

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

AVALIAÇÃO DO EXTRATO DA SEMENTE DE *Zygia couliflora* (WILLD.) KILLIP COMO AGENTE COAGULANTE NATURAL PARA OBTENÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL

*Julia Aoki Domingues*¹; *Renata Mariane de Souza*²; *Luiz Augusto Gomes de Souza*³ & *Flávia
Vieira da Silva Medeiros*⁴

RESUMO – O emprego de coagulantes naturais na coagulação apresenta como uma alternativa promissora na substituição ou auxílio dos coagulantes químicos devido à suas inúmeras vantagens, como menor custo. No presente trabalho foi avaliada a eficiência do emprego do coagulante natural no tratamento de água, extraído da semente de *Zygia couliflora* (Willd.) Killip. Foram utilizadas diferentes concentrações de coagulante (0,1; 0,5; 1; 2; 3; 4 g.L⁻¹) para a realização dos ensaios, além de concentrações de 1M e 5M de solução salina preparada com NaCl. Obteve-se como resultado utilizando a semente de *Zygia couliflora* (Willd.) Killip, remoções de 30,4% e 74,5% de cor e turbidez, respectivamente, para o coagulante preparado com solução salina de 1M, sendo a concentração de 2 g.L⁻¹ que apresentou o melhor resultado. Para a análise do parâmetro de UV₂₅₄, foi possível obter remoção de até 70% de matéria orgânica, para os coagulantes com soluções salinas de 1 e 5M. Conclui-se que o extrato da semente de *Zygia couliflora* (Willd.) Killip. tem potencial para sua utilização em processos de coagulação.

ABSTRACT– The use of natural coagulants in coagulation presents as a promising alternative in the substitution or aid of chemical coagulants due to its numerous advantages, such as lower cost. In the present work the efficiency of the use of the natural coagulant in the treatment of water extracted from the seed of *Zygia couliflora* (Willd.) Killip was evaluated. Different concentrations of coagulant (0.1, 0.5, 1, 2, 3, 4 g.L⁻¹) were used for the assay achievements, as well as 1M and 5M concentrations of NaCl prepared saline. It was obtained as a result using the *Zygia couliflora* (Willd.) Killip seed, 30.4% and 74.5% color and turbidity removals, respectively, for the coagulant prepared with 1M saline, and concentration of 2 g.L⁻¹ presented the best result. For the analysis of the UV₂₅₄ parameter, it was possible to obtain up to 70% organic matter removal for the coagulants with 1 and 5M saline solutions. It is concluded that the extract of the seed of *Zygia couliflora* (Willd.) Killip. has potential for its use in coagulation processes.

Palavras-Chave – Coagulação; Coagulante Natural; *Zygia couliflora* (WILLD.) KILLIP.

1) Graduada em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Rua Rosalina Maria Ferreira, 1233 – Vila Guarujá, Campo Mourão, (44) 3518-1400, e-mail: juaoki12@gmail.com

2) Mestranda em Engenharia Química, Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, 5790 – Jardim Universitário, (44) 3011-4206, e-mail: renatamarianee@gmail.com

3) Pesquisador Titular na Coordenação de Sociedade Ambiente e Saúde do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Av. André Araújo, 2936 – Petrópolis, Manaus, (92) 6431865, e-mail: souzalag@inpa.gov.br

4) Professora no Departamento Acadêmico de Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Rua Rosalina Maria Ferreira, 1233 – Vila Guarujá, Campo Mourão, (44) 3518-1400, e-mail: flaviavs@gmail.com

INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), todas as pessoas têm direito a ter acesso a água potável, independente de suas condições socioeconômicas, neste sentido busca-se cada vez mais por técnicas de tratamento de água que sejam eficientes e de baixo custo (Organização Panamericana De Saúde, 2011).

Uma das principais e mais utilizadas técnicas de tratamento de água é a que emprega processos de coagulação e floculação. Apesar de ser muito empregado, o processo de coagulação e floculação tem muitas desvantagens, como a utilização de coagulantes químicos no tratamento. A coagulação tem o objetivo de reduzir impurezas para que então seja transformado em um produto potável. Por se tratar de uma delicada parte do tratamento, é preciso um controle rígido da dosagem desses produtos químicos, porém, com a alta demanda de água tratada e uma considerável piora na qualidade dos mananciais, é necessário um aumento nessas dosagens. A decisão sobre a escolha do coagulante utilizado frequentemente pauta-se em fatores de ordem econômica, relacionados à adequabilidade, à água bruta, à tecnologia de tratamento, ao custo e também à preservação dos tanques (Richter e Azevedo Netto, 1991).

