



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BIOLÓGICA DA ÁGUA TRATADA NO
MUNICÍPIO DE ITABIRITO - MG

Fernanda Alves Amorim

Orientador: Prof. Brener Magnabosco Marra

Ouro Branco
Dezembro/2015

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BIOLÓGICA DA ÁGUA TRATADA NO
MUNICÍPIO DE ITABIRITO – MG**

Fernanda Alves Amorim

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado em cumprimento às
exigências do Curso de Bacharel em
Engenharia de Bioprocessos da
Universidade de São João Del-Rei.

Orientador: Prof. Brener Magnabosco Marra

**Ouro Branco
Dezembro/2015**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
CURSO DE ENGENHARIA DE BIOPROCESSOS

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E BIOLÓGICA DA ÁGUA TRATADA NO
MUNICÍPIO DE ITABIRITO - MG

Fernanda Alves Amorim

A Banca Examinadora, composta pelos membros abaixo, avaliou este TCC:

Orientador: Prof. Brener Magnabosco Marra

Examinador 1: Prof. Edson Romano Nucci

Examinador 2: Camila dos Santos Oliveira

Ouro Branco, 11/12/2015

RESUMO

A água é de primordial importância para a humanidade, sendo que sua qualidade e quantidade disponível tem que ser considerada. O objetivo desse trabalho foi de avaliar a qualidade da água da cidade Itabirito - MG, no mês de agosto de 2015. Para isto, utilizou-se 60 amostras para análise de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. Os parâmetros físicos analisados foram cor e turbidez e os parâmetros químicos pH, concentração de cloro e flúor. Esses foram determinados através de aparelhos digitais específicos e analisados conforme Portaria 1924 do Ministério da Saúde. Os parâmetros microbiológicos baseiam-se na identificação de coliformes totais e fecais, através de métodos qualitativos e quantitativos. As análises físico-químicas apresentaram resultados satisfatórios, sendo 99,2% dentro dos padrões propostos pela Portaria 518 do Ministério da Saúde. Nas análises bacteriológicas, 58 das 60 amostras não apresentaram presença de coliformes totais, estando dentro do recomendado. Para as análises microbiológicas quantitativas, houve 46% das amostras apresentaram unidades formadoras de colônia, o que pode ser justificado por contaminação durante a análise ou coleta, uma vez que resultados qualitativos não apresentaram contaminação. Podendo concluir um quadro da qualidade da água consumida na cidade Itabirito – MG no mês de agosto de 2015, sendo essa apta para consumo da população. Uma proposta para otimização da Estação de Tratamento de Água é o tratamento do lodo proveniente dos decantadores, na etapa de tratamento, levando em consideração fatores econômicos e ambientais.

Palavras-chave: potabilidade, qualidade, tratamento, ETA

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. OBJETIVO	7
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
3.1. Água.....	7
3.2. Estação de Tratamento de Itabirito – MG.....	14
3.3. Parâmetros físicos de qualidade da água	15
3.4. Parâmetros químicos de qualidade da água	17
3.5. Parâmetros biológicos de qualidade da água	19
4. MATERIAL E METÓDOS	19
4.1. Coleta do material.....	19
4.1.1. Amostra para análise físico-química	19
4.1.2. Amostra para análise bacteriológica	20
4.2. Análises das amostras	21
4.2.1. Análises físico-químicas	21
4.2.2. Análises bacteriológicas	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1. Parâmetros físico-químicos.....	28
5.2. Parâmetros bacteriológicos.....	31
6. CONCLUSÃO	33
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

Estima-se que 75% da superfície da Terra é ocupada por água. A estrutura molecular da água, constituída por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio, formando uma estrutura angular é responsável pelas suas propriedades físicas e químicas (RICHTER, 2009).

O crescimento populacional e econômico do Brasil realizou a implantação de políticas governamentais para o setor de saneamento básico, propiciando uma infra-estrutura necessária para a melhoria de vida da população, como sistemas de tratamento de água e esgotos (REIS *et. al*, 2007).

O serviço de abastecimento de água através de rede geral caracteriza-se pela retirada da água bruta da natureza, adequação de sua qualidade, transporte e fornecimento à população através de rede geral de distribuição (IBGE, 2015).

Diante disso, os parâmetros que podem interferir na qualidade, são divididos entre os físicos, químicos e biológicos (CUNHA, 2004). A presença de microrganismos dá a água características biológicas podendo desencadear doenças. Com isso, torna-se necessário além das análises físico-químicas, a análise bacteriológica. O padrão de potabilidade determina que a água para o consumo não deve apresentar coliformes totais (LIBÂNIO, 2010).

A potabilização das águas naturais é a adequação da água bruta afluenta à estação ao padrão de potabilidade vigente estabelecido pela Portaria 518 de 25 de março de 2004. O tratamento de água consiste basicamente na remoção de partículas suspensas e coloidais, matéria orgânica, microrganismos e outras substâncias possivelmente prejudiciais à saúde humana presentes nas águas (BOTERO *et. al*, 2009).

As etapas de tratamento, na maioria das Estações de Tratamento de Água (ETA) são: mistura rápida, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação (CUNHA, 2004).

A composição química, física e bacteriológica define a qualidade da água a partir de uma série de análises. Uma água para que seja considerada adequada para consumo humano possui valores fixos dos parâmetros de qualidade para o padrão de potabilidade (RICHTER, 2009).

2. OBJETIVO

Avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água de Itabirito/MG em rede de abastecimento.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Água

A água é essencial à vida, por atuar em diversas funções do organismo humano. O crescimento populacional tem provocado dificuldades no abastecimento de água, assim, a obtenção de água potável torna-se uma preocupação, uma vez que o consumo de água de má qualidade aumenta a ocorrência de doenças infecciosas (SILVEIRA, 2011).

A qualidade da água é classificada de acordo com o uso que se destina, de acordo com a resolução 375/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Para que a água seja considerada potável, após tratamento convencional os parâmetros físico-químicos e microbiológicos deverão estar de acordo com a Portaria nº 518 (SES, 2015), do Ministério da Saúde, de 25 de março de 2004 (SILVEIRA, 2011).

As empresas de saneamento são responsáveis pela qualidade da água desde os mananciais até os sistemas de distribuição e são monitoradas pelas Secretarias de Saúde Estaduais (SILVEIRA, 2011).

As tecnologias da estação de tratamento de água (ETA) são formadas fundamentalmente por três operações unitárias: clarificação, filtração e desinfecção. A remoção dos sólidos suspensos e uma parte dos sólidos dissolvidos é realizada na etapa de clarificação, incluindo coagulação, floculação e decantação/flotação. Posteriormente, a filtração remove sólidos dissolvidos e microrganismos. No final, os microrganismos ainda presentes são inativados pela desinfecção. Nessa última fase, é realizada a fluoretação e a correção do pH (LIBÂNIO, 2010).

A seleção do manancial, primeira etapa do projeto do sistema de abastecimento de água, deve obedecer a especificações de quantidade e qualidade necessárias para fins de potabilização (FILHO e MARCHETTO, 2006).

A coagulação/floculação pode ser dividida em dois procedimentos distintos, que devem ser aplicados consecutivamente. O primeiro, denominada coagulação, é o processo de em que a desestabilização de uma dada suspensão ou solução coloidal está ocorrendo. A função da coagulação é de ultrapassar os fatores que promovem a estabilidade de um dado sistema, isto é conseguido com a utilização de produtos químicos adequados, normalmente os sais de alumínio ou de ferro, chamado agentes coagulantes. O segundo sub-processo, denominado floculação, refere-se à indução de partículas desestabilizadas, a fim de se unirem, fazer contato e, assim, para formar grandes aglomerados, que pode ser separados por meio de gravidade, geralmente sedimentação (TZOUPANOS e ZOUBOULIS, 2008).

A coagulação inicia-se quando o coagulante é adicionado no efluente e dura uma fração de segundos. O sistema de mistura rápida é uma parte importante para a etapa de coagulação. Sua finalidade é dissolver rápido e uniformemente o coagulante por todo o meio líquido. Esse processo ocorre sob forte agitação e altos gradientes de velocidade. A eficiência da coagulação depende do tipo de coagulante, da dosagem do coagulante, e de uma mistura rápida adequada, pois a coagulação está relacionada com a formação dos primeiros complexos de cátions metálicos hidrolisados (SANTOS, 2011).

A mistura rápida pode ser mecanizada ou hidráulica. A mistura rápida mecanizada consiste na introdução de potência na água através de agitadores mecânicos, que podem ser em forma de hélice ou turbinas. Já a mistura rápida hidráulica pode ser através de vertedores de seção retangular, vertedores triangulares e, especialmente, em vertedor Parshall, mostrado na Figura 1. No Brasil, utiliza-se na maioria das estações de tratamento, o medidor Parshall é denominado calha Parshall (LIBÂNIO, 2010).



Figura 1: Calha Parshall, Estação de Tratamento de Água de Itabirito - MG

Cor, turbidez, temperatura, alcalinidade, pH e dureza afetam o controle da coagulação. Em temperaturas moderadas o floco se forma mais rapidamente e de forma satisfatória. Já em temperaturas baixas o floco se forma aos poucos e as partículas finas decantam vagarosamente. No entanto, em algumas condições, a quantidade necessária de coagulante pode aumentar com a elevação da temperatura (SANTOS, 2011).

Para se obter um pH adequado e consequentemente uma boa coagulação, são empregados produtos químicos como cal hidratada, carbonato de cálcio, carbonato de sódio, gás carbônico, ácido clorídrico e sulfúrico (FILHO, 2009).

