

AVALIAÇÃO DE UM COAGULANTE MAGNÉTICO A BASE DE *MORINGA OLEIFERA* E ÓXIDO DE FERRO NA REMOÇÃO DO CORANTE AMARELO TARTRAZINA

Isabela Sperandino Sanches (PIBIC/CNPq/Uem)^a, Gustavo Affonso Pisano Mateus^a, Tássia Rhuna Tonial dos Santos^a, Murilo Barbosa de Andrade^a, Raquel Guttieres Gomes^b, Rosângela Bergamasco^a (Orientador),
rgamasco@uem.br.

^aDepartamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil

^bDepartamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil

Engenharia Química - Tratamentos e Aproveitamento de Rejeitos

Palavras-chave: Tartrazina, *Moringa oleifera*, nanopartículas magnéticas.

Resumo

O presente estudo objetivou avaliar o desempenho de um coagulante magnético composto por óxido de ferro (Fe_3O_4), funcionalizado com proteínas presentes no extrato de *Moringa oleifera* para tratar efluente da indústria de alimentos, contendo corante amarelo tartrazina. A partir dos ensaios de coagulação/floculação, seguidos de sedimentação magnética, avaliou-se em qual faixa de pH (3, 6 e 9) há maior remoção do corante: a de pH 3, devido a carga eletrostática negativa avaliada via potencial zeta, com maior interação coagulante-moléculas de corante. Assim, o proposto apresentou-se como um material eficiente para remoção de tartrazina, condizente com questões ambientais e de fácil separação na sedimentação.

Introdução

A indústria alimentícia ganha a cada dia mais espaço e, com ela, vêm a expressiva geração de resíduos, que requerem cada vez mais atenção (Leite e Pawlowsky, 2005). O emprego comum de aditivos químicos, como corantes, é justificado por questões associadas a aceitação e consumo do produto, e entre eles a tartrazina, corante azo solúvel em água, sintético, aniônico, de coloração amarela, com dois grupos sulfônicos, um azo (N=N) e um grupo funcional carboxílico, destaca-se pelo uso em alimentos, cosméticos e fármacos, e por causar reações alérgicas em crianças, asma letal, urticária, danos ao DNA, déficit de atenção e hiperatividade (Al-Shabib, Khan *et al.*, 2017). Normalmente, em indústrias de alimentos, trata-se os efluentes com sais de alumínio, com coagulação/floculação/sedimentação (CFS), o que deixa resíduos de sais na água tratada, podendo causar danos indesejáveis ao sistema nervoso, relacionados ao Mal de Alzheimer (Wang, Wang *et al.*, 2012). Assim, é positivo substituir estes coagulantes sintéticos por substâncias naturais,

como tal, a base de *Moringa oleifera* (MO), com impactos tecnológicos, científicos, econômicos e ambientais relevantes, e o presente estudo objetivou (I) obter processo primário de tratamento de alta eficiência com coagulante magnético, para tratar efluente sintético da indústria de alimentos, (II) avaliar a influência de campo magnético na redução de tempo de sedimentação, e (III) avaliar a influência do pH no processo de CFS.

Materiais e métodos

O Corante amarelo tartrazina foi cedido por uma indústria do segmento localizada no nordeste de Santa Catarina, Brasil. O efluente sintético foi simulado pela adição do corante à água destilada, resultando em solução com concentração de $50 \pm 0,36 \text{ mg.L}^{-1}$ mensurada por espectroscopia UV/vis em Espectro DR 5000 (HACH). Após o preparo, foi caracterizado em relação ao seu pH (pHmetro Thermo-Scientific Orion Versastar) e ao potencial zeta.

Preparo do coagulante magnético (Fe_3O_4 + extrato salino de MO)

A síntese das nanopartículas magnéticas foi feita por co-precipitação em solução aquosa a partir de precursores férricos, com base na metodologia de Mateus et al., (2018). As sementes de MO foram descascadas e trituradas para o preparo do extrato salino (dissolução de 1,0 g de semente em 100 mL de solução de NaCl (1 M)). A extração dos compostos com propriedades coagulantes da semente foi realizada em liquidificador, por turbólise, por 3 min, e agitação intensa, por 30 min, e a solução resultante filtrada com papel filtro qualitativo. Funcionalizou-se as nanopartículas com o extrato de MO conforme a metodologia proposta por Mateus et al., (2018) na qual o extrato salino de sementes de MO (20 mL) com as nanopartículas (20 mg) foram submetidas à sonicação, seguida de agitação durante 1 h, originando o coagulante Fe_3O_4 -MO.

Avaliação da eficiência do processo

Amostras de efluente sintético foram caracterizadas após os ensaios de coagulação/floculação e sedimentação magnética com o coagulante proposto, para avaliar sua eficiência. Analisou-se a concentração do corante amarelo tartrazina, em triplicata, e a eficiência de remoção foi calculada segundo equação 1, sendo C_i e C_f os valores iniciais e finais.

$$\% \text{ Eficiência de Remoção} = (C_i - C_f) / C_i \times 100 \quad (1)$$

Ensaio de Coagulação/Floculação/Sedimentação

Os testes de CFS foram realizados em equipamento Jar test, em beakers contendo 0,6 L de efluente sintético, com pH do efluente ajustado para 3, 6 e 9, e condições operacionais de: mistura rápida de 100 rpm, tempo de coagulação de 2 min, velocidade de mistura lenta de 30 rpm, tempo de floculação de 30 min. A concentração aplicada de coagulante magnético foi

de 600 mg.L⁻¹, elegida com base em concentrações testadas por Mateus et al. (2018). A sedimentação foi realizada em tempos de 10, 20 e 30 min, com e sem campo magnético de 600 kAm⁻¹, mensurado por Gaussímetro (Lakeshore, 425).

