

<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2020>

## Eficiência do uso de coagulantes orgânicos e inorgânicos no tratamento de água

## Efficiency of using organic and inorganic coagulants in water treatment

### RESUMO

O presente artigo teve como objetivo realizar os processos de coagulação, floculação e sedimentação obtidos pelos coagulantes orgânicos cactus *Opuntia chochenilifera*, *Moringa oleifera* e Tanino (Tanfloc SG) e pelos coagulantes inorgânicos Sulfato de Alumínio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) e Cloreto Férrico ( $FeCl_3$ ), para que pudesse comparar as eficiências de seus resultados. Para isso, foram coletadas amostras de água nas margens do Lago Igapó II, localizado em Londrina - Paraná, e realizou-se os experimentos no Laboratório de Saneamento e Poluentes Atmosféricos da UTFPR – campus Londrina, onde foram feitas as leituras dos parâmetros cor aparente, turbidez, condutividade elétrica, pH e sólidos totais dissolvidos (TDS). Com os resultados obtidos, pode-se concluir que o coagulante inorgânico Sulfato de Alumínio teve um melhor resultado, seguido do coagulante orgânico Tanino.

**PALAVRAS-CHAVE:** Potabilidade. Parâmetro. Coagulação.

### ABSTRACT

This article aimed to perform the coagulation, flocculation and sedimentation processes obtained by the organic coagulants cactus *Opuntia chochenilifera*, *Moringa oleifera* and Tannin (Tanfloc SG) and by the inorganic coagulants Aluminum Sulfate ( $Al_2(SO_4)_3$ ) and Chrico Chloride ( $FeCl_3$ ), so that it could compare the efficiencies of its results. For this, water samples were collected on the shores of Lake Igapó II, located in Londrina - Paraná, and experiments were carried out at the Laboratory of Sanitation and Air Pollutants of UTFPR - Londrina campus, where the parameters readings were made for apparent color, turbidity, electrical conductivity, pH and total dissolved solids (TDS). With the results obtained, it can be concluded that the inorganic coagulant Aluminum Sulfate had a better result, followed by the organic coagulant Tannin.

**KEYWORDS:** Efficiency. Parameters. Coagulants.

Aline Vignoli Souza

[alinevignoli@alunos.utfpr.edu.br](mailto:alinevignoli@alunos.utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Joseane Debora Peruço

Theodoro

[joseanepth@gmail.com](mailto:joseanepth@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Jéssica Nahoko Yabuki

[jessicayabuki@alunos.utfpr.edu.br](mailto:jessicayabuki@alunos.utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

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



## INTRODUÇÃO

Algumas vezes a água parece ser totalmente pura. Isso se dá pelo fato dela ser um ótimo solvente, sempre parecendo limpa quando não há sólidos e partículas dispersas, porém sempre haverá impurezas que não são possíveis serem vistas a olho nu. Além de ser de grande importância para o planeta, a água é também consumida pelos seres vivos, fazendo com que seja de suma importância seu tratamento para que se tenha uma melhor qualidade (RICHTER; NETO, 2003).

A água, para ser própria para o consumo humano, deve obedecer aos limites de padrões de potabilidade exigidos, disponíveis na Portaria da Consolidação nº5/2017 Anexo XX.

Para o tratamento de água, a ordem das etapas dos processos realizados são basicamente: coagulação/floculação, sedimentação, filtração e desinfecção. Neste trabalho serão estudados os processos de coagulação/floculação/sedimentação. Na etapa de coagulação, normalmente são utilizados compostos inorgânicos como o Sulfato de Alumínio, que vem sendo utilizado a mais de 100 anos e tem uma ótima eficiência na remoção de partículas coloidais, substâncias dissolvidas, entre outras impurezas. Em contrapartida, este coagulante acaba deixando grande quantidade de remanescentes de Alumínio nos lodos produzidos durante o tratamento e nas águas tratadas, podendo causar danos à saúde humana, além de ter um alto custo para a disposição final, pois o descarte incorreto pode contaminar o solo (BASSETTI; CORAL; BERGAMASCO, 2009). Além desse coagulante inorgânico, o Cloreto Férrico também é muito utilizado, mas apesar de ser um bom coagulante, a sua presença pode causar corrosões nos equipamentos e seus remanescentes no lodo gerado dificultam a sua disposição final e impossibilitam seu reaproveitamento (SOLANA, 2014).

