



Aplicação da *Aloe Vera* como um coagulante orgânico no tratamento de efluente de uma indústria de tinta

Application of *Aloe Vera* as an organic coagulant in the effluent treatment from a paint industry

Lígia Midori Konno Lopes¹, Júlia Cezare do Santo², Juliana Santos Favaro³, Vitória Carolina da Silva⁴, Joseane Debora Peruço Theodoro⁵.

RESUMO

O presente estudo visa avaliar a eficiência da *Aloe Vera*, conhecida como babosa, associada ao Sulfato de Alumínio no tratamento do efluente de uma indústria de tinta do município de Maringá/PR, além de avaliar também o uso somente do Sulfato de Alumínio. Foram realizados dois processos de tratamento, sendo o primeiro constituído pela preparação do "gel de babosa" e a associação ao Sulfato de Alumínio, e o segundo apenas pelo Sulfato de Alumínio, ambos foram seguidos de coagulação, floculação e sedimentação. Foram realizadas 18 amostras para cada coagulante, no primeiro teste foram utilizadas diferentes concentrações de coagulante orgânico e uma quantidade fixa de coagulante inorgânico, enquanto para o segundo teste foram utilizadas diferentes concentrações do coagulante inorgânico, e ambos tiveram variados tempos de sedimentação. Foram analisados cinco parâmetros das amostras, que foram verificados se estão de acordo com a legislação brasileira para o lançamento em corpos hídricos. Assim, com o auxílio de um software de estatística, o coagulante orgânico mostrou-se significativo em dois parâmetros, enquanto o coagulante inorgânico foi significativo em quatro parâmetros, entretanto, dado a toxicidade do resíduo de Sulfato de Alumínio em altas concentrações na água após o tratamento, o uso desse coagulante orgânico ainda é conveniente.

PALAVRAS-CHAVE: babosa; efluente; tratamento.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the efficiency of *Aloe Vera*, known as aloe, associated with Aluminum Sulfate in the effluent treatment from a paint industry of the city Maringá/PR, this is article also evaluate the use of Aluminum Sulfate by itself. Two treatment processes were carried out, the first consisting of the preparation of "aloe gel" and its association with Aluminum Sulfate, and the second one with only Aluminum Sulfate, both followed by coagulation, flocculation and sedimentation. In the first test, different concentrations of organic coagulant and a fixed amount of inorganic coagulant were used, while the second test used different concentrations of inorganic coagulant, and both had variable times of sedimentation. Five parameters were analyzed and checked for compliance with Brazilian legislation of effluent discharge into water bodies. Thus, with a statistical software, the organic coagulant proved to be significant in two parameters, while the inorganic coagulant was significant in four parameters, however, due to the toxicity of the residual Aluminum Sulfate in high concentrations in the water after the treatment, the use of this organic coagulant is still convenient.

KEYWORDS: aloe; effluent; treatment.

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: ligiamidori@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 6805543532413676

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

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

⁴ Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: vitoriacarolina@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 8067714372751477.

⁵ Docente no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: joseaneph@gmail.com. ID Lattes: 0351233547495522.



INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda de atividades industriais e de construção civil houve um aumento significativo na produção de tintas e vernizes, aumentando também a concentração desses poluentes no meio ambiente por conta dos resíduos gerados, assim os efluentes dessas indústrias devem passar por um processo de tratamento antes de voltarem aos corpos hídricos, para que não haja a degradação dos rios receptores.

Atualmente, os coagulantes mais utilizados no tratamento de efluentes são os inorgânicos, como o sulfato de alumínio, cloreto férrico e policloreto de alumínio, pois apresentam alta eficiência, entretanto, eles deixam resíduos como sais de ferro e alumínio na água tratada, o que, em altas concentrações, pode ser prejudicial ao meio ambiente. Desta forma, o uso ou a associação de coagulantes orgânicos é uma boa alternativa para este problema, pois os resíduos gerados por eles são biodegradáveis e há uma menor concentração dos coagulantes inorgânicos (ROSA, 2019).