Richter (2009), diz que devido a característica de reação com a alcalinidade natural que a água bruta possui, o coagulante mais utilizado no Brasil é o sulfato de alumínio. Devido a vários estudos, há evidências de uma relação do conteúdo de alumínio na água tratada com o aumento de incidentes de doenças neurológicas. De acordo com Flaten (2001), para a etiologia e patogênese do Alzheimer, o alumínio apresenta um papel importante como evidência, contudo ainda está em debate esta ligação. Bondy (2010) afirma que ainda há análises que conectam à doença de Parkinson e outras doenças neurodegenerativas crônicas também.

Em virtude desses inconvenientes, é desejável substituir coagulantes químicos com coagulantes naturais, como por exemplo à base de plantas. Para Vijayaraghavan, Sivakumar e Kumar (2011), utilizar plantas naturais como coagulantes traz muitas vantagens, sendo as principais: rentáveis, biodegradáveis e não precisam ter um pH elevado para o tratamento de água. Sendo assim, já foram identificados vários tipos de plantas para esta finalidade.

Como a semente da *Moringa oleifera* Lam vem ganhando destaque como coagulante natural no tratamento de água. Na visão de Gámez, Luna-del Risco e Cano (2015) essa espécie “contém um óleo comestível e uma substância solúvel em água que contém proteína na sua composição orgânica que pode agir como um coagulante efetivo”.

No entanto, por ser nativa da Índia, sua disponibilidade pode ser restritiva, impossibilitando seu uso para a demanda do tratamento de água no Brasil. Sendo assim, é importante realizar pesquisas para investigar a aplicabilidade de sementes de leguminosas nativas do Brasil de modo que possa

fazer o mesmo papel da *Moringa oleifera* Lam.

Sendo assim, partindo da ideia de encontrar um coagulante tão bom quanto a *Moringa oleifera* Lam., esta pesquisa tem como objetivo analisar a eficiência da semente nativa da Amazônia *Zygia cauliflora* (Willd.) Killip. como agente coagulante natural para o tratamento de água.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta e caracterização da água bruta

A água bruta utilizada nos ensaios foi coletada na Estação de Tratamento de Água da SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná), localizada na cidade de Campo Mourão.

Para a coleta de água foi utilizado galões de 5 litros, utilizados exclusivamente para este fim. A água bruta coletada foi mantida sob refrigeração no Núcleo de Pesquisa de Engenharia Ambiental (NUPEA) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Campo Mourão.

A caracterização da água bruta foi utilizando os parâmetros de cor, turbidez e UV₂₅₄.

Extração e preparo do coagulante

A casca da semente da *Zygia cauliflora* (Willd.) Killip foi removida manualmente e moída em um liquidificador. O pó foi desengordurado em etanol a 95% de concentração, utilizando um agitador magnético por 45 minutos. Em seguida o material foi filtrado e secado em estufa de circulação forçada de ar à 60°C por um período de 72 horas.

O coagulante foi preparado seguindo a metodologia descrita por Sánchez-Martín *et al.* (2010), onde é adicionado em um béquer 1g da semente dessecada com 100 mL de solução de água salina, o coagulante foi extraído por turbólise durante 3 minutos com a solução salina, e logo após foi agitado a solução por 30 minutos, em um agitador magnético. A solução salina foi preparada em duas concentrações de: 1M e 5M, diluindo NaCl em água destilada. Por fim, a solução foi filtrada vácuo em papel de filtro de qualidade e em seguida, filtrado novamente em uma membrana de fibra de vidro de poro 0,9 µm.

Além do coagulante preparado em meio salino também foi preparado o coagulante em água destilada, seguindo a mesma metodologia, afim de comparação. Todos os ensaios foram realizados em duplicatas.

Ensaio de coagulação

Os ensaios de coagulação foram realizados no equipamento *Jar Test* modelo 218/LDB da marca Nova Ética, com regulador de rotação e 6 hastes misturadoras com jarros de capacidades de 1L.

