



## Utilização da *Salvia hispanica* como coagulante orgânico no tratamento de efluentes de uma indústria de tinta

### Use of *Salvia hispanica* as an organic coagulant in the effluent treatment from a paint industry

Júlia Cezare do Santo<sup>1</sup>, Juliana Santos Favaro<sup>2</sup>, Lígia Midori Konno Lopes<sup>3</sup>, Vitória Carolina da Silva<sup>4</sup>, Joseane Debora Peruço Theodoro<sup>5</sup>

#### RESUMO

O presente artigo tem como objetivo analisar a eficiência do uso da *Salvia hispanica* (conhecida como chia) no tratamento de efluentes advindos de uma indústria de tinta no norte do Paraná. O tratamento consiste na associação de tal coagulante orgânico ao sulfato de alumínio, no qual há variações da concentração do primeiro e concentração fixa para o segundo, nos processos de coagulação e floculação, seguidos da sedimentação, no qual cada amostra é submetida à um tempo diferente, para posterior análise de alguns parâmetros físico-químicos. Além disso, também realizou-se o processo de tratamento do mesmo efluente utilizando apenas o Sulfato de Alumínio, com variação de sua concentração e do tempo de sedimentação. Com a análise dos parâmetros antes e após o tratamento, com base nos padrões das legislações que regem o tratamento de efluentes, e utilizando um Software de estatística, os resultados apresentaram-se, em geral, mais significativos nas amostras tratadas apenas com Sulfato de Alumínio, todavia os ensaios com o coagulante orgânico também apresentaram eficiência em alguns parâmetros, destacando-se na remoção da turbidez. Dessa forma, conhecendo a toxicidade do Sulfato de Alumínio em altas concentrações no meio ambiente, a chia se apresentou como uma possibilidade favorável no tratamento de efluentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** chia; coagulante; efluente.

#### ABSTRACT

This article aims to analyze the efficiency of using *Salvia hispanica* (known as chia) in the effluent treatment from a paint industry in the city of Maringá-PR. The treatment consists of associating this organic coagulant with aluminum sulfate, which there are variations in the concentration of the former and a fixed concentration for the latter, in the coagulation and flocculation processes, followed by sedimentation, which each sample is subjected to a different time, for analysis of some physical-chemical parameters. The same effluent was also treated using only aluminum sulfate, with variations in its concentration and sedimentation time. By analyzing the parameters before and after treatment, based on the standards of the legislation of effluent treatment and using a statistical software the results were, generally, more significant for the samples treated only with aluminum sulfate, although the tests with the organic coagulant were also efficient in some parameters, especially in removing turbidity. Thus, knowing the toxicity of aluminum sulfate in high concentrations in the environment, chia was presented as a favorable possibility for effluent treatment.

**KEYWORDS:** chia; coagulant; effluent.

<sup>1</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: [juliacezare@alunos.utfpr.edu.br](mailto:juliacezare@alunos.utfpr.edu.br). ID Lattes: 4200570495975610.

<sup>2</sup> Bolsista do CNPQ. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: [julianafavaro@alunos.utfpr.edu.br](mailto:julianafavaro@alunos.utfpr.edu.br). ID Lattes: 2181095990337388.

<sup>3</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: [ligiamidori@alunos.utfpr.edu.br](mailto:ligiamidori@alunos.utfpr.edu.br). ID Lattes: 6805543532413676.

<sup>4</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: [vitoriacarolina@alunos.utfpr.edu.br](mailto:vitoriacarolina@alunos.utfpr.edu.br). ID Lattes: 8067714372751477.

<sup>5</sup> Docente no Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: [joseaneph@gmail.com](mailto:joseaneph@gmail.com). ID Lattes: 0351233547495522.



## INTRODUÇÃO

Diante do intenso desenvolvimento industrial, diversos setores expandiram, aumentando a demanda por recursos naturais e, conseqüentemente, gerando mais resíduos. Entre estes setores, estão as indústrias de tintas, que são responsáveis pela geração de efluentes, advindos dos processos de produção.

