiológico; de turbidez (para a água pós-filtração ou pré-desinfecção), padrão para substâncias químicas que representam risco à saúde além dos padrão de radioatividade e de aceitação para consumo humano.

A evolução da legislação brasileira de potabilidade de água para consumo humano da mais um passo com a publicação da Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011, construída através de consultas públicas formadas por grupos de trabalhos constituídos por representantes indicados pelos órgãos da saúde e associações institucionais do setor de saneamento publicam um documento que evolui em diversos aspectos entre os quais pontuamos a necessidade de informações, notificações e comunicações às autoridades de saúde, entidades reguladoras, órgãos ambientais, gestores de recursos hídricos e a população, em diferentes situações, essa comunicação leva em consideração as alterações da qualidade da água que comprometam a sua tratabilidade para consumo

humano e sobre situações de emergência, interrupção e intermitência na operação ainda que programadas. Como por exemplo, a notificação a centros de tratamento hematológicos e produtores de medicamentos injetáveis quando houver presença de Cianotoxina na água tratada. Apregoa capacitação e atualização técnica, a todos os profissionais que atuam direta ou indiretamente no fornecimento e controle de qualidade da água, estendendo aos laboratórios de controle e vigilância que devem implementar sistemas de gestão da qualidade, conforme os requisitos especificados na NBR ISO/IEC 17025:2005 (Brasil, 2011). Em linhas gerais a legislação brasileira para potabilidade da água registra evolução conceitual e tecnológica ainda que a cada atualização receba críticas por não atender todos os segmentos envolvidos e atingidos pela atualização.

4.3. PLANO DE SEGURANÇA DA ÁGUA COMO FERRAMENTA DE CONTROLE E VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA E AMBIENTAL.

Aspectos conceituais e metodológicos

O guia *Guidelines for Drinking-Water Quality - GDWQ* da Organização Mundial da Saúde - OMS, define o Plano de Segurança da Água (PSA) para Consumo Humano como um documento que identifica e prioriza riscos potenciais que possam ser verificados em um sistema de abastecimento, incluindo todas as etapas desde o manancial até a torneira do consumidor, estabelecendo medidas de controle para reduzi-los ou eliminá-los; além de estabelecer processos para verificação da eficiência da gestão dos sistemas de controle da qualidade da água produzida; no entanto, faz-se isso através da utilização de ferramentas de boas práticas de fabricação e controle aplicadas aos sistemas de abastecimento de água, que por sua vez estrutura-se através da aplicação dos procedimentos integrantes dos conceitos de Análise de Risco. A aplicação deste recurso permite o gerenciamento da qualidade da água desde a captação até o consumidor (WHO, 2005).

Obedecendo a critérios técnicos o PSA deve descrever os métodos e ações para a gestão do abastecimento de água para consumo humano, o PSA deve ser elaborado e implementado por todo produtor de água para consumo humano. De forma geral o PSA é um sistema/processo estruturado e organizado que visa à minimização das chances de

falhas e a geração de planos de contingência para responder às falhas no sistema ou eventos de risco imprevistos, como os desastres naturais; incidentes inesperados e ações humanas de imprudência ou imperícia. Os conceitos da metodologia do Plano de Segurança da Água estão baseados no princípio das Barreiras Múltiplas, na Análise de Risco dos Pontos Críticos de Controle (APPCC) e na certificação das normas ISO (WHO, 2004; WHO, 2005).

Reconhecemos a necessidade de uma avaliação freqüente e continuada dos diversos aspectos relacionadas à qualidade da água; nesse sentido nos deparamos com a principal premissa do PSA que é a visão sistêmica e integrada no controle da qualidade da água. Isso, pois a identificação de riscos potenciais à saúde humana ocorre de uma maneira dinâmica no tempo e no espaço, o monitoramento é realizado ao mesmo tempo em que a água é captada, distribuída e consumida. Isso, também nos permite interpretar o sistema de abastecimento sob a ótica das múltiplas barreiras, ou seja, que cada componente do sistema é constitua uma barreira, visando à eliminação de perigos e a minimização de riscos. A importância das barreiras múltiplas está no fato de que as conseqüências da eventual falha de uma barreira podem ser absorvidas pelas barreiras subseqüentes (Pádua, 2009).

Segundo BASTOS (2006), boas práticas no abastecimento de água poder ser entendido como o conjunto de procedimentos adotados que propiciem a minimização dos riscos à saúde humana associada ao abastecimento de água para consumo humano, intrinsecamente relacionado ao conceito de boas práticas está o de múltiplas barreiras, onde esse trata do emprego de práticas que possibilitem a eficácia de cada uma das barreiras, com o objetivo de prevenção de risco. A elaboração do PSA esta baseado na aplicação da metodologia de identificação e avaliação de risco evidenciando o uso da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Processo (fig.). O uso dessa ferramenta possibilita a identificação de perigos associados a diversas etapas de produção, assim como a determinação de pontos críticos de controle e seus respectivos limites críticos; através de protocolos de monitoramento, a fim de apontar medidas preventivas ou corretivas que minimizem os riscos a saúde pública. O PSA estrutura-se num sistema operacional de gestão da qualidade da água, onde se podem executar três etapas fundamentais:

- (i) Avaliação do Sistema de Abastecimento;
- (ii) Identificação de Medidas de Controle de Riscos;
- (iii) Planos Gerenciais.

Metodologias e Etapas do PSA
Avaliação do Sistema
Identificação dos perigos
Caracterização dos riscos
Identificação e Avaliação de medidas de controle
Monitoramento Operacional
Estabelecimento de limites críticos
Estabelecimento de procedimentos de monitoramento
Estabelecimento de ações corretivas
Planos de Gestão
Estabelecimento de procedimentos para gestão de rotina
Estabelecimento de procedimento para gestão em condições excepcionais
Estabelecimento de documentação e de protocolos de comunicação

Tabela 1 – Etapas e fases da metodologia para o desenvolvimento do plano de segurança da água.