Diante disto, uma alternativa que está sendo muito estudada é a utilização de coagulantes orgânicos.

O objetivo do presente trabalho é demonstrar os resultados de forma gráfica, para que se possa analisar a eficiência de cada coagulante na remoção de cor aparente, turbidez e sólidos totais dissolvidos, bem como as alterações de pH e condutividade elétrica.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do experimento foram coletados dois galões de 20 litros de água do lago Igapó II, localizado no município de Londrina – Paraná. A localização do ponto de coleta está representada na Figura 1, com coordenadas 23°19'42" S e 51° 10' 11" O. Por ser próximo ao local onde as pessoas caminham, este local tende a receber maiores tremores e dispersão dos sólidos, sendo um bom local de coleta de água para análise.

Figura 1 – Localização espacial do ponto de coleta



Fonte: BOTELHO, 2016.

Para o ensaio, foram utilizados cinco coagulantes, os quais três eram orgânicos e dois inorgânicos, sendo eles: cactus *Opuntia cochenilifera*, *Moringa oleífera*, Tanino (Tanfloc SG) e Cloreto Férrico ( $\text{FeCl}_3$ ), Sulfato de Alumínio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), respectivamente.

Para a preparação do cacto, foi feita a limpeza retirando os espinhos, em seguida a casca, e por fim, os pedaços de cacto foram cortados em partes menores, de aproximadamente 10 cm, e acrescentada água destilada para facilitar na liquidificação dos cactos. Após a trituração, o cacto foi deixado em um coador de papel de filtro quantitativo de faixa preta, com gramatura  $85 \text{ g m}^{-2}$ , por 10 minutos para a separação da mucilagem.

A metodologia utilizada no preparo da solução do coagulante orgânico *Moringa oleífera* foi adaptada de acordo com Bergamasco et al. (2008), onde ocorre a extração através da solução salina de cloreto de sódio na concentração de 1 Molar. A extração foi realizada triturando-se 10 g da semente da *Moringa oleífera* descascada em um liquidificador com 1 litro da solução salina. Em seguida, a solução foi mantida em agitação em um agitador magnético por 20 minutos e depois filtrada com coador de pano, obtendo-se a extração dos componentes ativos da *Moringa oleífera* em meio salino, na concentração de  $10 \text{ g L}^{-1}$ . A solução do coagulante orgânico Tanino foi obtida pela pesagem de 10 g de Tanino diluído em um balão volumétrico contendo 1 litro de água destilada, obtendo-se uma concentração de  $10 \text{ g L}^{-1}$ .

Para o coagulante inorgânico Cloreto Férrico ( $\text{FeCl}_3$ ), foram pesadas massas de 10 g de Cloreto Férrico em pó e diluído em um balão volumétrico de 1 litro contendo água destilada, obtendo-se concentração de  $10 \text{ g L}^{-1}$ . Para o coagulante

inorgânico Sulfato de Alumínio, também foi pesado 10 g de Sulfato de Alumínio em pó e este foi diluído em um balão volumétrico de 1 litro contendo água destilada, obtendo-se concentração de 10 g L<sup>-1</sup>.

No processo de coagulação, floculação e sedimentação a concentração usada para o cactus *Opuntia cochenilifera*, *Moringa oleífera*, Tanino, Cloreto Férrico e Sulfato de Alumínio foi de 10 mg L<sup>-1</sup>.

Para a realização dos ensaios de coagulação/floculação/sedimentação, foi utilizado o equipamento *Jar-test* modelo 218 – 6 LDB, da marca Nova Ética, de seis provas de 2 litros cada, com regulador de rotação das hastes misturadoras. No equipamento, a mistura lenta ocorreu com agitação de 15 rpm com tempo de 15 minutos e a mistura rápida com agitação de 100 rpm e tempo de 3 minutos. Após estes procedimentos, aguardou-se 10 minutos para a sedimentação e foram coletadas amostras de todos os jarros ao mesmo tempo para as análises.

