

I-735 - AVALIAÇÃO DO USO DE COAGULANTE NATURAL A BASE DE ALOE VERA COMO ALTERNATIVA NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA REMOÇÃO DE TURBIDEZ

Gabrielly Gomes Martins⁽¹⁾

Graduanda de Engenharia de Produção no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Ifes *campus* Cariacica.

Danieli Soares de Oliveira⁽¹⁾

Engenheira Civil, Mestre e Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Professora do Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes *campus* Cariacica.

Endereço⁽¹⁾: Rod. Gov. José Henrique Sette, 184 - Itacibá - Cariacica - ES – 29.150-410 - Brasil - Tel: +55 (27) 3246-1600 - e-mail: gabriellygm028@gmail.com

RESUMO

Este estudo tem como objetivo avaliar a utilização de coagulante natural à base de *Aloe arborescens*, conhecida também como Aloe Vera ou Babosa, como uma alternativa viável aos produtos químicos convencionais empregados nos processos de coagulação, que são etapas essenciais no tratamento de água. Foram realizados experimentos laboratoriais com água sintética, utilizando o teste de jarros (*jar test*) para simular os processos de coagulação, floculação e decantação. Os resultados demonstram que o coagulante à base de Aloe Vera é viável, exibindo uma eficiência de remoção de turbidez superior a 60%, com alguns ensaios atingindo mais de 90% de eficiência e uma turbidez final inferior a 5 uT. Esses resultados indicam que a Aloe Vera pode ser uma alternativa eficaz e sustentável aos coagulantes químicos no tratamento de água.

PALAVRAS-CHAVE: Coagulantes Naturais, Aloe Vera, Tratamento de Água, Clarificação de Água.

INTRODUÇÃO

A qualidade da água, ao ser captada de fontes naturais como nascentes, lagos, rios, ou outras origens, necessita de um tratamento rigoroso para garantir a remoção de microrganismos e contaminantes, tornando-a segura para consumo humano e uso doméstico. O processo de tratamento de água é composto por várias etapas unitárias, entre as quais se destacam coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação.

A etapa de coagulação é crítica nesse processo, consistindo na adição de agentes químicos para desestabilizar as partículas em suspensão na água. No Brasil, o sulfato de alumínio é amplamente utilizado nas Estações de Tratamento de Água (ETAs) como coagulante, devido à sua eficácia comprovada na formação de flocos que aglutinam impurezas, facilitando sua remoção subsequente (Lo Monaco et al., 2010). No entanto, o uso contínuo de coagulantes químicos tem suscitado preocupações sobre seus efeitos adversos à saúde humana a longo prazo, além de questões ambientais associadas ao seu manejo (Veríssimo e Gomes, 2008).

A Aloe Vera é uma planta da família das Liliáceas e é originária da África. É conhecida pelos seus diversos benefícios e modos de uso, muito presente na indústria farmacêutica e cosmética. Pode-se dizer que possui um potencial muito grande na área sanitária devido a presença de polímeros em seu interior que facilitam esse processo de desestabilização das partículas de impureza na água, a etapa de coagulação e floculação, (Borri et al., 2014). Embora seu cultivo possa requerer muita mão-de-obra, há a possibilidade de se afirmar que o uso do coagulante a base de Aloe Vera atende a fatores econômicos, visto que seu cultivo é economicamente viável em um país como o Brasil (Bach e Lopes, 2007).

Nesse contexto, a busca por métodos alternativos e naturais de coagulação se torna imperativa, não apenas para promover a sustentabilidade, mas também para mitigar os potenciais riscos à saúde pública. Este estudo propõe a utilização de um coagulante à base de *Aloe arborescens*, conhecida popularmente como Aloe Vera,



como substituto aos coagulantes químicos tradicionais. O objetivo é avaliar a eficiência desse coagulante natural na clarificação de água, investigando sua capacidade de remoção de turbidez e a viabilidade de sua aplicação em processos de tratamento de água.

