

## **Ação de diferentes tipos de coagulantes orgânicos e inorgânicos no tratamento de efluente têxtil**

### **Action of different types of organic and inorganic coagulants in the treatment of textile effluent**

DOI:10.34117/bjdv8n3-380

Recebimento dos originais: 27/01/2022

Aceitação para publicação: 25/02/2022

#### **Mariana Fernandes Alves**

Graduanda em Engenharia Ambiental

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Londrina

Endereço: Avenida dos Pioneiros, 3131, Morumbi, Londrina - PR, Brasil

E-mail: marianafernandes@gmail.com

#### **Higor Aparecido Nunes de Oliveira**

Graduanda em Engenharia Ambiental

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Londrina

Endereço: Avenida dos Pioneiros, 3131, Morumbi, Londrina - PR, Brasil

E-mail: higornunes@gmail.com

#### **Fellipe Jhordã Ladeia Janz**

Mestrado em Engenharia Ambiental

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Londrina

Endereço: Avenida dos Pioneiros, 3131, Morumbi, Londrina - PR, Brasil

E-mail: fellipejanz@hotmail.com

#### **Julio Cesar Angelo Borges**

Mestrando em Engenharia Ambiental

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – campus Londrina

Endereço: Avenida dos Pioneiros, 3131, Morumbi, Londrina - PR, Brasil

E-mail: julioborges05@outlook.com

#### **Edilaine Regina Pereira**

Doutora em Agronomia

Instituição: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros - ESALQ/USP

Endereço: Avenida dos Pioneiros, 3131, Morumbi, Londrina - PR, Brasil

E-mail: edilainepereira@utfpr.edu.br

#### **RESUMO**

A indústria têxtil no Brasil atingiu o ápice do desenvolvimento e da modernização após a 2<sup>o</sup> Guerra Mundial. Mesmo com as melhorias, atualmente a confecção ainda utiliza grande volume de água no processo industrial, tendo ao final da produção um efluente com grande quantidade de sólidos suspensos e forte coloração, que demanda de tratamento. Visando à minimização do impacto ambiental, o presente trabalho tem como objetivo analisar e comparar a eficiência dos coagulantes orgânicos semente de *Moringa oleifera* e Tanino (Tanfloc SG), e dos coagulantes inorgânicos Sulfato de Alumínio e Bufloc 5122 puro, além do seu funcionamento com o auxiliar Bufloc 5188 aplicados ao

efluente têxtil. Utilizou-se a metodologia de testes em jarros, com o intuito de simular os processos de coagulação, floculação e sedimentação e os parâmetros analisados foram turbidez, pH, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos. Para o pH todos os tratamentos apresentaram diminuição em relação ao efluente bruto com exceção ao Bufloc onde observou-se que pode haver a necessidade de um controle de pH pois a aplicação dos coagulantes obteve valores inferiores a 6,8, podendo ficar em desacordo com a resolução do CONAMA 430 que estabelece pH para o lançamento em corpos hídricos entre 5 e 9. Em relação à turbidez, os tratamentos com Sulfato de Alumínio e *Moringa oleifera* obtiveram uma taxa de remoção superior a 90%; já o tratamento com Tanino atingiu uma remoção de 83% e os resultados mostraram que o coagulante Bufloc 5122 não apresentou a necessidade de um coagulante auxiliar, pois ambos os tratamentos apresentaram redução média de 85%. Destaca-se, portanto, a aplicabilidade do coagulante orgânico uma vez que obteve resultados semelhantes ao do coagulante inorgânico.

**Palavras-chave:** efluente têxtil, moringa oleifera, tanino, coagulantes inorgânicos.

## ABSTRACT

The textile industry in Brazil reached the apex of development and modernization after the 2nd World War. Even with the improvements, currently the clothing still uses a large volume of water in the industrial process, having at the end of production an effluent with a large amount of suspended solids and strong coloring, which requires treatment. Aiming at minimizing the environmental impact, the present work aims to analyze and compare the efficiency of the organic coagulants of *Moringa oleifera* seeds and Tannin (Tanfloc SG), and the inorganic coagulants Aluminum Sulfate and pure Bufloc 5122, in addition to their functioning with the auxiliary Bufloc 5188 applied to textile effluent. The methodology of tests in jars was used, in order to simulate the processes of coagulation, flocculation and sedimentation, and the parameters analyzed were turbidity, pH, electrical conductivity and total dissolved solids. For pH, all treatments showed a decrease in relation to the raw effluent, with the exception of Bufloc where it was observed that there may be a need for a pH control because the application of coagulants obtained values below 6.8, which may be in disagreement with the CONAMA Resolution 430 that establishes a pH for release into water bodies between 5 and 9. Regarding turbidity, treatments with Aluminum Sulfate and *Moringa oleifera* obtained a removal rate of over 90%; the treatment with Tannin reached a removal of 83% and the results showed that the Bufloc 5122 coagulant did not present the need for an auxiliary coagulant, as both treatments showed an average reduction of 85%. Therefore, the applicability of the organic coagulant is highlighted, since it obtained results similar to those of the inorganic coagulant.