Tal efluente, assim como todos os outros, necessita de tratamento antes de ser lançado nos corpos hídricos, de modo a não impactar negativamente o meio ambiente. Para esse lançamento há determinados parâmetros e padrões a serem seguidos, os quais são regulamentados pelas Resoluções nº 357/05 e nº 430/11 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Na maioria das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) são empregados neste tratamento agentes coagulantes inorgânicos, principalmente o sulfato de alumínio, sendo o mesmo o mais utilizado também no tratamento para a obtenção de água potável, visto que sua aplicação é de baixo custo e de fácil manuseio (MORAES, 2009). Todavia, vale ressaltar que tal coagulante químico, quando aplicado em altas concentrações, deixa resquícios na água, apresentando alta toxicidade. O Sulfato de Alumínio é um composto genotóxico, isto é, capaz de danificar e ou alterar a informação genética e atividade celular dos organismos, desta forma, ao ser liberado no meio ambiente pode se depositar no solo, comprometendo o desenvolvimento da vegetação (produtores), e conseqüentemente, gerando um acúmulo ao longo dos níveis tróficos.

Com o intuito de amenizar tal impacto, faz-se necessária a aplicação de novos métodos para remoção de poluentes. Assim, surgiram estudos direcionados para o uso de coagulantes orgânicos, mais especificamente plantas e sementes mucilaginosas, como uma alternativa à essa necessidade.

*“Os polímeros naturais extraídos de plantas mucilaginosas são constituídos à base de polissacarídeos, proteínas e, principalmente, amido, sendo esses componentes capazes de participar do processo de floculação/coagulação dos sólidos presentes na água durante o tratamento” (SANTOS, 2017).*

Desta forma, o alvo do presente estudo é a *Salvia hispanica*, comumente chamada de chia, uma semente que quando imersa em água libera uma substância gelatinosa, com o objetivo de avaliar sua eficiência em associação com o Sulfato de Alumínio no tratamento de efluentes de uma indústria de tinta no norte do Estado do Paraná, por meio da análise de determinados parâmetros.

## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram coletados galões de 20L de efluente de uma indústria de tinta localizada no norte do Estado do Paraná. Para fins de planejamento estatístico foram declaradas duas variáveis independentes, sendo elas o tempo de sedimentação (min) e a concentração de coagulante (mg/L). O experimento foi feito em duplicata e com diferentes níveis (-1, 0, 1) (YABUKI, 2020). Em relação ao tempo de sedimentação, os níveis -1, 0 e 1 correspondem a 10, 20 e 30 minutos, respectivamente.

Para a determinação de concentração da mucilagem de chia, foi realizado um teste de coagulação em 100mL de efluente, no qual foram necessários 10mL de Sulfato de Alumínio, em associação com 10mL de mucilagem de chia, para o início da floculação. Assim, para tratar 200mL de efluente foram necessários 20mL de Sulfato de Alumínio  $Al_2(SO_4)_3$  em todas as amostras. Já as concentrações de coagulante orgânico, mucilagem



de chia, para os níveis, -1, 0 e 1, foram respectivamente de 30, 35 e 40g/L. Para a preparação da mucilagem de chia, as sementes foram pesadas separadamente sendo as pesagens de 30, 35 e 40g em um béquer de 1L, em sequência foram imersas em água destilada por aproximadamente 19 horas. Após este período, foi coletado o gel que envolve a semente com o auxílio de uma peneira de cozinha, obtendo assim a mucilagem com as concentrações de 30, 35 e 40 g/L já mencionadas. Na preparação do Sulfato de Alumínio, foram pesados 10,000g de  $Al_2(SO_4)_3$  em pó, e o mesmo foi diluído em um balão volumétrico de 1L com água destilada, tendo assim uma concentração de 10g/L.

