

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
MEIO AMBIENTE

Laís Rigulin Milanez

Avaliação da Qualidade de Água de Abastecimento para o Município de
Passos-MG

ARARAQUARA

2014

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E
MEIO AMBIENTE

Avaliação da Qualidade de Água de Abastecimento para o Município de
Passos-MG

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, curso de Mestrado, do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade.

Orientada: Laís Rigulin Milanez

Orientador: Prof. Dr. Denílson Teixeira

FICHA CATALOGRÁFICA

M584a Milanez, Laís Rigulin

Avaliação da qualidade de água de abastecimento para o município De Passos-MG/Laís Rigulin Milanez. -- Araraquara: Centro Universitário de Araraquara, 2014.

95f.

Dissertação (Mestrado)- Centro Universitário de Araraquara
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Denílson Teixeira

1. Recursos hídricos. 2. Estação de tratamento de água. CONAMA 357/2005. I. Título.

CDU 504.03

FOLHA DE APROVAÇÃO



Centro Universitário de Araraquara

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP
CEP 14801-320 - Caixa Postal 68 - Fone/Fax: (16) 3301-7100

www.uniara.com.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

NOME DO ALUNO: *Lais Rigulin Milanez*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, curso de Mestrado, do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.
Área de Concentração: Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Denilson Teixeira
UNIARA - Araraquara

Prof. Dr. Carlos Eduardo Matheus
USP – São Carlos

Prof. Dr. Leonardo Rios
UNIARA - Araraquara

Araraquara – SP, 28 de maio de 2014.

A água de boa qualidade é como a saúde ou a liberdade: só tem valor quando acaba.

Guimarães Rosa

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, aos meus pais Ari Roberto Milanez e Odete Rigolin Milanez por todo apoio, amor e carinho, ao meu marido Ricardo Luis Patrício pela paciência e pelo apoio.

Ao meu orientador, professor Dr. Denílson Teixeira, pela objetividade, colaborações e sugestões. Por toda paciência e por todos os ensinamentos fundamentais que me proporcionaram grande amadurecimento acadêmico.

À professora Dra. Odila Rigolin de Sá pela sua competência, paciência, dedicação e sugestões para que este trabalho fosse realizado.

Ao Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto de Passos – Minas Gerais, na pessoa do Sr. José Mário Freire – Chefe da Estação de Tratamento de Água e Elevatórias, por ter autorizado o fornecimento das análises de água bruta e tratada do município de Passos-MG.

Ao Laboratório de Hidrobiologia da FESP/UEMG – Minas Gerais, nas pessoas da Sra. Professora Dra. Odila Rigolin de Sá, professor Norival França e Keyla Cristiane Pereira por me auxiliarem na realização das análises das amostras de água.

Ao Douglas de Pádua Andrade por fornecer dados que auxiliaram de forma significativa nas análises e conclusões dos resultados.

Ao Centro Universitário de Araraquara – UNIARA e à Secretaria do Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela atenção, colaboração e por fornecer os subsídios necessários para um ótimo desenvolvimento dos trabalhos relacionados.

Agradeço também aos amigos conquistados no decorrer deste curso, e aos professores, pela dedicação, pelo incentivo e pela colaboração.

RESUMO

Além das graves questões sociais relacionadas com a água, tais como carência e desperdício, cabe destacar os problemas relacionados à poluição dos mananciais, principalmente em decorrência do desenvolvimento agrícola e industrial, exigindo medidas tecnológicas apropriadas ao tratamento da água destinada ao consumo humano. O presente estudo tem como objetivo avaliar a qualidade da água bruta captada pela Estação de Tratamento de Água (ETA) da cidade de Passos-MG e verificar a eficiência do tratamento. Para tanto, o trabalho foi realizado no período de janeiro a dezembro de 2012. As amostras de água bruta foram coletadas do Ribeirão Bocaina, principal recurso hídrico que abastece a cidade e na entrada das estações ETA I. As amostras de água tratada foram coletadas nos reservatórios de distribuição de água das estações de tratamento e nos pontos de riscos (escolas, creches, hospitais e igrejas). As coletas de água foram realizadas pelo grupo de pesquisa do SAAE e pelo Laboratório de Hidrobiologia da FESP/UEMG. A água do Ribeirão Bocaina, segundo os parâmetros analisados, é classificada conforme a Resolução CONAMA 357/2005 do Ministério do Meio Ambiente em classe 2. Sendo assim essas águas podem ser utilizadas para abastecimento após tratamento convencional. Observou-se também um tratamento eficiente por parte do SAAE, mas para que este tratamento continue sendo realizado com sucesso é necessário investimentos que resultem na melhoria da qualidade da água do Ribeirão Bocaina.

Palavras chave: Recursos Hídricos. Estação de Tratamento de água. CONAMA 357/2005.

ABSTRACT

Besides the serious social issues related to water, such as need and wasting, we highlight the problems related to pollution of water sources, mainly due to agricultural and industrial development, requiring appropriate treatment of water intended for human consumption technological measures. The present study aims to evaluate the quality of raw water for the city of Passos - MG Water Treatment Plant (WTP) and verify the effectiveness of the treatment. To this end, the work was done in the month of January to December 2012.'s Raw water samples were collected from Ribeirão Bocaina, main water source that supplies the city and the entrance of ETA I. stations treated water samples were collected in distribution reservoirs of water treatment plants and points of risk (schools, kindergartens, hospitals and churches). The water samplings were conducted by the research group of AMSA and the Laboratory of Hydrobiology, HSPA / UEMG. The water of Ribeirão Bocaina, according to the analyzed parameters, is classified according to CONAMA Resolution 357/2005 of the Ministry of Environment in Class 2. Thus this water can be used to supply after conventional treatment. There was also an effective treatment by the SAAE, but that this treatment continues to be carried out successfully it is necessary investments that improve the water quality of Ribeirão Bocaina.

Keywords: Water Resources. Water Treatment Plant. CONAMA 357/2005.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da Bacia Hidrográfica do médio Rio Grande	33
Figura 2 - Sistema de Tratamento de Água Convencional do SAAE.....	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultado das análises de coliformes totais para água bruta no período de Janeiro a Dezembro de 2012	46
Gráfico 2 - Resultados das análises de coliformes totais das amostras de água tratada ...	47
Gráfico 3 - Quantidade de alumínio da Água Bruta (gráfico 3A), e da Água Tratada (gráfico 3B)	60
Gráfico 4 - Quantidade de Amônia da Água Bruta (gráfico 4A), e da Água Tratada (gráfico 4B)	61
Gráfico 5 - Quantidade de Cianeto da Água Bruta (gráfico 5A), e da Água Tratada (gráfico 5B)	62
Gráfico 6 - Condutividade da Água Bruta (gráfico 6A), e da Água Tratada (gráfico 6B)	63
Gráfico 7 - Cor da Água Bruta (gráfico 7A), e da Água Tratada (gráfico 7B)	64
Gráfico 8 - Quantidade de ferro na Água Bruta (gráfico 8A), e da Água Tratada (gráfico 8B)	65
Gráfico 9 - Quantidade de Flúor na Água Bruta (gráfico 9A), e da Água Tratada (gráfico 9B)	66
Gráfico 10 - Quantidade de Manganês na Água Bruta (gráfico 10A), e da Água Tratada (gráfico 10B)	67
Gráfico 11 - Quantidade de Nitrito na Água Bruta (gráfico 11A), e da Água Tratada (gráfico 11B)	68
Gráfico 12 - Quantidade de Nitrato na Água Bruta (gráfico 12A), e da Água Tratada (gráfico 12B)	69
Gráfico 13 - Quantidade de teor de sólidos dissolvidos na Água Bruta (gráfico 13A), e da Água Tratada (gráfico 13B)	70
Gráfico 14 - Quantidade de Sulfato na Água Bruta (gráfico 14 A), e da Água Tratada (gráfico 14 B)	71
Gráfico 15 - Teor de Turbidez da Água Bruta (gráfico 15A), e da Água Tratada (gráfico 15B)	72
Gráfico 16 - Níveis de cloro residual da Água tratada, Pontos de risco, Reservatório, Poço, Ponta de rede	73

Gráfico 17 - Níveis de turbidez da Água tratada, Pontos de risco, Reservatório, Poço, 75
Ponta de rede

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pontos de coleta de água bruta	36
Tabela 2 - Pontos de coleta de água tratada: Pontos de riscos	36
Tabela 3 - Bairros de coletas de água tratada nos pontos de redes de distribuição	36
Tabela 4 - Análises físicas, químicas e microbiológicas das amostras de água	38
Tabela 5 - Produtos da desinfecção	38
Tabela 6 - Os agrotóxicos foram analisados por cromatografia e espectrometria e massa (EPA, 2007)	39
Tabela 7 - Métodos de análises dos compostos inorgânicos	40
Tabela 8 - Métodos de análises dos compostos orgânicos	41
Tabela 9 - Parâmetros dos padrões organolépticos e de potabilidade e os métodos de análises	42
Tabela 10 - Resultados das análises de coliformes totais	44
Tabela 11 - Resultados positivos de todas as análises bacteriológicas	45
Tabela 12 - Valores de metais pesados permitidos para água bruta e água tratada	76
Tabela 13 - Resultados dos metais pesados encontrados na água tratada da Ponta de Rede - Rua Turquesa, 1660 em Junho de 2012	77
Tabela 14 - Resultados dos metais pesados encontrados na água tratada na Rede de Abastecimento da Vila São José em Junho de 2012	78
Tabela 15 - Resultados dos metais pesados encontrados na água tratada na Estação de Tratamento de Água Sistema Rio Grande em Agosto de 2012	78
Tabela 16 - Resultados dos metais pesados encontrados na água tratada no Setor ETA Sistema Rio Grande - Rua Rio Doce, 772 em Agosto de 2012	79
Tabela 17 - Resultados dos Metais Pesados encontrados na água tratada da estação de tratamento de água Antônio do Porto – Janeiro de 2012	80
Tabela 18 - Resultados dos Metais Pesados encontrados na água tratada da Estação De tratamento de água sistema do Rio Grande – janeiro de 2012	81
Tabela 19 - Resultados dos Metais Pesados encontrados na água tratada - ETA Antonio Porto - Rua Turquesa – ponta de rede em Janeiro de 2012	82
Tabela 20 - Resultados dos Metais Pesados encontrados na água tratada Rede de Abastecimento da Vila São José – Janeiro de 2012	83

Tabela 21 - Resultados dos Metais Pesados encontrados na água bruta da Captação do Ribeirão Bocaina - Janeiro de 2012	84
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo Geral	18
2.2 Objetivos Específicos	18
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1 A água na sociedade	19
3.2 Histórico da legislação brasileira sobre controle da qualidade da água para consumo humano	21
3.3 Resolução CONAMA 357/2005: Águas superficiais	22
3.4 Padrões de Potabilidade da Água	23
3.5 Tratamento convencional para obtenção de água potável	24
3.6 Estudos na área de qualidade de água e sistemas de tratamento	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS	31
4.1 Município de Passos-MG	31
4.1.1 <i>Rio Grande</i>	31
4.1.2 <i>Ribeirão Bocaina</i>	32
4.2 Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto do Município de Passos-MG ..	33
4.3 Descrição Experimental	35
4.3.1 <i>Pontos de Estudos</i>	35
4.3.2 <i>Locais das análises</i>	37
4.3.3 <i>Análises físicas, químicas e microbiológicas</i>	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1 Resultados das Análises Microbiológicas	43
5.1.1 <i>Coliformes Totais e Coliformes Fecais</i>	43
5.2 Cianofíceas ou Cianobactérias	49
5.3 Agrotóxicos, compostos orgânicos	51
5.4 Produtos de desinfetantes e produtos secundários da desinfecção da água	55
5.5 Resultados das análises físicas e químicas da água tratada (ETA I) e água bruta do Ribeirão Bocaina, Passos-MG	58
5.6 Elementos Traços ou Metais pesados	75

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
7 REFERÊNCIAS	87

1 INTRODUÇÃO

Considerando a água como um elemento essencial ao ser humano devemos tratar as diferentes questões relacionadas a seus usos múltiplos de forma integrada, participativa e ética. (FRANCO, 2011).

O Brasil é um país que possui uma grande quantidade de recursos hídricos, mas a ausência de uma política de preservação do mesmo comprometem a qualidade e a quantidade de água disponível. (CARVALHO, 2008).

Além das graves questões sociais relacionadas com a água, tais como carência e desperdício (AUGUSTO et al., 2012), cabe destacar os problemas relacionados à poluição dos mananciais, principalmente em decorrência do desenvolvimento agrícola e industrial, exigindo medidas tecnológicas apropriadas ao tratamento da água destinada ao consumo humano. (VERAS et al., 2008).

Um sistema de tratamento e abastecimento de água de boa qualidade depende do bom controle operacional dos diversos processos unitários de tratamento, o que nem sempre é observado, mesmo que se trate de controle de rotina. Além disso, o desempenho de uma estação de tratamento de água (ETA) depende, inicialmente, de uma seleção adequada da tecnologia de tratamento e de um projeto criterioso, acompanhados da disponibilidade de recursos humanos e materiais que propiciem uma boa rotina de operação. (FNS/ASSEMAE, 1995; MOITA, 1993).

Segundo Pereira (1998) a primeira legislação a ser utilizada como subsídio para aplicação do enquadramento de corpos d'água foi a Resolução CONAMA 20, criada em 1986 a partir de um aperfeiçoamento da Portaria 13, de 15 de janeiro de 1976, do Ministério das Relações Exteriores, que fixou pela primeira vez, padrões específicos de qualidade das águas para fins de balneabilidade ou recreação de contato primário.

Contudo, a resolução CONAMA 20/86 apresentava diversas incoerência em relação aos padrões de qualidade, sendo alguns considerados muitos restritivos frente à capacidade tecnológica existente para controle da poluição e outros muito permissivos frente a qualidade ambiental, o que resultou na revogação da resolução CONAMA 20/86, sendo criada uma nova resolução a CONAMA 357 em 17 de março de 2005 (PIZZELA, 2006).

A Resolução CONAMA 357, de 2005, classifica os corpos de água, as diretrizes ambientais, e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, sendo esta complementada e alterada pela Resolução 430 de 2011. Muito embora, não se pode afirmar

que dessas resoluções decorreram ações que possibilitassem a reversão do quadro de degradação da qualidade das águas.

Também em 2011 foi lançado pela Agência Nacional de Águas (ANA) o Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas (Prodes), conhecido como “programa de compra de esgoto tratado”. O Prodes pretende incentivar a implementação de sistemas de tratamento de efluentes e o aumento da eficiência dos existentes, bem como outras iniciativas para melhoria da qualidade das águas.

Sistemas de tratamento de água e de efluentes são de suma importância, para reduzir a contaminação e a poluição e assim minimizar os efeitos negativos a população.

Os efeitos dos sistemas de tratamento em relação à formação de compostos capazes de apresentar efeitos adversos à saúde humana foi estudada pela primeira vez na década de 70 (MEYER, 2004).

Por exemplo, a fase de desinfecção da água merece muita preocupação porque todos os desinfetantes químicos utilizados no tratamento de água produzem algum tipo de produto secundário. A geração de diferentes tipos e concentrações destes produtos depende, principalmente, do tipo de desinfetante, da qualidade da água, do tempo de contato e de fatores ambientais como pH, temperatura, etc. (DANIEL, 2001; DI BERNARDO e DANTAS, 2005).

Diferentes questões vêm sendo discutidas sobre esse tema, tais como:

- Parâmetros normativos da água (FERNANDES, 2007);
- Educação ambiental (CAMARGO FILHO, 2010);
- Qualidade de água para consumo (ROCHA, 2006)
- Com destaque para o tema análise e monitoramento de qualidade de água em bacias hidrográficas (GONÇALVES, 2005)

Esses estudos têm contribuído de forma significativa para o processo de gestão municipal de recursos hídricos.

A Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, estabelece os limites dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos para a água tratada, dispondo sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

O município é responsável pela água de distribuição e por sua potabilidade, sendo assim, de acordo com essa Portaria, a Vigilância Sanitária Municipal (VISA), a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto (SAAE) devem controlar a qualidade da água distribuída para a população.

O objetivo da pesquisa foi avaliar a qualidade da água bruta captada pela Estação de Tratamento de Água (ETA) da cidade de Passos-MG e verificar a eficiência do tratamento. Para tanto, as amostras de água bruta foram coletadas do Ribeirão Bocaina, principal recurso hídrico de abastecimento da cidade. Já as amostras de água tratada foram coletadas nos reservatórios de distribuição de água das estações de tratamento (ETA I e ETA II), nos pontos de riscos (escolas, hospitais, creches, igrejas), nos pontos de rede, ou seja, nas residências distribuídas nos bairros do município de Passos-MG, nos reservatórios de distribuição dos bairros e nos poços artesianos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O estudo tem como objetivo avaliar a qualidade da água bruta captada pela Estação de Tratamento de Água (ETA) da cidade de Passos-MG e verificar a eficiência do tratamento.

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar a qualidade da água em função do enquadramento da água bruta do Ribeirão Bocaina segundo a Resolução CONAMA 357/2005, nos pontos de captação da estação de tratamento (ETA I) no município de Passos-MG;
- Verificar a qualidade da água tratada em função do enquadramento segundo a Portaria 2914/2011 captada do Ribeirão Bocaina e nos pontos de distribuição da cidade após o tratamento na estação de tratamento I, no município de Passos-MG.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A água na sociedade

A história das civilizações revela que as comunidades sempre dependeram da disponibilidade dos recursos naturais, especialmente da água. O aumento das atividades econômicas desenvolvidas pela sociedade, e o acelerado crescimento da demanda populacional, têm causado uma tremenda pressão sobre os mananciais superficiais e subterrâneos, provocando a contaminação e degradação dos mesmos. (KESSLER, 2004).

Devido à contaminação e degradação da água, a mesma esta se tornando cada vez mais escassa, sendo assim surgiu a necessidade de gerenciar este recurso cada vez mais valioso, utilizando-o de forma mais racional e eficaz . (LOPES, 2011).

Com o processo de urbanização e industrialização do Brasil, sem a devida preocupação com os recursos hídricos, tem elevado os problemas de qualidade e poluição das águas. (FULLER, 2009).

Segundo Bustos (2003), a escassez da água e os problemas causados pela poluição constituem a “crise da água”, atualmente reconhecida por governantes de todo o mundo.

As principais fontes de poluição das águas são classificadas em quatro tipos: química, física, fisiológica e biológica: Poluição química: poluentes orgânicos e inorgânicos; Poluição física: materiais que alteram as características físicas da Água; Poluição fisiológica: substancias que alteram o odor e o gosto; Poluição biológica: organismos patogênicos. (LUIZ DANIEL, 2001).

A lei federal 6.938 de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, define no seu artigo 3º o que é poluição:

Poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas as atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

A palavra poluição está relacionada ao ato de manchar ou sujar, demonstrando assim a conotação estética dada à poluição quando esta passou a ser percebida. Mas a alteração da

qualidade da água não está necessariamente ligada somente a aspectos estéticos, já que a água de aparência satisfatória para um determinado uso pode conter micro-organismos patogênicos e substâncias tóxicas para determinadas espécies. (BRAGA et al., 2002). Segundo o mesmo autor é importante distinguir a diferença entre os conceitos de poluição e contaminação, já que ambos são às vezes utilizados como sinônimos. A contaminação acontece pela transmissão de substância ou micro-organismos patogênicos presentes na água, isso não implica necessariamente um desequilíbrio ecológico. Entretanto, nem sempre a poluição causa riscos à saúde dos organismos que fazem uso dos recursos contaminados. Por exemplo, o calor excessivo nos corpos de água pode causar profundas alterações, mais isso não significa que essa água não possa ser consumida.

A Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, estabelece os limites dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos para a água tratada, dispondo sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

O município é responsável pela água de distribuição e por sua portabilidade, sendo assim, de acordo com a Portaria 2.914/2011 a Vigilância Sanitária Municipal (VISA), a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e o Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto (SAAE) devem controlar a qualidade da água distribuída para a população. Com base nesta portaria, o núcleo de Vigilância Sanitária Municipal (VISA), em alguns casos, em parceria com a Universidade e o Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto (SAAE), realizam as análises de todos os parâmetros exigidos na resolução CONAMA 357/2005 para água bruta, já a água tratada, utiliza os estabelecidos na Portaria 2.914/2011. Por sua vez a ANVISA fiscaliza os resultados e quando necessário refaz os procedimentos para confirmar a qualidade da água tratada na Estação de Tratamento de Água.

Cabe destacar a importância para o poder municipal tomar conhecimento da qualidade da água distribuída para a população e a qualidade da água bruta usada para o tratamento e posterior abastecimento, a fim de tomar providências urgentes para diminuir a contaminação e poluição dos recursos hídricos.

Embora a legislação brasileira sobre recursos hídricos seja considerada avançada, os resultados práticos de sua aplicação são poucos. (CAMPANILI, 2003).

3.2 Histórico da legislação brasileira sobre controle da qualidade da água para consumo humano

A Lei Federal 9.433/97 considera a água como um bem finito e importante para a manutenção da vida, instituindo assim aos comitês de bacias hidrográficas a implantação do gerenciamento, da gestão e do planejamento dos recursos hídricos. Estabelecendo uma Política Nacional de Recursos Hídricos, onde foram definidos os Planos de Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes de acordo as suas prioridades, a outorga de direitos de uso dos recursos hídricos, a cobrança pelo uso da água, a compensação aos municípios e o Sistema de Informações sobre recursos hídricos. (BUSTOS, 2003).

A qualidade dos recursos hídricos brasileiros é estabelecida na Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. De acordo a resolução as águas são divididas em doces, salobras e salinas, esta classificação estabelece o uso da água:

Água doce: classificada em especial, classe1, classe2, classe3;

Água salobra: classe especial, classe1, classe2, Classe3;

Água salina: classe especial, classe1, Classe2 e Classe3.

Muito embora essa regulamentação da Resolução 357/2005 tenha sido implementada há nove anos, não se pode afirmar que dela decorreram ações que possibilitassem a reversão do quadro de degradação da qualidade das águas. Posteriormente foi lançado pela Agência Nacional de Águas (ANA), o Programa de Despoluição de Bacias Hidrográficas, que pretende incentivar a implementação de sistemas de tratamento de efluentes e o aumento da eficiência dos existentes, bem como outras iniciativas para melhoria da qualidade das águas, como a Resolução nº 430/2011, que dispõe sobre os parâmetros, condições, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes, alterando e complementando a 357/2005 e atualmente a Política Nacional de Resíduos sólidos, lei nº 12.305/10, o qual contribuirá para melhorar a qualidade das águas dos recursos hídricos, através do tratamento dos resíduos sólidos dos municípios.