Em cada jarro, foram adicionadas quantidades da solução de coagulante pré-determinadas de: 0,1, 0,5, 1, 2, 3 e 4 g.L⁻¹. A água para a realização dos ensaios estava em temperatura ambiente e executado com o pH da água bruta, sem correção ou ajuste.

O ensaio é iniciado agitando a água bruta para homogeneização por 1 minuto a 120 rpm, em seguida é adicionado o coagulante em suas determinadas concentrações para a etapa de mistura rápida a 120 rpm por 1 minuto, após este período iniciou-se a etapa de mistura lenta a 60 rpm por 15 minutos. Por fim, o equipamento foi desligado e deixado as amostras sedimentarem a material floculado por um tempo de 15 minutos.

Após esses procedimentos, foi realizada a aferição dos parâmetros de cor pelo equipamento colorímetro Digimed, modelo DM-COR, turbidez pelo Turbidímetro PoliControl, modelo AP2000 iR, UV₂₅₄ medido pelo espectrofotômetro HACH, modelo DR5000 com as amostras da água tratada para verificar a eficiência do processo por meio da comparação dos resultados obtidos com a água bruta.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A caracterização da água bruta apresentou os seguintes resultados (Tabela 1):

Tabela 1 - Caracterização da água bruta.

Parâmetros de caracterização da água bruta	
Cor (uC)	92,2
Turbidez (NTU)	76,3
UV ₂₅₄ (nm)	1,367

Nota-se que os parâmetros de cor (Figura 1) e turbidez (Figura 2) obtiveram resultados similares, onde o coagulante preparado com solução salina a 1M apresentou melhores resultados de remoção quando comparado aos outros coagulantes. Observa-se também que com o aumento da concentração dos coagulantes obteve-se uma melhora no tratamento de água, chegando ao seu melhor resultado com concentração de 2 g.L⁻¹, e com o contínuo aumento da concentração não há uma melhora na remoção.

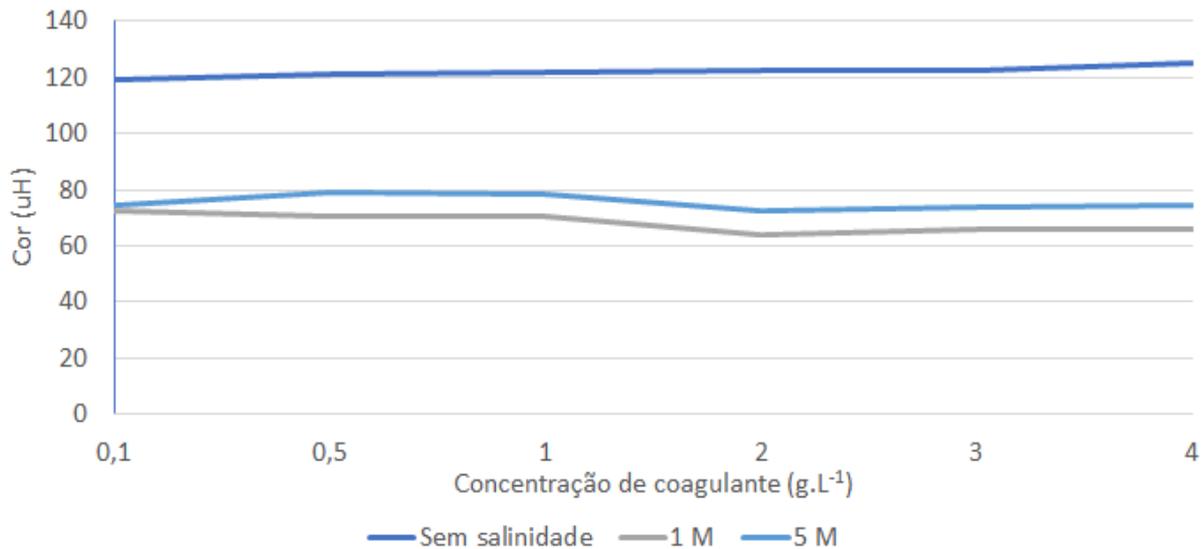


Figura 1 - Parâmetro de cor após o tratamento.

