

II-127 - EFICIÊNCIA DO TANINO PARA A REMOÇÃO DE FÓSFORO TOTAL EM EFLUENTE DE DECANTADOR SECUNDÁRIO DE UMA INDÚSTRIA DE REFRIGERANTE: UM ESTUDO DE CASO EM BENEVIDES/PA

Bruno José Costa da Cunha⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade federal do Pará. Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará.

Karissa Auad Carvalho Duarte⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará.

Priscila Cavalcante Lopes⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará.

Neyson Martins Mendonça⁽⁴⁾

Professor Adjunto da Universidade federal do Pará. Coordenador do laboratório multiusuário de Tratabilidade de águas e de lodo (LAMAG).

Endereço⁽¹⁾: Av. Rodolfo Chermont, conjunto Mendara II, rua E, 142 - Marambaia - Belém - PA - CEP: 66615-640 - Brasil - Tel: (91) 98182-1692 - e-mail: brunno.jose@hotmail.com.

Endereço⁽²⁾: Travessa São Sebastião, 992 - Sacramenta - Belém - PA - CEP: 66615-640 - Brasil - Tel: (91) 98249-5135 - e-mail: vanessafariasfeio@gmail.com.

Endereço⁽³⁾: Rua 8 de maio, Passagem Menino Deus, 293 Agulha-Icoaraci - Belém - PA - CEP: 66811-040 - Brasil - Tel: (91) 982764690 - e-mail: pcavalcantelopes@gmail.com.

Endereço⁽³⁾: Travessa São Sebastião, 992 - Sacramenta - Belém - PA - CEP: 66615-640 - Brasil - Tel: (91) 98249-5135 - e-mail: vanessafariasfeio@gmail.com.

Endereço⁽⁴⁾: Rua dos Mundurucus, Alameda Antônio C. Magalhães, nº 100, Conjunto Alacid Nunes, Bolco C, Apt. 102 - CEP: 66073-260 - Belém - PA - Brasil - Tel: (91) 98149-7337 - e-mail: neysonmm@gmail.com.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo estudar, mediante ensaios em *Jar test*, a melhor condição para tratamento físico-químico de efluente oriundo de um sistema de tratamento por lodos ativados utilizado no tratamento de uma indústria de refrigerante, visando definir a melhor dosagem de coagulante (tanino) para tratamento complementar desta Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), visando à remoção de fósforo total. Para isso, foram realizados ensaios de coagulação/floculação em *Jar test*. O efluente do decantador secundário avaliado possui um pH de 4,15 e fósforo total de 5,0 mg/L. Dentre as dosagens investigadas, a melhor condição fora obtida com valores de pH de 6,0 e uma dosagem de 90 ppm de Tanino, os qual ocasionou uma remoção de 95,4% de fósforo total. Além de ser eficiente na remoção de fósforo total, esse coagulante natural apresenta várias vantagens em relação aos coagulantes químicos por serem biodegradáveis e não-tóxicos, além de produzirem lodo em menor quantidade e com menores teores de metais.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente de refrigerante, Tratamento Físico-Químico, *Jar test*, Tanino.

INTRODUÇÃO

O aumento da poluição industrial tem levado os órgãos de controle ambiental a estipular limites mais rigorosos de efluentes industriais, isto tem obrigado as empresas a melhorar seus sistemas de tratamento de efluentes quanto à aplicação da tecnologia, forma de operação e etc. Os métodos baseados no princípio da coagulação são comumente utilizados devido a sua ampla escala de atuação e geralmente menores custos operacionais. Além de serem aplicados para remoção de sólidos em suspensão, podem ser divididos quanto ao tipo de lodo gerado em duas classes: coagulação com sedimentação e coagulação com flotação.

Uma das principais dificuldades no tratamento de efluentes provenientes da indústria de refrigerante é a variação da composição do líquido ao longo do dia, essas mudanças ocorrem de acordo com os processos de lavagem de garrafas, equipamentos, tanques e principalmente na troca de sabores do refrigerante, o que

acarreta em uma grande variação da vazão, carga orgânica e pH do líquido, além disso, este é um processo produtivo que requer uma grande quantidade de água, o que acarreta em uma grande geração de esgotos.

O uso de coagulantes no tratamento físico-químicos de efluentes indústrias vem sendo uma alternativa muito utilizada nos últimos anos devido a sua grande eficiência na remoção de poluentes, principalmente quando associados a processos biológicos anaeróbios e/ou aeróbios. Nesse sentido, a coagulação e floculação de esgotos, seguidos por sedimentação ou flotação, podem ser utilizadas em diversas finalidades em uma estação de tratamento de esgoto (REALI, 1998).