Qualquer produto químico, que produza a coagulação é um coagulante (RICHTER, 2009). A Tabela 1 apresenta alguns coagulantes utilizados nos processos de obtenção de água potável. Os agentes mais utilizados no tratamento de água são os sais de alumínio e ferro, por serem de baixo custo e apresentam capacidade coagulante já demonstrada (CARVALHO, 2008). Na ETA de Itabirito – MG é utilizado Sulfato de Alumínio por ter sua eficiência já comprovada e apresentar menor custo.

Tabela 1: Coagulantes mais utilizados na obtenção de água potável (Continua)

Coagulante	Função
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ – Sulfato de Alumínio PAC- Policloreto de Alumínio FeCl_3 – Cloreto Férrico FeSO_4 – Sulfato Ferroso	Cátions polivalentes (Al^{+3} , Fe^{+3} , Fe^{+2} , etc.) neutralizam as cargas elétricas das partículas suspensas e os hidróxidos metálicos (Ex: $\text{Al}_2(\text{OH})_3$), ao adsorverem os particulados, geram uma floculação parcial.
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Usualmente utilizado como agente controlador do pH. Porém, os íons cálcio atuam também como agentes de neutralização das cargas elétricas superficiais, funcionando como um coagulante inorgânico.

Tabela 1: Coagulantes mais utilizados na obtenção de água potável

(Conclusão)

Coagulante	Função
Polímeros Aniônicos e não iônicos	Geração de “pontes” entre as partículas já coaguladas e a cadeia do polímero, gerando flocos de maior diâmetro.
Polímeros Catiônicos	Neutralização das cargas elétricas superficiais que envolvem os sólidos suspensos e incremento do tamanho dos flocos formados (via formação de pontes). Usualmente utilizado no tratamento de lamas orgânicas.
Policátions	São polieletrólitos catiônicos de baixo peso molecular, os quais possuem como função principal a neutralização das cargas elétricas superficiais e aumento do tamanho dos flocos. Utilizado em substituição aos floculantes inorgânicos convencionais.

(Fonte: CARVALHO, 2008).

Na floculação, procura-se o maior número possível de encontros dos flocos e a formação de agregados maiores e mais densos (microflocos), que sejam eficientemente removidos por sedimentação ou filtração, ocorrendo em condições de agitação lenta, podendo ser mecanizada ou hidráulica (FURLAN, 2008).

Qualquer dispositivo que utilize energia hidráulica através de um tanque, canal ou canalização é designado um floculador hidráulico. Os floculadores mais utilizados são os de chicanas, de fluxo horizontal ou de fluxo vertical, Figura 2. Nos de fluxo horizontal, a água circula em movimento de vai e vem e nos de fluxo vertical, a água sobe e desce, contornando as chicanas. A preferência do tipo do floculador de chicanas depende de razões de ordem

prática e econômica, sendo que o de fluxo horizontal é adequado para vazões superiores (RICHTER, 2009).

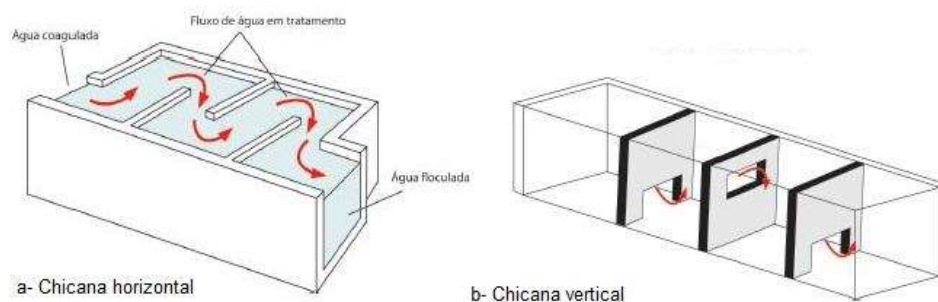


Figura 2: Floculadores hidráulicos. (Fonte: <http://www.revistatae.com.br/noticialnt.asp?id=5464>)

Já os floculadores mecanizados diferenciam-se pelo tipo de movimento, em giratórios ou alternativos. Sendo os giratórios por paletas, que operam em baixa velocidade de rotação ou turbinas, com velocidades maiores. Já os alternativos, podem ser “Walking Beam” que a velocidade angular é constante e os “Ribbon Flocculator” onde a velocidade angular é senoidal (RICHTER, 2009).

Decantação, junto com flotação, baseia-se na operação unitária que confirma a eficiência das etapas de coagulação e floculação (LIBÂNIO, 2010). Na decantação, os flocos formados anteriormente utilizam da forças gravitacionais para distinguir partículas com densidade superior a da água, depositando-as em zona de armazenamento. As partículas que não foram removidas na decantação, por serem pequenas ou por terem densidades similares à da água, deverão ser removidas na filtração (RICHTER e NETTO, 1991).

Os decantadores podem ser convencionais ou laminares, diferenciando pelo emprego de placas dentro dos decantadores laminares, que possuem a finalidade de diminuir a turbulência e aumentar sua eficiência (CUNHA, 2004).



Figura 3: Decantadores laminares, Estação de Tratamento de Água de Itabirito - MG

Filtração é o processo de retenção de partículas sólidas suspensas na água, que não foram removidas na decantação. Os filtros podem ser classificados como filtros lentos ou filtros rápidos, diferenciados pela taxa de filtração (DUARTE, 2011).

A eficiência da filtração além de estar relacionada com as etapas anteriores, também depende do meio filtrante utilizado, execução de lavagem e o grau de capacitação dos operadores. O meio filtrante e sua granulometria, areia, carvão mineral antracitoso, granada e carvão ativado, são as principais variáveis que interferem no desempenho do filtro (DUARTE, 2011).

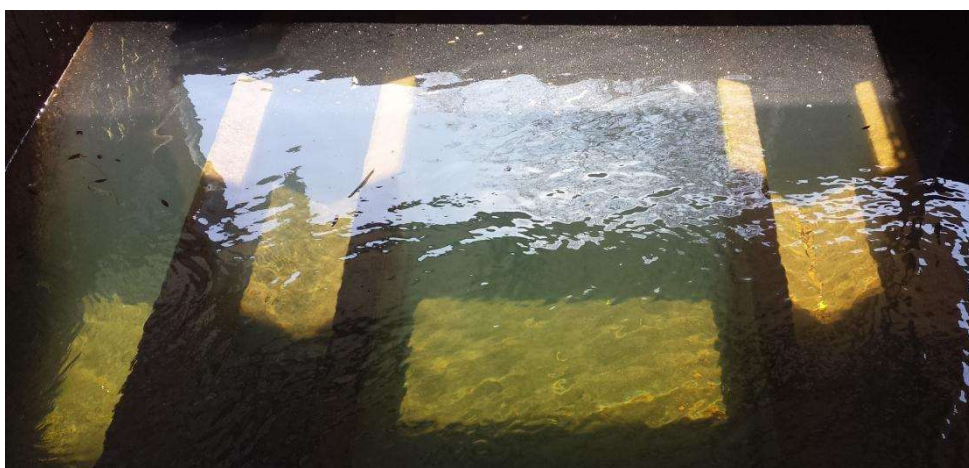


Figura 4: Filtro Rápido, Estação de Tratamento de Água de Itabirito - MG

A desinfecção tem como objetivo fornecer água de consumo isenta de microrganismos patogênicos. Essa etapa pode ser realizada por agentes

químicos e físicos. Os agentes desinfetantes químicos são compostos com potencial de oxidação, como o cloro, dióxido de cloro, peróxido de hidrogênio, ácido acético, entre outros. Os agentes físicos apresentam relação com a energia da radiação, sendo UV, gama e/ou solar (LIBÂNIO, 2010).

A atuação dos desinfetantes sobre os microrganismos é através de três métodos, dentre eles, lise da parede celular, difusão do desinfetante no interior dos microrganismos e por interferência na reprodução celular (LIBÂNIO, 2010).

A eficiência da desinfecção, não depende apenas das propriedades dos agentes desinfetantes, mas também da quantidade e tempo de exposição do agente, tipo e concentração do microrganismo e características físicas e químicas da água (LIBÂNIO, 2010).

A utilização de cloro no tratamento da água pode ter como finalidade a desinfecção (destruição dos microrganismos patogênicos), a oxidação (alteração das características da água pela oxidação dos compostos nela existentes) ou ambas as ações ao mesmo tempo. A desinfecção é o objetivo principal e mais comum da cloração, o que promove, muitas vezes, o uso das palavras “desinfecção” e “cloração” como sinônimos (MAYER, 1994).

A fluoretação ou fluoração consiste em elevar a concentração de fluoreto (F^-) à água tratada por meio de adição de compostos de flúor (LIBÂNIO, 2010). Essa etapa tem sido uma das principais medidas envolvidas na redução dos índices de cárie em todo o mundo (MAIA *et. al*, 2003).

Uma vez que o propósito da utilização de flúor é maximizar seus benefícios, minimizando seus riscos, a existência de mecanismos que possibilitem sua adequada concentração na água torna-se indispensável para que a medida exerça o maior impacto possível na prevenção e controle da cárie, sem aumentar a prevalência de fluorose dental (MAIA *et. al*, 2003).

Após as etapas de tratamento para que a água bruta se torne apropriada para o consumo humano, realizadas em uma Estação de Tratamento de Água (ETA), há a geração de resíduos sólidos denominado como Lodos de Estação de Tratamento de Água (LETA). A quantidade que é gerada depende do tipo de captação existente, do processo de tratamento de água utilizado, da qualidade da água bruta, dos tipos de coagulantes utilizados, da sazonalidade, da dureza e da qualidade final desejada (FADANELLI e WIECHETECK, 2010).