3.3 Resolução CONAMA 357/2005: Águas superficiais

A Resolução CONAMA 357, de 17/03/2005, classifica os corpos de água, as diretrizes ambientais, e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, sendo complementada e alterada pela Resolução nº 430/2011.

O Art. 2º da referida Resolução estabelece que a qualidade da água deve ser obrigatoriamente alcançada de acordo com os usos preponderantes. O enquadramento deve assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que foram destinadas.

Do Capítulo V, das diretrizes ambientais para o enquadramento, no Art. 38 e seus incisos, ficam estabelecidos:

- Art. 38 O enquadramento dos corpos de água: acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;
- § 1º O enquadramento do corpo hídrico será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos;
- § 2º Nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramento, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.
- § 3º As ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico.
- § 4º As metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuados os casos de baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos hídricos onde não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.
- § 5º Em corpos de água intermitentes ou com regime de vazão que apresente diferença sazonal significativa, as metas progressivas obrigatórias poderão variar ao longo do ano.
- § 6º Em corpos de água utilizados por populações para seu abastecimento, o enquadramento e o licenciamento ambiental de atividades a montante preservarão, obrigatoriamente, a condições de consumo. (BRASIL, 2012)

Estão estabelecidos nos artigos 24 e 28 do capítulo IV da Resolução as condições e padrões de lançamento de efluentes, sendo alterada e complementada pela Resolução Nº 430/2011, que dispõe sobre os parâmetros, condições, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes.

A resolução 357 estabelece que a água superficial de classe especial pode ser usada sem tratamento, a classe 1 após tratamento simplificado, a classe 2 e 3 podem ser utilizadas

para o abastecimento, após um tratamento convencional, enquanto a água de classe 4 pode ser usada somente para navegação, não sendo permitida o uso para o abastecimento.

Para os recursos hídricos que estiverem na classe 3, tendendo a classe 4, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramento; para que a sua qualidade melhore e seja possível realizar um tratamento convencional e utilizar esta água para o abastecimento público.

Esta resolução representa um grande avanço na área de gestão de recursos hídricos, pois consegue promover no plano legislativo a conciliação dos instrumentos de gestão para avaliar a qualidade das águas em relação às classes estabelecidas.

3.4 Padrões de Potabilidade da Água

A Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, estabelece os limites dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos para a água tratada, dispondo sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Sendo assim, de acordo com a Portaria 2.914/2011, o padrão microbiológico estabelece que a água tratada no sistema de distribuição apresente ausência de coliformes termotolerantes em 100 mL de água e ausência de coliformes totais em 100 mL em 95% das amostras. Quanto ao valor de cloro residual, o art. 34 estabelece a obrigatoriedade da manutenção de, no mínimo 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede), e no § 2º do Art. 39 recomenda que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2 mg/L. (SILVA, 2012).

Segundo o mesmo autor, para a garantia da qualidade microbiológica da água deve ser observado o padrão de turbidez, que é uma característica física da água, decorrente da presença de sólidos suspensos, finamente divididos ou em estado coloidal, e de organismos microscópicos. A Portaria 2.914/2011 também estabelece que o valor de turbidez máximo permitido seja de 0,5 uT para água filtrada por filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) em 95% das amostras e entre os 5% das amostras que pode apresentar valores de turbidez superiores ao VMP, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser menor ou igual a 1,0 uT.

3.5 Tratamento convencional para obtenção de água potável

O tratamento de água é de suma importância para reduzir a contaminação e a poluição e assim minimizar os efeitos negativos à população, pois remove todas as impurezas presentes na água.

Devido à importância da água para o ser humano é necessário que as características físicas, químicas, biológicas e radioativas não causem efeitos adversos à saúde. A poluição das águas naturais por contaminantes químicos e biológicos é um problema de âmbito mundial. A relação entre o uso de oxidantes nas estações de tratamentos, suas reações com a matéria orgânica natural e a formação de compostos capazes de apresentar efeitos adversos à saúde humana foi estudada pela primeira vez na década de 70. (MEYER, 2004).

A fase de desinfecção da água merece muita preocupação porque todos os desinfetantes químicos utilizados no tratamento de água produzem algum tipo de produto secundário. Os desinfetantes químicos utilizados nas estações de tratamento de água produzem algum tipo de produtos secundários, os tipos e concentrações destes produtos depende, do tipo de desinfetante, da qualidade da água, do tempo de contato e de fatores ambientais como pH, temperatura. Como exemplo podemos citar o uso de cloraminas, que pode levar à formação de tricloramina, dicloramina e monocloramina, dependendo da relação cloro/amônia e do pH da água. A formação de dicloramina, assim como a de tricloramina é indesejável, pois tais compostos conferem gosto e odor à água, dificultando sua ingestão. Com o uso do dióxido de cloro, pode ocorrer a formação dos subprodutos clorito (ClO_2^-) e clorato (ClO_3^-), enquanto a ozonização podendo ocorrer à formação do subproduto bromato (BrO_3^-). (DANIEL 2001; DI BERNARDO e DANTAS, 2005).

O tipo de tratamento varia conforme a sua classificação. O tratamento convencional possui as seguintes etapas:

- Pré-cloração: é adicionado cloro para remover a matéria orgânica e metais;
- Pré-alcalinização: é adicionado cal ou soda, para ajustar o pH;
- Coagulação: é adicionado sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, em seguida a água é agitada com isso as partículas de sujeira ficam eletricamente desestabilizadas e mais fáceis de agregar;
- Floculação: mistura lenta da água, que provoca a formação de flocos;
- Decantação: a água passa por grandes tanques para separar os flocos de sujeira formados na etapa anterior.

- Filtração: a água atravessa tanques formados por pedras, areia e carvão a sujeira que restou da fase de decantação é retida;
- Pós-alcalinização: correção final do pH da água, para evitar a corrosão ou incrustação das tubulações.
- Desinfecção: última adição de cloro no líquido antes de sua saída da Estação de Tratamento.
- Fluoretação: é adicionado flúor na água.

Foram realizados vários trabalhos nessa área de estudo. Uma das pesquisas foi feita por Oliveira (2005), que analisou o desempenho de 166 estações de tratamento de esgotos urbanos nos estados de Minas Gerais e de São Paulo, sendo investigadas seis modalidades de tratamento diferentes:

- Fossa séptica seguida de filtro anaeróbio
- Lagoas facultativas
- Lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas
- Lodos ativados reatores UASB operando isoladamente
- Reatores UASB seguidos por pós-tratamento.

As concentrações de efluentes e as eficiências de remoção dos constituintes DBO, DQO, SST, NTK, PT e coliformes, foram comparadas com valores encontrados na literatura técnica. A remoção de matéria orgânica esteve dentro do esperado, mostrando assim um bom desempenho das estações de tratamento. Já a remoção de SST foi abaixo do esperado, e a remoção de coliformes foi maior que a descrita na literatura. A parte 2 do estudo avaliou a influência de fatores de projeto e de operação no desempenho de estações de tratamento de esgotos, considerando a concentração e a eficiência de remoção de DBO. Das seis tecnologias de tratamento estudadas na Parte 1, apenas quatro forneceram dados suficientes para análise. O objetivo do estudo era verificar a influência das condições de carga tais como sobrecarga, carga adequada e subcarga, da estação e do envolvimento operacional, podendo assim indicar a frequência do monitoramento no desempenho das estações de tratamento.

Através do estudo podemos concluir que não existe uma relação consistente entre a eficiência de remoção e as variáveis operacionais. A quantidade e a influência de cada variável diferem de ETE para ETE e pode ser resultado de projeto, operação ou ambos.

Dois trabalhos exemplificam as pesquisas voltadas ao estudo da qualidade microbiológica e físico-química da água na “ponta da rede”.

Carvalho (2008) avaliou a qualidade microbiológica e físico-química da água que abastece os bebedouros e a caldeira de um campus universitário de Ipatinga - MG. Para

realizar as análises microbiológicas, foram coletadas água dos 21 bebedouros do campus. De acordo com os resultados encontrados, a contagem de bactérias heterotróficas ultrapassou o valor permitido pela Portaria número 518 do Ministério da Saúde. Na análise de coliformes apenas um bloco apresentou média superior a 1,1 em uma coleta, sendo considerada imprópria para o consumo humano. Todas as amostras coletadas apresentaram o teor de cloretos de acordo com os padrões de potabilidade e duas amostras de cloro residual total ultrapassaram padrões estabelecidos pela legislação.

Silva (2012) avaliou a qualidade microbiológica e parâmetros físico-químicos de amostras de água tratada, em 28 pontos de distribuição do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Passos (SAAE), distribuídos entre 13 bairros do município. Por meio das análises dos resultados foi possível constatar que em 96% das amostras analisadas não houve crescimento bacteriano.

Tanto em um estudo quanto o outro, independente de resultados positivos ou não, conclui-se a necessidade de monitoramento constante dos pontos finais da rede para um controle microbiológico e físico-químico da qualidade da água para consumo.

3.6 Estudos na área de qualidade de água e sistemas de tratamento

Importantes estudos vêm sendo realizados sobre qualidade das águas como: parâmetros normativos da água, qualidade e tratamento de águas de chuva, educação ambiental, qualidade de água para consumo, índices de qualidade de água tratada, com destaque para o tema análise e monitoramento de qualidade das águas.

Sipaúba-Tavares (2007) avaliou a qualidade da água da chuva de viveiros que apresentam fluxo contínuo de recurso hídrico, onde o mesmo é passado de um viveiro para outro sem tratamento prévio.

Os resultados da pesquisa mostram que a chuva afetou positivamente a qualidade da água, porém, como os sistemas analisados estão dispostos em distribuição sequencial e escoamento constante da água de viveiros e tanques paralelos sem tratamento prévio, cuidados devem ser averiguados para que o aumento do fluxo de água provocado pelas chuvas não tenha efeito adverso nos viveiros.

Antunes et al. (2004) pesquisou a qualidade da água e verificou sua influência no estado nutricional de crianças de 03 a 06 anos. Foram realizadas análises físico-químicas e

bacteriológicas em todas as amostras. As crianças que moram no local realizarão exames parasitológicos de fezes e foi realizada uma avaliação do estado nutricional. Nas amostras com 100% de cloro residual negativo foram encontradas 43% de bactérias coliformes termotolerantes, e 55 amostras apresentaram turbidez fora do padrão estabelecido. Foram encontrados nas amostras de fezes: *Giardia lamblia* (7,1%), *Ascaris lumbricoides* (33,3%) e *Entamoeba coli* (46,4%). Os resultados nutricionais das crianças foram considerados satisfatório, mas a má qualidade da água pode reverter esse quadro, sendo assim é necessário mecanismos que proporcionem melhorias da potabilidade desse recurso.

Iachinski (2005) verificou a poluição orgânica ao longo do perfil longitudinal do arroio do Engenho, Guarapuava (PR), nos períodos de cheia e estiagem.

Os resultados demonstraram elevados níveis de poluição orgânica em quase toda sua extensão e diferenças pouco significativas entre os períodos de estiagem e cheia.

Alves (2008) monitorou a qualidade da água da bacia do rio Pirapó, principal fonte de abastecimento do município de Maringá, Estado do Paraná, e região. Para a avaliação da qualidade da água foram utilizados os parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Sendo assim foi possível indicar duas principais fontes poluidoras. A primeira fonte é a exploração do solo que vai até a margem do rio, onde não se encontra mata ciliar, ocasionando assim o transporte de sedimentos e nutrientes principalmente em períodos chuvosos para os corpos d'água. A segunda é o lançamento ilegal do esgoto doméstico, elevando os índices de matéria orgânica e coliforme encontrados no corpo receptor.

Santos (2008) verificou a ocorrência de metais pesados no curso inferior do rio Ivaí – Maringá (PR). De acordo com os resultados podemos concluir que os metais pesados Pb, Zn, Cu e Fe apresentam regularidade maior de impactarem o rio ultrapassando os limites da Resolução CONAMA 357/2005, resultante da atividade agrícola na bacia hidrográfica.

Grutzmacher (2008) analisou e monitorou a presença de agrotóxicos nas águas do canal São Gonçalo e do rio Piratini, localizados na região sul do Estado do Rio Grande do Sul. Analisando os resultados percebemos que durante a semeadura e a colheita a quantidade de resíduos de agrotóxicos na água diminuiu. Foram observados no ponto mais baixo do canal a presença de resíduos, ou seja, onze análises foram encontradas com resíduo de agrotóxico.

Pinto (2009) estudou o comportamento da qualidade da água, ao longo do tempo, em uma bacia hidrográfica de cabeceira do Rio Grande, MG. Para obter os resultados foi realizado o cálculo do Índice de Qualidade da Água (IQA), e em seguida foi realizado o enquadramento em classes conforme Resolução 357/05 CONAMA. Foram levadas em considerações as condições ambientais para analisar os valores do IQA e para realizar o

processo de enquadramento. Foi possível concluir que a água esta sendo poluída por coliformes, e isso esta associada com a pecuária. Em menor escala o OD e a DBO são também fatores limitantes.

Blume (2010) monitorou a qualidade da água do rio dos Sinos, principal rio da bacia hidrográfica do rio dos Sinos (RS). Os resultados foram analisados com base na resolução CONAMA nº 357 de 2005, e pelo Índice de Qualidade das Águas (IQA). O estudo mostrou uma água de má qualidade, isso pode ocasionar um serio problema para a população local, devido ao fato do rio ser utilizado como a principal fonte de abastecimento. As condições sanitárias encontradas, principalmente no trecho inferior, são alarmantes e indicam atividades antrópicas na bacia.

Lucas (2010) avaliou a qualidade da água do ribeirão dos Marins Piracicaba (SP) de fevereiro a dezembro de 2005 em sete pontos ao longo do ribeirão, considerando-se o uso e ocupação do solo. As águas apresentaram-se fora do padrão estabelecido pela Resolução 357/2005 do CONAMA, ou seja, a mesma não serve para a irrigação de hortaliças, sendo assim não podem ser utilizadas.

Barbosa (2011) mediu a concentração de ferro total, sólidos suspensos, dissolvidos, totais e turbidez na água do Córrego do Coqueiro. De acordo com os resultados o manancial possui um pequeno potencial de causar danos ao sistema de irrigação para os parâmetros físicos. Entretanto a concentração de ferro encontrada apresentou médio a alto potencial de risco ao sistema de irrigação, sendo assim, a utilização de sistemas de irrigação sem filtragem, pode causar risco de obstrução de tubulações e emissores, principalmente nos pontos finais do manancial.

Scuracchio (2010) estudou a qualidade da água utilizada em escolas e creches municipais da cidade de São Carlos-SP. A maioria das amostras de coliformes totais foi proveniente dos filtros e da rede, para bactérias heterotróficas foi colhida nos filtros. Segundo as análises físico-químicas o maior numero de amostras fora do padrão ocorreu na rede para pH, na rede e no filtro para flúor, no filtro para cloro residual livre e no reservatório para turbidez. O flúor foi o parâmetro com maior número de amostras inadequadas. Mostrando assim a necessidade de conservação, limpeza e manutenção dos reservatórios e filtros nas escolas e creches de São Carlos, devido à água analisada estar imprópria para o consumo humano.

Macedo et al. (2000) avaliou o sistema de monitoramento da sub-bacia do ribeirão das Cruzes – Araraquara-SP e a aplicação da resolução CONAMA 357/2005, com base em análise de dados históricos realizadas em 13 estações nos períodos seco e chuvoso. Os

resultados revelaram os parâmetros que apresentam concentrações significativas nas diversas estações de amostragem, onde ocorreu uma heterogeneidade entre as estações, indicando os pontos com baixa influência antrópica, estações com influência direta da zona urbana e onde se encontram a montante e jusante da Estação de Tratamento de Esgoto de Araraquara. Foram verificadas a frequência de amostragem e a localização das estações de coleta de amostras. Sendo assim foi possível propor um plano de monitoramento mais eficaz e economicamente viável de acordo com os parâmetros da resolução CONAMA 357/2005.

Sistemas de tratamento de água e de efluentes são de suma importância, para reduzir a contaminação e a poluição e assim minimizar os efeitos negativos a população.

Entretanto, existem implicações dos sistemas de tratamento em relação a formação de compostos capazes de apresentar efeitos adversos à saúde humana, essas consequências foram estudadas pela primeira vez na década de 70. (MEYER, 2004).

A fase de desinfecção da água, por exemplo, merece muita preocupação porque todos os desinfetantes químicos utilizados no tratamento de água produzem algum tipo de produto secundário, os diferentes tipos e concentrações destes produtos dependem do tipo de desinfetante, da qualidade da água, do tempo de contato e de fatores ambientais tais como pH, temperatura, etc. (DANIEL, 2001; DI BERNARDO e DANTAS, 2005).

Lage Filho e Andrade Junior (2007) observou os efeitos da pré-ozonização e da inter-ozonização de acordo com as variáveis de qualidade de águas em diversas etapas de tratamento: demanda de cloro livre, absorvância de luz ultravioleta em 254 nm e concentração de matéria orgânica. Nas águas decantadas, a ozonização favoreceu a remoção da matéria orgânica, mas não influenciou a redução da demanda de cloro livre em relação aos ensaios sem ozonização. As águas filtradas os ensaios com ozônio proporcionaram maiores remoções da matéria orgânica e valores da relação da demanda de cloro livre e matéria orgânica do que os ensaios sem ozônio, entretanto estes últimos foram mais eficientes na redução da demanda de cloro livre. A ozonização da água bruta reduziu a concentração de matéria orgânica e a abs UV254, mas não a demanda de cloro livre.

Sardinha (2008) pesquisou possíveis entradas antropogênicas nas águas superficiais do Ribeirão do Meio – Leme-SP. A água próximo à nascente até a cidade de Leme de acordo com suas características permitiu concluir que há pouca interferência antropogênica na sua qualidade. A falta de tratamento para o esgoto doméstico da cidade de Leme piora a qualidade da água. Foi utilizado o modelo QUAL 2K, para identificar as zonas de autodepuração, indicando assim a necessidade de tratamento de esgotos em nível secundário, com eficiência de 76%.

Fernandes (2007) discutiu os parâmetros normativos da água quanto à evolução do padrão brasileiro, o paradigma da sustentabilidade e a política nacional de recursos hídricos. O estudo revela os impactos ao ambiente e riscos à saúde das populações, devido a presença de contaminantes químicos nas águas, sobretudo aquelas utilizadas para consumo humano. Esses resultados permearão a próxima revisão do padrão de potabilidade ora em vigor no país, por agregar na sua síntese aspectos relevantes do modelo de desenvolvimento estabelecido no Brasil e na maioria dos países em desenvolvimento. E Rocha (2006) comparou a qualidade da água para consumo doméstico e agropecuário e seus fatores determinantes. Para o autor a percepção dos proprietários sobre a potabilidade da água relaciona-se às características físicas e organolépticas, não a sanitária.

Souza e Libano (2009) propuseram um Índice de Qualidade da Água Bruta (IQAB) afluyente para estações convencionais de tratamento para comparar a tratabilidade dos mananciais superficiais. O Índice de Qualidade de Água aplicado a cinco mananciais superficiais permite recomendar seu emprego como ferramenta adicional de avaliação da desempenho das estações de tratamento pelas concessionárias de abastecimento de água do país

Achon et al. (2013) avaliaram de forma crítica a problemática dos resíduos das estações de tratamento de água no Brasil, através do estudo da viabilidade de construção e uso de indicadores, definidos pela ISO 24512. A grande maioria das estações de tratamento de água analisadas, não relata a quantidade de resíduos gerados, a minoria avaliam suas características e descartam adequadamente esses resíduos, dificultando o uso de indicadores como ferramentas de gestão. Isso mostra o desafio enfrentado na área de saneamento em relação à gestão dos resíduos em consonância com as normas internacionais.

Esses estudos têm contribuído de forma significativa para o processo de gestão municipal de recursos hídricos e refletem os principais desafios enfrentados nas pesquisas no Brasil, na área de qualidade de água e sistemas de tratamento.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Município de Passos-MG

O presente estudo foi realizado no período de Janeiro a Dezembro de 2012, na cidade de Passos-MG, localizado no sul de Minas Gerais. Passos é um município brasileiro localizado no interior do estado de Minas Gerais, na Mesorregião do Sul e Sudoeste de Minas. Com uma população de 111.661 habitantes (IBGE/2012).

A formação do município iniciou-se em meados do século XVIII, com o surgimento das primeiras fazendas entre 1780 e 1830, foi considerada cidade no ano de 1858. A cidade possui 155 anos, seu aniversário é comemorado no dia 14 de maio.

A economia da cidade é movida pela agropecuária e pelo agronegócio, possui pequenas indústrias de confecções de móveis e de roupas. Os solos são originários de rochas pré-cambrianas, muito rico em minerais primários, com altos teores de potássio, o que transfere aos solos características de alta fertilidade.

O Município é rico em recursos hídricos, por estar situado na bacia do médio Rio Grande, Rio São João, Ribeirão Conquista e Ribeirão Bocaina. O clima é tropical, a temperatura média anual é superior a 18° C e inverno seco. A precipitação média anual é de 1.709,4 mm (PEREIRA et al., 2005).

4.1.1 Rio Grande

O rio Grande é um rio Federal, suas águas passam pelo estado de São Paulo, Minas Gerais que junto com o Rio Paranaíba forma o Rio Paraná cujo curso é de 1351 km. O Rio Grande recebe toda a água do Ribeirão Bocaina após o seu percurso na cidade de Passos-MG. As águas do Rio Grande são usadas para produção de energia elétrica. Apenas um reservatório, o de Furnas, possui um reservatório com extensão máxima de 220 km com uma área inundada de 1.440 km² (PEREIRA et al., 2005).

A suas águas são utilizadas na irrigação, geração de energia elétrica, dessedentação de animais, pesca, piscicultura, diluição de agrotóxico, balneabilidade, recreação e paisagismo (PEREIRA et al., 2005).

O município de Passos-MG iniciou a captação de água desse recurso hídrico em 2012, ou seja, no ano em que foi realizado o presente estudo, abastecendo somente um bairro da cidade, o Santa Luzia. Por esse motivo a quantidade de dados sobre esse recurso hídrico são poucas sendo assim as análises desta água serão feitas em estudos posteriores.

4.1.2 Ribeirão Bocaina

A microbacia do Ribeirão Bocaina está localizada na região sudeste do estado de Minas Gerais, sua altitude é de 739 metros, tem coordenadas geográficas 20° 43' 01'' de latitude sul e 46° 36' 39'' de longitude oeste, apresenta uma área de drenagem de 252,10 Km² (252.100ha). O Ribeirão Bocaina é responsável pelo abastecimento de água da cidade de Passos (PEREIRA et al., 2013).

