

## **USO DE COAGULANTES QUÍMICO (CLORETO FERRICO) E ORGÂNICO (*Moringa Oleifera*) NO TRATAMENTO DE ÁGUAS PROVENIENTES DE SISTEMA LÊNITICO**

VINÍCIUS YUGI HIGASHI<sup>1\*</sup>, JOSEANE DEBORA PERUÇO THEODORO<sup>2</sup>; EDILAINE REGINA PEREIRA<sup>3</sup>; PAULO SERGIO THEODORO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Ambiental, UTFPR, Paranaguá -PR, vyugi88@gmail.com

<sup>2</sup>Dra. Engenharia Química, UTFPR, Londrina -PR, joseaneph@hotmail.com

<sup>3</sup>Dra. Engenharia Agrícola, UTFPR, Londrina-PR, edilainepereira@utfpr.edu.br

<sup>4</sup>Doutorando Engenharia Química, UEM, paulostho@hotmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** A proposta deste trabalho foi avaliar, através de parâmetros físicos, a eficiência no processo de coagulação/floculação/sedimentação do coagulante químico cloreto férrico (C.A.) e orgânico *Moringa oleifera* (C.B.), tratando água de um sistema lântico (Lago Igapó), localizado no município de Londrina – PR. A coleta foi feita após um período chuvoso e apresentou índices relativamente altos de sólidos suspensos e dissolvidos. Após o ensaio de coagulação/floculação/sedimentação feito por meio do aparelho jar-teste, realizou-se um estudo comparativo quanto à remoção de turbidez e cor aparente após 3, 13 e 23 minutos de sedimentação nas concentrações 15, 25 e 35 mgL<sup>-1</sup>. Após a realização dos ensaios, o coagulante químico demonstrou maior remoção na concentração de 25 mL, dominante do processo de remoção de cor aparente e turbidez, tendo apresentado picos de remoção desses parâmetros em torno de 95%. O coagulante orgânico a base da semente da *Moringa oleifera* apresentou remoções próximas de 85%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Coagulação, tratamento de água, sistema lântico, *Moringa oleifera*.

### **USE OF CHEMICAL COAGULANT (FERRIC CHLORIDE) AND ORGANIC COAGULANT (*Moringa Oleifera*) IN THE WATER TREATMENT BY LENTIC SYSTEM**

**Abstract:** This paper aims to evaluate, by physical parameters, the efficiency on the process of coagulation/flocculation/sedimentation of chemical coagulant ferric chloride (C.A.) and organic *Moringa oleifera* (C.B.), treating water from a lentic system (Igapó Lake), located in the city of Londrina - PR. The collection was made after a rainy period and showed relatively high levels of suspended and dissolved solids. After the test of coagulation/flocculation/sedimentation done by jar-test apparatus, It was held a comparative study as to remove turbidity and apparent color after 3, 13 and 23 minutes of sedimentation at concentrations 15, 25 and 35 mgL<sup>-1</sup>. After the tests, the chemical coagulant performed higher removal in the concentration of 25 mL, It was the dominant concentration in the apparent color and turbidity removal process by presenting removing peaks of these parameters around 95%. The organic coagulant based in *Moringa oleifera* seed showed removals near 85%.

**Keywords:** Coagulation, Water Treatment, lentic system, *Moringa oleifera*.

### **INTRODUÇÃO**

A água incorpora diversas impurezas que definem sua qualidade, devido suas propriedades de solvente e sua capacidade de transportar partículas. Assim, estes diversos componentes presentes na água, e que alteram o seu grau de pureza, podem ser retratados em termos das suas características físicas, químicas e biológicas (Von Sperling, 2005). Segundo dados do Atlas do Saneamento (Brasil, 2011), cerca de 25% da população possui problemas de falta ou racionamento de água. Muitas dessas

pessoas utilizam-se de fontes variadas para abastecimento, uso doméstico e consumo direto. Uma dessas fontes mais populares, são os açudes e lagos construídos especialmente para suprir as necessidades hídricas das famílias. Porém, muitas vezes esses sistemas lânticos apresentam água com altos valores de turbidez e cor (sólidos em suspensão e dissolvidos). Como essas cidades, comunidades e povoados estão muitas vezes longe demais geograficamente e sem perspectivas de serem contemplados com uma ETA, faz-se necessário que essas populações procurem um meio alternativo para garantir a potabilidade da água a ser consumida.