O lodo de ETA é conceituado como um resíduo composto de água e sólidos suspensos contidos na própria água, acrescidos dos produtos químicos aplicados durante o processo de seu tratamento, além de resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos provenientes da água bruta, tais como algas, bactérias, vírus, partículas orgânicas em suspensão, colóides, areias, argila, siltes, cálcio, magnésio, ferro, manganês, etc (HOPPEN *et.al*, 2006)

Geralmente, o destino do lodo é o curso d'água mais próximo, sem que nenhum tratamento seja realizado (GUERRA e ANGELIS, 2005).

Diversas alternativas econômicas e tecnicamente viáveis, além de ambientalmente vantajosas para o destino final desse resíduo têm sido propostas, como disposição em aterros sanitários, uso na formação de biosólido, emprego na construção civil e aplicações industriais diversas. Uma das possibilidades de reutilização do LETA é seu emprego como aditivo em setores agrícolas. Por ser rico em matéria orgânica, micro e macro-nutrientes, sua utilização pode diminuir os impactos ambientais associados à disposição inadequada desses resíduos. Assim, para a reutilização dos LETAs é de fundamental importância o estudo das características do lodo a ser reciclado e avaliar, por exemplo, a relação existente entre a matéria orgânica e espécies metálicas (BOTERO *et.al*, 2009).

3.2. Estação de Tratamento de Itabirito – MG

Em Itabirito, a água utilizada era proveniente de nascentes do Córrego do Seco e de cisternas, havendo apenas um único reservatório para abastecer toda a cidade. Manifestando na população o interesse por água tratada e potável (SAAE, 2015).

Com o propósito de captar, tratar e abastecer Itabirito cria-se o Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE de Itabirito, em julho de 1978. Em 1979, o SAAE estabeleceu convênio com a Fundação SESP que possibilitou a construção da adutora de água bruta associada à água captada pela ETA e sub-adutora de água tratada associada à casa de bombas aos reservatórios (SAAE, 2015).

Em 1990, detectou-se uma nova captação de água: Córrego do Bação. Com a finalidade de levar essa água até a ETA foram construídas a Barragem do Bação e a Elevatória do Chifirão. Sendo o total, em conjunto com o

manancial do Córrego Seco, que chega à ETA por gravidade, assegurando o abastecimento de água à cidade, um volume de aproximadamente de 160 L/s (SAAE, 2015).

Assim que a água chega a ETA, passa pelo processo de clarificação denominado floculação, a partir da adição de sulfato de alumínio e cal. Após passar, pelos floculadores, a água passa pelos decantadores, onde os flocos formados deslocam-se para o fundo e a água limpa permanece na parte superior. Em seguida a água é filtrada, sendo adicionado cloro, processo de desinfecção de microrganismos, e o flúor para a prevenção da cárie dentária (SAAE, 2015).

São realizados controles dos padrões de qualidade exigidos pela portaria 518, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005). Sendo executados testes físico-químicos (cor, turbidez, pH, cloro e flúor) e bacteriológicos qualitativos e quantitativos (coliformes totais e coliformes fecais) em laboratório próprio. Os resultados são lançados em relatórios mensais que são arquivados e encaminhados para a Vigilância Sanitária (SAAE, 2015).

3.3. Parâmetros físicos de qualidade da água

As características físicas da água são de pouca relevância sanitária, dentre elas: temperatura, cor, turbidez, condutividade elétrica, sabor e odor (RICHETER e NETTO, 1991).

○ Temperatura

A temperatura exerce uma função principal no controle do meio aquático, influenciando uma série de parâmetros físico-químicos. À medida que a temperatura aumenta, a condutividade térmica e pressão aumentam as solubilidades, enquanto a viscosidade, a tensão superficial, calor específico, constante de ionização, e calor latente de ionização diminuem (NETO *et. al*, 2012). A etapa da coagulação, em tratamento de água, torna-se menos eficiente em temperaturas baixas. Com a dificuldade na alteração da temperatura da água para abastecimento e efeitos insignificantes à saúde, não há padrão de temperatura máxima para água de consumo, sendo limitada em 15°C (LIBÂNIO, 2010).

- *Cor*

A cor da água é devida a presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão, afetando esteticamente a qualidade da água, porém não apresenta risco à saúde (RICHTER e NETTO, 1991). Lagos e regiões montanhosas apresentam cor azulada em grandes espessuras, água ausente de cor. A cor marrom-amarelada é devida à matéria orgânica (ácido húmico, resultante da decomposição de vegetais) presente em águas superficiais. A existência de ferro pode dar uma coloração avermelhada, enquanto em solos calcários expressam levemente cor esverdeada. A cor da água pode ser um indício de poluição. A remoção pode ser realizada pela coagulação e filtração, ou por oxidação química. Na oxidação química utilizam-se compostos como, permanganato de potássio, dióxido de cloro ou ozônio. Deve ser evitado o uso de cloro, pois compostos resultantes (trihalomentanos) são uma das principais causas da ocorrência de câncer. A unidade de cor é expressa em mg L^{-1} de Pt-Co ou graus Hazen, °H. O limite aceitável é de 15 unidades, sendo o desejável inferior a 5 (RICHTER, 2009).

- *Turbidez*

A turbidez origina-se da presença de partículas em suspensão variando em tamanho e origem. A turbidez influencia na etapa de clarificação e na de desinfecção, tornando-as mais difíceis em turbidez elevada. Os nefelômetros medem a quantidade de luz dispersa através da amostra de água a 90° da luz incidente, por meio de uma célula fotoelétrica. A unidade utilizada é UNT (ou NTU em inglês), denominada Unidades Nefelométricas de Turbidez, sendo exigida para água filtrada uma turbidez menor que 1,0 UNT (RICHTER, 2009).

- *Condutividade elétrica*

A condutividade elétrica é a tendência da água em transmitir corrente elétrica em função da concentração e da carga de íons na solução. A condutividade ou condutância específica é dada em Siemens por centímetro, S cm^{-1} (RICHTER, 2009). Trata-se de um parâmetro não padrão para potabilidade e é apenas monitorado em estações de grande porte (LIBÂNIO, 2010).

- *Sabor e odor*

Sabor e odor, apesar de sensações distintas, são considerados em conjunto. A definição de sabor abrange uma relação entre gosto (salgado, doce, azedo e amargo) e odor (LIBÂNIO, 2010). Substâncias inorgânicas na água produzem sabor sem produzir odor, por outro lado, substâncias orgânicas podem produzir tanto sabor como odor. O odor a cloro na água deve-se a compostos formados pela ação da matéria orgânica, de origem algogênica, com o cloro. O sabor e o odor levam à rejeição da água pela população, ocasionando um uso de outra fonte de qualidade incerta. Sabor e odor por serem sensações organolépticas, não sendo medidas por instrumentos. (RICHTER, 2009).

3.4. Parâmetros químicos de qualidade da água

As análises químicas definem de forma explícita as características da água, além de possuir importância sanitária e econômica, possibilitando classificar o seu grau de poluição. Dentre as características enquadram, por exemplo: pH, alcalinidade, acidez, dureza, fluoretos , ferro e manganês (RICHTER e NETTO, 1991).

- *pH*

O potencial hidrogeniônico (pH) baseia-se na concentração de íons H^+ nas águas e representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas (LIBÂNIO, 2010).

O pH estabelece o parâmetro de maior assiduidade de monitoramento em estações de tratamento de água, por influenciar em diversos processos e operações unitárias. Dessa forma, os padrões de potabilidade nacional determina que o pH esteja compreendido entre 6,0 e 9,5, pretendendo reduzir as corrosões a certos metais quando a água se encontra em pH baixo, assim como as incrustações à pH alto da água (LIBÂNIO, 2010).

- *Alcalinidade e acidez*

A alcalinidade é a capacidade de neutralizar ácidos (íons H^+) ou de reduzir variações de pH, representado pela presença de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. É determinada por titulação com um ácido forte e expressa em termos de $mg\ L^{-1}$ de $CaCO_3$, não demonstrando significado

sanitário, assim, não é considerada pelo padrão de potabilidade (LIBÂNIO,2010). Entretanto, é de suma importância para o tratamento de água, estando correlacionada com a coagulação, redução de dureza e controle de corrosão (RICHTER, 2009).

Assim como a alcalinidade, para evitar as alterações bruscas de pH, a acidez tem a característica química de neutralizar bases. Também é expressa em mg L^{-1} de CaCO_3 e não possui significado sanitário (LIBÂNIO,2010)

- *Dureza*

A presença de íons metálicos como cálcio (Ca^{++}) e magnésio (Mg^{++}) conferem a característica de dureza à água é percebida pela não formação de espuma com o sabão, um inconveniente econômico, por aumentar o consumo de sabões e xampus. A água é classificada em termos do grau de dureza em: água mole (dureza inferior a 50 mg L^{-1} em CaCO_3), dureza moderada (dureza entre 50 a 150 mg L^{-1} em CaCO_3), água dura (dureza entre 150 a 300 mg L^{-1} em CaCO_3) e água muito dura (dureza superior a 300 mg L^{-1} em CaCO_3) (RICHTER e NETTO, 1991). A dureza não apresenta significado sanitário e não dá comprovação científica da associação do consumo de águas com alto teor de dureza com doenças, como pedras nos rins e cardiovasculares. (LIBÂNIO, 2010)

- *Fluoretos*

A aplicação de fluoretos nas águas de consumo tem o propósito de reduzir o desenvolvimento da cárie dentária em crianças até 12 anos, porém em concentrações superiores a $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ podem proporcionar o desenvolvimento da fluorose, progressivo escurecimento e degradação dos dentes. O padrão de potabilidade brasileiro estabelece limite de $1,5 \text{ mg L}^{-1}$ (LIBÂNIO,2010).

