

## Coagulantes orgânicos e inorgânicos associadas à nanopartículas no tratamento de efluente de Restaurante Universitário.

### Organic and inorganic coagulants associated with nanoparticles in the effluent treatment of University Restaurant.

#### RESUMO

Com o aumento do número de estudantes ingressados na Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Londrina, houve por consequência o crescimento do número de frequentadores do Restaurante Universitário (RU), gerando cada vez mais efluente produzido pela cozinha e banheiro sanitário. Diante da necessidade do tratamento deste efluente, esta pesquisa teve por objetivo analisar a eficiência de diferentes coagulantes, sendo eles a *Moringa Oleifera* e o cloreto férrico associados à nanopartículas magnéticas de magnetita. O ensaio foi realizado em jar-test simulando os processos de coagulação, floculação e sedimentação. Os parâmetros analisados foram cor aparente, turbidez, pH e condutividade elétrica. Os ensaios foram realizados em triplicata e foram analisados estatisticamente pelo programa bioestat 5.3 por meio da análise de variância anova. Os resultados demonstraram que o pH e condutividade elétrica não sofreram alteração durante o tratamento, enquanto que para a cor aparente o melhor resultado de eficiência de remoção foi com o coagulante inorgânico cloreto férrico com 87,8%, porém sem diferença significativa com o auxílio das nanopartículas. Já para a utilização do coagulante orgânico *Moringa Oleifera* a eficiência de remoção apresentou-se com 64%, demonstrando diferença significativa entre a utilização da nanopartícula que passou a ser 68%. No tratamento do parâmetro da turbidez o melhor desempenho foi realizado pelo coagulante inorgânico com remoção de 90% enquanto com a *Moringa Oleifera* com 69%, e ambos não obtiveram diferença significativa com a utilização das nanopartículas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coagulantes. Nanopartículas. Tratamento.

#### ABSTRACT

With the increase in the number of students enrolled at the Federal Technological University of Paraná, Londrina campus, there was a consequent increase in the number of patrons of the University Restaurant (ru), generating more and more effluent produced by the kitchen and toilet. Given the need for treatment of this effluent, this research aimed to analyze the efficiency of different coagulants, namely *Moringa Oleifera* and ferric chloride associated with magnetite magnetic nanoparticles. The test was performed in jar-test simulating the coagulation, flocculation and sedimentation processes. The parameters analyzed were apparent color, turbidity, pH and electrical conductivity. The assays were performed in triplicate and were statistically analyzed by the bioestat 5.3 program by anova analysis of variance. Results showed that pH and electrical conductivity did not change during treatment, while for apparent color the best result of removal efficiency was with inorganic coagulant ferric chloride with 87.8%, but without significant difference with the aid of nanoparticles. For the use of organic coagulant *Moringa Oleifera* the removal efficiency was 64%, showing significant difference between the use of nanoparticle which became 68%. In the treatment of turbidity parameter the best performance was achieved by inorganic

**Maria Christina Andrade**  
[mariaandrade@alunos.utfpr.edu.br](mailto:mariaandrade@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

**Edilaine Regina Pereira**  
[edilainepereira@utfpr.edu.br](mailto:edilainepereira@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

**Marcelo Hidemassa Anami**  
[mhanami@utfpr.edu.br](mailto:mhanami@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

**Dandley Vizibelli**  
[dandley.22@hotmail.com](mailto:dandley.22@hotmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

**Fellipe Jhordã Ladeia Janz**  
[fellipejanz@hotmail.com](mailto:fellipejanz@hotmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2019.

**Aprovado:** 01 out. 2019.

**Direito autorial:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



coagulant with 90% removal while with *Moringa Oleifera* with 69%, and both showed no significant difference with the use of nanoparticles.

**KEYWORDS:** Coagulants. Nanoparticles. Treatment.

## INTRODUÇÃO

A proposta do restaurante universitário é de fornecer uma refeição balanceada que subsidiada forneça uma refeição em preço acessível visando atingir estudantes de baixa renda e de outras localidades. Devido a Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Londrina ser uma instituição recente de apenas 12 anos, observa-se o crescente número de ingressos, por consequência aumentando a demanda do restaurante e do efluente por ele gerado. O efluente é constituído dos sanitários e da cozinha, sendo assim um efluente com muita matéria orgânica com elevado valor de cor aparente e turbidez.

