

ENSAIO DE TRATABILIDADE DA ÁGUA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO PUREZA COM USO DE JAR-TEST, ITABIRA - MINAS GERAIS.

Joana Ferreira Peixoto⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá (Unifei). E-mail: joferreirah@gmail.com

Gregory Oliveira Miranda⁽²⁾

Tecnólogo em Gestão Ambiental pela Universidade Presidente Antônio Carlos (Unipac). Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá (Unifei). Email: gregory_gv@hotmail.com

Leandro Marcial Luiz⁽³⁾

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá (Unifei). Email: leandrom.luiiz@hotmail.com

Déborah Regina de Almeida Amorim⁽⁴⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá (Unifei). E-mail: deborahraamorim@hotmail.com

Radasa Gabriela da Silva⁽⁵⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá (Unifei). E-mail: radasasilva@yahoo.com.br

Josiane Nunes Mendes⁽⁶⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá (Unifei). E-mail: josi0302@hotmail.com

Anderson de Assis Morais⁽⁷⁾

Professor Doutor pela Universidade Federal de Itajubá (Unifei). E-mail: andersonamorais@gmail.com

Endereço⁽¹⁾: Rua 9 de Outubro, nº40 - Centro - Itabira – Minas Gerais - CEP: 35900-005 - Brasil - Tel: +55 (27) 99222-7481 - e-mail: joferreirah@gmail.com

RESUMO

A qualidade da água consumida é um fator de extrema importância para a manutenção da saúde humana. Neste contexto, as estações de tratamento de água (ETAs) desempenham a essencial função de potabilização da água para distribuição e consumo seguros. Estudos de tratabilidade da água são uma imprescindível ferramenta para se alcançar melhorias nas condições operacionais de ETAs, redução dos custos operacionais, além de auxiliar no planejamento de reformas ou ampliação das unidades. O presente estudo de tratabilidade teve como objetivo determinar parâmetros ótimos de pH e dosagem de coagulante, para remoção de cor e turbidez da água de captação da ETA Pureza, em Itabira, Minas Gerais, proveniente do Ribeirão Candidópolis. Foram realizados dois ensaios de bancada com auxílio de equipamento Jar Test, um na estação seca e outro na estação chuvosa. Do ensaio realizado na época seca, chegou-se à conclusão de que a melhor combinação de coagulante e pH para remoção de turbidez e cor foi a dosagem de 3 mg/l de sulfato de alumínio em um pH próximo a 7. Já para a época de chuva, pode-se dizer que a combinação mais adequada foi 25mg/l de coagulante em pH variando entre 6,2 a 7,0.

PALAVRAS-CHAVE: Ensaio de tratabilidade, Jar-Test, Ribeirão Candidópolis.

INTRODUÇÃO

A preocupação com os recursos hídricos tem sido uma constante nos dias atuais e buscam-se cada vez mais formas de manejo sustentável desses recursos. No entanto, a questão é mais complexa do que aparenta, pois o manejo sustentável lida com a difícil missão de conciliar duas questões que vão de encontro uma à outra: o aumento crescente da população e da demanda por água, e a distribuição não uniforme da água pelo planeta Terra (GOMES, 2011).

Além da preocupação com a disponibilidade de água, há também a preocupação com a qualidade da água para consumo. Tem-se observado perda de qualidade da água devido ao crescente aumento da poluição, seja por contaminação direta por indústrias e residências ou descarte inadequado do lixo, e também destruição das

áreas de preservação permanente (APP), que são de extrema importância para a conservação da qualidade da água (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2011).

A qualidade da água consumida é de extrema importância para a saúde humana. Alterações biológicas e em outros parâmetros reguladores da qualidade da água podem gerar sérias consequências. Segundo a Secretaria de Saúde e Meio Ambiente de Juiz de Fora – MG (Cesama), 10 milhões de mortes anuais no mundo estão associadas a doenças causadas pelo uso da água imprópria para o consumo humano. E ainda, para cada R\$1,00 investido em saneamento básico, é economizado R\$4,00 em postos de saúde com doenças ocasionadas pela falta de saneamento.

Uma estação de tratamento de água (ETA) objetiva a potabilização da água para que ela possa ser distribuída e utilizada com segurança pela população. O tratamento é orientado para eliminar a possibilidade de veiculação de doenças causadas por bactérias, protozoários, minerais, compostos orgânicos e outros microrganismos patogênicos; e também para a melhoria de características estéticas da água, como cor, turbidez, odor e sabor que, apesar de não estarem relacionadas às doenças, causam rejeição da água pelo consumidor (ROSA; VIEIRA & MENAIA, 2009).

