

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE COAGULANTES ORGÂNICOS ASSOCIADOS AO CARVÃO ATIVADO E AO CLORO NO TRATAMENTO DE ÁGUA

Fernanda Gomes Bernardino¹
Amanda Laurentino Torquato²
Whelton Brito dos Santos³
Thyago Nóbrega Silveira⁴
Weruska Brasileiro Ferreira⁵

RESUMO

Atualmente, os principais recursos hídricos utilizados para abastecimento público são mananciais superficiais cuja qualidade da água, em sua maioria, apresenta-se degradada e, portanto, precisam passar por algum tipo de tratamento para tornar-se potável. Tendo a etapa de coagulação como uma etapa fundamental no tratamento convencional de água, estudos apontam os coagulantes naturais como alternativa promissora, pois apresentam várias vantagens em relação aos coagulantes inorgânico, sendo biodegradáveis, não tóxicos e geram lodo em menor quantidade e com menores teores de metais. Para tanto, objetivou-se avaliar a eficiência de remoção de cor aparente e turbidez utilizando os coagulantes orgânicos associados ao carvão ativado em águas do reservatório Epitácio Pessoa/PB. O estudo foi desenvolvido com água bruta advinda do reservatório Epitácio Pessoa, localizado no Estado da Paraíba, utilizando três coagulantes orgânicos (Tanfloc MT®, Tanfloc SL® e Tanfloc SG®), juntamente com o carvão ativado devido a presença de geosmina no reservatório. Diante dos resultados expostos pôde-se identificar que dentre os três coagulantes orgânicos aqui estudados o que apresentou melhor eficiência na remoção de cor e turbidez foi o Tanfloc SG, tanto na etapa de decantação como na de filtração, com remoção de 96,88% da turbidez após a filtração.

Palavras-chave: Tanino, Adsorção, Cor aparente, Turbidez.

INTRODUÇÃO

Atualmente, os principais recursos hídricos utilizados para abastecimento público são mananciais superficiais cuja qualidade da água, em sua maioria, apresenta-se degradada. Segundo a Portaria de consolidação nº 5 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (MS), todos os recursos hídricos disponíveis na natureza precisam passar por algum tipo de tratamento

¹ Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, fernandabernardino@live.com;

² Doutoranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, amanda.torquato02@gmail.com;

³ Doutorando em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, wheltonbrt@gmail.com;

⁴ Mestrando em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, thyagonobrega1996@gmail.com;

⁵ Professor orientador: Doutora em Engenharia Química, Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, weruska_brasileiro@yahoo.com.br.

para tornar-se potável (BRASIL, 2017), o que torna indispensável uma avaliação constante da qualidade da água e o uso de novas tecnologia no fornecimento de água potável.

O tratamento convencional de água, também conhecido como tratamento de ciclo completo, consiste no tratamento de água bruta através de um processo de aplicação de coagulante na etapa de mistura rápida, seguido de uma etapa de mistura lenta com o objetivo de formar flocos mais densos para posterior sedimentação ou flotação. Após esta etapa de clarificação, a água segue para uma unidade filtração descendente com material filtrante de granulometria apropriada (DI BERNARDO; PAZ, 2008).

Esta modalidade de tratamento depende fundamentalmente de uma boa eficiência do processo de coagulação, uma vez que todos os processos subsequentes necessitam de uma boa desestabilização das partículas suspensas e coloidais durante este processo (DI BERNARDO; DANTAS; VOLTAN, 2011).

Tendo a etapa de coagulação como uma etapa fundamental no tratamento convencional de água, os agentes coagulantes a base de ferro e alumínio são os mais utilizados no Brasil. No entanto, existem estudos como o de Libânio (2008), que relaciona o uso deste coagulante com doenças neurológicas, comprometendo a saúde pública e, ainda, requerendo um controle sobre o residual de alumínio na água tratada destinada ao consumo humano.

Assim, os coagulantes naturais surgem como alternativa promissora, pois apresentam várias vantagens em relação aos coagulantes inorgânico, sendo biodegradáveis, não tóxicos e geram lodo em menor quantidade e com menores teores de metais (GOMES et al., 2017). Além disso, via de regra, não alteram o pH da água, apresentam boa remoção de cor e turbidez e também promovem expressiva remoção de bactérias (NWAIWU; LINGMU, 2011).