- *Ferro e manganês*

Ferro e manganês originam-se da dissolução de compostos de rochas e solos, e são encontrados associados. As formas de baixo estado de oxidação, Fe^{2+} e Mn^{2+} , são as formas mais solúveis e formam hidróxidos insolúveis que tendem precipitar. Os limites de concentrações são de $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ para o ferro e de $0,05 \text{ mg L}^{-1}$ para o manganês. Essa definição é determinada por razões

estéticas e econômicas, uma vez que fornece dureza a água, ocasionando manchas em roupas e objetos, além de produzir sabor (RICHTER, 2009).

3.5. Parâmetros biológicos de qualidade da água

Entre as impurezas nas águas compreende os organismos presentes, sua importância se dá na probabilidade de transmitir doenças e ser a causa de epidemias. As propriedades biológicas são definidas através de exames bacteriológicos (RICHTER e NETTO, 1991).

Bactérias que habitam os intestinos dos animais são denominadas coliformes e sua presença indica uma possível contaminação da água. Bactérias de origem fecal capazes de sobreviver em ambiente aquático e fermentar lactose em temperatura ambiente são denominadas coliformes totais. As bactérias termotolerantes, também fermentam lactose, mas em temperaturas mais elevadas, sendo o gênero principal dessas as *Escherichia coli*. O termo coliforme fecais relaciona-se às bactérias termotolerantes, englobando também os gêneros não fecais. O padrão de potabilidade determina que a água para o consumo não deva apresentar coliformes totais (LIBÂNIO, 2010).

4. MATERIAL E METÓDOS

Foram coletadas 60 amostras na cidade de Itabirito/MG no mês de agosto de 2015 para análise dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, realizados no laboratório da Estação de Tratamento de Água (ETA) de Itabirito.

4.1. Coleta do material

Foram selecionados 60 pontos para a coleta, aleatórios, preferencialmente reservatórios e locais públicos, como escolas e hospitais. Onde coletou-se amostras para análise físico-química e bacteriológica.

4.1.1. Amostra para análise físico-química

Os frascos para coleta são de polietileno com capacidade de 250 mL, mostrados na Figura 5. Esses foram lavados e secos. Após a coleta, armazenaram-se as amostras em caixas térmicas até o momento da análise.



Figura 5: Frasco para coleta de análise físico-química

4.1.2. Amostra para análise bacteriológica

Os frascos para coleta são de vidro, mostrados na Figura 6. Esses foram lavados, secos em estufas e após adicionou-se 5 gotas de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), com objetivo de impossibilitar ação do cloro residual. Em seguida, submeteu-se os frascos a esterilização em autoclave por 15 minutos e manteve-os em geladeira até o momento da coleta.



Figura 6: Frasco para coleta de análise bacteriológica

Nos locais das coletas realizou-se assepsia das torneiras com álcool 70%, na parte interna e externa da mesma. Posteriormente, a torneira foi aberta e aguardou alguns segundos para coleta. A amostra foi coletada e armazenada em uma caixa térmica até o momento da análise.

4.2. Análises das amostras

4.2.1. Análises físico-químicas

Os parâmetros analisados foram temperatura, pH, cor, turbidez, flúor e cloro.

○ *Temperatura*

A medida da temperatura foi realizada no local de coleta com um termômetro digital, Figura 7, tanto da água que foi coletada como da temperatura ambiente. Anotou-se os valores na tabela.



Figura 7: Termômetro digital
pH

Para análise do pH, utilizou-se o pHmetro digital HACH calibrado, Figura 8.

Aproximadamente 100 mL da amostra foram transferidas para um béquer e introduziu-se o eletrodo do pHmetro. Apertou-se a tecla pH, aguardou-se até atingir o tempo de estabilidade e anotou-se o resultado.



Figura 8: pHmetro digital

- *Cor*

Para análise da cor utilizou-se um colorímetro (colorímetro portátil PoliControl), Figura 9.

Para calibração, lavou-se a cubeta com água destilada e adicionou-se água destilada na mesma, identificando-a como a branco. Realizou-se a leitura, gravando-a como 'branco'.

Após lavou-se a cubeta e adicionou-se a amostra e realizou a leitura da mesma e anotou-se o resultado.



Figura 9: Colorímetro digital

- *Turbidez*

Para análise da turbidez utilizou-se um turbidímetro (turbidímetro portátil HACH), Figura 10.

Foram pipetadas 10 mL da amostra em uma cubeta, colocou-se a mesma no compartimento do turbidímetro e realizou a leitura. Anotou-se posteriormente o resultado.



Figura 10: Turbidímetro digital

○ *Flúor*

Utilizou-se um fluorímetro (fluorímetro portátil HACH) para a determinação de fluoreto pelo método *Spandns*, Figura 11.

Pipetou-se 10 mL de água destilada na cubeta e em seguida 2 mL do reagente *Spandns* e agitou-se a cubeta,, identificando como 'branco'. Apertou-se a tecla 'azul' do fluorímetro e apareceu 0,00mg.L⁻¹. Após foram adicionados 10 mL da amostra com 2 mL de *Spandns* na cubeta e agitou-se. Apertou-se a tecla 'verde' e apareceu no visor o valor do íon fluoreto na amostra em mg.L⁻¹. Anotou-se o resultado.



Figura 11: Fluorímetro digital

- *Cloro*

O cloro foi medido no local da amostra, com auxílio de um clorímetro digital HACH pelo método DPD, Figura 12.

Adicionou-se aproximadamente 10 mL em um cubeta, identificou-a como 'branco'. Em outra cubeta, adicionou-se 10 mL da amostra e em seguida acrescentou-se o indicador DPD para cloro livre. Inseriu-se o a cubeta 'branco' no compartimento e apertou-se a tecla 'azul', aparecendo no visor 0,00. Inseriu-se a cubeta com amostra e DPD e apertou-se a tecla 'verde' aparecendo no visor o valor mg.L^{-1} de cloro. Anotou-se o resultado.

A presença de cloro na amostra com a adição do indicador DPD resulta em uma coloração rosa.



Figura 12: Clorímetro digital

4.2.2. Análises bacteriológicas

Todas as amostras foram submetidas ao teste de presença-ausência de coliformes totais. Este teste qualitativo baseia-se na adição do reagente *Colilert*, Figura 13, em 100 mL da amostra até total diluição, posteriormente foram incubadas a uma temperatura de 35°C por 24 horas fornecendo desse modo os resultados por coloração e fluorescência. A cor amarela escuro denota a presença de coliformes totais na amostra, a cor amarelada (originada pela adição do reagente) indica a ausência de coliformes totais e de *E. coli*, por fim, a fluorescência quando a amostra é exposta à luz UV, significa a presença de *E.coli* na amostra.



Figura 13: Reagente *Colilert*

Em 20% das amostras totais, são realizados testes quantitativos, através do método de Unidades Formadoras de Colônia (UFC). Onde 1 mL da amostra é acrescentada em placas contendo meio ágar nutriente e incubada em estufa bacteriológica à 35°C por 48 horas, para contagem das células, com auxílio de Contador Eletrônico de Colônias, Figura 14. Os resultados foram anotados.

Todo o procedimento é realizado dentro de uma câmara de fluxo laminar, para evitar possíveis contaminações.



Figura 14: Contador Eletrônico de Colônias

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 15 apresenta o valores de variáveis físico químicas e biológicas da água tratada da cidade de Itabirito –MG em monitoramento realizado no mês de agosto de 2015.