**Keywords:** textile effluent, moringa oleifera, tannin, inorganic coagulants.

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria têxtil no Brasil, representa uma das últimas cadeias têxtis mais completas do ocidente, tendo produções desde as fibras até as confecções. O setor gera em torno de 1,7 milhões de empregos diretos e mais de 4 milhões quando considerado os indiretos. Atualmente representa 16,7% dos empregos gerados no país (ABIT, 2020) e

associado ao crescimento econômico ocorre também o aumento da demanda de água com recurso, visto que o setor têxtil utiliza aproximadamente 15% da água no que se refere ao consumo industrial como um todo (TOLEDO, 2004).

Uma vez que um dos maiores desafios enfrentados pela indústria têxtil é a recirculação e recuperação de água (MACHADO e FERREIRA, 2017), faz-se necessário estudos de diferentes possibilidades que venham agregar ao tratamento do efluente.

Com dada amplitude, segundo Porto e Schoental (2013), os processos que utilizam grande volume de água são os de tingimento, lavagem e acabamento, tendo como consequência subprodutos com forte coloração e grande quantidade de sólidos suspensos. Em razão disso, há a necessidade de um tratamento adequado ao efluente gerado para que não ocorra a poluição dos corpos hídricos receptores por meio desses contaminantes.

A busca por alternativas para minimizar o impacto produzido por este tipo de efluente no meio ambiente torna-se de grande importância. O uso de polímeros no tratamento de água possui diversas vantagens como o baixo custo e efetividade em uma ampla faixa de pH, além disso dispõem de tecnologias que aceleram o processo de sedimentação (DUMKE et al. 2015). A aplicação de coagulantes catiônicos possibilita a neutralização de cargas de partículas presentes na água sendo mais eficientes na formação de coágulos e flocos.

O uso de diferentes tipos de coagulantes inorgânicos além de terem baixo custo possuem boa eficácia no processo de coagulação, proporcionando assim, êxito nas etapas do tratamento (BARBOSA et al., 2019). Outra opção é o estudo sobre o uso dos coagulantes orgânicos trabalhando como substitutos ou auxiliares aos coagulantes inorgânicos já utilizados durante o tratamento, pois apresentam benefícios por serem biodegradáveis, por resultarem uma menor geração de lodo e por não serem tóxicos (LIMA JÚNIOR; ABREU, 2018).

Desta maneira, o presente trabalho tem como intuito analisar a eficiência do coagulante inorgânico Sulfato de Alumínio e Bufloc, e dos coagulantes orgânicos *Moringa oleifera* e Tanino quando associados ao tratamento do efluente proveniente de uma indústria têxtil.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 OBJETIVO**

Esta pesquisa tem o objetivo avaliar a eficiência do tratamento dos efluentes gerados a partir da indústria têxtil com o uso do coagulante orgânico Tanino (Tanfloc SG)

e extração da semente de *Moringa oleifera*, além dos inorgânicos Sulfato de Alumínio e Bufloc.

## 2.2 METODOLOGIA

O ensaio foi realizado no Laboratório de Recursos Hídricos na UTFPR – Campus Londrina. Para os tratamentos foram utilizados três coagulantes, sendo eles Bufloc 5122 puro (T1); Bufloc 5122 tendo como auxiliar o Bufloc 5188 (T2); Sulfato de Alumínio (T3); *Moringa oleifera* (T4) e o Tanino (T5). Para a solução coagulante do Sulfato de Alumínio e de Tanino utilizou-se a mesma metodologia, sendo necessário 10 g do coagulante o qual foi diluído em 1 L de água destilada; já para a solução da *Moringa oleifera*, pesou-se 10 g da semente descascada, adicionou-se em uma solução salina de 1 L de cloreto de sódio (NaCl) a concentração de 1M; para o Bufloc foram preparadas diluindo-se 10mL e 10g do Bufloc 5122 e Bufloc 5188, respectivamente, em 1L de água destilada. Após a realização de pré ensaios, as dosagens ideais encontradas para os coagulantes Sulfato de Alumínio, *Moringa oleifera* e Tanino, Bufloc 5188 e Bufloc 5188+5122 foram  $4 \text{ mL.L}^{-1}$ ,  $6 \text{ mL.L}^{-1}$  e  $2 \text{ mL.L}^{-1}$ ,  $2 \text{ mL.L}^{-1}$  e de  $0,5 \text{ mL.L}^{-1}$  para o auxiliar, respectivamente.

