



II-449 - AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE COAGULANTES EM EFLUENTE DE INDÚSTRIA CURTIDORA

Daniela de Souza Silva⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade Estadual de Goiás – UNU –Iporá-GO. Especialista em Tratamento e Disposição de Resíduos Sólidos e Líquidos pela Universidade Federal de Goiás - UFG. Mestranda em Engenharia do Meio Ambiente pela UFG.

Luciano Nunes Gomes

Biólogo pela Universidade Estadual de Goiás – UNU –Iporá-GO. Especialista em Tratamento e Disposição de Resíduos Sólidos e Líquidos pela Universidade Federal de Goiás - UFG.

Eduardo Queija de Siqueira

Engenheiro Civil pela UFG – Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos pela University of Guelph – Professor na UFG – Escola de Engenharia Civil.

Endereço⁽¹⁾: Rua 90-A n 189 Setor Sul – Goiânia-GO – CEP 74093030 – Brasil – Tel: (62) 3241-4726 – e-mail: danibios@hotmail.com

RESUMO

A indústria curtidora possui efluente com alto potencial poluidor, sendo necessário adequar os sistemas de tratamento para obter eficiências satisfatórias. As características do efluente de cada indústria refletem o processo produtivo quanto a formação, segregação e tratamento de efluentes na estação de tratamento.

O objetivo do estudo é avaliar a eficiência dos coagulantes sulfato de alumínio, hidroxiclreto de alumínio, e cloreto férrico, utilizando as dosagens de 100, 200 e 300mg/L para cada coagulante.

Após a realização do JarTest, o clarificado foi enviado para análises de turbidez, DQO e cor. Além dessa avaliação foi observado o tempo de sedimentação, tipo de flocos e volume de lodo gerado.

Observamos que dentre os testes os sulfato de alumínio obteve melhores eficiências.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente, Indústria Curtidora, coagulação.

INTRODUÇÃO

A indústria curtidora gera um efluente com grande potencial poluidor, apresentando valores elevados de DQO (demanda química de oxigênio), e DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e cromo. As características do efluente de cada indústria refletem o processo produtivo quanto da forma de segregação e tratamento de efluentes na Estação de Tratamento.

Ao observarmos o histórico de análises do efluente bruto da indústria estudada, temos médias dos seguintes parâmetros: DBO 2850 mg/L, DQO 5858 mg/L, OG 244 mg/L, SS 131 mg/L, Cr 247 mg/L e pH 6,7.

Nesta indústria é realizado apenas processo de Ribeiro, ou seja, processa a pele até Wetblue – Figura 1. Na estação de tratamento de efluentes existem três linhas: reciclo de caleiro, reciclo de cromo e linha geral de tratamento. Na linha geral do tratamento ocorre a coagulação química, floculação, decantação e o clarificado é destinado para tratamento biológico em sistema de lodos ativados.

O processo de coagulação consiste na utilização de sais de ferro ou alumínio em um determinado efluente, a fim de possibilitar a alteração da força iônica das partículas dispersas no líquido favorecendo a formação de flocos. Nos efluentes de curtume, os sólidos em suspensão são de origem protéica, ou seja, hidrófilos. Sendo assim, a coagulação possibilita a neutralização das cargas de repulsão entre os colóides para que os mesmos se agreguem formando partículas maiores que sedimentam com maior velocidade (CLASS, 1994)

Os colóides, por possuírem cargas elétricas nas suas superfícies, estabelecem através destas cargas um campo eletrostático que é o principal fator de sua estabilização. (DI BERNARDO, 1993)

