



INVESTIGAÇÃO DA MORFOLOGIA DOS FLOCOS FORMADOS DURANTE A APLICAÇÃO DE UM NOVO COAGULANTE NATURAL NO TRATAMENTO DE ÁGUA

Felício, B.R.¹, Tomé, A. G.¹, Nagatomo, S. S.¹, . Freitas, A. B.¹, Amaral, F. A.¹

¹Laboratório de análise eletroquímica e tratamento de efluentes (LAETE),
Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila,
2121, CEP 38408-100. *fabioamaral@ufu.br

RESUMO

As hemiceluloses catiônicas (HC) foram testadas no tratamento de água, extraídas da palha de milho, deslignificadas pelo método *OxiOrganosolv* e cationizadas com Cloreto de 2,3-propil-trimetil-amônio (ETA). A caracterização das HC por Espectroscopia de infravermelho com Transformada de *Fourier* revelou aumento na banda dos grupos metil (-CH₃) (1477 cm⁻¹). A análise elementar apresentou GS de 0,41. Ensaios de Jar test com água bruta utilizaram HC nas dosagens de 4 e 3 ppm em pH 9 e 10, onde estas mostraram eficiência com remoção de 87,8% da turbidez e 65,2% da cor. A avaliação da morfologia dos flocos mostrou, com a medição da dimensão fractal (1,11 a 1,87), a formação de flocos maiores e compactos, e com a distribuição do tamanho de partículas tamanhos de até 2,08 mm, com 98% de flocos na faixa de 0,114 mm após 1 min e 55% após 28 min.

Palavras-chave: Palha de milho, Subproduto agroindustrial, Hemiceluloses catiônicas, Flocculação, Água bruta.

1. INTRODUÇÃO

O aproveitamento de subprodutos da agroindústria destaca-se como um dos pilares para a obtenção de uma fonte orgânica renovável, principalmente pelos diferentes tipos de biomassa vegetal utilizadas, além de contribuir para a sustentabilidade e pela agregação de valor econômico à agroindústria. A economia circular oferece uma abordagem para reduzir os impactos ambientais das práticas agrícolas, promovendo o uso sustentável dos recursos e melhorando os resultados econômicos. Assim, subprodutos agroindustriais como bagaço, sabugo e palha de milho são explorados como matérias-primas para a produção de coagulantes utilizados no tratamento de água e efluentes (Alves, 2022).

O uso de coagulantes inorgânicos, como sais de alumínio e ferro, é preocupante devido à toxicidade e ao acúmulo de alumínio em águas tratadas, que está associado a doenças como Alzheimer e Parkinson (Krupinska, 2020). Como alternativa, os coagulantes naturais têm ganhado destaque por serem menos tóxicos, biodegradáveis e provenientes de fontes renováveis, abordando preocupações ambientais (LIU et al., 2019). Nesse contexto, uma tecnologia de pré-tratamento, como a deslignificação, converte a biomassa lignocelulósica em biopolímeros renováveis permitindo a remoção da lignina da biomassa e facilitando o acesso às hemiceluloses e celulose.

A água por sua vez, contém diversas impurezas, como partículas coloidais, substâncias húmicas e organismos. Para removê-las, são utilizados processos como coagulação, floculação, sedimentação e flotação, que ajudam a desestabilizar e agrupar essas partículas em flocos maiores. Esses métodos são eficazes, simples e econômicos, sendo amplamente aplicados no tratamento de água (Di Bernardo; Dantas; Voltan, 2017; Ribeiro, 2021a).

Para avaliar a eficácia dos processos de coagulação e a performance do coagulante utilizado, técnicas de imagens digitais, obtidas por métodos não intrusivos e não destrutivos, têm sido empregadas para avaliação da formação dos flocos. Estas permitem uma visualização detalhada, possibilitando a avaliação do desempenho do coagulante, a eficiência na remoção de impurezas, e a estabilidade das partículas ao longo do processo (Bouyer et al., 2005; Moruzzi et al., 2016; Ren et al., 2017). A integração dessas análises avançadas com o uso de coagulantes naturais pode,

portanto, aprimorar a eficiência e a sustentabilidade dos processos de tratamento de água.