Foram determinados os parâmetros de cor aparente, turbidez, pH, condutividade elétrica e sólidos dissolvidos totais (TDS) de acordo com o Standard Methods of Examination of Water and Wasterater (APHA, 2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a coleta do material, as amostras foram transportadas até os Laboratórios de Saneamento e Poluentes Atmosféricos da UTFPR – câmpus Londrina. Foram realizadas as leituras dos parâmetros cor aparente, turbidez, pH, condutividade elétrica e sólidos dissolvidos totais (TDS) da água bruta. Os valores obtidos são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores da caracterização da amostra de água bruta

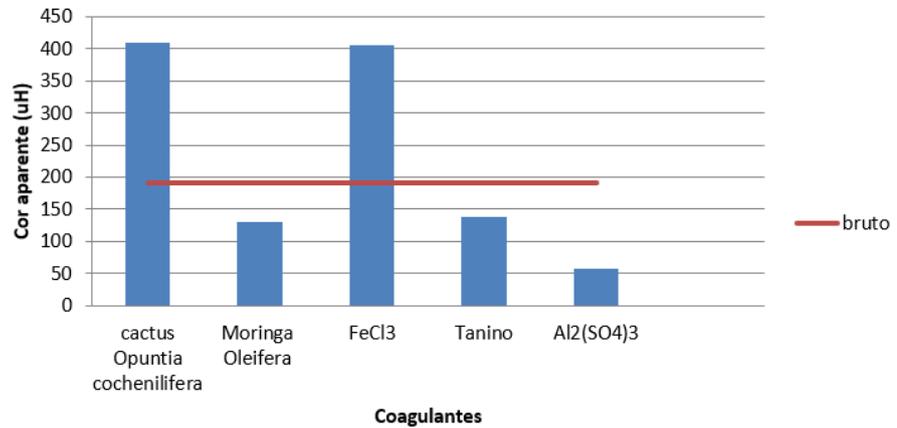
Parâmetros	Valores	Quantidade de amostras
Cor aparente (uH)	192	1
Turbidez (uT)	111	1
Condutividade elétrica ( $\mu S cm^{-1}$ )	0,24	1
pH	6,24	1
TDS (ppm)	65	1

Fonte: Autoria própria.

Obs.: uH: Unidade Hazen. uT: Unidade de Turbidez.

Nas Figuras 2, 3, 4, 5 e 6 observam-se os valores residuais dos parâmetros: cor aparente, turbidez, sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica e pH, respectivamente, para o processo de coagulação, floculação e sedimentação com os coagulantes cactus *Opuntia cochenilifera*, *Moringa oleífera*, Tanino (Tanfloc SG), Cloreto de Ferro (FeCl<sub>3</sub>) e Sulfato de Alumínio (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>).

Figura 2 – Parâmetro cor aparente

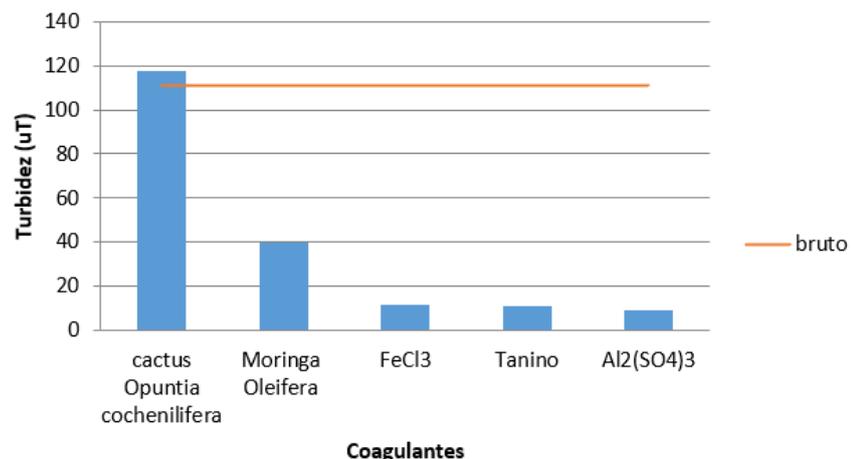


Fonte: Autoria própria, 2020.

Na Figura 2 observou-se que o Sulfato de Alumínio foi o coagulante inorgânico que apresentou menor valor residual do parâmetro cor aparente e a *Moringa oleifera* e o Tanino foram os coagulantes orgânicos que apresentaram menores valores residuais e o cactus *Opuntia cochenilifera* e Cloreto Férrico apresentaram valores superiores ao do bruto, ou seja, ao invés de removerem, aumentaram os sólidos dissolvidos.

Piantá (2008) verificou que para comparar os coagulantes Taninos (Tanfloc SL e SG) e o Sulfato de Alumínio, se constatou que o uso do Tanino aumenta a eficiência durante a coagulação e floculação, devido a formação de maiores flocos.