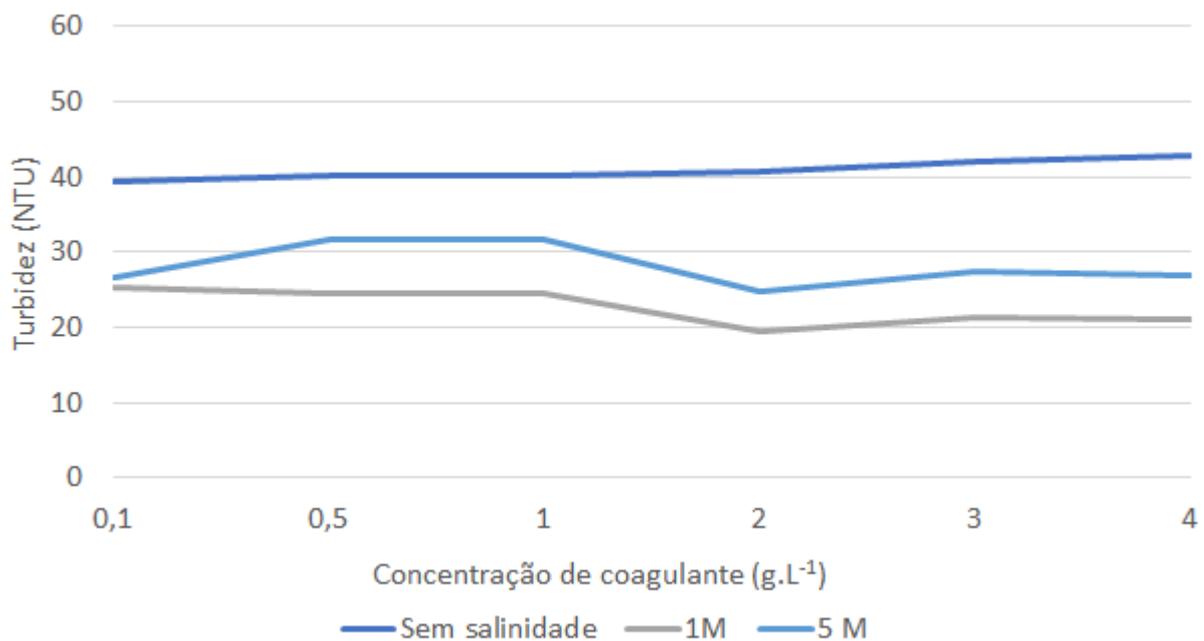


Figura 2 - Parâmetro de turbidez após o tratamento.

Verifica-se também que o tratamento realizado com coagulante preparado apenas com água destilada, ou seja, sem salinidade, há uma piora no tratamento, aumentando os parâmetros de cor e turbidez da água bruta. Já o coagulante preparado na solução salina obteve resultados de remoção. Isso pode ser explicado, pois a proteína existente no coagulante solubiliza mais facilmente em soluções com alta concentração de íons, descrito como mecanismo de salting-out (Okuda *et al.*, 2001).

Okuda *et al.* (1999) mostra que a semente de *Moringa oleifera* Lam. obteve capacidade de coagulação 7,4 vezes maior quando preparada em solução salina comparado com preparação em água destilada. Assim, como nesta pesquisa que utilizando a semente de *Zygia cauliflora* (Willd.) Killip.

como coagulante preparado em solução salina foi verificado melhores resultados que o preparado com água destilada.

Em termos de porcentagem de remoção com a melhor concentração de coagulante (2 g.L^{-1}) a 1M, obteve-se remoções de 30,4% e 74,5% para cor e turbidez, respectivamente, como pode ser visualizado nas Figuras 3 e 4.