AGOSTO-2015		RESULTADO DAS ANÁLISES														
LOCAL DA COLETA	RG Nº	DATA	CHUVA 24h	HORA DA COLETA	HORA DA ANÁLISE	°C AMB	°C AMOST	COR	pH	NTU	CLORO RESIDUAL	FLUOR	COLIF. TOTAIS	E. COLI	UFC	
Rua: Emídio Quites, 355, Hospital	1	17/ago	A	08:41	14:00	19	16	4,0	6,6	1,3	0,8		A	A		
Rua: Antônio Carlos, 345, Boa Viagem	2	17/ago	A	08:36	14:00	19	16	4,0	7	1,0	0,8		A	A		
Rua: Cornélio Pereira Lima, 136, Praia	3	17/ago	A	08:50	14:00	19	19	4,0	6,8	1,0	0,2		A	A		
Rua: Rodrigues Silva, 415, Vila Gonçalves	4	17/ago	A	09:00	14:00	21	20	13,0	6,8	3,7	0,7		A	A		
Rua: A, 55, Serra Azul	5															
Rua: A, 381, Serra Azul-Reservatório Pedro Tatu	6															
Rua: Padre Jose Torquato, 479, Vila Jose Lopes	7	17/ago	A	09:05	14:00	19	18	5,0	6,8	1,2	0,6		A	A		
Reservatório Carramanchão	8	17/ago	A	09:14	14:00	20	18	4,2	7,1	1,1	0,4		A	A	1	
Rua: Aurea Jose dos Santos, 79, IAPI	9															
Rua: José Maurício, 174, Capanema	10															
Rua: Antônio Lima, 21, Nossa Senhora de Fátima	11	17/ago	A	09:24	14:00	20	19	4,9	6,9	1,2	0,6		A	A		
Rua: Carolina Vieira Melillo, 12, COHAB	12	17/ago	A	09:30	14:00	20	19	4,0	6,9	1,1	0,7		A	A		
Rua: Augusto Silva, 255, Bela Vista	13	12/ago	A	09:30	13:30	19	18	5,0	7,2	1,0	0,6		A	A		
Rua: Escola Laura Queiroz, SN, Esperança	14															
Rua: Antônio C. Campos, 98, Espelho	15	17/ago	A	09:40	14:00	19	18	3,5	6,7	1,0	0,8		A	A		
Rua: Antônio C. Campos, 1503, Quintas dos Inconfidentes	16	12/ago	A	10:10	13:30	17	17	4,0	7,2	1,0	0,8	1,0	A	A		
Rua: Alameda A. Peixoto, 614, Quintas dos Inconfidentes	17	12/ago	A	10:24	13:30	20	19	4,0	6,9	0,9	0,9		A	A		
Rua: Farid Azis Rahme, 69, Agostinho Rodrigues	18															
Av. dos Inconfidentes, 2006, Reserv. Bela Vista	19	12/ago	A	09:40	13:30	18	16	4,0	6,8	0,9	0,9	0,9	A	A	<1	
Rua: Augusto Silva, 255, Bela Vista, Escola Jose F. Bastos	20	12/ago	A	09:59	13:30	18	18	5,0	7	1,0	1,0		A	A		
Rua: Alberto Gespacher, 635, Bela vista	21	12/ago	A	09:50	13:30	17	16	5,0	7,2	1,0	1,1		A	A		
Rua: João Meneghin Filho, 231, Marzagão	22	12/ago	A	09:10	13:30	21	20	4,0	7,7	1,0	0,5		A	A		
Reservatório Marzagão	23	12/ago	A	09:00	14:00	20	18	5,0	7,4	1,0	0,6		A	A	2	
Rua: Mario R. Gouveia, 150, Novo S. Efigênia	24	10/ago	A	11:00	13:30	21	20	6,0	7,4	1,0	0,5	0,4	A	A		
Rua: João Pinheiro, 116, Policlínica	25	10/ago	A	10:50	13:30	22	21	18,0	7,4	5,0	0,8		A	A		
Prefeitura Municipal de Itabirito	26	17/ago	A	09:55	14:00	19	18	3,9	6,9	0,8	0,4		A	A		
Praça da Estação	27	10/ago	A	11:14	13:30	22	21	5,0	7,5	0,8	0,5		A	A		
Rua: Rio Branco, 99, Centro	28	10/ago	A	11:34	13:30	23	22	5,0	7,7	0,7	0,6	0,9	A	A		
Rua: Valtér Rolhfs, 139, Lourdes	29	10/ago	A	11:23	13:30	21	18	5,0	7,2	0,8	0,4		A	A		
Rua: Artur Bernardes, 203, Centro	30															
Rua: Cristóvão Militão, 436, São Geraldo	31	03/ago	A	09:15	13:30	20	16	8,0	8,7	1,0	0,9	1,3	A	A		
Rua: Ana Maria Teixeira, 30, Santa Efigênia	32															
Rua: Ana Maria Teixeira, 2547, Cardoso	33	03/ago	A	09:26	13:30	19	18	8,0	8,1	1,0	0,6	0,8	A	A		
Rua: Estrada da Barragem, 115, Meu Sítio	34	03/ago	A	09:40	13:30	23	22	9,0	7,6	1,0	0,7		A	A		
Rua: Estreita, Reservatório Meu Sítio	35	03/ago	A	09:44	13:30	22	19	7,0	7,9	1,0	0,8		A	A	4	
Reservatório Padre Adelmo	36	03/ago	A	09:50	13:30	20	18	10,0	8,0	1,0	0,8	0,5	A	A		
Rua: Acurui, 72, Padre Adelmo	37															
Rua: Rodovia dos Inconfidentes, S/N, Rodoviária	38	03/ago	A	10:10	13:30	22	21	6,0	7,1	1,0	0,4		A	A		
Rua: João Pinheiro, 2271, Calçadas	39	03/ago	A	10:26	13:30	19	19	10,0	8,1	1,0	1,0		P	A		
Rua: Vilas Boas, 40, Reserv. Novo Itabirito	40	04/ago	A	13:17	13:30	23	19	7,0	7,6	1,0	0,5		A	A	<1	
Rua: Eça de Queiroz, 140, Novo Itabirito	41	04/ago	A	13:10	14:30	22	21	8,0	7,3	0,9	0,7	0,8	A	A		
Rua: Francisco J. de Carvalho, UBS, São José	42	04/ago	A	13:30	14:30	24	18	6,0	7,0	0,8	0,8		A	A		
Rua: Tupinambás, 125, Pedra Azul	43															
Rua: Águia, 112, Floresta	44	04/ago	A	13:45	14:30	23	21	7,0	7,5	1,0	0,6		A	A		
Rua: Calafate, 363, Reserv. Floresta	45	10/ago	A	09:08	13:30	20	18	5,0	7,4	1,0	0,6		A	A	<1	
Rua: Francisca Maia Lopes, 69, São Jose	46	10/ago	A	09:50	13:30	21	19	5,0	7,5	0,7	0,6		A	A		
Rua: Pinho, 42, Reserv. Monte Verde	47	12/ago	A	08:26	14:00	16	14	3,0	6,7	0,9	0,4		A	A	<1	
Rua: Quaresmeira, 59, Monte Verde	48	12/ago	A	08:35	14:00	19	17	6,0	7,5	2,0	0,6		A	A		
Escola João Donada Tayeda, São Jose	49															
Rua: Arlindo F. Ferreira, 329, Reserv. São Mateus	50	10/ago	A	09:40	13:30	20	19	4,0	7,5	0,8	0,6		A	A	1	
Rua: Mariana dias Medeiros, 152, São Mateus.	51	10/ago	A	09:30	13:30	21	20	7,0	7,7	2,0	0,7		A	A		
Rua: Paracatu, 346, Reservatório Liberdade	52															
Rua: Paracatu, 264, Liberdade	53	10/ago	A	09:20	13:30	20	19	14,0	7,6	3,0	0,6		A	A		
Rua: Francisco J. de Carvalho, Reserv. Portões	54	10/ago	A	10:05	13:30	19	19	5,0	7,1	0,8	1,1		A	A	<1	
Rua: Das Mangueiras, 170, Portões	55	10/ago	A	10:15	13:30	22	21	5,0	7,2	0,8	1,0		A	A		
Reservatório Itaubira	56															
Rua: José Carlos de Oliveira, 32, Itaubira	57															
Rua: Antônio G. Batista, 229, Reserv. Alvaro Maia	58	10/ago	A	10:35	13:30	22	20	6,0	6,9	0,7	0,6		A	A		
Rua: Maria Augusta, 147, Alvaro Maia	59	10/ago	A	10:45	13:30	22	21	4,0	6,9	0,6	0,6		A	A		
Rua: Pará de Minas, 57, Reserv. Monte Sinai	60	17/ago	A	10:20	14:00	20	18	4,0	6,8	1,4	0,6		A	A	<1	
Rua: Nova Lima, 175, Monte Sinai, Reserv. Woods Soares	61	17/ago	A	10:10	14:00	18	16	3,4	6,7	1,1	0,8	0,6	A	A	<1	
Rua: Congonhas do Campo, 138, Monte Sinai	62	17/ago	A	10:04	14:00	19	18	2,8	6,8	1,1	0,5		A	A		
Rua: Lirio, 31, Matozinhos, Reservatório Gutierrez	63	17/ago	A	10:26	14:00	22	18	4,6	6,9	1,0	0,5	0,6	A	A		
Rua: Vitória Regia, 247, Gutierrez	64	17/ago	A	10:35	14:00	23	22	4,2	6,7	1,2	0,4		A	A		
Rua: Camélia, Gutierrez, Escola Ana Amélia Queiroz	65	24/ago	A	13:10	13:30	30	19	4,0	6,7	1,0	0,6		P	A		
Rua: Engenheiro Simão Lacerda, 80, Padre Eustáquio	66	24/ago	A	13:19	14:00	31	20	6,0	6,7	1,0	0,8		A	A		
Rua: Cristal, 235, Santa Tereza	67															
Reservatório Vila Gonçalves	68	24/ago	A	13:49	14:00	30	22	9,0	6,7	2,0	0,6	0,5	A	A	84	
Rua: Paulo Araujo do Carmo, 45, Reserv. Paropeba	69	24/ago	A	13:55	14:00	33	18	6,0	6,8	1,0	0,7		A	A	1	
Rua: João Gualberto Lemos, S/N, Boa Viagem	70	24/ago	A	14:05	14:30	24	18	5,0	6,7	1,0	0,6		A	A		
Rua: Da Carioca, 628, Santa Rita, Escola Henrique Michel	71	24/ago	A	14:10	14:30	29	19	5,0	6,7	1,0	0,2		A	A		
Rua: Da Carioca, 1370, Santa Rita	72	24/ago	A	13:00	13:30	25	21	4,0	6,8	0,9	0,7	0,7	A	A		
Rua: Flor de Liz, 186, Primavera	73															
Rua: Tapajós, 136, Munú	74															
Rua: D, 186, Cruz do Munú	75	24/ago	A	14:35	15:00	24	22	4,0	6,8	0,8	0,6		A	A		
Rua: Elza Antunes, 26, Munú	76	24/ago	A	14:28	15:00	24	22	4,0	6,8	0,9	0,7	0,5	A	A		
Rua: Tulipas, 275, Reserv. Primavera	77															
Rua: João Damasceno, 296, São Judas Tadeu	78	24/ago	A	13:31	14:00	30	20	5	6,8	1,0	0,8		A	A		
Rua: Principal, Quadra de esportes, Corrego do Bação	79															
Rua: Principal, 1045, Corrego do Bação	80															

Figura 15: Valores de variáveis físico químicas e biológicas da água tratada da cidade de Itabirito –MG

5.1. Parâmetros físico-químicos

De acordo com a Figura 16, obteve-se os valores para o parâmetro cor de cada amostra no mês de agosto. Dentre as 60 amostras, apenas 1(1,7%) encontra-se fora dos padrões aceitáveis de potabilidade (mostrado em barras vermelhas), 21(35%) encontram-se dentro do limite aceitável e fora do limite desejável (mostrado em barras amarelas) e 38 amostras(63,3%) estão dentro do limite aceitável (mostrado em barras azuis).

