



Estudo da Associação dos Coagulantes Tanfloc® e Sulfato de Alumínio Para Remoção de DQO em Tratamento de Efluente de Indústria de Tinta

Study of the Association of Tanfloc® and Aluminum Sulfate Coagulants for COD Removal in the Treatment of Paint Industry Effluent

Vitória Carolina da Silva¹, Júlia Cezare do Santo², Juliana Santos Favaro³, Lígia Midori Konno Lopes⁴, Joseane Debora Peruço Theodoro⁵.

RESUMO

O lançamento de efluentes industriais sem tratamento prévio direta ou indiretamente pode acarretar em significativo impacto sobre o ecossistema dos recursos hídricos receptores. No Brasil a indústria de tintas possui bastante destaque, sendo um dos cinco maiores mercados mundiais do produto. Por isso deve-se atentar que haja o tratamento adequado do montante considerável de efluente produzido como consequência desse processo industrial. Logo, o presente trabalho utilizou-se do método de coagulação aplicando os coagulantes orgânico e inorgânico Tanfloc® e sulfato de alumínio, respectivamente, de forma associada em efluente de uma indústria de tinta localizada no norte do Paraná. Pelos parâmetros utilizados no tratamento verificou-se que as maiores porcentagens de remoção de Demanda Química de Oxigênio (DQO) foram obtidas nos ensaios utilizando maiores concentrações de coagulante, sendo essa 30 mg/L. Além disso, estatisticamente observou-se que apenas o fator concentração de coagulante teve influência nos resultados, sendo o fator tempo de sedimentação uma variável sem influência para o tratamento em questão.

PALAVRAS-CHAVE: coagulação; efluente; tinta.

ABSTRACT

The discharge of untreated industrial effluents, directly or indirectly, can lead to a significant impact on the ecosystem of the receiving water resources. In Brazil, the paint industry holds a prominent position, being one of the world's top five markets for this product. Therefore, it is crucial to ensure the proper treatment of the substantial amount of effluent generated as a result of this industrial process. Consequently, this study utilized the coagulation method, applying the organic and inorganic coagulants Tanfloc® and aluminum sulfate, respectively, in association with the effluent from a paint industry located in the northern region of Paraná. Based on the treatment parameters used, it was observed that the highest percentages of Chemical Oxygen Demand (COD) removal were achieved in trials using higher coagulant concentrations, specifically 30 mg/L. Additionally, it was statistically observed that only the coagulant concentration factor influenced the results, with the sedimentation time factor having no impact on the treatment in question.

KEYWORDS: coagulation; effluent; paint.

INTRODUÇÃO

O lançamento direto e indireto de efluentes, definido pela Resolução CONAMA 430 de 2011 como os despejos líquidos oriundos de várias atividades e processos é uma das principais fontes poluidoras de corpos d'água continentais. Ademais, é apontado pela

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: vitoriacarolina@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 8067714372751477.

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: juliacezare@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 4200570495975610.

³Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: julianafavaro@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 2181095990337388.

⁴Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: ligiamidori@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 6805543532413676.

⁵Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: jtheodoro@utfpr.edu.br. ID Lattes: 0351233547495522.



CETESB que efluentes e resíduos de atividades industriais, como indústrias químicas, também são uma das principais fontes potenciais de contaminação das águas subterrâneas.

Dentre as atividades industriais, o setor de tintas possui grande destaque no Brasil. De acordo com a Associação Brasileira dos Fabricantes de Tinta (ABRAFATI), o país é um dos cinco maiores mercados mundiais do produto, fabricando tintas destinadas a todas as aplicações, com volume produzido de 1,647 bilhão de litros no ano de 2022. Logo, a produção de efluentes desse setor é expressiva, sendo preciso desenvolver tratamentos eficientes em tornar essa fonte poluidora menos nociva aos corpos receptores e seu entorno.