O Ribeirão Bocaina nasce neste município e pertence à Bacia Hidrográfica do médio rio Grande. A sub-bacia Hidrográfica do ribeirão Bocaina abrange aproximadamente 20,3% da área total do Município. Seu trajeto é de mais de 100 km de extensão e recebe vários afluentes. A maior parte das nascentes que definem a sub-bacia do Ribeirão Bocaina surge nas Serras do Fundão, Jaú, Ventania, Água Azul e da Conquista, que por sua vez, pertencem a Unidade Geomorfológica da Serra da Canastra (PEREIRA et al., 2013).

Sua rede de drenagem é bastante densa, sendo composta além do próprio Bocaina, pelo Ribeirão das Ninfas, e pelos Córregos das Cocotas, Fundão, Sertãozinho, Santo Antônio, Mumbuca, Mata, Barreiro, Lacrimal, Delfina, Matinha e Angola e seus tributários, sem denominação oficial (PEREIRA et al., 2013).

Com um clima tropical chuvoso, a temperatura média das máximas é de 36°C e a média das mínimas de 20°C, com precipitação pluviométrica média anual de 1.700 mm (PEREIRA et al., 2013).

A figura 1 mostra a Bacia do Médio Rio Grande. A cidade de Passos-MG, com o Ribeirão Bocaina passando dentro da cidade e o Rio Grande em sua periferia.

o tratamento e posteriormente distribuída para o município de Passos é proveniente do Ribeirão Bocaina, Rio Grande e Poços Artesianos que fornecem água a mais de 111 mil pessoas e muitos estabelecimentos comerciais e industriais da cidade, cabendo ao SAAE cumprir às normas e padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde. Esse fornecimento é feito através da captação, tratamento e distribuição.

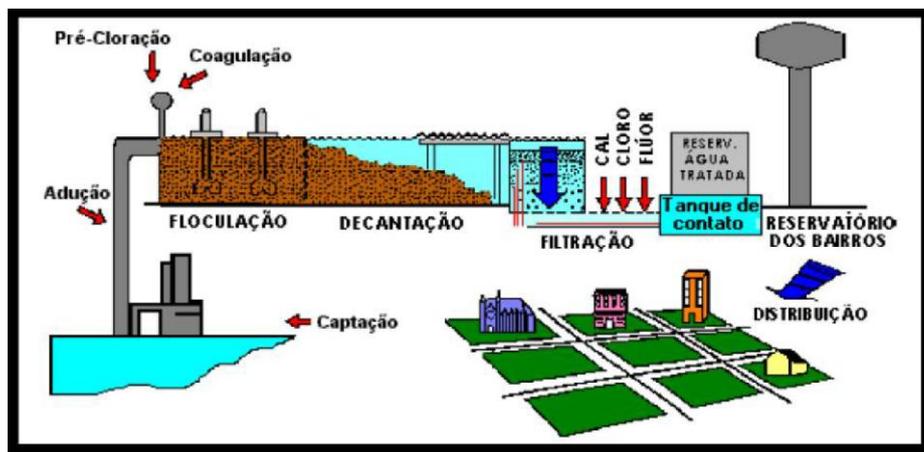
As duas Estações de Tratamento de Água (ETAs) de Passos-MG são do tipo convencional. A ETA I tem capacidade de produção de até 360L/s e a ETA II tem a capacidade de produção 84L/s.

A ETA I capta a água do Ribeirão Bocaina e abastece os bairros: Jardim Califórnia, Coimbrãs, COHAB, Santa Casa, Penha, São Benedito, Jardim Colégio de Passos, São Francisco, Umuarama, Belo Horizonte, Vila Rica, Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora Aparecida, João Paulo II, Aclimação. O manancial de captação da ETA II é o Rio Grande e abastece somente o bairro Santa Luzia.

Em ambas as estações as etapas de tratamento da água são mistura rápida, Coagulação, Floculação, Decantação, Filtração, Fluoretação e para desinfecção a Cloração.

A Figura 2 representa o sistema da estação de tratamento convencional de água (ETAII), do SAAE.

Figura 2: Sistema de Tratamento de Água Convencional do SAAE.



Fonte: SAAE, 2012.

4.3 Descrição Experimental

4.3.1 Pontos de Estudos

O trabalho foi realizado no período de Janeiro de 2012 a Dezembro de 2012. As amostras para o estudo foram de água bruta (superficial) e de água tratada, as coletas de foram realizadas pelo grupo de pesquisa do SAAE e pelo Laboratório de Hidrobiologia da FESP/UEMG.

As amostras de água bruta foram coletadas no Ribeirão Bocaina, principal recurso hídrico que abastece a cidade, na entrada das estações ETA I. As amostras de água tratada foram coletadas nos reservatórios de distribuição de água das estações de tratamento (ETA I e ETA II) e nos pontos de riscos. Os pontos classificados como de riscos foram:

- Escolas: o município de Passos possui 37 escolas publicas e 6 escolas de educação infantil;
- Creches: o município possui 10 creches;
- Hospitais e igrejas.

Nos pontos de rede, ou seja, nas residências distribuídas nos bairros do município de Passos-MG, nos reservatórios de distribuição dos bairros e nos poços artesianos.

As coletas eram realizadas de Segunda a Sexta-feira no período da manhã, no ponto de captação (água bruta), foram realizadas diariamente, já as coletas da água tratada foram realizadas aleatoriamente, ou seja, cada dia era coletada em um bairro diferente. Eram coletadas 6 amostras de água por dia totalizando um total de 120 amostra por mês, as análises de temperatura, pH, turbidez eram realizadas na hora, em seguida as amostras eram levadas para os laboratórios para a realização das demais análises. As análises físico-química e microbiológicas eram realizadas diariamente, as análises de ferro total, nitrito, nitrato, agrotóxicos eram realizadas uma vez por semana.

O tratamento realizado na ETA I e ETA II é o convencional e o tratamento realizado nos poços artesianos é o tratamento simplificado.

A seguir são apresentados os pontos de coletas de água bruta e os pontos de riscos da água tratada (Tabelas de 1 a 2). Na tabela 3 são apresentados os bairros de coletas da água tratada nas pontas de rede de distribuição do Município de Passos–MG.

Tabela 1: Pontos de coleta de água bruta, Ribeirão Bocaina, Poço Artesiano e Reservatórios da ETA I.

Poços Artesianos	Água Bruta	Reservatórios – ETA I
Poço Artesiano	Calha água do Ribeirão Bocaina	Avenida da Penha, 103
R. Ns. Sr. dos Passos, 1013	Filtro de água do Rio Grande. Calha Pashaal	Rua Julio do N. Maia, 12
Poço Artesiano		Rua José Muzetti, 15
R. Ns. Sr dos Passos, 1013		Rua Congonhas, 54
		R. Imaculada Conceição s/n
		Distrito Industrial, II

Fonte: Fonte: SAAE, 2012.

Tabela 2: Pontos de coleta de água tratada: Pontos de riscos.

Pontos de Riscos		
Hospital Otto Krakauer	Creche Múcio de Alencar Viana	Asilo São Vicente de Paulo
Hospital São José	Creche Naim Simão	Associação Espírita Cáritas
Pronto Socorro Municipal	Creche Nossa S. das Graças	Creche Campe
Santa Casa de M. de Passos	Creche Santo Agostinho	Creche Dolores de Queiroz
Terminal Rodoviário Municipal	Creche São Francisco de Assis	Creche Mizael F. Silva
	Creche Sonho Meu – 12º B.P. M.	Creche Mons. João Pedro

Fonte: Fonte: SAAE, 2012.

Tabela 3: Bairros de coletas da água tratada nas pontas de rede de distribuição:

Carmelo	Bela Vista
Jardins das Rosas	Bela Vista II
Polivalente	Distrito Industrial I
Santa Luzia	São Benedito
Recanto da Harmonia	Canjeranus

Fonte: Fonte: SAAE, 2012.

4.3.2 Locais das análises

As amostras foram analisadas no Laboratório da ETA1 de Passos; Laboratório de Hidrobiologia da FESP e nos laboratórios privados, Araxá Ambiental.

As análises realizadas com a água bruta foram: cor, condutividade, pH, turbidez, alumínio, amônia, cianetos, demanda química de oxigênio, Ferro, cloretos, manganês, nitrato, nitrito, sólidos dissolvidos totais, substâncias tenso-ativas, sulfatos, nitrogênio total, temperatura, oxigênio dissolvido, agrotóxicos, coliformes totais e coliformes termotolerantes, cianobactérias, cianotoxinas: microcistinas e bactérias heterotróficas.

As análises realizadas com a água tratada foram: cloro residual livre, temperatura, cor, condutividade, pH, turbidez, alumínio, amônia, cianetos, ferro, fluoretos, manganês, nitrato, nitrito, sólidos dissolvidos totais, sulfatos, flúor, coliformes totais, coliformes termotolerantes, cianobactérias, cianotoxinas: microcistinas e bactérias heterotróficas.

As análises realizadas pela VISA (Vigilância Sanitária) Municipal na água tratada foram: pH, cloro, coliformes totais e termotolerantes, turbidez.

4.3.3 Análises físicas, químicas e microbiológicas

As análises físicas, químicas e microbiológicas estão representadas nas tabelas de 4 a 13:

Tabela 4: Análises físicas, químicas e microbiológicas das amostras de água

Referência	Materiais e Métodos	Análise
APHA, 2005	Termômetro de mercúrio em C°.	Temperatura
APHA, 2005	Condutivímetro em μs	Condutividade
APHA, 2005	Titulometria	Sólidos Dissolvidos Totais
APHA, 2005	Colorimetria	Cloro residual livre
APHA, 2005	Colorimetria	Cor
APHA, 2005	Fotometria	Turbidez
APHA, 2005	Fotometria	Alumínio
APHA, 2005	Fotometria	Amônia
APHA, 2005	Fotometria	Cianetos
APHA, 2005	Fotometria	Ferro
APHA, 2005	Fotometria	Fluoreto
APHA, 2005	Fotometria	Manganês
APHA, 2005	Fotometria	Nitrato
APHA, 2005	Fotometria	Nitrito
APHA, 2005	Fotometria	Substâncias tenso-ativas
APHA, 2005	Fotometria	Sulfatos
APHA, 2005	Destilação e titulação com H_2SO_4 0,01 N	Nitrogênio total
Standard Methods, 2012	Quantitativo através da contagem de células em microscopia de luz	Cianobactérias (água bruta)
BISHOP, C.T. et al., 1959	Método enzimático (Kit), e quantificação através do método Elisa (Enzima Ligada).	Cianotoxinas (água bruta e tratada)
APHA, 2005	Tubos múltiplos	Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes

Fonte: Fonte: SAAE, 2012.

Tabela 5: Produtos da desinfecção - Estes parâmetros foram analisados pelos descritos a seguir.

MÉTODO	PARÂMETROS
EPA 552.3- Cromatografia gasosa com captura de elétrons	Ácidos Haloacéticos Total
EPA 300.1- Cromatografia de íons	Bromato
EPA 8720 D – Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	Cloraminas Totais
SM 4500 – Colorimétrico	Clorito
SM 6410 A – Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	2,4,6- Triclorofenol
ASTM D6520/00 – Micro extração em fase sólida de água	Trihalometanos totais

Fonte: Fonte: SAAE, 2012.

Tabela 6: Os agrotóxicos foram analisados por cromatografia e espectrometria e massa (EPA, 2007).

MÉTODOS	PARÂMETROS
1 SM 6410 A - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	2,4-D + 2, 4,5 T
EPA-8270 D - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Alaclor
SM 6410 A- Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Aldicarb+Ald. Sulfona+Ald. Sulfóxido
SM 6410 A- Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Aldrin + Dieldrin
EPA 8270 C - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Carbendazim + Benomil
EPA 8270 D - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Carbofurano
EPA 8270 C - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Clorpirifós + Clorpirifós – oxon
SM 6410 A - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	DDT + DDD + DDE
EPA 8270 C - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Diuron
EPA 8270D, SM 64010B – Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Endossulfan
SM 6410 A - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Endrin
EPA 300.1- Determinação de ânions inorgânicos por Cromatografia de Íons	Glifosato + AMPA
SM 6410 A - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Lindano (Gama - BHC)
EPA 8260 B - Compostos orgânicos voláteis por gás cromatografia / Espectroscopia de massa	Mancozebe
EPA 8270 C - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Metamidofós
SM 6410 A - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Metolacloro
SM 6410 A - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Molinato
EPA 8270 C - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Parationa Metílica
SM 6410 A - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Pendimetalina
SM 6410 A - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Permetrina
EPA 8270 C - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Profenofós
SM 6410 A - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Simazina
SM 6410 A - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Tebuconazol
EPA 8270 C - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Terbufós
SM 6410 A - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Trifluralina

Fonte: Fonte: SAAE, 2012.

Compostos Inorgânicos

Os compostos inorgânicos foram analisados por espectrofotômetro. Os parâmetros e os métodos estão citados abaixo:

Tabela 7: Métodos de análises dos compostos inorgânicos

MÉTODO	PARÂMETROS
SM 3114 B/C – Absorção atômica	Antimônio
SM 3114 B/C- As - Absorção atômica	Arsênio Total
SM 3111 D – Espectrometria de absorção atômica com chama	Bário Total (a c)
SM 3111B – Espectrometria de absorção atômica com chama	Cádmio
SM 3111 B – Espectrometria de absorção atômica com chama	Chumbo
SM 4500-CN – Colorimétrico	Cianeto Total
SM 3111 B – Espectrometria de absorção atômica com chama	Cobre Total (a c)
SM 3111 B – Espectrometria de absorção atômica com chama	Cromo Total
SM 3112 B – Espectrometria de absorção atômica com chama	Mercúrio Total
SM 3111 B – Espectrometria de absorção atômica com chama	Níquel Total
SM 3114 B/C- Se - Espectrometria de absorção atômica com chama	Selênio
SM 3120 B – Espectroscopia de emissão	Urânio Total

Fonte: Fonte: SAAE, 2012.

Compostos Orgânicos

Os compostos Orgânicos foram analisados por espectrofotômetro. Os parâmetros e os métodos estão citados abaixo:

Tabela 8: Métodos de análises dos compostos orgânicos

MÉTODO	PARÂMETROS
EPA-8270 D – Cromatografia gasosa/espectrometria de massa	Acrilamida
ASTM D6520/00 – Micro extração em fase sólida da água	Benzeno
SM 6410 A - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Benzo (a) pireno
ASTM D 6520/00 – Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Cloreto de Vinila
EPA-8260 B – Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	1,2- Dicloroetano
ASTM D6520/00 - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	1,1- Dicloroetano
EPA-8260 B - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	1,2- Dicloroetano (Cis + Trans)
SM 6410 A - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Diclorometano
EPA 8270 C - Cromatografia gasosa espectrometria de massa	Di (2-Etilhexil) Ftalato
ASTM D6520/00 - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Estireno
SM 6410 A - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Pentaclorofenol
ASTM D6520/00 - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Tetracloro de Carbono
ASTM D6520/00 - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Tetracloroetano
ASTM D6520/00 - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Triclorobenzenos

Fonte: Fonte: SAAE, 2012.

Radioatividade

Os parâmetros de radioatividade Alfa e Beta Global foram analisados por cintilação.

Padrão Organoléptico de potabilidade

Os métodos e os parâmetros dos padrões organolépticos e de potabilidade estão citados a seguir:

Tabela 9: Parâmetros dos padrões organolépticos e de potabilidade e os métodos de análises

MÉTODO	PARÂMETROS
EPA-8260 B - Compostos orgânicos voláteis por gás cromatografia / Espectroscopia de massa	1,2- Diclorobenzeno
EPA-8260 B - Compostos orgânicos voláteis por gás cromatografia / Espectroscopia de massa	1,4- Diclorobenzeno
ASTM D6520/00 - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Etilbenzeno
ASTM D6520/00 - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Monoclorobenzeno
SM 3111 B - Espectrometria de absorção atômica com chama	Sódio Total
ASTM D6520/00 - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Tolueno
ASTM D6520/00 - Cromatografia gasosa / espectrometria de massa	Xileno
SM 3111 B - Espectrometria de absorção atômica com chama	Zinco Total

Fonte: Fonte: SAAE, 2012.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Resultados das Análises Microbiológicas

5.1.1 Coliformes Totais e Coliformes Fecais

Os coliformes totais indicam presença de bactérias na água, mais isso não necessariamente representa problemas para a saúde. As bactérias do grupo coliforme são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase negativos, capazes de desenvolver-se na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5$ °C em 24-48 horas e que podem apresentar atividade da enzima β galactosidase. (ÁGUA BRASIL, 2010).

A água possui diversos tipos de microrganismos por esse motivo são realizadas análises para verificar a presença de coliformes totais e coliformes fecais.

O destino da água é determinado pelos padrões de qualidade:

- Para o consumo humano: Ausência em amostra de 100 ml;
- Na saída do tratamento: Ausência em amostra de 100 ml;
- Tratada no sistema de distribuição: Ausência em amostra de 100 ml;
- Sistema de distribuição que analisam 40 ou mais amostra por mês: Ausência em 100 ml em 95% das amostras examinadas no mês;
- Sistema de distribuição que analisam menos de 40 amostras por mês: Somente uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100 ml (DI BERNARDO, et al., 2002).

Os resultados das análises microbiológicas da água bruta e da água tratada encontram-se na tabela 10.

Tabela 10: Resultado das análises de coliformes totais realizadas mensalmente na água tratada e na água bruta em 2012.

Coliformes totais				
Água bruta		Água tratada		Mês
Positivo	Negativo	Negativo	Positivo	
35	25	96	2	Janeiro
39	21	100	2	Fevereiro
39	21	100	1	Março
31	29	98	1	Abril
31	29	100	0	Maiο
32	28	99	1	Junho
30	30	100	0	Julho
40	34	98	2	Agosto
39	21	99	1	Setembro
35	21	97	3	Outubro
31	29	99	1	Novembro
32	28	84	0	Dezembro
414	316	1170	14	Subtotal
730		1184		Total

Fonte: a autora

Das 1.184 análises de água tratada durante o ano de 2012, os meses que apresentaram coliformes totais foram Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Junho, Agosto, Setembro, Outubro e Novembro totalizando 14 amostras com a presença de Coliformes totais e unidade formadora de colônias (UFC). Das 730 amostras realizadas na água bruta 414 apresentaram Coliformes totais.

Os resultados das análises microbiológicas da água tratada encontram-se na tabela 11.

Tabela 11: Resultados positivos de todas as análises bacteriológicas realizadas nos pontos de amostragem

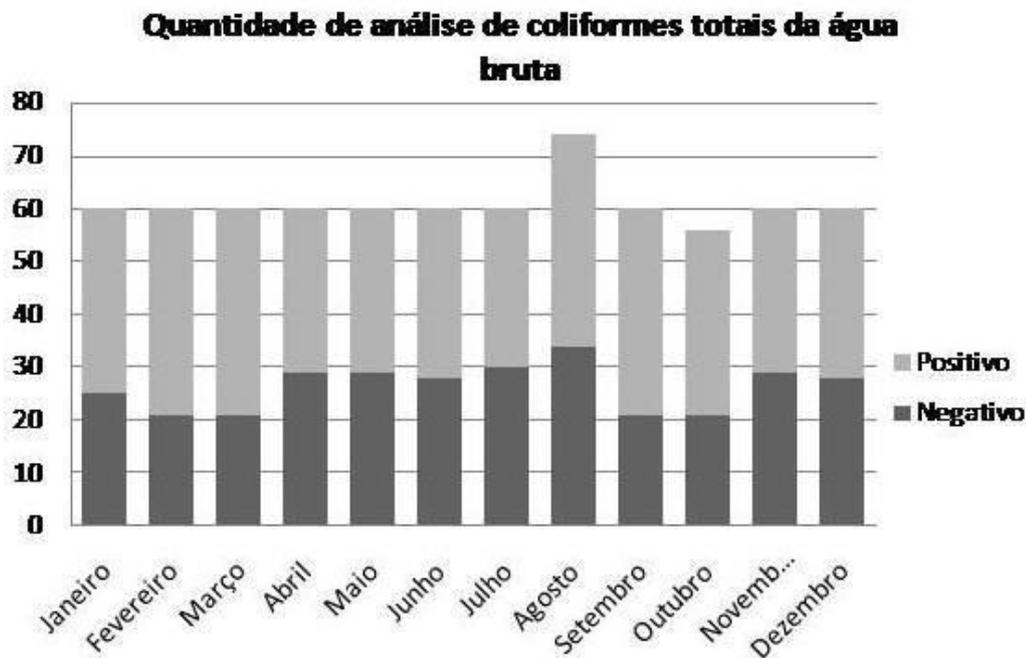
Totais análises	Pontas de Rede		Poço		Reservatório		Pontos de Risco		Tratada		Mês
	C. te	C. to.	C. te	C. to.	C. te	C. to.	C. te	C. to.	C. te	C. to.	
116	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	Janeiro
116	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	Fevereiro
116	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Março
116	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Abril
116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Maio
116	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Junho
116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Julho
116	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	Agosto
116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Setembro
116	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	Outubro
116	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	Novembro
116	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	Dezembro
1.392	0	11	0	1	0	1	0	2	0	1	Total

Fonte: a autora

Das 1.392 amostras de água tratada durante o ano de 2012 nos pontos de amostragem, a água tratada apresentou coliformes totais no mês de Maio, nos pontos de risco coliformes totais no mês Agosto e em uma em Dezembro, nos reservatórios coliformes totais no mês de Outubro, nos poços coliformes totais no mês de Novembro, nas pontas de rede duas no mês de Janeiro, duas em Fevereiro, uma em Março, uma em Abril, uma em Junho, uma em Agosto, duas em Outubro e uma em Novembro de coliformes totais. Totalizando 16 amostras com a presença de coliformes totais.

No Gráfico 1 estão apresentados os resultados das análise de coliformes totais para água bruta nos meses de Janeiro a Dezembro de 2012.

Gráfico 1: Resultados das análises de coliformes totais para água bruta nos meses de Janeiro a Dezembro de 2012.