Uma dessas alternativas viáveis pode ser a adição de solução coagulante feita a partir da semente da *Moringa oleifera* para a realização de um tratamento físico da água coletada. Os sais de ferro também são largamente utilizados em estações de tratamento de água, reagindo de forma a neutralizar cargas negativas dos colóides e proporcionando a formação de hidróxidos insolúveis de ferro. Quando o cloreto férrico é adicionado em excesso ao meio, parte não participa da reação de coagulação/floculação, ficando este em solução e aumentando os valores dos parâmetros cor e turbidez (Vaz, 2009). Assim, este trabalho busca verificar se a *Moringa oleifera* pode ser usada como um agente coagulante eficaz no tratamento simples da água de sistemas lânticos, além de comparar sua eficácia com o coagulante químico mais largamente utilizado no Brasil: o cloreto férrico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A água de estudo foi coletada no sistema lântico Lago Igapó, localizado na cidade de Londrina – PR. Este possui coordenadas aproximadas de 23° 19' 42" S e 51° 10' 20" O, altitude média de 550 metros acima do nível do mar. Após a coleta da água de estudo, as amostras foram transportadas até o Laboratório de Saneamento da UTFPR – Campus Londrina. Foram realizadas as leituras dos parâmetros cor aparente e turbidez da água bruta. Para realizar os ensaios de acordo com o planejamento experimental, necessitou-se corrigir o valor do pH de entrada das amostras antes de realizar os ensaios de coagulação/floculação/sedimentação. Para o ajuste dos valores de pH a fim de torná-lo ácido, utilizou-se a solução de ácido clorídrico (HCl 1M). Para o ajuste dos valores de pH a fim de torná-lo básico, utilizou-se a solução de hidróxido de sódio (NaOH 6M).

Os ensaios do tratamento da água de estudo pelos processos de coagulação/floculação/sedimentação, foi utilizado o equipamento jar-teste de seis provas com regulador de rotação das hastes misturadoras. A Tabela 1 mostra os parâmetros utilizados nos processos de coagulação/floculação.

Tabela 1: Gradiente de rotação das hastes misturadoras e tempo de ação.

<b>Mistura Rápida</b>	<b>Mistura Lenta1</b>	<b>Mistura Lenta 2</b>	<b>Mistura Lenta 3</b>	<b>Mistura Lenta 4</b>
<b>Gradiente (s<sup>-1</sup>)</b>				
450	90	52	40	30
<b>Tempo (min)</b>				
00:10	02:00	02:35	02:40	05:40

Fonte: Trevisan (2014).

Para os ensaios do processo de sedimentação foi adotado um tempo máximo para sedimentação de 23 minutos, no qual foram realizadas medições dos parâmetros cor e turbidez de acordo com o Standard Methods (APHA, 2012), desde o tempo de 3 minutos até o tempo final de sedimentação em intervalos de 10 em 10 minutos para avaliar a variação dos mesmos em cada tempo (3, 13 e 23 minutos). Os ensaios foram realizados de acordo com o planejamento fatorial, nos quais as concentrações dos coagulantes (C.A. e C.B.) 15, 25 e 35 mgL<sup>-1</sup> e pH (3,7, 7,0 e 10,3) com suas respectivas repetições, valores de pH e concentrações utilizadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da caracterização da amostra são mostrados na Tabela 2 e os valores dos resultados das eficiências de remoções de acordo com o planejamento experimental dos parâmetros cor e turbidez, após tratamento estão representados na Tabela 3.

Tabela 2: Valores encontrados nas amostras de água bruta utilizada na segunda bateria de ensaios.