Atualmente há a aplicação de coagulantes visando o tratamento físico-químico desses efluentes, sendo eles orgânicos ou inorgânicos. Os de origem química mais utilizados para tratamento de água e esgoto são os sais de alumínio e ferro, como o sulfato de alumínio, por serem mais baratos. Entretanto, aponta-se que a concentração residual de alumínio em águas tratadas causa problemas de saúde, além do grande volume de lodo produzido e o consumo de alcalinidade do meio, do qual precisa ser corrigido posteriormente (VAZ, 2009).

Tendo esses pontos negativos, o uso de coagulantes orgânicos torna-se uma alternativa menos danosa nesses aspectos. Um exemplo são os coagulantes de origem vegetal a base de tanino, extraídos da casca da acácia negra ou mimosa. Um deles é o Tanfloc®, que de acordo com a sua fabricante TANAC S.A atua neutralizando cargas e formando pontes entre sistemas de partículas coloidais, formando flocos e consequente sedimentação, além de não alterar o pH do meio por não consumir alcalinidade.

Este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho da aplicação dos coagulantes sulfato de alumínio e Tanfloc® usados associadamente no processo de coagulação para o tratamento de efluentes oriundos dos processos de fabricação de tintas.

METODOLOGIA

PLANEJAMENTO

Para a realização deste experimento coletou-se galões de 20L de efluente de uma indústria de tinta, localizada na região norte do Paraná.

Em laboratório realizou-se o planejamento estatístico elaborando-se um quadro com dois fatores, sendo esses as variáveis independentes: concentração de coagulante, em mg/L, e tempo de sedimentação, em minutos. Para cada fator estipulou-se três níveis, considerados como -1, 0 e 1, com os ensaios realizados em duplicata.

Sobre o tempo de decantação os níveis -1, 0 e 1 equivalem a 10, 20 e 30 minutos, respectivamente. No caso da concentração de coagulante os níveis -1,0 e 1 equivalem a 10, 20 e 30 mg/L, respectivamente. Ilustra-se o planejamento pela Tabela 1.

Determinou-se a concentração de coagulante e tempo de decantação a partir de pré ensaio, e a intensidade de rotação e tempos das misturas adaptados de THEODORO (2012).



Tabela 1 – Planejamento Estatístico

Ensaio	Tempo (min)	Concentração de Coagulante (mg/L)
1	-1 (10)	0 (20)
2	1 (30)	1 (30)
3	0 (20)	1 (30)
4	1 (30)	0 (20)
5	0 (20)	1 (30)
6	-1 (10)	1 (30)
7	-1 (10)	-1 (10)
8	1 (30)	-1 (10)
9	0 (20)	0 (20)
10	1 (30)	-1 (10)
11	0 (20)	-1 (10)
12	-1 (10)	-1 (10)
13	0 (20)	-1 (10)
14	-1 (10)	1 (30)
15	1 (30)	1 (30)
16	-1 (10)	0 (20)
17	0 (20)	0 (20)
18	1 (30)	0 (20)

Fonte: Autoria Própria (2023)

PREPARAÇÃO DOS COAGULANTES

A fim de realizar o processo de coagulação e floculação utilizou-se o Tanfloc® como coagulante orgânico e o Sulfato de Alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) como coagulante químico, ambos associados.

Diluiu-se o coagulante orgânico Tanfloc® pesando-se 10g de coagulante puro líquido e diluindo-se em um balão volumétrico de 1L com água destilada, obtendo-se a concentração de 10 g/L de coagulante. Realizou-se o mesmo procedimento para o coagulante inorgânico sulfato de alumínio, do qual se obteve a mesma concentração de 10 g/L.

Nos ensaios utilizando os coagulantes em conjunto adicionou-se metade do volume total para cada coagulante, ou seja, para os ensaios utilizando 10 mg/L dos quais foi necessário utilizar 10 mL de coagulante diluído 5 mL corresponde a diluição de Tanfloc® e 5 mL da de sulfato de alumínio. Utilizou-se o mesmo padrão para as demais concentrações estipuladas.