Figura 3 – Parâmetro turbidez

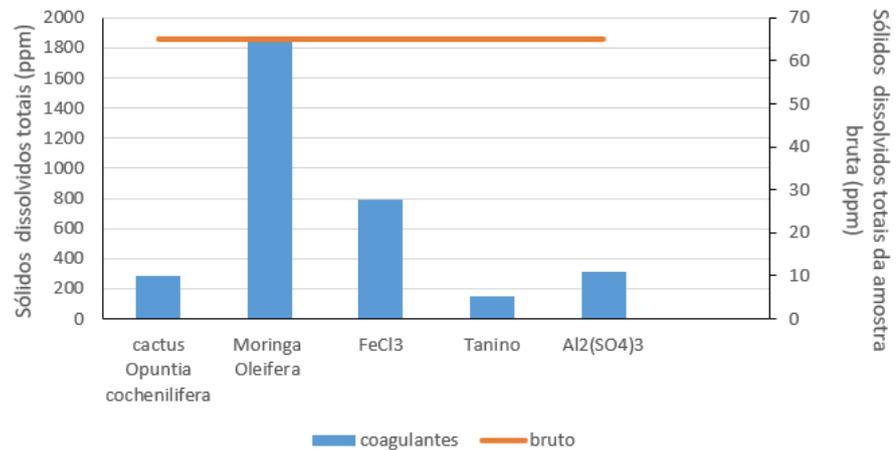


Fonte: Autoria própria, 2020.

Na Figura 3 observou-se que o Sulfato de Alumínio e o Cloreto Férrico foram os coagulantes inorgânicos que apresentaram menores valores residuais do parâmetro turbidez, a *Moringa oleifera* e o Tanino foram os coagulantes orgânicos

que apresentaram menores valores residuais e o cactus *Opuntia cochenilifera* apresentou valor superior ao do bruto, ou seja, ao invés de remover, aumentou os sólidos suspensos.

Figura 4 – Parâmetro sólidos dissolvidos totais

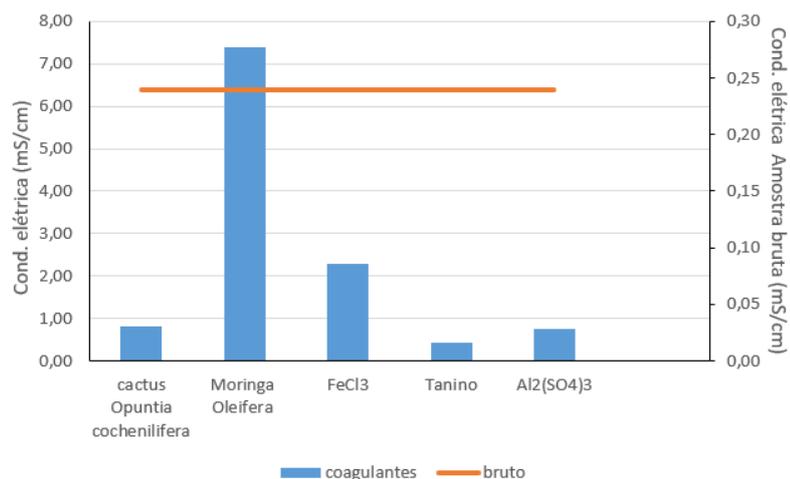


Fonte: A autoria própria, 2020.

Na Figura 4 observou-se que, dentre os cinco coagulantes, o Tanino teve melhor resultado na remoção dos sólidos.

Isso se explica pois de acordo com a literatura, o Tanfloc gera uma forma irregular de seus flocos, com uma superfície maior, proporcionando uma maior área de contato e adsorvendo mais sólidos dissolvidos totais (Tratamento de água, 2006 apud CORAL; BERGAMASCO; BASSETTI, 2009).

