

I-169 - ESTUDO DE CASO DA APLICABILIDADE DO CLORETO DE POLIALUMÍNIO EM CONJUNTO COM CARVÃO ATIVADO PULVERIZADO NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO

Lucas Alves Batista Pequeno⁽¹⁾

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental (UEPB).

Ana Aparecida Moreira Tavares

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental (UEPB).

Amanda Laurentino Torquato

Engenheira Sanitarista e Ambiental (UEPB). Mestra em Engenharia Civil e Ambiental (UFCG). Doutoranda em Recursos Naturais (UFCG).

Ana Carolina Lemos Sa Mendes de Meneses

Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPB). Gerente de qualidade da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA).

Weruska Brasileiro Ferreira

Engenheira Química. Doutora em Engenharia Química (UFCG). Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba (DESA/UEPB).

Endereço⁽¹⁾: Universidade Estadual da Paraíba - Universitário - Campina Grande - Paraíba - CEP: 58429-500 - Brasil - Tel: +55 (83) 98750-2402 - e-mail: lucaspequeno_alves@hotmail.com

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi analisar a eficiência do cloreto de polialumínio em conjunto com carvão ativado pulverizado na remoção de cor aparente e turbidez, em escala de bancada, das águas do reservatório Epitácio Pessoa, Boqueirão, Paraíba. Para os ensaios de tratabilidade em jar test foram empregados quatro coagulantes inorgânicos da linha Aluclor® (Aluclor 18%, Aluclor plus, Aluclor NG e Aluclor SBP C8) e carvão ativado pulverizado. Os resultados mostraram que após a filtração não foi possível obter valores de turbidez que se enquadrassem dentro dos limites de 0,5 uT, contudo, para a cor aparente foi possível obter resultados que atendessem aos padrões organolépticos de potabilidade, sendo que o Aluclor Plus apresentou os melhores resultados de remoção.

PALAVRAS-CHAVES: Coagulantes inorgânicos, Qualidade de água, Reservatório.

INTRODUÇÃO

Ao se abordar a questão da qualidade da água, é fundamental ter em mente que o meio líquido apresenta duas características marcantes que faz com que a água incorpore a si diversas impurezas: capacidade de dissolução e capacidade de transporte. Essas características condicionam, de maneira absoluta, a conformação da qualidade da água (VON SPERLING, 2012). Dessa forma, para se caracterizar uma água são determinados diversos parâmetros, separados sob os aspectos físicos, químicos e biológicos.

O tratamento de água consiste em melhorar suas características organolépticas, físicas, químicas e bacteriológicas, a fim de que se torne adequada ao consumo humano, conforme especificado na Portaria do Ministério da Saúde nº. 05/2017, que trata a turbidez como parâmetro sanitário e determina valores diferentes para situações diversas, o valor máximo permitido de 0,5 uT para água filtrada por filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta), assim como o valor máximo permitido de 1,0 uT para água filtrada por filtração lenta e a cor aparente está limitada em 15 uH.

Existem diversas outras tecnologias além do tratamento convencional que tem se demonstrado eficazes no tratamento de água, como o uso de membranas filtrantes, tratamentos avançados com pré-oxidação, entre outros. Porém, tendo em vista o atual cenário de tratabilidade de água no mundo, torna-se menos dispendiosa e mais vantajosa mudanças no agente coagulante, visto que as pesquisas nesta área vêm apresentando resultados satisfatório para o tratamento convencional (SILVEIRA, 2018).

Dentre os processos e operações pertencentes ao tratamento de água para abastecimento público, inclui-se a etapa da coagulação, a qual tem por objetivo desestabilizar as impurezas que se encontram em suspensão ou em estado coloidal, em partículas que possam ser removidas na unidade de decantação. Esse processo ocorre com a adição do coagulante ao tratamento, e dependendo do mecanismo de coagulação poderá formar um precipitado insolúvel gelatinoso, o qual absorve as partículas formando flocos mais densos que sedimentam nos decantadores.