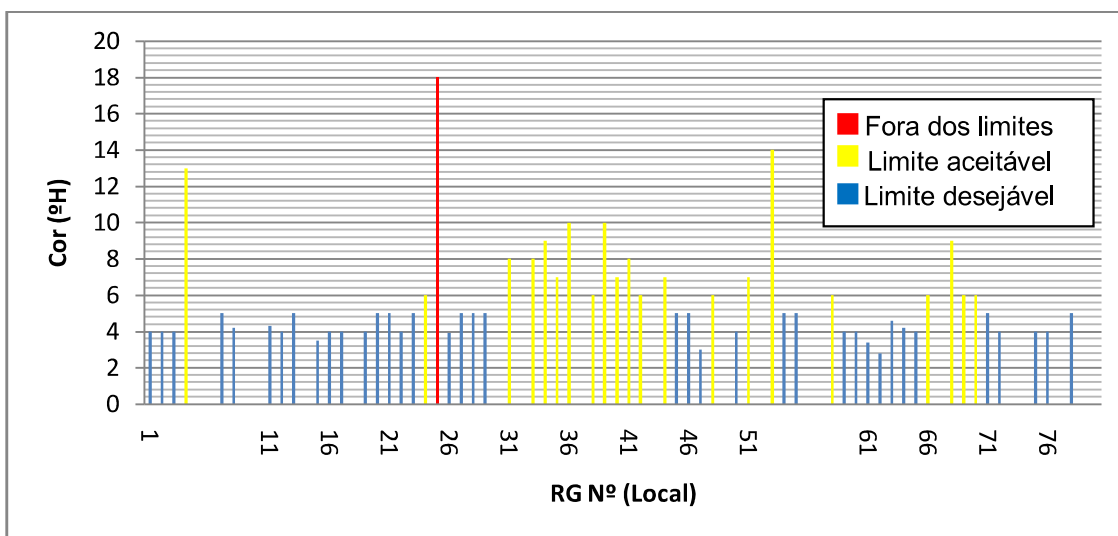


Figura 16: Valores da cor aparente (uH) da água tratada no mês de agosto

De acordo com a Figura 17, obteve-se os valores para o parâmetro turbidez de cada amostra no mês de agosto. Dentre as 60 amostras, apenas 3(5%) se encontram-se dentro do limite aceitável e fora do limite desejável (mostrado em barras amarelas) e 57 (95%) estão dentro do limite aceitável.

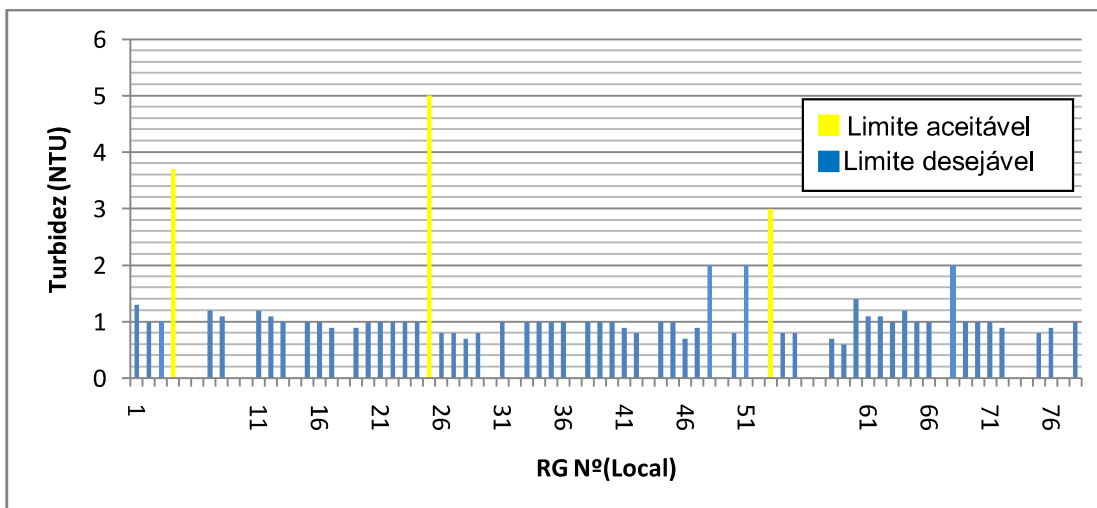


Figura 17: Valores da turbidez (NTU) da água tratada no mês de agosto

Os parâmetros cor e turbidez apresentaram índices de condenação de 1,7%, ambos. Numa primeira análise pode-se considerar estes valores baixos, porém deve-se salientar que a presença de cor e turbidez compromete diretamente as características organolépticas da água e, portanto, a satisfação do consumidor.

A correlação entre cor e turbidez é apresentada na Figura 18. Pode-se observar que as amostras que obtiveram valor elevado de cor obtiveram-se também valor elevado de turbidez.

As análises destes parâmetros fornecem subsídios para a verificação das condições de captação ou de manutenção e limpeza das instalações hidráulicas dos estabelecimentos onde se realiza a coleta, bem como um indicador de condições higiênicas insatisfatórias (FREITAS *et.al*, 2002).

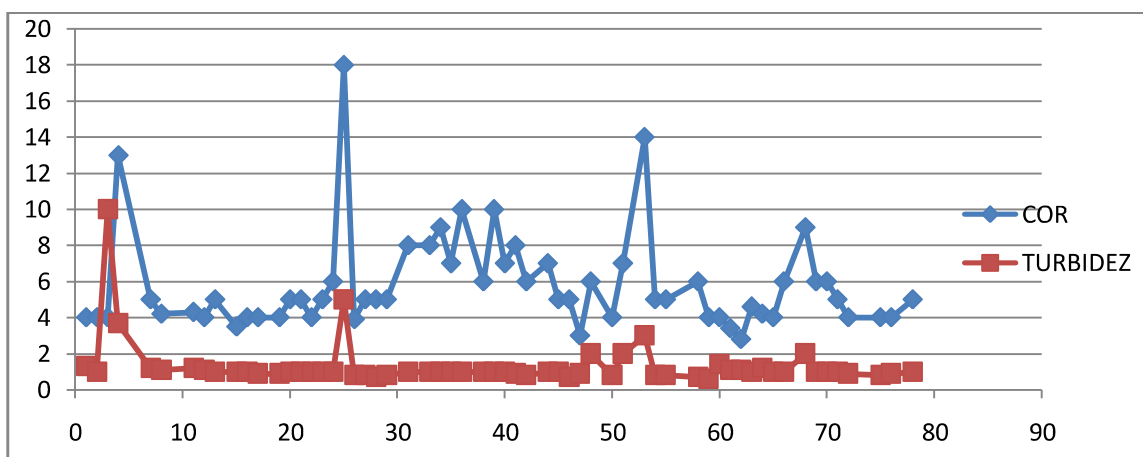


Figura 18: Relação entre Cor Aparente (uH) e Turbidez (NTU)

Das 60 amostras analisadas, todas se encontram dentro do limite permitido, como pode ser observado na Figura 19.

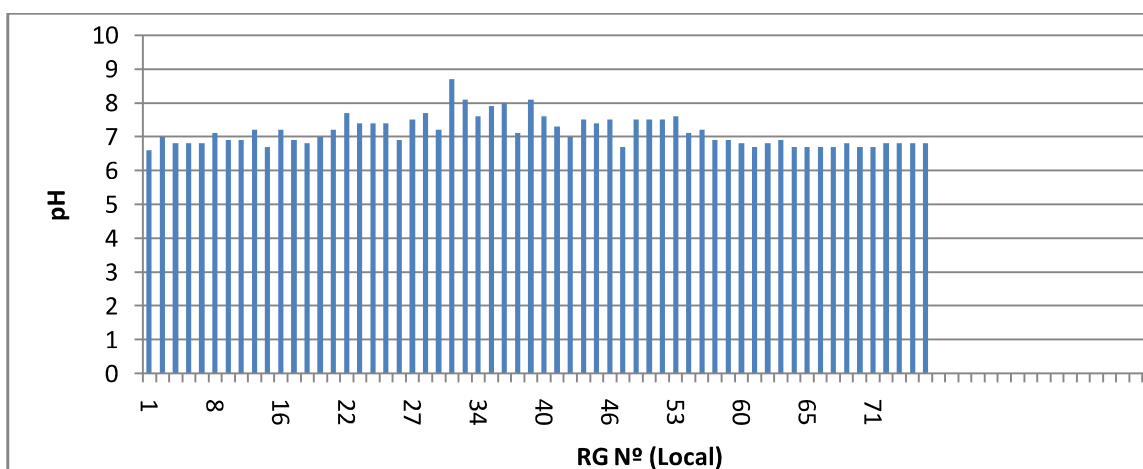


Figura 19: Valores de pH da água tratada no mês de agosto

Um dos principais parâmetros de qualidade da água tratada é o cloro residual. A grande maioria das amostras, como pode ser observado na Figura 20, ficaram entre 0,4 mg/L e 1,0 mg/L, portanto dentro do padrão de potabilidade, que estabelece um intervalo 0,2 a 5,0 mg/L para a Portaria 2914. Há de se destacar, porém, que as amostras 3 e 71 continham concentração de cloro de 0,2 mg/L, fato que torna a qualidade da água duvidosa para consumo.