Em ensaios preliminares a este trabalho, foram realizados testes com o efluente do refrigerante para verificar qual o coagulante mais adequado para o tratamento físico-químico, os produtos químicos estudados foram: tanino, sulfato de alumínio e polímero catiônico. Ao final dos ensaios, o coagulante natural à base de tanino apresentou os melhores resultados, sendo estes: melhor formação de flocos; pH constante; redução considerada de cor e turbidez; efetividade em uma faixa de pH de 5,0 – 8,0, sendo esta faixa a que enquadrar-se na resolução nº 357 (CONAMA, 2005) que estabelece tal critério para garantia da qualidade da água em mananciais de águas superficiais.

Pelegrino (2011) estudou o emprego de coagulante à base de tanino em sistema de pós-tratamento de efluente doméstico de reator UASB por flotação. Os ensaios com a variação da dosagem do tanino e polímeros (polímero catiônico, polímero não-iônico e polímero aniônico) foram realizados em escala de laboratório, com o uso do equipamento flotatest. Utilizando o tanino a uma concentração de 65 mg/L e 2,0 mg/L de polímero catiônico, o autor obteve remoções de 95,2% de turbidez, 82,1% de cor aparente, 49,2% de fósforo total, 80,7% de DQO e 88% de SST.

A fim de um tratamento efetivo e sem um possível desperdício de produtos químicos, este trabalho avaliará o desempenho do tanino como coagulante para o tratamento do efluente de decantador secundário de uma estação de tratamento de esgoto localizada em uma indústria de refrigerante, visando à remoção de fósforo total.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios de coagulação/floculação foram realizados com o auxílio de um *Jar Test*. Durante o teste, foram utilizados seis amostras (jarros) do efluente do decantador secundário de uma estação de tratamento por lodos ativados de uma indústria de refrigerante. Para efetuar os ensaios foram realizadas duas coletas de amostras composta a cada uma hora e durante 8 horas. A pesquisa foi dividida em duas etapas: determinação do pH ótimo e dosagem do Tanino para a remoção do fósforo.

Na 1ª etapa determinou-se o pH ótimo para a dosagem do coagulante/floculante Tanino. Inicialmente, foram efetuados os ajustes do pH utilizando-se 6 jarros de 2 L. O volume das dosagens foram determinados até obter-se o pH desejado, sendo eles: 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5. As variações do pH foram selecionados com base na resolução CONAMA 357/2005 que estabelece o padrão de lançamento de efluentes, cujo o intervalo de pH varia de 5 a 9. O produto químico utilizado para os ajustes foi hidróxido de sódio (NaOH) com 50% de concentração. Com os valores de cada amostra ajustados, foi realizado o primeiro teste para obter o valor do pH ótimo para a coagulação/floculação. Esta determinação é realizada com a concentração de 3000 mg/L (0,3%) e dosagem 30 ppm do coagulante utilizado (Tanino).

Após definir o valor de pH ótimo no ensaio anterior, em cada um dos 6 jarros do *Jar test*, foram colocados 2 L de amostra com este valor do pH ótimo. Em seguida, variaram-se as dosagens do agente coagulante (Tanino) entre 30 e 90 ppm. A concentração do Tanino utilizado nestes ensaios foi de 3.000 mg/L (0,3%). Foram adotados os mesmos procedimentos de mistura descritos anteriormente. Posteriormente, avaliou-se a eficiência do Tanino em cada amostra realizando as análises de fósforo total. A Tabela 1 contém as metodologias e descrições das variáveis físico-química estudadas.

Tabela 1: Metodologias e descrição das variáveis físico-química

Variáveis	Metodologia	Descrição
pH	Potenciometria	Medida da intensidade do caráter ácido de uma solução
Fosfóro Total (mg/L)	Espectrofotometria	Um dos principais nutrientes para o processo de eutrofização

RESULTADOS

Após a realização do experimento descrito na metodologia e considerando o objetivo proposto neste trabalho, a Tabela 2 apresenta os resultados obtidos no ensaio de determinação do pH ótimo para o processo de coagulação/floculação com o Tanino, este ensaio foi realizado com a primeira amostra coletada. Na Figura 1 pode ser visualizado graficamente a influencia da variação do pH no parâmetro fósforo total.

Tabela 2: Resultados para a determinação do pH ótimo

Amostra/Jarro	pH	Concentração do Tanino (mg/L)	Dosagem do Tanino (ppm)	Fósforo Total (mg/L)
Efluente do Decantador	4,16	-	-	5
1	6,0	3.000	30	3,4
2	6,5	3.000	30	3,6
3	7,0	3.000	30	4,0
4	7,5	3.000	30	4,0
5	8,0	3.000	30	5,0
6	8,5	3.000	30	4,2

Fonte: autor, 2016.