No Brasil, os agentes coagulantes à base de sais de ferro e alumínio são os mais comumente utilizados nas Estações de Tratamento de Água (ETA's) devido à sua eficácia na formação dos coágulos e ao seu baixo custo. Apesar de seus benefícios, esses coagulantes inorgânicos, além de gerar nas ETA's um lodo de difícil manuseio e tratabilidade, podem deixar resíduos químicos na água após o tratamento, e esses podem gerar malefícios à saúde (McLACHLAN, 1995; CRUZ et al., 2005; DI BERNARDO; PAZ, 2008).

Podendo ser utilizado em conjunto com coagulantes no processo para obtenção de uma melhora na eficiência da fase de coagulação, o carvão ativado granular é usado tradicionalmente como um adsorvente de contaminantes orgânicos hidrofóbicos presentes em baixas concentrações na água, tais como pesticidas e compostos causadores de sabor e odor. Sendo assim, é um processo de tratamento efetivo na remoção de hepatotoxinas e neurotoxinas (WESTPHALEN et al., 2016).

Diante das técnicas para o tratamento da água, o reservatório Eptácio Pessoa (Boqueirão), que tem por usuária a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), vem sofrendo nos últimos anos com o rápido assoreamento, e em julho de 2018, segundo o portal de informações G1, foram relatadas mudanças no sabor, odor e coloração na água distribuída à população. Após a denúncia, a CAGEPA iniciou uma investigação e a química Ana Carolina Lemos, atual responsável pela gerência de controle de qualidade da companhia, constatou que as alterações ocorreram devido à presença de geosmina na água, substância que é liberada pelo metabolismo das cianobactérias.

Dessa forma, a solução, de imediato, encontrada pela companhia consistiu em realizar a captação da água por meio de um sistema flutuante na superfície do reservatório, e alterar as dosagens de cloro e peróxido de hidrogênio no tratamento de água e a implementação do carvão ativado no tratamento, já que o mesmo é capaz de remover cianotoxinas e adsorver os metabolitos das algas e cianobactérias de maneira independente ou combinado no tratamento convencional.

Para a resolução do problema também foi testada a utilização do cloreto de polialumínio (PAC), que pode ser utilizado como agente coagulante principal ou como coadjuvante de coagulação. Nos últimos tempos, o PAC vem sendo bastante empregado e estudado no tratamento de potabilização da água, pois ele gera pouco efeito sobre o pH da água, minimizando a necessidade de ajustes posteriores, a sua utilização requer dosagens menores em comparação a outros coagulantes, além de proporcionar a formação de flocos mais densos, diminuindo o tempo de sedimentação, e assim, reduzindo custos de operação.

OBJETIVO

Analisar a eficiência do cloreto de polialumínio em conjunto com carvão ativado pulverizado na remoção de cor aparente e turbidez, em escala de bancada, das águas do reservatório Eptácio Pessoa, Boqueirão, Paraíba.

METODOLOGIA

A área de estudo compreendeu o açude Eptácio Pessoa (Boqueirão), conhecido como um dos principais reservatórios do Estado. Está localizado a 420 m de altitude (07°28'4"S e 07°33'32"S e 36°08'23"W e 36°16'51"W), inserido na bacia do Rio Paraíba (cerca de 14 mil km²) e situado a 45 km da cidade de Campina Grande. Possui um perímetro de 138.800 m, capacidade máxima de armazenamento de 418.088.514 m³. O reservatório foi construído pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca no ano de 1953. (DNOCS, 2017)

A amostra de água foi coletada no canal a montante da unidade de mistura rápida da Estação de Tratamento de Água de Gravatá (ETA-Gravatá), responsável pelo tratamento da água do reservatório em estudo, que fica entre os municípios de Queimadas e Boqueirão, Paraíba, distando cerca de 22 km do ponto de captação do reservatório.

A água utilizada durante o ensaio passou por um pré-tratamento com o peróxido de hidrogênio na torre de mistura da captação, logo a jusante do manancial, com o objetivo de oxidar os compostos orgânicos e inorgânicos, especialmente ferro e manganês. A coleta foi realizada no dia 01 de agosto de 2018, neste período o reservatório Eptácio Pessoa apresentava um volume de aproximadamente 28,01% do seu volume total (AES, 2018).