Os processos de tratabilidade de uma ETA requerem monitoramento contínuo, uma vez que as características da água que entra no processo produtivo podem variar sazonalmente e os equipamentos usuais podem ter reduzida a sua capacidade de desempenho e/ou findar seu funcionamento por motivos diversos. Sendo assim, o desempenho de uma 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. A boa operação passa ainda pelo conhecimento, o mais detalhado possível, dos parâmetros teóricos, reais e ótimos de uma ETA, obtidos por meio de ensaios de tratabilidade e de procedimentos de avaliação de desempenho (BASTOS et al, 2000).

Sendo assim, estudos de tratabilidade da água podem auxiliar na melhoria das condições operacionais, em reformas ou ampliação de ETAs; a agregar valor às pesquisas sobre qualidade dos produtos químicos utilizados nestes processos, suas dosagens e aplicações; e, ainda, a contribuir quando for necessário implantar e operar outras unidades de tratamento através de valores padronizados que podem vir a ser obtidos.

Este estudo foi realizado na estação de tratamento de água da cidade de Itabira, MG, com a finalidade de obter dados ótimos de dosagem do coagulante sulfato de alumínio para auxiliar na melhora das condições operacionais da estação em relação à remoção de cor e turbidez.

OBJETIVO

O trabalho objetivou obter dados ótimos de dosagem do coagulante sulfato de alumínio em relação à remoção de cor e turbidez na Estação de Tratamento de Água Pureza, na cidade de Itabira, MG, a partir de ensaios de tratabilidade em escala de bancada utilizando-se o Jar-Test.

REFERENCIAL TEÓRICO

Legislação

A água é de vital importância ao desenvolvimento de qualquer ser vivo, sendo utilizada para inúmeras finalidades. Dependendo da finalidade à que se destina, a água deve apresentar características específicas e regulamentadas por lei. Para o consumo humano e animal, por exemplo, ela deve atender ao padrão de potabilidade, que define para cada parâmetro de qualidade um valor ou concentração a partir do qual seu consumo pode propiciar riscos à saúde. Abaixo seguem as principais leis brasileiras referentes à potabilidade e à classificação dos padrões de lançamento de efluentes, já que atualmente percebe-se um grande aumento da poluição.

A Portaria nº 2914 de 2011, do Ministério da Saúde, "dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade". Em seu artigo 30º diz

que para “a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser atendido o padrão de turbidez. Já no artigo 39º é especificado que “a água potável deve estar em conformidade com o padrão organoléptico de potabilidade”. O § 1º recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.” Os critérios para o parâmetro cor estão dispostos nos Anexo X (Tabela de padrão organoléptico de potabilidade) e Anexo XII (número mínimo de amostras da água e frequência para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento).

A resolução nº 357, de 17 de março de 2005 (alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011) dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nº 410/2009 "prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no artigo 44 da resolução nº 357, de 17 de março de 2005, e no artigo 3º da Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008”.

Já a resolução nº 430, de 13 de maio de 2011 dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conama.

Tratamento

Uma ETA tem o objetivo de potabilizar a água, ou seja, torná-la um produto higiênico, removendo as bactérias, protozoários e outros microrganismos patogênicos, além de elementos venenosos ou nocivos, minerais e compostos orgânicos em excesso. É realizada também a correção de elementos estéticos como cor, turbidez, odor e sabor.

A análise dos parâmetros de qualidade da água é de suma importância para indicar as dosagens mais apropriadas dos produtos químicos a serem usados, possibilitando a verificação da qualidade da água que entra e sai da estação de tratamento de água garantindo a qualidade do tratamento de água realizado. Abaixo encontram-se sucintas descrições de alguns parâmetros comumente analisados em estudos de tratabilidade da água, e as possíveis interferências que a alteração desses parâmetros pode causar no meio.

Turbidez: segundo o Instituto de limnologia da UFRJ, turbidez é a medida da dificuldade de um feixe de luz encontrar para atravessar certa quantidade de água, conferindo uma aparência turva à mesma. As principais causas da turbidez da água são presença de matérias sólidas em suspensão (silte, argila, sílica, colóides), matéria orgânica e inorgânicas finamente divididas, organismos microscópicos e algas. A origem desses materiais pode ser o solo (quando não há mata ciliar); a mineração (como a retirada de areia ou a exploração de argila); as indústrias; ou o esgoto doméstico, lançado no manancial sem tratamento. A análise da turbidez como parâmetro de qualidade da água é importante devido as suas consequências ao meio, dentre estas estão: redução da penetração de luz solar na coluna de água, prejudicando a fotossíntese das algas e plantas aquáticas submersas, recoberta dos ovos dos peixes e os invertebrados bênticos (que vivem no fundo), dentre outras. É importante citar que as águas subterrâneas normalmente não apresentam problemas devido ao excesso de turbidez. Em alguns casos, águas ricas em íons Fe, podem apresentar uma elevação de sua turbidez quando entram em contato com o oxigênio do ar.