Deste modo, o presente trabalho teve como objetivos a aplicação das hemiceluloses catiônicas (HC) como coagulante natural e a avaliação da morfologia dos flocos formados durante os processos de coagulação/floculação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Deslignificação da palha de milho pelo método *OxiOrganosolv*

A extração das hemiceluloses seguiu o procedimento adaptado da patente BR 10 2024 006492-5 (2024), que se deu pelo método *OxiOrganosolv* do peróxido de hidrogênio em meio alcoólico básico. Após a extração da lignina, na separação da holocelulose (celulose e hemicelulose), utilizou-se solução de NaOH 17,5% (m/v) para separar a celulose das hemiceluloses. A fração líquida foi imersa em álcool 96% (proporção 4:1) para precipitação das hemiceluloses e após 24 horas, foram filtradas e secas em estufa a 60° C por 12 horas.

2.2 Síntese Hemiceluloses Catiônicas (HC)

O processo de cationização foi realizado da seguinte forma: uma solução 10% de hemiceluloses em água foi agitada a 60 °C por 30 minutos. Depois, adicionou-se NaOH (14%) e manteve-se a mistura agitada por 20 minutos a temperatura constante. Em seguida, foi adicionada uma solução de cloreto de (2,3-epoxipropil) trimetilamônio (68%) e a mistura foi agitada por 30 minutos. Posteriormente, adicionou-se NaOH (22%) e a reação foi mantida a 60 °C por 5 horas. Após resfriar a solução em banho de gelo, foi neutralizada com HCl 37%. As hemiceluloses catiônicas foram então precipitadas com etanol 98%, filtradas após 24 horas e secas em estufa a 60 °C por 12 horas.

2.3 Caracterização estrutural e espectroscópica das hemiceluloses

A caracterização das hemiceluloses naturais e catiônicas ocorreu pelos métodos de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e por análise elementar (AE), na região compreendida entre 4000 e 400 cm⁻¹.

As amostras foram secas a 60 °C por 24 horas e levadas ao analisador elementar para indicar a quantidade em massa de % C, % H e % N nas amostras analisadas. A cationização foi verificada a partir do grau de substituição (GS) pela quantidade de Nitrogênio e Carbono de acordo com a Equação 1 (Schwikal *et al.*, 2005).

Equação (1)

$$GS = \frac{60 \times \%N}{14 \times \%C - 72 \times \%N}$$

Sendo:

GS: Grau de substituição;

%N: porcentagem de nitrogênio determinado por análise elementar;

%C: porcentagem de carbono determinado por análise elementar;

60: massa molar de carbonos da molécula de xilose;

14: massa molar de nitrogênio presente no grupo substituinte catiônico;

72: massa molar de carbonos acoplados ao grupo substituinte catiônico (nitrogênio quaternário).