Nos ensaios de tratabilidade (coagulação/floculação/decantação) em Jar-test foram empregados o uso de quatro coagulantes inorgânicos da linha Aluclor® (Aluclor 18%, Aluclor plus, Aluclor NG e Aluclor SBP C8) e todos os ensaios utilizaram o carvão ativado pulverizado com dosagem fixa de 20 mg/L variando as dosagens dos coagulantes. As dosagens dos coagulantes inorgânicos utilizados foram compreendidas entre 5,0 e 17,5 mg/L, com escalonamento de 2,5 mg/L, utilizando 2 L de água por jarro.

Anteriormente ao ensaio, a turbidez e a cor aparente da água bruta coletada foram determinadas utilizando medidores nefelométricos da PoliControl® (Aquacolor Cor e Turbidímetro AP2000), e para o pH, um medidor portátil da KASVI®, modelo K39-0014PA. Todas as leituras foram realizadas em triplicata.

A Tabela 1 apresenta as configurações utilizadas no jar test para todos os ensaios de tratabilidade.

Tabela 1: Configurações utilizadas no jar-test para os ensaios de tratabilidade

Etapas	Velocidade de rotação	Tempo
Mistura rápida	700 RPM	7 segundos
Mistura lenta	70 RPM	10 minutos
	40 RPM	10 minutos
	20 RPM	10 minutos
	0 RPM	2 minutos e 2 segundos
Descarte	-	3 segundos
Coleta	-	20 segundos

O tempo de decantação de 2 minutos e 12 segundos corresponde a uma velocidade de sedimentação de 3 cm/min, já que o ponto de coleta de água no jarro dista 7 cm do nível de água do mesmo. A coleta teve duração de 20 segundos, o que corresponde a um volume de, aproximadamente, 100 ml, utilizados para a leitura em triplicata de cor aparente e turbidez pós-ensaio. Para a etapa de filtração utilizou-se papel de filtro comum Tipo 102 a qual foi realizada após a etapa de decantação e novamente feita a leitura de cor e turbidez.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra de água bruta coletada para os ensaios apresentou valor médio de cor aparente de 19,2 uH, turbidez de 0,98 uT e pH igual a 7,9.

A Figura 1 apresenta os resultados dos testes de tratabilidade com a aplicação do carvão ativado e dos cloretos de polialumínio e seus respectivos percentuais de remoção para a cor aparente após a etapa de decantação.

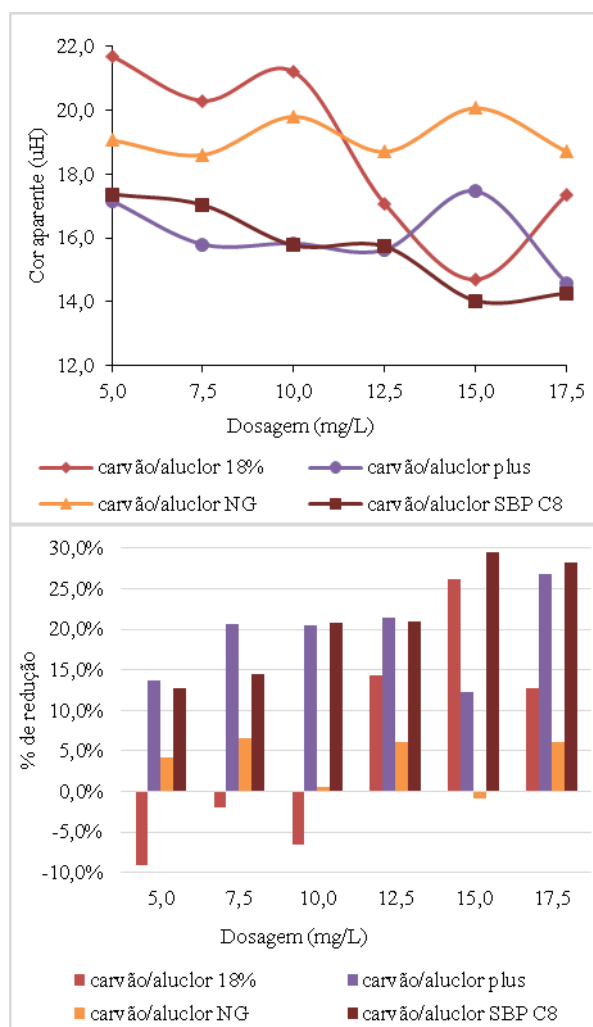


Figura 1: Resultados dos testes de tratabilidade para o parâmetro cor aparente após etapa de decantação