O carvão ativado 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, característica comum em reservatórios com floração de cianobactérias. Apesar de não apresentar malefícios à saúde, esses padrões organolépticos podem levar o consumidor final a buscar outras águas para seu uso (LIBÂNIO, 2010).

Para tanto, objetivou-se avaliar a eficiência de remoção de cor aparente e turbidez utilizando os coagulantes orgânicos associados ao carvão ativado em águas do reservatório Epitácio Pessoa/PB.

METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido utilizando água bruta advinda do reservatório Epitácio Pessoa, localizado no Estado da Paraíba. O reservatório tem a capacidade máxima de 411.686.287 m³ e a bacia apresenta média pluviométrica de 600 mm/ano, o que representa uma região com grande severidade para abastecimento de água, uma vez que este, atualmente, é responsável pelo abastecimento de 19 municípios (SANTOS, 2014).

A amostra foi coletada na estação de tratamento de água de Gravatá antes do início do tratamento, onde coletou-se 200 L de água para a realização dos ensaios de tratabilidade no dia 17 de julho de 2018. As análises ocorreram no Laboratório de Referência em Tecnologia de Águas (LARTECA) situado na Universidade Estadual da Paraíba.

As análises consistiram no emprego de três coagulantes orgânicos (Tanfloc MT®, Tanfloc SL® e Tanfloc SG®, concedidos pela TANAC S.A.) na realização de ensaios de coagulação/floculação/decantação em jarrest. As configurações do jarrest estão descritas na Tabela 1 e os valores foram definidos após diversos estudos de tratabilidade realizados pela equipe de laboratório, adaptada da metodologia utilizada por Di Bernardo (2011).

Tabela 1 – Configurações utilizadas no jarrest para os ensaios de tratabilidade

Etapa	Velocidade de Rotação	Tempo
Mistura Rápida	700 RPM	7 segundos
	70 RPM	10 minutos
Mistura Lenta	40 RPM	10 minutos
	20 RPM	10 minutos
Decantação	0 RPM	2 minutos e 12 segundos
Descarte		3 segundos
Coleta		20 segundos

Inicialmente caracterizou a água bruta através dos parâmetros turbidez e cor aparente, estes foram determinados utilizando medidores nefelométricos da PoliControl® (Aquacolor Cor e Turbidímetro AP2000) e as leituras dos parâmetros ocorreram em triplicata.

As concentrações de coagulante orgânico variaram de 5 a 30 mg/L, com intervalos de 5 mg/L, associado aos coagulantes, utilizou-se o material adsorvente carvão ativado anterior a etapa de mistura rápida com dosagem de 20 mg/L e concentração à 2%. Na etapa de decantação foi adicionado 2 mg/L de cloro com concentração à 1%.

Utilizou-se o carvão ativado como adsorvente devido à problemática observada no reservatório, no qual observou-se sabor e odor proveniente, dos metabólitos das algas conhecido como geosmina. O Cloro foi empregado para testar a redução de cor, uma vez que na

decantação, caso tenha alguma partícula de matéria orgânica que não foi desestabilizada (material orgânico remanescente) o cloro vai oxidar promovendo a remoção de cor.

Após a decantação, verificou-se os parâmetros de controle turbidez e cor aparente e em seguida fez-se a filtração do material em estudo, verificando, novamente turbidez e cor aparente, a filtração se deu por um filtro de café do tipo 102, que segundo estudos de Libânio (2010) se assemelha a etapa de filtração.

A avaliação do coagulante mais eficiente para o reservatório em estudo baseou-se em Leal e Libânio (2002), que afirmam que a dosagem ideal é aquela que produz a maior eficiência na remoção percentual dos parâmetros de controle.

DESENVOLVIMENTO

As operações de coagulação, floculação, precipitação e sedimentação são empregadas conjuntamente com a finalidade de remover substâncias precipitáveis, como partículas coloidais em suspensão (PEDROSO et al., 2012). A coagulação e a floculação são etapas de grande importância pois possuem relação direta com o desempenho da sedimentação e filtração (DI BERNARDO et al., 2002).