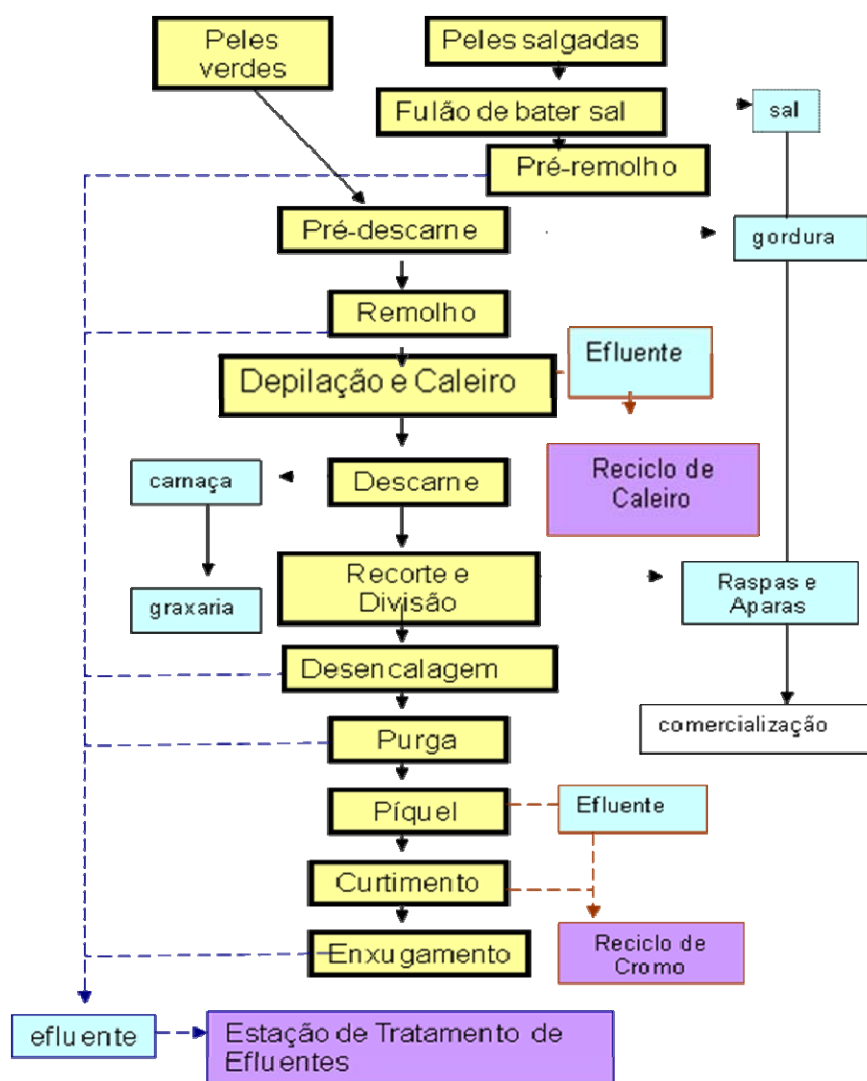


Figura 1 – Fluxograma do processo industrial

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia desta investigação foi definida observando o processo industrial: tipo de efluente, horários de lançamento de determinados efluentes na ETE, característica do efluente, verificando também os principais produtos químicos utilizados no tratamento de efluentes nas indústrias curtidoras. Foram também considerados indicações obtidas na literatura em relação a forma do proceder coletas e análises.

Coleta da amostra

A amostra para realização do Jar Test foi coletada no homogeneizador da estação de tratamento de efluentes no período vespertino, entre as 13:00 e 17:00 hs, sendo este o horário onde todos os efluentes do processo industrial encontram-se homogeneizados. A amostra foi levada diretamente ao Laboratório de Saneamento da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás.

pH da amostra

O pH da amostra foi corrigido para 9,0 com a utilização de cal. Este pH foi definido por ser o mais utilizado para efluentes de curtumes, pois evita a geração de gás sulfídrico e maus odores no sistema de tratamento de Efluentes.



Foi feita uma caracterização geral da amostra bruta, onde foram medidos, turbidez, cor, pH e DQO demonstradas no item 2.5

Coagulantes e Floculantes Utilizados

Na realização do Jar Test foram testados três tipos de coagulantes:

Sulfato de Alumínio – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Cloreto Férrico – FeCl_3

Hidroxícloreto de Alumínio T 1009 – $\text{Al}_n(\text{OH})_m\text{Cl}_{3n-m}$

Tais coagulantes foram definidos por serem os mais usuais na precipitação química. Os mesmos foram preparados em uma solução à 10%, sendo esta usada no teste de Jarros.

O floculante utilizado foi um polímero aniônico preparado a uma concentração de 0,03%. A dosagem de polímero foi idêntica em todas as amostras. O polímero foi adotado por se observar em pré-testes à necessidade de altas dosagens de coagulantes sem a utilização de polímeros. Também se utilizou polímero para simular a realidade das indústrias, sendo que grandes partes das mesmas utilizam floculantes em seus sistemas de tratamento de efluentes.