2.4 Ensaios de tratabilidade da Água Bruta

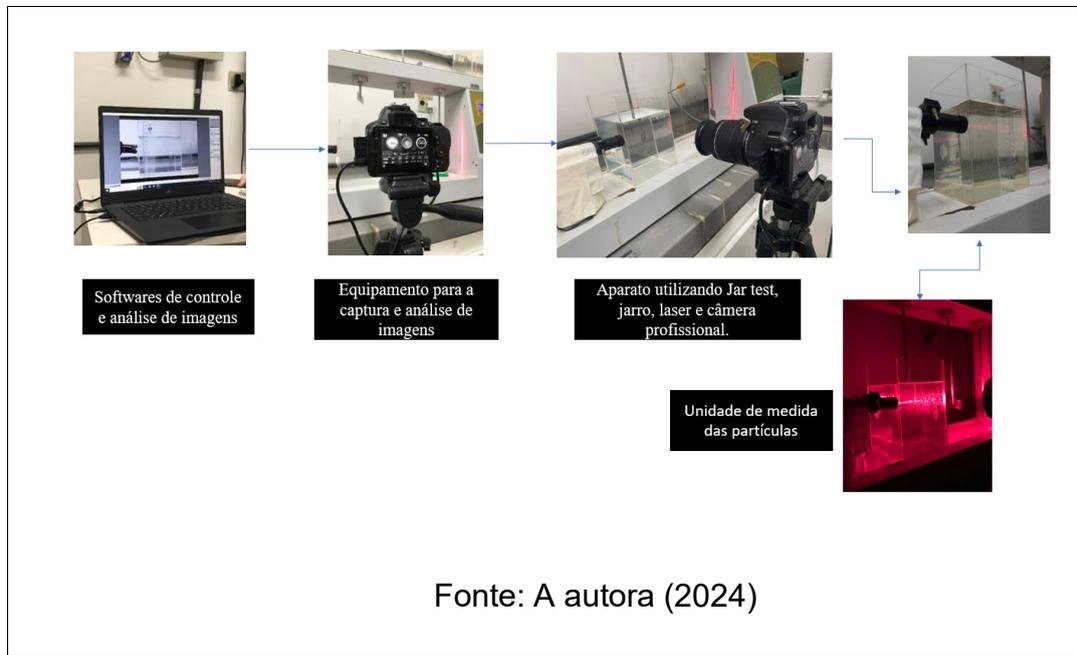
Os testes de tratabilidade, em equipamento de Jar test, utilizaram a água bruta captada do rio Uberabinha, que teve como parâmetros de controle o pH, cor aparente e turbidez, antes e após o tratamento. Neste trabalho, os maiores percentuais de remoção de cor aparente e turbidez ocorreram para dosagens de 3 e 4 ppm de HC e pH de coagulação entre 9 e 10. Nesta condição ótima, os ensaios de captura de imagens digitais foram realizados para avaliar o agrupamento e crescimento de flocos.

2.5 Acompanhamento da aquisição de imagens e avaliação da agregação, ruptura e crescimento dos flocos

Durante o processo de coagulação/floculação foram captadas 15 imagens durante 28 minutos, totalizando 135 imagens por ensaio. O sistema de monitoramento utilizou câmera digital Nikon profissional e um laser com potência de 98000 mW. Para o processamento das imagens foram utilizados os softwares: Surfer 10, Câmera Control Pro 2 (Nikon versão 2.26.0) e JPEGCroPs (versão 0.7.5 beta). A avaliação foi

realizada com o ImageJ 1.51 para binarização, contagem e mensuração dos flocos (diâmetros máximos e mínimos, área). O aparato experimental está ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Esquematização dos equipamentos do Grupo de Pesquisa do Laboratório de Análise Eletroquímica e Tratamento de Efluentes (LAETE – UFU)



2.6 Diâmetro de feret (d_F), dimensão fractal (D_f) e distribuição total de partículas (DTP)

O diâmetro de Feret (d_F) representou o diâmetro de um objeto circular de área superficial do objeto irregular, determinado pela Equação 2 (Junker, 2006).

$$d_F = \left(\frac{4 \cdot A_i}{\pi} \right)^{1/2} \quad \text{Equação (2)}$$

A_i é a área do objeto irregular.

A dimensão fractal (D_f) foi obtida por um gráfico log-log da área projetada (A_s) versus o diâmetro máximo ($D_{\text{máx}}$), sendo o coeficiente angular da reta de tendência ajustada. A distribuição do tamanho das partículas (DTP) teve a elaboração de um histograma com 10 classes com a frequência equivalente dos diâmetros de Feret.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de 35% de hemiceluloses descrito no trabalho MpoErec11-006 indica que o método de deslignificação *OxiOrganossolv* recupera 95% do material, evidenciando a eficácia do método, considerando que a palha de milho contém 40% de hemiceluloses em sua composição original.