Em cada recipiente, foram colocados 200mL de efluente provenientes da indústria de tinta, na sequência colocados os coagulantes, orgânico e inorgânico, preparados com suas respectivas concentrações, registrando a concentração de coagulante e o tempo de sedimentação em uma etiqueta acima da amostra. Para os processos de coagulação e floculação foram levadas ao equipamento jar-teste, com espaço para seis amostras e hastes misturadoras com regulador de rotação, o mesmo foi programado para ficar sob agitação de 100rpm durante 3 minutos, em seguida, 15rpm por 10 minutos.

Ao fim do ciclo de agitação, cada amostra foi colocada para sedimentar de acordo com o tempo determinado no planejamento experimental, e após isto, foram medidas sua cor aparente, turbidez, pH e condutividade elétrica, nos respectivos equipamentos, espectrofotômetro, turbidímetro, phmetro e condutímetro, todos calibrados e zerados com água destilada. Além das amostras tratadas, o efluente bruto também passou pelo processo de leitura destes itens.

Após a leitura destes parâmetros, as amostras foram armazenadas em tubos de ensaio e, posteriormente, foi realizada a leitura da Demanda Química de Oxigênio (DQO) por meio da leitura de absorbância.

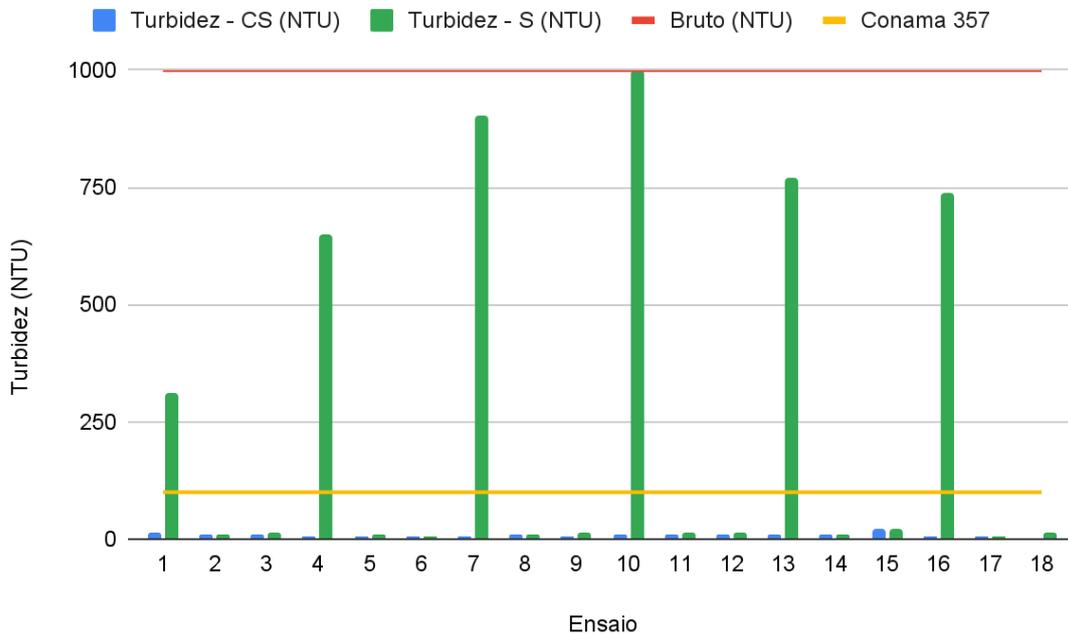
Paralelamente, para fins de comparação, todos estes procedimentos e leituras foram realizados também para amostras contendo apenas Sulfato de Alumínio, sem coagulante orgânico, variando apenas a concentração do mesmo, sendo de 10, 20 e 30 mg/L, para os níveis -1,0 e 1, e mantendo os tempos de sedimentação de 10, 20 e 30 minutos.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da leitura das amostras nos equipamentos foram obtidos resultados para todos os parâmetros citados como alvo da análise, tanto para os ensaios utilizando o coagulante orgânico quanto para os que continham apenas Sulfato de Alumínio. Porém, o único parâmetro que se apresentou significativo em relação aos ensaios utilizando a mucilagem da chia foi a Turbidez, o qual está representado na Figura 1.