Cor: é o resultado da existência de substância em solução na água, é considerada como um padrão importante, pois está relacionada ao teor de ferro e manganês da água, bem como a decomposição de matéria orgânica ou pela introdução de esgotos industriais e domésticos. É pouco frequente a relação entre cor acentuada e poluição nas águas coradas. O problema maior de coloração na água, em geral, é estético já que causa um efeito repulsivo para consumo. Águas de coloração escura podem apresentar elevado teor de substâncias húmicas em virtude de apresentarem alta concentração de dejetos provenientes de esgotos domésticos e/ou industriais, pois a cor é dada pela presença de substâncias pigmentadas tanto minerais quanto orgânicas (HEM, 1970, apud MOURA, 2007). Os compostos dissolvidos são responsáveis pela cor verdadeira da água e o material em suspensão pela cor aparente (ESTEVES, 1988).

Temperatura: é a medida da intensidade de calor na água. É importante, pois influi em algumas propriedades da água como densidade, viscosidade e oxigênio dissolvido. Este parâmetro pode variar em função de fontes

naturais (energia solar) e fontes antropogênicas, como despejos industriais e águas de resfriamento de máquinas. Um estudo feito por Maurrem Ramon Vieira, especialista em Recursos Hídricos da Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica (SGH), da Agência Nacional de Águas (ANA) mostra que a temperatura é um fator que influencia praticamente todos os processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem na água. A unidade usual de temperatura para fins de monitoramento hidrológico é o grau Celsius – °C. Os valores dos parâmetros pH, condutividade elétrica, DBO e oxigênio dissolvido são influenciados pela temperatura, sendo necessária a medição simultânea destes parâmetros com a temperatura da água. As variações de temperatura dos cursos d'água são sazonais e acompanham as flutuações do clima durante o ano.

Potencial Hidrogeniônico (pH): é uma medida do grau de acidez ou alcalinidade da água, sendo 7 o pH neutro. Segundo a Cetesb, valores acima de 7 (até 14) indicam o aumento do grau de alcalinidade e abaixo de 7 (até 0) o aumento do grau de acidez do meio. Valores entre 7 e 8 são, geralmente, considerados adequados para peixes de água doce. A Resolução Conama 357/05, estabelece que águas das classes especiais I e II, são destinadas, entre outros, à preservação da vida aquática (artigo 4º), e estipula que a faixa de pH para essas deve ser de 6,0 a 9,0. A variação brusca do pH tem influência direta na vida aquática. A Cetesb indica que a sua diminuição apresentará peixes com frequência respiratória elevada, nesta situação, peixes procuram respirar mais próximo à superfície, e por vezes até para fora d'água. Em pH básico, óxidos de cálcio são formados e provocam, em espécies com baixa tolerância, a corrosão do epitélio branquial e das nadadeiras, podendo provocar a morte. Em pH extremamente baixo, tem morte imediata. A variação do pH influencia no comportamento da temperatura, sedimentação do fósforo, e a amônia e alguns metais podem ter a sua toxicidade aumentada. Em efluentes industriais, águas ácidas apresentam característica corrosiva e alcalina, incrustante.

De acordo com Libânio (2010), a tecnologia mais utilizada no Brasil atualmente para o tratamento da água é, sem dúvida, o tratamento convencional. Segundo Philippi Junior (2013), as etapas que constituem o tratamento de água bruta pelo processo convencional são: mistura rápida/coagulação, floculação, decantação, filtração rápida e desinfecção. De acordo com Padilha et al. (2011), de todas estas etapas, as duas primeiras são consideradas principais responsáveis pela eficiência na remoção de partículas em suspensão na água.

A etapa de coagulação consiste na adição de um coagulante na água que é capaz de neutralizar a carga dos colóides, desestabilizando as partículas e favorecendo o choque entre as mesmas. Já na floculação, ocorre o aumento do volume e do peso das partículas, devido à formação dos flocos pela maior coesão entre as mesmas. Desta forma, em um primeiro momento ocorre a mistura rápida, sendo um momento de intensa agitação e de curta duração. Posteriormente, para a formação dos flocos, ocorre uma menor agitação em certo período de tempo, mais longo do que a fase de mistura rápida (COLOMBO, 2008).

Os processos do tratamento de água devem ser realizados a partir de dosagens ótima dos produtos químicos utilizados. Essas dosagens devem ser determinadas em função da água a ser tratada e do tipo de produto a ser utilizado. A utilização de um coagulante sem qualquer estudo prévio pode resultar na diminuição da qualidade da água tratada. Além disso, os ensaios de tratabilidade propiciam que seja verificado como a ETA está trabalhando e o que deve ser melhorado para a obtenção de melhores resultados. (CARVALHO, GUEDES e VARGAS, 200-?).