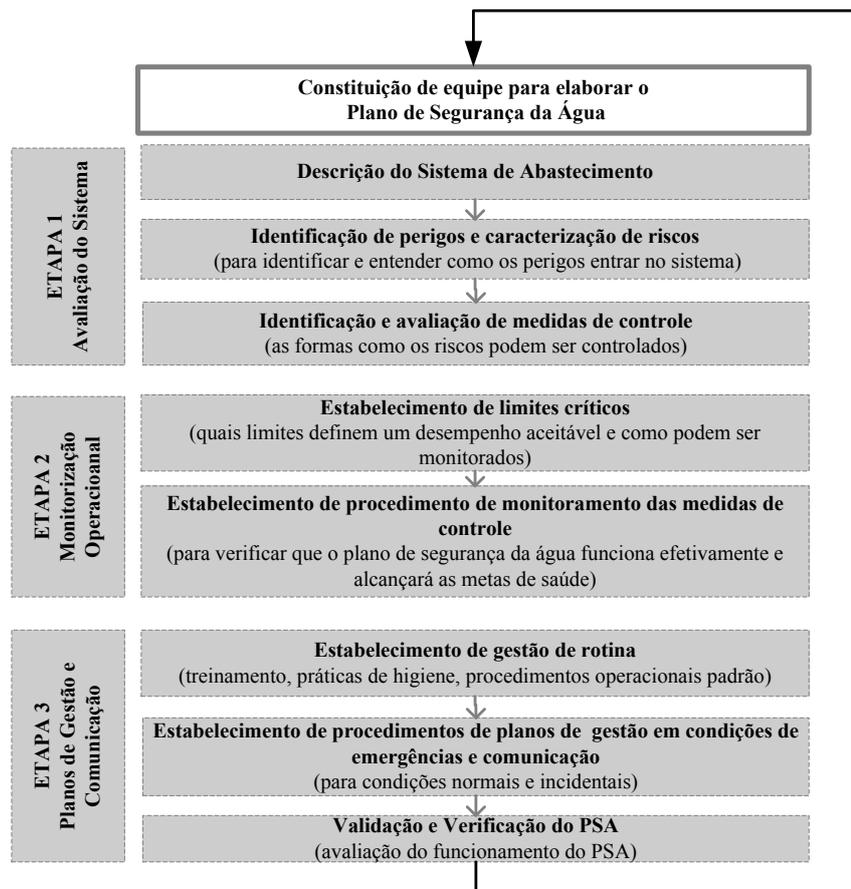


Figura 1 Etapas para o desenvolvimento de um Plano de Segurança da Água

Fonte: Adaptado de WHO (2004).

Segundo Vieira e Moraes (2005), esse processo estrutura-se como um ciclo iterativo, compreendendo uma avaliação a exposição ambiental e a mensuração dos seus riscos “riscos aceitáveis”. No processo de implementação e execução do PSA o produtor de água deve obedecer a todo *Vademecum* referente à saúde e meio ambiente além dos que se relacionam aos sistemas de abastecimento de água. A estrutura base da metodologia de aplicação da avaliação e gestão de risco contempla as cinco etapas fundamentais:

- Descrição e diagnóstico do sistema de abastecimento de água;
- Avaliação do sistema;

- Monitoramento operacional;
- Preparação e estabelecimento dos planos de gestão;
- Validação e verificação do funcionamento do PSA.

A primeira etapa do PSA envolve a avaliação do sistema, a partir de um diagnóstico o mais detalhado possível, do manancial aos pontos de consumo, tem por objetivo identificar os perigos e avaliar os riscos que lhe estão associados assim como determinar medidas mitigadoras para o controle dos riscos. Inicia-se essa investigação com a identificação dos perigos relacionados com a qualidade da água levantando todos os riscos biológicos, físicos, químicos e radiológicos passível de ocorrência no sistema de abastecimento de água em questão. Esta etapa transcorre também a mensurar a possibilidade de ocorrência de um perigo que venha a ser causador de danos a certa população exposta; considera-se também nessa análise, nomeada por caracterização dos riscos, o intervalo de tempo de exposição assim como a magnitude desse dano.

Esta etapa conclui-se, portanto, com a determinação de medidas de controle frente aos riscos identificados. As definições dessas medidas de controle devem estar baseadas na priorização de riscos associados a um perigo ou a um evento perigoso. É importante salientar que entre as diversas definições de risco a mais comum considera-o como a probabilidade de ocorrência de um perigo; e esse por sua vez pode ser definido como um agente de natureza biológica, física, química, ou qualquer condição da água com potencial de causar um efeito de saúde adverso.

Os eventos perigosos com maior severidade de conseqüências e maior probabilidade de ocorrência devem merecer maior consideração e receber prioridade daquelas que são considerados impactos insignificantes ou de menor probabilidade. Logo apontaremos como Ponto Crítico de Controle (PCC) uma etapa ou procedimento onde é absolutamente essencial prevenir, eliminar ou reduzir um perigo.

Com os pontos críticos definidos e identificados seguem-se com suas medidas de controle acompanhadas de seus programas de monitoramento; os quais indicam os limites críticos que manterão um perigo sob controle. Os parâmetros de controle e os respectivos limites críticos são estabelecidos em termos de indicadores de qualidade da água ou de desempenho operacional nos diversos processos unitários de tratamento (Oliveira et al,2011).

Para atingir seus objetivos, o PSA deve estabelecer programas de gestão e monitoramento o qual incluem os procedimentos de monitoramento, verificação e validação do PSA; nesse plano incluem a elaboração de protocolos e planos de ação, documentados, apropriados para responder a incidentes e falhas ocorridas durante a rotina de operação do sistema. No entanto para evitar incidentes nessa etapa faz se necessário proceder à constante verificação e validação para avaliar se o sistema de abastecimento é efetivamente composto por barreiras que garantem o controle dos perigos detectados e o fornecimento contínuo de água segura para consumo humano (Basto et al, 2007).

Evolução dos princípios normativos do Plano de Segurança da água atuantes na legislação brasileira.

O ponto de partida para o desenvolvimento das práticas e protocolos utilizados no controle de qualidade da água tem seus fundamentos científicos nas investigações microbiológicas e epidemiológicas desenvolvidas essencialmente por Louis Pasteur (1863) e Robert Cock (1883) e Jonh Snow (1855); o que de todo modo, por fatores estruturais e sócio-econômicos não permitiu o consumo de água de forma segura; resultando em diversos surtos epidemiológicos relacionados a doenças de veiculação hídrica como registrada durante todo século XIX e XX e notavelmente verificados até hoje. Esse panorama traz de maneira imperativa a necessidade do uso aperfeiçoado de meios e técnicas legais para a devida aferição da qualidade da água (Padua, 2009).

Referência mundial em Saúde, a OMS fundada em 1948, publica em 1958 o primeiro guia sobre a qualidade da água para consumo humano e em 2011 a sua quarta edição os quais têm sido a principal referência para orientar os padrões e as legislações nacionais e internacionais relacionados à qualidade da água.

É notável a consonância entre a inovação e aprimoramento sugeridos pelas autoridades sanitárias ao longo dos anos e a incorporação desses conceitos e princípios nas publicações que tangenciam a potabilidade da água em todo mundo, pois esses vêm agregando ao seu discurso os aspectos das metodologias de avaliação de risco, a prática de múltiplas barreiras e boas praticas conceitos já incorporados por diversos outros setores produtivos na tentativa de promover um controle de qualidade eficiente (Bastos et al.,2007). No que tange a realidade brasileira, os princípios do PSA ou o que era antes

refletem cada vez mais nas legislações brasileiras, assim como nas primeiras legislações como a Portaria GM nº36/1990 onde se inicia a articulação com diversas esferas da vigilância em saúde, como o envio de relatórios periódicos ao setor saúde, sobre a qualidade da água distribuída, pelos responsáveis pelo abastecimento assim como a adoção dos valores máximos permitidos e valores máximos desejados e a manutenção de cloro residual e de pressão positiva durante todo sistemas de distribuição; houve também a atualização do padrão de potabilidade e a introdução dos planos de amostragem e frequência, baseados no número de habitantes e no tipo de constituinte a ser analisado, introduziram-se os conceitos de controle e de vigilância da qualidade da água. Processos verificados também na publicação da Portaria MS nº1469 com a adoção do enfoque epidemiológico e da introdução do gerenciamento de riscos à saúde conceito que permeiam a referida legislação; nota-se nesse caso também uma maior presença de órgãos de controle ambiental atuando no controle de qualidade da água principalmente no que se refere á bacias hidrográficas usadas para captação. Podemos então citar como marco consolidatório dos conceitos da PSA a publicação da portaria MS nº 518/2004, pois nela verificamos uma aproximação do conceito de “água segura” (WHO, 2005) assim como da implementação de boas praticas em todo processo de produção de água para consumo humano que são pontos presentes nas recomendações proposta pela OMS; como passo seguinte temos a publicação da Portaria 2914/10 que determina que a qualidade da água seja atingida seguindo-se conforme o PSA.