Para o ensaio foi utilizado o Jar-test para simulação dos processos de coagulação, floculação e sedimentação. Em cada jarro foi adicionado 2L do efluente bruto. Após a homogeneização do efluente, adicionou-se os coagulantes e em seguida, deu-se início ao processo de mistura rápida com duração de 3 minutos a uma velocidade de 150 rpm (coagulação); logo após, iniciou-se a mistura lenta tendo duração de 10 minutos com uma velocidade de 15 rpm (floculação) (THEODORO, 2012). Após o término desses dois processos, o Jar-Test foi desligado dando-se início ao processo de sedimentação e a coleta das amostras. Tais coletas foram realizadas nos tempos de 3(t1), 13(t2), 23(t3), 33(t4) e 43(t5) minutos. Utilizou-se a metodologia de APHA (2012) para análise dos parâmetros: pH, condutividade elétrica, turbidez e sólidos totais dissolvidos.

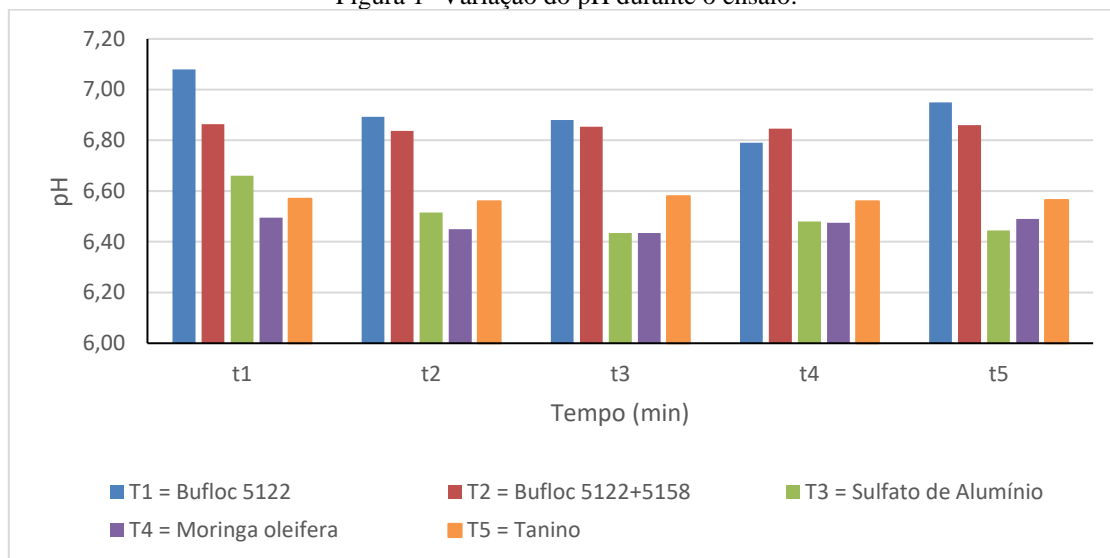
Os tratamentos Bufloc 5122 (t1) e Bufloc 5122+5158 (t2) foram analisados em triplicata (R1, R2 e R3) já os tratamentos Sulfato de Alumínio (t3), *Moringa oleifera* (t4) e Tanino (t5) foram analisados em duplicata para reduzir os erros durante o ensaio, a estatística foi feita pelo princípio da análise desbalanceada, utilizando o software R versão 3.5.1, aplicando as técnicas ANOVA fatorial e delineamento em blocos com repetição. Os resultados foram avaliados a 5% de significância com médias múltiplas de ScottKnott.

### 2.3 RESULTADOS

Com o intuito comparativo, os dados obtidos a partir do ensaio laboratorial foram confrontados com os do efluente bruto, o qual apresentou os seguintes valores: para os ensaios com Moringa oleifera, Tanino e Sulfato de Alumínio pH 7,49, condutividade elétrica  $1782 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , turbidez 569 NTU. Os sólidos totais dissolvidos foram feitos para T3 a T5 com valor médio de 667 ppm, já para T1 e T2 não foi considerado.

A Figura 1 demonstra os resultados obtidos de comportamento do pH.

Figura 1- Variação do pH durante o ensaio.