A análise quanti-qualitativa da água que chega a uma estação deve ser sempre realizada. Neste contexto, inserem-se os ensaios realizados em bancadas, com equipamentos denominados Jar-Test. Ensaio de bancada são considerados como o método mais prático e fácil de otimizar as dosagens de coagulantes a serem utilizados (PADILHA et al., 2011). Os ensaios realizados em Jar-Test são considerados procedimentos simples que auxiliam na melhora das condições operacionais, reforma ou ampliação de ETAs, visando a significativa economia nos custos de implantação e operação de ETAs. Além disso, os ensaios de tratabilidade podem fornecer informações sobre os produtos químicos apropriados, suas dosagens e sequências de aplicação, principalmente para as dosagens de coagulante e o pH de coagulação no tratamento de água.

METODOLOGIA

Local do experimento

O experimento foi realizado na Estação de Tratamento de Água (ETA) – Pureza, situada na cidade de Itabira – Minas Gerais. A figura 1 apresenta a localização da ETA.

A ETA Pureza é responsável pelo abastecimento de 55% da cidade de Itabira-MG, tendo sua captação de água proveniente do Ribeirão Candidópolis (afluente do Rio de Peixe, que deságua no Rio Piracicaba-MG, que por sua vez deságua no Rio Doce). Segundo o projeto Mãe d'água (2010), a demanda de pico diário da cidade é de 465 litros por segundo, mas atualmente o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) – Itabira tem outorgas para captar apenas 248 litros por segundo. Além disso, os mananciais já estão nos seus limites, não sendo possível nenhum incremento nas captações existentes.

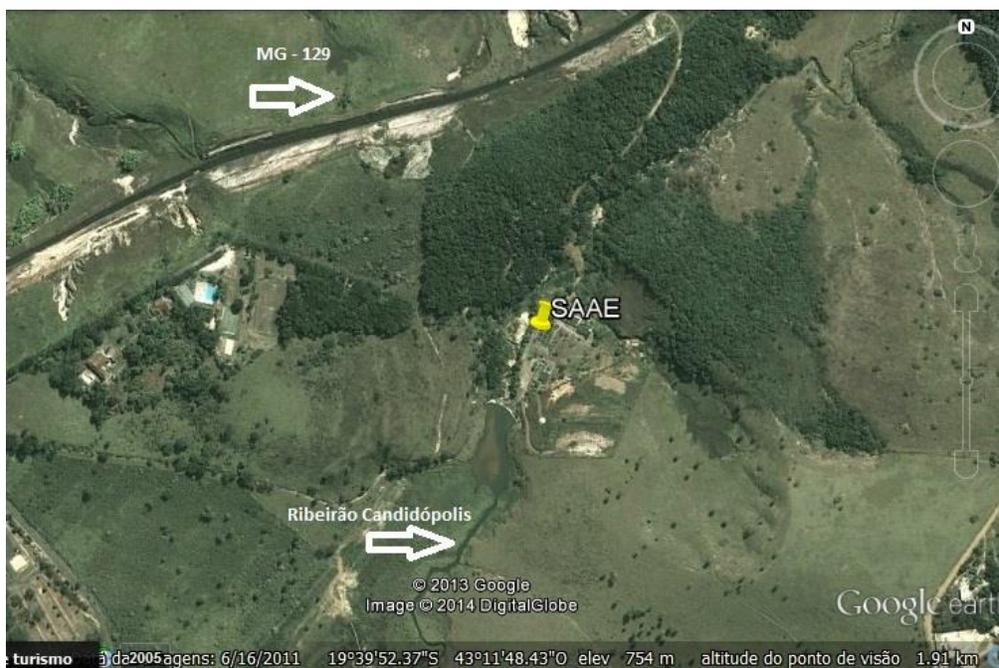


Figura 1: Localização da Estação de Tratamento de Água de Itabira, MG.

Fonte: Google earth

Procedimentos metodológicos

Com a finalidade de determinar a melhor dosagem de coagulante para remoção dos parâmetros cor e turbidez, foram realizados testes segundo a metodologia para tratamento de água de abastecimento. Os ensaios foram realizados no equipamento de Reatores Estáticos, modelo “Jar-Test”, composto de seis (6) reatores (jarros) tronco-prismáticos de seção transversal quadrada de capacidade de 2.000 ml cada, de acordo com Di Bernardo et al., 2002.

Utilizou-se como coagulante o sulfato de alumínio a 1%. Para isto, diluiu-se 2 mL de sulfato de alumínio líquido (50%) em 50 mL de água deionizada sendo completado o volume para 100 mL. A análise foi realizada em amostras de águas coletadas em épocas sazonais diferentes, uma em período de seca e outra em período chuvoso.