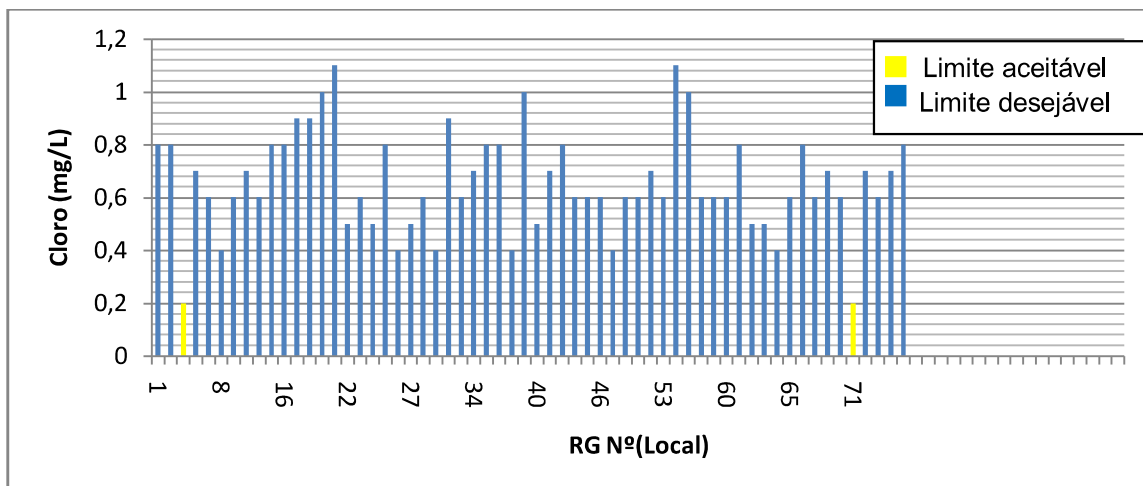


Figura 20: Valores de cloro da água tratada no mês de agosto

As análises de flúor são realizadas em 20% das amostras totais coletadas, totalizando em 13 análises, mostradas na Figura 21. Dessas amostras, apenas 1 (7,7%) está fora do padrão da legislação (mostrado em barras vermelhas), 10 (77 %) (mostrado em barras azuis) estão dentro do padrão, mas acima da meta de 0,8 mg L⁻¹ e apenas 2 amostras (15,3%) encontram-se dentro da meta (mostrado em barras verdes).

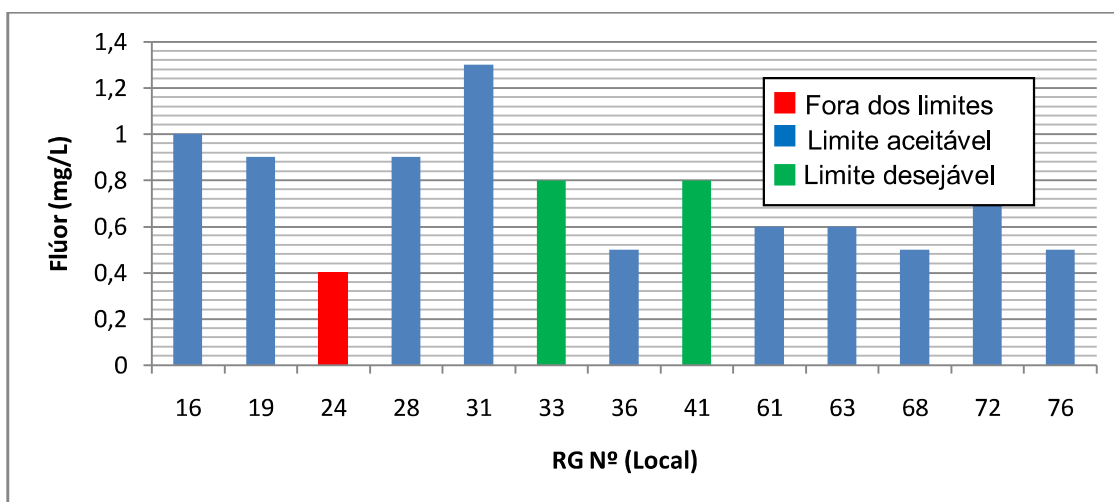


Figura 21: Valores de cloro da água tratada no mês de agosto

5.2. Parâmetros bacteriológicos

O teste de presença-ausência é realizado em todas as 60 amostras coletadas. O resultado é verificado através da mudança da coloração do meio, como pode ser observado na Figura 22.



Figura 22: Teste presença-ausência de Coliformes

Na figura 23, pode-se observar que 3% das amostras analisadas apresentaram coliformes totais. A presença de coliformes na água indica poluição, com possível presença de organismos patogênicos.

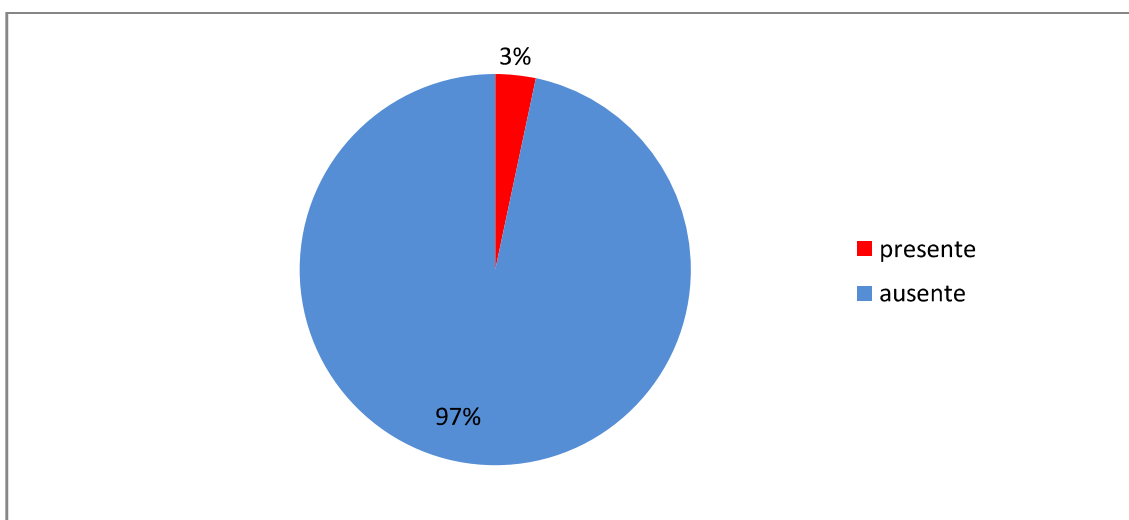


Figura 23: Teste presença ausência das amostras analisadas

Os 3% das amostras que conferiram presença de coliformes totais, foram submetidas ao teste de fluorescência, os quais apresentam ausência de coliformes fecais.

Apesar de não existir restrições para o número de coliformes totais presentes na água potável, a Portaria 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005), recomenda que quando houver presença de coliformes totais e ausência

de coliformes fecais, sejam tomadas providências de caráter corretivo e preventivo (SIQUEIRA *et. al*, 2010).

Dos testes quantitativos, através do método de Unidades Formadoras de Colônia (UFC), observou-se que 54% das amostras apresentavam um valor <1 de unidades formadoras de colônia, sendo que os 46% haviam mais de uma colônia formada, como pode ser observado na Figura 24.

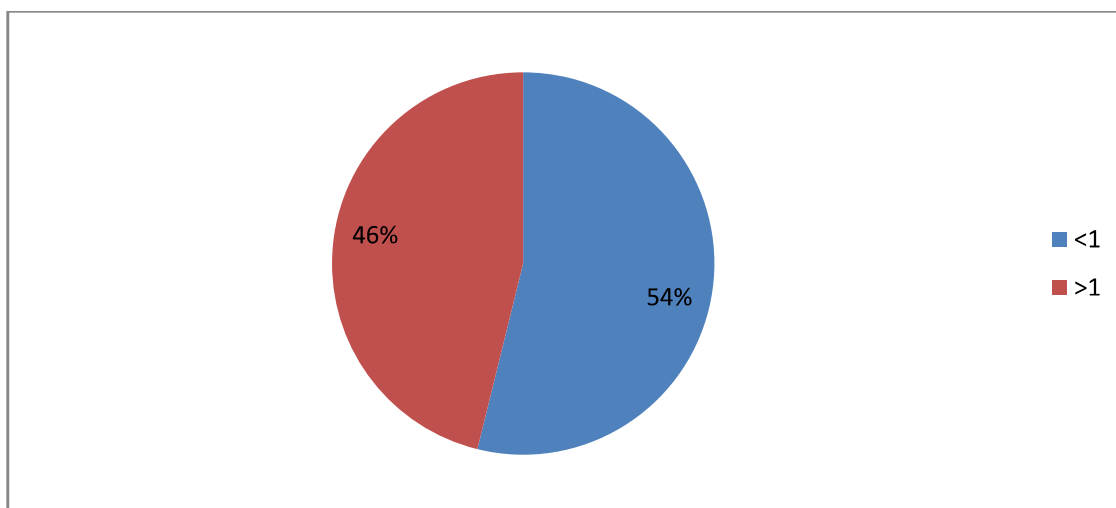


Figura 24: Teste quantitativo, método UFC, das amostras analisadas

A água pode ser contaminada no ponto de origem, durante a sua distribuição, em especial, nos reservatórios particulares (SIQUEIRA *et.al*, 2010). Na Figura 25 as barras que estão em vermelho, são as amostras que obtiveram mais que uma unidade formadora de colônia. Apenas a amostra 35 apresentou quantidade de cloro dentro da meta da ETA, sugerida pela Portaria 2914 do Ministério da Saúde (SES, 2015). Entretanto, as outras amostras apresentaram uma concentração menor, mas ainda dentro dos parâmetros. As barras verdes são as amostras que obtiveram um valor menor que um para o método UFC, entre elas apenas as amostras 19, 54 e 61 apresentaram uma concentração elevada de cloro, as demais estavam dentro do limite proposto, mas abaixo da meta. Podendo supor, que a contaminação pode ter ocorrido durante a coleta e análise das amostras, uma vez que os valores de concentração de cloro, nas amostras que apresentaram contaminação, estavam dentro do padrão estabelecido.