O sistema de mistura rápida é uma operação importante para a etapa de coagulação. Seu objetivo é dispersar o coagulante de forma rápida e uniformemente por todo o meio líquido, desestabilizando as partículas presentes na água (AZEVEDO NETTO, 1976).

Tendo como finalidade do processo de coagulação a desestabilização de substâncias coloidais, a cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la (esta redução ocorre devido a absorção de parte da radiação eletromagnética), sobretudo pela presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal, orgânico e inorgânico (CAVINATTO, 2003). O termo turbidez é aplicado para águas que contém materiais em suspensão, que interferem na passagem de luz através dela (SAWER et al., 2003). São geradas comumente por fragmentos de argila, silte, plâncton, microrganismos e matéria orgânica e inorgânica particulada (LIBÂNIO, 2010). Sendo estes os parâmetros avaliados no estudo.

De acordo com Cruz et al. (2005) os sais de alumínio e os produtos convencionalmente, empregados para a correção do pH, são agentes inorgânicos não biodegradáveis que acrescentam elementos químicos à água, ou ao lodo gerado no processo. Esse lodo inorgânico

gerado é de difícil manuseio por parte das empresas, em função do volume gerado e do elevado teor de umidade, bem como de sua difícil degradabilidade.

Vaz et. al. (2010) destaca que o lodo gerado pelos coagulantes orgânicos não apresenta sais de alumínio e ferro incorporado, sendo assim, é biodegradável. Outras vantagens dos biopolímeros são a redução da quantidade de lodo e a sua maior amenidade à desidratação.

De acordo com a TANAC/SA, produtora de coagulantes orgânicos a base de tanino, o Tanfloc SG® e o Tanfloc SL® são considerados polímeros orgânicos catiônicos de baixo peso molecular, de origem essencialmente vegetal e que atuam como coagulantes/floculantes e auxiliares de coagulação, no tratamento de águas em geral.

Quando se associa o material adsorvente Carvão Ativado ao coagulante observa-se uma melhoria na clarificação da água, uma vez que o Carvão Ativado que vem sendo largamente utilizado nas estações de tratamento de água para remoção de substâncias que causam sabor e odor, cor, mutagenicidade e toxicidade (FALEIROS, 2008).

Com a finalidade de alcançar a maior eficiência no tratamento de água e considerando a viabilidade econômica, diversas condições operacionais têm sido testadas nos ensaios de coagulação/floculação na tentativa de buscar as melhores dosagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de cor e turbidez obtidos para a água bruta utilizada nos ensaios foram 54,9 uH e 9,13 uT, respectivamente. Nas Figuras 1 e 2 estão descritos os resultados de turbidez após as etapas de decantação e filtração, respectivamente.

Figura 1 – Resultados de turbidez para os três coagulantes após a etapa de decantação, em (A) estão descritos os valores médios e em (B) a porcentagem de remoção de turbidez