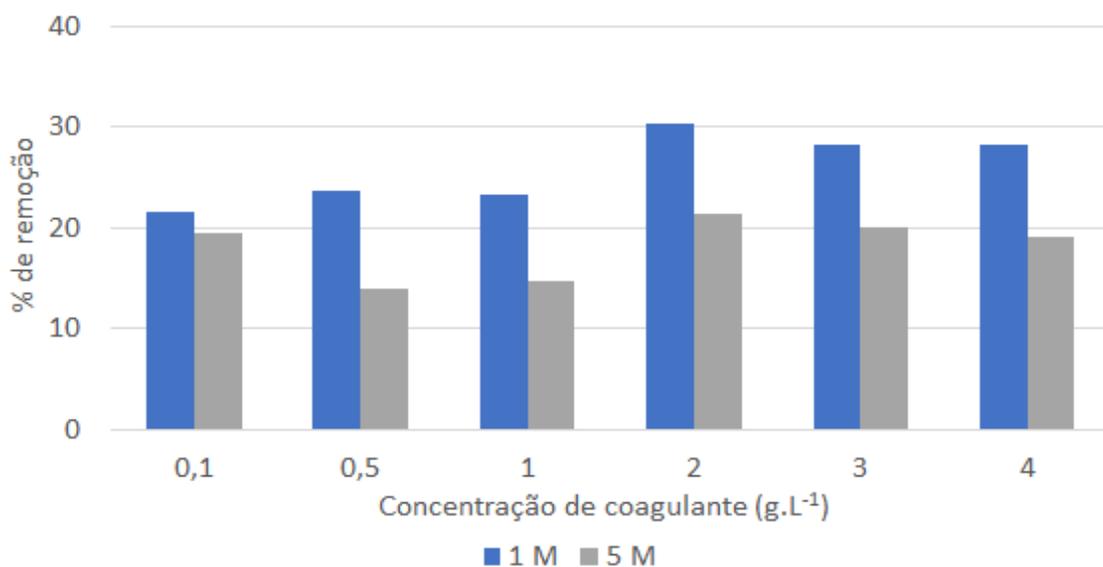


Figura 3 - Porcentagem de remoção de cor após o tratamento.

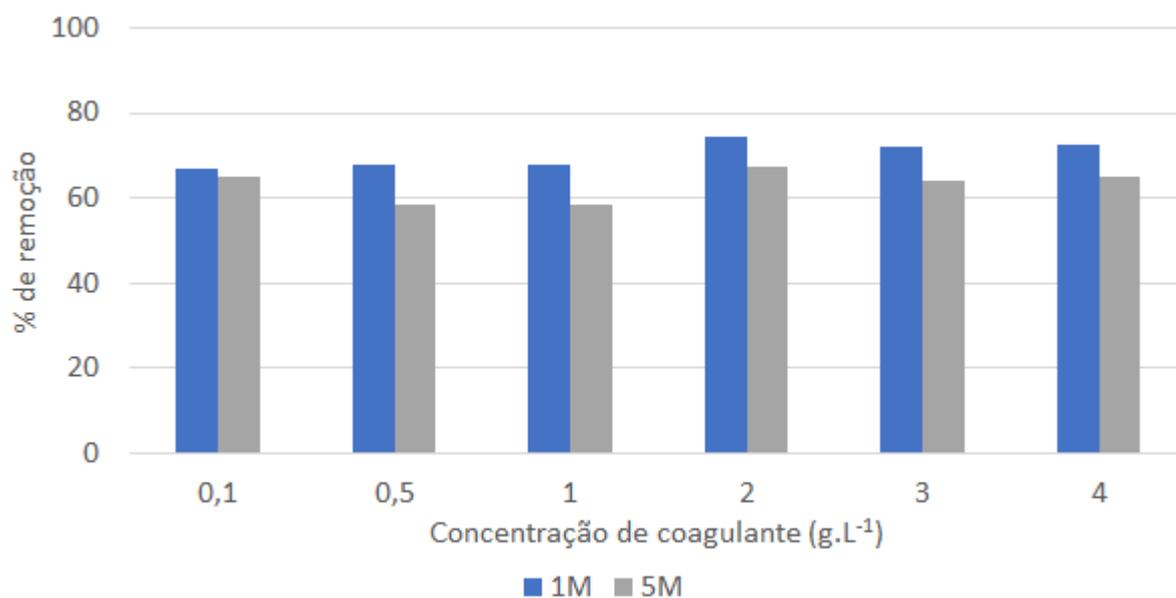


Figura 4 - Porcentagem de remoção de turbidez após o tratamento.

Valverde *et al.* (2015), trabalhou com o extrato da *Moringa oleifera* Lam. juntamente com o Polícloro de alumínio como coagulantes no tratamento de água e obteve remoções de 95,4% e 95,3% de cor e turbidez, respectivamente. Resultados superiores ao encontrado neste trabalho,

contudo ressalta-se que Valverde *et al.* (2015), ainda se utilizou de coagulante químico em seu processo, diferentemente do proposto nesta pesquisa, em que se testou apenas o coagulante natural.