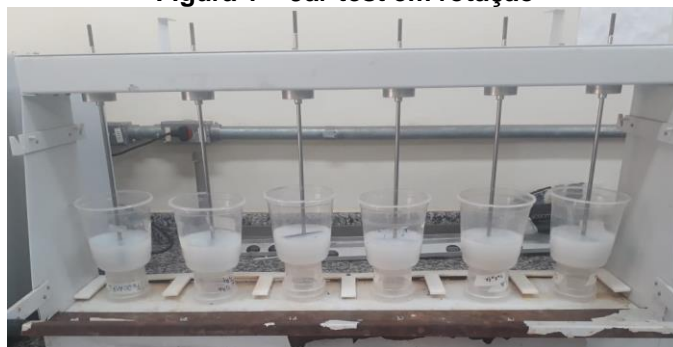
ENSAIOS DE COAGULAÇÃO

Para a realização dos ensaios de coagulação/floculação/sedimentação utilizou-se o equipamento jar-test de modelo 218 – 6LDB, da marca Nova Ética, de seis provas, com



regulador de rotação das hastes misturadoras. (Figura 1), com metodologia adaptada de THEODORO (2012).

Figura 1 – Jar-test em rotação



Fonte: Autoria Própria (2023)

Colocou-se 250 mL de efluente em cada jarro, para então adicionarem-se os coagulantes preparados, cada um em um recipiente com suas devidas concentrações de acordo com o número de ensaio do qual foi determinado. Programou-se o equipamento para fazer a mistura rápida com uma agitação de 100 rpm durante 3 minutos e 15 rpm por mais 10 minutos para a mistura lenta.

Com o fim do ciclo de agitação no aparelho colocaram-se as amostras para decantar e após o período determinado pelo planejamento experimental coletou-se as amostras de sobrenadante e realizou-se as medições de demanda química de oxigênio (DQO).

DETERMINAÇÃO DA DQO

Para as leituras de demanda química de oxigênio (DQO) separou-se 20 tubos de ensaio com tampa, realizando-se o processo em duplicata, sendo 18 para as amostras do efluente tratado e 2 para amostras em branco (água destilada), e em cada tubo identificou-se na tampa o número de ensaio da respectiva amostra. Na capela adicionou-se 1,5 mL de solução digestora dicromato em cada um dos tubos, seguido de 2,5 mL de amostra, que quando necessário foi diluída, e 3,5 mL de ácido sulfúrico. Após isso fechou-se os tubos, dos quais permaneceram no biodigestor por duas horas em agitação a uma temperatura de 150°C.

Passadas as duas horas retirou-se os tubos com as amostras do digestor, esfriando em temperatura ambiente sobre bancada do laboratório, e logo após realizaram-se as leituras no espectrofotômetro HACH DR-5000. Utilizou-se a metodologia 5220 D presente no Standart Methods of Examination of Waterand Wastewater (APHA, 2012) para determinar-se esse parâmetro.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a coleta do material, transportou-se as amostras até os Laboratórios de Saneamento e Poluentes Atmosféricos da UTFPR – Campus Londrina. Realizou-se

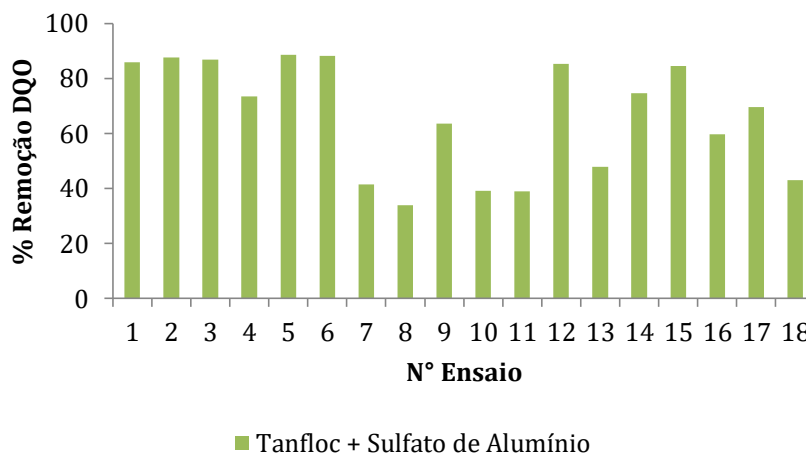


análise de DQO (demanda química de oxigênio), obtendo-se o valor de 6248,18 mg/L para o efluente bruto em questão.