4.4. O SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO COMO INDICADOR DE APLICABILIDADE E CUMPRIMENTO DA NORMA DE POTABILIDADE DA ÁGUA.

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) é um banco de dados que reúne informações e indicadores de caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade acerca da prestação dos serviços de água, esgotos e manejo de resíduos sólidos urbanos provenientes de uma amostra de prestadores que operam no Brasil.

O SNIS desenvolve-se por meio do Programa de Modernização do Setor de Saneamento - PMSS, programa da esfera federal dirigido pelo Ministério das Cidades, vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA, que visa construir

um sistema de informações sobre a prestação dos serviços de água e esgotos no Brasil; isso feito a partir da coleta de informações as quais são divulgadas pelas próprias empresas estaduais e municipais de água e esgotos e resíduos sólidos.

Serviços de Água e Esgoto e Serviços de Manejo de Resíduos Sólidos são os componentes do sistema. Sobre o primeiro; no que se refere à fonte de informações são oriundas de companhias estaduais, municipais e empresas privadas. Já no segundo, são fornecidas unicamente pelos órgãos municipais de prestação de serviços. De periodicidade anual a coleta de informações ocorre por meio de aplicativo de coleta de dados via internet. Para Serviços de Água e Esgotos temos como ano-base o ano 1995 e para Serviços de Manejo de Resíduos Sólidos o ano de 2002. As informações copiladas são divulgadas a partir do Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos e Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos que mostram as informações coletadas e os indicadores calculados a partir dessas informações; a metodologia e as fórmulas de cálculo na geração dos gráficos, tabelas e mapas também são apresentadas. A análise de dados e diagnósticos oriundos do SNIS vem sendo utilizada para o norteamento de ações destinadas a orientação e formulação de programas e estratégias de políticas públicas assim como a destinação de seus investimentos; a avaliação de desempenho, o aperfeiçoamento de sistemas de operação e gestão de sistemas de água de abastecimento assim como e a regulamentação do setor fazem parte da relação de resultados da análise e aplicação de dados oriundos do SNIS.

Toda abrangência de dados do SNIS é resultado da aplicação da Lei 11.445/2007 que cria o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), o qual marca e institucionaliza a coleta de dados relativos às condições da prestação dos serviços públicos de saneamento básico (Galvão, 2006).

Componente de estudo corrente dessa dissertação; no elemento Água e Esgoto trazem informações e indicadores agrupados, em linhas gerais, da seguinte forma:

- Informações e Indicadores operacionais – para água e esgoto separadamente;
- Informações e Indicadores financeiros;

- Informações e Indicadores sobre a qualidade do serviço.

A distinção conceitual entre Informação e indicador isso se dá pela necessidade de diferenciação na estratégia de análise e aplicação de dados. Pois estes permitem o desenvolvimento de análises de desempenho das entidades prestadoras de serviços, fundamentadas nas informações coletadas e nos indicadores calculados com base nas informações divulgadas.

As análises dos prestadores de serviços consideram seus diversos aspectos como a natureza jurídica; o tipo de serviço prestado; a região geográfica do país; o porte dos prestadores de serviços; dentre outros. Os dados permitem avaliar qualitativamente e quantitativamente os aspectos físicos, econômicos e financeiros dos serviços prestados em todo sistema de produção indicando o grau de atendimento e adequação às normas vigentes, o qual pode apontar déficits na prestação dos serviços. Do ponto de vista gerencial essa análise permite orientar a aplicação de recursos e investimentos assim como avaliar a eficiência e a eficácia da gestão; isso mostra quanto contribuidor pode ser todo sistema SNIS nas atividades regulatórias (Miranda, 2001).

Em síntese, o SNIS tem como objetivos contribuir para:

- níveis de atendimento;
- características físicas dos sistemas, tais como extensões de rede, quantidades de ligações e economias, e massa de resíduos sólidos coletada;
- produção e consumo;
- empregos, receitas e despesas;
- tarifas e custos médios;
- investimentos;
- qualidade dos serviços ofertados;
- desempenho dos prestadores de serviços, enfocando aspectos financeiros, produtividade e custo de pessoal e perdas de faturamento; e

- avaliação econômico-financeira a partir de dados extraídos dos balanços contábeis.

Desta maneira o SNIS apresenta-se como substancial ferramenta para acompanhar e supervisionar o desempenho dos prestadores de serviços de saneamento no país. Seus dados e informações ilustram subsídios de potencial interesse para o conjunto de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano.

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral dessa proposta é discutir a implantação de instrumentos técnicos e operacionais que atuam na vigilância da qualidade da água para consumo humano em sistemas de abastecimento.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter um Diagnóstico das Práticas de Controle e vigilância de Qualidade da Água para Consumo Humano no Sistema de Abastecimento em questão;
- Discutir a adequação ao programas de controle de qualidade da água para consumo humano a luz da Portaria nº 2914 de 2011 do Ministério da saúde visando à implantação do plano de segurança da água.

3. JUSTIFICATIVA

O comprometimento do padrão de qualidade da água ocorre pela obsolescência em diversos pontos do sistema de captação, tratamento e distribuição da água, o que expõe a população a consumi-lá fora dos padrões de potabilidade exigidos, tendo como

consequência o aumentando no número de casos e da mortalidade causada por doenças associados a essa contaminação. Na tentativa de mitigar os risco e perigos oriundos das não conformidades que advêm desse fato, a portaria MS 2914 de 2011, propõe ações de vigilância em saúde ambiental relacionado à qualidade da água para consumo humano, sugere a adoção de métodos que garantam a qualidade da água, no entanto as inovações e aprimoramentos incorporados a essa legislação impõem o incremento no aporte técnico destinados ao atendimento de algumas das novas exigências prescritas.

Sendo assim, os resultados desse trabalho podem acrescentar ao conhecimento atual a respeito da estruturação prática quanto a vantagens e dificuldades de cumprimento da referida portaria.

5. METODOLOGIA

O presente trabalho apóia-se principalmente no método do estudo de casos; o modelo utilizado para conduzir o estudo foi avaliativo, desenvolvido através de consultas normativo-bibliográficas; coleta e análise de dados, culminando com a elaboração do relatório do caso em estudo. O estudo de caso foi desenvolvido na estação de tratamento de água de Itaipava da companhia Águas de Niterói organização privada responsável pelo abastecimento da cidade de Petrópolis, no estado do Rio de Janeiro. O objetivo principal deste trabalho é discutir a nova configuração estrutural no sistema de controle e vigilância de qualidade da água para consumo humano proposta pela Portarias MS nº 2914/2011, ao solicitar a implantação do plano de segurança da água. O trabalho foi desenvolvido em duas etapas principais com suas respectivas fases assim como mostra a tabela abaixo.

ETAPA	FASES
Análise do processo e diagnóstico das práticas de controle e vigilância de qualidade da água.	1- Avaliação do sistema.
	2- Diagnóstico da estrutura de controle e vigilância de qualidade da água.
Ajustamento técnico das normas de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano.	3- Implantação do plano de segurança da água.