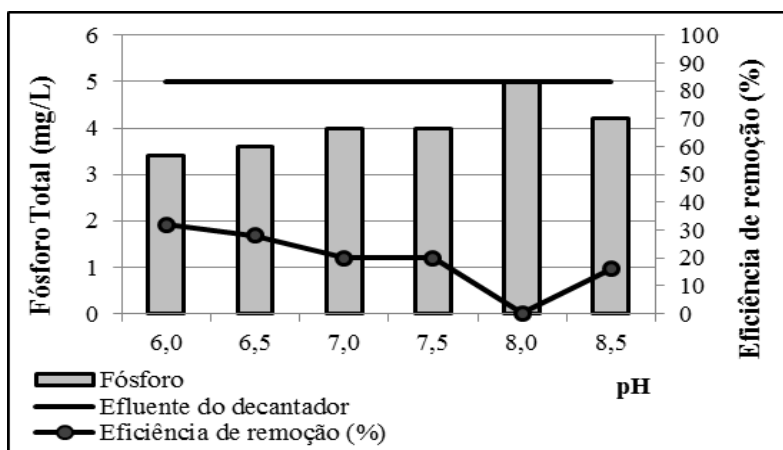


Figura 1: Influência da variação do pH no Fósforo do efluente

Finalizado o ensaio para a determinação do pH ótimo e constatado que os pH's 6,0 e 6,5 apresentaram resultados satisfatórios, foi realizado um segundo ensaio com a amostra da primeira coleta, onde foram utilizados três jarros para o pH 6,0 e os outros para o pH 6,5. Para cada valor de pH foram variados os valores das dosagens, sendo elas: 30, 60 e 90 ppm.

Na Tabela 3, podem ser visualizados os resultados obtidos neste ensaio e mais adiante, na Figura 2, segue a representação gráfica destes resultados e eficiências de tratamento.

Tabela 3: Resultados para a determinação do pH ótimo e melhor dosagem de tanino

Jarro	pH	Concentração do Tanino mg/L	Dosagem (ppm)	Fósforo Total (mg/L)
Efl. Decantador	4,16	-	-	5
1	6,0	3.000	30	4,2
2	6,0	3.000	60	2,6
3	6,0	3.000	90	2,8
4	6,5	3.000	30	4,2
5	6,5	3.000	60	3,2
6	6,5	3.000	90	3,6

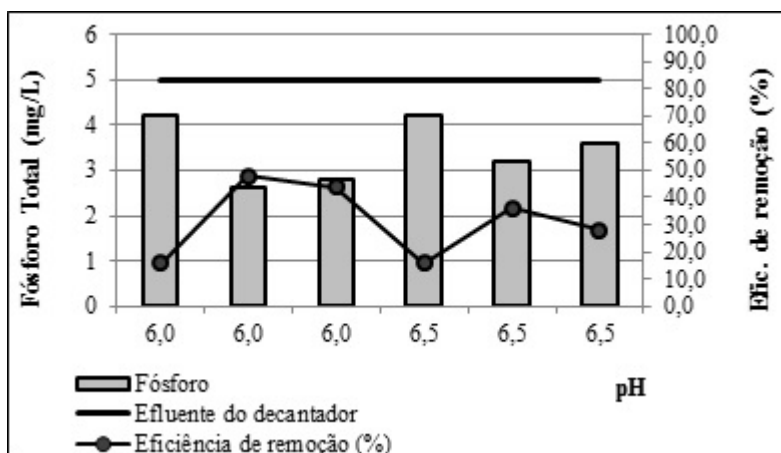


Figura 2: Influência da dosagem do Tanino nos pH's 6,0 e 6,5

Para a remoção de fósforo total, a dosagem de 60 ppm no pH igual a 6,0, atingiu cerca de 48% de remoção, sendo este o melhor resultado, porém, na dosagem de 90 ppm na mesma faixa de pH apresentou uma formação de lodo melhor, quando comparada com a dosagem de 60 ppm, clarificando mais o efluente. Além disso, a dosagem de 90 ppm obteve uma remoção de cerca de 44% de fósforo total, sendo este resultado bastante satisfatório para este trabalho. Na Figura 3, pode ser visualizada as características físicas de cada amostra (jarro) ao término do ensaio.