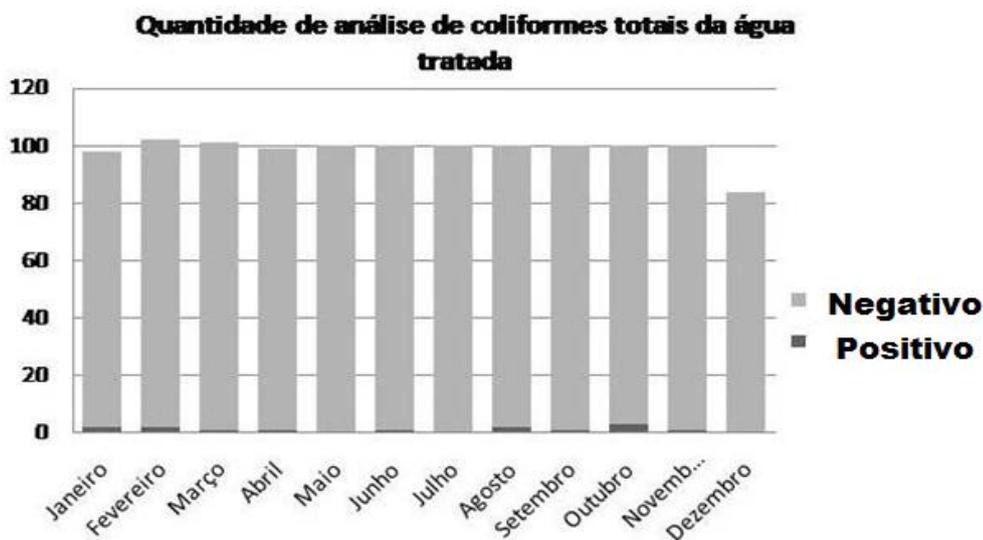


Fonte: a autora

O gráfico mostra as análises de coliformes totais da água bruta dos meses de Janeiro a Dezembro de 2012. Em janeiro das 80 amostras coletadas 25 apresentaram resultado negativo e 55 positivos, em fevereiro das 80 amostras coletadas 20 apresentaram resultado negativo e 60 positivos. No mês de março das 80 amostras coletadas 20 apresentaram resultados negativos e 60 positivos. No mês de abril das 80 amostras coletadas 28 apresentaram resultados negativos e 52 positivos. No mês de maio das 80 amostras coletadas 29 apresentaram resultados negativos e 51 positivos. No mês de junho das 80 amostras coletadas 28 apresentaram resultados positivos e 52 negativos. No mês de julho das 80 amostras coletadas 30 apresentaram resultados negativos e 50 positivos. No mês de agosto das 80 amostras 35 apresentaram resultados negativos e 45 positivos. No mês setembro das 80 amostras 20 apresentaram resultados negativos e 60 positivos. No mês de outubro das 80 amostras 23 apresentaram resultados negativos e 57 positivos. No mês de novembro das 80 amostras 30 apresentaram resultados negativos e 50 positivos. No mês de dezembro das 80 amostras 28 apresentaram valores negativos e 52 positivos.

O gráfico 2 mostra a quantidade de análise e os resultados de coliformes totais da água tratada nos meses de Janeiro a Dezembro de 2012.

Gráfico 2: Resultados das análises de coliformes totais das amostras de água tratada.



Fonte: a autora

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece que os valores para Coliformes termotolerantes para a classe 3 – Águas Doces não pode ultrapassar 4.000 coliformes por 100 mililitros.

Os valores microbiológicos das amostras de água tratada durante o ano, apenas 14 amostras foram positivas para Coliformes totais, 45 para unidade formadora de colônias (bactérias mesófilas) e não se observou em nenhuma amostra a presença de *Escherichia coli*, ou seja, coliformes termotolerantes.

O exame bacteriológico do presente trabalho revelou elevada concentração de coliformes totais e *Escherichia* na água bruta. Estas ocorrências podem ter acontecido devido ao período de chuva e pode estar sendo provocada pela poluição antropogênica em consequência da presença de valas negras em bairros próximos ao Ribeirão Bocaina que em períodos de chuvas fortes, estas valas arrebentam levando o esgoto *in natura* em direção ao ponto alto da estação de captação do Ribeirão.

O Ribeirão Bocaina está classificado como Classe 2, analisando as amostras de coliformes percebemos que os valores estão acima do valor permitido na Resolução CONAMA 357/2005, isso mostra que os padrões de qualidade previamente estabelecidos não estão sendo atendidos. Sendo assim seu uso só pode ser destinado ao abastecimento humano, após tratamento convencional ou avançado.

Durante todo o ano a Visa emite um relatório a ANVISA, sempre que ocorre um resultado positivo para coliformes totais, coliformes termotolerantes e Unidade formadora de

colônia a ANVISA realiza a verificação “in locu” por meio de novas análises de amostras de água.

O padrão microbiológico estabelece que a água tratada no sistema de distribuição apresente ausência de coliformes termotolerantes em 100 mL de água e ausência de coliformes totais em 100 mL em 95% das amostras.

Nem sempre a presença de coliformes totais indica que a água esta contaminada, pois sua presença pode ser detectada naturalmente na água, no solo e nas plantas (SANTOS e RUOCCO, 2010).

Para Bernardo e Dantas (2005) quanto maior o número de coliformes presentes na água, maior a probabilidade da ocorrência de micro-organismos patogênicos.

É importante analisar os parâmetros bacteriológicos, pois assim é possível investigar a origem da ocorrência da contaminação e providenciar medidas de caráter corretivo e preventivo.

Casali (2007) avaliou a qualidade da água rural destina ao consumo humano, foram monitorados 34 pontos, onde 64,7% são abastecidos por poço tubular, 35,3% tem captação de água superficial e nenhum deles conta com tratamento de água e de esgoto. Dos pontos monitorados, 73,5% é abastecido por águas fora dos limites estabelecidos pela Portaria Nº 518/2004 do Ministério da Saúde. Sendo assim conclui-se que grande parte dos usuários das escolas e comunidades rurais está consumindo água fora dos padrões de potabilidade estipulados pela legislação, que a melhoria da qualidade da água de abastecimento depende da tecnologia de saneamento e do uso de metodologias de educação ambiental dos moradores desse município.

Conte (2003) avaliou a qualidade microbiológica de diferentes amostras de águas tratadas e sem tratamento provenientes da região Nordeste do Rio Grande do Sul. Foram analisadas 140 amostras de água, onde 93 possuíam tratamento e 47 eram provenientes de poços, ou seja, sem tratamento. Das 93 amostras de água tratada, 75,3% apresentaram-se adequadas ao consumo humano, porém em 24,7% das amostras observou - se presença de *Escherichia coli*. Entre as águas sem tratamento, apenas 38,3% mostraram-se próprias para consumo, sendo que 61,7% apresentaram contaminação por *E. coli*.

5.2 Cianofíceas ou Cianobactérias

A comunidade fitoplanctônica pode ser utilizada como parâmetro de avaliação para qualidade da água e dimensão de impactos ambientais. Esta comunidade é a base da cadeia alimentar aquática, e por esse motivo é regente da produtividade dos elos seguintes da cadeia. Dentro desta comunidade estão as cianobactérias, que são micro-organismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo) podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde, e cuja ocorrência em grande número está relacionada à mortandade de animais (STANDARD METHODS, 2012).

Por serem gram-negativas, possuem paredes celulares pouco permeáveis aos antibióticos e, assim, como muitas cianobactérias são capazes de liberar toxinas, podendo contaminar os mananciais, ou seja, o tratamento de água tradicional e a fervura não são eficazes para o tratamento dessa água. Ao contaminar a água, as cianotoxinas comprometem a vida aquática e a dos seres vivos presentes na mesma. Algumas destas são neurotoxinas bastante potentes e outras são tóxicas, principalmente para o fígado, sendo que há, ainda, aquelas que podem ser irritantes ao contato (ARAGUAIA, 2012).

Alguns gêneros de cianobactérias produzem compostos com significativo potencial hepatotóxico. As microcistinas, são heptapeptídeos cíclicos, sintetizáveis por diferentes gêneros de cianobactérias, como: *Microcystis*, *Oscillatoria* e *Anabaena*, e de acordo com a concentração, podem contaminar as águas destinadas ao consumo humano, podendo provocar diarreia ou morte dos seres vivos (BISHOP, et al., 1959).

Atualmente as toxinas de cianobactérias estão associadas a episódios de intoxicação de pássaros, peixes, animais selvagens, animais de criação, animais de estimação e, com menos frequência, de seres humanos (KAMOGAE e HIROOKA, 2000).

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, os valores de células de Fitoplâncton permitidos em água bruta são: Classe 1, o limite de células por mililitros é de 20.000,00, para água de classe 2 o limite é de 50.000,00 células por mililitros e para água de classe 3 é de 100.000 células por mililitros.

Observa-se que durante o ano de 2012 os resultados quantitativos das Cianotoxinas analisadas em amostras de água tratada, encontram-se de acordo com os valores permitidos na portaria 2.914/11.

Microcistinas são toxinas naturais produzidas por cianobacterias, é uma ameaça para os animais domésticos e selvagens, e para os humanos que tiverem contato com a água contaminada. São extremamente estáveis e resistentes à temperatura, hidrólise química e oxidação. Embora possam ser quebradas por proteases bacterianas, na maioria dos casos estas não estão presentes, pelo que as microcistinas permanecem intactas nas águas.

Saxitoxinas é um tetraidropurina neurotóxica responsável pelo envenenamento paralítico por mariscos proveniente de mexilhões. Esta toxina se liga ao canal de cálcio do nervo, impedindo a passagem de íons de sódio através da membrana celular e, portanto, bloqueando a passagem dos impulsos nervosos. Facilmente solúvel em água, podendo ser dispersa em aerossóis, é tóxica através da ingestão e inalação, no caso de inalação pode levar a ao colapso respiratório e morte rápida. Quimicamente estável, pode ser inativada pelo tratamento com substâncias alcalinas fortes.

Os resultados quantitativo das Cianotoxinas em amostras de água bruta do Ribeirão Bocaina (ponto de captação) em junho de 2012, apresentaram a presença de *Frustulia sp* e de *Melosira* em 10% dos campos analisados.

Fatores ambientais como temperatura, luz, nutrientes, salinidade, pH e concentrações de micronutrientes no meio afetam o seu crescimento, e favorecem a produção de cianotoxinas. A maior parte das toxinas são produzidas sob condições que são favoráveis ao seu crescimento.

Mas às vezes, pode estar sendo provocada pela poluição antropogênica em consequência de lançamentos de dejetos indústrias e domésticos.

Os resultados quantitativos das Cianotoxinas encontrados em amostras de água tratada da ETA I e da ETAlI encontram-se de acordo com os valores permitidos na portaria 2.914/11.

Os resultados qualitativos de fitoplâncton (cianofíceas ou cianobactérias) encontrados em amostras de água bruta do Rio Grande (ponto de captação) em Agosto são menores 20.000,00 por mililitros. E estão de acordo com a portaria 357/2005.

5.3 Agrotóxicos, compostos orgânicos

Segundo a lei 7.802/89 agrotóxicos são produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, utilizados na produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, pastagens, proteção de florestas, nativas ou plantadas, e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais. São produtos que visa alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos nocivos. Também são considerados agrotóxicos as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento.

De acordo com o Ministério Do Meio Ambiente os agrotóxicos podem ser divididos em duas categorias:

Agrícolas são utilizados na produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens e nas florestas plantadas, seus registros são concedidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, atendendo as diretrizes e exigências dos Ministérios da Saúde e do Meio Ambiente.

Não agrícolas usados na proteção de florestas nativas, outros ecossistemas, ambientes hídricos, utilizado em ambientes urbanos (domiciliares, públicos ou coletivos) e industriais, ao tratamento de água e em campanhas de saúde pública cujos os registros são concedidos pelo Ministério da Saúde/ANVISA, atendendo as diretrizes e exigências dos Ministérios da Agricultura e do Meio Ambiente.

Independente do modo de aplicação o agrotóxico tem capacidade de atingir o solo e as águas, isso ocorre através da ação do vento e da água das chuvas, da lixiviação e da erosão. Seu comportamento no meio ambiente é extremamente complexo, sendo o homem o seu principal receptor. A complexidade da avaliação do comportamento de um agrotóxico deve-se à necessidade de se considerar a influência dos agentes que atuam provocando seu deslocamento físico e sua transformação química e biológica. As substâncias sofrem processos físicos, ou químicos ou biológicos, esses processos podem modificar as suas propriedades e influenciar o comportamento dos agrotóxicos, inclusive com a formação de subprodutos com propriedades absolutamente diferentes do produto inicial e cujos danos à saúde ou ao meio ambiente também são diferenciados (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE).

No Brasil são utilizados agrotóxicos diariamente, somos considerados os maiores consumidores. Por esse motivo e pelos danos que pode causar ao meio ambiente e aos seres

vivos, possui um grande numero de normas legais, e uma legislação que rege o processo de registro de um produto (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2011).

Os Herbicidas são agrotóxicos, utilizados para impedir o crescimento de ervas daninhas durante a produção, seu uso apresenta algumas vantagens, pois é um produto de ação rápida, baixo custo, efeito residual e não revolvimento do solo. Sua utilização pode contaminar o ambiente, com o tempo pode surgir ervas resistentes, além de serem tóxicos para os seres humanos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2011).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente os herbicidas são agrupados pela atividade, pelo uso, modo de ação, grupo químico, tipo de vegetação a ser controlada.

- Pela atividade: contato ou sistêmicos
- Pelo uso: Aplicados no solo, Pré-emergentes, Pós-emergentes.
- Modo de ação: Inibidores da acetil - coenzima A - carboxilase, Inibidores da acetolacto - sintase, Inibidores da enolpiruvil - shikimato 3 - fosfate - sintase, Auxina sintética, Inibidores do fotossistema (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2011).

De acordo com a praga a ser combatida os pesticidas são classificados em (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2011):

- Bactericidas: usados no controle de bactérias;
- Inseticidas: usados no controle de insetos;
- Herbicidas: usados no controle de ervas daninhas;
- Fungicidas: usados no controle de fungos;
- Acaricidas: usados no controle de ácaros.

De acordo com a composição são classificados em:

- Botânicos: composição à base de nicotina, sabatina, piretrina e retenona;
- Orgânicos de síntese: composição à base de Carbamatos, clorados, fosforados e clorofosforados;
- Inorgânicos: composição à base de Arsênio, Tálho, Bário, Nitrogênio, Fósforo, Cádmiio, Ferro, Selênio, Chumbo, Mercúrio, Zinco, Cobre.

Os pesticidas são tóxicos tanto para os seres vivos quanto para o meio ambiente, podem contaminar os lençóis freáticos e rios causando a morte de seres que vivem nesse local, afetam as estruturas físicas das plantas e seu metabolismo.

Nos seres humanos pode ocorrer a mutação dos genes das células, podendo desencadear o câncer em várias partes do corpo. (SAVOY, 2011).

Os Carbamatos são compostos que apresentam em comum a estrutura fundamental do ácido N - metilcarbâmico. Exemplo: carbaril (sevin), carbofuran e propoxur. Propoxur: inseticida altamente tóxico, classe toxicológica II; fórmula bruta $C_{11}H_{15}NO_3$; quimicamente denominado metilcarbamato de 2 - isopropoxifenila, empregado no controle de moscas, mosquitos, baratas, formigas, percevejos e escorpiões. (SAVOY, 2011).

Os Organoclorados são os mais tóxicos, compostos com propriedades físico-químicas semelhantes, lipofílicos, à base de carbono com radicais de cloro e altamente resistentes aos mecanismos de decomposição dos sistemas biológicos. Seu uso está proibido em diversos países. Alguns dos principais são: BHC, lindano, aldrin, dieldrin, heptacloro, endossulfan, DDT, dodecacloro, toxafeno. (SAVOY, 2011).

Os Organofosforados são compostos orgânicos derivados do ácido fosfórico, tiofosfórico ou ditiofosfórico. Existem compostos organofosforados sintéticos utilizados como inseticidas, acaricidas, nematicidas e fungicidas, sendo que os relacionados a seguir são os inseticidas mais utilizados no combate a pragas. (SAVOY, 2011).

No estudo da água bruta coletada no Ribeirão Bocaina pode-se observar que a quantidade de agrotóxicos encontrados foi mínima e menor que os valores aceitáveis, para a classe de água 2 e os valores encontrados na água tratada também são pequenos e aceitáveis pela Portaria MS n. 2014/2011. Estes valores baixos também ocorreram para os surfactantes da água bruta do Ribeirão Bocaina.

Estes resultados são de extrema importância para a micro bacia hidrográfica uma vez que a contaminação por estes compostos orgânicos causam intoxicações agudas e crônicas nos invertebrados, nos vertebrados e nos vegetais e algas e contaminação em toda cadeia alimentar tanto na água como na terra.

O comportamento, transporte e destino desses compostos no meio ambiente dependem de suas características físico-químicas e bioquímicas. Geralmente os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (hap) são persistentes no meio ambiente e possuem baixa solubilidade em água.

Os surfactantes foram analisados na água bruta junto com os agrotóxicos, porque são compostos orgânicos, mas também podem ser sintéticos. O termo “surface active agent”, significa, literalmente, agente de atividade superficial. Em português pode ser designado como substância tenso ativo. É um composto capaz de alterar as propriedades superficiais e interfaciais de um líquido. O termo interface denota o limite entre duas fases imiscíveis, enquanto o termo superfície indica que uma das fases é gasosa. Outra propriedade é a tendência de formar agregados chamados micelas que, geralmente, formam-se a baixas

concentrações em água. A concentração mínima na qual inicia-se a formação de micelas chama-se concentração micelar crítica (CMC) sendo uma importante característica de um surfactante. Estas propriedades tornam os surfactantes adequados para uma ampla gama de aplicações industriais envolvendo: detergência, emulsificação, lubrificação, capacidade espumante, capacidade molhante, solubilização e dispersão de fases. Quando o surfactante é produzido por um microrganismo é chamado biossurfactante. (SAVOY, 2011).

A utilização de surfactantes é ampla, são utilizados em grandes quantidades tanto em ambientes domésticos, comerciais e industriais, principalmente na lavagem de roupas, equipamentos e higiene pessoal. A utilização de surfactantes em excesso pode influenciar a eutrofização dos corpos receptores, além da inibição do crescimento de alguns organismos. Além disso, poderá ocorrer a desestabilização de processos metabólicos dos microrganismos, devido à modificação de algumas atividades enzimáticas, da parede celular e de algumas organelas celulares. (BRAGA, 2002).

Os surfactantes utilizados na agricultura aumenta a eficiência do produto aplicado nas plantações. O surfactante é anfipático e é um agente tenso ativo na água, o que significa que ele reduz acentuadamente a tensão superficial da água. Na verdade trata-se de uma mistura complexa de vários fosfolipídios, proteínas e íons. (GUTTON et al., 2002).

Entre os poluentes no esgoto, estão os detergentes sintéticos, que em sua formulação são compostos basicamente de surfactantes e aditivos. Os detergentes sintéticos, atualmente têm se apresentado como grande empecilho em muitos sistemas de tratamento, já que em condições anaeróbias os surfactantes não são biodegradados, dificultam a transferência de oxigênio, modificam as características de sedimentação dos sólidos em suspensão, além de, na baixa eficiência de sua remoção, provocam a formação de espuma em corpos d'água, que mais do que o efeito estético, pode ocasionar problemas à saúde. (RAMOS & SOBRINHO, 2002).

Sendo assim, o uso de agrotóxicos e seus possíveis efeitos à saúde humana e ambiental tornaram-se uma grande preocupação à comunidade científica, principalmente quando o recurso hídrico potencialmente contaminado seria utilizado para consumo humano. Entretanto, já foi comprovado através de diversos estudos que a presença de agrotóxicos nos sistemas hídricos seria mais comum do que se imaginava, principalmente nos sistemas hídricos próximos de regiões agrícolas intensivas na utilização de agrotóxicos. (VEIGA et al., 2006).

Os Resultados das análises de agrotóxicos em amostras de água Bruta, Ribeirão Bocaina (Ponto de captação) em junho de 2012, estão dentro dos valores permitidos.

5.4. Produtos de desinfetantes e produtos secundários da desinfecção da água

Os produtos utilizados na desinfecção da água combinam com variáveis físicas e químicas e formam subprodutos.

Os halogenados são comumente formados quando a água apresenta matéria orgânica que reage com cloro ou bromo livre. Em 1974, pesquisadores holandeses e americanos foram pioneiros em detectar a presença destes subprodutos, após processos de desinfecção, em águas para abastecimento público. A partir daquele ano, investigações realizadas nos Estados Unidos mostraram uma possível correlação positiva entre a qualidade das águas de abastecimento público e a incidência de certos tipos de câncer, o que desencadeou o desenvolvimento de uma série de pesquisas que diagnosticaram a ocorrência de trialometanos em ETAs que utilizavam produtos clorados no processo de desinfecção. (MACÊDO et al., 2000).

Segundo um estudo em 113 estações de tratamento realizado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), verificou-se a presença de 27 compostos orgânicos com capacidade de causar doenças. Foram encontrados com grande frequência clorofórmio, bromo diclorometano, dibromoclorometano em todas as pesquisas realizadas nas águas de abastecimento com cloro. Após a realização do estudo, a EPA em 1978, estabeleceu um limite máximo permitido de 100 µg.L⁻¹ de trialometanos nas águas de abastecimento. Mesmo não existindo estudos que comprovem a nocividade à saúde humana, o limite foi proposto com objetivos preventivos. Em 1979, apesar das evidências de carcinogenicidade em estudos com animais o limite para trialometanos total foi alterado para 80 µg.L⁻¹. (MEYER, 2004).

De acordo com a legislação de alguns países em relação ao valor máximo permitido de trialometanos existem diferenças significativas. Nos Estados Unidos, por exemplo, o padrão de potabilidade é de 80 µg.L⁻¹, no Canadá e na União Europeia esse padrão é de 100 µg.L⁻¹. Na França são permitidos valores máximos da ordem de 10 µg.L⁻¹, ao passo que no México o padrão é de 200 µg.L⁻¹ (LATIFOGLU, 2003; PÁDUA et al., 2004; GOSLAN et al., 1998).

A Organização Mundial de Saúde não inclui um valor máximo permitido para trialometanos total, mas dispõe de valores guias para cada trialometano. Para Bromofórmio, valor de 0,1 mg.L⁻¹; Dibromoclorometano valor de 0,1 mg.L⁻¹; Bromo diclorometano valor de 0,06 mg.L⁻¹; Clorofórmio valor de 0,3 mg.L⁻¹. É recomendada que a soma das razões entre

a concentração de cada trialometano e seu respectivo valor guia não deve ultrapassar a unidade de $< 1,0$. (WHO, 2004 e 2008).

No Brasil, o valor máximo de permitido trialometanos total é de $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$, conforme a Portaria MS nº 2914/2011. Além dos Trialometanos, outros subprodutos da cloração têm merecido atenção.