Tabela 1 – Etapas e fases da metodologia.

A seguir, apresentaremos o detalhamento das fases da metodologia.

FASE 1 – Avaliação do sistema.

A fase de Avaliação do sistema pretende descrever o sistema de abastecimento de água transcorrendo com a identificação e análise de perigos potenciais; assim como a caracterização de riscos; e o estabelecendo as medidas de controle aos pontos críticos determinados. O desenvolvimento desta etapa será baseado nos moldes do Plano de Segurança da Água o qual, por sua vez, fundamenta-se na aplicação da metodologia de Identificação e Avaliação de Risco. A 4ª Edição do Guidelines for drinking-water quality da OMS, utiliza a metodologia HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) ou APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle), como ferramenta para formulação do PSA. O sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle prima pela prevenção, baseando-se na aplicação de conhecimentos técnicos-científicos, usados na produção desde a sua captação até a chegada ao consumidor final.

A utilização do sistema ocorre através da metódica aplicação do conhecimento científico e tecnológico para planejar, estabelecer o controle e documentar a produção

segura água. Assim sendo o APPCC enumeram diversos fatores que possam oferecer riscos e por consequência potenciais perigos, capazes de afetar a qualidade da água.

Dessa maneira verificamos que a produção de água segura ocorre pela adoção de práticas preventivas, redutivas ou eliminadoras dos perigos que possam estar associados ao seu consumo. A abordagem sistemática que traz a metodologia APPCC faz referência ao processo de identificação dos perigos que os aponta através de avaliações qualitativas e quantitativas. Verificamos que o cerne do APPCC é a atuação na prevenção, minimização e/ou eliminação do perigo ao longo do processo de produção água, ou seja, o monitoramento e execução de medidas preventivas e não somente a inspeção do produto final.

FASE 1.1 - Descrição do sistema de abastecimento de água; Construção e validação do diagrama de fluxo.

Etapa introdutória a Avaliação do Sistema, a descrição e construção do diagrama de fluxo do sistema pretendem caracterizar o estado sanitário assim como as condições infra-estruturais de cada componente do sistema.

Na descrição e/ou inventário do sistema de abastecimento de água, devem ser consideradas todas as etapas constituintes incluindo informações essenciais para o conhecimento de todos os fatores que podem afetar a qualidade da água desde a de captação de água e do processo de tratamento em questão, fazem parte desta análise informações como o Plano geral do sistema, desde a fonte até ao consumidor; esquema da captação (superficial ou subterrânea); esquema de tratamento de água, incluindo os produtos químicos adicionados (VIEIRA; MORAIS, 2005).

Quanto ao diagrama de fluxo, sua construção e validação, fornecem uma visão geral e seqüencial, desde a captação de água bruta até a torneira do consumidor, possibilitando a identificação dos pontos de perigos e necessário controle no processo de tratamento das etapas envolvidas no sistema. A validação do diagrama de fluxo feita a partir da verificação da abrangência das etapas consideradas; são essenciais para a correta descrição do diagrama de fluxo de abastecimento de água, pois quaisquer

incoerências possam impedir o correto apontamento de perigos constantes no sistema (VIEIRA; MORAIS, 2005).

FASE 1.2 - Identificação de perigos e caracterização de riscos.

FASE 1.2.1 - Identificação de perigos

Decorrendo com a etapa de avaliação do sistema onde promove-se a identificação de perigos concomitante com a caracterização de riscos; Essa etapa decorre a partir da descrição do sistema de abastecimento onde pretende-se identificar os perigos e/ou eventos perigosos relacionados com a qualidade da água. Tratando-se de qualidade da água todos os agentes de natureza biológica, física, química e radiológica inerentes a cada etapa do processo dever ser analisados e considerados à medida que sugira uma maior probabilidade da ocorrência e também maior grau de severidade a saúde humana, sendo então considerados potencialmente adversos a saúde humana. É próprio da etapa de elucidação dos perigos o estabelecimento de suas medidas de controle, que está pautada na legislação em vigor.

Em linhas gerais os perigos são identificados, com o auxílio do histórico dos produtos, consultas bibliográficas, entre outros recursos, focando a atenção aos fatores, de qualquer natureza, que possam representar perigo. São avaliadas todas as etapas, matérias-primas usadas na composição do produto e quando não é possível eliminar, prevenir, ou reduzir o perigo, por meio de medidas preventivas, alterações no fluxograma deverão ser realizadas (RIBEIRO-FURTINI & ABREU, 2005).

Viera & Moraes (2005) propõem uma metodologia para a identificação dos perigos onde analisam os eventos perigosos associados a cada etapa e/ou componente do sistema de tratamento (perigos na fonte, no tratamento e na distribuição) correlacionando medidas de controle a cada perigo.

Componente do Sistema	Evento perigoso
Bacia Hidrográfica	Descargas de águas residuais (domésticas e industriais) acidentais ou não acidentais.
	Descarte de produtos químicos (hidrocarbonetos, fertilizantes ou pesticidas)
	Matéria fecal proveniente da agropecuária
	Floração de algas.
	Variações sazonais climáticas (cheias e secas) e desastres naturais
Tratamento da Água	Processos unitários de tratamento inadequados ou equipamento deficiente
	Incapacidades no controle de processos de tratamento
	Deficiências na dosagem de produtos químicos
	Utilização de produto (reagentes químicos) e materiais não certificados ou contaminados
	Formação de subprodutos da desinfecção.
Sistema de Distribuição	Reservatórios e aquedutos não cobertos.
	Acesso não autorizado de pessoas e animais.
	Curto circuito hidráulico em reservatórios/zonas mortas
	Ligações clandestinas.
	Crescimento de microrganismos em biofilmes e sedimentos.
	Operações inadequadas de reparação, manutenção e limpeza de reservatórios.
	Residual de cloro inadequado.
	Formação de subprodutos da desinfecção.
Deterioração da qualidade da água nos reservatórios.	

Tabela 1 – Exemplo de evento perigoso associado a cada etapa do sistema.

Fonte: Adaptado de Planos de Segurança em Sistemas Públicos de Abastecimento de Água para Consumo Humano, 2005.

FASE 1.2.2 – Caracterização dos riscos - Matriz de Priorização de Riscos e a Determinação dos Pontos Críticos de Controle

Coletadas as informações a respeito dos perigos e das condições que conduzam à sua ocorrência, vamos à etapa a qual avalia a severidade e a probabilidade que estes perigos ofereçam à saúde pública. Considerados todos os potenciais eventos perigosos, intrínsecos a cada componente do sistema mereceram maior observação os eventos perigosos os quais oferecem maior severidade de consequências como também uma maior probabilidade de ocorrência. Este julgo, se dará a partir de uma escala de probabilidade de ocorrência e severidade das consequências, onde a primeira estima a probabilidade e/ou frequência de ocorrência do evento quanto a segunda mensura a severidade contida no evento. Fazendo uma adaptação da World Health Organization (2004); Vieira e Morais (2005), elaboram uma metodologia para caracterização e priorização qualitativa dos riscos.