Resultados e Discussão

Caracterização do efluente sintético da indústria de alimentos

A tabela 1 apresenta a caracterização do efluente utilizado nos ensaios de CFS.

Tabela 1- Caracterização do efluente sintético da indústria de alimentos.

Parâmetro	Resultado	Unidade
Concentração	50,00 ± 0,36	mg.L ⁻¹
pH	6,01 ± 0,03	-
Potencial Zeta	-22,19 ± 0,11	mV

Avaliação da influência do campo magnético e do tempo de sedimentação

Para comparar, realizou-se ensaios de controle na presença e ausência de campo magnético com solução de efluente sintético e coagulante a base de MO e Fe₃O₄-MO em pH natural da solução, com alíquotas do sobrenadante coletadas e analisadas nos tempos de 10, 20 e 30 min de sedimentação. Os resultados estão expressos na Figura 1, indicando que não há degradação natural do corante azo em função do tempo, pela complexidade de suas estruturas moleculares funcionais.

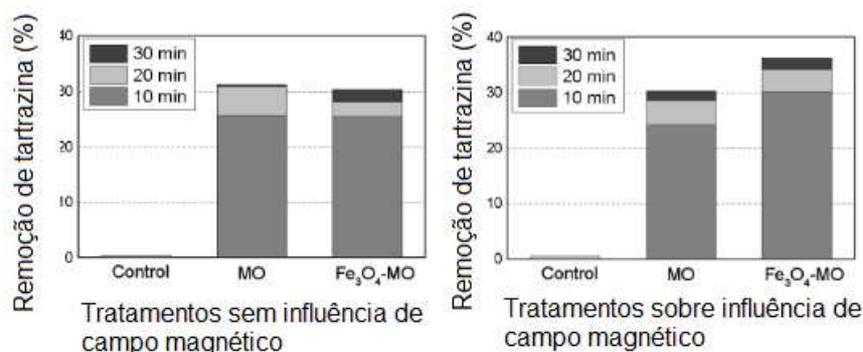


Figura 1- Percentual de remoção de tartrazina observado após 10, 20 e 30 minutos de sedimentação para o grupo controle e ensaios realizados com MO e Fe₃O₄-MO.

Efeito do pH

Com o coagulante sintetizado na presença e ausência de campo magnético, verificou-se que alterações de pH aumentam as remoções de cor aparente e concentração do efluente sintético alimentício. Os resultados estão expressos na Figura 2.

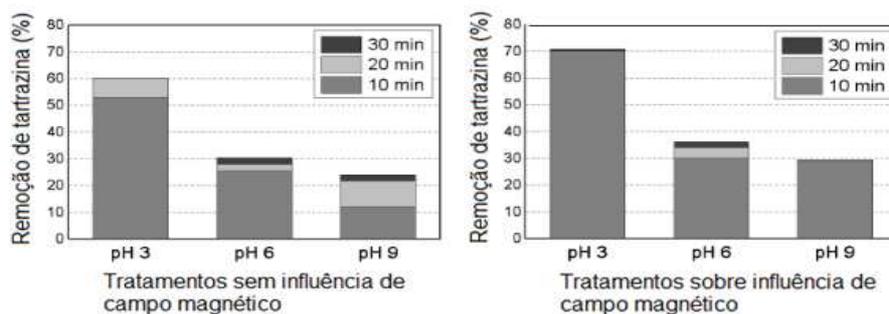


Figura 2 - Percentual de remoção de concentração de tartrazina observado após 10, 20 e 30 min de sedimentação em diferentes pH 3, 6 e 9.

Observou-se resultados de concentração superiores em pH 3 na presença de campo magnético com remoções 70,16%, em apenas 10 min de sedimentação magnética, enquanto em 30 min obteve-se 71,8 %.

Conclusões

Dentre os pHs avaliados, a faixa de 3 possibilitou maior remoção devido a carga eletrostática negativa da solução avaliada via potencial zeta, e maior interação coagulante-moléculas. Logo, o coagulante proposto apresentou-se como um material alternativo eficiente para remoção de tartrazina, com fácil separação na etapa de sedimentação e condizente com questões ambientais.

Agradecimentos

CNPq.

Referências

AL-SHABIB, N. A.; KHAN, J. M.; KHAN, M. S. et al. Synthetic food additive dye "Tartrazine" triggers amorphous aggregation in cationic myoglobin. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 98, p. 277-286, 2017.

LEITE, B. Z.; PAWLOWSKY, U. Alternativas de minimização de resíduos em uma indústria de alimentos da região metropolitana de Curitiba Waste minimization measures in a food industry located in the metropolitan area of Curitiba. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 10, p. 96-105, 2005.

MATEUS, G. A. P.; PALUDO, M. P.; DOS SANTOS, T. R. T. et al. Obtaining drinking water using a magnetic coagulant composed of magnetite nanoparticles functionalized with *Moringa oleifera* seed extract. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, 2018.

WANG, B.; WANG, W.; HAN, H. et al. Nitrogen removal and simultaneous nitrification and denitrification in a fluidized bed step-feed process. **Journal of Environmental Sciences**, v. 24, p. 303-308, 2012.