



Viabilidade dos taninos de angico vermelho para o tratamento de efluentes

Heitor Bruno Barbosa de Azevedo^{1*}, Denys Santos de Souza¹, Kayo Lucas Batista de Paiva¹, Paula Evany¹
Pessoa do Nascimento¹, Tatiane Kelly Barbosa de Azevedo¹, Renata Martins Braga¹

RESUMO: Nesta pesquisa, avaliamos a eficácia de coagulantes naturais derivados das cascas da *Anadenanthera colubrina* no tratamento da água. Os parâmetros estudados foram pH, turbidez e tempos de sedimentação ideais. As cascas foram obtidas de árvores saudáveis em um plantio florestal na Escola Agrícola de Jundiá, localizada em Macaíba, Rio Grande do Norte. Após a coleta, as cascas passaram por secagem ao ar, moagem e classificação para a extração de taninos, que foram subsequentemente cationizados e utilizados no tratamento da água. A água dos testes foi coletada do açude na Escola Agrícola de Jundiá. Os ensaios de coagulação/floculação ocorreram no laboratório de alimentos vivos da mesma instituição, com uma concentração de 200 mg/1L, avaliando turbidez e pH. O melhor resultado alcançou uma turbidez de 13,56, mantendo o pH dentro das diretrizes da portaria de consolidação GM/MS N° 5 de 28 de setembro de 2017. Esta portaria estabelece que o pH da água no sistema de distribuição deve ser mantido entre 6,0 e 9,5. A resolução N° 357 estipula que a turbidez não deve exceder 40 NTU. Assim, estudos adicionais são necessários para otimizar as condições de agitação e concentração dos taninos de angico vermelho, visando aprimorar a clarificação da água.

Palavras-chave: Coagulantes, floculação, *Anadenanthera colubrina*, tratamento da água

Viability of red angico tannins for effluent treatment

ABSTRACT: In this research, we evaluated the effectiveness of natural coagulants derived from the bark of *Anadenanthera colubrina* in water treatment. The parameters studied included pH, turbidity, and optimal sedimentation times. The bark was obtained from healthy trees in a forest plantation at the Agricultural School of Jundiá, located in Macaíba, Rio Grande do Norte. After collection, the bark underwent air drying, grinding, and classification for tannin extraction, which were subsequently cationized and used in water treatment. The test water was collected from the reservoir at the Agricultural School of Jundiá. Coagulation/flocculation tests took place in the same institution's live food laboratory, at a concentration of 200 mg/L, assessing turbidity and pH. The best result achieved a turbidity of 13.56, maintaining the pH within the guidelines of Consolidation Ordinance GM/MS No. 5 of September 28, 2017. This ordinance establishes that the pH of water in the distribution system should be maintained between 6.0 and 9.5. Resolution No. 357 stipulates that turbidity should not exceed 40 NTU. Therefore, further studies are necessary to optimize the agitation conditions and concentration of red angico tannins, aiming to enhance water clarification.

Keywords: Coagulants, flocculation, *Anadenanthera colubrina*, water treatment.

INTRODUÇÃO

A problemática do estresse hídrico em nível global possui base em uma estatística fornecida pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2018. De acordo com essa estatística, cerca de 2 bilhões de pessoas habitam países que enfrentam significativa tensão hídrica, um cenário que se agrava com o aumento da população e da demanda por água. (ONU, 2018). Conforme relatório da OMS, aproximadamente 2 bilhões de pessoas em todo o mundo consomem água proveniente de fontes potencialmente contaminadas por graxa, metais, efluentes e fezes. Quando essa água poluída é descartada no meio ambiente e em grandes corpos d'água, ocorre a disseminação de doenças infecciosas transmitidas pela água, incluindo diarreia, vômitos, febre tifoide, cólera, gastroenterite, infecções por vermes, vírus da hepatite e tracoma. (OMS, 2022). Os

efeitos adversos resultantes da descarga inadequada de águas residuais industriais no meio ambiente, que consistem frequentemente em resíduos diversos, como sólidos dissolvidos e em suspensão, partículas orgânicas e inorgânicas, óleo, corantes e outras impurezas. Esses resíduos têm o potencial de aumentar a turbidez, o pH, a Demanda Química de Oxigênio (DQO) e a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) da água receptora. Tal cenário pode resultar na contaminação de águas superficiais e subterrâneas, desencadeando uma série de riscos prejudiciais à saúde humana. (OWODUNNI; ISMAIL, 2021).