O coagulante orgânico escolhido para essa pesquisa foi a planta arbustiva *Aloe vera*, popularmente conhecida como babosa, que pode ser utilizada pela substância viscosa encontrada em seu interior, conhecida como “gel de babosa” ou mucilagem. Essa mucilagem contém biopolímeros, como vitaminas, aminoácidos, polissacarídeos, enzimas, ácidos graxos, sais minerais e entre outros, que têm a capacidade de desestabilização da carga elétrica dos sólidos suspensos, fazendo com que exista a aglomeração de partículas na água por meio da coagulação e floculação (SANTOS, 2017).

Assim, o presente artigo tem como objetivo avaliar alguns dos parâmetros estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com a Resolução N° 357, de 17 de março de 2005, especificamente os itens retificados pela Resolução N° 430, de 13 de maio de 2011 sobre o tratamento de águas residuárias, nesse caso, coletadas em uma indústria de tinta localizada no Norte do Paraná, sendo o tratamento realizado através dos processos de coagulação, floculação e sedimentação usando o coagulante orgânico *Aloe vera* em associação com o Sulfato de Alumínio.

METODOLOGIA

Nesta pesquisa foram coletados galões de 20L de efluente de uma indústria de tinta localizada na região norte no Estado do Paraná e a babosa do campus UTFPR/LD. 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 ambos as variáveis independentes com diferentes níveis (-1, 0, 1) (YABUKI, 2020).

Para a determinação de concentração do “gel de babosa”, foi realizado um teste de coagulação em 100mL de efluente, no qual foram necessários 10mL de Sulfato de Alumínio, em associação com 10mL de gel de babosa, 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, gel de babosa, para os níveis, -1, 0 e 1, foram respectivamente de 10, 20 e 30 mg/L.

Em relação ao tempo de sedimentação, os níveis -1, 0 e 1 correspondem a 10, 20 e 30 minutos, respectivamente.

No processo de preparação do “gel de babosa”, foi extraído a mucilagem do interno da folha da babosa lavada e pesados aproximadamente 200g deste gel, posteriormente,



foram adicionados a um liquidificador, os quais foram batidos juntamente com 500mL de água destilada.

Na preparação do Sulfato de Alumínio, foram pesados 10,000g de $Al_2(SO_4)_3$ em pó, que foi diluído em um balão volumétrico de 1L contendo água destilada, tendo assim uma concentração de 10g/L.

Para os processos de coagulação, floculação e sedimentação, foi utilizado o jar-teste, modelo 218 - 6LDB, da marca Nova Ética, com espaço para seis amostras e hastes misturadoras com regulador de rotação. Para cada amostra, foram colocados 200mL de efluente advindos da indústria de tinta e em sequência foram adicionados os coagulantes, orgânico e inorgânico, de diferentes concentrações. O equipamento 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 e a Demanda Química de Oxigênio (DQO). Além disso, o efluente bruto também passou pelo processo de leitura destes itens.

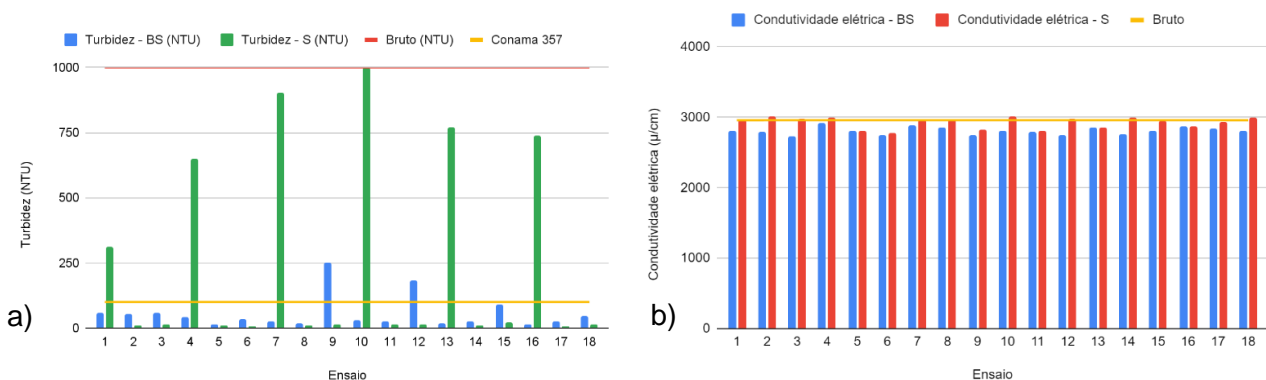
Paralelamente, todos estes procedimentos e leituras foram realizados também para as amostras de Sulfato de Alumínio sem coagulante orgânico, variando apenas a concentração do mesmo, sendo de 10, 20 e 30 mg/L, para os níveis -1, 0 e 1, respectivamente, e mantendo os tempos de sedimentação de 10, 20 e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