A escala de probabilidade de ocorrência classifica risco como sendo “quase certa”, “muito provável”, “provável”, “pouco provável” e “raro” e assim como a escala de severidade de consequência classifica como “catastrófica”, “grande”, “moderada”, “pequena” e “insignificante; atribuindo valores numéricos em todos os níveis de probabilidade e consequência; seu cruzamento, resulte em uma nova matriz a qual chamamos de Matriz de Priorização de Riscos.

Probabilidade de ocorrência	Descrição	Peso
Quase certa	Espera-se que ocorra 1 vez por dia	5
Muito provável	Vai acontecer provavelmente 1 vez por semana	4
Provável	Vai ocorrer provavelmente 1 vez por mês	3
Pouco provável	Pode ocorrer a vez por ano	2
Raro	Pode ocorrer 1 vez em 10 anos	1

Tabela 2 - Exemplo de Escala de Probabilidade de Ocorrência de Risco.

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

Tabela 3 - Exemplo de Escala de severidade de consequência.

Matriz resultante da correlação entre as matrizes de escala de probabilidade de ocorrência e de severidade das consequências, as linhas da nova matriz correspondem aos valores da matriz de escala de probabilidade de ocorrência e as colunas, os valores da escala de severidade das consequências.

Probabilidade de ocorrência	Severidade das conseqüências				
	Insignificante	Pequena	Moderada	Grande	catastrófica
Quase certa	5	10	15	20	25
Muito provável	4	8	12	18	20
Provável	3	6	9	12	15
Pouco provável	2	4	6	8	10
Raro	1	2	3	4	5

Tabela 4 - Exemplo de Matriz de Classificação de Riscos.

A matriz de classificação de risco pode ser analisada qualitativamente resultando na Matriz qualitativa de priorização de risco.

Probabilidade de ocorrência	Severidade das conseqüências				
	Insignificante	Pequena	Moderada	Grande	Catastrófica
Quase certa	Baixo	Moderado	Elevado	Extremo	Extremo
Muito provável	Baixo	Moderado	Elevado	Extremo	Extremo
Provável	Baixo	Moderado	Moderado	Elevado	Elevado
Pouco provável	Baixo	Baixo	Moderado	Moderado	Moderado
Raro	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo

Tabela 5 - Exemplo de matriz de prioridade qualitativa de riscos

No que concerne a Determinação dos Pontos Críticos de Controle pretendemos nesse momento identificar locais e/ou etapas no sistema onde é de fundamental importância determinar ações que visam à prevenção, redução ou se possível a eliminação de um perigo; os chamados PCC são pontos, ao longo do sistema de abastecimento de água, onde há perigos que podem ser monitorados e ainda seja possível a determinação de seus limites críticos. A determinação dos PCC foi realizada segundo a aplicação da árvore de decisão tal metodologia baseia-se num processo iterativo de perguntas e respostas que devem ser direcionadas para cada evento perigoso, visando analisar se uma determinada fase do processo em questão pode, ou não, ser considerado PCC (Vieira e Morais, 2005).

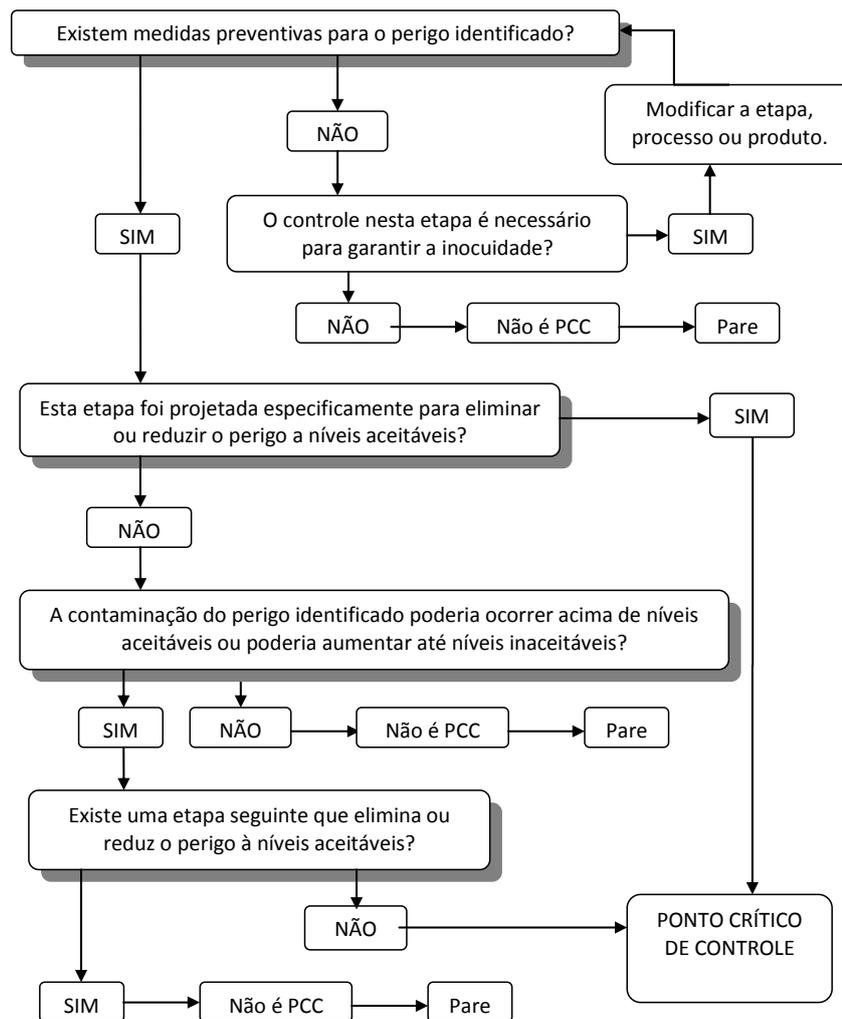


Figura Árvore de decisão para identificação de pontos críticos de controle (Vieira e Morais, 2005)

FASE 1.2.3 - Identificação e avaliação das medidas de controle.

A identificação das medidas de controle para cada etapa de produção de água para consumo humano tem suas bases nos princípios de múltiplas barreiras, o que nos sugere a possibilidade, comum, de adoção de várias medidas de controle para controlar vários perigos, assim como alguns perigos pode requerer a adoção de mais do que uma medida de controle para o seu efetivo controle. Para cada perigo ou evento perigoso detectado sendo esse caracterizado como crítico ou não, deve-se propor medidas de ordem operacional e/ou gerencias para prevenir, eliminar ou reduzir o perigo a um nível

aceitável. A Identificação e avaliação de medidas de controle ocorrem separadamente em cada componente do sistema (fonte, tratamento e sistema de distribuição).

FASE 2 - Diagnóstico da estrutura de controle e vigilância da qualidade da água de qualidade da água.

Nessa fase pretendemos em linhas gerais obter o panorama do cumprimento do plano de amostragem de Potabilidade da água. A coleta de dados será realizada através de questionário assim como destinado aos prestadores de serviços de abastecimento de água (anexo I) seguindo o modelo proposto pelo Programa de Modernização do Setor Saneamento juntamente com a Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (Brasil, 2009).