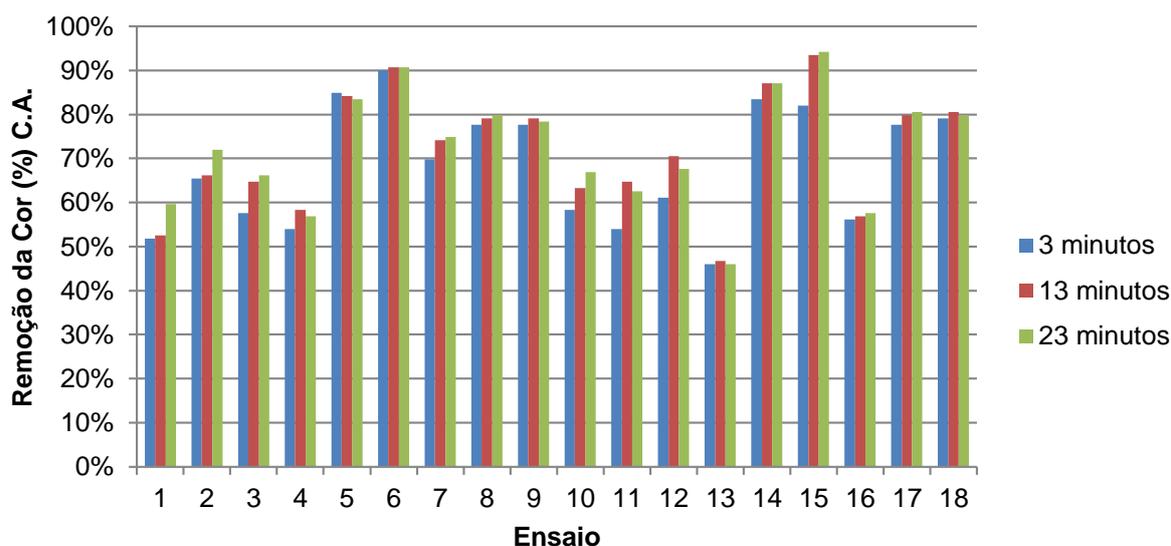
	Cor (uH)	Turbidez (uT)	pH
Amostra	139	91,5	7,0

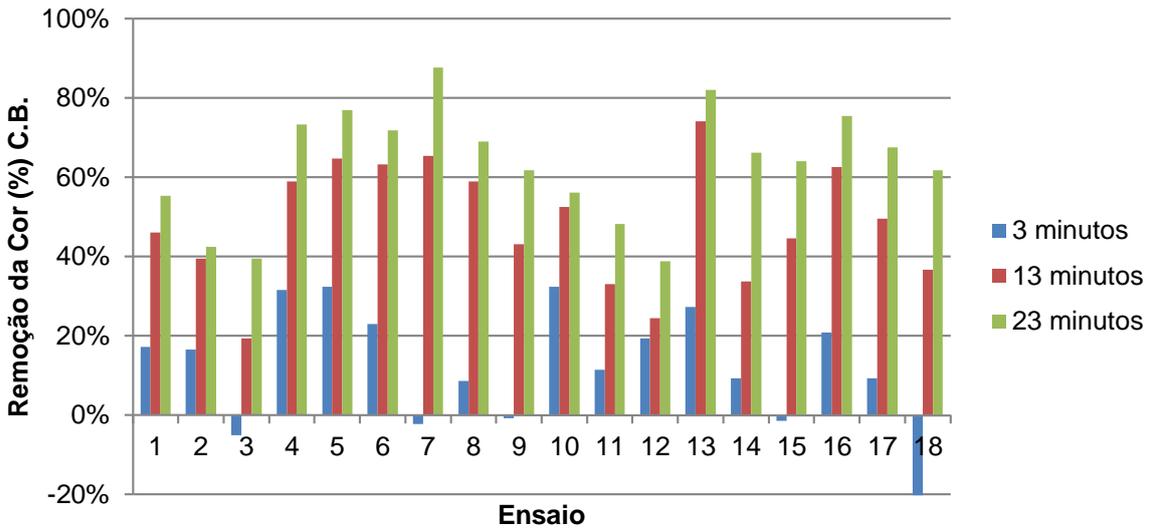
Tabela 3: Valores dos resultados das eficiências de remoções dos parâmetros cor e turbidez, após tratamento para os coagulantes C.A. (cloreto férrico) e C.B. (*Moringa oleifera*).