3.1 Caracterização das hemiceluloses e HC por análise elementar (AE) e grau de substituição (GS) por FTIR

Para verificar a cationização das hemiceluloses foi realizada análise elementar para determinação do grau de substituição. O cálculo do GS se deu conforme Equação (1) com valor equivalente a 0,413 ($\pm 0,01$). No espectro das HC foi observado em 1477 cm^{-1} , a deformação angular assimétrica de grupos CH_3 do substituinte catiônico, indicando cationização das hemiceluloses (Ren *et al.*, 2006; Ren *et al.*, 2007b). Os valores de GS e FTIR foram compatíveis com os de Tomé *et al.* (2023), utilizando o mesmo método de síntese com diferente fonte de biomassa.

3.2 Distribuição do tamanho de partículas aplicando agente coagulante (HC) durante 30 min de floculação

Os ensaios de tratabilidade foram realizados a fim de encontrar remoções eficientes de cor aparente e turbidez em água bruta. Desta forma, foram testadas combinações de dosagens das HC de 0,5 a 4,0 ppm e variações de pH de 5,0 a 11,0, encontrando a melhor faixa para 3,0 e 4,0 ppm em pH 9,0 e 10,0, com percentuais eficientes de remoção de turbidez (87,8%) e cor aparente (65,2%), após 30 minutos de sedimentação.

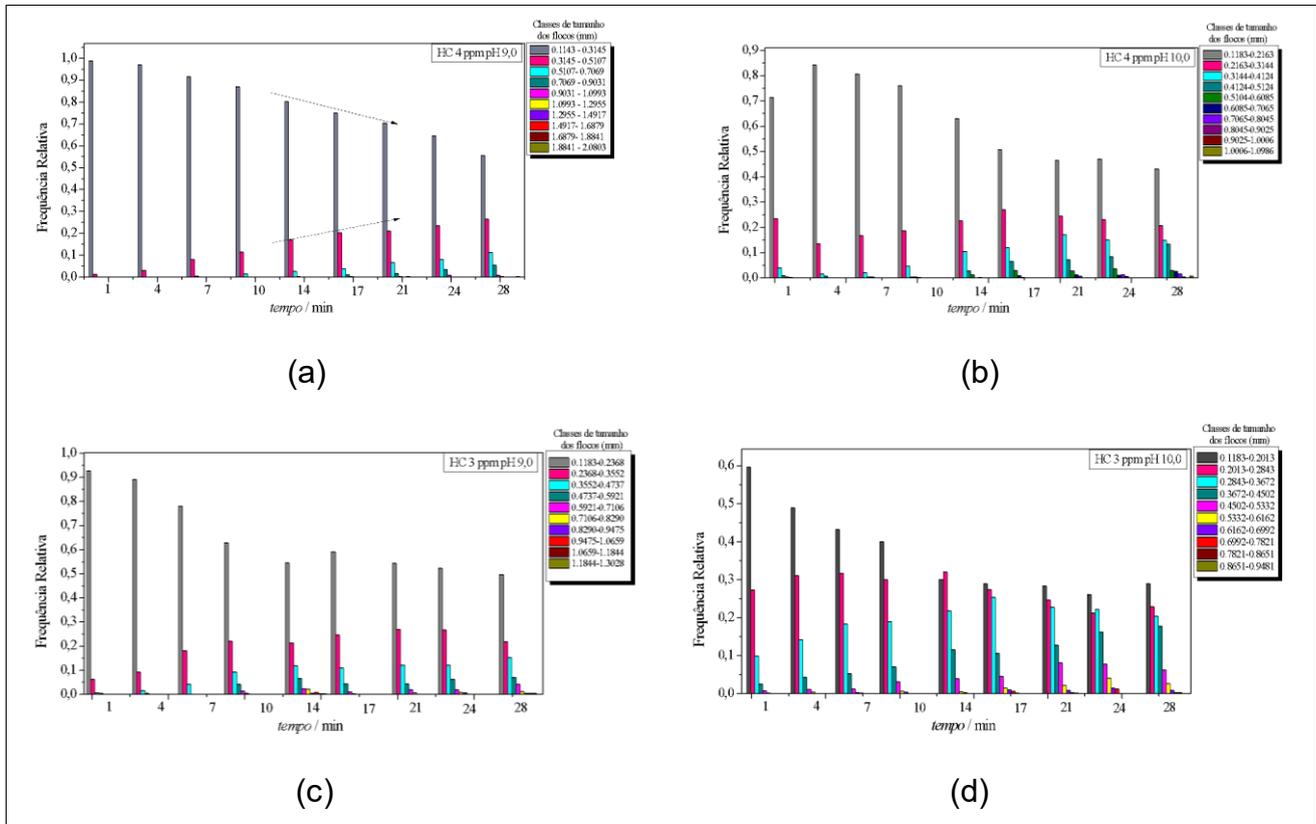
Para avaliar quantitativamente os flocos formados, a distribuição do tamanho de partículas foi investigada para os tempos de floculação (em minutos) de 1, 4, 7, 10, 14, 17, 21, 24, 28 e obteve-se a ordem de até 10 faixas de tamanho de partículas.

