

# COAGULANTE MAGNÉTICO DE *MORINGA OLEIFERA* E GRAFENO PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES

Isabella Zanette da Silva<sup>1</sup>, Natália Ueda Yamaguchi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduada em Engenharia Química pela Universidade Cesumar – UNICESUMAR, Bolsista PIBIC/Fundação Araucária, Maringá – Paraná. [isab.zanette@hotmail.com](mailto:isab.zanette@hotmail.com)

<sup>2</sup>Orientadora, Professora Doutora, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas, UNICESUMAR, ICETI, Maringá - Paraná. [nataliayamaguchi@unicesumar.edu.br](mailto:nataliayamaguchi@unicesumar.edu.br)

## Introdução

As indústrias, são unidades bastante consumidoras de água e geradoras de efluentes (EL-NAAS *et al.*, 2014). Por este motivo, é de grande interesse o tratamento desses efluentes, de modo que possam ser descartados devidamente nos corpos hídricos sem comprometer a qualidade destes ou para seu reuso na própria indústria.

Nos processos de coagulação/floculação dos sistemas de tratamento de água e efluentes geralmente empregam-se coagulantes químicos inorgânicos e os mais comuns no tratamento de efluentes são o sulfato de alumínio, cloreto férrico e sulfato ferroso (NUNES, 2012), sendo que o mais utilizado no Brasil é o sulfato de alumínio (GUSMÃO, 2014). Porém, apesar da boa eficiência e do baixo custo apresentados, o alumínio encontra-se excedente na água residual e gera grandes quantidades de lodo que dificulta a degradação, tornando-se indesejável ambientalmente (BONGIOVANI *et al.*, 2010).

Por isso, o uso de coagulantes/floculantes naturais vem sendo estudado com uma alternativa viável em substituição aos químicos, principalmente devido à não-toxicidade, biodegradabilidade e baixo índice de produção de lodos residuais (SANTOS *et al.*, 2018; MORAES, 2004). Entre os coagulantes naturais, está a *Moringa Oleifera* (MO), que se destaca como uma das mais utilizadas (NDABIGENGESERE *et al.*, 1995). Todavia, a MO demonstra uma desvantagem quanto ao longo tempo de sedimentação das partículas, que são otimizados entre 60 a 90 minutos, devido a formação de flocos pequeno/leves (MADRONA *et al.*, 2010). Estudos mais recentes demonstram grande relevância funcionalizando nanopartículas de magnetita ( $Fe_3O_4$ ) com as sementes de MO no processo de coagulação (SANTOS *et al.*, 2018; MATEUS *et al.*, 2018).

O presente trabalho propõe a utilização do óxido de grafeno associado as nanopartículas de ferrita de manganês ( $MnFe_2O_4 - G$ ) e a MO para o tratamento de efluentes, a fim de avaliar o desempenho na remoção dos parâmetros físico-químicos, como turbidez e cor aparente.

## Material e Métodos

Tabela 1 - Caracterização do efluente utilizado nos ensaios de CFS.

Parâmetros	Unidades	Valores
Turbidez	NTU*	266 ± 1,414
Cor Aparente	mg PtCo/L	2007,33 ± 0,012
pH	-	7,73 ± 0,007

### 1. SÍNTESE DO COMPOSITO HÍBRIDO DE ÓXIDO DE GRAFENO E FERRITA DE MANGANÊS:

Para a síntese do óxido de grafeno (OG) foi utilizado o método de Hummers modificado. O composto híbrido ( $MnFe_2O_4 - G$ ) foi sintetizado com base em metodologias solvotérmicas de uma única etapa encontradas na literatura (YAMAGUCHI, 2016).

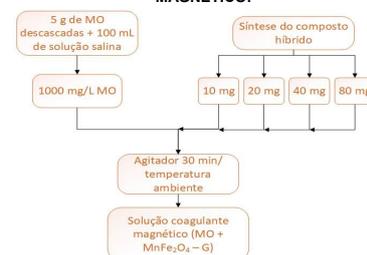
### 3. ENSAIOS EM JAR-TEST:

Jar-test com 3 jarros e, em cada jarro, 1000 mL de efluente foram misturados com a solução coagulante magnética na ausência e na presença de um campo magnético externo. Na presença de campo magnético, um ímã foi alocado abaixo dos jarros.