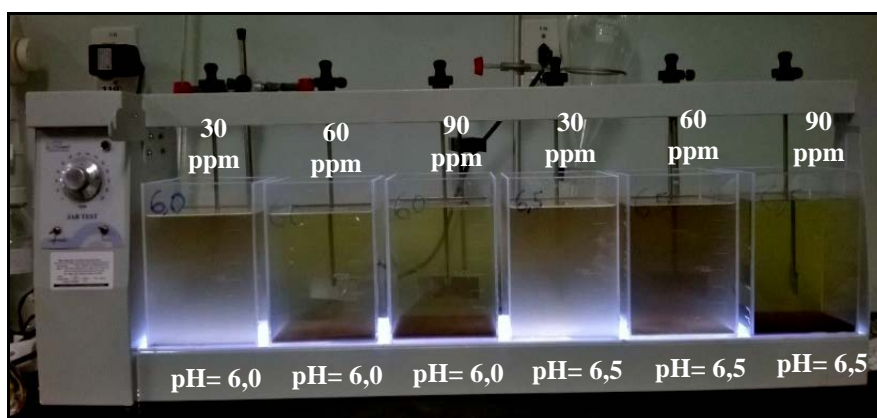


Figura 17: Influência da variação da dosagem de Tanino no efluente

Ao término deste ensaio, foi realizado um novo teste para a comprovação de resultados (dosagem de 90 ppm no pH 6,0), porém, este procedimento foi realizado com a amostra da segunda coleta. Os resultados seguem na Tabela 4.

Tabela 4: Remoção (%) alcançada no final do tratamento sequencial proposto

Parâmetros	Efl. do decantador	Clarificado coagulação/floculação	Efic. de remoção (%)
Fósforo (mg/L)	2,4	0,11	95,4

Conforme a Tabela 4 pode-se verificar que a dosagem de 90 ppm em meio levemente ácido apresentou remoções consideradas de fósforo total. O decaimento do fósforo obtido nos ensaios ocorre em função do coagulante alterar o estado físico do fósforo de dissolvido para particulado, o que facilita a sua remoção durante o processo de sedimentação, diminuindo a concentração deste nutriente no líquido.

CONCLUSÕES

Nos ensaios físico-químicos realizados em *jar test*, o Tanino apresentou resultados bastantes satisfatórios para a redução de fósforo total, cerca de 95%. Para isso, utilizou-se dosagens de 90 ppm de Tanino, com concentrações de 3.000 mg/L (0,3%). Além de ser eficiente na remoção de fosforo total, o Tanino foi bastante efetivo na faixa de pH entre 6,0 e 6,5 para o tratamento de efluente de refrigerante, outra observação importante foi que o Tanino não altera o pH da amostra tratada, uma vez que não consome a alcalinidade do meio. Manter constante o pH é fundamental para a operação em ETE's, visto que, não será necessário a utilização de um alcalinizante ou acidulante após o seu uso, atribuindo uma grande vantagem sobre outros coagulantes, como: sulfato de alumínio, cloreto férrico e cal.

Durante os ensaios foi observada a boa formação de lodo no fundo dos jarros do *Jar test*, bem como a alteração (escurecimento) na coloração do líquido, tornando-o amarronzado. Em função disso, recomenda-se que o tanino não seja utilizado em grandes concentrações e, após serem efetuadas as suas dosagens na operação em ETE's, o efluente passe por uma etapa de filtração para remoção de cor aparente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 de março de 2005.
2. COSTA, E. R. H. Estudo de Polímeros Naturais como Auxiliares de Floculação com Base no Diagrama de Coagulação do Sulfato de Alumínio. São Carlos. 1992. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo 1992.
3. COSTA, E. R. H. Metodologia para o uso combinado de polímeros naturais como auxiliares de coagulação. XVII CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA. 1993. Anais. Natal RN, 1993.
4. COSTA, E. R. H. Aumento da capacidade de estações de tratamento de água através da seleção de coagulantes e auxiliares de floculação especiais, XVIII CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL 1995. Anais. Salvador BA, 1995.
5. DI BERNARDO, L. Métodos e Técnicas de tratamento de Água - V. I e II. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil, 1993.
6. DI BERNARDO, L. Comparação da Eficiência da Coagulação com Sulfato de Alumínio e com Cloreto Férrico - Estudo de Caso - VI SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 1994. Anais. Florianópolis, 1994.
7. DI BERNARDO, L. Comunicação pessoal sobre Técnicas de Tratabilidade, 1993/1995.
8. PELEGRINO, E.C.F. (2011) *Emprego de coagulante à base de tanino em sistema de pós-tratamento de efluente de reator UASB por flotação*. São Carlos, 155 p. Dissertação (mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2011.
9. REALI, M.A.P.; PENETRA, R.G; CAMPOS, J.R (1998) Influência da floculação na flotação de reatores anaeróbios (UASB). XXVI Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental – AIDIS 98, Lima, Peru.
10. TANAC. *Manual Prático para Uso em Estações de Tratamento de Águas de Abastecimento*. 1ª Ed. Montenegro, 2003.