A Figura 2 ilustra a ordem do tamanho de partículas em função da frequência relativa. As Figuras 2a e 2b mostram a evolução da DTP ao longo do tempo de floculação, em função da proporção de flocos presentes em cada uma das classes de tamanho para cada gradiente de velocidade médio.

Em pH 9,0 e dosagem de 4,0 ppm (Figura 2a), observou-se um decaimento na classe inicial (0,1143 - 0,3145 mm), que representa os flocos de menores dimensões

e o aumento nas classes subsequentes - maiores dimensões -. Além disso, é notado um comportamento onde a medida em que o tempo de floculação aumenta, a classe de tamanho dos flocos (mm) também, podendo inferir que estes são diretamente proporcionais, o que representa, o agrupamento dos flocos formados em virtude da aplicação do material HC como agente coagulante.

Figura 2 - Distribuição do tamanho de partículas: a) HC 4 ppm (pH 9,0); b) HC 4 ppm (pH 10,0); c) HC 3 ppm (pH 9,0); d) HC 3 ppm (pH 10,0)



Em pH 10,0 e dosagem de 4,0 ppm (Figura 2b), predominam-se partículas com tamanhos iniciais (0,1183 - 0,2163 mm), que não seguem um comportamento linear em relação à frequência relativa. As partículas de tamanhos maiores variam durante a floculação, mostrando a melhor distribuição a partir de 28 minutos, evidenciando a agregação dos flocos em tamanhos maiores. A partir da terceira classe de tamanho (0,3144 - 0,4124 mm), observa-se um padrão de decaimento linear ao longo do tempo, com quedas e crescimento da classe informada.

Em pH 9,0 e dosagem de 3,0 ppm (Figura 2c), a frequência relativa dos flocos da classe inicial (0,1183 - 0,2368 mm) apresentou decaimento, seguido por crescimento em 14 minutos, e posteriormente uma nova queda. Para tal, durante a