METODOLOGIA

Para avaliar a eficiência da remoção de turbidez utilizando um coagulante natural, este estudo foi dividido em dois blocos de experimentos, cada um testando diferentes concentrações do coagulante.

As amostras foram preparadas no Núcleo de Estudos em Tratamento e Reuso de Água e efluentes (NETRA), localizado no IFES campus Cariacica. Inicialmente, seis amostras foram preparadas para o primeiro bloco de experimentos. A água sintética foi obtida adicionando-se aproximadamente 0,248 g de bentonita a 2 litros de água da torneira, resultando em uma turbidez média de 50 uT. Outras três amostras foram preparadas com aproximadamente 0,120 g de bentonita, alcançando uma turbidez média entre 20 e 30 uT.

No segundo bloco de experimentos, cinco amostras de água sintética foram preparadas, todas com 2 litros de água e aproximadamente 0,248 g de bentonita, atingindo uma turbidez média de 50 uT.

Para a produção do coagulante, seguiu-se a metodologia descrita por Amorim e Oliveira (2023). No primeiro bloco, utilizaram-se 4 g de gel de Aloe Vera em 50 ml de água da torneira, enquanto no segundo bloco manteve-se a proporção original do estudo, de 2 g de gel para 50 ml de água. O gel foi extraído das folhas de Aloe Vera com uma colher, batido em um liquidificador com a água por 1 minuto e, em seguida, filtrado através de papel de filtro, como mostra a Figura 1.

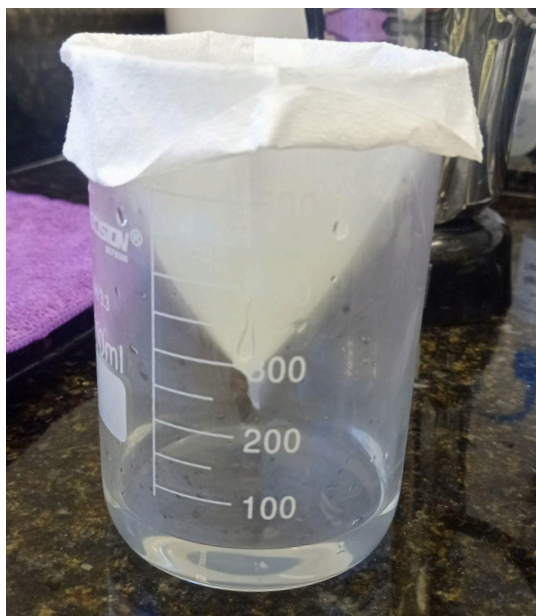


Figura 1: Foto do coagulante sendo filtrado.

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Os experimentos de clarificação foram realizados utilizando um *jar test* (Figura 2). No primeiro bloco de experimentos, foram adicionadas quantidades específicas de coagulante natural em cada jarro: 10 ml, 20 ml e 30 ml. No segundo bloco, as quantidades foram ajustadas para 5 ml, 6 ml, 12 ml, 15 ml e 18 ml.

Durante o *jar test*, a mistura foi agitada a 600 rpm por 1 minuto e 30 segundos. Após a agitação, as amostras foram deixadas em decantação, e a turbidez foi medida em intervalos de 10 minutos. No primeiro experimento, seis pequenas amostras foram retiradas de cada recipiente, enquanto no segundo experimento foram retiradas cinco amostras, totalizando quatro medições de turbidez para cada amostra ao longo de 40 minutos de decantação.