Figura 1 – Gráfico de Turbidez com base na resolução Conama 357



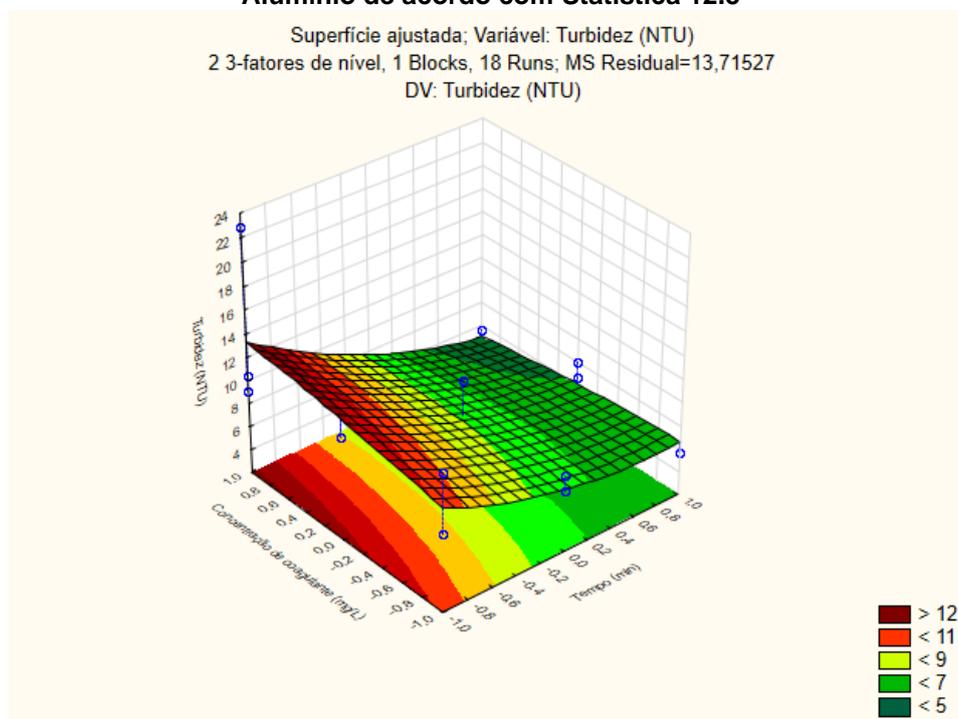
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Analisando os resultados do parâmetro turbidez, que de acordo com o Conama possui um limite de 100 NTU para lançamento em corpo receptor, todos os ensaios realizados com gel de chia e 12 ensaios apenas com Sulfato de Alumínio apresentaram-se coerentes com a legislação. Verificou-se que os ensaios apenas de Sulfato de Alumínio que não estão adequados todos são os de menor concentração, ou seja, tem-se a necessidade das maiores concentrações do coagulante inorgânico para remoção de turbidez, enquanto em associação com o gel da chia essas concentrações podem ser reduzidas para atingir resultados mais relevantes relacionados à tal parâmetro.

Para a análise estatística dos dados coletados foi utilizado o software StatSoft Statistica 12.5, o qual auxilia na validação dos dados que apresentaram uma eficiência significativa. Esse software é um conjunto de ferramentas para análise, gestão e visualização de bases de dados e Data Mining, que consiste em um processo que explora dados buscando padrões consistentes, como regras de associação ou sequências temporais, assim identificando relações sistemáticas entre variáveis, declarando novos subconjuntos de dados. De acordo com o software, apenas o parâmetro Turbidez apresentou significância e os resultados podem ser observados na Figura 2.