São bastante usados materiais inorgânicos como agentes coagulantes para a floculação desses resíduos, como sulfato de alumínio e cloreto férrico no tratamento de efluentes, porém, esses coagulantes apresentam muitas desvantagens, como por exemplo,

não são biodegradáveis, deixam resíduos de alumínio e ferro na água, que podem fazer quem consumir, desenvolver doenças neurodegenerativas a longo prazo, como o parkinson e alzheimer, além de alterar muito o pH da água, fazendo-se necessário, utilizar outro produto químico na água para regular o pH, por isso, se vê a necessidade de desenvolver coagulantes naturais, que sejam biodegradáveis e não alterem tanto o pH da água (LIMA JÚNIOR e ABREU, 2018).

Nesse contexto, os coagulantes naturais surgem como uma alternativa ecologicamente sustentável. Embora os coagulantes naturais tenham demonstrado eficácia no tratamento de águas residuais, eles também apresentam limitações que precisam ser investigadas para sua aplicação em larga escala (GAUTAM; SAINI, 2020). A utilização de um coagulante baseado em tanino para o tratamento de água e efluentes em diversas regiões do mundo tem demonstrado êxito na remoção de contaminantes, tais como turbidez, corantes, sólidos suspensos, demanda química de oxigênio, algas e metais pesados. A eficácia dos taninos como coagulante está intrinsecamente relacionada à sua estrutura química e ao grau de modificação que essas substâncias sofrem, sendo esses fatores dependentes da fonte vegetal da qual os taninos são extraídos. (IBRAHIM; YASER; LAMAMING, 2021)

No Brasil, existem várias espécies que podem ser utilizadas para exploração de taninos, uma delas é o Angico vermelho (*Anadenanthera colubrina*), que é uma espécie com bom potencial para extração de taninos da sua casca e é amplamente utilizada para curtimento de pele animal (PAES et al., 2013). O angico vermelho é popularmente utilizada como planta medicinal, utilizando sua raiz e cascas do caule, para várias finalidades, como complicações do fígado, gonorreia, leucorreia, infecção dos ovários, etc (ARAÚJO et al., 2015). Pertence à família Fabaceae, é uma espécie nativa do Brasil, porém, não é endêmica, habita nos domínios fitogeográficos da Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, e além dos fins medicinais, também tem várias outras utilidades, por exemplo, sua madeira é muito utilizada para carpintaria, móveis, construções civis e rurais, estacas, mourão, assoalho, cercas, lenha e carvão. Enquanto suas cascas podem ser utilizadas para extração de taninos.

Com isso, estudos avaliando a eficiência dos taninos vegetais extraídos da casca do Angico vermelho com tratamento de efluentes torna-se uma alternativa para o desenvolvimento econômico da população local e mitigação de impactos ambientais. O objetivo desse trabalho é realizar extração e quantificação dos taninos da casca da Angico vermelho (*Anadenanthera colubrina*), formular um coagulante natural e avaliar seu efeito na clarificação da água.

MATERIAIS E MÉTODOS

1. Local de Estudo

O estudo foi conduzido na região de Macaíba, Rio Grande do Norte, Brasil, próximo à Escola Agrícola de Jundiá (EAJ), da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). A área de coleta situou-se na mata do olho d'água, caracterizada por um solo classificado como latossolo amarelo de textura arenosa e topografia plana. O clima local foi classificado como tropical chuvoso, com temperatura média anual de 27,1°C, umidade relativa anual de 76% e precipitação pluviométrica variando entre 863,7 e 1.070,7 mm (IDEMA, 2013).

2. Coleta e Preparo dos Materiais

Foram selecionadas cinco árvores saudáveis de Angico Vermelho (*Anadenanthera colubrina*) para a coleta do material. As cascas foram separadas do fuste das árvores com auxílio de um facão, e seu peso foi registrado para determinação da umidade inicial. Posteriormente, as cascas foram secas ao ar e moídas em uma forrageira para redução dos fragmentos (Figura 1).



Figura 1 - Casca de *Anadenanthera colubrina* reduzidas a fragmentos menores.

O material moído foi então fervido em uma proporção de 1:10, 30g de material para 300ml de água destilada e submetido a uma temperatura de 70°C por 3 horas pelo método de banho maria (Figura 2).



Figura 2 – Extração do material em banho maria.

Após a primeira extração, o líquido foi reservado e adicionados mais 300ml de água destilada ao material para uma segunda extração nas mesmas condições anteriores com o objetivo de retirar o máximo de extrativos presente no material. Todo o líquido resultante foi peneirado para retenção de partículas de casca, e posto para secagem ao ar livre, a fim de obter os taninos da casca do Angico vermelho

3. Cationização dos Taninos

A cationização dos taninos foi realizada com base na reação de Mannich, conforme relatada por Konrath e Fava (2006), em três etapas. Inicialmente, 5,4 g de cloreto de amônio e 24,4 g de formaldeído foram colocados em um balão volumétrico e a mistura aquecida a 80°C por 2 horas (Figura 3). Para verificar a eficácia da reação entre formaldeído e cloreto de amônio, uma avaliação visual foi realizada pelo aparecimento da cor amarelo claro a incolor. Em seguida, o produto obtido na primeira etapa foi misturado com 28,0 g de uma solução aquosa de tanino (50%) durante 30 minutos a 60°C. Após a segunda etapa, o estágio pós-reação foi realizado, consistindo na adição de 0,2 g de monoetanolamina e deixando reagir por 3 horas a uma temperatura de 50°C.