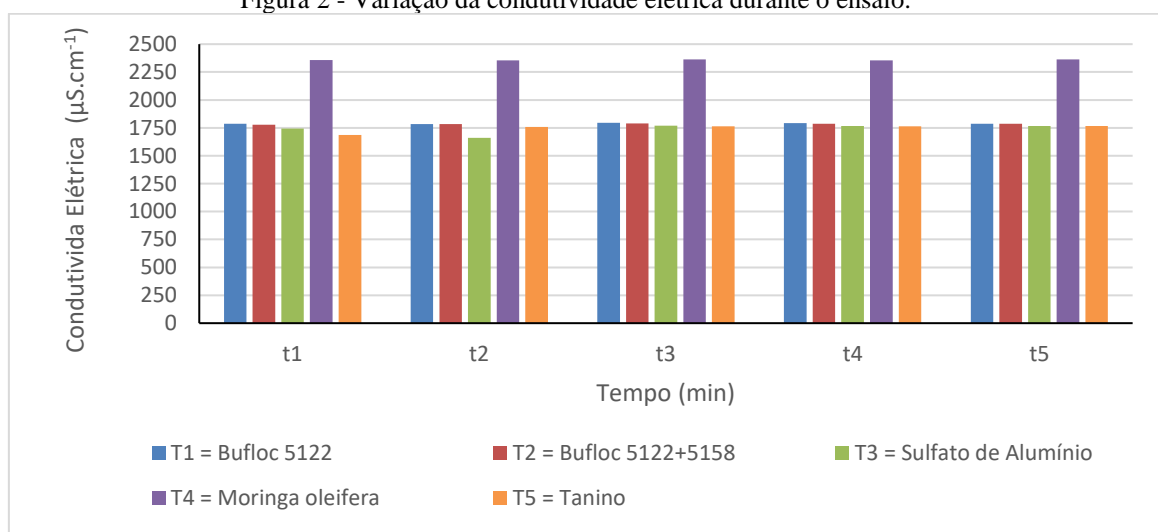


Durante os cinco tempos (3(t1), 13(t2), 23(t3), 33(t4) e 43(t5) minutos) analisados ocorreu pouca variação do pH entre os três coagulantes (Sulfato de Alumínio, *Moringa oleifera* e Tanino), porém todos apresentaram uma redução quando comparado ao bruto. A maior diferença quando comparados os três tratamentos ocorreu no t1 entre o T3 (6,66) e o T4 (6,50). Ao final do processo de sedimentação (t5) o T3 apresentou a maior redução em relação ao bruto, com uma taxa de 13,5%. Para o Bufloc nota-se que em t4 há uma inversão do comportamento anteriormente analisado, onde o T1 apresenta valores inferiores a T2, porém esta irregularidade no padrão percebido do pH se corrige em t5, e o T1 atinge 6,95 enquanto T2 passa a apresentar 6,86. Apesar dessas diferenças a variação é mínima entre os tratamentos e pode-se afirmar que não houve diferença significativa do pH em relação ao tempo de coleta das amostras, o que corrobora com estudos realizados por Couto et al. (2012).

Nota-se com a aplicação do Bufloc que o pH em todas as análises apresentou resultados inferiores ao pH obtido da amostra bruta, mostrando que este coagulante altera o pH da amostra, podendo em alguns casos haver a necessidade inicial de um controle ou até mesmo uma ação reguladora destes. No que desrespeita ao pH de acordo com a Resolução CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011) todo efluente com potencial poluidor deve possuir pH entre 5 e 9 para ser lançado em um corpo hídrico.

Os valores obtidos para a variação da condutividade elétrica durante o experimento estão representados na Figura 2.

Figura 2 - Variação da condutividade elétrica durante o ensaio.