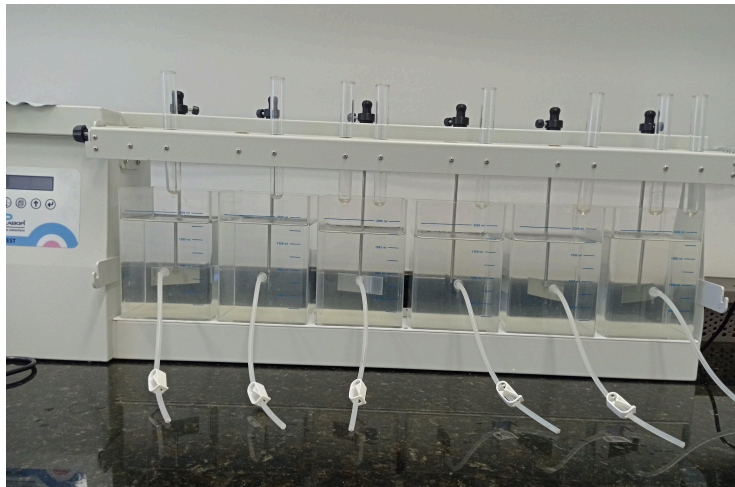


Figura 2: Foto do *jar test* utilizado nesta pesquisa.

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Para encontrar a eficiência na remoção de turbidez foram empregados os valores na Equação 1, baseado no estudo feito por Silva, 2023.

$$Eficiência (\%) = \left\{ 1 - \left(\frac{Turbidez\ final}{Turbidez\ inicial} \right) \right\} \times 100 \quad \text{Equação (1)}$$

RESULTADOS

Os resultados obtidos nos experimentos propostos são apresentados na Tabela 1, referente aos resultados do primeiro bloco de experimentos, e Tabela 2, que indicam os resultados do segundo bloco de experimentos. Para ilustrar a etapa de decantação são apresentadas as Figuras 3 e 4, que indicam o início e o final do processo.



Tabela 1: Valores de turbidez inicial, quantidade de coagulante, turbidez final dos 10 aos 40 minutos de decantação e eficiência de remoção de turbidez após 40 minutos para 6 amostras avaliadas neste trabalho, no primeiro bloco de experimentos.

Amostra	Turbidez inicial (uT)	Quantidade e de coagulante (ml)	Turbidez aos 10 minutos (uT)	Turbidez aos 20 minutos (uT)	Turbidez aos 30 minutos (uT)	Turbidez aos 40 minutos (uT)	Eficiência de remoção de turbidez após 40 minutos (%)
1 ^a	53,6	10	25,8	14,50	11,15	9,59	82,11
2 ^a	49,5	20	27,3	15,84	9,00	8,78	82,26
3 ^a	53,1	30	22,8	15,79	6,73	4,63	91,28
4 ^a	25,8	10	15,47	14,17	10,88	8,14	68,45
5 ^a	26,1	20	9,21	7,43	3,88	0,53	97,97
6 ^a	23,6	30	12,93	10,78	8,84	4,79	79,70

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Tabela 2: Valores de turbidez inicial, quantidade de coagulante, turbidez final dos 10 aos 40 minutos de decantação e eficiência de remoção de turbidez após 40 minutos para 5 amostras avaliadas neste trabalho, no segundo bloco de experimentos.

Amostra	Turbidez inicial (uT)	Quantidade e de coagulante (ml)	Turbidez aos 10 minutos (uT)	Turbidez aos 20 minutos (uT)	Turbidez aos 30 minutos (uT)	Turbidez aos 40 minutos (uT)	Eficiência de remoção de turbidez após 40 minutos (%)
1 ^a	52,7	5	43,1	32,3	21,2	16,64	68,43
2 ^a	51,8	6	40,9	32,5	20,9	18,86	63,59
3 ^a	51,0	12	32,9	23,1	7,04	6,53	87,20
4 ^a	49,0	15	26,7	14,03	8,80	3,35	93,16
5 ^a	48,8	18	26,5	16,9	10,73	5,73	88,26