De Souza *et al.* (2017), também utilizou-se do coagulante químico Policloreto de alumínio associado com a solução de quiabo para o tratamento de água e obteve remoção de 98,5% de turbidez. Nota-se que nesta pesquisa, utilizando-se apenas da solução de coagulante natural foi possível remover 74,5% de turbidez, podendo assim evidenciar que o extrato da semente da *Zygia cauliflora* (Willd.) Killip. pode ter potencial para ser utilizado como coagulante natural.

Segundo o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (1999), a medição da amostra no comprimento de onda 253,7nm, aproximada para 254nm e comumente descrito como UV₂₅₄, permite quantificar a matéria orgânica presente na amostra. Dessa forma, foi avaliado também como parâmetro para avaliação da eficiência da semente de *Zygia cauliflora* (Willd.) Killip. no tratamento de água.

A partir da Figura 5, observa-se que o coagulante com solução salina permitiu remover até 70% da matéria orgânica presente na água, porém não houve grandes variações na porcentagem de remoção com o aumento da concentração de coagulante, como também nas soluções preparadas a 1M ou a 5M. Isso, pode ter ocorrido, pois a matéria orgânica dissolvida é uma matriz complexa que pode estar presente na água compostos orgânicos como, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, coloridos, aromáticos e hidrofóbicos, além de também compreender compostos hidrofílicos, os quais são compostos de baixo peso molecular (Hussain *et al.*, 2013).

Segundo Zhao *et al.* (2016), os compostos hidrofílicos, por terem baixo peso molecular, são mais difíceis de serem removidos da água, já que eles têm pouca capacidade de aglutinação assim formação de flocos. Dessa forma, é possível que tais compostos, não foram removidos mesmo com o aumento da concentração de coagulante.

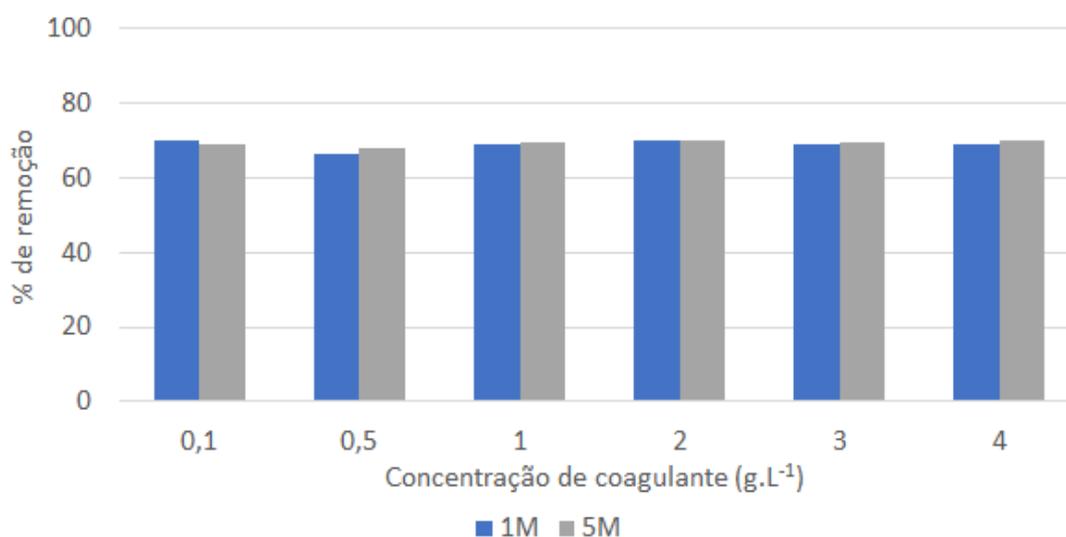


Figura 5 - Porcentagem de remoção de matéria orgânica por UV254.