RESULTADOS E DISCUSSÕES

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. Assim os parâmetros que obtiveram um resultado significativo no tratamento com o gel de babosa foram a turbidez e a condutividade elétrica.

A comparação entre os resultados obtidos para o parâmetro turbidez no tratamento do efluente com o gel de babosa e apenas com o sulfato de alumínio pode ser conferido na Figura 1 a), enquanto a comparação entre os resultados dos diferentes coagulantes obtidos na leitura do parâmetro condutividade elétrica pode ser conferida Figura 1 b).

Figura 1: a) Resultados de Turbidez com base na Resolução Conama 357 e b) Resultados da condutividade elétrica das amostras em comparação com a amostra bruta.



Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com Conama, o limite de turbidez para o lançamento em corpo hídrico receptor é de 100 NTU. Assim, 16 ensaios realizados com gel de babosa e 12 ensaios

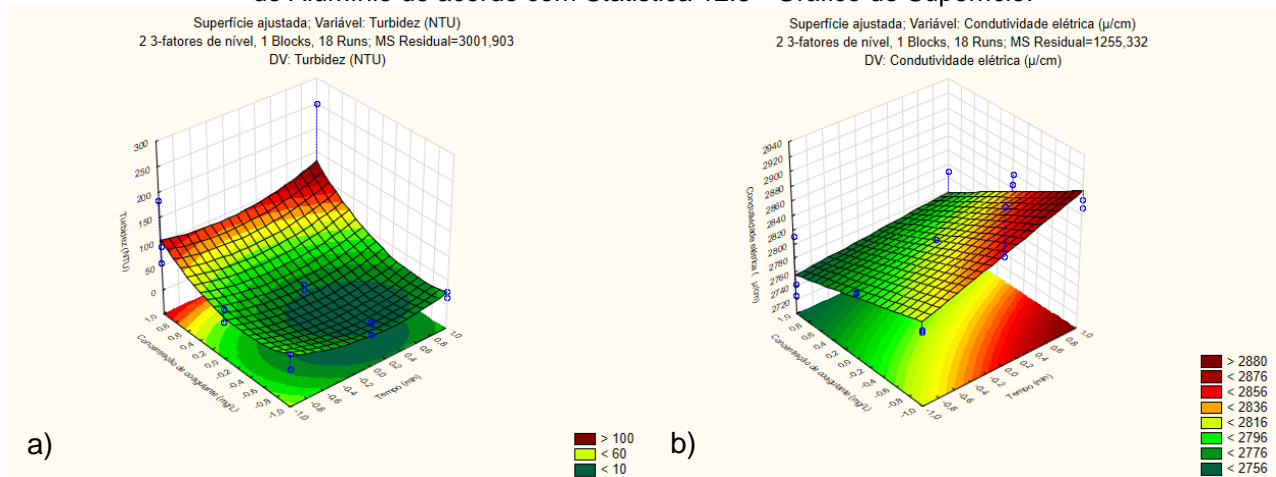


apenas com Sulfato de Alumínio apresentaram-se coerentes com a norma. Verificou-se também que os únicos ensaios com o gel de babosa que não estão dentro da resolução são os que apresentam maiores concentrações de coagulante, já os ensaios de sulfato de alumínio que não estão adequados são os de menor concentração.

Já em relação à condutividade elétrica, como não é amparado pelas normas do Conama, os resultados foram comparados com a amostra bruta, sendo assim todos os ensaios realizados com a associação de coagulantes apresentaram uma redução neste parâmetro, enquanto nos ensaios realizados apenas com o coagulante inorgânico um dos ensaios não apresentou nenhuma modificação e nove deles apresentaram valores superiores ao da amostra bruta.