A Portaria MS nº 2914/2011 estabelece a frequência mínima de amostragem de trialometanos para o controle da qualidade da água do sistema de abastecimento, em função do tipo de manancial. A frequência trimestral para manancial de superfície é proposta tanto para a saída do tratamento quanto para o sistema de distribuição (reservatórios e rede), independente da população abastecida. Somente o número mínimo de amostras para este parâmetro apresenta variação em função da população abastecida, devendo ser de uma e quatro amostras para população inferior e superior a 50.000 habitantes, respectivamente, sendo as amostras coletadas, preferencialmente, em pontos de maior tempo de detenção da água no sistema de distribuição. (BRASIL, 2012).

A desinfecção é um processo seletivo, não destrói todas as formas vivas e tampouco elimina todos os organismos patogênicos, usa um agente químico ou não químico e que tem por objetivo a inativação de microrganismos patogênicos presentes na água por meio da ocorrência de um ou mais dos seguintes mecanismos: i) destruição da estrutura celular; ii) interferência no metabolismo com inativação de enzimas; iii) interferência na biossíntese e no crescimento celular, evitando a síntese de proteínas, ácidos nucleicos e coenzimas. (DI BERNARDO e DANTAS, 2005).

O cloro é o produto químico mais utilizado como agente desinfetante nas ETAs, pois ele inativa os microrganismos muito rápido, não é tóxico aos seres humanos, não altera sabor e odor da água, produz residuais persistentes e, apresenta custo razoável. Mesmo com todas essas qualidades, a reação do cloro residual livre com alguns compostos orgânicos naturais acarreta a formação de subprodutos indesejáveis, tais como: Trialometanos; Ácidos haloacéticos, Haloacetonitrilas, Haletos cianogênicos, Halopicrinas, Haloacetonas, Cloro hidrato, Haloaldeídos, Halofenóis. (WHO, 1993).

Os trialometanos são gerados como subproduto da cloração da água. O íon brometo é oxidado pelo ácido hipocloroso formando assim o ácido hipobromoso que reage com a matéria orgânica formando os trialometanos bromados. O clorofórmio é o trialometano mais encontrado na água. O segundo trialometanos mais encontrado é o bromodiclorometano, dibromoclorometano e bromofórmio. (MORRIS et al., 1992; SINGER, 1994; WHO, 1996; SINGER, 1999; GOLFINOPOULOS, 2000; WHO, 2000).

Com a oxidação do cloro e da matéria orgânica presentes na água são formados os ácidos acéticos clorados constituindo o segundo grupo de subprodutos predominante com ácidos dicloroacético e tricloroacético. (WHO, 2000). O cloro hidratado, ou tricloro acetaldeído hidratado é um subproduto formado quando o cloro reage com ácidos húmicos. O cloro hidratado é encontrado na água em concentrações acima de $100 \mu\text{g.L}^{-1}$ é utilizado como sedativo ou em seres humanos e em animais. (WHO, 1993; WHO, 1996). A reação do cloro com ácidos húmicos e nitrofenóis forma a cloropicrina, ou tricloronitrometano, sua formação aumenta na presença de nitratos.

Segundo WHO (1993) e WHO (1996) as concentrações na água tratada são normalmente menores que $5 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Durante a cloração ou amônia cloração de substâncias naturais tais como algas, ácidos fúlvicos e proteína são produzidas as acetoneitrilas halogenadas. As concentrações de brometo podem influenciar a formação das haloacetoneitrilas, cuja ocorrência é usualmente inferior a $1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$. A espécie mais encontrada na água tratada é a dicloroacetoneitrila. (WHO, 2008).

Os subprodutos orgânicos da desinfecção podem ser divididos em subprodutos halogenados que são formados quando ocorre a reação entre compostos orgânicos da água com cloro livre, bromo livre ou iodo livre. E subprodutos não halogenados que são formados quando precursores reagem com outros oxidantes. (BELL-AJY et al., 1992; WHO, 2000; USEPA, 2008).

Essas reações de formação dos subprodutos podem ocorrer na estação de tratamento ou no sistema de distribuição de água. De acordo com o tipo de formação destes subprodutos, é recomendado que a aplicação do cloro seja realizada após os processos de clarificação da água, para garantir a pré remoção de substâncias precursoras. (BRASIL, 2007).

A pré-oxidação da água para que ocorra à oxidação de compostos inorgânicos, como por exemplo, Fe^{+2} e Mn^{+2} é muito realizada em alguns estados brasileiros, podendo aumentar a formação de subprodutos. A pré-cloração de águas eutrofizadas utilizada no tratamento de água, junto com a floração tóxica de cianobactérias no manancial de captação pode aumentar a quantidade de toxinas no meio aquático. (FERREIRA FILHO e SAKAGUTI, 2008).

As reações de cloro residual livre e dos compostos orgânicos naturais são extremamente complexas, essa complexidade ocorre devido à elevada diversidade de grupos funcionais aromáticos, carboxílicos, fenólicos, bem como grandes quantidades de duplas e triplas ligações que são facilmente atacadas pelo agente oxidante. Essas reações permitem a formação dos subprodutos da desinfecção, pelo fato destas reações químicas envolverem a

quebra de determinadas moléculas orgânicas e a substituição ou introdução do halogênio em sua estrutura molecular. (CESCO, 2007; FERREIRA FILHO e SAKAGUTI, 2008).

A degradação de corpos d'água através das atividades antrópicas, como lançamento de efluentes domésticos e industriais, ou a poluição de origem difusa, dificulta a captação de água em manancial superficial comprometido. A eutrofização de corpos d'água e a ocorrência de florações podem acarretar diversos problemas, como sabor e odor, aumento da formação de subprodutos indesejados da cloração, interferências no tratamento da água e corrosão de unidades do sistema de abastecimento.

A literatura traz que os tipos de subprodutos orgânicos halogenados formados e as concentrações resultantes dependem da quantidade, das espécies de algas presentes e suas fases de crescimento, dificultado prever se haverá formação significativa de subprodutos quando um manancial encontrar-se eutrofizado. Só é possível afirmar se os gêneros predominantes de algas são precursores da formação de subprodutos orgânicos halogenados com a realização de um estudo experimental com a água bruta. (GRAHAM et al., 1998; DI BERNARDO e DANTAS, 2005; NGUYEN et al., 2005).

Para que ocorra a desinfecção da água tratada é obrigatória à manutenção de no mínimo 0,2 mg/L de cloro residual livre, ou 2,0 mg/L de cloro residual combinado, ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro. Recomenda-se também que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2,0 mg/L. (MINISTÉRIO DA SAÚDE).

No presente estudo o numero de análises em um ano, foi pequeno para afirmarmos que os valores estão dentro do recomendado pela Portaria MS nº 2914/2011, portanto faz-se necessário mais análises para que possamos afirmar que os trialometanos não são problemas no tratamento da ETA I do município de Passos-MG. Os resultados dos produtos de desinfecção encontrados na água tratada estão de acordo com a portaria 2.914 /11, visto que as características da água bruta variam em função da sazonalidade, a ocorrência de subprodutos também apresenta variação. Assim, torna-se importante monitorá-los com o objetivo de minimizar sua formação.

5.5 Resultados das análises físicas e químicas da água tratada (ETA I) e água bruta do Ribeirão Bocaina, Passos-MG.

Alumínio

O alumínio pode ocorrer na água em diferentes formas e sua concentração depende de fatores físicos, químicos e geológicos. Os níveis de alumínio na água potável variam conforme as concentrações encontradas na fonte de água e quando são utilizados coagulantes a base de alumínio no tratamento da água (CETESB, 2012).

Em um estudo realizado no Rio de Janeiro em 2001 as análises mostram somente o alumínio como o metal que se apresenta com valores acima dos padrões estabelecidos na Portaria 36/90. Foram estudadas duas regiões a Colubandê e o Parque Fluminense. No Colubandê, 100% das amostras apresentaram concentrações de alumínio superiores ao padrão da Portaria 36/90, e, no Parque Fluminense, esse valor foi de 75% (FREITAS et al., 2011).

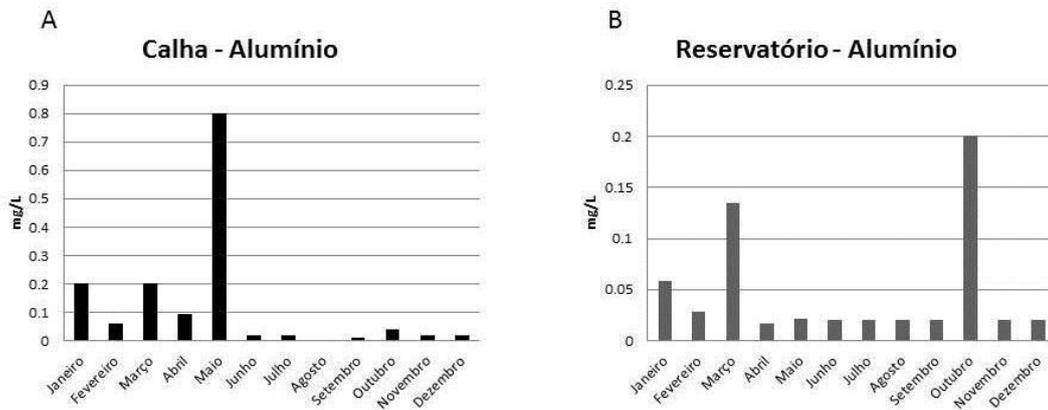
O valor Máximo permitido de alumínio para água bruta é de 0,2 mg/L, para água potável é de 0,1 mg/L

O gráfico 3A mostra os valores de Alumínio da Água bruta nos meses de Janeiro a Dezembro de 2012. O gráfico 3B mostra os valores de alumínio da água tratada nos meses de Janeiro a Dezembro de 2012.

De acordo com o gráfico 3A (Água Bruta) o mês de Maio apresentou um valor acima do permitido 0,8 mg/L, isso pode ter ocorrido pelo fato do alumínio sofrer influencia do pH, temperatura, pela presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes na água. Ou pelo fato do solo do cerrado ser rico em alumínio.

De acordo com o gráfico 3B (água tratada) os valores encontrados estão de acordo com a portaria, o único mês que o valor se aproximou do valor permitido foi em outubro, isso pode ter ocorrido pelo uso excessivo de coagulantes a base de alumínio ou essa água não recebeu um tratamento completo.

Gráfico 3: Quantidade de alumínio da Água Bruta (gráfico 3A), e da Água Tratada (gráfico 3B).



Fonte: a autora

Amônia

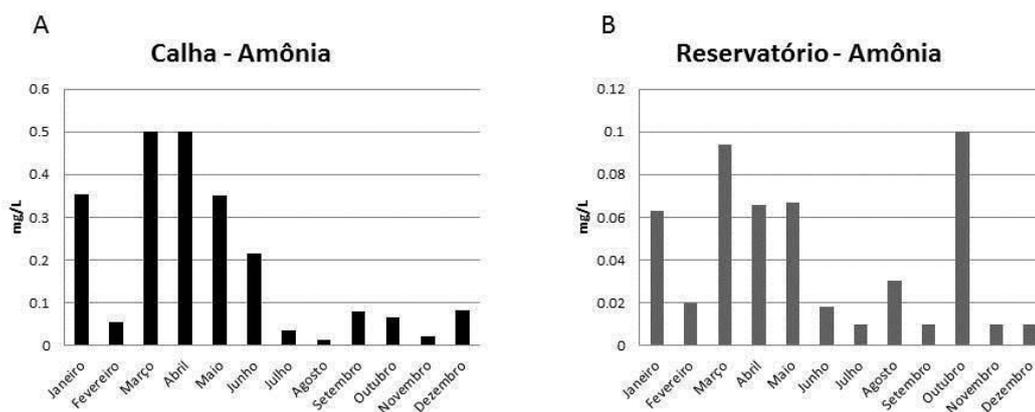
É um gás incolor, alcalino e irritante em condições normais de temperatura e pressão, bastante solúvel em água em baixos valores de pH ácidos. Apresenta um odor muito forte é detectável em concentrações acima de 30 mg/L, ocorre irritação da vista e respiratória a 50 mg/L, disfunção pulmonar a 1000 mg/L e há risco de morte se uma pessoa for exposta a concentrações acima de 1500 mg/L. Utilizada na agricultura como fertilizantes e componentes de vários produtos de limpeza, é facilmente biodegradável. São absorvidas facilmente pelas plantas, é um nutriente muito importante fornecedor de nitrogênio para a produção de compostos orgânicos azotados. Na água de consumo em concentrações elevada pode causar sérios danos à saúde, pelo fato de interferir o transporte do oxigênio pela hemoglobina, entre outros efeitos tóxicos (CETESB, 2012).

Origina-se, também, através de rejeitos humanos e industriais que contem grandes quantidades de nitrogênio amoniacal. A sua origem natural se dá através da água da chuva que contem pequenas quantidades provenientes da atmosfera de poluição industrial e das descargas elétricas. A água de chuva pode conter de 0,1 a 2,0 mg/L de nitrogênio (PEREIRA et al., 2005).

O gráfico 4A mostra os valores de Amônia da Água Bruta do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. De acordo com o gráfico a amônia apresentou valores abaixo em todos os meses do ano, valores estes dentro dos padrões normais estabelecidos pela Resolução 357/05 que é de 1,0 mg/L.

O gráfico 4B mostra os valores de Amônia da Água Tratada do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. De acordo com o gráfico a amônia apresentou valores abaixo em todos os meses do ano, valores estes dentro dos padrões normais estabelecidos pela portaria 2.914/2011 onde a concentração máxima permitida por litro de água potável, no Brasil, é de 0,2 mg/L.

Gráfico 4: Quantidade de Amônia da Água Bruta (gráfico 4A), e da Água Tratada (gráfico 4B).



Fonte: a autora

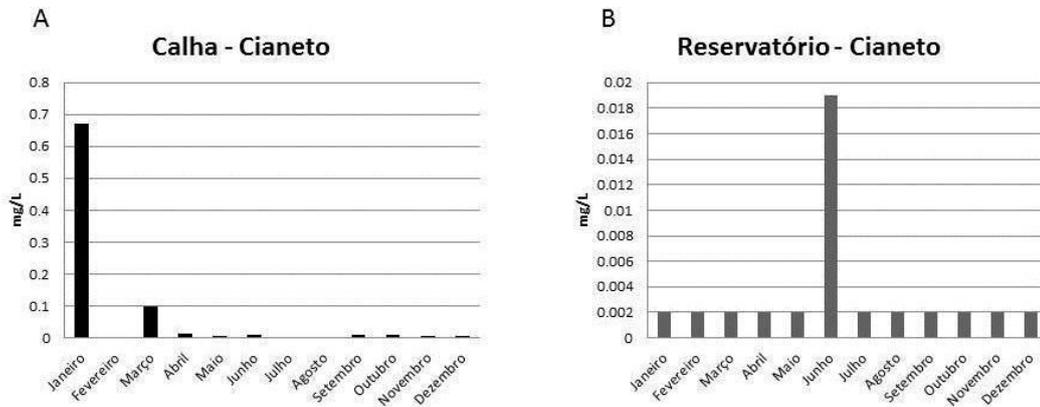
Cianeto

O cianeto é amplamente utilizado na mineração, no refino e na eletrodeposição de metais, como ouro, cádmio e níquel. O íon cianeto é muito tóxico para a vida animal, pois se liga fortemente aos íons metálicos da matéria viva, ou seja, ao ferro das proteínas que são necessárias para que o oxigênio molecular seja utilizado pelas células. O cianeto é muito estável e não se decompõe facilmente, devendo ser destruído quimicamente, em vez de apenas descartado em um sistema aquático (UENF, 2012).

O gráfico 5A mostra os valores de Cianeto da Água Bruta do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. Os valores apresentados estão de acordo com a resolução CONAMA 430/2011 onde o valor permitido para cianeto é de 1,0 mg/L.

O gráfico 5 B mostra os valores de Cianeto da Água Tratada do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. Sua concentração máxima permitida na água potável é de 0,01 mg/L, o único mês que apresentou valor acima do permitido foi em Junho 0,019 mg/L.

Gráfico 5: Quantidade de Cianeto da Água Bruta (gráfico 5A), e da Água Tratada (gráfico 5B).



Fonte: a autora

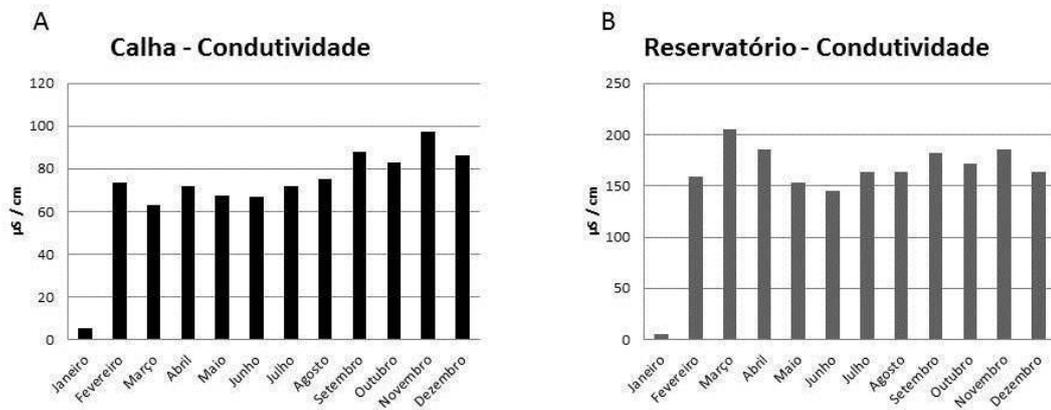
Condutividade

A condutividade é a capacidade de a água conduzir corrente elétrica, depende das concentrações iônicas e da temperatura. Indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Altos valores podem indicar características corrosivas da água, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados (CETESB, 2012).

O gráfico 6 A mostra os valores de Condutividade da Água Bruta do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. Os resultados obtidos estão de acordo com os estabelecidos na resolução CONAMA.

O gráfico 6 B mostra os valores de Condutividade da Água Tratada do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. Os meses que obtiveram valores acima do permitido foram Fevereiro 152 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Março 200,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Abril 170 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Maio 151 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Junho 149 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Julho 154 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Agosto 154 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Setembro 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Outubro 160 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Novembro 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e em Dezembro 160 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Gráfico 6: Condutividade da Água Bruta (gráfico 6A), e da Água Tratada (gráfico 6B).



Fonte: a autora

Cor

A cor é, geralmente, devida à matéria orgânica em suspensão coloidal, podendo ser devida à matéria mineral em solução, como um coloide, ou em suspensão (BABBITT, 1973).

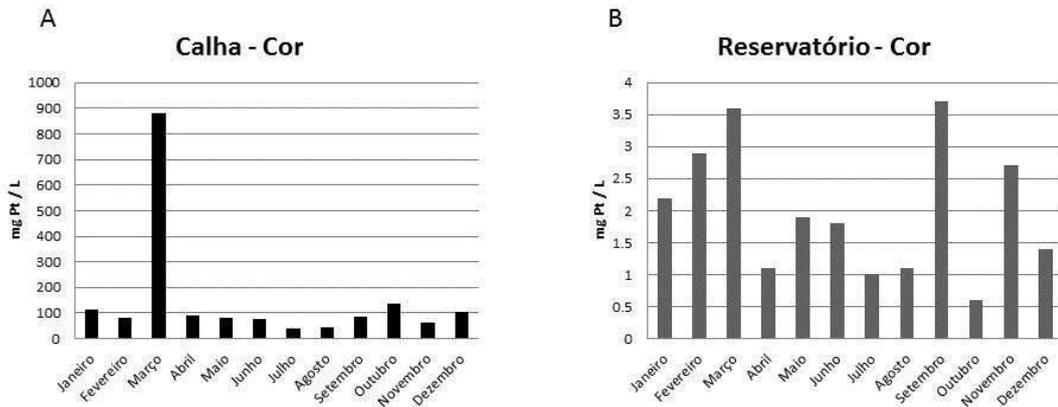
Quando a água, além da cor, apresenta uma turbidez adicional, diz-se que a cor é aparente. Removida a turbidez, o residual que se mede é a cor verdadeira, devido às partículas coloidais carregadas negativamente (RICHTER e AZEVEDO NETTO, 1991).

O gráfico 7A mostra os valores de Cor da Água Bruta do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. No mês de Janeiro podemos observar que o valor apresentado foi de 100 mgPt/L; em Fevereiro 99 mgPt/L; em Março 899 mgPt/L; em Abril 99 mgPt/L; em Maio 98 mgPt/L; em Junho 97 mgPt/L; em Julho 95 mgPt/L; em Agosto 96 mgPt/L; em Setembro 99 mgPt/L; em Outubro 105 mgPt/L; em Novembro 97 mgPt/L e em Dezembro 100 mgPt/L. De acordo com o gráfico, podemos observar altas concentrações de cor nos meses de Janeiro a Dezembro de 2012, isso mostra que não estão dentro dos padrões normais estabelecido pela Resolução 357/05 que estabelece cor até 75 mgPt/L.

Provavelmente isto ocorreu devido à presença de substâncias em suspensão, pela decomposição da matéria orgânica na água, plânctons, macrófitas.

O gráfico 7B mostra os valores de Cor da Água Tratada do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. O valor Máximo permitido para Água tratada é de 15 mgPt/L, o gráfico mostra que os valores obtidos estão de acordo com os estabelecidos.

Gráfico 7: Cor da Água Bruta (gráfico 7A), e da Água Tratada (gráfico 7B).



Fonte: a autora

Ferro

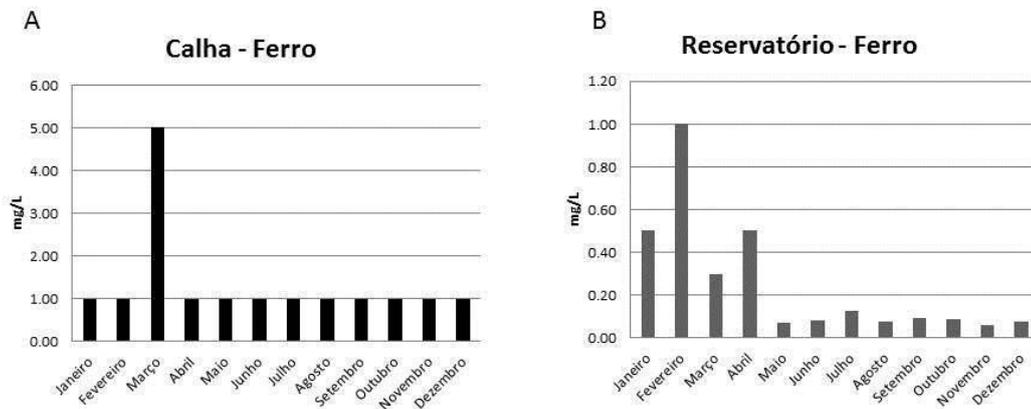
O ferro é encontrado em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água. Em águas de poços é encontrado com elevados níveis de concentração. Em águas superficiais o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carregamento de solos e a ocorrência de erosão das margens, ou por efluentes industriais. Indústrias metalúrgicas removem a camada de ferrugem das peças antes de seu uso, através do banho ácido (CETESB, 2012).