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

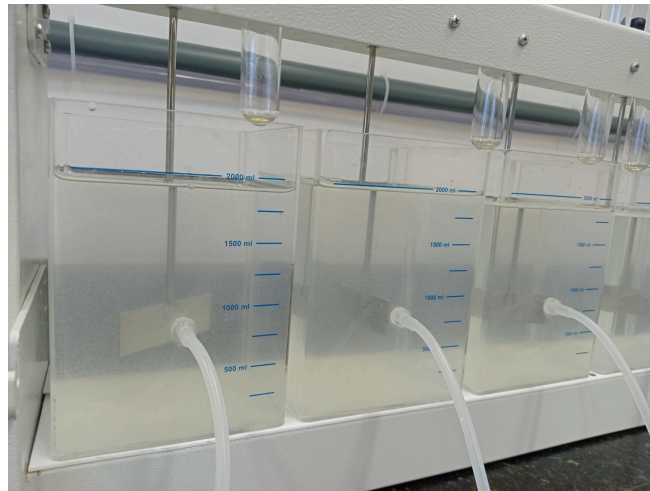


Figura 3: Início do processo de decantação.

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

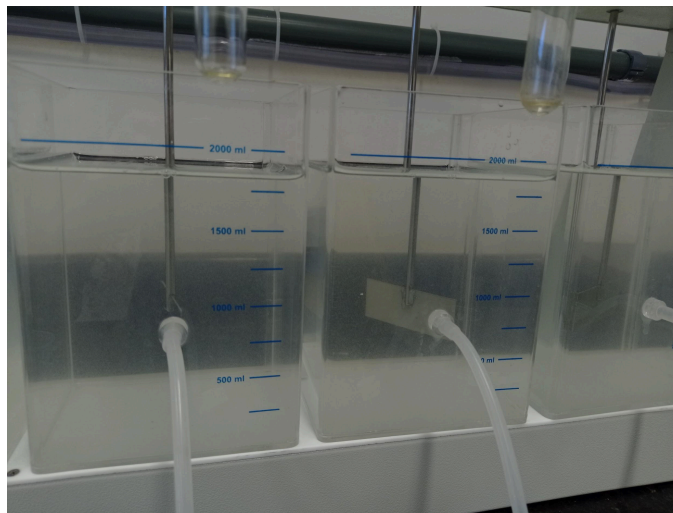


Figura 4: Final do processo de decantação.

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS – PRIMEIRO BLOCO DE EXPERIMENTOS

A análise inicial das três primeiras amostras revelou uma turbidez média de aproximadamente 50 uT. Após o tratamento com o coagulante natural de Aloe Vera, observou-se uma redução significativa na turbidez. Em 10 minutos de decantação, a turbidez diminuiu cerca de 50%, alcançando valores de 25,8, 27,3 e 22,8 uT. Após 40 minutos de decantação, a terceira amostra apresentou o melhor desempenho, atingindo uma turbidez final inferior a 5 uT, conforme estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde N° 888 de 04 de Maio de 2021, com uma eficiência de remoção de 91,28%. As outras duas amostras também demonstraram reduções significativas na turbidez da água sintética, com eficiências superiores a 82%. O melhor resultado foi observado no jarro com a maior concentração de coagulante natural (30 ml - jarro 3).



Para os jarros 4, 5 e 6, que apresentavam turbidez inicial variando entre 20 uT e 30 uT, o tratamento também resultou em reduções significativas. O jarro 5 alcançou uma notável eficiência de remoção de turbidez de 98%. A amostra com menor concentração de coagulante (10 ml) obteve a menor eficiência, registrando 68,45%, com a turbidez diminuindo de 25,8 uT para 8,14 uT. As amostras tratadas com 20 ml e 30 ml de coagulante natural demonstraram resultados bastante satisfatórios: a amostra com 30 ml de coagulante reduziu a turbidez de 23,6 uT para 4,79 uT, enquanto a amostra com 20 ml de coagulante passou de 26,1 uT para 0,53 uT ao final dos 40 minutos de decantação.

Estes resultados evidenciam a eficácia do coagulante natural de Aloe Vera na remoção de turbidez, com melhor desempenho observado nas amostras com maior concentração de coagulante, validando seu potencial como uma alternativa eficaz aos coagulantes químicos tradicionais.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS – SEGUNDO BLOCO DE EXPERIMENTOS

No segundo bloco de experimentos, foram analisadas cinco amostras, todas com turbidez média inicial de 50 uT. Diferentemente dos resultados obtidos no primeiro bloco, a análise aos 10 minutos de decantação mostrou uma redução menos acentuada na turbidez para a maioria das amostras. As três primeiras amostras apresentaram eficiências de remoção de turbidez entre 18,22% e 35,5%, enquanto as amostras 4 e 5 registraram uma eficiência de aproximadamente 45% nesse período inicial.