No tange ao referido programa a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, por meio do Programa de Modernização do Setor Saneamento (PMSS), em parceria com a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde, realizou um estudo que visou à obtenção de informações de todo o Brasil, envolvendo o setor saúde, responsável pela vigilância da qualidade da água, e os prestadores de serviços de abastecimento de água, de gestão pública ou privada, responsáveis pelo controle da qualidade da água. O estudo dirigiu-se a Secretarias Municipais e Estaduais de Saúde assim como aos prestadores de serviço de abastecimento de água (Brasil, 2009).

FASE 3 – Implantação do plano de segurança da água.

O desenvolvimento e implementação do PSA se estruturará conforme a metodologia utilizada no Guia Técnico N°7 – Planos de Segurança em sistemas públicos de abastecimento de água para consumo humano (Vieira & morais, 2005); metodologia composta das etapas de Avaliação do Sistema, Monitoramento Operacional, Planos de Gestão e Validação e Verificação do PSA.

É importante salientar que as etapas de Análise do Processo e Diagnóstico das Práticas de Controle e Vigilância de Qualidade da água já está contida a fase de Avaliação do sistema o qual, por sua vez, também será executado conforme a metodologia proposta por Vieira & morais (2005); logo a FASE 3 que buscará implantar o plano de segurança da água seguirá a partir da etapa de monitoramento operacional, Planos de gestão e por fim a Validação e verificação do PSA.

Para o desenvolvimento do monitoramento operacional deve-se determinar medidas de controle dos sistemas de abastecimento de água; selecionar parâmetros de monitoramento; estabelecer limites críticos e estabelecer ações corretivas.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA EM ESTUDO - LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO SANTO ANTONIO

A Bacia do Rio Santo Antonio, um dos limites norte da Área de Proteção Ambiental de Petrópolis, é de aproximadamente 115 km², equivalente a 12,5 % da área do município. O Rio Santo Antonio tem como principais afluentes os Rios Carvão, Cuiabá e Jacó o qual por sua vez aflui da margem direita do Rio Piabanha. A Bacia de Santo Antonio encontra-se integralmente dentro do território do município de Itaipava, 3º distrito de Petrópolis, cidade localizada, a 67 km da capital do Estado do Rio de Janeiro. O rio Santo Antonio é a principal fonte de água destinada ao abastecimento do distrito de Itaipava, a água bruta captada e aduzida à estação de tratamento de água de Itaipava, onde suas operações são conduzidas pela Cia Águas do Imperador, concessionária responsável pelos serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto sanitário no município.

De acordo com a divisão hidrográfica nacional, a sub-bacia do Rio Santo Antonio localiza-se na região hidrográfica Atlântico Sudeste, região constituída pelas bacias hidrográficas de rios que deságuam no Atlântico – trecho Sudeste, estando limitada ao norte pela bacia hidrográfica do rio Doce, inclusive, a oeste pelas regiões hidrográficas do São Francisco e do Paraná e ao sul pela bacia do rio Ribeira, inclusive. A Região Hidrográfica Atlântico Sudeste tem 229.972 Km² de área, o equivalente a 2,7% do País. Os seus principais rios são o Paraíba do Sul e o Doce, com

Figura - detalhe da bacia de Santo Antonio e rio Santo Antonio

A estrutura geomorfológica apresenta-se constituída por relevos acidentados, constituído em sua maior parte por vales em forma de “concha” e áreas de várzea, esse quadro morfológico apresenta-se em áreas sujeitas ao tectonismo regional e sucessivas fases erosionais. A intensa ação tectônica na área em estudo lhe confere uma topografia formada por encostas íngremes, rios encaixados, contato solo-rocha abrupto, presença de matações (blocos de rocha que podem ser subterrâneos ou superficialmente expostos), espalhados por diversas encostas. Nas áreas de várzea a o predomínio da ocorrência de depósitos inconsolidados de areias e siltes arenosos características de formação do período cenozóico quaternário. Esse padrão geológico, de intenso fraturamento, aliado à tipologia do relevo, de vertentes íngremes e declividades elevadas, confere à região uma grande incidência de eventos de deslizamentos de terra, principalmente nas áreas de maior ocupação, que, geralmente, são as encostas.

DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO – SISTEMA ITAIPAVA (ÁGUAS DO IMPERADOR)

O tratamento de água realizado na ETA Itaipava é do tipo convencional com a vazão nominal de produção da ordem de 50 l/s (4320 m³/dia); tendo a floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação, correção de pH e distribuição a partir do reservatório de contato como seqüência de tratamento . Utilizando o policloreto de alumínio como agente floculante; a etapa de floculação ocorre de forma não mecanizada em floculador hidráulico de fluxo vertical; a decantação é operada em dois decantadores de fluxo lamelar e quanto à filtração essa ocorre em seis filtros descendentes de camada dupla. A etapa de desinfecção ocorre com cloro gás. A ETA itaipava é Responsável pelo abastecimento dos bairros de Bonsucesso, Cuiabá, vila Constancia e Itaipava.

As instalações laboratoriais presentes na ETA cumprem as normas e procedimentos, parâmetros, números de amostras e frequência recomendado pela portaria n 518 de 25 de março de 2004 do ministério da saúde.



Figura - área de captação



Figura - calha parshall



Figura - floculador

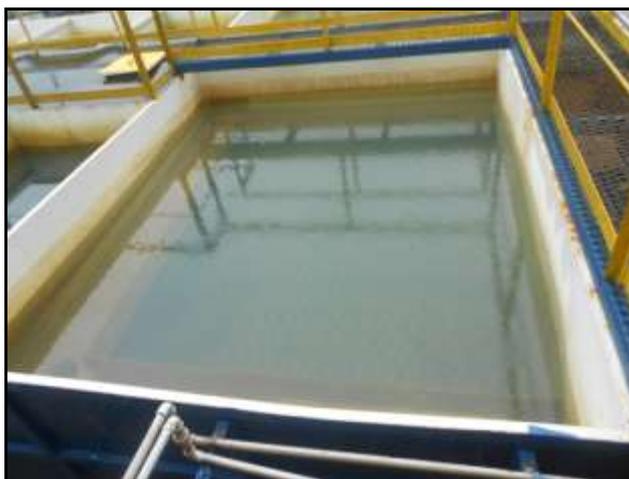


Figura – decantador



Figura – filtro

AVALIAÇÃO DO SISTEMA

A partir do detalhamento do sistema de água de abastecimento inicia-se o estudo para a identificação dos perigos em todas as etapas do sistema de abastecimento seguindo com a caracterização dos riscos onde determinaremos os Pontos de Controles

Críticos; os quais por sua vez contribuem com a identificação de medidas de controle relacionada com a qualidade da água. Nessa fase são apontadas medidas que visão mitigar e controlar os riscos. Para a análise do grau de risco onde verificaremos a probabilidade e impacto de ocorrência para cada elemento do sistema, aplicaremos a avaliação de acordo com a matriz de priorização de riscos; assim como para a determinação dos pontos críticos de controle a árvore de decisão proposta por Vieira e Moraes (2005).