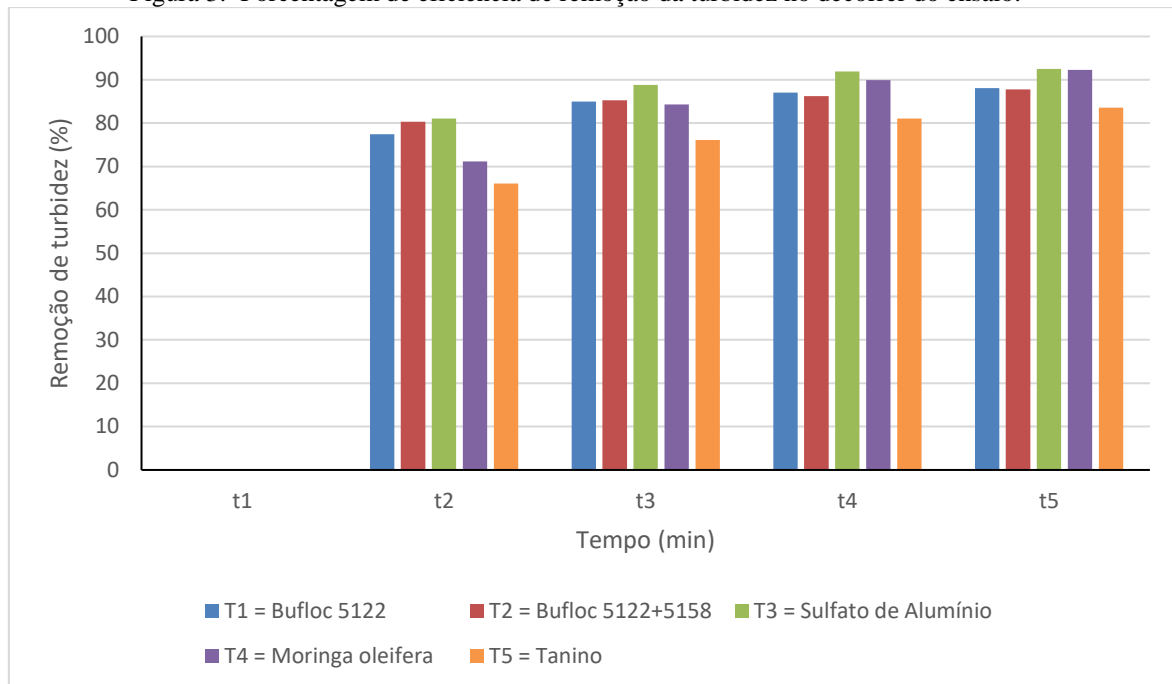
É possível observar que o T3 e T5 nos cinco tempos analisados apresentaram valores inferiores ao valor bruto, passando ambos por oscilações no decorrer dos tempos, porém, não ultrapassam este valor. O T3 apresentou no t2 a menor condutividade elétrica do ensaio com valor igual a  $1659,5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , o que representa uma queda de aproximadamente 6,3%, já o T5 mostrou uma condutividade elétrica mais baixa no t1, tendo o valor de  $1686,5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  retratando uma diminuição de 4,8% em relação ao valor bruto. Após o t3, ambos mantiveram o mesmo padrão, tendo pouca variação com valores próximos a  $1760 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Para o T1 e T2 os ensaios demonstram que também houve pouca variação dos valores de condutividade elétrica durante as coletas, levando em consideração o valor bruto, comportamento também observado por Hassemer e Sens (2002) em seus estudos.

O comportamento do T4 divergiu dos outros coagulantes, pois em todos os tempos estudados exibiu um valor superior ao valor bruto, com variações entre  $2364,5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (t4) a  $2353,5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (t5), demonstrando um aumento próximo a 33%. Isso é justificado

pela presença de NaCl na solução salina deste coagulante, que proporcionou após a diluição dos sais a liberação de íons, e a elevação dos valores de condutividade elétrica (VIZIBELLI, et al., 2017; RIBEIRO, et al., 2018; ALMEIDA, et al., 2019).

Os valores para turbidez foram convertidos em porcentagem de eficiência de remoção de turbidez e são apresentados na Figura 3.

Figura 3: Porcentagem de eficiência de remoção da turbidez no decorrer do ensaio.



De acordo com a Figura 3 é possível observar que no decorrer dos tempos analisados T3, T4 e T5 apresentaram um aumento na taxa de remoção, sendo o t5 o tempo com maior eficiência para todos os tratamentos. O T3 e T4 apresentaram uma remoção superior a 90% ao final do ensaio, enquanto que o T5 mostrou uma eficiência de pouco mais de 80%. Stroher et al (2013) ao trabalharem com os coagulantes orgânicos Tanino e *Moringa oleifera* no tratamento do efluente de lavagem de jeans atingiu resultados similares para remoção de turbidez, com um tempo de sedimentação de 20 minutos, chegando a valores onde o Tanino resultou-se numa taxa de remoção de 98,4%, enquanto que a *Moringa oleifera* atingiu uma remoção de 78,6%. Já Roveli et al. (2021) utilizaram a *Moringa oleifera* e o Sulfato de Alumínio para tratamento de efluente têxtil, tendo uma remoção superior a 90% para os dois coagulantes. Destaca-se nesse parâmetro os resultados obtidos pela semente da *Moringa oleifera* (T4), que sendo um coagulante orgânico apresentou remoção tão eficaz quanto o coagulante inorgânico Sulfato de Alumínio (T3).