Dosagens dos coagulantes e floculantes

A decisão das dosagens utilizadas no Jar Test foi baseada em pré-testes, no levantamento de dosagens reais em três indústrias curtidoras, e na literatura:

Segundo Frizzo (2007) o sulfato de alumínio na dosagem de 350 ml coadjuvado por 100 mg/l de carvão ativado 2, obteve o melhor resultado na eficiência de remoção de cloretos, atingindo uma redução de 22%. O cloreto férrico também foi utilizado, no entanto, este coagulante na dosagem de 250 ml/L, coadjuvado por resíduos sólidos industriais obteve maior redução de elementos traço (zinco, chumbo, cobre, cádmio).

Pavanelli (2001) que realizou dosagens de sulfato de alumínio, cloreto férrico e hidroxícloreto de alumínio, demonstrou que nem sempre grandes dosagens proporcionarão grande remoção de turbidez ou cor remanescente e que o cloreto férrico teve melhor desempenho para intervalos de valores de pH baixo.

No levantamento das dosagens realizadas na estação de tratamento de curtumes com processos de Ribeira, encontramos as seguintes dosagens reais de soluções a 10% de sulfato de alumínio, sulfato de alumínio e hidroxícloreto de alumínio respectivamente.

Indústria localizadas no Estado de Goiás

Indústria 01 = 333 mg/L

Indústria 02 = 325 mg/L

Localizada no Estado de Mato Grosso do Sul

Indústria 03 = 166 mg/L

Dessa forma as dosagens definidas no Jar Test foram de 100 mg/L, 200 mg/L e 300 mg/L para os três coagulantes estudados. Utilizou-se também 1 ml da solução de polímero em todos os testes.

Condições do Jar Test

Para adição do coagulante o gradiente de mistura adotado foi de 150 s^{-1} e tempo de mistura de 1 minuto.

Para adição do floculante o gradiente de mistura adotado foi de 100 s^{-1} e tempo de mistura de 1 minuto.

O tempo de decantação foi de 5 minutos, sendo posteriormente anotados os resultados visuais, medido o volume de lodo gerado e coletada as amostras do sobrenadante para realização das análises químicas.

Análises químicas

Após o Jar Test as amostras foram coletadas em frascos adequados e conservadas em recipiente com gelo, sendo enviadas para o laboratório após 12 horas.

Os parâmetros avaliados foram turbidez, cor aparente, pH e DQO – sendo os mesmos procedidos de acordo com as técnicas recomendadas pelo “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” da AWWA (América Water Works Association).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efluente Bruto

O efluente bruto coletado no homogeneizador da indústria para realização do JarTest, apresentou as seguintes características:

Turbidez = 1024 uT

Cor aparente = 10.920 uH



pH = 7,6

DQO = 5.130 mg/L

Efluente Tratado

As dosagens dos três tipos de coagulantes e suas respectivas eficiências são demonstradas na Tabela 1.

Tabela 1: Eficiências de remoção dos parâmetros estudados com efluente à pH 9,0

Dosagem	Coagulante	Eficiência Remoção %		
		Turbidez	Cor	DQO
100 mg/L	Sulf. Alumínio	2,6%	30%	46,2%
200 mg/L	Sulf. Alumínio	60,6%	69,2%	53,6%
300 mg/L	Sulf. Alumínio	79,5%	76,4%	48,8%
100 mg/L	Cloreto Férrico	0%	16,7%	26,7%
200 mg/L	Cloreto Férrico	37,5%	25,8%	26,9%
300 mg/L	Cloreto Férrico	46,8%	34,6%	59,4%
100 mg/L	Hidroxiclreto	0%	6%	31,2%
200 mg/L	Hidroxiclreto	46,7%	55,3%	51,8%
300 mg/L	Hidroxiclreto	32,6%	59,3%	50,5%

No primeiro teste com dosagem 100 mg/L obtivemos melhores reduções de turbidez, cor e DQO com a dosagem de sulfato de alumínio, apresentando reduções de 2,6%, 30% e 46,2% respectivamente. O volume de lodo gerado com este coagulante foi equivalente ao cloreto férrico (66 cm³). A dosagem com cloreto férrico apresentou aumento no valor da turbidez em 18,3% e demonstrou reduções de cor e DQO mais baixas que o sulfato de alumínio, sendo 16,7% e 26,7% respectivamente. Na dosagem com cloreto férrico o clarificado ficou preto, devido as características do efluente que contem sulfetos. Na dosagem com hidroxiclreto de alumínio ocorreu 43% de aumento no valor da turbidez, apresentando baixa redução na cor (6%) e redução de DQO de 31%. A formação de lodo foi maior (92,5 cm³), mesmo não apresentando reduções de turbidez e DQO satisfatórias.