A literatura nos indica que os principais perigos para os mananciais são os de origem química ou biológica principalmente os que dizem respeito à contaminação do solo, ao lançamento de efluentes não tratados além das atividades agropecuárias. As conseqüências desses eventos transpassaram também para a etapa de captação, pois essa poluição gerada tornará a água captada de baixa qualidade. Eventos meteorológicos que influenciam na vazão e nível d'água no ponto de captação também podem ser apontados como eventuais perigos. Já no processo do tratamento propriamente dito onde vamos iniciar o processo de clarificação e desinfecção da água (coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção) e analisando separadamente a etapa de coagulação/floculação/clarificação, vemos que os perigos decorrentes são em sua maior parte oriundos da má formação do floco (incorreta desestabilização das partículas na formação dos colóides) e conseqüente baixa remoção de sólidos em suspensão onde esse ao chegarem aos filtros em podem colmatá-los. Os altos índices de sólidos e a incorreta lavagem dos filtros são os principais perigos apontados para etapa.

Nas etapas de desinfecção e fluoretação trazem perigos para o processo de tratamento de água quando ocorrem doseamento incorreto de produtos químicos e operação inadequada. Já a contaminação surge como um dos principais perigos para a água tratada armazenada. Os perigos de origem física, química ou Microbiológica, que apareceram em cada etapa do processo, dependeram sempre do evento que possa ter ocorrido.

A relação de informações a cerca da avaliação do sistema para cada etapa de tratamento de água esta exposto nas tabelas abaixo.

Figura – avaliação no sistema, manancial do rio santo Antonio.

MANANCIAL							
Eventos perigosos	Perigos	Caracterização de risco			Arvore de decisão		Medidas de controle
		Probabilidade	Severidade	Classificação	Respostas	PCC	
Recebimento de lixiviado oriundo de domésticas lixeiras e/ou aterros sanitários.	Microrgânicos patogênicos e subst. Químicas perigosas	2	3	6	-		Controle das atividades humanas dentro dos limites da bacia hidrográfica.
Lançamento ou derrame acidental	Microrgânicos patogênicos e subst. Químicas perigosas	1	3	3	-		Prevenção e fiscalização de atividades poluidoras clandestinas
Descarga de fossas sépticas	Microrgânicos patogênicos	3	2	6			Monitoramento da qualidade da água
Disposição inadequada de águas residuais (domesticas ou industriais) a montante da captação	Microrgânicos patogênicos e subst. Químicas perigosas	3	3	9	-		Implantação de estação de alerta na bacia Elaborara, monitorara e estabelecer medidas adequadas ao controle da dispersão dos poluentes.
Lançamento de produtos agroflosrestais	Substancias Químicas perigosas	2	3	6	-		

Figura – avaliação no sistema, área de captação do rio santo Antonio.

CAPTAÇÃO DA ÁGUA BRUTA							
Eventos perigosos ¹	Perigos	Caracterização de risco			Arvore de decisão		Medidas de controle
		Probabilidade	Severidade	Classificação	Respostas	PCC	
Eventos meteorológicos associados à ocorrência de precipitação	Microrgânicos patogênicos e substancias Químicas perigosas	3	3	9	S, N, S	Sim	Restringir atividades potencialmente poluidoras na área de captação Estabelecer mecanismos que visam estabilizam a qualidade da água em termos de vazão e presença de material em suspensão
	Altos índices de turvação e matéria orgânica	3	3	9	-		
Pratica de depredação, vandalismo ou sabotagem	Microrgânicos patogênicos e substancias Químicas perigosas	1	2	2	-		Estudar e estabelecer correlações entre os níveis de precipitação e o impacta causado para as etapas subseqüentes
Lançamento de esgotos domésticos	Microrgânicos patogênicos e substancias Químicas perigosas	2	2	4	S, N, S	Sim	Promover a inspeção sanitária na área de captação
Falhas mecânicas, elétricas ou estruturais	Falta de água	1	3	3	-		Elaborar e programar planos de contingência para situações de imprudência ou imperícia humana, incidentes inesperados e eventos naturais
Falhas mecânicas, elétricas ou estruturais causadas por eventos naturais	Falta de água	1	3	3	-		

Figura – avaliação no sistema, Etapa de coagulação/floculação/sedimentação ETA Itaipava

COAGULAÇÃO/ FLOCULAÇÃO/SEDIMENTAÇÃO							
Eventos perigosos	Perigos	Caracterização de risco			Arvore de decisão		Medidas de controle
		Probabilidade	Severidade	Classificação	Respostas	PCC	
Contaminação do coagulante devido à inadequada operação de estocagem	Substâncias químicas perigosas	1	3	3	-		Operar com produtos devidamente certificados, assim como organizar um programa de garantia da qualidade na recepção de insumos utilizados. Elaborara e cumprir um programa de manutenção e calibração de maquinas e equipamentos assim como promover o treinamento de recursos humanos. Operar comum sistema que permita ações de controle de processos de forma mais próxima possível do tempo real.
		3	3	9	S, S	Sim	
Doseamento incorreto do coagulante (pH, tempo de contato e espécie de coagulante)	Desempenho inadequado na remoção de sólidos	1	3	3	-		
Descontinuidade do doseamento de coagulante devido à falhas mecânicas, elétricas ou estruturais.	Presença de partículas em suspensão	3	3	9	S, S	Sim	
Doseamento incorreto do floculante (pH, tempo de mistura, agitação)	Presença de sólidos em suspensão	1	3	3	S,N,S, S	Não é PCC	
Defeito ou mau funcionamento dos turbidímetros	Incorreta aferição da turbidez	1	3	3	S,N,S, S	Não é PCC	
Mau funcionamento hidráulico do decantador	Inadequação na remoção de turbidez	2	3	6	S, S	Sim	

Figura – avaliação no sistema, Etapa de filtração da ETA Itaipava

FILTRAÇÃO							
Eventos perigosos	Perigos	Caracterização de risco			Arvore de decisão		Medidas de controle
		Probabilidade	Severidade	Classificação	Respostas	PCC	
Controle deficitário da taxa de filtração (altura da coluna d'água e velocidade de filtração)	Altos índices de sólidos em suspensão	3	3	9	S, S	Sim	Determinar um plano de operação dos filtros em função da qualidade e da vazão da água a ser tratada.
Carreira de filtração e lavagem incorreta dos filtros	Turbidez elevada	3	3	3	S, S	Sim	
Recirculação inadequada da água de lavagens dos filtros	Aumento na carga de microrganismos patogênicos (cistos e oocistos) e substâncias químicas perigosas	3	3	9	S, S	Sim	Controlar a periodicidade de lavagem dos filtros assim como a água utilizada para retrolavagem dos filtros
Falha nos equipamentos de controle e monitoramento dos filtros	turbidez elevada	2	3	3	S, S	Sim	Garantir a existência de programas de manutenção e calibração de máquinas e equipamentos

Figura – avaliação no sistema, Etapa de desinfecção da ETA Itaipava

DESINFECÇÃO							
Eventos perigosos	Perigos	Caracterização de risco			Arvore de decisão		Medidas de controle
		Probabilidade	Severidade	Classificação	Respostas	PCC	
Dosagem incorreta de desinfetante	Microrganismos patogênicos	2	4	8	S, N, S,N	Sim	Fazer registros das dosagens.
Tempo de contato água-desinfetante não suficiente	Microrganismos patogênicos	1	3	3	-		Garantir a existência de um plano de manutenção de maquinas e equipamentos
Interrupção da dosagem de desinfetante devido a falhas diversas.	Microrganismos patogênicos	1	3	3	-		Garantir o controle de qualidade dos agentes de desinfecção usados
Formação de subprodutos	thialometanos	2	4	8	S, S	Sim	Garantir que o sistema de desinfecção seja capaz de responder as variações da qualidade da água.