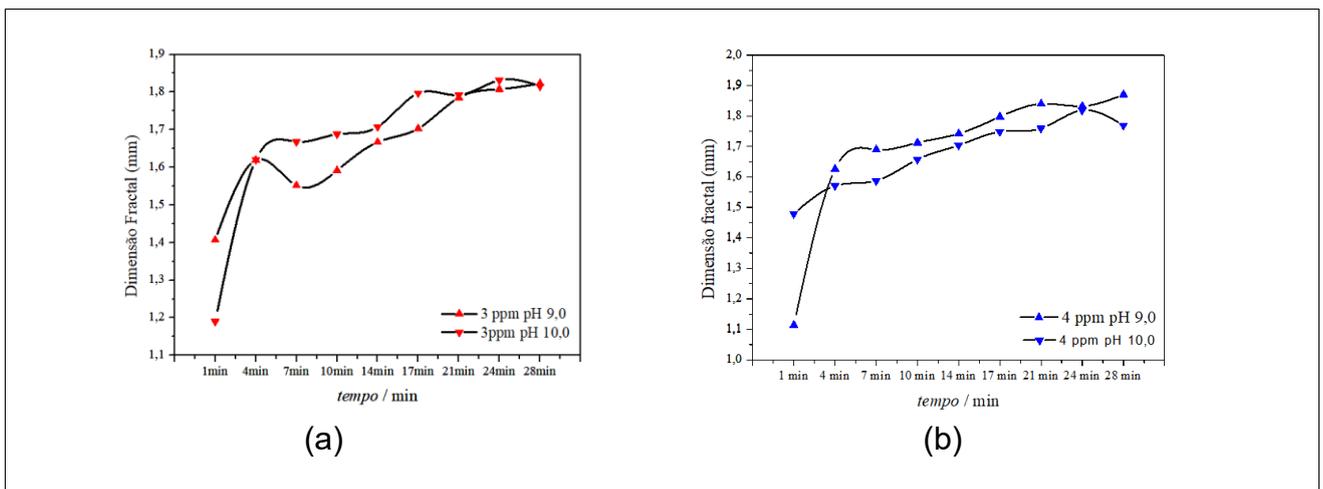
agitação lenta, as partículas agregam-se para formar partículas maiores, aumentando a taxa de choques. No entanto, forças de cisalhamento e a redução da eficiência de colisão, provocadas pelo aumento do tamanho das partículas, limitam o crescimento dos flocos, o que acontece entre os tempos 14 e 17 minutos. Após o período de ruptura e recrescimento dessas partículas, a partir dos 21 minutos, observa-se o reaparecimento da classe de floco maior (0,7106 - 0,8290 mm). Esse comportamento indica que os flocos possuem a capacidade de se reagrupar formando estruturas de maiores dimensões. Esse fenômeno de regeneração ocorre devido às interações físicas (forças eletrostáticas ou de Van der Waals) que promovem a formação de flocos maiores ao longo do tempo de floculação (Oliveira, 2018).

Em pH 10,0 e dosagem de 3,0 ppm (Figura 2d), as classes de flocos maiores predominam desde o início da floculação, mostrando um comportamento linear. No entanto, após 14 minutos, há um reaparecimento de flocos menores, sugerindo fragmentação dos maiores. Entre 24 e 28 minutos, observa-se um crescimento dos flocos menores (0,1183 - 0,2013 mm), indicando possíveis quebras das classes maiores. Apesar das instabilidades e quebras durante a floculação, o agrupamento de flocos é eficiente.

3.3 Dimensão fractal nos tempos de floculação para HC

Nesta seção estão descritos os resultados da dimensão fractal (D_f), figura 3, que representa a evolução da dimensão fractal plotada no programa Origin 8.5, com escala do D_f variando de 1 a 2.

Figura 3 - Dimensão fractal nos tempos de floculação para: a) HC em 3 ppm e b) HC para 4 ppm



Para a dosagem de 3 ppm (Figura 3a), a faixa de pH 10,0 demonstrou aumento significativo no primeiro instante de floculação (1,2 para 1,6 mm) sugerindo uma agregação imediata e eficiente de partículas. O decaimento observado ao final do processo pode ser atribuído a fragmentação dos flocos e a diminuição da eficiência de floculação ao longo do tempo. Em comparação, para faixa de pH 9,0 (Figura 3a) observa-se que ao longo do tempo de floculação há um aumento gradual e consistente na dimensão fractal. Apesar do decaimento entre 4 e 7 minutos, a curva apresenta um crescimento gradual, sem quedas significativas, o que indica uma formação contínua e estável de flocos. Embora o pH 10,0 apresente um crescimento inicial mais rápido, a estabilidade observada no pH 9,0 corrobora para a consistência e previsibilidade da formação de flocos.

Para a dosagem de 4,0 ppm (Figura 3b), o melhor desempenho evidenciado na faixa de pH 9,0, há menor variação ao longo do tempo de floculação atingindo maiores valores de D_f que se mantêm no agrupamento das partículas. A faixa de pH 10,0, inicialmente apresenta-se com 1,5 mm de dimensão fractal seguido por uma estabilização e crescimento contínuo ao decorrer do processo. No entanto, ao final do período de floculação, um leve decaimento da dimensão fractal é vista.