Em cada jarro do equipamento jar test foi adicionado 2 litros da água de estudo, previamente caracterizada em termos de pH, cor, alcalinidade e temperatura. Em seguida, foram adicionadas diferentes doses de sulfato de alumínio, a saber:

- 1; 3; 5; 7; 9; 11; 13; 15; 17; 19; 21 e 23 mg/L, nas amostras coletadas em período de seca, e
- 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55 e 60 mg/L nas amostras coletadas em período de chuva.

Foram usadas concentrações maiores do coagulante nas amostras do período de chuva visto que nesse período as águas se encontram com turbidez e cor mais elevadas.

O estudo foi realizado variando-se o pH das amostras. As faixas de pH utilizado foram 6,0; 6,5; 7,0; 7,5 e 8,0. Para o ajuste do pH foram utilizadas soluções de hidróxido de sódio (NaOH) 20g/L ou ácido sulfúrico 49 g/L. O ajuste foi realizado em recipiente de 12 litros e posteriormente as amostras foram transferidas para os jarros do Jar-Test. Como cada concentração necessita de 2 litros de água previamente ajustada, sendo 12 concentrações, e o recipiente utilizado continha 12 litros, o ajuste para cada pH foi realizado duas vezes.

O teste ocorreu com as condições de tempo e gradientes de mistura descritos abaixo:

- Mistura rápida: 1866 s⁻¹, tempo: 0,25 s (dados operacionais)
- Floculação: 51 s⁻¹ por 231 s, 40,4 s⁻¹ por 231 s, 32,7 s⁻¹ por 693 s, 22,8 s⁻¹ por 693 s.
- Velocidade de sedimentação: 3,6 cm/min.

Os parâmetros de pH, turbidez, alcalinidade e cor aparente, foram verificados na água bruta e após o experimento. Já o parâmetro temperatura foi monitorado apenas na água bruta, sendo todos os ensaios realizados a 22±2°C.

Com os dados obtidos no ensaio, gerou-se gráficos com a combinação da dose do coagulante e pH, por meio do programa Surfer, versão 10.0. Os gráficos foram construídos através de linhas de isovalores com interpolação, utilizando o método Krigging, pelo qual as curvas nos diagramas delimitam um área e a combinação dose do coagulante e pH resultam em valores menores que os indicados nas curvas.

RESULTADOS

A partir dos resultados obtidos durante o ensaio de tratabilidade, foram construídos gráficos apresentados nas figuras 1 a 8 com o uso do programa SURFER. Estes gráficos apresentam a remoção percentual de turbidez, a turbidez remanescente, a remoção percentual de cor e a cor remanescente, respectivamente, para as combinações das diferentes doses do coagulante e pH. As imagens de 1 a 4 são referentes ao período de seca.