No segundo teste, utilizando 200 mg/L – obtivemos reduções satisfatórias com a dosagem de sulfato de alumínio apresentando reduções de turbidez, cor e DQO de 60%, 69% e 53,6% respectivamente. O volume de lodo gerado foi o maior (264 cm³). O cloreto férrico apresentou reduções de turbidez, cor e DQO de 37,5%, 25,8% e 27% respectivamente. Este coagulante também apresentou menor volume de lodo (132 cm³) e menor pH – fator que favorece o sistema biológico. No entanto também apresentou o clarificado preto. Com a dosagem de hidroxiclreto de alumínio as reduções obtidas foram de 46,7%, 55,3% e 51,8% o que apresenta reduções satisfatórias.

No terceiro teste, utilizando 300 mg/L – obtivemos os seguintes resultados com a dosagem de sulfato de alumínio: turbidez, cor e DQO apresentam reduções de 79,5%, 76,4% e 49% respectivamente. Com cloreto férrico apresentam na mesma sequência de reduções 46,8%, 81% e 59% - o que demonstra resultados satisfatórios. Este coagulante apresentou também o clarificado preto. No entanto, obteve o menor volume de lodo gerado. O hidroxiclreto de alumínio obteve reduções de 32,6%, 76% e 50% respectivamente.

CONCLUSÕES

Identificamos que o sulfato de alumínio apresentou melhor eficiência em todos os testes, exceto em relação a DQO na dosagem de 300 mg/L.

Em relação ao volume de lodo gerado, o sulfato de alumínio obteve melhor eficiência com menor volume de lodo, embora o cloreto férrico tenha apresentado volumes de lodo inferiores.

Considerando que, após o físico-químico o efluente seguirá para o tratamento biológico, concluímos que a dosagem de 200 mg/L é a mais indicada.



Observamos que algumas indústrias optam por trabalhar com o hidroxiclreto de alumínio devido a facilidade operacional e a preocupação com a danificação das bombas dosadoras causadas por resíduos presentes no sulfato de alumínio.

Sugerimos então que na escolha coagulante a ser utilizado é necessário avaliar a eficiência do coagulante, o custo do mesmo e a estrutura da estação de tratamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AWWA, APHA, WPCI. Standard methods for examination of water and wastewater, 20^a ed. Washington D. c 1998
2. CAMPOS, Luiza. Tratamento Químico. 2004, Apostila do curso de especialização em resíduos sólidos e líquidos
3. CLASS, Isabel Cristina; MAIA, Roberto A. M. Manual Básico de Resíduos Industriais de Curtume. Porto Alegre, SENAI/RS, 1994. 664p.
4. DI BERNARDO, L. DANTAS, A. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água, 2005 2a Edição. Pág 167-215
5. DI BERNARDO, Luiz. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. Rio de Janeiro ABES, 1993. p. 159-256.
6. FRIZZO, Bitencourt, SILVA, Mezzomo. Contribuição ao Estudo de Efluentes de Indústrias de celulose e papel, 2007 Ciência Florestal, Santa Maria, v6, n1, p. 129-136, disponível em: <http://www.ufsm.br/cienciafloretal/artigos/v6n1/art12v6n1.pdf> Acesso em 15 de Novembro de 2007.
7. LAURENTI, Ariane, Qualidade de Água I, 1997 Florianópolis: Imprensa Universitária. Pág 83
8. LEME, Francisco Paes. Teoria e Técnicas de Tratamento de Água. Rio de Janeiro ABES, 1990. p. 48-76
9. NUNES, José Alves. Tratamento Físico-Químico de Águas Residuárias Industriais, Ed. J. Andrade 1996, 2^a edição.
10. PAVANELLI, Gerson. Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada, Universidade de São Carlos, 2001, disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis18/18138/tde-21012003-084719> Acesso em 10 de Setembro de 2007.
11. PERRY, et al in LETTERMAN, R. Water Quality and Treatment, 2009 ed 5, pag 2.27
12. Resolução CONAMA 357/2005