O ferro não é tóxico, mas pode provocar diversos problemas para o abastecimento público, alteração da cor e sabor da água, manchas em roupas e utensílios sanitários. Podem ocorrer depósitos em canalizações de ferro - bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição (CETESB, 2012).

O gráfico 8A mostra os valores de Ferro da Água Bruta, do mês de Janeiro a Dezembro de 2013. Os resultados de ferro estão de acordo com os valores estabelecidos pela Resolução 357/05, onde o valor Máximo permitido é 5,0 mg/L.

O gráfico 8B mostra os valores de alumínio da Água Tratada do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. A concentração limite para água tratada é de 0,3 mg/L, de acordo com o gráfico podemos observar que em Janeiro 0,50 mg/L, Fevereiro 1,00 mg/L e Abril 0,50 mg/L os valores obtidos foram maior do que o permitido. Isso pode ter ocorrido por corrosão de condutas de aço ou de ferro instaladas no sistema de distribuição.

Gráfico 8: Quantidade de ferro na Água Bruta (gráfico 8A), e da Água Tratada (gráfico 8B).



Fonte: a autora

Flúor

O flúor é um elemento químico adicionado à água de abastecimento, pois auxilia na proteção dos dentes contra a cárie. O teor de flúor é definido de acordo com o clima e a temperatura de cada região (SABESP, 2011).

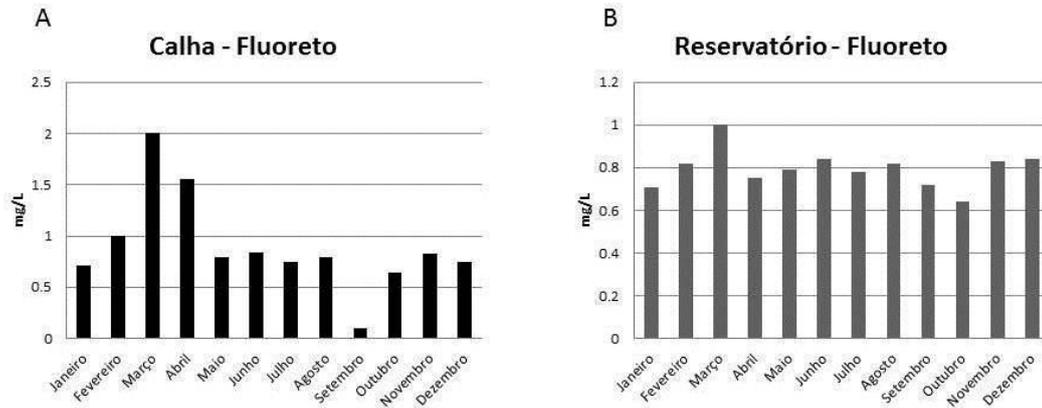
Os compostos de flúor são encontrados muitas vezes na sua forma natural, em quantidades maiores nas águas subterrâneas do que nas superficiais. A solubilidade do fluoreto e a quantidade em que esse se encontra na água dependem da natureza, da formação rochosa, da velocidade com que a água passa sobre as rochas, da porosidade dessas rochas e da temperatura local. O conteúdo de fluoretos tende a ser mais elevado em águas temperadas e alcalinas.

O gráfico 9A mostra os valores de Flúor da Água Bruta, do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. No mês de Janeiro podemos observar que o valor apresentado foi de 0,7; em Fevereiro 1,0; em Março em; em Maio 0,7; em Junho 0,8; em Julho 0,6; em Agosto 0,7; em Setembro 0,2; em Outubro 0,6; em Novembro 0,8 e em Dezembro 0,7. A concentração permitida para a água bruta é de 1,4 mg/L, os meses que apresentaram valores acima do permitido foi Março 2,0 mg/L e Abril 1,6 mg/L.

O gráfico 9B mostra os valores de Flúor da Água Tratada do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. O teor ideal de flúor para água tratada é de 0,7 mg/L, de acordo com o gráfico os meses que apresentaram valores acima do permitido foram Fevereiro 0,8 mg/L,

Março 1,0 mg/L, Maio 0,8 mg/L, Junho 0,86 mg/L, Agosto 0,82 mg/L, Novembro 0,82 mg/L e Dezembro 0,83 mg/L.

Gráfico 9: Quantidade de Flúor na Água Bruta (gráfico 9A), e da Água Tratada (gráfico 9B)



Fonte: a autora

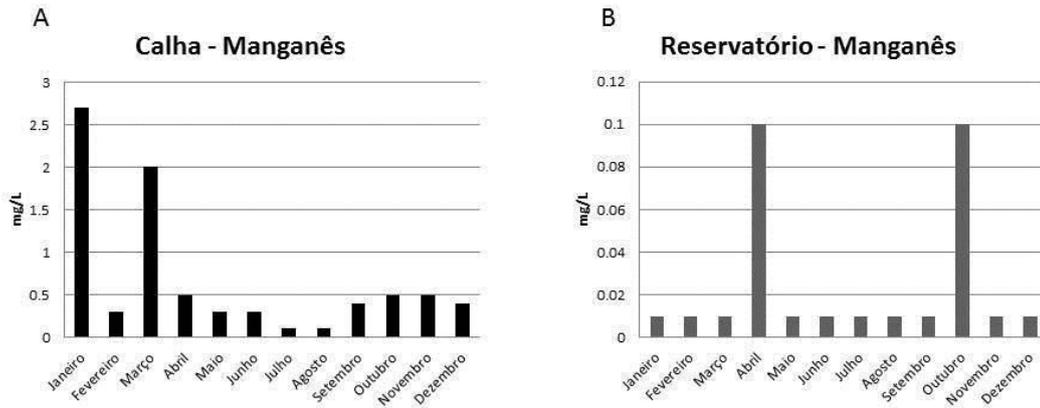
Manganês

O manganês ocorre naturalmente na água superficial e subterrânea, mas atividades antropogênicas são também responsáveis pela contaminação da água (CETESB, 2012).

O gráfico 10A mostra os valores de Manganês da Água Bruta, do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. A concentração permitida para água bruta é 0,5 mg/L, os meses que apresentaram valores acima do permitido foram Janeiro de 2,7 mg/L, Março 2,0 mg/L, Outubro 1,0 mg/L, Novembro 1,0 mg/L e Dezembro 0,8 mg/L. Estas alterações nas concentrações pode estar associadas a presença de matéria orgânica, ou pela poluição por resíduos industriais.

O gráfico 10B mostra os valores de Manganês da Água Tratada do mês de Janeiro a Dezembro de 2013. A concentração máxima permitida na água tratada é de 0,1 mg/L, de acordo com o gráfico nenhum mês apresentou valores acima do permitido.

Gráfico 10: Quantidade de Manganês na Água Bruta (gráfico 10A), e da Água Tratada (gráfico 10B).



Fonte: a autora

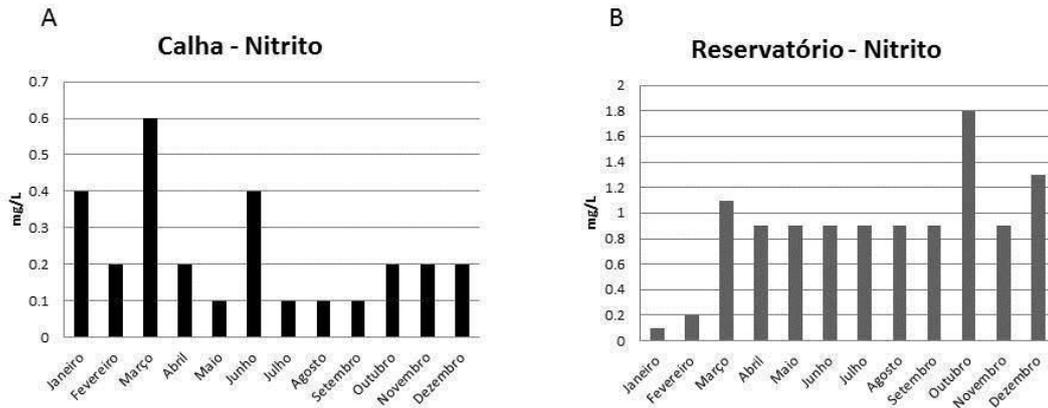
Nitrito

O nitrito é um parâmetro simples sua presença é um indicativo de contaminação. O nitrito pode ser encontrado na água como produto da decomposição biológica, devido à ação de bactérias ou outros micro-organismos sobre o nitrogênio amoniacal, ou ser provenientes de ativos inibidores de corrosão em instalações industriais. Estes processos de oxidação e redução podem ocorrer em estações de tratamento de água, sistema de distribuição de águas e em águas naturais. Raramente ele é encontrado em águas potáveis em níveis superiores a 0,1 mg/L (GADELHA et al., 2005).

O gráfico 11A mostra os valores de Nitrito da Água Bruta, do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. O valor Máximo permitido de nitrito para água bruta é 1,0 mg/L, sendo assim todos os meses apresentaram valores dentro do permitido.

O gráfico 11B mostra os valores de Nitrito da Água Tratada do mês de Janeiro a Dezembro de 2013. A quantidade máxima permitida de nitrito na água tratada é de 1 mg/L, os meses que apresentaram valores acima do permitido foram Março 1,10 mg/L, Outubro 1,8 mg/L e Dezembro 1,3 mg/L.

Gráfico 11: Quantidade de Nitrito na Água Bruta (gráfico 11A), e da Água Tratada (gráfico 11B).



Fonte: a autora

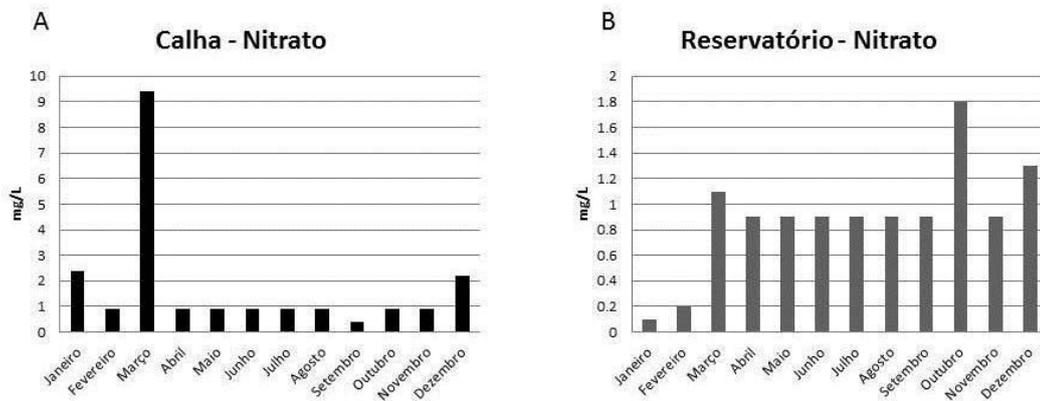
Nitrato

O nitrato ocorre naturalmente em águas subterrâneas, mas a sua presença em concentrações elevadas é geralmente resultante da atividade antrópica, dentre elas, se destacam principalmente a aplicação de fertilizantes orgânicos e inorgânicos e o uso de sistemas de saneamento in situ. As substâncias nitrogenadas dos fertilizantes e dos resíduos orgânicos são transformadas e oxidadas por reações químicas e biológicas e o resultado é a presença de nitrato no solo. Sendo o nitrato extremamente solúvel na água, move-se com facilidade e contamina a água subterrânea (BARBOSA, 2005).

O gráfico 12A mostra os valores de Nitrato da Água Bruta, do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. No mês de Janeiro podemos observar que o valor apresentado foi de 2,5; em Fevereiro 1,0; em Março 9,3; em Abril 0,9; em Maio 0,9; em Junho 0,9; em Julho 0,9; em Agosto 0,9; em Setembro 0,4; em Outubro 0,9; em Novembro 0,9 e em Dezembro 2,2. No presente estudo observam-se valores altos de compostos nitrogenados na água bruta no Ribeirão Bocaina, esses valores podem ser explicados pela presença de suinocultura na área rural na extensão do Ribeirão Bocaina. As excretas de suínos atingem o Ribeirão Bocaina com a lixiviação.

O teor máximo de nitrato permitido para a água ser considerada potável é de 10mg/L. O gráfico 12B mostra os valores de Nitrato da Água Tratada do mês de Janeiro a Dezembro, de acordo com o gráfico todos os meses estão de acordo com o valor permitido.

Gráfico 12: Quantidade de Nitrato na Água Bruta (gráfico 12A), e da Água Tratada (gráfico 12B)



Fonte: autora

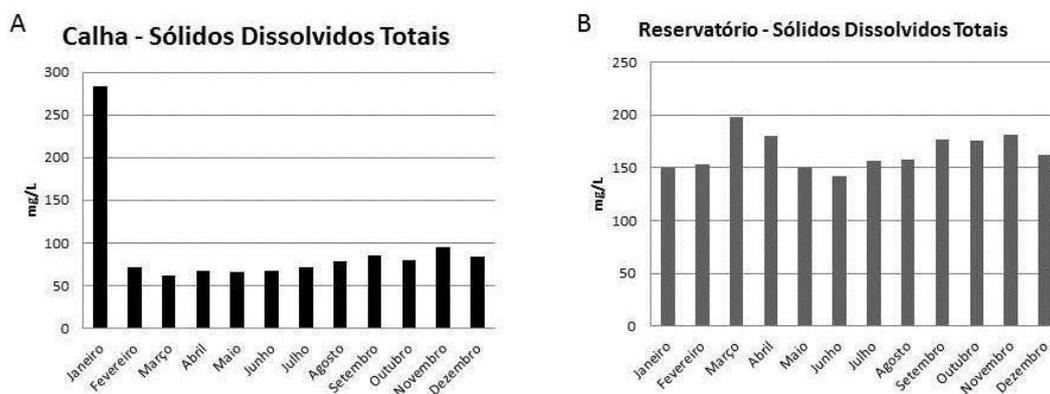
Sólidos dissolvidos totais

O teor de sólidos dissolvidos representa a quantidade de substâncias dissolvidas na água, que alteram suas propriedades físicas e químicas da água. Em águas naturais a presença dos íons: sódio, cloreto, magnésio, potássio, sulfatos, é devida a dissolução de minerais. A concentração de sólidos dissolvidos deve ser menor que 500 mg/L em água para abastecimento público, pois em concentrações de sólidos dissolvidos superiores a 2000 mg/L, esta apresenta efeito laxativo (UTFPR).

O gráfico 13A mostra os valores de Sólidos Dissolvidos Totais da Água Bruta do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. O único mês que apresentou valor elevado foi o mês de Janeiro 298 mg/L, isso pode ter ocorrido porque os sólidos dissolvidos são constituídos principalmente por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos e, possivelmente, nitrato de cálcio, magnésio, potássio, pequenas quantidades de ferro, manganês, magnésio e outras substâncias. Ou pode ter ocorrido pela adição de despejos industriais.

O gráfico 13B mostra os valores de Sólidos Dissolvidos Totais da Água Tratada do mês de Janeiro a Dezembro de 2013. Os valores estão de acordo com os estabelecidos.

Gráfico 13: Quantidade de teor de sólidos dissolvidos na Água Bruta (gráfico 13A), e da Água Tratada (gráfico 13B)



Fonte: a autora

Sulfatos

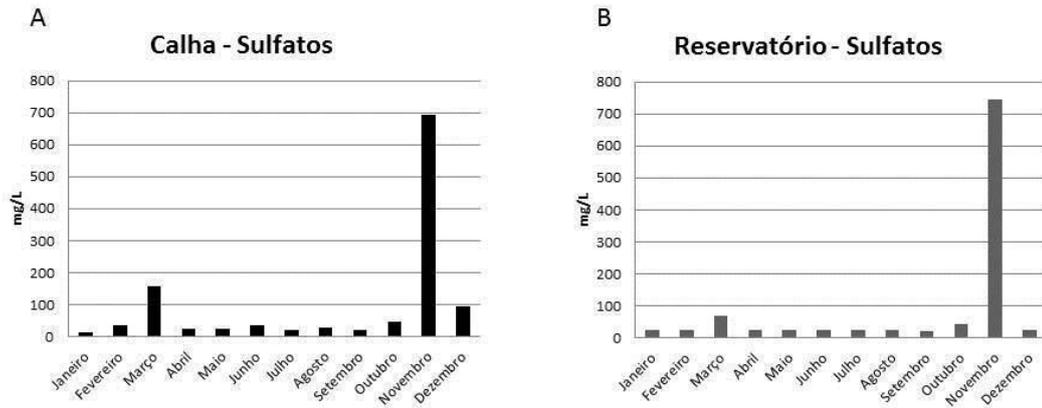
O sulfato é um dos íons mais abundantes na natureza. Em águas naturais, a fonte de sulfato ocorre através da dissolução de solos e rochas e pela oxidação de sulfeto. As principais fontes antrópicas de sulfato são as descargas de esgotos domésticos e efluentes industriais. Já nas águas tratadas é proveniente do uso de coagulantes (CETESB, 2012).

É importante o controle do sulfato na água tratada, pois a sua ingestão provoca efeito laxativo. Já no abastecimento industrial, o sulfato pode provocar incrustações nas caldeiras e trocadores de calor. E na rede de esgoto, em trechos de baixa declividade onde ocorre o depósito da matéria orgânica, o sulfato pode ser transformado em sulfeto, ocorrendo a exalação do gás sulfídrico, que resulta em problemas de corrosão em coletores de esgoto de concreto e odor, além de ser tóxico (CETESB, 2012).

O gráfico 14A mostra os valores de Sulfato da Água Bruta do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. O valor máximo permitido de sulfato na água bruta é de 250 mg/L, os valores encontrados estão de acordo com o permitido.

O gráfico 14B mostra os valores de Sulfato da Água Tratada do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. O valor máximo permissível para sulfatos na água tratada é de 100 mg/L, sendo assim o único mês que apresentou valor elevado foi em Novembro 740 mg/L. Isso pode ter ocorrido à elevada concentração de sulfato de alumínio para o tratamento da água.

Gráfico 14: Quantidade de Sulfato na Água Bruta (gráfico 14A), e da Água Tratada (gráfico 14B)



Fonte: a autora

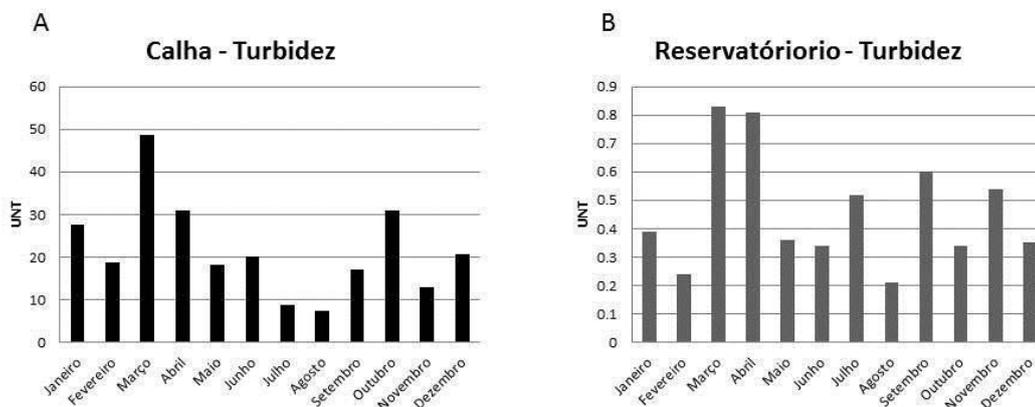
Turbidez

A turbidez refere-se à matéria suspensa presente na água, de qualquer natureza. É causada principalmente por areia, argila e microrganismos em geral (DI BERNARDO e DANTAS, 2005). Pode ser considerada como o inverso da sua transparência (CARDOSO, 2007). A turbidez, em si só não traria inconvenientes sanitários, não fosse a natureza química de certos compostos em suspensão que poderão estar presentes, bem como a ocorrência, em muitos casos, de organismos patogênicos associados a esses compostos (VIANNA, 1995).

O gráfico 15A mostra os valores de Turbidez da Água Bruta do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. No mês de Janeiro podemos observar que o valor apresentado foi de 29; em Fevereiro 19; em Março 49; em Abril 30; em Maio 18; em Junho 20; em Julho 8; em Agosto 7; em Setembro 18; em Outubro 32; em Novembro 14 e em Dezembro 20.

O gráfico 15B mostra os valores de Turbidez da Água Tratada do mês de Janeiro a Dezembro de 2012. O valor máximo permitido de turbidez na água distribuída é de 5,0 NTU segundo a portaria 2914/2011, os valores estão dentro dos permitidos.

Gráfico 15: Teor de Turbidez da Água Bruta (gráfico 15A), e da Água Tratada (gráfico 15B).



Fonte: a autora

Turbidez

Para a garantia da qualidade microbiológica da água deve ainda ser observado o padrão de turbidez, que é uma característica física da água, decorrente da presença de sólidos suspensos, finamente divididos ou em estado coloidal, e de organismos microscópicos. A Portaria 2.914/2011, também estabelece que o valor de turbidez máximo permitido seja de 0,5 uT para água filtrada por filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) em 95% das amostras e entre os 5% das amostras que pode apresentar valores de turbidez superiores ao VMP, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser menor ou igual a 1,0 uT.

O gráfico 16 mostra os níveis de turbidez para estabilização de coliformes nos meses de Janeiro a Dezembro de 2012 da Água tratada, Pontos de risco, Reservatório, Poço, Ponta de rede.

Água tratada: No mês de Janeiro podemos observar que o valor apresentado foi de 0,50; em Fevereiro 0,35; em Março 0,38; em Abril 0,39; em Maio 0,55; em Junho 0,60; em Julho 0,52; em Agosto 0,40; em Setembro 0,39; em Outubro 0,38; em Novembro 0,47 e em Dezembro 0,50.