Ensaio	Répica	pH	Coagulante C.A.												Coagulante C.B.		
			Planejamento Experimental			Coagulante C.A.						Coagulante C.B.					
			C.A. C.B. mgL <sup>-1</sup>	Cor (%)			Turbidez (%)			Cor (%)			Turbidez (%)				
				3	13	23	3	13	23	3	13	23	3	13	23		
1	1	3,7	15	52	53	60	68	74	76	17	46	55	23	53	62		
2	1	3,7	25	65	66	72	78	81	81	17	40	42	41	57	59		
3	1	3,7	35	58	65	66	69	79	81	-5	19	40	25	41	52		
4	1	7,0	15	54	58	57	69	74	75	32	59	73	41	66	75		
5	1	7,0	25	85	84	83	91	93	93	32	65	77	48	70	81		
6	1	7,0	35	90	91	91	95	96	96	23	63	72	41	70	76		
7	1	10,3	15	70	74	75	78	84	84	-2	65	88	27	66	83		
8	1	10,3	25	78	79	80	84	88	88	9	59	69	37	62	72		
9	1	10,3	35	78	79	78	87	89	89	-1	43	62	25	54	70		
10	2	3,7	15	58	63	67	70	78	79	32	53	56	47	61	65		
11	2	3,7	25	54	65	63	65	78	79	12	33	48	28	44	57		
12	2	3,7	35	61	71	68	76	81	82	19	24	39	36	47	57		
13	2	7,0	15	46	47	46	70	72	72	27	74	82	49	73	84		
14	2	7,0	25	83	87	87	91	93	93	9	34	66	30	59	73		
15	2	7,0	35	82	94	94	93	96	96	-1	45	64	29	56	69		
16	2	10,3	15	56	57	58	73	75	75	21	63	76	37	69	79		
17	2	10,3	25	78	80	81	84	88	89	9	50	68	36	55	70		
18	2	10,3	35	79	81	80	86	89	89	-20	37	62	12	46	66		

As Figura 1 e 2 apresentam os resultados das remoções do parâmetro cor aparente e turbidez, respectivamente, para o processo de coagulação/floculação/sedimentação com o uso dos coagulantes A (cloreto férrico) e B (*Moringa oleifera*).

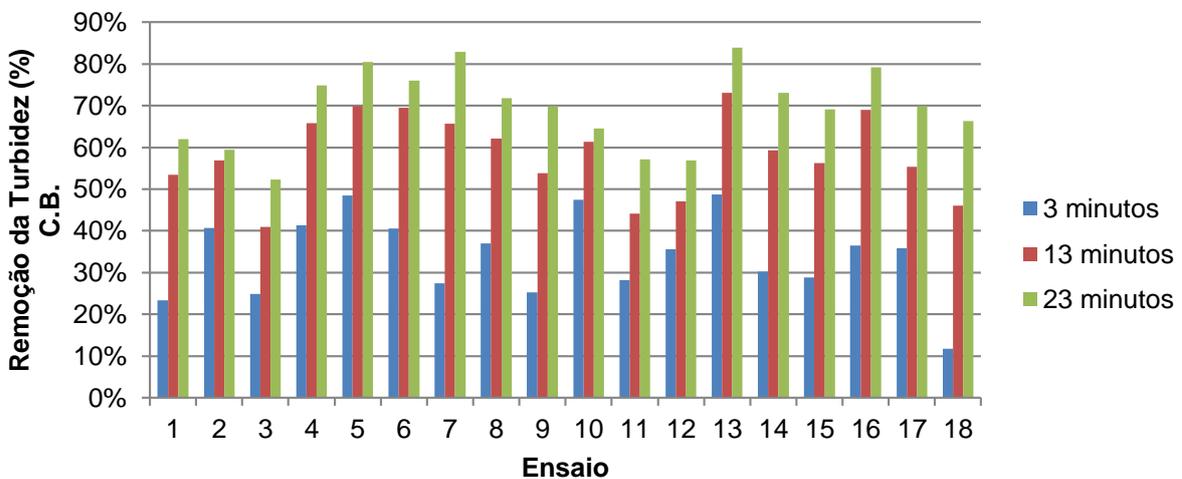
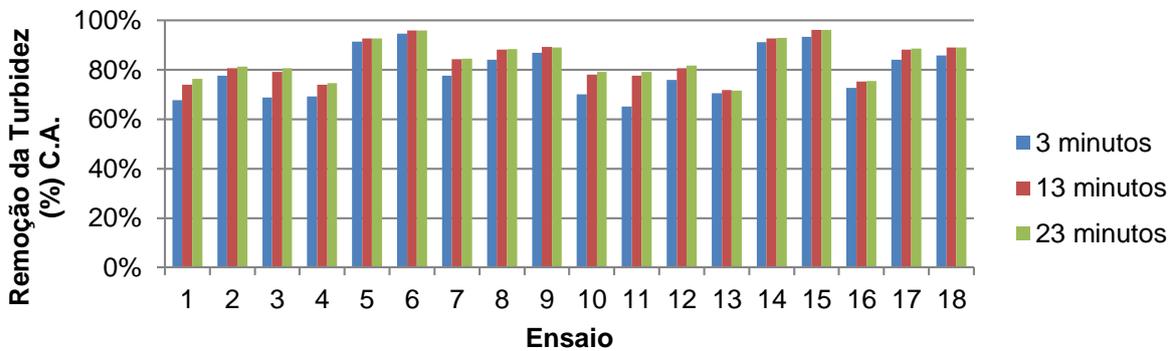
Figura 1: Remoções do parâmetro cor aparente para os coagulantes C.A. (cloreto férrico) e C.B. (*Moringa oleifera*).