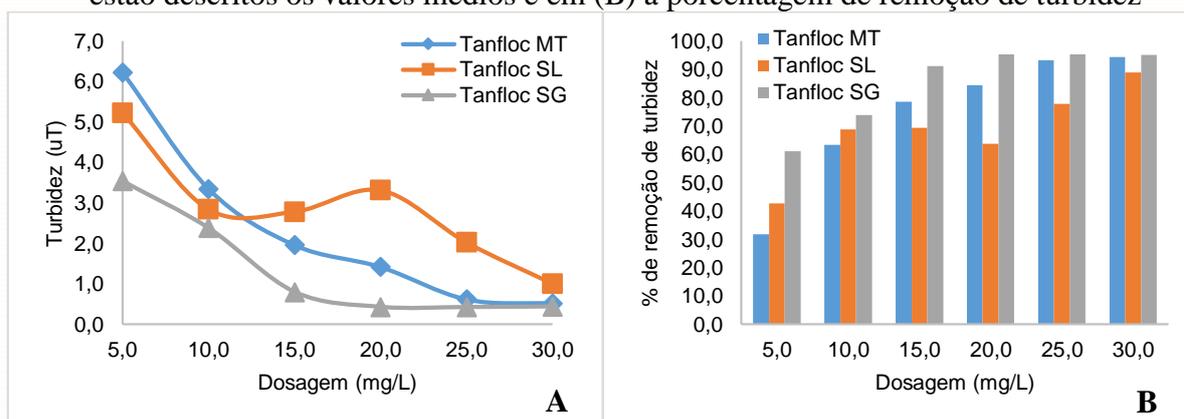
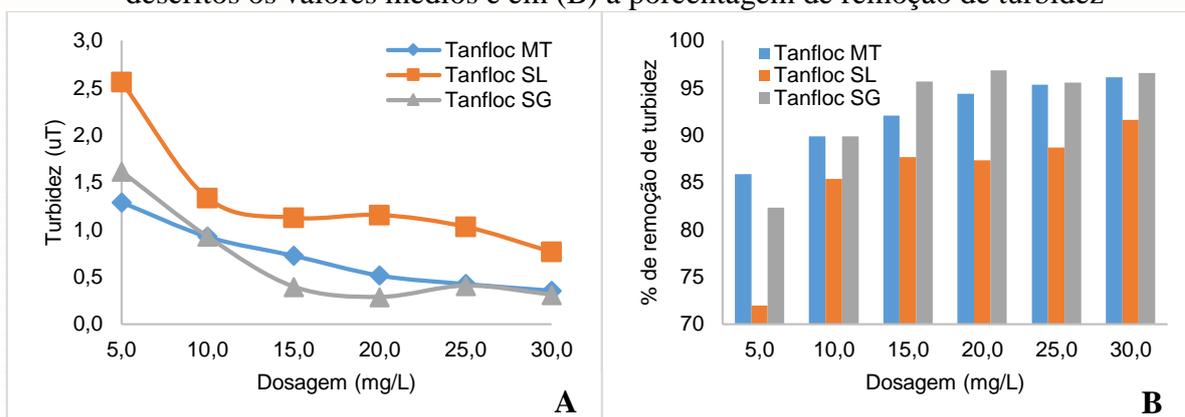


Figura 2 – Resultados de turbidez para os três coagulantes após a filtração, em (A) estão descritos os valores médios e em (B) a porcentagem de remoção de turbidez



Após o processo de decantação verificou-se remoção de turbidez superior a 80% nas concentrações de 20, 25 e 30 mg/L no Tanfloc MT, 30 mg/L no Tanfloc SL e para o Tanfloc SG nas concentrações de 15, 20, 25 e 30 mg/L, observando valores inferiores ao preconizado pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde, que é de 0,5 uT, nas concentrações de 20, 25 e 30 mg/L do Tanfloc SG.

Considerando o processo de filtração, verificou-se uma boa eficiência na remoção de turbidez nos três coagulantes, obtendo valores superiores a 70%. Fazendo um comparativo com o padrão de potabilidade, as concentrações mais eficientes foram de 25 e 30 mg/L para o Tanfloc MT e de 15, 20, 25 e 30 mg/L para o Tanfloc SG, sendo a máxima remoção observada, de 96,88%, na concentração de 20 mg/L para o Tanfloc SG.

Nas Figuras 3 e 4 estão descritos os resultados de cor aparente obtidos após as etapas de decantação e filtração, respectivamente.

Figura 3 – Resultados de cor aparente turbidez para os três coagulantes após a etapa de decantação, em (A) estão descritos os valores médios e em (B) a porcentagem de remoção de cor aparente