O tratamento com Bufloc só se provou eficiente a partir da segunda coleta em t2, onde o T2 com valores superiores a 80% mostrou-se mais eficiente que o T1, que apresentou 77,44% de eficiência de remoção de turbidez. Até o tempo t3 tal comportamento se manteve sob a mesma tendência, denotando valores de 84,96% e 85,28% para T1 e T2, respectivamente. No entanto nota-se que a partir do t4, o coagulante utilizado em T1 atingiu o valor de 87,06%, superando a ação do T2 que obteve 86,24% de eficiência.

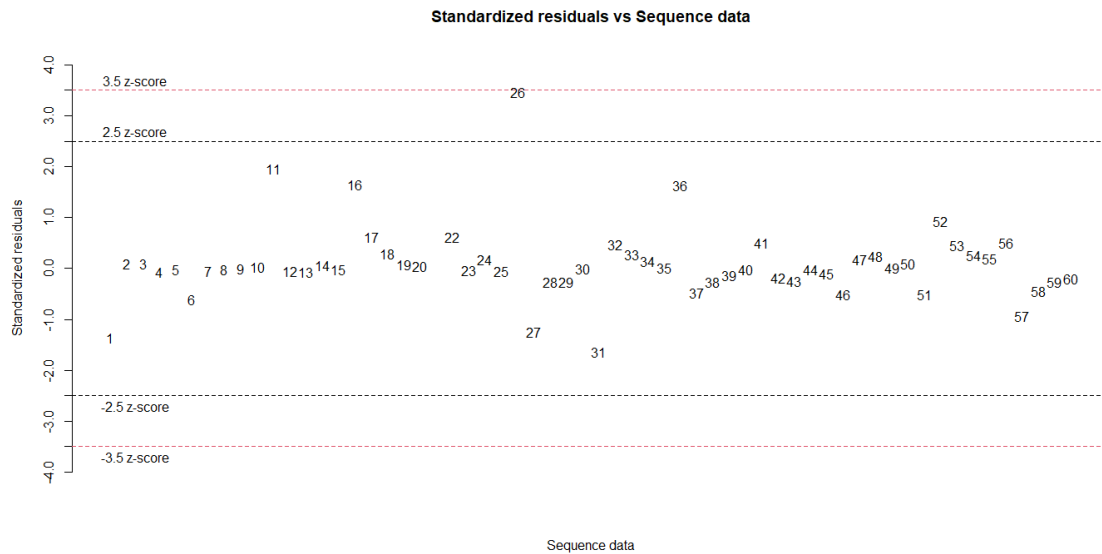
O comportamento do tratamento se manteve desta maneira até a última coleta no tempo t5, onde o T1, apresentou eficiência de remoção de turbidez de 88,1% comparativamente ao T2 que foi de 87,76% notando-se que para este parâmetro turbidez, a presença do auxiliar não se fez necessária.

Para o Sólidos totais dissolvidos foram considerados apenas os T3 e T5, isso porque o T4 apresentou uma taxa de remoção negativa, portanto para melhor organização dos dados, este tratamento não foi considerado assim como T1 e T2 onde não se mostrou eficiente. O T3 apresentou seu melhor resultado no t2, chegando a uma taxa de 15,52%. Já o T5 nos três primeiros tempos apresentou uma eficiência inferior comparado ao tratamento T3 (com uma diferença de 0,5% a aproximadamente 2%). Porém nos dois últimos tempos, ambos se equipararam, tendo ambos ao final no ensaio uma eficiência de 13,34%.

A análise estatística foi aplicada ao parâmetro que apresentou maior relevância ao estudo, sendo este a turbidez. A análise de variância para este experimento demonstrou que os resultados obtidos foram confiáveis a 5% de significância, conforme apresentado na Figura 4 e na Tabela 1. A Figura 4 demonstra que dos 60 valores obtidos ao longo deste experimento apenas em uma das amostras, número 26, teve variação de resíduos discrepante em relação as demais.



Figura 4. Resíduos padronizados vs. dados de sequência da análise de variâncias das amostras.