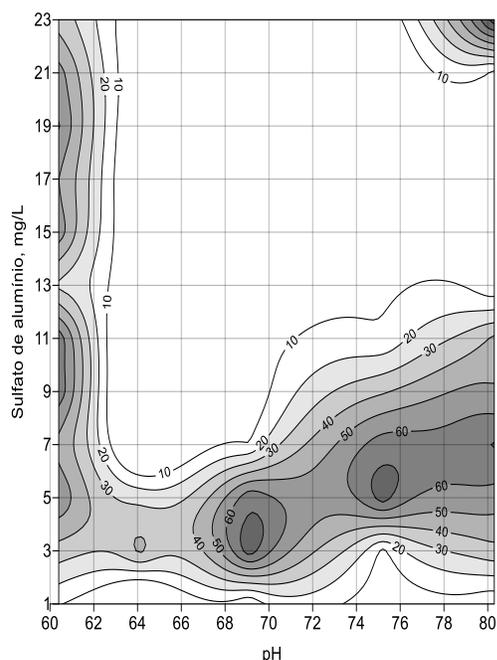


Figura 1: remoção percentual de turbidez

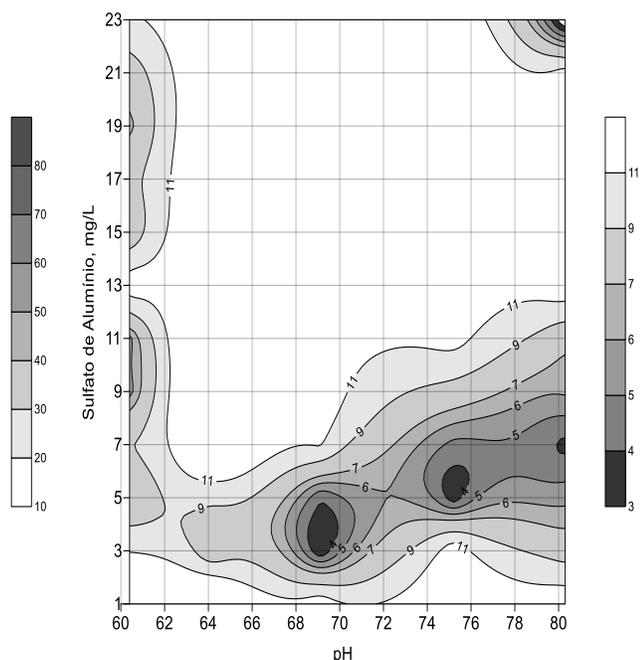


Figura 2: turbidez remanescente

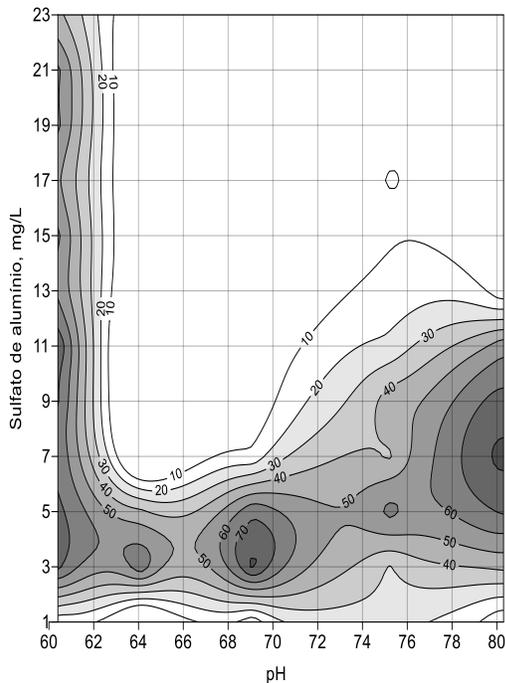


Figura 3: remoção percentual de cor

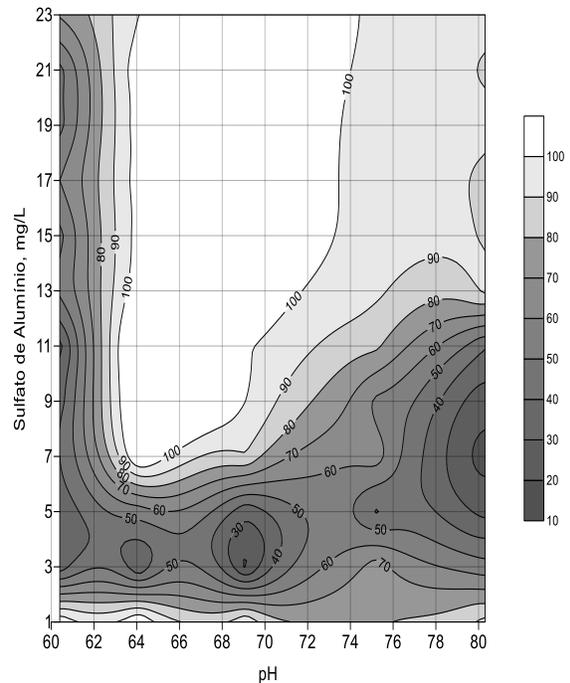


Figura 4: cor remanescente

Nos gráficos, as curvas delimitam uma área onde a combinação dose do coagulante e pH resultam em valores menores que os indicados nas curvas.

Pode-se perceber pela figura 1 que a dose de 3 mg/l de coagulante em um pH 7,0 e a dose de 5 mg/l em um pH 7,5, são as combinações onde ocorrem as maiores remoções percentuais da turbidez. Já a dose de 11 mg/l em um pH 6,5, apresentou o pior valor de remoção. Neste pH ainda percebe-se que a turbidez aumentou em relação à água bruta. Em consequência à remoção realizada, a figura 2 de turbidez remanescente, apresenta valores inversamente proporcionais.

Ao se observar a figura 3 percebe-se que a remoção percentual de cor tem relação direta com a remoção da turbidez. As combinações que conseguiram remover qualquer valor de turbidez, também conseguiram remover algum percentual de cor. A combinação que obteve maior remoção de cor foi em uma dose de 7 mg/l de coagulante em um pH 8,0. Esta combinação foi a que teve terceiro maior percentual de remoção na turbidez. A segunda combinação que obteve o maior percentual de cor foi com dose de 3 mg/l de coagulante em um pH 7,0, e está relacionada ao maior percentual de remoção de turbidez. A combinação que obteve a pior remoção percentual de cor foi a mesma que obteve o pior valor de remoção do percentual de turbidez. Analogamente ao que ocorreu na turbidez remanescente, os valores de cor remanescente são inversos aos valores de percentual de turbidez.

As Figuras de 5 a 8 são referentes ao período chuvoso.