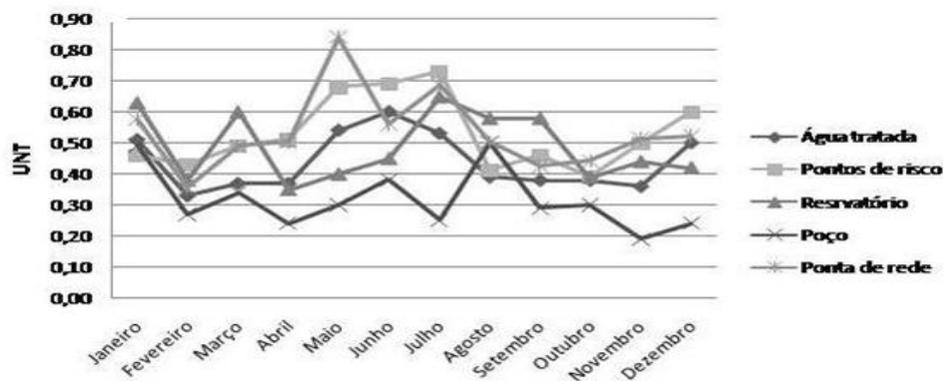
Pontos de risco: No mês de Janeiro podemos observar que o valor apresentado foi de 0,48; em Fevereiro 0,42; em Março 0,50; em Abril 0,51; em Maio 0,69; em Junho 0,70; em Julho 0,71; em Agosto 0,40; em Setembro 0,57; em Outubro 0,38; em Novembro 0,50 e em Dezembro 0,60.

Reservatório: No mês de Janeiro podemos observar que o valor apresentado foi de 0,63; em Fevereiro 0,38; em Março 0,60; em Abril 0,35; em Maio 0,40; em Junho 0,45; em Julho 0,66; em Agosto 0,58; em Setembro 0,59; em Outubro 0,40; em Novembro 0,43 e em Dezembro 0,40.

Poço: No mês de Janeiro podemos observar que o valor apresentado foi de 0,50; em Fevereiro 0,27; em Março 0,34; em Abril 0,25; em Maio 0,30; em Junho 0,39; em Julho 0,27; em Agosto 0,50; em Setembro 0,30; em Outubro 0,31; em Novembro 0,20 e em Dezembro 0,24.

Ponta de rede: No mês de Janeiro podemos observar que o valor apresentado foi de 0,68; em Fevereiro 0,38; em Março 0,48; em Abril 0,50; em Maio 0,82; em Junho 0,58; em Julho 0,70; em Agosto 0,50; em Setembro 0,42; em Outubro 0,44; em Novembro 0,50 e em Dezembro 0,52.

Gráfico 16: Níveis de turbidez da Água tratada, Pontos de risco, Reservatório, Poço, Ponta de rede.



Fonte: a autora

A presença de concentrações das características físicas e químicas em água bruta com valores acima dos permitidos pela Resolução 357/2005 pode ter origem natural. No entanto, pode estar sendo provocada pela poluição antropogênica em consequência de lançamentos de dejetos indústrias e domésticos. Presença de valas negras em bairros próximos ao Ribeirão Bocaina que em períodos de chuvas fortes, arrebentam levando o esgoto *in natura* em direção ao ponto alto da estação de captação de água.

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 os corpos de água que se encontram em desacordo com os usos pretendidos, deverão ser estabelecidas metas de melhoria da

qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.

Observando o perfil sanitário de um curso d'água pôde - se identificar os trechos críticos, onde os parâmetros encontram-se acima dos limites estabelecidos. Sendo assim foram identificadas e estimadas as principais fontes de poluição e adotadas medidas para reduzir a poluição. Todas as possíveis fontes de poluição foram levantadas, compreendendo esgotos domésticos, industriais, fertilizantes, etc.

Cloro residual

O gráfico 17 mostra os níveis de cloro residual nos meses de Janeiro a Dezembro de 2012 da Água tratada, Pontos de risco, Reservatório, Poço, Ponta de rede.

Água tratada: No mês de Janeiro podemos observar que o valor apresentado foi de 1,62; em Fevereiro 1,61; em Março 1,78; em Abril 1,60; em Maio 1,65; em Junho 1,64; em Julho 1,57; em Agosto 1,39; em Setembro 1,60; em Outubro 1,41; em Novembro 1,61 e em Dezembro 1,60.

Pontos de risco: No mês de Janeiro podemos observar que o valor apresentado foi de 0,70; em Fevereiro 0,82; em Março 1,02; em Abril 1,00; em Maio 1,20; em Junho 1,20; em Julho 0,99; em Agosto 1,00; em Setembro 0,99; em Outubro 0,80; em Novembro 0,80 e em Dezembro 0,60.

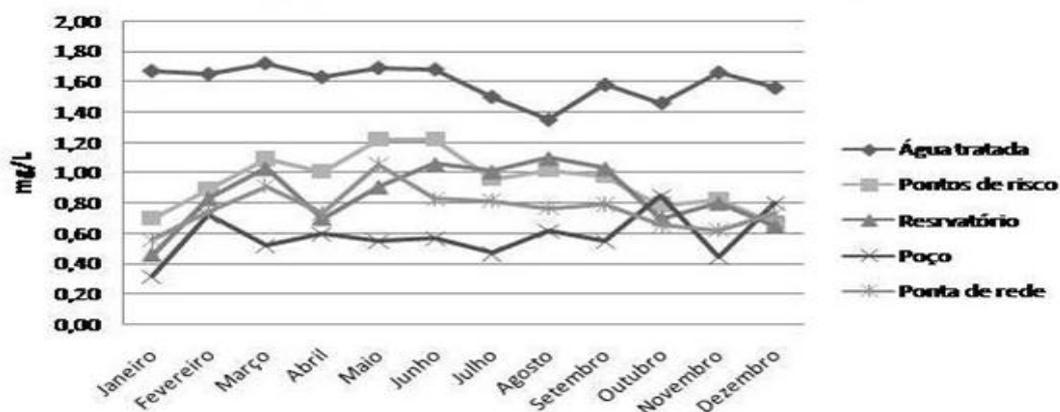
Reservatório: No mês de Janeiro podemos observar que o valor apresentado foi de 0,41; em Fevereiro 0,80; em Março 1,00; em Abril 0,77; em Maio 0,95; em Junho 1,00; em Julho 1,00; em Agosto 1,10; em Setembro 1,0; em Outubro 0,70; em Novembro 0,79 e em Dezembro 0,60.

Poço: No mês de Janeiro podemos observar que o valor apresentado foi de 0,30; em Fevereiro 0,70; em Março 0,58; em Abril 0,60; em Maio 0,58; em Junho 0,59; em Julho 0,50; em Agosto 0,60; em Setembro 0,59; em Outubro 0,80; em Novembro 0,42 e em Dezembro 0,80.

Ponta de rede: No mês de Janeiro podemos observar que o valor apresentado foi de 0,60; em Fevereiro 0,79; em Março 1,97; em Abril 0,70; em Maio 1,0; em Junho 0,80; em

Julho 0,80; em Agosto 0,79; em Setembro 0,80; em Outubro 0,62; em Novembro 0,60 e em Dezembro 0,58.

Gráfico 17: Níveis de cloro residual da Água tratada, Pontos de risco, Reservatório, Poço, Ponta de rede.



Fonte: a autora

O art. 34 da Portaria 2.914/2011 estabelece para o valor de cloro residual a obrigatoriedade da manutenção de no mínimo 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede), e no § 2º do Art. 39 recomenda que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2 mg/L.

5.6 Elementos Traços ou Metais pesados

Elementos Traços ou Metais pesados são elementos químicos com número atômico superior a 22, e causam efeitos adversos à saúde humana, pois apresenta uma alta taxa de toxicidade. Os níveis de metais pesados são controlados pela Portaria 2914 de 2011 do Ministério da Saúde, que cuida do padrão de potabilidade da água tratada para o consumo humano. Os metais pesados apresentam elevados níveis de reatividade e bioacumulação, ou seja, além de desencadear diversas reações químicas, eles ficam acumulados ao longo da cadeia alimentar. (ALEIXO, 2003).

Esses elementos não são encontrados de forma isolada por serem muito reativos, mais são muito utilizados pela indústria, sendo lançados com os resíduos industriais ao meio ambiente. (LIMA et al., 2009).

Alguns metais pesados participam de atividades metabólicas, como, por exemplo, o cobalto, que participa da produção das hemácias; o cobre, que compõe diversas enzimas e é essencial para a síntese da hemoglobina; o vanádio, que interfere na atividade da insulina; entre outros. Já os metais como o mercúrio, chumbo e cádmio não possuem nenhuma função nos organismos e a sua acumulação pode provocar graves doenças, como câncer e outras doenças graves. (ALEIXO, 2003).

Na tabela 12 estão os valores de metais pesados permitidos para lançamento de efluentes e para água tratada.

Tabela 12: Valores de metais pesados permitidos para lançamento de efluentes e para água tratada.

Potabilidade de água	Lançamento de efluente	Metal
0,2	-	Alumínio
0,005	-	Antimônio
0,7	5,0	Bário
0,005	0,2	Cádmio
0,01	0,5	Chumbo
2,0	1,0	Cobre
0,05	0,5	Cromo
-	4,0	Estanho
0,3	15,0	Ferro
0,1	1,0	Manganês
0,001	0,01	Mercúrio
-	2,0	Níquel
-	0,1	Prata
200,0	-	Sódio
5,0	5,0	Zinco

Fonte: SAEE, 2012

De acordo com os resultados apresentados nas tabelas 13 a 21 os valores de metais pesados encontrados na água tratada estão dentro dos limites estabelecidos na Portaria 2914/2011. As quantidades de análise realizadas durante o ano de 2012 da água bruta foram

insuficientes para afirmar que os valores estão dentro da resolução CONAMA 357/2005, foi realizada somente uma análise e a resolução diz que é necessário pelo menos seis amostras no período de um ano, visto que as características da água bruta variam em função da quantidade de efluentes lançados nos rios. Assim, torna-se importante monitorá-los com o objetivo de minimizar sua quantidade.

Tabela 13: Resultados dos metais pesados encontrados na água tratada da Ponta de Rede - Rua Turquesa, 1660 em Junho de 2012.

LQ	Limite Aceitável (L1)	Unidade	Resultados	Metais Pesados
0,005	0,005	mg/L	<0,005	Antimônio
0,01	0,01	mg/L	<0,01	Arsênio Total
0,5	0,7	mg/L	<0,5	Bário Total
0,001	0,005	mg/L	<0,001	Cádmio
0,7	0,01	mg/L	<0,008	Chumbo
0,005	0,07	mg/L	<0,005	Cianeto Total
0,05	2	mg/L	<0,05	Cobre Total
0,009	0,05	mg/L	<0,009	Cromo Total
0,05	1,5	mg/L	<0,05	Fluoretos
0,0002	0,001	mg/L	<0,0002	Mercúrio Total
0,008	0,07	mg/L	<0,008	Níquel Total
0,01	10	mg/L	1,03	Nitratos
0,01	1	mg/L	<0,01	Nitritos
0,01	0,01	mg/L	<0,01	Selênio
0,01	0,03	mg/L	<0,01	Urânio Total

Fonte: SAEE, 2012

Tabela 14: Resultados dos metais pesados encontrados na água tratada na Rede de Abastecimento da Vila São José em Junho de 2012

LQ	Limite Aceitável (L1)	Unidade	Resultados	Metais Pesados
0,005	0,005	mg/L	<0,005	Antimônio
0,01	0,01	mg/L	<0,01	Arsênio Total
0,5	0,7	mg/L	<0,5	Bário Total
0,001	0,005	mg/L	<0,001	Cádmio
0,7	0,01	mg/L	<0,008	Chumbo
0,005	0,07	mg/L	<0,005	Cianeto Total
0,05	2	mg/L	<0,05	Cobre Total
0,009	0,05	mg/L	<0,009	Cromo Total
0,05	1,5	mg/L	<0,05	Fluoretos
0,0002	0,001	mg/L	<0,0002	Mercúrio Total
0,008	0,07	mg/L	<0,008	Níquel Total
0,01	10	mg/L	1,03	Nitratos
0,01	1	mg/L	<0,01	Nitritos
0,01	0,01	mg/L	<0,01	Selênio
0,01	0,03	mg/L	<0,01	Urânio Total

Fonte: SAE, 2012

Tabela 15: Resultados dos metais pesados encontrados na água tratada na Estação de Tratamento de Água Sistema Rio Grande em Agosto de 2012

LQ	Limite Aceitável (L1)	Unidade	Resultados	Metais Pesados
0,005	0,005	mg/L	<0,005	Antimônio
0,01	0,01	mg/L	<0,01	Arsênio Total
0,5	0,7	mg/L	<0,5	Bário Total
0,001	0,005	mg/L	<0,001	Cádmio
0,7	0,01	mg/L	<0,008	Chumbo
0,005	0,07	mg/L	<0,005	Cianeto Total
0,05	2	mg/L	<0,05	Cobre Total
0,009	0,05	mg/L	<0,009	Cromo Total
0,05	1,5	mg/L	<0,05	Fluoretos
0,0002	0,001	mg/L	<0,0002	Mercúrio Total
0,008	0,07	mg/L	<0,008	Níquel Total

0,01	10	mg/L	1,03	Nitratos
0,01	1	mg/L	<0,01	Nitritos
0,01	0,01	mg/L	<0,01	Selênio
0,01	0,03	mg/L	<0,01	Urânio Total

Fonte: SAEE, 2012

Tabela 16: Resultados dos metais pesados encontrados na água tratada no Setor ETA Sistema Rio Grande - Rua Rio Doce, 772 em Agosto de 2012.

LQ	Limite aceitável (L1)	Unidade	Resultados	Metais Pesados
0,005	0,005	mg/L	<0,005	Antimônio
0,01	0,01	mg/L	<0,01	Arsênio Total
0,5	0,7	mg/L	<0,5	Bário Total
0,001	0,005	mg/L	<0,001	Cádmio
0,7	0,01	mg/L	<0,008	Chumbo
0,005	0,07	mg/L	<0,005	Cianeto Total
0,05	2	mg/L	<0,05	Cobre Total
0,009	0,05	mg/L	<0,009	Cromo Total
0,05	1,5	mg/L	<0,05	Fluoretos
0,0002	0,001	mg/L	<0,0002	Mercúrio Total
0,008	0,07	mg/L	<0,008	Níquel Total
0,01	10	mg/L	1,03	Nitratos
0,01	1	mg/L	<0,01	Nitritos
0,01	0,01	mg/L	<0,01	Selênio
0,01	0,03	mg/L	<0,01	Urânio Total

Fonte: SAEE, 2012

Tabela 17: Resultados dos Metais Pesados encontrados na água tratada da estação de tratamento de água Antônio do Porto – Janeiro de 2012.

LM (1)	LD	LQ	Unidade	Resultados	Metais Pesados
0,2	0,02	0,06	mg Al/L	0,027	Alumínio
0,005	0,001	0,003	mg Sb/L	Nd	Antimônio
0,01	0,004	0,01	mg As/L	Nd	Arsênio
0,7	0,0002	0,0005	mg Ba/L	0,0198	Bário
0,005	0,0002	0,0005	mg Cd/L	0,0007	Cádmio
0,01	0,002	0,007	mg Pb/L	Nd	Chumbo
2	0,0005	0,0015	mg Cu/L	0,0044	Cobre
0,05	0,0001	0,0004	mg Cr/L	0,0047	Cromo
500	0,01	0,04	mg CaCO ₃ /L	56	Dureza
0,3	0,006	0,017	mg Fe/L	0,036	Ferro
0,1	0,0002	0,0008	mg Mn/L	0,0040	Manganês
0,001	0,0001	0,0002	mg Hg/L	Nd	Merúrio
0,07	0,0004	0,0014	mg Ni/L	0,0015	Níquel Total
0,01	0,003	0,01	mg Se/L	Nd	Selênio
200	0,04	0,13	mg Na/L	3,5	Sódio
0,03	0,003	0,008	mg U/L	0,005	Urânio Total
5	0,006	0,019	mg Zn/L	0,056	Zinco

Fonte: SAEE, 2012

Tabela 18: Resultados dos Metais Pesados encontrados na água tratada da Estação De tratamento de água sistema do Rio Grande – janeiro de 2012

LM (1)	LD	LQ	Unidade	Resultados	Metais Pesados
0,2	0,02	0,06	mg Al/L	0,08	Alumínio
0,005	0,001	0,003	mg Sb/L	Nd	Antimônio
0,01	0,004	0,01	mg As/L	Nd	Arsênio
0,7	0,0002	0,0005	mg Ba/L	0,0167	Bário
0,005	0,0002	0,0005	mg Cd/L	0,0005	Cádmio
0,01	0,002	0,007	mg Pb/L	Nd	Chumbo
2	0,0005	0,0015	mg Cu/L	0,0055	Cobre
0,05	0,0001	0,0004	mg Cr/L	0,0047	Cromo
500	0,01	0,04	mg CaCO ₃ /L	21	Dureza
0,3	0,006	0,017	mg Fe/L	0,0345	Ferro
0,1	0,0002	0,0008	mg Mn/L	0,0029	Manganês
0,001	0,0001	0,0002	mg Hg/L	Nd	Mercúrio
0,07	0,0004	0,0014	mg Ni/L	0,0015	Níquel Total
0,01	0,003	0,01	mg Se/L	Nd	Selênio
200	0,04	0,13	mg Na/L	2,5	Sódio
0,03	0,003	0,008	mg U/L	0,005	Urânio Total
5	0,006	0,019	mg Zn/L	0,046	Zinco

Fonte: SAEE, 2012

Tabela 19: Resultados dos Metais Pesados encontrados na água tratada - ETA Antonio Porto - Rua Turquesa – ponta de rede em Janeiro de 2012.

LM (1)	LD	LQ	Unidade	Resultados	Metais Pesados
0,2	0,02	0,06	mg Al/L	0,02	Alumínio
0,005	0,001	0,003	mg Sb/L	Nd	Antimônio
0,01	0,004	0,01	mg As/L	Nd	Arsênio
0,7	0,0002	0,0005	mg Ba/L	0,0169	Bário
0,005	0,0002	0,0005	mg Cd/L	0,0005	Cádmio
0,01	0,002	0,007	mg Pb/L	Nd	Chumbo
2	0,0005	0,0015	mg Cu/L	0,0065	Cobre
0,05	0,0001	0,0004	mg Cr/L	0,0065	Cromo
500	0,01	0,04	mg CaCO ₃ /L	54	Dureza
0,3	0,006	0,017	mg Fe/L	0,041	Ferro
0,1	0,0002	0,0008	mg Mn/L	0,0034	Manganês
0,001	0,0001	0,0002	mg Hg/L	Nd	Mercúrio
0,01	0,0003	0,01	mg Ni/L	0,0023	Níquel Total
0,01	0,003	0,01	mg Se/L	Nd	Selênio
200	0,04	0,13	mg Na/L	3,6	Sódio
0,03	0,003	0,008	mg U/L	0,004	Urânio Total
5	0,006	0,019	mg Zn/L	0,046	Zinco

Fonte: SAAE, 2012

Tabela 20: Resultados dos Metais Pesados encontrados na água tratada Rede de Abastecimento da Vila São José – Janeiro de 2012.

LM (1)	LD	LQ	Unidade	Resultados	Metais Pesados
0,2	0,02	0,06	mg Al/L	0,02	Alumínio
0,005	0,001	0,003	mg Sb/L	Nd	Antimônio
0,01	0,004	0,01	mg As/L	Nd	Arsênio
0,7	0,0002	0,0005	mg Ba/L	0,0295	Bário
0,005	0,0002	0,0005	mg Cd/L	0,0002	Cádmio
0,01	0,002	0,007	mg Pb/L	Nd	Chumbo
2	0,0005	0,0015	mg Cu/L	0,0090	Cobre
0,05	0,0001	0,0004	mg Cr/L	0,0054	Cromo
500	0,01	0,04	mg CaCO ₃ /L	34	Dureza
0,3	0,006	0,017	mg Fe/L	0,034	Ferro
0,1	0,0002	0,0008	mg Mn/L	0,0013	Manganês
0,001	0,0001	0,0002	mg Hg/L	Nd	Mercúrio
0,01	0,0003	0,01	mg Ni/L	0,0014	Níquel Total
0,01	0,003	0,01	mg Se/L	Nd	Selênio
200	0,04	0,13	mg Na/L	4,5	Sódio
0,03	0,003	0,008	mg U/L	0,03	Urânio Total
5	0,006	0,019	mg Zn/L	0,059	Zinco

Fonte: SAEE, 2012

Tabela 21: Resultados dos Metais Pesados encontrados na água bruta da Captação do Ribeirão Bocaina - Janeiro de 2012.

LM (1)	LD	LQ	Unidade	Resultados	Metais Pesados
0,2	0,02	0,06	mg Al/L	0,04	Alumínio
0,033	0,004	0,01	mg As/L	Nd	Arsênio
1,0	0,0002	0,0005	mg Ba/L	0,0387	Bário
0,1	0,0002	0,0008	mg Be/L	Nd	Berilo total
0,75	0,02	0,06	mg B/L	Nd	Boro
0,001	0,0002	0,0005	mg Cd/L	0,0004	Cádmio
0,003	0,002	0,007	mg Pb/L	0,014	Chumbo
0,2	0,0002	0,0005	mg Co/L	0,0004	Cobalto Total
0,013	0,0005	0,0015	mg Cu/L	Nd	Cobre solúvel
0,05	0,0001	0,0004	mg Cr/L	0,0057	Cromo
5,0	0,009	0,028	mg Fe/L	0,864	Ferro solúvel
2,5	0,002	0,006	mg Li/L	0,002	Lítio
			mg	0,0013	Manganês
0,1	0,0002	0,0008	Mn/L		
0,002	0,0001	0,0002	mg Hg/L	Nd	Mercúrio
0,025	0,0004	0,014	mg Ni/L	0,0021	Níquel Total
0,05	0,007	0,002	mg Ag/L	Nd	Prata
0,05	0,003	0,01	mg Se/L	Nd	Selênio
0,02	0,003	0,008	mg U/L	0,008	Urânio Total
0,1	0,0002	0,005	mg/L	0,021	Vanádio total
5	0,006	0,019	mg Zn/L	0,059	Zinco

Fonte: SAEE, 2012

Observa-se que os resultados das análises de metais pesados nas amostras de água tratada do ano de 2012 estão dentro dos valores permitidos na portaria 2914/2011 isso mostra mais uma vez eficiência das estações de tratamento de água.

Segundo Andrade et al. (2010), o Ribeirão Bocaina vem recebendo descargas de efluentes agrícolas, industriais e domésticos sem nenhum tipo de tratamento, principalmente próximo a cidade de Passos-MG

Um grande problema encontrado na avaliação da qualidade da água de recursos hídricos está nas próprias ferramentas e métodos utilizados. Segundo Rigolin-Sá et al. (2011) os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos são ineficientes na avaliação ecológica dos ecossistemas aquáticos por avaliarem apenas uma fase momentânea do ambiente.