Figura – avaliação no sistema, Etapa de fluoretação/ correção do pH

FLUORETAÇÃO/ CORREÇÃO DO pH							
Eventos perigosos	Perigos	Caracterização de risco			Arvore de decisão		Medidas de controle
		Probabilidade	Severidade	Classificação	Respostas	PCC	
Contaminação do reagente (corretor de pH e/ou agentes de fluoretação).	Substancias químicas perigosas	1	3	3	-		Garantir a qualidade dos produtos químicos utilizados assim como seu armazenamento e estocagem.
Preparo e dosagem incorreta de produto corretor de pH.	Nível de pH fora padrão de operação	3	3	9	S, S	Sim	Fazer registros dos cálculos das dosagens.
Preparo e dosagem incorreta de agentes de fluoretação.	Níveis de flúor incorretos	2	3	6	S, S	Sim	Promover a constante calibração e manutenção dos dosadores.
Interrupção de preparo e dosagem devidos a falhas diversas.	Dosagem incorreta de flúor e pH	1	3	3	-		Garantir que o sistema seja capaz de responder de imediato às variações de qualidade da água.

Figura – avaliação no sistema, Etapa de armazenamento de água tratada

ARMAZENAMENTO DE ÁGUA TRATADA							
Eventos perigosos	Perigos	Caracterização de risco			Arvore de decisão		Medidas de controle
		Probabilidade	Severidade	Classificação	Respostas	PCC	
Infiltração e/ou vazamento de água	Quantidade de água insuficiente	1	3	3	-		Programar ação que impeçam a invasão de pessoas e a ação de vândalos.
Infiltração de água contaminada a partir do solo	Microrganismos patogênicos e substâncias químicas perigosas	1	4	4	-		Garantir o afastamento de possíveis fontes de poluição. Adotar dispositivo que permitam inspeções periódicos, sobre tudo visando a identificação de defeitos causadores de infiltração pelas paredes e fundo.
Acumula de sedimento	Turvação e microrganismos patogênicos	2	3	6	S, N, S, N	Sim	Evitar a entrada de insetos e roedores.
Degradação da qualidade da água no reservatório	Microrganismos patogênicos	2	5	10	-		Garantir residual de cloro adequado.
Acesso de pessoas e animais	Microrganismos patogênicos	1	4	4	S, N, S, N	Sim	
Ações de vandalismos e depredações	Microrganismos patogênicos e substâncias químicas perigosas	1	4	4	-		

Figura – avaliação no sistema, Etapa de distribuição de água tratada

DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA TRATADA							
Eventos perigosos	Perigos	Caracterização de risco			Arvore de decisão		Medidas de controle
		Probabilidade	Severidade	Classificação	Respostas	PCC	
Vazamento de água na rede de distribuição	Falta d'água	3	3	9	S,S	sim	Garantir o uso de matérias próprios à distribuição de água
Rupturas na rede de distribuição	Microrganismos patogênicos, substâncias químicas perigosas e turvação	1	3	3	-		Utilizar sistemas de alerta para vazamentos na rede. Garantir um cloro residual sobre tudo em reparos ou instalações
Pratica de limpeza e desinfecção inadequadas durante reparo na rede	Microrganismos patogênicos	1	3	3	-		Garantir a existênxcia de planos de manutaeção e calibração de equipamentos.
Degradação da qualidade da água no reservatório	Microrganismos patogênicos	2	5	10	-		
Variações de pressão	Microrganismos patogênicos e turvação	2	3	6	S, N, S, N	Sim	
Contaminação cruzada	Microrganismos patogênicos e substâncias químicas perigosas	1	4	4	-		
Degradação da tubulação	Substancias quimicas perigosas	1	4	4	-		

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde; 2006.

Bastos, R.K.X.; Oliveira, D.C.; Nascimento, L.E. Avaliação dos custos do controle de qualidade da água para consumo humano em serviços municipais de saneamento. Brasília: Assemae, 2007.

Bastos, R.K. X.; Bevilacqua, P.D.; Mierzwa, J. C. Análise de Risco Aplicada ao Abastecimento de Água para Consumo Humano. In Remoção de microorganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano/ValteLúcio de Pádua (coordenador). Cap. 9. pag 327-360. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. PROGRAMA NACIONAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL RELACIONADA À QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO. Brasília, DF, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual de procedimentos do sistema de informação da vigilância da qualidade da água para consumo. Brasília, DF, 2007.

CÂMARA NETO, H. F. et al. Relatório de avaliação do sistema de vigilância da qualidade de água. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2004.

CÂMARA, H. F. A “tragédia da hemodiálise” 12 anos depois: poderia ela ser evitada?. 2011. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2011.

BASTOS, Rafael K. X. et al. Revisão da portaria 36 GM/90: premissas e princípios norteadores. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa. Anais... Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2001.

BASTOS, Rafael Kopschitz Xavier. Controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano – evolução da legislação brasileira. In: CONGRESSO REGIONAL DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL DA 4ª REGIÃO DA AIDIS, CONE SUL, 4, 2003, São Paulo. Anais... Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003.

Bastos *et al.* PLANOS DE SEGURANÇA DA ÁGUA: NOVOS PARADIGMAS EM CONTROLE DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO EM NÍTIDA CONSONÂNCIA COM A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA. In 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, 2007.

CARMO, R.F; BEVILACQUA, P.D; BASTOS, R. K. X. Vigilância da qualidade da água para consumo humano: abordagem qualitativa da identificação de perigos. Engenharia sanitária ambiental. Vol.13 - Nº 4 - out/dez 2008, 426-434. 2008.

Cárdia, R.C.P., Galvão, R.M.A.; Godoy, J.M.O. IMPLANTAÇÃO DE PLANO DE SEGURANÇA NUMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO. In: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2011.

OLIVEIRA, D. C. Aplicação de análise de perigos e pontos críticos de controle no tratamento de água para consumo humano, 2010, 131f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, 2010.

Oliveira, D.C. *et al.* DETERMINAÇÃO DE LIMITES CRÍTICOS E OPERACIONAIS NA IMPLANTAÇÃO DOS PLANOS DE SEGURANÇA DA ÁGUA. In: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2011.

PAPANI, P.C. Gestão de Pessoas em Sistemas de Tratamento de Água. 2010. 283p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana. Universidade de São Carlos. São Carlos – SP.

Pádua; V.L. Remoção de microorganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano/Valter Lúcio de Pádua (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009.

VIEIRA, J. M. P, MORAIS, C.. Planos de segurança da água para consumo humano em sistemas públicos de abastecimento. Universidade do Minho: Sociedade Industrial Gráfica, 2005. 161p

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for drinking - water quality, 3rd ed. Geneva: WHO, 2004.

Waldman; E. A.1998 Vigilância em Saúde Pública, volume 7 (Série Saúde & Cidadania) Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 1998. (Série Saúde & Cidadania)

Souza; M.G.L.PRINCÍPIOS E MÉTODOS UTILIZADOS EM SEGURANÇA DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO, 2008.

FREITAS, Marcelo Bessa; FREITAS, Carlos Machado de. A vigilância da qualidade da água para consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. Ciência & Saúde Coletiva. Rio de Janeiro, v.10, n.4, p. 993-1004, Out./Dez. 2005.