

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA FARINHA DESENGORDURADA DE CHIA NO TRATAMENTO DE EFLUENTE INDUSTRIAL DE SOJA

STEFANNY PEREIRA ATANES¹; **RENATA MACHADO PEREIRA DA SILVA²**;
SIBELE SANTOS FERNANDES³

¹*Universidade Federal do Rio Grande (FURG) – stefannypereiraatanes@gmail.com*

²*Universidade Federal do Rio Grande (FURG) – renatapereiraaps@hotmail.com*

³*Universidade Federal do Rio Grande (FURG) – sibele.fernandes@furg.br*

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Embrapa, atualmente, o Brasil é o maior produtor de grãos de soja do mundo, com uma produção de aproximadamente 169,49 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2024). Diante desse cenário, a indústria de processamento de soja cresce a cada ano no país, seja na produção de óleo ou em biorrefinarias. No entanto, essa enorme produção passa por etapas como refino, degomagem, alcalinização, branqueamento e desodorização, gerando um conteúdo de poluentes com elevada carga orgânica e variabilidade em parâmetros físico-químicos como turbidez, cor e pH. Esse efluente se despejado em corpos hídricos sem tratamento prévio, pode acarretar impactos ambientais significativos, como alteração da qualidade da água e prejuízos a vida aquática (POLUCENO *et al*, 2015).

Assim, para que se tenha um maior controle do que é despejado nos corpos hídricos e garantir que seja feito de maneira adequada o governo por meio do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) elaborou a resolução 430/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes tanto industriais quanto domésticos (BRASIL, 2011). Associado a isso, é vital que se busquem estratégias mais sustentáveis e amigáveis para o tratamento desses efluentes de acordo com a legislação e atingindo os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (ODS), a fim de minimizar os impactos ambientais.

Dentre essas estratégias tem se destacado o uso de coagulantes naturais (biocoagulante). Estes podem ser oriundos de subprodutos agroindustriais de baixo valor agregado, mas que ainda apresentam características potenciais para outros fins, sendo, dessa forma, uma alternativa sustentável aos coagulantes químicos amplamente utilizados, porém de inúmeras desvantagens (ARRUDA, 2015). Um subproduto de destaque é a farinha de chia desengordurada, resíduo da extração do óleo de chia. Este subproduto apresenta elevada produção, uma vez que para cada 1 kg de semente de chia prensada, cerca de 700 g de farinha de chia desengordurada são produzidas. Esta elevada quantidade ultrapassa a demanda, a qual é destinado ao consumo animal através de ração. Entretanto, este subproduto apresenta um elevado teor proteico e de fibras, além da presença da mucilagem de chia (SENNA *et al.*, 2024). Nesse intuito, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência do uso de farinha de chia desengordurada em diferentes granulometrias em um efluente proveniente do processamento de soja, por meio de análises dos parâmetros de pH, cor e turbidez.

2. METODOLOGIA

O efluente foi coletado em janeiro de 2025 em uma indústria de processamento de soja (Rio Grande/RS), seguindo as normas NBR 9897 e NBR 9898 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1987), e armazenado sob refrigeração a 4 °C até a realização das análises. A farinha de chia desengordurada (FCD) foi cedida pela Produza Foods Comércio de Alimentos Ltda, Foz do Iguaçu/PR.

A FCD foi peneirada resultando em duas frações de diferentes granulometrias: (i) fração <100 mesh; e (ii) fração >100 mesh. A partir de cada fração, foram preparadas soluções de 0,5 g em 100 mL de água destilada. Os biocoagulantes (soluções das frações) e o efluente (500 mL) foram adicionados ao Jar Teste (Milan, 603M6, Brasil), sendo cada ensaio mantidos a 120 rpm por 5 min para coagulação, 30 rpm por 15 min para floculação e, por fim, decantação por 24 h.

A cor aparente foi avaliada utilizando um fotômetro (Hanna, HI83399, Romênia). A turbidez foi obtida por meio do uso de um turbidímetro portátil (AKSO, AK410, Brasil) e para medição do potencial hidrogeniônico foi usado o pHmetro (Quimis, Q400AS, Brasil).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos de pH, cor aparente e turbidez para os tratamentos com FCD em diferentes granulometrias como biocoagulante, bem como a caracterização do efluente bruto (antes do tratamento) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados para efluente de soja antes e após tratamento.

	pH	Cor aparente (PCU)	Turbidez (NTU)
Efluente Bruto	8,00±0,03 ^b	481,33±4,04 ^a	44,03±0,21 ^a
FDC	<100 mesh	8,32±0,01 ^a	292,33±5,51 ^c
	>100 mesh	8,35±0,01 ^a	405,33±3,79 ^b

FDC: Farinha de chia desengordurada; PCU: Unidades de platina cobalto; NTU: Unidades nefolométricas de turbidez. Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

O pH do efluente bruto (8,00) apresentou diferença significativa em relação os efluentes tratados com as diferentes frações de FCD. Entretanto, não houve diferença significativa entre as frações. A Resolução 430/11 do CONAMA (BRASIL, 2011) delimita que para um efluente ser lançado de forma segura o efluente deve possuir valores de pH entre 5,0 e 9,0, enquanto a Resolução CONSEMA nº 355/17 (BRASIL, 2017) rege valores de pH entre 6,0 e 9,0, ambas legislações condizentes com os valores encontrados.