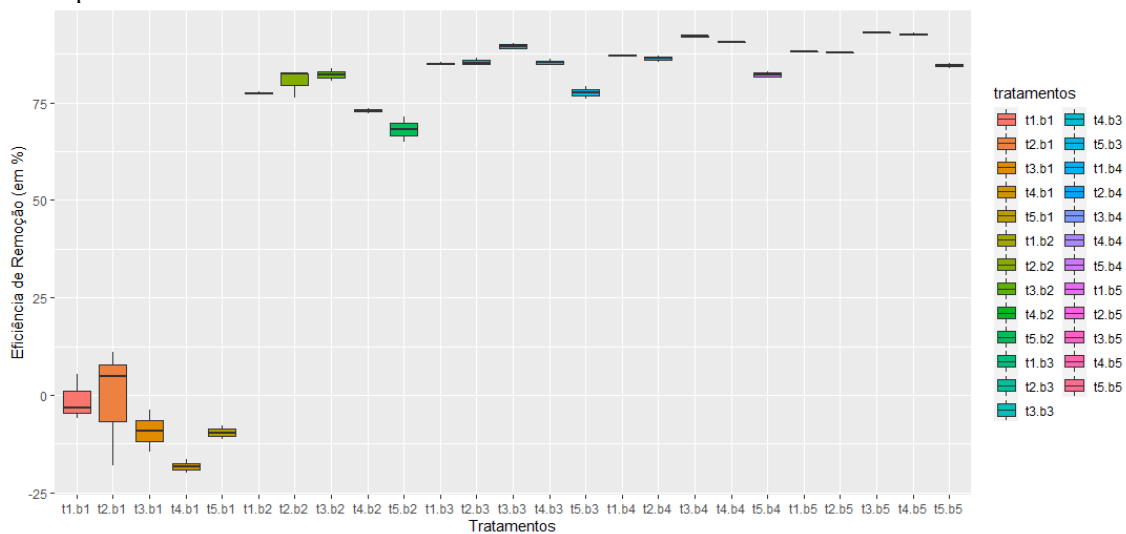
A Tabela 1 por sua vez reforça o comportamento demonstrado na Figura 4, além disso fica demonstrado a interação existente entre o tratamento e o tempo, já que o p-valor foi de 0,0387.

Tabela 1. Análise de variância dos dados amostrados.

	GL	SQ	QM	F	P
Tratamento	4	508,4572	127,1143	6,5916	<0,001
Tempo	4	79669,9197	19924,9799	1033,2300	<0,001
Tratamento x Tempo	16	629,7188	39,3574	2,0409	0,0387
Resíduo	35	674,9458	19,2842		

Isso indica que há relação de dependência existente entre os tratamentos e os tempos de coletas. Quando se olha para a Figura 5 fica evidenciado este fato, ao longo do passar do tempo entre as coletas nota-se uma melhora nas médias da eficiência de remoção da turbidez para os tratamentos. A Figura 5 demonstra o comportamento dos diagramas de caixa bem como as variações dos comportamentos dos tratamentos ao longo do tempo, nos tempos finais, representados por b3 (23 minutos), b4 (33 minutos) e b5 (aa minutos) as repetições apresentaram poucas variações.

Figura 5. Diagrama de caixa das médias da eficiência de remoção da turbidez pelos tratamentos ao longo do tempo.



A Tabela 2 demonstra as melhores médias das eficiências de remoção de turbidez relacionadas aos tempos de coletas e o resultado da análise ScottKnott. Por esta análise pode-se notar que a partir do terceiro tempo as eficiências não apresentam variações significativas entre os tratamentos. Isso indica que a partir deste tempo as diferenças apresentadas pelos tratamentos não estatisticamente significativas.

Tabela 2. Comparações múltiplas das médias de eficiência de remoção de Turbidez.

Tratamento x Tempo	Média (%)	ScottKnott	Tratamento x Tempo	Média (%)	ScottKnott
t3.b5	92,965	a	t2.b2	80,437	b
t4.b5	92,515	a	t1.b2	77,610	b
t3.b4	92,065	a	t5.b3	77,605	b
t4.t4	90,585	a	t4.b2	72,945	c
t3.b3	89,485	a	t5.b2	68,195	c
t1.b5	88,200	a	t2.b1	-0,767	d
t2.b5	87,853	a	t1.b1	-1,273	d
t1.b4	87,167	a	t3.b1	-9,160	e
t2.b4	86,340	a	t5.b1	-9,585	e
t2.b3	85,397	a	t4.b1	-18,235	f
t4.b3	85,320	a			
t1.b3	85,073	a			
t5.b5	84,590	a			
t3.b2	82,255	a			
t5.b4	82,240	a			

As exceções são o t3.b2 que se iguala a eficiências dos tratamentos nos tempos b3, b4 e b5, e o t5.b3 que se diferenciou dos outros tratamentos neste mesmo tempo (b3)

apresentando média de remoção estatisticamente inferior. Os demais tempos, b1 e b2, se mostraram estatisticamente inferiores aos demais.