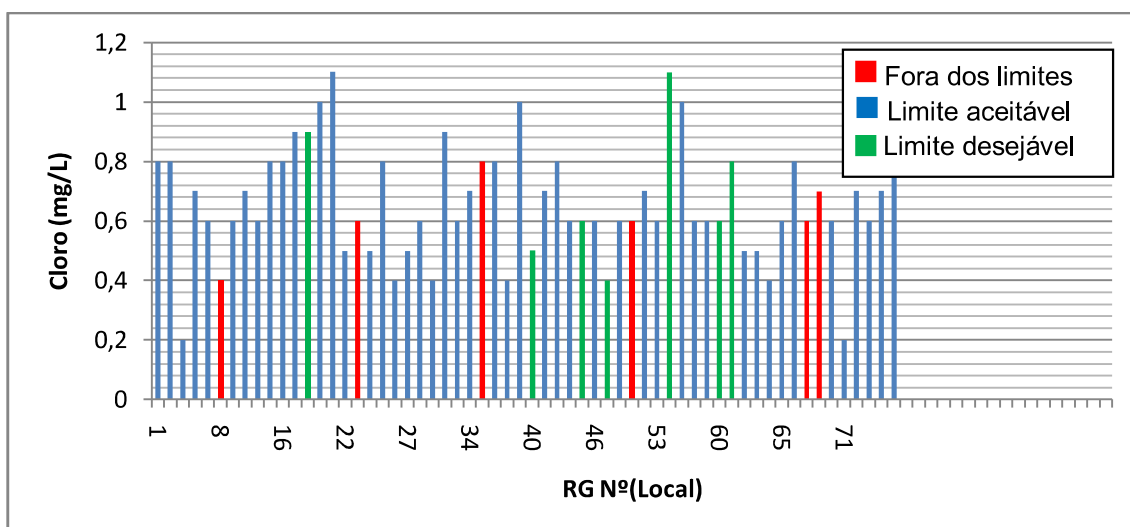


Figura 25: Relação entre concentração de cloro e UFC das amostras de água tratada

Diante disso, uma perspectiva de melhoria no tratamento de água realizado na Estação de Tratamento de Água, na cidade de Itabirito - MG seria adotar técnicas para o tratamento e aproveitamento do lodo gerado.

6. CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos foi possível observar um quadro da qualidade da água consumida na cidade Itabirito – MG no mês de agosto de 2015, sendo essa apta para consumo da população. Uma vez que os parâmetros analisados, cor, turbidez, pH, cloro, flúor e bacteriológicos estão dentro da Portaria 2914 do Ministério da Saúde.

A cor e flúor apresentaram 98,3% dos parâmetros de acordo com o padrão. Já turbidez, pH e cloro obtiveram 100% de aceitabilidade à norma, conferindo um resultado satisfatório. O mesmo é observado para as análises bacteriológicas qualitativas, onde 97% das amostras não continham coliformes totais e 100% apresentaram ausência de coliformes totais. Porém para os testes bacteriológicos quantitativos, os resultados não foram satisfatórios, com apenas 54% de ausência de unidades formadoras de colônia, visto que a contaminação pode ter acontecido durante a coleta da amostra ou durante a análise, uma vez que os testes qualitativos apresentaram bons resultados.

Com os presentes resultados positivos para o tratamento da água foram apresentadas propostas para o destino final do lodo proveniente dos

decantadores, frisando fatores econômicos e ambientais, como disposição em aterros, em construções civis e setores agrícolas, como via alternativa para otimização da Estação de Tratamento de Água.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTERO, W. G.; SANTOS, A.; OLIVEIRA, L. C.; ROCHA, J. C. Caracterização de lodo gerado em estações de tratamento de água: perspectivas de aplicação agrícola. **Quim. Nova.** v. 32, p. 2018-2022, 2009.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria MS n.º 518/2004 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde,** Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005.

CARVALHO, M. J. H. **Uso de Coagulantes Naturais no Processo de Obtenção de Água Potável**, Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2008.

CUNHA, M. V. P. O. **Importância da frequência de descarte de lodo na eficiência dos decantadores de estação de tratamento de água em ciclo completo**, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2004.

DUARTE, M. A. C. **Tratamento de água para consumo humano de reservatório eutrofizado através de pré e interoxidação, adsorção em carvão ativado e dupla filtração**, Tese Doutorado, Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2011.

FADANELLI, L. E. A.; WIECHETECK, G.K. Estudo da utilização do solo de estação de tratamento de água em solo cimento para pavimentação rodoviária. **Revista de Engenharia e Tecnologia.** vol. 2, pag. 31-37 2010.

FILHO, A. S. **Tratamento terciário de uma indústria de refrigerantes visando ao reuso - um estudo de caso.** Dissertação de Mestrado, Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

FILHO, S. S. F.; MARCHETTO, M. Otimização multi-objetivo de estações de tratamento de águas de abastecimento: remoção de turbidez, carbono orgânico total e gosto e odor. **Eng. Sanit. Ambien.** v. 2, p. 7-15, 2006.

FREITAS, V.P.S.; BRÍGIDO, B.M.; BADOLATO, M.I.C.; ALABURDA, J. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. **Rev. Inst. Adolfo Lutz.** v. 61, p. 51-58, 2002.

FURLAN, F. R., **Avaliação da Eficiência do Processo de Coagulação-Floculação e Adsorção no Tratamento de Efluentes Têxteis**, Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2008.

GUERRA R.C.; ANGELIS D.F.D. Classificação e biodegradação de lodo de estações de tratamento de água para descarte em aterro sanitário. **Arq. Inst. Biol.** v. 72, p. 87-91, 2005.

HOPPEN, C.; PORTELLA, K. F.; JOUKOSKI, A.; TRINDADE, E. M.; ANDREÓLI, C. V. Uso de lodo de estação de tratamento de água centrifugado em matriz de concreto de cimento portland para reduzir o impacto ambiental. **Quim. Nova.** v.29, p. 79-84, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.** Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf. Acesso em: 02 dez. 2015.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 3ed. Campinas: Átomo, 2010. 494 p.

MAIA, L. C.; VALENÇA, A. M. G.; SOARES, E. L.; CURY, J. A. Controle operacional da fluoretação da água de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 19, p. 61-67, 2003.

MAYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas. Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública. **Cad. Saúde Públi.** v. 10, p. 99-110, 1994.

NETO, M. E.; SILVA, W .O.; RAMEIRO, F. C.; NASCIMENTO, E. S.; ALVES, A. S. Análises físicas, químicas e microbiológicas das águas do Balneário Veneza na Bacia Hidrográfica do Médio Itapecuru, MA. **Arq. Inst. Biol.** v. 79, p. 397-403, 2012.

REIS, E. L. T.; COTRIM, M. E. B.; RODRIGUES, C.; PIRES, M. A. F.; FILHO, O. B.; ROCHA, S. M.; CUTOLO, S. A. Identificação da influência do descarte de lodo de estação de tratamento de água. **Quim. Nova.** v. 30, p. 865-872, 2007.

REVISTA TAE, especializada em tratamento de água & efluentes. **Ação dos floculadores.** Disponível em: <http://www.revistatae.com.br/noticialnt.asp?id=5464>. Acesso em: 20 nov. 2015

RICHTER, C.A. **Água: Métodos e tecnologia de tratamento.** São Paulo: Blücher, 2009. 340 p.

RICHESTER, C.A.; NETTO, J.M.A. **Tratamento de água: Tecnologia atualizada.** São Paulo: Blücher, 1991. 332 p.

SAAE – Transformando vidas. **Projeto Fiscal da Água.** Disponível em: www.saaeita.mg.gov.br/socioambiental/projetos. Acesso em: 20 nov. 2015.

SANTOS, G. R. **Estudo de Clarificação de Água de Abastecimento Público e Otimização da Estação de Tratamento de Água,** Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2011.

SES- Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais. **Portaria N°2914, de 12 de dezembro de 2011.** Disponível em: www.saude.mg.gov.br/index.php?option=com_gmg&controller=document&id=8014. Acesso em: 20 nov. 2015.

SILVEIRA, J. T. **Avaliação de parâmetros microbiológicos de potabilidade em amostras de água provenientes de escolas públicas do estado do Rio**

Grande do Sul. 2011. 80 p. Programa de pós-graduação em microbiologia agrícola e do ambiente - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SIQUEIRA, L. P.; SHINOHARA, N. K. S.; LIMA, R. M. T.; PAIVA, J. E.; FILHO, J. L. L.; CARVALHO, I. T.; Avaliação microbiológica da água de consumo. **Ciência & Saúde coletiva.** v.15, p. 63-66, 2010.

TZOUPANOS, N. D.; ZOUBOULIS, A. I.; Coagulation-flocculation processes in water/wastewater treatment: the application of new generation of chemical reagents. **6th IASME/WSEAS International Conference on HEAT TRANSFER, THERMAL ENGINEERING and ENVIRONMENT.** p. 20-22, 2008.