Em relação à cor aparente, ambas as granulometrias promoveram redução significativa dos sólidos dissolvidos quando comparadas ao efluente bruto. A fração <100 mesh apresentou desempenho superior, com redução de 39,3% em relação ao valor inicial, enquanto a fração >100 mesh obteve uma redução de 15,8%. Esses resultados indicam o potencial da FCD na remoção de substâncias dissolvidas, principalmente matéria coloidal.

De forma similar a cor aparente, a turbidez também apresentou maior remoção na granulometria <100 mesh (37,2%), seguido da granulometria >100 mesh com 12,8% de remoção dos sólidos suspensos. É importante ressaltar, que a turbidez está relacionada a matéria suspensa no efluente, que pode ser composta por partículas que vírus e bactérias, que se alojam e passam a contaminar a água e gerar malefícios ao sistema aquático (CHIAVOLA *et al*, 2023). Com relação a legislação, o efluente bruto apresentou um valor superior (44,03 NTU) ao limite máximo de 40 NTU o que mostra que não tem uma carga grande de matéria suspensa, o que faz sentido já que o efluente de soja tem como característica sua cor mais ressaltada já que passa por muitos processos químicos (QIAO *et al*, 2019). Entretanto, ainda assim foi possível notar a queda do valor que ficou dentro do limite da CONAMA 357/05.

Com relação a maior eficiência da FDC com menor granulometria, esse fator pode ter se dado devido a maior área superficial das partículas mais finas que favoreceram a interação dos compostos coloidais e sólidos suspensos que estavam presentes no efluente formando flocos maiores o que auxiliou no processo de floculação e coagulação. Associado a isso, o maior período de sedimentação pode ter também proporcionado um melhor resultado de remoção.

Como foi ressaltado, estudos que visam utilizar coagulantes naturais têm crescido. Entretanto, até o presente momento, não se tem estudos utilizando a FCD no tratamento de efluentes industriais.

4. CONCLUSÕES

O estudo desenvolvido mostrou que a farinha desengordurada de chia, com destaque para a fração de granulometria <100 mesh, apresenta um potencial para aplicação como biocoagulante para tratamentos em efluentes provenientes do processamento de soja. A FCD promoveu reduções expressivas nos valores de cor aparente e turbidez, além de manter o pH dentro dos padrões da legislação vigente. Estudos posteriores serão necessários para avaliar a melhor concentração da FCD. Assim, a utilização desse subproduto agroindustrial gerou resultados satisfatórios, causando menor dano ambiental e uso da economia circular.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, C. S. C.; ORTIZ, I. G.; PACHECO, R. P.; BUENO, R. F. Pós-tratamento de efluente cervejeiro com coagulantes naturais. **InterfacEHS – Saúde, Meio ambiente e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 141–156, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9897**: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898**: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987. 22 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho

Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Brasília, 2011. Online. Acessado em: 13 ago. 2025. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília, 2005. Online. Acessado em: 13 ago. 2025. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>

BRASIL. Conselho Estadual do Meio Ambiente (RS). **Resolução nº 355, de 13 de março de 2017.** Dispõe sobre os padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017. Online. Acessado em: 13 ago. 2025. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201804/09142546-resolucao-consema-355-2017.pdf>

CHIAVOLA, A.; DI MARCANTONIO, C.; D'AGOSTINI, M.; LEONI, S.; LAZZAZZARA, M. A combined experimental-modeling approach for turbidity removal optimization in a coagulation–flocculation unit of a drinking water treatment plant. **Journal of Process Control**, Amsterdam, v. 130, p. 103068, 2023.

EMBRAPA. **Dados econômicos da soja.** Embrapa Soja, Londrina, 2024. Online. Acessado em: 13 ago. 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>

KALADEVI, P.; VASANTHAKUMARI, R.; DHIVYA, B. Effectiveness of natural coagulants from plant and animal sources: A review. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, Amsterdam, v.21, p.100415, 2021.

POLUCENO, K.H.B.; BOLIGON, J.; FREITAS, B.O. Diagnóstico e proposta de melhorias para um sistema de tratamento de efluente de uma indústria de processamento de soja. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, 28., Belo Horizonte, 2015. Anais. Belo Horizonte: ABES, 2015. p. 1-7.

QIAO, N.; FAN, X.; ZHANG, X.; SHI, Y.; WANG, L.; YU, D. Soybean oil refinery effluent treatment and its utilization for bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter xylinus*. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, v.97, p.105185, 2019.

SENNA, C.; SOARES, L.; EGEA, M. B.; FERNANDES, S. S. The techno-functionality of chia seed and its fractions as ingredients for meat analogs. **Molecules**, Basel, v. 29, n. 2, p. 440, 2024.