Tabela 2 – condições de operação no Jar Test

Condições de operação	
Gradiente de mistura rápida (rpm)	100
Tempo de mistura rápida (min)	3
Gradiente de mistura lenta (rpm)	30
Tempo de mistura lenta (min)	15
Tempos de sedimentação	30, 60 e 90

### 2. PREPARO DA SOLUÇÃO COAGULANTE MAGNÉTICO:

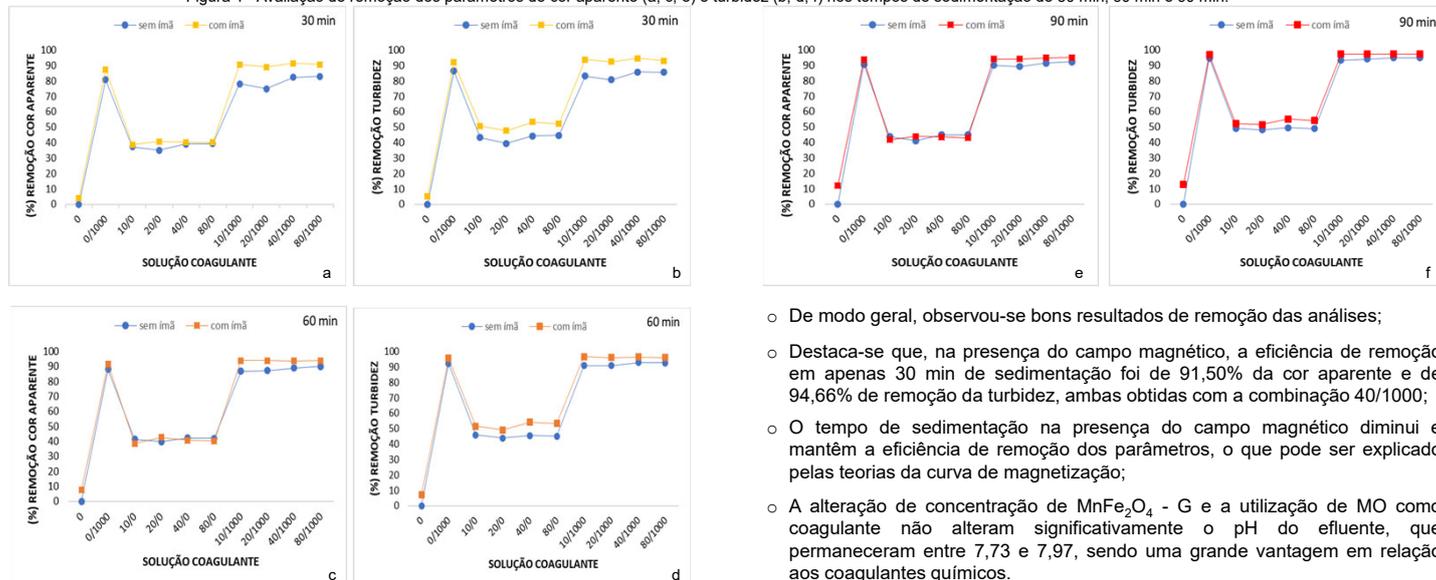


### 4. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS:

Após o procedimento de CFS, uma alíquota dos efluentes tratados foram retiradas de cada recipiente, com o auxílio de uma pipeta automática. Em seguida, os parâmetros de turbidez, cor aparente e pH foram mensurados. A eficiência de remoção de cada parâmetro analisado foi calculada de acordo com a eficiência de remoção. Todas as análises foram realizadas em duplicatas.

## Resultados e discussão

Figura 1 - Avaliação de remoção dos parâmetros de cor aparente (a, c, e) e turbidez (b, d, f) nos tempos de sedimentação de 30 min, 60 min e 90 min.



- o De modo geral, observou-se bons resultados de remoção das análises;
- o Destaca-se que, na presença do campo magnético, a eficiência de remoção em apenas 30 min de sedimentação foi de 91,50% da cor aparente e de 94,66% de remoção da turbidez, ambas obtidas com a combinação 40/10000;
- o O tempo de sedimentação na presença do campo magnético diminui e mantém a eficiência de remoção dos parâmetros, o que pode ser explicado pelas teorias da curva de magnetização;
- o A alteração de concentração de  $MnFe_2O_4 - G$  e a utilização de MO como coagulante não alteram significativamente o pH do efluente, que permaneceram entre 7,73 e 7,97, sendo uma grande vantagem em relação aos coagulantes químicos.

## Conclusões

A síntese de  $MnFe_2O_4 - G$  para a funcionalização de MO possui considerável potencial de eficiência para remoção dos parâmetros físico-químicos analisados. A MO apresenta subprodutos biodegradáveis e orgânicos, além de apresentar não-toxicidade ao ambiente. Também foi constatado que a associação do óxido de grafeno às nanopartículas magnéticas foi benéfica e eficaz para o menor tempo de sedimentação para a remoção dos parâmetros analisados. Desta forma, obtém-se uma solução para dois problemas ambientais, o tratamento eficiente de efluentes e a possibilidade de substituição aos sais de alumínio utilizados como coagulantes no processo.