Segundo Richter (2009) a aplicação de coagulantes no tratamento de efluente consiste na precipitação de compostos solubilizados e desestabilização de suspensões coloidais de partículas sólidas, que não seriam removidas por sedimentação, flotação ou filtração. Diante disto esse trabalho teve por objetivo analisar a utilização do coagulante orgânico *Moringa Oleifera* e inorgânico Cloreto Férrico auxiliados pelo uso de nanopartículas magnéticas de Magnetita, determinando a sua possível eficiência no tratamento de efluente gerado em restaurante universitário.

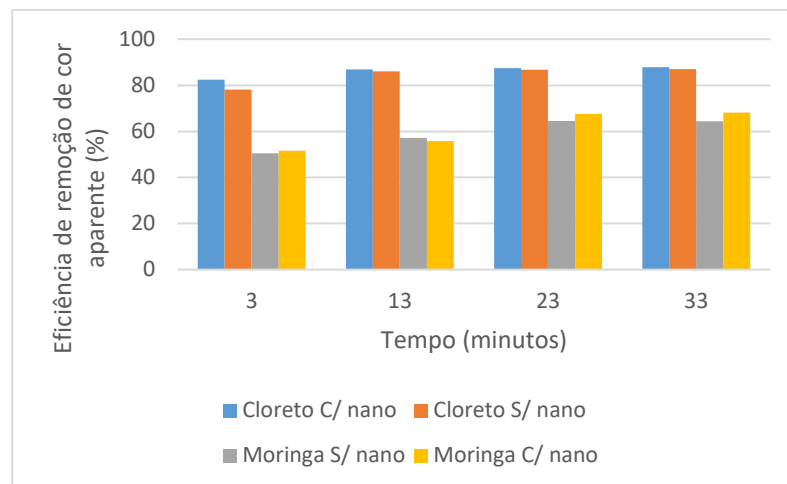
## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi realizado no Laboratório de Recursos Hídricos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Londrina, com equipamento Jar-test. A solução de *Moringa Oleifera* foi preparada utilizando-se 50g da semente diluída em 1 L de água destilada e 1M de NaCl. Para o coagulante inorgânico Cloreto Férrico foi diluído 10g em 1 L de água destilada. As concentrações de coagulante orgânico e inorgânico utilizado foram de  $8\text{ml L}^{-1}$  e  $10\text{ml L}^{-1}$  respectivamente. A concentração de nanopartícula foi de 0,5g devido a pré ensaios realizados anteriormente a este trabalho. Adaptando-se a metodologia de Theodoro (2012) simulou-se o processo de coagulação, floculação e sedimentação. O processo de coagulação aconteceu numa rotação do equipamento de 150RPM por 3 minutos, já o processo de floculação aconteceu numa rotação de 15 RPM por 10 minutos e após o desligamento do aparelho iniciou-se o processo de sedimentação. As coletas foram realizadas a partir do processo de sedimentação contados num intervalo de 10 em 10 minutos até completar um tempo de 30 minutos. Os parâmetros analisados foram pH, condutividade elétrica, cor aparente e turbidez e as análises foram realizadas de acordo com Apha (2012). Os ensaios foram realizados em triplicata e analisados estatisticamente através do programa BioEstat 5.3 por meio de análise de variância ANOVA.