Na Figura 1 é possível notar que após a decantação a melhor porcentagem de redução da cor aparente foi na dosagem de 15,0 mg/L do carvão/alucolor SBP C8 com 27,08 %, enquanto o resultado menos satisfatório foi do carvão/alucolor 18% o qual nas dosagens 5,0 a 10 mg/L aumentaram o valor da cor aparente.

A Figura 2 apresenta os resultados de tratabilidade com a aplicação dos cloretos de polialumínio e seus respectivos percentuais de remoção para a turbidez após a etapa de decantação.

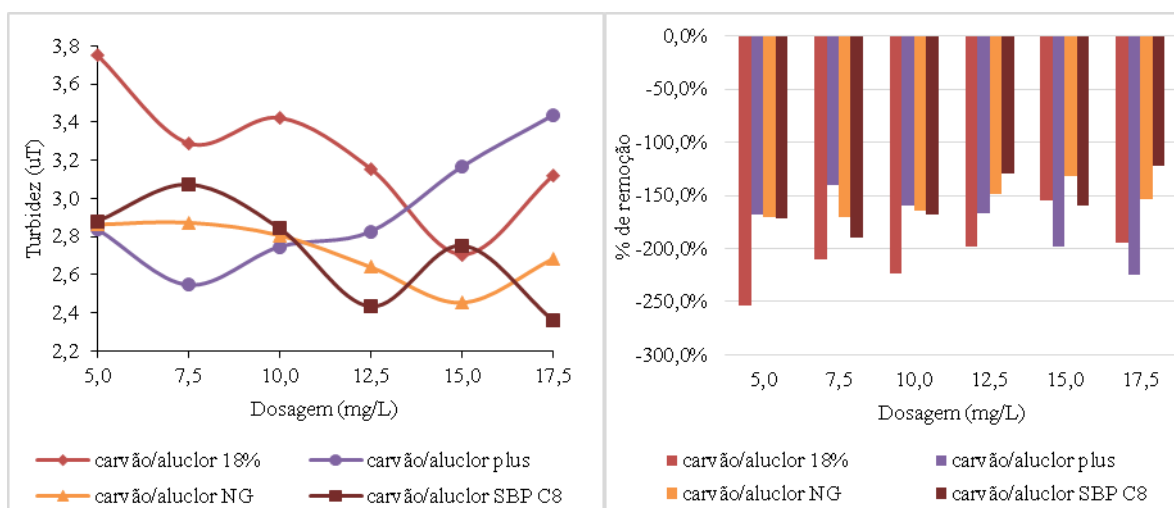


Figura 2: Resultados dos testes de tratabilidade para o parâmetro turbidez após etapa de decantação

Percebe-se que em todas as dosagens dos coagulantes não houve uma diminuição da turbidez, mas sim um aumento. O resultado mais significativo foi na dosagem de 5,0 mg/L para o coagulante Aluclor 18% que aumentou a turbidez da água em mais de 250% (3,8 uT) em relação a água bruta.

A Figura 3 apresenta os resultados de tratabilidade para a cor aparente após a etapa de filtração.