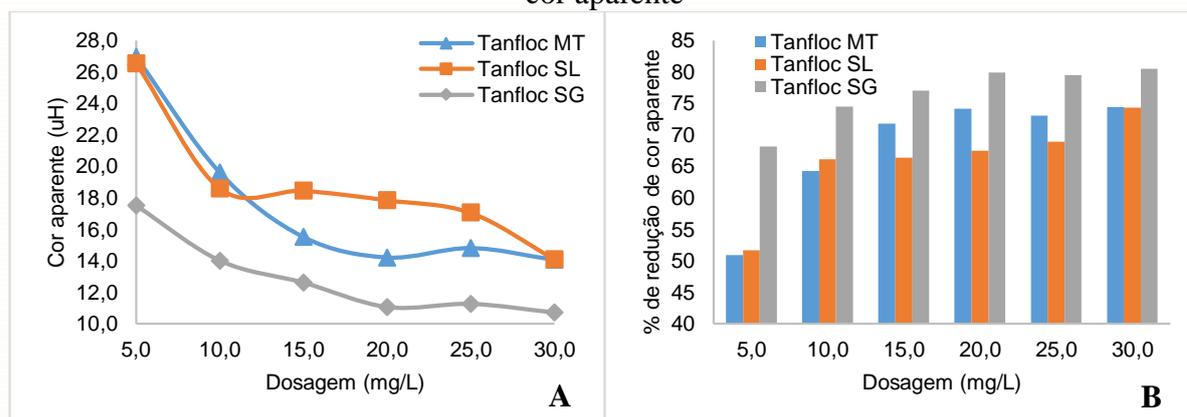
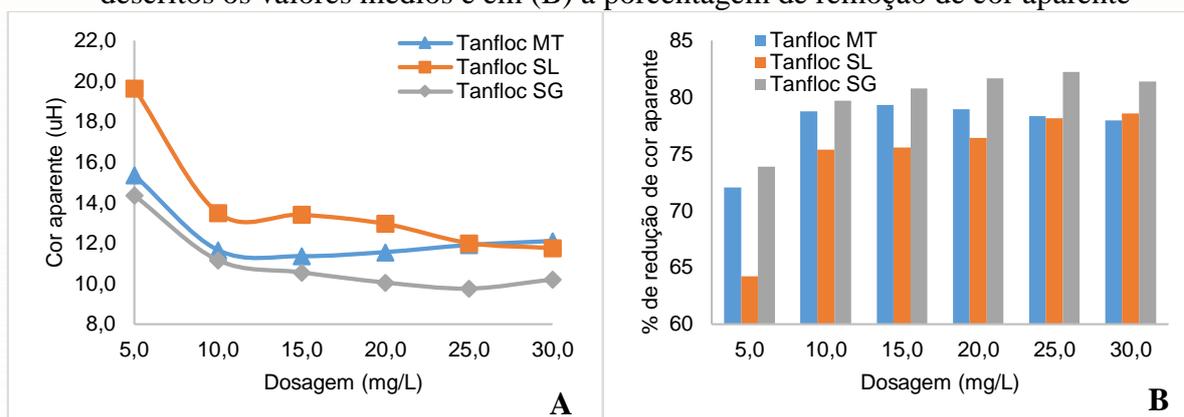


Figura 4 – Resultados de cor aparente para os três coagulantes após a filtração, em (A) estão descritos os valores médios e em (B) a porcentagem de remoção de cor aparente



De acordo com a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde o valor máximo permitido para cor é 15 uH, avaliando a potabilidade da água após o processo de decantação o coagulante Tanfloc MT se mostrou eficiente a partir da concentração de 20 mg/L, o Tanfloc SL apenas na concentração de 30 mg/L e o Tanfloc SG nas concentrações de 10, 15, 20, 25 e 30 mg/L.

Quando observado as condições da água após a filtração, observou-se uma boa remoção de cor em 88,89% das amostras, se adequando ao padrão de potabilidade a partir da concentração de 10 mg/L para o Tanfloc MT e o Tanfloc SL, já no Tanfloc SG, todas as concentrações apresentaram valores inferiores ao estabelecido pela portaria, atingindo o valor mínimo de 9,75 uH na concentração de 25 mg/L, onde observou-se uma remoção de 82,24% na cor aparente da água bruta.

Trevisan (2014) alcançou resultados de remoção de até 99% de cor aparente com o Tanfloc SG em água bruta de abastecimento, porém utilizando com um tempo de mistura lenta inferior ao adotado neste estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados expostos pode-se identificar que dentre os três coagulantes orgânicos aqui pesquisado o que apresentou melhor eficiência na remoção de cor e turbidez foi o Tanfloc SG, tanto na etapa de decantação como na de filtração.