## RESULTADO E DISCUSSÕES

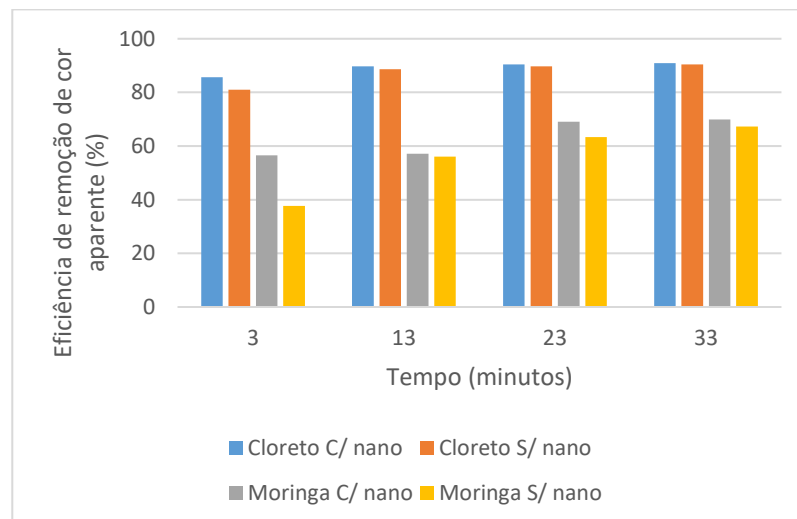
Os resultados brutos do efluente utilizado apresentaram valores de cor aparente de  $1440 \text{ mg Pt Co L}^{-1}$ ; turbidez de 355 NTU e condutividade elétrica  $0,44 \text{ mS cm}^{-1}$  e pH de 4,25. Comparativamente aos dados brutos, as Figuras 1 e 2 demonstram a porcentagem de eficiência de remoção dos parâmetros cor aparente e turbidez, respectivamente.

Figura 1 – Porcentagem de eficiência da remoção de cor aparente



Fonte: Próprio Autor (2019).

Figura 2 – Porcentagem de eficiência da remoção de turbidez.



Fonte: Próprio Autor (2019).

Na Figura 1, a eficiência de remoção de cor aparente obteve melhor desempenho com o uso do coagulante Cloreto Férrico apresentando remoção de 87% e quando associada as nanopartículas permaneceu neste valor, mostrando que não houve diferença significativa na sua presença, porém com a *Moringa Oleifera* pode-se observar uma remoção de 64%, com o auxílio das nanopartículas sua remoção aumenta para 68% obtendo diferença significativa como

demonstrado na Tabela 1 o resultado da análise em ANOVA uma vez que o F apresentou valor maior que o F crítico.

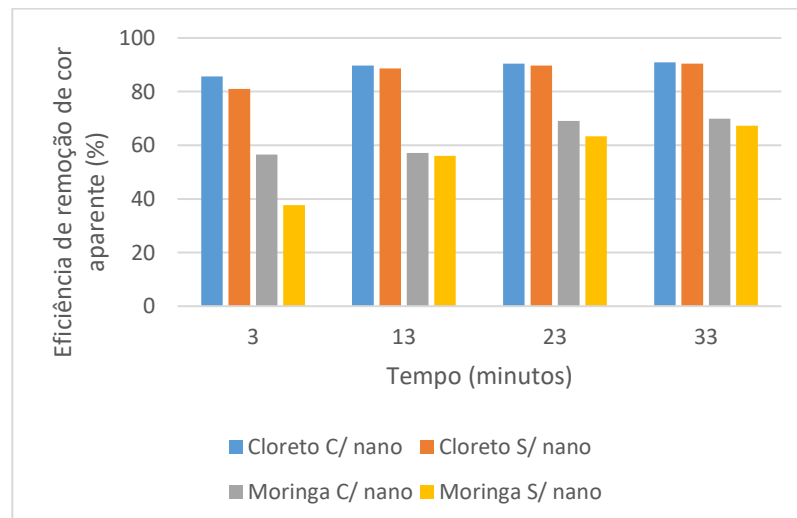
Tabela 1 – Resultados estatísticos apresentados para o parâmetro cor aparente após análise ANOVA

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	Valor-P	F crítico
Entre grupos	284360,66	3,00	94786,88	383,49	<0,0001	4,07
Dentro dos grupos	1977,33	8,00	247,17			
Total	286338,00	11,00				

Fonte: Próprio Autor (2019).

A Figura 3 demonstra a porcentagem de eficiência de remoção do parâmetro cor aparente.

Figura 3 – Porcentagem de eficiência da remoção de turbidez.



Fonte: Próprio Autor (2019).

Na turbidez como mostrado na Tabela 2 todos os tratamentos são estatisticamente iguais em relação ao uso das nanopartículas, o Cloreto Férrico demonstrou uma remoção de 90% independente do uso da Magnetita, a *Moringa Oleifera* mesmo tendo uma diferença positiva para o uso das nanopartículas de 69,95% e sem elas de 67,32% estatisticamente ainda são iguais. A Tabela 2 apresenta os resultados estatísticos do parâmetro turbidez.