Figura 3 – Cationização da espécie *Anadenanthera colubrina* com uso de paca aquecedora

4. Ensaio de Coagulação

As amostras de água turva foram coletadas no açude olho d'água, localizado na Unidade Acadêmica

TABELA 1: Valores de turbidez e pH da água tratada com coagulante natural a base de angico vermelho com intervalos de 10, 35 e 60 minutos de sedimentação. Foram utilizados os valores médios e 150 NTU para turbidez inicial.

Teste lento, com 35 RPM			
Tempo de sedimentação (min)	Médias Turbidez	pH Inicial	pH Final
10	18,33	9,43	8,81
35	15,66	9,43	8,65
60	13,56	9,43	8,5

Teste rápido, com 150 RPM

Especializada em Ciências Agrárias (UAECIA), da Escola Agrícola de Jundiá. As amostras foram conduzidas ao laboratório de produção de alimentos vivos para realização dos ensaios de coagulação. Os taninos da casca do angico vermelho, após a cationização com formaldeído pela reação de Mannich.

Utilizando o aparelho Jar-test (Figura 4), foram realizados ensaios de floculação utilizando 1L de água com turbidez de 150 e aplicado 200 mg L⁻¹ de solução coagulante. Os ensaios foram conduzidos em béqueres, onde foram utilizados dois períodos de agitação, sendo um a 130 rpm por 2 minutos e outro a 35 rpm por 60 minutos. A turbidez e o pH da água tratada foram avaliadas em intervalos de 10, 35 e 60 minutos.



Figura 4 -Ensaio de floculação utilizando Jar-test

RESULTADO E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos nos ensaios de coagulação utilizando os taninos da casca do angico vermelho como agente coagulante, foram promissores. Mesmo no teste lento com agitação a 35 rpm durante 60 minutos, a turbidez da água tratada apresentou valores satisfatórios, indicando uma boa eficiência do coagulante natural (tabela 1).

No ensaio de coagulação lento, realizado a 30 rpm, o tempo de 60 minutos apresentou o melhor valor de turbidez, com a média de 13,56 NTU. Em sequência, os tempos de 35 minutos e 10 minutos registraram valores de turbidez de 15,66 NTU e 18,33 NTU, respectivamente.

Tempo de sedimentação (min)	Média Turbidez	pH Inicial	pH Final
2	21,33	9,04	8,46

É importante destacar que o resultado obtido a partir de 10 minutos já se mostra satisfatório, indicando a eficiência do processo de coagulação. Esses parâmetros promissores podem ser empregados no tratamento de água. Pesquisas com coagulantes a base de angico vermelho com diferentes métodos de extrativos de taninos foi realizado por Brito, 2014 e encontrou menores remoções de turbidez para a água testada, na faixa de 32NTU, isso pode ter ocorrido pelo uso de sais no processo de extração, o que impacta diretamente na redução de pureza (índice de stiasny).

Segundo a Resolução N° 357, datada de 17 de março de 2005 e publicada no Diário Oficial da União (DOU) N° 053 situada no Art. 4°, são categorizadas as águas conforme suas diferentes finalidades, incluindo o consumo humano, substitui a Resolução N° 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e estabelece parâmetros específicos referentes à qualidade da água para fins domésticos e industriais. Nesse contexto, a Resolução N° 357 estipula padrões que devem ser seguidos, onde a turbidez não deve exceder 40NTU, e os valores de pH devem situar-se na faixa entre 6,0 a 9,0 (CONAMA, 2005). Valores esses que esta pesquisa atende.

No ensaio de coagulação rápida realizado a 130 rpm, os resultados também foram interessantes, com um tempo de 2 minutos. Nesse caso, a amostra 2 apresentou uma turbidez final de 21,33 NTU. Esses resultados demonstram que o processo de coagulação rápido também foi eficiente na redução da turbidez da água, levando em consideração que a turbidez inicial era de 150 NTU, evidenciando a possibilidade de utilização desse método para tratamento de água em um tempo menor. A obtenção de uma turbidez final satisfatória em apenas 2 minutos ressalta a viabilidade e eficácia dessa abordagem para o tratamento de água em situações que demandem uma rápida ação de coagulação.