3.4 Avaliação por imagens digitais dos flocos formados no processo de coagulação/floculação com uso das HC

A investigação da morfologia dos flocos se caracterizou de forma eficiente, avaliando a dimensão fractal, DTP, capacidade de agregação e a qualidade das imagens digitais. Os resultados obtidos indicam que, em 3 e 4 ppm, o agrupamento de flocos se deu de maneira qualitativa, especificamente, sob agitação lenta, em que os flocos tendiam a formar estruturas com dimensões maiores. Isso sugere que, em condições de agitação menos intensa, os flocos têm maior tendência a se unir e formar agregados maiores, o que pode influenciar positivamente a eficiência de processos que dependem da formação e estabilidade de flocos. Além disso, a qualidade das imagens digitais evidenciou flocos com boa nitidez e clareza, especialmente com dosagem de 3,0 ppm e pH 10,0, onde os tamanhos dos flocos estavam bem distribuídos (classes de tamanhos variados e sem a predominância excessiva de uma única classe, indicando crescimento).

Com base no trabalho de Oliveira (2018), a análise de morfologia, incluindo a visualização aprimorada por laser para realçar os flocos, foi crucial para avaliar a eficácia das hemiceluloses catiônicas como coagulante natural, confirmando um bom desempenho e eficiência destas durante o processo de floculação.

4. CONCLUSÕES

A extração das hemiceluloses naturais alcançou um rendimento médio de 35%, indicando bom aproveitamento do material inicial e o rendimento médio da HC de 87,8% em relação à massa de hemicelulose. A cationização foi confirmada por análises de FTIR, especialmente pela presença de bandas características a 1477 cm^{-1} , que evidenciam a introdução de grupos catiônicos na estrutura das hemiceluloses. Os ensaios de *JarTest* mostraram uma significativa remoção de até 87,8% para turbidez e 65,2% para cor aparente em dosagens de 3 e 4 ppm e pH de 9 e 10. As imagens digitais mostraram flocos bem distribuídos em tamanho e estrutura, com a formação de flocos maiores e compactos e distribuição do tamanho de partículas de até 2,08 mm, com dimensão fractal dos flocos variando de 1,1 (menores dimensões) a 1,87 mm (aglomerados maiores).

Portanto, as hemiceluloses catiônicas proporcionam um uso eficiente de resíduos agroindustriais e se alinham aos princípios da economia circular para minimizar os impactos ambientais. Este estudo abre caminho para futuras pesquisas visando otimizar os processos de extração e cationização, bem como explorar novas técnicas de aquisição por meio de imagens digitais no processo de floculação.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais FAPEMIG pelo auxílio para participação coletiva em eventos pelo Edital 13/2023 processo (PCE-00336- 24) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas concedidas e à Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

REFERÊNCIAS

ALVES, A. G. T. **Investigação de hemicelulose catiônica - sintetizada a partir do resíduo agroindustrial casca de amendoim - como coagulante natural no tratamento de efluente industrial de laticínio.** 2021. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/36126/1/InvestigaçãoHemiceluloseCatiônica.pdf>.

BOUYER, D.; COUFORT, C.; LINÉ, A.; DO-QUANG, Z. **Experimental analysis of floc size distributions in a 1-L jar under different hydrodynamics and physicochemical conditions.** Elsevier - Journal of Colloid and Interface Science, 292, p.413-428, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2005.06.011>

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B.; VOLTAN P. E. N.; **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água.** 3ª ed. São Carlos: LDiBe Editora. 2017.

GREGORY, J. **Monitoring particle aggregation processes.** *Advances in Colloid and Interface Science*, v. 147-148, p. 109-123, mar./jun. 2009. Disponível em < <https://doi.org/10.1016/j.cis.2008.09.003>

JUNKER, B. **Measurement of bubble and pellet size distributions: past and current image analysis technology.** *Bioprocess and biosystems engineering*, V. 29, N. 3, P. 185-206, SEP. 2006. <https://doi.org/10.1007/s00449-006-0070-3>

KRUPIŃSKA, I. **Aluminium Drinking Water Treatment Residuals and Their Toxic Impact on Human Health.** *Molecules*, Basel, Suíça, v. 25, n. 3, paginação irregular, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/molecules25030641>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7037863/>.