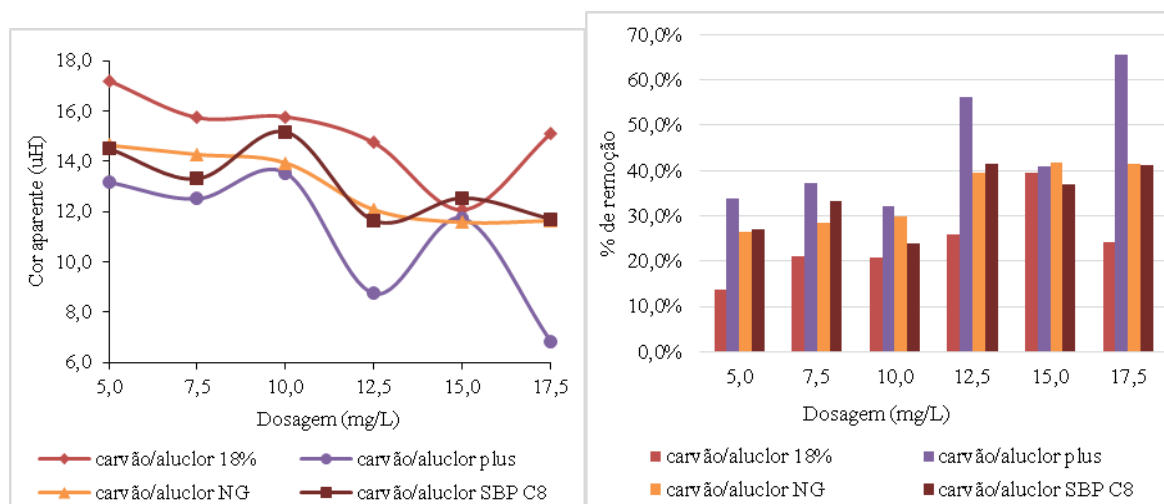


Figura 3: Resultados dos testes de tratabilidade para o parâmetro cor aparente após etapa de filtração

O coagulante aluclor plus obteve os melhores resultados na remoção da cor aparente nas dosagens 12,5 e 17,5 mg/L. Enquanto o aluclor 18% não obteve uma remoção significativa em comparação aos demais coagulantes.

A Figura 4 apresenta os resultados de tratabilidade para a turbidez após a etapa de filtração.

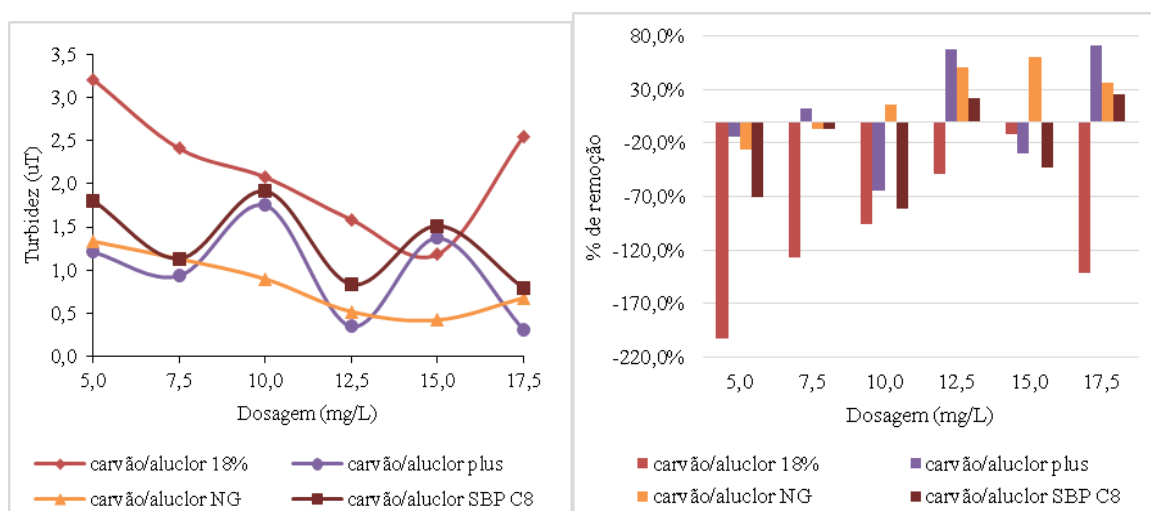


Figura 4: Resultados dos testes de tratabilidade para o parâmetro turbidez após etapa de filtração

Entre todas as dosagens apresentadas podemos perceber que não houve uma remoção satisfatória e sim um acréscimo ao valor da turbidez inicial da amostra e a maior porcentagem de remoção foi do Aluclor plus na dosagem de 17,5 mg/L com 68,37% obtendo um valor de 0,31 uT. Esse coagulante possui 23% de Al_2O_3 e uma basicidade elevada de 80% OH, é recomendando para aqueles que necessitam de alto grau de eficiência e proporciona uma redução de dosagem.