Em concordância com as diretrizes estabelecidas pela Portaria de Consolidação GM/MS N° 5, de 28 de Setembro de 2017, a qual regula os padrões de potabilidade da água. De acordo com o Art. 39° dessa Portaria, a água potável deve estar em conformidade com o padrão organoléptico de potabilidade, sendo recomendado que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2017). Tendo como base essa lei, os coagulantes naturais trazem benefícios no processo, pois eles não causam grandes alterações no pH, o que reduz custos e tempo para as empresas de tratamento, conforme se observa na tabela 1.

O pH final após a realização dos testes (variando entre pH 8,4 e 8,8) apresentou pouca variação do pH inicial, o que se configura como um resultado satisfatório. Essa constatação é relevante, uma vez que além da eficácia do processo de coagulação, a manutenção do pH da água dentro de parâmetros aceitáveis é observada. Essa conformidade com os valores recomendados para potabilidade torna a água tratada adequada tanto para uso industrial quanto residencial.

CONCLUSÃO

Conclui-se que, o coagulante natural a base de angico vermelho foi eficiente no processo de tratamento da água, reduzindo a turbidez e mantendo o pH dentro dos padrões necessários. Sendo importante, realização de novos estudos para aprimorar o seu desempenho na coagulação.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer à Escola Agrícola de Jundiá da UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte) por fornecer o ambiente e recursos essenciais para nossa pesquisa, e à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio crucial à pesquisa científica no Brasil. Também expressamos nossa gratidão ao Laboratório de produtos florestais não madeireiros por sua contribuição fundamental ao nosso projeto, incluindo instalações, recursos e conhecimento.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, E.R.D; OLIVEIRA, D.C; SOARES, T.C; ZUCOLOTO, S.M; TAVARES, J. C.M; SILVA, D.G.C. Avaliação do potencial antimicrobiano de extrato hidroalcoólico e aquoso da espécie *Anadenanthera colubrina* frente à bactérias gram negativa e gram positiva. **Biota Amazônia**: Open Journal System, Macapá, v. 5, n. 3, p. 66-71, ago. 2015.

BRASIL. Portaria de Consolidação N° 5, de 28 de Setembro de 2017 do Ministério da Saúde. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. 2017.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N° 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução N° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da União. Poder Executivo, Brasília, DF, 16 maio 2011.

GAUTAM, S.; SAINI, G.. Use of natural coagulants for industrial wastewater treatment. **Global Journal Of Environmental Science And Management**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 1-26, out. 2020. GJESM Publisher. <http://dx.doi.org/10.22034/gjesm.2020.04.10>.

IBRAHIM, A; YASER, A.Z; LAMAMING, J. Synthesising tannin-based coagulants for water and wastewater application: a review. **Journal Of Environmental Chemical Engineering**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 105007, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2020.105007>.

Lima Júnior, R. N; Abreu, F. O. M. S. Produtos Naturais Utilizados como Coagulantes e Floculantes para

OWODUNNI, A.A; ISMAIL, S. Revolutionary technique for sustainable plant-based green coagulants in industrial wastewater treatment—A review. **Journal Of Water Process Engineering**, [S.L.], v. 42, p. 102096, ago. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jwpe.2021.102096>.

PAES, J.B; DINIZ, C.E.F; LIMA, C.R; BASTOS, P.M; MEDEIROS NETO, P.N. TANINOS CONDENSADOS DA CASCA DE ANGICO-VERMELHO (*Anadenanthera colubrina* var. cebil) EXTRAÍDOS COM SOLUÇÕES DE HIDRÓXIDO E SULFITO DE SÓDIO. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 22-27, set. 2013.

Tratamento de Águas: Uma Revisão sobre Benefícios e Potencialidades. **Revista Virtual Química**, Fortaleza, v. 10, n. 3, p. 709-735, jun. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Executive Summary - SDG 6 Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation, 2018**. Disponível em: <https://www.unwater.org/publications/executive-summary-sdg-6-synthesis-report-2018-water-and-sanitation>. Acesso em: 18 de jul. 2023.

ORGANIZATION WORLD HEALTH. **Drinking-water**. 2022. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>. Acesso em: 18 jul. 2023.

PAREYN, F. G. C. ARAÚJO, E. de L. DRUMOND, M. A. *Anadenanthera colubrina* – Angico. EMBRAPA. Série Biodiversidade, 51. Capítulo em livro técnico (CPATSA) Cap 5, p. 740-745. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1103448>>

SOUSA, Thaís Brito. **USO DE TANINOS DE ESPÉCIS FLORESTAIS NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO**. 2015. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.