Tabela 2 – Porcentagem de remoção da turbidez.

Turbidez	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4
Cloreto Férrico c/ nano	85,68	89,73	90,41	90,95
Cloreto Férrico s/ nano	80,99	88,68	89,72	90,42
<i>Moringa Oleifera</i> c/ nano	56,52	57,18	69,00	69,95
<i>Moringa Oleifera</i> s/ nano	37,65	56,05	63,28	67,32

Fonte: Próprio Autor (2019).

Tabela 3 – Resultados estatísticos apresentados para o parâmetro turbidez após análise ANOVA

Fonte de variação	SQ	gl	MQ	F	Valor-P	F crítico
Entre grupos	18174,45	3,00	6058,15	543,61	<0,0001	4,07
Dentro dos grupos	89,15	8,00	11,14			
Total	18263,61	11,00				

Fonte: Próprio Autor (2019).

Tabela 4 – Porcentagem de remoção da cor aparente.

Cor Aparente	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4
Cloreto Férrico c/ nano	82,50	86,94	87,45	87,87
Cloreto Férrico s/ nano	78,10	85,95	86,75	87,08
<i>Moringa Oleifera</i> c/ nano	51,62	55,78	68,17	68,31
<i>Moringa Oleifera</i> s/ nano	50,46	57,17	64,46	64,37

Fonte: Próprio Autor (2019).

O pH como mostrado na Tabela 5, não sofreu alteração significativa. A Tabela 6 mostra que condutividade elétrica permaneceu sem alteração com o coagulante inorgânico, enquanto com o coagulante orgânico houve um aumento devido a solução de *Moringa Oleifera* ser ionizada pela presença do NaCl.

Tabela 5 – Valores referente ao pH em cada tratamento.

pH	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4
Cloreto Férrico c/ nano	3,91	3,86	3,85	3,86
Cloreto Férrico s/ nano	3,88	3,88	3,87	3,87
<i>Moringa Oleifera</i> c/ nano	4,91	4,91	4,93	5,01
<i>Moringa Oleifera</i> s/ nano	4,91	4,92	4,94	5,02

Fonte: Próprio Autor (2019).

Tabela 6 – Valores referente a condutividade elétrica em cada tratamento.

Condutividade Elétrica	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	Tempo 4
Cloreto Férrico c/ nano	0,49	0,49	0,49	0,51
Cloreto Férrico s/ nano	0,45	0,5	0,5	0,52
<i>Moringa Oleifera</i> c/ nano	0,6	0,61	0,63	0,56
<i>Moringa Oleifera</i> s/ nano	0,57	0,62	0,63	0,58

Fonte: Próprio Autor (2019).

## CONCLUSÃO

Para o tratamento do efluente proveniente do Restaurante Universitário foi concluído que o coagulante inorgânico Cloreto Férrico possui melhor desempenho, porém sem alterações significativas com a presença ou não das nanopartículas magnéticas de magnetita. Por outro lado, juntamente com o coagulante orgânico *Moringa Oleifera* houve um aumento de sua eficiência com o auxílio da nanopartícula magnética, demonstrando ser uma melhor combinação. É recomendado o uso de nanopartículas nesse tipo de efluente na remoção do parâmetro de cor aparente associada apenas *Moringa Oleifera*, pois com o coagulante inorgânico não houve melhora.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Londrina pela estrutura disponibilizada para realização dos ensaios, à Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP por ter cedido as sementes de *Moringa Oleifera* e a todos os colaboradores por terem auxiliado no laboratório.

## REFERÊNCIAS

APHA. **Métodos Padrão para o Exame de Água e Efluentes**. 22<sup>a</sup> ed. Washington, 2012 Associação Americana de Saúde Pública. 1082p., 2012.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. Editora Blucher. p. 91-92, 2009.

THEODORO, J.D.P. **Estudo dos mecanismos de coagulação / floculação para a água de abastecimento para o consumo humano**. 2012. 184f. Tese de Doutorado (Departamento de Engenharia Química) - Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.