LIU, H.; LIU, Z.; HUI, L.; LIU, H.; LIU, P.; ZHANG, F.; A, X.; WENA, Y.; WU, S. **Cationic cellulose nanofibers as sustainable flocculant and retention aid for reconstituted tobacco sheet with high performance.** *Carbohydrate Polymers*, 210, 372–378, 2019.

MORUZZI, R. B.; OLIVEIRA, A. L.; De JULIO, M.; DUTRA, R. H. A.; SILVA, P. A. G. **Floculação: considerações a partir da análise clássica e da avaliação direta da distribuição de tamanho de partículas.** *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 21, p. 1-8. 2016. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522016144959>

OLIVEIRA, A. S. **Avaliação da morfologia e da distribuição do tamanho de partículas para pontos distintos do diagrama de coagulação/floculação.** 2018. 164 p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2018.

REN, J. L.; SUN, R. C.; LIU, C. F.; CHAO, Z. Y.; LUO, W. **Two-step preparation and thermal characterization of cationic 2-hydroxypropyltrimethylammonium chloride hemicellulose polymers from sugarcane bagasse.** *Polymer Degradation and Stability*, [S.l.], v. 91, n. 11, p. 2579-2587, nov./2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2006.05.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141391006001789>

REN, J. L.; SUN, R. C.; LIU, C. F.; LIN, L.; HE, B. H. **Synthesis and characterization of novel cationic SCB hemicelluloses with a low degree of substitution.** *Carbohydrate Polymers*, [S.l.], v. 67, n. 3, p. 347-357, 2007b. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2006.06.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144861706002803>.

REN, Pangfei.; JUN, N.; ZHANG, X.; ZHENG, K., **Analysis of floc morphology in a continuous-flow flocculation and sedimentation reactor.** *Journal Of Environmental Sciences*, [s.l.], v. 52, p.268-275, fev. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2016.04.007>

RIBEIRO, L. C. **Características dos flocos formados com a utilização de *Moringa Oleifera* como coagulante em água produzida com cor elevada.** 2021. 153 p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2021. Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.420>

TOMÉ, A. G.; RIBEIRO, E. A.M.; LIMA, M.; BROCCENSCHI, R. F.; RIBEIRO, L. N. M.; AMARAL, F. A. **Biorefinery of peanut shell agroindustrial lignocellulosic waste for synthesis of a natural coagulant applied in the treatment of dairy wastewater.** *Journal of Environmental Chemical Engineering*, [S.l.], v. 11, n. 6, p. 111535-111554, dez./2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.111535>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343723022741?via%3Dihub>

INVESTIGATION OF THE MORPHOLOGY OF FLAKES FORMED DURING THE APPLICATION OF A NEW NATURAL COAGULANT IN WATER TREATMENT

ABSTRACT

Cationic hemicelluloses (HC) obtained from corn straw, delignified by the *OxiOrganosolv* method and cationized with 2,3-propyl-trimethyl-ammonium chloride (ETA) were tested for water treatment. The characterization of HC by Fourier Transform Infrared Spectroscopy revealed an increase in the methyl group band ($-CH_3$) (1477 cm^{-1}). Elemental analysis showed a GS of 0.41. Jar test assays with water used HC at doses of 4 and 3 ppm at pH 9 and 10, where they showed efficiency with removal of 87.8% of turbidity and 65.2% of color. The evaluation of the morphology of the flakes showed, with the measurement of the fractal dimension (1.11 to 1.87), the formation of larger and compact flakes, and with the distribution of particle sizes up to 2.08 mm, with 98% of flakes in the range of 0.114 mm after 1 minute and 55% after 28 minutes.

Keywords: Corn straw, Organic coagulant, Cationic hemicelluloses, Flocculation, Raw water.