O coagulante C.A. (Figura 1), nenhum ensaio apresentou uma remoção menor do que 40%, ao final do tempo de sedimentação adotado. O ensaio 6 e a sua réplica (15) apresentaram os maiores picos de remoção, acima dos 90% ao final do processo. O coagulante C.B. (Figura 1) foi o único que ainda apresentou valores de remoção negativos, mas apenas para o tempo de sedimentação inicial que foi analisado (3 minutos), ao final do tempo de sedimentação adotado (23 minutos), todos os ensaios obtiveram uma redução da cor em relação ao valor inicial. O pico de remoção atingiu mais de 80% (ensaio 7).

Figura 2: Remoções do parâmetro turbidez para os coagulantes C.A. (cloreto férrico) e C.B. (*Moringa oleifera*).



O coagulante C.A. (Figura 2), todos os valores, ao final do processo de sedimentação, apresentaram remoção de pelo menos 70%. Também se pode observar, do coagulante C.A. que aos 3 minutos de sedimentação o índice de remoção já apresentava quase os mesmos valores do tempo final de 23 minutos. O pico de remoção chegou a 95% (ensaios 6 e 15). O coagulante C. B. (Figura 2) obteve picos de remoção nos ensaios 7 e 13, ambos acima dos 80%. Carvalho (2008), em estudo que visou otimizar os processos de coagulação/floculação/sedimentação/filtração via utilização de coagulante orgânico separadamente e também combinado com um coagulante químico, obteve resultados muito positivos nas remoções dos mesmos parâmetros físicos abordados neste estudo quando utilizado apenas o coagulante natural, consolidando o potencial dessa tecnologia no processo de tratamento de água.

Bergamasco et al. (2008), em experimento utilizando a *Moringa oleifera* como coagulante no tratamento de água obtida a partir de corpo hídrico que abastece uma estação de tratamento de água do município de Maringá, obteve resultados semelhantes de remoções dos parâmetros turbidez e cor aparente, de acordo com a dosagem desse coagulante. Finalmente, Henriques (2012), em experimento que utilizou a *Moringa oleifera* como coagulante no tratamento de água coletada em sistema lântico, obteve resultados muito semelhantes ao deste trabalho. As remoções máximas de cor aparente e turbidez obtidas por Henriques (2012) apresentaram praticamente as mesmas remoções máximas que este trabalho, quando utilizando a *Moringa oleifera* e amostras com teores de sólidos suspensos e dissolvidos elevados (cerca de 85% na turbidez e 90% na cor aparente).

## CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho, verificou-se que a solução coagulante obtida a partir da semente da *Moringa oleifera* (coagulante C.B.) não foi tão eficiente no tratamento da água proveniente do sistema lântico Lago Igapó, comparando seus resultados com o coagulante químico cloreto férrico (coagulante C.A.).

## REFERÊNCIAS

- APHA – American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22 ed. Washington, 2012.
- Bergamasco, Rosângela et al. Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação da água bruta por meio da *Moringa oleifera* Lam. Acta Scientiarum. Technology. Maringá, v. 30, n. 2, p. 193 – 198, 2008.
- Brasil. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2011). Atlas do Saneamento Básico. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas\\_saneamento/default\\_zip.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm)>. Acesso em 29 de setembro de 2014.
- Carvalho, Maria J. H. Uso de coagulantes naturais no processo de obtenção de água potável. 2008. 177 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.
- Henriques, Juscelino A. Potencial de uso da *Moringa oleifera* Lamarck na clarificação de água para abastecimento em comunidades difusas da mesorregião agreste paraibana. 2012. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.
- Trevisan, Thales S. Coagulante Tanfloc SG como uma alternativa ao uso de coagulantes químicos no tratamento de água na ETA Cafezal. 2014. 106 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.
- Vaz, Luiz G. L. Performance do processo de coagulação/floculação no tratamento do efluente líquido gerado na galvanoplastia. 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2009.
- Von Sperling, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.