Desse modo, qualquer tratamento utilizado que adote os tempos b3, b4 e b5 (incluindo o tratamento t3.b2 e excluindo o tratamento t5.b3) apresentarão estatisticamente a mesma eficiência.

### 3 CONCLUSÃO

Após as análises realizadas, conclui-se que os coagulantes de maneira geral foram eficientes no tratamento do efluente de indústria têxtil. Evidencia-se que no parâmetro turbidez os coagulantes orgânicos *Moringa oleifera* e Tanino apresentaram eficiência igual ou muito semelhante ao do coagulante inorgânico Sulfato de Alumínio, que é de extrema importância já que atualmente busca-se alternativas de tratamentos mais sustentáveis, com menor geração de lodo ao final do processo e que gerem menos poluentes. Por meio desta pesquisa observa-se também que o coagulante Bufloc não apresentou necessidade de um coagulante auxiliar, visto que o mesmo obteve resultados superiores quando aplicado individualmente. Analisando-se estatisticamente o parâmetro turbidez notou-se que há relação de dependência existente entre os tratamentos e os tempos de coletas.

### AGRADECIMENTOS

O autores gostariam de agradecer a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR campus Londrina por disponibilizar sua estrutura e a Fundação Araucária pelo apoio financeiro na forma de bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

ABIT: Dados gerais do setor referentes a 2019 (atualizados em dezembro de 2020.) Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção, 2020. Disponível em: <<https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>>. Acesso em: 23 de julho de 2021.

ALMEIDA, G. P. et al. Tratamento de efluente de uma indústria de galvanoplastia com auxílio de Moringa oleifera, do Bonderite S-WT e do Sulfato de Alumínio. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 48. Campinas, 2019.

APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22<sup>a</sup> ed. Washington, 2012 American Public Health Association. 1082p., 2012.

BARBOSA, M. G. N. et al. Avaliação da eficiência de coagulantes inorgânicos em estações de tratamento de água subdimensionadas. Conapesc, Paraíba, p. 1- 12, jun. 2019. Disponível em: <[http://www.editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO\\_EV126\\_MD1\\_SA6\\_ID2617\\_30072019101220.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV126_MD1_SA6_ID2617_30072019101220.pdf)>. Acesso em: 05 de abril de 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA n° 430, de 13 de maio de 2011.

DUMKE, C.; CAMARGO, T.; UHLIG, H. C.; SOMENSI, C. A.; HOPNER, V. N. Avaliação da eficiência de um polímero aniônico e um polímero catiônico em tratamento de água para abastecimento. VI Mostra Científica e Tecnológica. Araquari, SC, out. 2015, 4p.

HASSEMER, M. E. N.; SENS, M. L.; Tratamento do efluente de uma indústria têxtil. Processo físico-químico com ozônio e coagulação/floculação. Engenharia Ambiental e Sanitária, v.7 n.1, p. 30-36, mar. 2002.

LIMA JÚNIOR, R. N.; ABREU, F. O. M. S. Produtos Naturais Utilizados como Coagulantes e Floculantes para Tratamento de Águas: Uma Revisão sobre Benefícios e Potencialidades. Revista Virtual de Química, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 709-735, 2018.

MACHADO, A, R, A.; FERREIRA, L. F.; Gestão dos Recursos Hídricos: Análise da Adoção de Práticas Ambientais por Indústrias Têxteis. 3º Congresso UnB de Contabilidade e Governança. Brasília, DF, dez. 2017, 20p.

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.

TOLEDO, R. A. S., Tecnologia da Reciclagem. Apostila Química Têxtil, São Paulo: Editora futura, 2004, p. 8-14

PORTO, A. E. B.; SCHOENTAL, M. Tratamento de efluentes, reuso da água e legislação aplicada a lavanderia têxtil industrial. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v.10, n.2, p. 068-080, mar./abr. 2013.

RIBEIRO, T. et al. Associação de nanopartículas magnéticas a coagulantes orgânicos no tratamento e efluente de indústria de laticínio. In: XXIII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 8. Apucarana, 2018.

ROVELI, A. R. et al. Utilização do extrato da semente de *Moringa oleifera* no tratamento de efluente têxtil. Revista: GEAMA, v. 7, n.1, p. 67-72, abr. 2021.

STROHER, A. P. et al. Utilização de coagulantes naturais no tratamento de efluente proveniente de lavagem de jeans. Engevista, v. 15, n. 3. p. 255-260, dez, 2013.

VIZIBELLI, D. et. al. Uso de diferentes tipos de filtros associados aos coagulantes *Moringa oleifera* e Cloreto Férrico no tratamento de água. In: XXII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 7. Londrina, 2017.