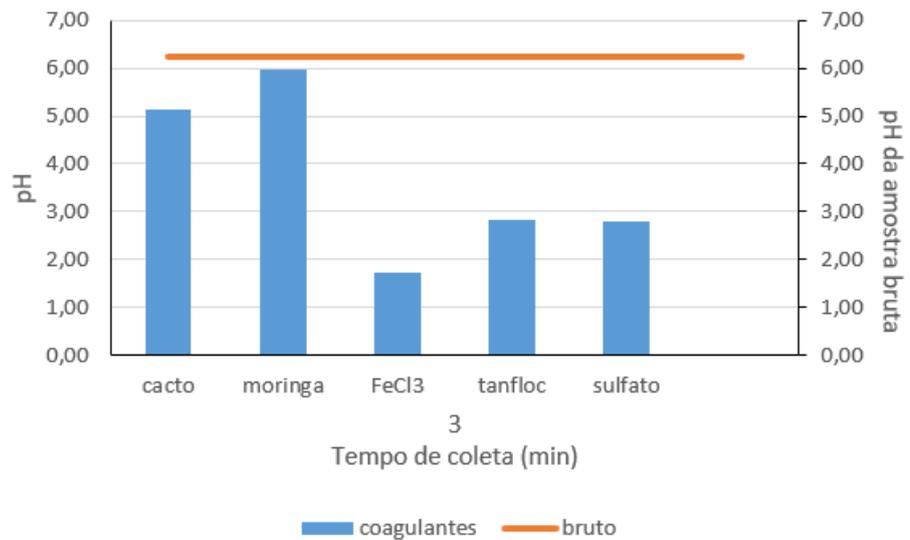
Figura 5 – Parâmetro condutividade elétrica



Fonte: A autoria própria, 2020.

Libânio (2010) diz que a condutividade elétrica é a capacidade da água em transmitir corrente elétrica, que acontece devido aos movimentos ordenados de elétrons, por conta da presença de sólidos dissolvidos. Isto explica os resultados da Figura 5, onde o coagulante *Moringa oleífera* teve uma maior condutividade e o Tanino uma menor condutividade elétrica.

Figura 6 – Parâmetro pH



Fonte: A autoria própria, 2020.

Na Figura 6 observou-se que os coagulantes orgânicos e inorgânicos apresentaram valores de pH abaixo da amostra bruta. Bomfim (2015), em estudo realizado para avaliar o desempenho do Tanino e do Sulfato de Alumínio, foram identificadas eficiências de remoção de turbidez e de cor aparente entre os valores de pH de 7,5 a 8,5 e dosagens de coagulantes variando de 6,0 a 30,0 mg/L para o coagulante Tanino. Enquanto que para o Sulfato de Alumínio, o melhor desempenho apresentou-se em valores de pH mais baixos em relação ao coagulante Tanino.

## CONCLUSÃO

Neste experimento concluiu-se que o coagulante inorgânico Sulfato de Alumínio foi o que obteve melhores resultados para os parâmetros: cor aparente e turbidez e dentre os coagulantes orgânicos o tanino foi o que obteve um melhor resultado para o tratamento de água.

## REFERÊNCIAS

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22<sup>a</sup> ed. Washington, 2012.

BASSETTI, F. J.; CORAL, L. A.; BERGAMASCO, R. R. Estudo da viabilidade de utilização do polímero natural (tanfloc) em substituição ao sulfato de alumínio no tratamento de águas para consumo. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES

IN CLEANER PRODUCTION, 2., 2009, São Paulo. *Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change*. São Paulo: Universidade Paulista, 2009, p. 9.

BERGAMASCO, Rosângela et al. Otimização dos tempos de mistura e decantação no processo de coagulação/floculação da água bruta por meio da Moringa oleífera Lam. **Acta Scientiarum Technology**. Maringá, v. 30, n. 2, p. 193 – 198, 2008.

BOMFIM, A. P. S.; **Avaliação dos coagulantes Tanfloc em comparação aos coagulantes inorgânicos a base de alumínio no tratamento de água**. Dissertação de mestrado, 2015. 192f. Universidade de Ribeirão Preto Centro de Ciências Exatas Naturais e Tecnológicas, Ribeirão Preto, 2015.

BOTELHO, J. C.; **Tratamento de água de corpo lenticó com uso de coagulante orgânico e inorgânico – Lago Igapó II**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso superior de Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2016.

BRASIL, Portaria de Consolidação nº 5, de 25 de Setembro de 2017, Anexo XX. Disponível em:  
[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005\\_03\\_10\\_2017.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html). Acesso em: 15 ago. 2020.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3 ed., Campinas: Editora Átomo, 2010, p. 494.

PIANTÁ, Cyro A. V. Emprego de coagulantes orgânicos naturais como alternativa ao uso do sulfato de alumínio no tratamento de água. 2008. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

RICHTER, C. A.; NETTO AZEVEDO, J. M.; **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Blucher, 1991. 332 p.

SOLANA, I.; **Estudo da viabilidade de utilização de um polímero de base orgânica em substituição ao cloreto férrico no tratamento de efluente industrial**. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharel em Engenharia Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.