Com base na Figura 2 observa-se que para a maior concentração de coagulante de 30 mg/L o uso de Tanfloc® associado ao sulfato de alumínio mostrou os melhores resultados, com percentual de remoção superior a 80%. Na concentração de 20 mg/L os resultados apresentaram acentuada variação, com porcentagem de remoção entre 43 a 86%. Para 10 mg/L também notou-se expressiva variação de 34 a 85%, sendo a maior entre as concentrações utilizadas.

Em estudo utilizando efluente de indústria de tinta realizado por MOREIRA (2022) utilizou-se os coagulantes separados, e para ambos obtiveram-se resultados de remoção acima de 80% para todas as concentrações utilizadas, além de menor variação. Entretanto a DQO do efluente bruto utilizado é inferior e as concentrações de coagulantes diferentes, o que deve ser considerado.

Figura 2 – Percentual de Remoção de Demanda Química de Oxigênio (DQO) utilizando os coagulantes associados



Fonte: Autoria Própria (2023)

A concentração aplicada dos coagulantes associados se mostrou estatisticamente significativa levando em consideração 5% de significância, como pode ser visto pela Tabela 2, que mostra o valor de p para essa variável abaixo de 0,05. O mesmo não ocorre com o tempo, sendo esse então uma variável que estatisticamente não influencia nos resultados.

Tabela 2 – Tabela ANOVA para porcentagem de remoção de DQO utilizando Tanfloc® e sulfato de alumínio associados

Fator de Variação	SQ	GL	QM	F	p
(1)Concentração Tanfloc + Sulfato de Alumínio (mg/L)(L)	4183.725	1	4183.725	19.40940	0.001706
Concentração Tanfloc + Sulfato de Alumínio (mg/L)(Q)	1.182	1	1.182	0.00548	0.942598
(2)Tempo (min)(L)	449.322	1	449.322	2.08452	0.182690
Tempo (min)(Q)	1.191	1	1.191	0.00553	0.942364
1L by 2L	491.553	1	491.553	2.28044	0.165296
1L by 2Q	75.722	1	75.722	0.35130	0.567972
1Q by 2L	8.416	1	8.416	0.03904	0.847750
1Q by 2Q	4.782	1	4.782	0.02218	0.884883
Error	1939.963	9	215.551		
Total SS	7155.856	17			

Fonte: Autoria Própria (2023)



CONCLUSÕES

O uso associado do sulfato de alumínio com o Tanfloc[®] mostrou-se uma alternativa viável para o tratamento do efluente de tinta quando utilizados em concentrações mais altas, pois se removeu consideravelmente a DQO, enquanto o uso de concentrações menores mostrou-se menos eficiente e mais variável em comparação. O tempo de decantação apresentou-se estatisticamente não influente nos resultados de remoção obtidos.

Agradecimentos

Agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela disponibilidade de laboratórios e equipamentos para que o presente estudo pudesse ser realizado.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

ABRAFATI. **Dados do Setor 2022**. [s.l: s.n.].

APHA, Standard Methods for the examination of Water and Wastewater – SMEWW. American Public Health Association – APHA, 22th ed., Washington – USA, 2012.

MOREIRA, Marcos Cordeiro. Avaliação do uso de coagulantes orgânicos e inorgânicos para tratamento de efluente de indústria de tintas. 2022. Dissertação (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2022.

Poluição das Águas Subterrâneas. **CETESB**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/informacoes-basicas/poluicao-das-aguas-subterraneas/>. Acesso em: 28 jul. 2023.

THEODORO, J. D. P. Estudo dos mecanismos de coagulação/floculação para a obtenção de água de abastecimento para o consumo humano. 2012. 184f. Tese de Doutorado (Departamento de Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

VAZ, Luiz Gustavo de Lima. Performance do Processo de Coagulação/Floculação no Tratamento do Efluente Líquido Gerado na Galvanoplastia. 2009. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Química) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo/PR, 2009.