Um segundo problema é a falta de padronização ao se utilizar indicadores biológicos como ferramenta de avaliação de qualidade de água, fazendo com que este não seja efetivo na hora de classificar um recurso hídrico no âmbito legal. Segue como exemplo, o índice biológico BMWP “Biological Monitoring Working Part Score System” utilizado por Rigolin-Sá et al. (2011) na Bacia Hidrográfica do Médio Rio Grande, MG, onde a avaliação foi feita por meio da identificação de famílias de macroinvertebrados bentônicos, que ordena as famílias em pontuações de 0 a 10, em que as famílias menos tolerantes a poluição recebem maior pontuação. Feito isso, a classificação segue de acordo com a quantidade de famílias encontradas, e são enquadradas em 7 classes distintas, o que entra em contradição com a Resolução CONAMA 357/05, que classifica os recursos hídricos em apenas 4 classes. Neste contexto faz com que a estimativa de um índice biológico seja apenas auxiliar aos padrões estabelecidos pela legislação.

O Ribeirão Bocaina no estudo do projeto Zoneamento ambiental, feito em 2010 a 2011 e publicado no livro *Bacias Hidrográficas* discute a classificação dos afluentes do Rio Grande. O Ribeirão Bocaina e o Rio Grande pelos dados apresentados se enquadra na classificação Classe 4, para os parâmetros físicos e químicos; Classe 2 para valores elementos traços; Classe 1 para microbiológicos; Classe 4 para índice biológico, ficando com uma classificação geral de Classe 4, segundo Andrade, et al. (2011 apud RIGOLIN-SÁ, 2011).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água do Ribeirão Bocaina no município de Passos-MG segundo os parâmetros analisados é classificada segundo a Resolução CONAMA 357/2005 do Ministério do Meio Ambiente em classe 2, entretanto alguns resultados analisados caracterizam padrões de qualidade para rios de classe 3. Ainda assim, essas águas podem ser utilizadas para abastecimento após tratamento convencional. Cabe destacar que estes dados geram uma preocupação para o poder municipal, que precisa urgentemente tomar medidas mitigadoras para melhorar a qualidade da água bruta.

Observou-se também um tratamento eficiente por parte do SAAE, mas para que este tratamento continue sendo realizado com sucesso, é necessário investimentos que resultem na melhoria da qualidade da água do Ribeirão Bocaina.

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, capítulo V, Art. 38, § 2º nas Bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e finais, de melhoria da qualidade da água, para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.

A classificação da qualidade da água é de extrema importância, pois a classificação dos recursos hídricos somada a outros trabalhos realizados, como por exemplo, a avaliação do uso e ocupação do solo e indicação das atividades modificadoras do meio ambiente, dá subsídios à elaboração do plano diretor de bacias hidrográficas, principalmente no âmbito do enquadramento dos cursos d'água, e nas tomadas de decisões para uso, recuperação e preservação dos ecossistemas aquáticos.

Dessa forma, faz-se necessária implantação de ações mitigadoras imediatas nessa microbacia, por parte do poder municipal e estadual, uma vez que essa região possui grande importância social, histórica e econômica.

O estudo foi realizado apenas no Ribeirão Bocaina, mas é necessário um novo estudo para o Rio Grande e ETA II para conferir o padrão de qualidade das águas e a classificação existente com a Resolução CONAMA 357/2005, ou seja, para saber se os parâmetros encontrados também estão de acordo ou não com a classe 2, uma vez que muito investimento foi aplicado pelo município com a construção desta ETA.

7 REFERÊNCIAS

ACHON, Cali Laguna; BARROSO, Marcelo Melo; CORDEIRO, João Sérgio. Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro , v. 18, n. 2, June 2013.

ÁGUA BRASIL. **Sistema De Avaliação Da Qualidade Da Água, Saúde E Saneamento**. Disponível em: < <http://www.aguabrasil.icict.fiocruz.br/index.php?pagsane>>. Acesso em 20 de Abril de 2014.

ALEIXO, V. ; FILADELFO, J ; TEIXEIRA, V L ; QUEIROZ, Alcione O ; NASCIMENTO JÚNIOR, A F ; COLOGNESE, Abílio L . **A Limpeza e Manutenção das Margens do Rio São Francisco**, Toledo: Relato das Experiências. In: V Congresso de Ecologia do Brasil (Ambiente x Sociedade), 2001, Porto Alegre/RS, 2003.

ALVES, E. C. ; SILVA, C. F. . Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Scientiarum. Technology** (Impresso), v. 30, p. 39-48, 2008.

ANDRADE, D.P; RIGOLIN-SÁ, O; VINUTO, D.G; FRANÇA, N. **Análises Físicas e Químicas do Ribeirão Bocaina no município de Passos-MG no período Sazonal Seco**. XVII Congresso de Iniciação Científica da USFCAR, Anais. V6 . p 299, São Carlos, 2010.

ANTUNES, A. C.; CASTRO, M. C. F. M.; GUARDA, V. L. M.. Influência da qualidade da água destinada ao consumo humano no estado nutricional de crianças com idades entre 03 e 06 anos , no município de Ouro Preto, Minas Gerais. **Alimentos e Nutrição** (UNESP. Marília), v. 15, p. 221-226, 2004.

APHA/AWWA/WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20. ed. Washington: APHA, 1998.

ARAGUAIA, Mariana. **Algas Azuis**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/biologia/algas-azuis.htm>>. Acesso em 28 de novembro de 2013.

AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva et al. O Contexto Global E Nacional Frente Aos Desafios Do Acesso Adequado À Água Para Consumo Humano. **Ciênc. saúde coletiva** [online]. 2012, vol.17, n.6, pp. 1511-1522.

BABBITT, H. E. **Abastecimento De Água**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1973.

BARBOSA, Cátia Fernandes. **Hidrogeoquímica E A Contaminação Por Nitrato Em Água Subterrânea No Bairro Piranema, Seropédica-RJ**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas. 2005.

BELL-AJY, K; ABBASZADEGAN, M.; IBRAHIM, E; VERGES, D; LECHEVALLIER, M. Conventional and Optimized Coagulation for MON Removal. **Journal American Water Works Association**, v.92, n.10, p.44-58, 1992.

BERNARDO, L. D.; DANTAS, A. D. B. Métodos e Técnicas de Tratamento de água. 2. ed. v.1. São Carlos: Rima, 2005. 792p.

BISHOP, C. T; ANET, E. F. L. J. and GORHATT, P. R. (1959) **Isolation And Identification Of The Fast-Death Factor In Microcystis Aeruginosa NRC-I** . Can. J. Biochem. Physiol. 37, 453

BLUME, K. K.; MACEDO, J. C.; MENEGUZZI, A.; SILVA, L. B.; QUEVEDO, D. M.; RODRIGUES, M. A. S. Water quality assessment of the Sinos River, Southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 4, p. 1185-1193, 2010.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRASIL. **Lei nº 7.802**, de 11 de julho de 1989. Disponível em . Acesso em: 21/02/ 2012.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**, e dá outras providências. Brasília, DF, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. 2012. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe Sobre As Condições e Padrões De Lançamento De Efluentes, Complementa E Altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente -CONAMA. **Resoluções do CONAMA: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012**, Brasília. p.1126.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> Acesso em 10 de dezembro de 2013.

BUSTOS, M. R. L. **A educação ambiental sobre a ótica da gestão de recursos hídricos**. Tese (doutorado). Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica, São Paulo: USP, 2003.

CAMPANILI, M. Um negócio bilionário. In: o Estado de São Paulo, em 16 de março de 2003.

CAMARGO FILHO, Waldemar Pires. **Acomodação Da Produção Olerícola No Brasil E Em São Paulo, 1990-2010 – Análise Prospectiva E Tendências 2015**. Disponível em http://www.abhorticultura.com.br/downloads/Artigo_Mercado_Hort_IEA2011.pdf. Acesso em 22 de maio de 2014.

CARDOSO, K. C. **Estudo Do Processo De Coagulação - Flocculação Por Meio Da Moringa Oleífera LAM Para Obtenção De Água Potável**. Dissertação de Mestrado. Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, 2007.

CARVALHO, Maria José Herkenhoff. **Uso De Coagulantes Naturais No Processo De Obtenção De Água Potável**. Maringá: [s.n.], 2008. 154 f.: II convencional de tratamento de

água: influência do pH e da dosagem de coagulante no processo. In: 20o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, pp. 1059-1068. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

CASALI, Carlos Alberto. **Qualidade da água para consumo humano e educação ambiental em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. 2007. (Curso de curta duração ministrado/Outra).

CESCO, D.D. **Avaliação Em Escala Real Da Formação De Thms Em Águas De Abastecimento**. 2007. 82f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007.

CETESB. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/praias/res_conama_357_05.pdf>. Acesso em 15 de Dezembro de 2013.

COLLARES, E.G. **Zoneamento Ambiental**. Aspectos dos meios físicos e Bióticos. Classificação dos cursos de água conforme as análises realizadas. Douglas de Pádua Andrade; Odila Rigolin de Sá; Norival França; Fábio Gonçalves de Lima Oliveira; Roberta Cristina Amâncio Vieira; Marina Maia Horta; Eduardo Goulart Colares. Edifesp, Passos, MG, 2013.

CONTE, V. D.; COLOMBO, M.; ZANROSSO, A. V.; SALVADOR, M. Qualidade microbiológica de águas tratadas e não tratadas na região nordeste do Rio Grande do Sul. **Revista Infarma**, 2003.

DANIEL, L. A. **Métodos Alternativos de Desinfecção da Água**. PROSAB. 2. ed. São Carlos: Rima, 2001. 139p.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos E Técnicas De Tratamento De Água**. 2ª ed.v. 1. São Carlos: Rima. 2005.

EPA, European Communities (Drinking Water) Regulations, 2000 (S.I. 439 of 200). A Handbook on Implementation for Sanitary Authorities, 2007.

FERNANDES. Antonio Sergio Araújo. **Políticas Públicas: Definição Evolução E O Caso Brasileiro Na Política Social**. IN DANTAS, Humberto e JUNIOR, José Paulo M. (orgs). Introdução à política brasileira, São Paulo. Paulus. 2007.

FERREIRA FILHO, S.S; SAKAGUTI, M. Comportamento cinético do cloro livre em meio aquoso e formação de subprodutos da desinfecção. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.13, n.2, pp.198-206, 2008.

FRANCO, T.; PANIZZI. M.; FOSCHIREA. M. O Acolher Chapecó e a mudança do processo de trabalho na rede básica de saúde. **Revista Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, 2011, n. 30.

FREITAS, Marcelo Bessa de; BRILHANTE, Ogenis Magno; ALMEIDA, Liz Maria de. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro , v. 17, n. 3, June 2001 .

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FNS, ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS SERVIÇOS DE MUNICIPALIDADE DE SANEAMENTO – ASSEMAE. Diagnóstico nacional dos serviços municipais de saneamento. Brasília: FNS/ASSEMAE, 1995.

GADELHA, M.I.P.; COSTA, M.R.; ALMEIDA, R.T. Estadiamento de tumores malignos-análise e sugestões a partir de dados da APAC. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 51, n. 3, p. 193-9, 2005.

GOLFINOPOULOS, S.K. **The Occurrence of Trihalomethanes in the Drinking Water in Greece**. *Chemosphere*, v.41, p.1761-1767, 2000.

GONÇALVES, C. S.; RHEINHEIMER, D. S.; PELLEGRINI, J. B. R.; KIST, S. L. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, PB, v.9, n.3, p.391-399, 2005.

GOSLAN, E.H.; KRASNER, S.W.; BOWER, M.; ROCKS, S.A.; HOLMES, P.; LEVY, L.S.; GRAHAM, N.J.D.; WARDLAW, V.E.; PERRY, R; JIANG, J.Q. **The significance of algae as trihalomethane precursors**. *Water Science and Technology*, v.37, n.2, p.83-89, 1998.

GRAHAM, N.J.D.; WARDLAW, V.E.; PERRY, R; JIANG, J.Q. **The Significance Of Algae As Trihalomethane Precursors**. *Water Science And Technology*, V.37, N.2, P.83-89, 1998.

GRUTZMACHER, Douglas D. et al. Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no sul do Brasil. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande , v. 12, n. 6, Dec. 2008

GUTTON, A.; KLEIN, H.; ROMEIS; J. e BIGLER, F. de 2002. A absorção de toxina Bt por herbívoros alimentando-se de milho transgênico e as consequências para o predador. **Chrysoperla carnea . Ecol. Entomol.** 27: 441-447, 2002.

IACHINSKI, E. O.; JADOSKI, S. O. **Indicadores da qualidade da água do Arroio do Engenho sob estiagem**. In: I Seminário Regional do Meio Ambiente, Guarapuava/PR, v. 1, n.1, pp. 86-86, 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: . Acesso em: 10 mar. 2013.

KAMOGAE, M; Hirooka, E.Y. Microcistinas: Risco De Contaminação Em Águas Eutróficas. Londrina-Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum**. 2000.

KESSLER, L. F. Fatores intervenientes na formação de organismos de bacia: análise do processo de criação e atuação dos organismos de gerenciamento da região hidrográfica da bacia do rio Jacutinga. 2004. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Regional de Blumenau, Blumenau. 2004.

LAGE FILHO, Frederico de Almeida; ANDRADE JUNIOR, Euvaldo Ramos de. Tratabilidade da água do reservatório do Guarapiranga: efeitos da ozonização sobre algumas

variáveis de qualidade das águas. **Eng. Sanit. Ambient.** Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, June 2007.

LATIFOGLU, A. Formation of Trihalomethanes By The Disinfection Of Drinking Water. **Indoor and Built Environment**, v.12, n.6, p.413-417, 2003.

LIMA, A.; SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L.; SILVA, M. J. M.; ANDRADE, T. J. A. S. Caracterização química e nutricional, e capacidade antioxidante in vitro de resíduo de polpa de abacaxi (*Ananas comosus* L). **Nutrire**, v. 34, pp.131-131, 2009.

LOPES, M. M. ; TEIXEIRA, D. O processo de criação e consolidação dos Comitês de Bacias Hidrográficas para Gestão dos Recursos Hídricos. **Revista UNIARA**, v. 14, pp. 7-16, 2011.

Lucas, Ariovaldo A. T.; Folegatti, Marcos V.; Duarte, Sérgio N. Qualidade da água em uma microbacia hidrográfica do Rio Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online)**, v. 14, pp. 937-943, 2010.

MACEDO, F. de A. F. de; SIQUEIRA, E. R. de; MARTINS, E. N. Análise Econômica Da Produção De Carne De Cordeiros Sob Dois Sistemas De Terminação: Pastagem e Confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 677-680, 2000.

MEYER, Bruce D. "Natural and Quasi- Experiments in Economics," NBER Technical Working Papers 0170, National Bureau of Economic Research, Inc, 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para seu consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Lei federal 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre poluição. Brasília, DF, 1981.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Lei federal Lei Federal 9.433/97. Dispõe sobre a importância da Água. Brasília, DF, 1997.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Agrotóxicos. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/agrotoxicos?tmpl=component&print=1>>. Acesso em 20 de Abril de 2014.

MOITA, F.R H.S. Dados Fundamentais. **Bio**, n.2, pp.10-12, 1993.

MORRIS, R.D; AUDET, A.M; ANGELILLO, I.F. CHALMERS, T.C.; MOSTELLER, F. Chlorination, Chlorination By-Products, and Cancer: A Meta-Analysis. **American Journal of Public Health**, v.82, n.7, pp. 955-963, 1992.

NGUYEN, M.L.; WESTERHOFF, P.; BAKER, L.; HU, Q.; ESPARZA-SOTO, M.; SOMMERFELD, M. Characteristics And Reactivity Of Algae-Produced Dissolved Organic Carbon. **Journal of Environmental Engineering**, v.131, n.11, pp. 1574-1582, 2005.

OLIVEIRA, Sílvia M. A. Corrêa; VON SPERLING, Marcos. Avaliação de 166 ETEs em operação no país, compreendendo diversas tecnologias. Parte 1: análise de desempenho. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, Dec. 2005.

PÁDUA, V.L.; AZEVEDO, S.M.F. O; FERREIRA, A.C. S; VIEIRA, F.M.A. C; AVELINO, F.F.; BRAGA, F.M. G; LEMOS, L.; ANDRADE, M.I.R.; JIMENEZ, P.C. **Potenciais Fatores De Risco À Saúde Decorrentes Da Presença De Cloração Na Água Utilizada Para Consumo Humano**. Relatório final de pesquisa - Edital de Convocação 001/2000 - Programa de pesquisa em Saúde e Saneamento - DENSP. FUNASA. 2004.

PEREIRA, K. C.; RIGOLIN-SA, O. **Avaliação Classificação da qualidade da água do Ribeirão Bocaina com Base na Resolução CONAMA N°357/2005 do Ministério do Meio Ambiente**. In: XI Congresso Brasileiro de Limnologia, 2007, Macaé-RJ. XI Congresso Brasileiro de Limnologia. Macaé: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

PEREIRA, J. S. et al. **O enquadramento dos corpos d'água em classe de uso como instrumento de gestão e a necessidade de revisão da resolução CONAMA 20/86**. In: Simpósio Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos, 10, 1998, Gramado. Anais do Simpósio Internacional sobre Gestão dos Recursos Hídricos. Gramado: Simpósio Internacional sobre Gestão dos Recursos Hídricos, 1998.

PINTO, Daniel Brasil Ferreira et al. Qualidade da água do Ribeirão Lavrinha na região Alto Rio Grande - MG, Brasil. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 4, Aug. 2009.

PIZELLA, D. G. **Análise da sustentabilidade ambiental do sistema de classificação das águas doces superficiais**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia, São Carlos.

RAMOS, Renato Giani; SOBRINHO, Pedro Alem. **Remoção De Surfactantes No Pós-Tratamento De Efluente De Reator Uasb Utilizando Filtro Biológico Percolador**. XXVIII Congresso Internacional de Engenharia Sanitária y Ambiental. Cangum – México. Outubro, 2002.

RIGOLIN-SÁ, O. Bacia Hidrográfica: Estudos do Rio Grande no Sudoeste de Minas Gerais – Brasil. In: ANDRADE, D. P. et al. **Classificação Dos Afluentes De Quinta Ordem Do Reservatório Da Uhe Marechal Mascarenhas De Moraes, Pertencentes À Bacia Hidrográfica Do Médio Rio Grande-MG**. Edifesp, Passos, MG, 2011.

RITCHER, C. A., AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento De Água – Tecnologia Atualizada**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 1991.

ROCHA, C. M. B. M.; RODRIGUES, L. S.; COSTA, C. C.; OLIVEIRA, P. R.; SILVA, I. J.; JESUS, E. F. M.; ROLIM, R. G. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênicosanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 9, pp. 1967-1978, set. 2006.

SAAE: disponível em <http://www.saaepassos.com.br/>. Acesso em: 10 mar. 2013.

SABESP. Disponível em: < <http://site.sabesp.com.br/interna/Default.aspx?secaoId=40>>. Acesso em 12 de Abril de 2014.

SANTOS, M. L.; LENZI, Ervin; COELHO, Adilson Rodrigues. Ocorrência De Metais Pesados No Curso Inferior Do Rio Ivaí, Em Decorrrência Do Uso Do Solo Em Sua Bacia Hidrográfica. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 30, pp. 99-107, 2008.

SANTOS, L. C.; RUOCCO, B. P. **Análises bacteriológicas de água tratada na Itaipu Binacional no período de 2006-2008**. In: 2º Congresso Sul Brasileiro de Análises Clínicas, 2010, Londrina - PR. Anais Eletrônicos SBAC-PAD 2010, 2010.

SARDINHA, Diego de Souza et al. Avaliação da qualidade da água e autodepuração do ribeirão do meio, Leme (SP). **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, Sept. 2008.

SAVOY, Vera Lúcia Tedeschi. Classificação Dos Agrotóxicos. **Biológico**, São Paulo, v.73, n.1, pp. 91-92, jan./jun., 2011.

SCURACCHIO, P. A.; FARACHE FILHO, A. Qualidade bacteriológica e físico-química da água utilizada por escolares no município de São Carlos - SP. XXII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2010.

SILVA, Renato. **Avaliação Da Qualidade Da Água Tratada No Município De Passos-MG** - Universidade do Estado de Minas Gerais. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Fundação de Ensino Superior de Passos associada à Universidade do Estado de Minas Gerais, 2012.

SINGER, P. C. Control of Disinfection By-Products in Drinking Water. **Journal Of Environmental Engineering**, v. 120, n.4, pp. 727-744, 1994.

SINGER, Paul I. **Desenvolvimento econômico e evolução urbana**. São Paulo, Cia. Editora Nacional, 1999.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H., Lourenço, E. M., Braga, F. M. S. Water quality in six sequentially disposed fishponds with continuous water flow. **Acta Scientiarum** 32 (1), pp. 9-15, 2007.

SOUZA, Maria Eugênia Tavares Abreu de; LIBANIO, Marcelo. Proposta de Índice de Qualidade para Água Bruta afluyente a estações convencionais de tratamento. **Eng. Sanit. Ambient.** Rio de Janeiro, v. 14, n. 4, Dec. 2009.

UENF. Cianetos. Disponível em:<
http://www.uenf.br/uenf/centros/cct/qambiental/ef_tratcnmetais.html>. Acesso em 03 de Março de 2014.

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Guidance Manual for Enhanced Coagulation and Enhanced Precipitative Softening. New York, USA, 1999. In: LIBÂNIO, M. **Fundamentos De Qualidade E Tratamento De Água**. 2.Ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2008. 444p.

VEIGA, Marcelo Motta et al . Análise Da Contaminação Dos Sistemas Hídricos Por Agrotóxicos Numa Pequena Comunidade Rural Do Sudeste Do Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 11, Nov. 2006.

VERAS, L. R. V; DI BERNARDO, L. Tratamento De Água De Abastecimento Por Meio Da Tecnologia De Filtração Em Múltiplas Etapas - FIME. **Eng. Sanit. Ambient.** pp. 109-116, Mar, 2008.

VIANNA E. M. **Avaliação De Parâmetros Microbiológicos E Físico-Químicos Na Represa Várzea Das Flores – Região Metropolitana De Belo Horizonte, Nos Períodos De Inverno E Verão.** Belo Horizonte: Departamento de Microbiologia da UFMG, 134p, 1995. (Dissertação de Mestrado).

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality**, v.1, 2.ed, Geneva, 1993. 188 p.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality**, v.2, 2.ed, Geneva, 1996. 973 p.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality**, v.1, Recommendations. 3.ed. Geneva, 2000.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality**, v.1, Recommendations. 3.ed. Geneva, 2004.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality: Incorporating 1st and 2nd addenda**, v.1, Recommendations. 3.ed. Geneva, 2008.