Para próximos estudos é substancial a análise do custo e benefício da aplicabilidade dos coagulantes orgânicos como possível substituinte dos coagulantes inorgânicos, hoje prevalentes nos tratamentos de água convencional.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO NETTO, J. M. **Técnica de abastecimento e tratamento de água**. 2ª Edição. São Paulo: CETESB, 1976.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde, 2017.

CAVINATTO, V. M. **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar**. São Paulo: Moderna, 2003.

CRUZ, J. G.; MENEZES, J. C. S. S.; RUBIO, J.; SCHNEIDER, I. A. H. **Aplicação de coagulante vegetal á base de tanino no tratamento por coagulação/floculação e adsorção/coagulação/floculação do efluente de uma lavanderia industrial**. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande, MS, Brasil, 2005.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B.; VOLTAN, P. E. N. **Tecnologias de Tratamento, Processos e Operações**. In:_____. Tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água. São Carlos: LDiBe, 2011. p. 97-153.

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**. 1ed. São Carlos. Ed. Rima, 237p. 2002.

DI BERNARDO, L; PAZ L. P. S. **Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água**. São Carlos: Editora LDiBe, 2008. v. 2. 1560 p.

FALEIROS, R. J. R. **Uso de carvão ativado pulverizado para remoção dos herbicidas diuron e hexazinona de água superficial**. 2008. Dissertação (mestrado) – Universidade de Ribeirão Preto, UNAERP, Tecnologia ambiental, Ribeirão Preto, 2008.

GOMES, T.V.B; SOUZA, T.D; BRUZZE P.F.B. Tratabilidade de Água Superficial Utilizando Coagulantes Naturais à Base de Tanino e Extratos de Sementes de Moringa oleífera. **Ensaio Cienc., Cienc. Biol. Agrar.** Saúde, v.21, n.3, p. 152-155, 2017.

LEAL, F.C.T; LIBÂNIO, M. Estudo da remoção da cor por coagulação química no tratamento convencional de águas de abastecimento. **Revista de Engenharia Sanitária Ambiental**. Vol7 Nº3 e 4, 117-128, 2002.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP. Editora Átomo, 3ª edição, 2010.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2ª ed, 2008.

NWAIWU, N.E., LINGMU, B. Studies on the effect of settling time on coliform reduction using moringa oleiferaseed powder. **J. Appl. Sci. Environ. Sanitation**, v.6, n.32, p.279-286, 2011.

PEDROSO, K. TAVARES, C. R. JANEIRO, V. SILVA, T. L. S. DIAS, P. Z. Avaliação do tratamento do lixiviado do aterro sanitário de maringá, paraná, por processo de coagulação/floculação com tanfloc sg®. **Revista de Engenharia e Tecnologia**. V. 4, No. 2, 2012.

SANTOS, J. A. dos. **Caracterização socioeconômica e hídrica dos municípios da bacia do Alto Curso do Rio Paraíba - PB**. 2014. 45f. Monografia (Especialização em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

SAWYER, C. N.; MCCARTY P. L.; PARKIN, G. F. **Chemistry for environmental engineering and science**. 5. Ed. New York: McGraw-Hill, 2003. 752 p.

TANAC/SA. Tanfloc: Coagulante/floculante de origem vegetal. Tanac S.A. Montenegro/RS, Disponível na internet via WWW. URL: <http://www.tanac.com.br/PT/index.php>. Acesso em: 18/07/2019.

TREVISAN, T. S. **Coagulante Tanfloc SG como alternativa ao uso de coagulantes químicos no tratamento de água na ETA Cafezal**. 2014, 106 f. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2014.

VAZ, L. G.; KLEN, M. R. F.; VEIT, M. T.; SILVA, E. A.; BARBEIRO, T. A.; BERGAMASO, R. Avaliação da eficiência de diferentes agentes coagulantes na remoção de cor e turbidez em efluente de galvanoplastia. **Revista Eclética Química**. São Paulo, v. 35, n 4, 2010.