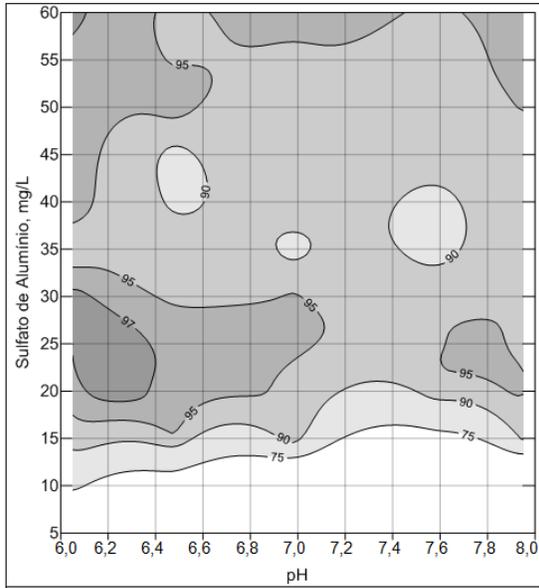


Figura 5: remoção percentual de turbidez.

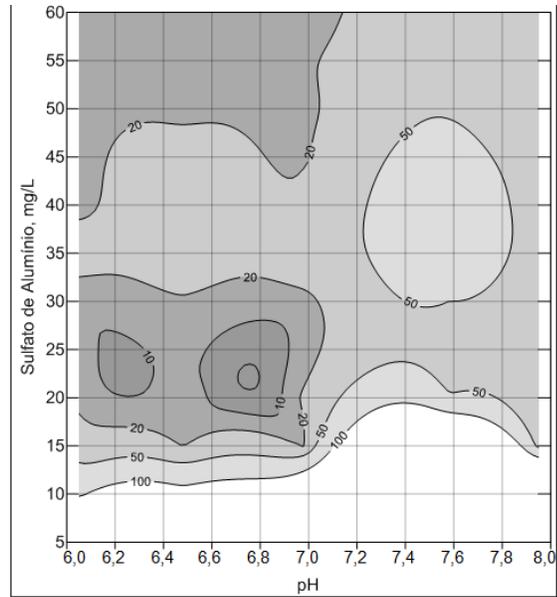


Figura 6: turbidez remanescente.

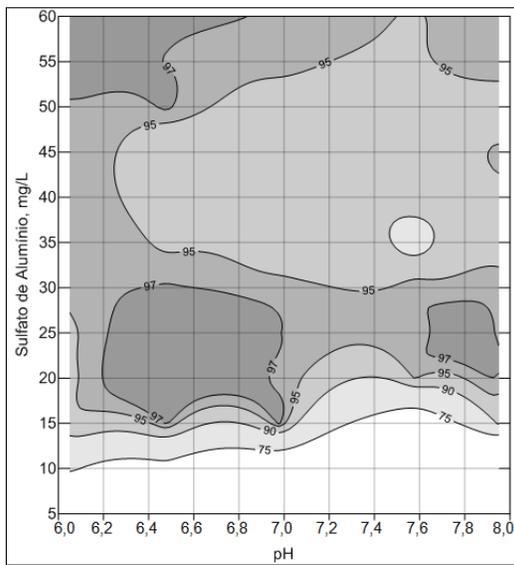


Figura 7: remoção percentual de cor.

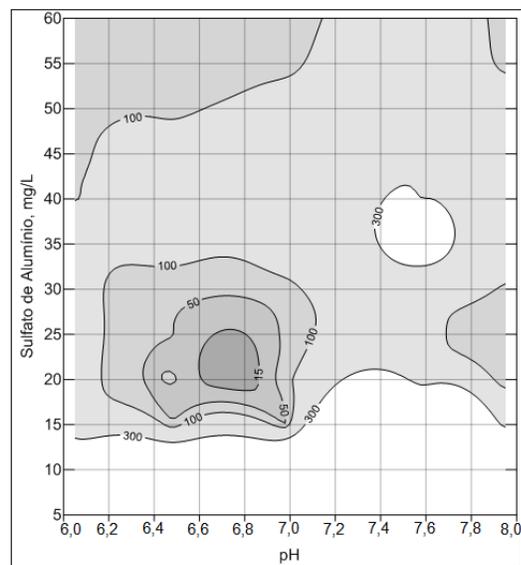


Figura 8: cor remanescente.

Na figura 5, pode-se perceber na dose de 25mg/l de coagulante em pH de 6,0 a 6,4 as maiores remoções percentuais de turbidez. Em contra partida, as menores remoções deram-se nas doses de 10 a 15mg/l de coagulante em todos os pH utilizados no estudo em questão. No gráfico 6, remanescente de turbidez, nota-se que nas faixas de melhor remoção tem-se os menores remanescentes de turbidez.