Assim, na decantação apenas as dosagens de 15 e 17,5 mg/L atenderam o limite estabelecido (valor máximo permitido de 15 uH), sendo os seguintes coagulantes o Aluclor 18% na dosagem de 15 mg/L apresentou cor aparente de 14,7 uH, Aluclor Plus na dosagem de 17,5 mg/L apresentou cor aparente de 14,6 uH, Aluclor SBP C8 nas dosagens de 15 e 17,5 mg/L apresentaram os valores de 14 e 14,3 uH, respectivamente. O Aluclor NG não atendeu o estabelecido e seu menor valor para a cor aparente foi de 18,6 uH enquanto a sua turbidez foi de 2,45 uT.

A Tabela 2 apresenta os resultados dos parâmetros após filtração que atenderam a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, ou seja, aqueles valores se apresentaram para cor aparente inferior a 15 uH e turbidez inferior a 0,5 uT.

Tabela 2: Valores de cor aparente e turbidez que atenderam a Portaria de consolidação nº 05/2017

Dosagem (mg/L)	Aluclor 18%			Aluclor Plus		Aluclor NG		Aluclor
	Cor aparente (uH)	Turbidez (uT)	Cor aparente (uH)	Turbidez (uT)	Cor aparente (uH)	Turbidez (uT)	Cor aparente (uH)	Turbidez (uT)
5,0	---	---	13,2	---	14,6	---	14,5	---
7,5	---	---	12,5	---	14,3	---	13,3	---
10,0	---	---	13,5	---	13,9	---	---	---
12,5	14,7	---	8,7	---	12,1	---	11,6	---
15,0	12,1	---	11,7	---	11,6	---	12,5	---
17,5	---	---	6,8	---	11,6	---	11,7	---

(--- não atenderam os valores exigidos pela portaria)

Na filtração não foi possível obter valores de turbidez que se enquadrassem dentro dos limites de 0,5 uT, contudo, para a cor aparente foi possível obter resultados que atendessem a portaria sendo que o Aluclor Plus apresentou os melhores resultados de remoção.

CONCLUSÕES

É notório que cada atuação dos coagulantes depende fundamentalmente das características da água bruta e de sua finalidade, assim é necessário que se faça a realização de estudos específicos para cada reservatório a fim de traçar um perfil adequado de tratamento antes da aplicação de qualquer tipo de tecnologia referente à coagulação.

Cada tipo de Aluclor utilizado demonstra um comportamento que, ao variar a concentração, não obedece um padrão de desempenho, porém dentre os coagulantes em estudo o que apresentou melhor eficiência quando comparado aos demais foi o Aluclor Plus na dosagem de 17,5 mg/L. Atendendo os valores da portaria, os resultados foram muito próximos do limite, assim, é necessário a utilização de outros tipos de coagulante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas. Volume de açudes: Açude Epitácio Pessoa. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume-acude/?id_acude=531>. Acesso em 2 de out de 2018.
2. BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde – Funasa. Manual do Controle de Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETA's. Brasília: Funasa, 2014.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 26 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html>. Acesso em 28 de out de 2018.
4. BRITO, F. B. O conflito pelo uso da água do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) - PB.2008. Dissertação - Programa de Pós Graduação em Geografia -PPGG, do Centro de Ciências Exatas e da Natureza - CCEN, da Universidade Federal da Paraíba - UFPB. 2008.
5. DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. Métodos e técnicas de tratamento de água. 2 ed. São Carlos: Rima, 2005. 1565 p.
6. MIERZW, J. C.; et al. Tratamento de água para abastecimento público por ultrafiltração: Avaliação comparativa através dos custos diretos de implantação e operação com os sistemas convencional e convencional com carvão ativado, revista engenharia sanitária e ambiental, v.13, n.1, p. 75-87, 2008.
7. NEPOMUCENO, T. C.; FERREIRA, W. B.; PAIVA, W. de.; DINIZ, T. R.; SANTOS, W. B. dos. Aplicabilidade de coagulantes a base de tanino em estações de tratamento de água. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 9, n. 7, ago./set, 2018.
8. SILVA, T. et al. Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto. Dissertação (Mestrado). Escola de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1999.