Figura 2 – Gráfico de Superfície - Análise do parâmetro Turbidez da Chia associado ao Sulfato de Alumínio de acordo com Statistica 12.5



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Com base no Gráfico de Superfície apresentado acima, analisa-se que o parâmetro Turbidez apresenta redução somente em relação à variação do tempo de sedimentação das amostras, não apresentando alterações significativas relacionadas à variação da concentração de coagulante orgânico.

Em relação às amostras com coagulante orgânico, os parâmetros que não foram apresentados graficamente, não apontaram valores considerados significativos pelo Software Statistica 12.5, assim não se pode concluir a eficiência do tratamento em relação a estes parâmetros, de acordo com a concentração de coagulante e o tempo de sedimentação. Já em relação ao Sulfato de Alumínio, o mesmo apresentou resultados significativos em todos os parâmetros, com exceção da condutividade elétrica.

## CONCLUSÃO

O Sulfato de Alumínio, empregado no tratamento convencional, apresenta resultados eficazes, porém traz consigo aspectos negativos, especialmente quando utilizado em altas concentrações, deixando resíduos que ao serem despejados nos corpos hídricos, podem ocasionar riscos à saúde da fauna e da flora. Assim, os coagulantes orgânicos são uma importante alternativa de associação ou substituição para o uso do Sulfato de Alumínio, possibilitando sua aplicação em menores concentrações, reduzindo consideravelmente seus danos ambientais e, paralelamente, apresentando alta eficiência no tratamento de efluentes.

Nesta pesquisa, a mucilagem da chia se mostrou relativamente eficiente, visto que, apesar de não apresentar resultados que estão dentro de todos os padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pelo CONAMA 357/05, desempenhou um bom papel no



tratamento físico-químico do efluente, destacando-se no parâmetro Turbidez, com alta porcentagem de remoção. Já para os parâmetros que não foram corrigidos nesta etapa, deve haver a aplicação de outros processos na sequência deste tratamento.

Em suma, é indispensável a realização de novas pesquisas com a chia e outros possíveis coagulantes orgânicos, com o objetivo de redução dos impactos ambientais prejudiciais, de forma economicamente viável para sua execução e eficácia no tratamento.

## Agradecimentos

Os autores deste artigo agradecem a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina, pelo apoio da instituição no desenvolvimento da pesquisa por meio de recursos dos laboratórios e pelo conhecimento promovido. Agradecem também, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ pelo fomento desta pesquisa por meio do auxílio concedido ao autor bolsista.

## Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, Resolução CONAMA n°357, de 17 de março de 2005. **Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional**. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_aqua\\_rtfcdaltrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_aqua_rtfcdaltrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf). Acesso em: 17 de set. de 2023.

BRASIL, Resolução CONAMA n°430, de 13 de maio de 2011. **Condições e padrões de lançamento de efluentes**. Disponível em: <https://www.suape.pe.gov.br>. Acesso em: 17 de set. De 2023.

MORAES, Leila Cristina Konradt. **ESTUDO DOS PROCESSOS DE COAGULAÇÃO E FLOCULAÇÃO SEGUIDOS DE FILTRAÇÃO COM MEMBRANAS PARA A OBTENÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL**. Maringá, 2009. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/3645/1/000178868.pdf>. Acesso em: 16 de set. de 2023.

SANTOS, Wendell da Silva. **CARACTERIZAÇÃO DE BIOPOLÍMEROS EXTRAÍDOS DA BABOSA (*Aloe arborescens*) E AVALIAÇÃO NO PROCESSO DE FLOCULAÇÃO E COAGULAÇÃO NO TRATAMENTO DE ÁGUA**. Pato Branco, 2017. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/3645/1/000178868.pdf>. Acesso em: 15 de set. de 2023.

YABUKI, Jéssica Nahoko. **Estudo da aplicação do coagulante orgânico *Aloe barbadensis* Miller associado ao sulfato de alumínio para o tratamento de água residuária proveniente da indústria de tinta**. Londrina, 2020.