Com relação ao parâmetro cor, a figura 7 tem os maiores valores de remoção nas doses de 15 a 30 mg/l de coagulante em pH de 6,2 a 7,0. Os menores valores de remoção encontram-se nas doses de 10 a 15 mg/l em todos os valores de pH deste ensaio. Na figura 8, os menores valores de cor remanescente encontram-se nas doses de 20 a 25 mg/l no pH de 6,6 a 6,8.

CONCLUSÃO

É de extrema importância a realização de ensaios de bancas com o uso do Jar Test, a fim de encontrar valores ótimos de dosagens de coagulante e pH, para otimizar as condições operacionais das estações de tratamento de água ao menor custo possível e, com melhoria da qualidade da água tratada.

Pode-se observar que para a ETA Pureza, em Itabira, MG, a combinação ideal para remoção tanto de turbidez como de cor aparente ocorre na dosagem de 3 mg/l de sulfato de alumínio em um pH próximo a 7,0, para o período de seca. No período de chuva, a melhor junção para retirada dos dois parâmetros ocorre na dose próxima a 25mg/l de coagulante e em pH variando de 6,2 a 6,4

Vale ressaltar que a realização do estudo é de finalidade preliminar, sem dispensar a realização de análises no próprio local, a fim de que ocorra um monitoramento contínuo devido às condições adversas que podem alterar os parâmetros obtidos nos ensaios.

RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se ao SAAE uma contínua análise e adequado monitoramento da água, visto que condições adversas podem influir em alguns parâmetros alterando as dosagens ótimas para o bom funcionamento da ETA Pureza.

REFERÊNCIAS

1. BASTOS, R,K,X, VARGAS, L,C, MOISÉS, S,S; SILVA, H,C, A, **Avaliação do desempenho de estações de tratamento de água: desvendando o real**. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGIENERIA SANITARIA Y AMBIENTAL, XXVII, Porto Alegre, 2000, Anais... Rio de Janeiro: ABES, 2000 (Anais eletrônicos).
2. BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011.
3. CARVALHO, A.S; GUEDES, C.S; VARGAS, R.B.S. **Determinação da concentração ótima de coagulante em estação de tratamento de água utilizando jar test**. In: Simpósio CMA, 200-?.
4. CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Alterações físico químicas**. São Paulo,
5. CESAMA (Secretaria de Saúde e Meio Ambiente). **Importância da Água Tratada**. Juiz de Fora - MG, 09 de Dezembro de 2010.
6. COLOMBO, J. C. **Determinação de acidez em águas**. UTFPR, 2008.
7. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasil 2005.
8. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 410 de 2009**. Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, e no Art. 3º da Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008. Brasil, 2009.
9. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430 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. Brasil, 2011.
10. DI BERNARDO, L.; DI BERNARDO, A.; CENTURIONE FILHO, P.L. **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água**. São Carlos: RiMa, 2002.
11. ESTEVES, J. Moura - Problemas estruturais da captação de águas subterrâneas do Complexo Hídrico 7 de Outubro (Fontes Vermelhas-Machico). **Revista de Geologia Aplicada e do Ambiente**. - Lisboa, vol. II (1) 1988, p. 34-37.
12. GOMES, M. A. F. **Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã**. EMBRAPA. Março, 2011.

13. LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3ª ed. Campinas: Átomo, 2010. 494 p.
14. MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco. O que uma coisa tem a ver com a outra?** Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro / Brasília, 2011. 96 p. ISBN 978-85-7738-155-5.
15. MORAIS, A.A. **Ensaio de tratabilidade em escala de bancada – ETA Pureza (SAAE)**
16. MOURA, E. M. **Mapeamento do halo de dispersão formado por efluentes industriais lançados na Baía de Guajará no trecho compreendido entre o bairro de Val-de-Cães e o Distrito Ioaraci**. Belém – Pará, Janeiro 2007.
17. PADILHA, D.J; CERUTI, F.C; VIDAL, C.M.S; MARTINS, C.H. **Análise da utilização de três diferentes coagulantes na remoção da turbidez de água de manancial de abastecimento**. In: VII ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA, 2011. Maringá. Anais... Maringá: EPCC, 2011. 5 p.
18. PHILIPPI JUNIOR, A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. 3ª ed. Barueri: Manole, 2013. 842 p.
19. ROSA, M. J; VIERIA, P; MENAIA, J. **O tratamento de água para consumo humano face à qualidade da água de origem**. Guia técnico. Instituto Regulador de Águas e Resíduos Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Europress, Lda. 2009. ISBN 978-989-95392-7-3.
20. SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO. **Relatório da implantação e dos resultados do Projeto Mãe d'Água de Itabira – MG**. Itabira, 2010.
21. UFRJ – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. **Turbidez da água**. Instituto de Tecnologia. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/turb.htm>. Acesso em 30 de fev. 2014