Com o auxílio gráfico do software, foi possível fazer as curvas de superfícies e verificar como as variáveis independentes influenciam nos resultados obtidos nesses parâmetros nas Figura 3.

Figura 3: Análise do parâmetro de a) Turbidez e b) Condutividade Elétrica da Babosa associado ao Sulfato de Alumínio de acordo com Statistica 12.5 - Gráfico de Superfície.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a avaliação da turbidez com o coagulante orgânico associado ao inorgânico, os melhores resultados podem ser obtidos com as menores concentrações, e apesar de não apresentar grandes alterações em relação ao tempo, o tempo médio (20 minutos) seria o mais ideal.

Em relação a condutividade elétrica, pode-se concluir que tanto a concentração de coagulante orgânico, quanto o tempo de sedimentação apresentaram o seguinte comportamento durante o tratamento do efluente, quanto maior a concentração de coagulante e menor o tempo de sedimentação, menor é a condutividade elétrica em $\mu\text{S}/\text{cm}$ obtida no final do tratamento.

Os parâmetros que não foram apresentados graficamente nos resultados, não apontaram valores considerados significativos pelo Software Statistica 12.5.

Dado o exposto, o tratamento realizado com a Babosa associada ao Sulfato de Alumínio apresentou resultados significativos para determinados parâmetros, exceto em relação ao pH, Cor Aparente e DQO. Os parâmetros significativos tiveram variações influenciadas pelo tempo de sedimentação e concentração de coagulante orgânico, porém não se estabeleceu um padrão dessas variáveis independentes em ambos os parâmetros.



Já o tratamento realizado apenas com o Sulfato de Alumínio, apresentou resultados significativos em todos os parâmetros, exceto em relação à condutividade elétrica. É importante ressaltar que esses resultados foram significativos apenas com a variação da concentração, sendo que quanto maior a concentração, melhores os resultados encontrados, o que pode indicar maiores concentrações de alumínio nas águas residuais do tratamento.

CONCLUSÃO

Em corolário, o Sulfato de Alumínio, que é empregado no tratamento convencional, apresenta resultados eficazes, porém traz malefícios para o meio ambiente quando é utilizado em altas concentrações. Assim, é necessário investir em pesquisas acerca de coagulantes orgânicos como forma de substituir ou complementar o uso do Sulfato de Alumínio, possibilitando que ele seja aplicado em menores concentrações, reduzindo consideravelmente seus impactos ambientais e, paralelamente, apresentando alta eficiência no tratamento de efluentes.

Neste estudo, a babosa se mostrou relativamente eficiente, pois apesar de não atingir os limites estabelecidos pelo CONAMA 357/05 para alguns dos parâmetros avaliados, ela cumpriu o objetivo no tratamento físico-químico do efluente. Além disso, nos parâmetros que apresentaram valores significativos, ela obteve alta porcentagem de remoção. Enquanto, para os parâmetros que não foram corrigidos nesta etapa, deve-se aplicar outros métodos subsequentes a este tratamento para a correção deles.

Desta forma, é importante a realização de novos estudos com a babosa e outros coagulantes orgânicos, a fim de se obter um tratamento altamente eficaz, economicamente viável e que possua o menor impacto ambiental possível.

Agradecimentos

Os elaboradores deste artigo agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ pelo fomento dessa pesquisa através do auxílio do autor bolsista. Também agradecemos a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/LD pela oportunidade de aprendizado e pelos laboratórios cedidos.

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_agua_rtfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 15 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/images/publicacoes/CONAMA_n.430.2011.pdf. Acesso em: 15 de set. de 2023.

ROSA, Marijane Silva. **AVALIAÇÃO DO EMPREGO DE COAGULANTES ORGÂNICO E INORGÂNICO NO TRATAMENTO PRIMÁRIO DE EFLUENTE DE ABATE E INDUSTRIALIZAÇÃO DE AVES.** Medianeira, 2019. Disponível em:

<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12533/2/empregocoagulantestratamentoefluente.pdf>. Acesso em: 11 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.** Disponível em:

http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15386/1/PB_DAQUI_2017_1_8.pdf. Acesso em: 11 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.