CONCLUSÃO

A partir do exposto, é possível concluir que a semente *Zygia cauliflora* (Willd.) Killip., tem potencial como agente coagulante natural para o tratamento de água e com baixas concentrações de coagulante é possível remover até 30,4% e 74,5% de cor e turbidez, respectivamente. Ainda que as pesquisas comprovam que a semente de *Moringa oleifera* obteve resultados superiores a estes, deve-se apontar que a *Moringa* tem sido muito pesquisada e por isso já se tem a sua forma de utilização otimizada. Já a semente *Zygia cauliflora* (Willd.) Killip., pelo seu caráter inovador, não há pesquisas ainda utilizando esta semente para processos de coagulação, podendo ainda ser amplamente estudada e pesquisada afim de otimizar a sua utilização e futuramente obter-se resultados até superiores a *Moringa oleifera*.

REFERÊNCIAS

APHA (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association, Washington DC, Section 5910B.

BONDY, S. C. (2010). “*The neurotoxicity of environmental aluminum is still an issue*”. *Neurotoxicology* 575-581. DOI: 10.1016/j.neuro.2012.05.009.

DE SOUZA, R. M.; QUESADA, H. B.; TEIXEIRA, G. G.; VERNASQUI, L. G.; MAGNONI, P. H. J.; MEDEIROS, F. V. da S. (2017). “*Análise estatística da remoção de cor e turbidez utilizando o biopolímero goma xantana como auxiliar de floculação por tratamento de águas para abastecimento público*”. In *Anais do II Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologias Ambientais*, Toledo, Out. 2017.

FLATEN, T. P. (2001). “*Aluminium as a risk factor in Alzheimer’s disease, with emphasis on drinking water*”. *Brain Res Bull* 187-196. DOI: 10.1016/S0361-9230(01)00459-2

GÁMEZ, L. L. S., LUNA-DEL RISCO, M., CANO, R. E. S. (2015). “*Comparative study between M. oleifera and aluminum sulfate for water treatment: case study Colombia*”. *Environmental Monitoring and Assessment* 187(10). DOI: 10.1007/s10661-015-4793-y.

HUSSAIN, S.; VAN LEEUWEN, J.; CHOW, C.; BEECHAM, S.; KAMRUZZAMAN, M.; WANG, D.; DRIKAS, M.; ARYAL, R. (2013). “*Removal of organic contaminants from river and*

reservoir waters by three different aluminum-based metal salts: Coagulation adsorption and kinetics studies". Chemical Engineering Journal, 225, 394-405.

OKUDA, T.; BAES, A. U.; NISHIJIMA, W.; OKADA, M. (1999). "*Improvement of extraction method of coagulation active components from Moringa oleifera seed*". Water research, 33(15), 3373-3378.

OKUDA, T.; BAES, A. U.; NISHIJIMA, W.; OKADA, M. (2001). "*Isolation and characterization of coagulant extracted from Moringa oleifera seed by salt solution*". Water research, 35(2), 405-410.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (2001). Águas e Saúde. OPAS BRASIL. Brasil, 1p.

RICHTER, C. A. (2009). Água: métodos e tecnologia de tratamento. Editora BLUCHER, São Paulo (SP).

RICHTER, C. A.; AZEVEDDO NETTO, J. M. de. (1991). Tratamento de água: tecnologia atualizada. Edgard Blücher, São Paulo (SP).

SÁNCHEZ-MARTÍN, J.; GHEBREMICHAEL, K.; BELTRÁN-HEREDIA, J. (2010). "*Comparison of single-step and two-step purified coagulants from Moringa oleifera seed for turbidity and DOC removal*". Bioresource Technology 6269-6261. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.02.072

VALVERDE, K. C.; COLDEBELLA, P. F.; NISHI, L.; DOS SANTOS, T. R. T.; DOS SANTOS, O. A. A.; BERGAMASCO, R. (2015). "*Otimização dos parâmetros de operação no processo de coagulação/floculação e sedimentação no tratamento de água com a associação PAC e Moringa oleifera Lam.*". Engevista, 17(4), 491-499.

VIJAYARAGHAVAN, G.; SIVAKUMAR, T.; KUMAR, A. (2011). "*Application of plant based coagulants for waste water treatment*". International Journal of Advanced Engineering Research and Studies 88-92.

ZHAO, H.; WANG, L.; HANIGAN, D.; WESTERHOFF, P.; NI, J. (2016). “*Novel ion-exchange coagulants remove more low molecular weight organics than traditional coagulants*”. *Environmental science & technology*, 50(7), 3897-3904.