No entanto, após 40 minutos de decantação, todas as amostras demonstraram clarificação satisfatória, com eficiências de remoção de turbidez superiores a 60%. O resultado mais promissor foi obtido na quarta amostra, que alcançou uma eficiência de 93,16%, com uma turbidez final de 3,35 uT, atendendo ao limite estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde N° 888 de 04 de Maio de 2021. Este resultado foi obtido com a adição de 15 ml de coagulante natural.

As amostras 1 e 2, que receberam as menores quantidades de coagulante (5 ml e 6 ml, respectivamente), mostraram uma redução de turbidez significativa, mas não tão elevada quanto às amostras com maior concentração de coagulante.

Comparando os dados dos dois blocos de experimentos, conclui-se que o uso de coagulantes naturais, particularmente Aloe Vera, é uma alternativa viável aos coagulantes químicos, demonstrando altas eficiências de remoção de turbidez e a capacidade de atender aos requisitos regulatórios de qualidade da água.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo indicam que o coagulante à base de Aloe Vera é altamente eficaz na remoção de turbidez em amostras de água sintética. Todas as amostras mostraram uma redução substancial na turbidez, com eficiências superiores a 60%, atendendo ao objetivo principal de clarificação. No primeiro experimento, metade das amostras atingiu valores de turbidez inferiores ao limite estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde N° 888, de 04 de Maio de 2021, com turbidez final inferior a 5 uT. Estes achados destacam que a concentração de coagulante é um fator determinante na eficiência de remoção de turbidez para diferentes níveis de contaminação.

Recomenda-se a realização de testes adicionais para validar os resultados obtidos, incluindo a combinação do uso de Aloe Vera com outras etapas do processo de tratamento de água, como a filtração. Esta abordagem integrada pode potencialmente melhorar a eficiência e precisão dos resultados, facilitando a implementação do Aloe Vera como uma substituição viável ao sulfato de alumínio nos processos de coagulação e floculação. Essa substituição não só promove um tratamento de água mais sustentável, mas também reduz os riscos associados à saúde humana.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao apoio financeiro e institucional do CNPq, da FAPES, do Ifes *campus* Cariacica e da Reitoria do Ifes.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMORIM, Ana Clara Coli de; OLIVEIRA, Danieli Soares de. utilização de aloe vera para tratamento de água como alternativa ao uso de produtos químicos. In: Anais do Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia. Anais...Diamantina(MG) Online, 2023. Disponível em: <https://www.event3.com.br/anais/cobicet2023/650670-utilizacao-de-aloe-vera-para-tratamento-de-agua-como-alternativa-ao-uso-de-produtos-quimicos>.
2. BACH, Dionizio Bernardino; LOPES, Marcos Aurélio. Estudo da viabilidade econômica do cultivo da babosa (Aloe vera L.). Ciência e Agrotecnologia, v. 31, p. 1136-1144, 2007.
3. BORRI, Rodrigo Babora; FREIRE, Rosane; BOINA, W. L. O. Remoção da turbidez da água usando Aloe Vera como coagulante natural. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2014.
4. BRASIL. Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>.
5. MONACO, Paola Alfonsa Vieira Lo et al. Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias. Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 5, n. 3, p. 222-231, 2010.
6. SILVA, Jéssica Raasch da. Avaliação da eficiência de remoção de turbidez de um sistema alternativo de clarificação de água utilizando coagulantes natural e químico. 2023.
7. Veríssimo, M.I.S., Gomes, M.T.S.R. 2008. The quality of our drinking water: aluminium determination with an acoustic wave sensor. Analytica Chimica Acta, 617(1-2), 162-166. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2007.12.034>.