

DESENVOLVIMENTO DE ELETRÓLITO EM GEL A BASE DE ACETATO DE CELULOSE

LEANDRO LEMOS SILVEIRA¹; FELIPE RODRIGUES CASSONI²; LAURA MECCA MENEZES³; FRANTCHESCOLE BORGES CARDOSO⁴; NICHOLAS FERNADES DE SOUZA⁵; ALICE GONÇALVES OSORIO⁶.

¹Universidade Federal de Pelotas – UFPEL – leandrolemos.silveira@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – UFPEL– cassoni_felipe@yahoo.com;

³Universidade Federal de Pelotas – UFPEL– laurameccamenezes@gmail.com;

⁴Universidade Federal de Pelotas – UFPEL– frantchescole.cardoso@gmail.com;

⁵Universidade Federal de Pelotas – UFPEL– nicholasfs97@gmail.com;

⁶Universidade Federal de Pelotas – UFPEL – osorio.alice@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional tem impulsionado uma demanda energética cada vez maior, resultando no uso intensivo de combustíveis fósseis e agravando a crise climática. Em resposta, o setor energético tem se voltado para fontes renováveis (BAIRAGI et al., 2023). A energia proveniente de uma solicitação mecânica se destaca entre as fontes renováveis por sua abundância e acessibilidade, podendo ser captada do vento, das ondas e do movimento humano (BIAN et al., 2018). Essa solicitação mecânica pode ser convertida em energia para atender à crescente demanda energética. Recentemente, tecnologias de *energy harvesting* têm viabilizado a conversão de movimentos mecânicos em pulsos elétricos (BAIRAGI et al., 2023; KIM et al., 2023). Entre os materiais usados como atuadores, os fios de nanotubos de carbono (CNTY) se destacam por gerar eletricidade sob estiramento. No entanto, esses dispositivos geralmente dependem de um meio líquido ou géis derivados de petroquímicos para geração, condução e coleta da energia (KIM et al., 2017).

O eletrólito é crucial em dispositivos eletroquímicos, pois transporta íons entre os eletrodos. Recentemente, pesquisas têm focado no desenvolvimento de eletrólitos poliméricos, que podem resolver problemas dos eletrólitos líquidos, como volatilidade e vazamentos. Além disso, esses eletrólitos oferecem maior segurança, prevenindo reações indesejadas que podem causar combustão na interface eletrodo-eletrólito (PATEL, 2023).

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um eletrólito em gel a partir do acetato de celulose extraído de uma fibra natural, visando a possibilidade de obtenção de um dispositivo mais ecológico, autossustentável e portátil.

2. METODOLOGIA

Para a obtenção do gel de acetato de celulose foram utilizadas fibras naturais (*Phorminum tenax*). Essas fibras são compostas por cerca de 60,4% de celulose, 27,3% de hemicelulose, 7,8% de lignina e outras substâncias em proporções menores (ZHAI et al., 2023). O CNTY está sendo produzido em parceria entre os membros do laboratório LPM.

Para a extração do material celulósico da fibra natural para a produção do hidrogel (PANIZ, 2021). O tratamento começa com a hidrólise alcalina, utilizando 20 mg de fibra de linho em 20 ml de solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 5%, aquecida a 80°C por 2 horas sob agitação. Em seguida, ocorre o branqueamento com solução de clorito de sódio (NaClO₂) 0,1 M e pH 4 (Paniz, 2021).

Para a extração do acetato de celulose, 1 g de polpa foi misturada com 25 ml de ácido acético glacial, agitada por 30 minutos, seguida da adição de 0,08 ml de ácido sulfúrico concentrado e 9 ml de ácido acético glacial. Após mais 30 minutos de agitação, o material foi filtrado e misturado com 32 ml de anidrido acético. A polpa foi devolvida ao frasco e agitada por mais 30 minutos. Para precipitar o acetato de celulose, a solução foi filtrada, homogeneizada com água destilada, e o material resultante foi lavado até pH neutro e seco a 60 °C por 24h (PANIZ, 2021).

Para a síntese do gel, 0,5 g de acetato de celulose serão dissolvidos em 25 ml de acetona (10% m/v). Após a adição do anidrido piromelítico (PMDA) e do catalisador trietilamina, o gel será formado pela alteração da viscosidade. O gel será seco a 40 °C, lavado com etanol 70% por 2 dias e com água destilada por 5 dias. Finalmente, o material será seco a 30 °C e armazenado em um dessecador (MACEDO et al., 2022).

A fibra natural, a celulose e o acetato de celulose foram caracterizados por análise termogravimétrica (TGA) e Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR). O gel será caracterizado por FTIR, para identificar os grupos funcionais presentes, difração de raio X (DRX) para avaliar cristalinidade e estrutura molecular, caracterizado quanto à sua capacidade de absorção pelo método de imersão em água, medindo a quantidade de líquido absorvido e sua resistência mecânica será avaliada por meio de ensaios de tração.

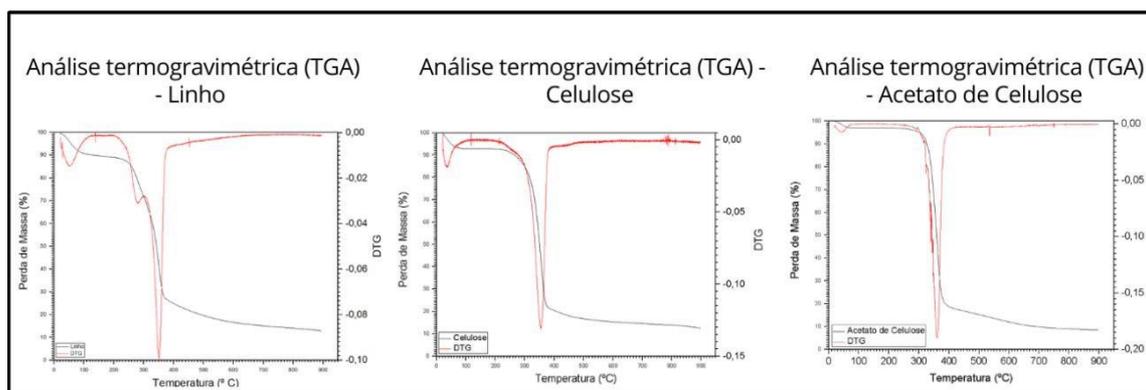
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta o TGA dos materiais extraídos do linho e do mesmo. A curva de TGA (linha preta) mostra a perda de massa do linho com o aumento da temperatura. Até 100 °C, ocorre uma pequena perda de massa devido à evaporação da água. A partir de 250 °C, a perda se intensifica, chegando a cerca de 70% a 80% até 350 °C, quando a decomposição do material é mais evidente. Após essa temperatura, a taxa de perda diminui, mas persiste até 500 °C. A curva DTG (linha vermelha) destaca o pico de decomposição em torno de 350 °C, indicando a maior taxa de degradação do linho (GIORGIO, DI et al., 2020; PANIZ, 2021).

A TGA da Celulose demonstra que a partir de 300 °C, observa-se uma perda de massa acentuada até cerca de 380 °C, onde ocorre a degradação da celulose. O DTG apresenta um pico em torno de 350 °C, um pico característico da despolimerização e decomposição dos grupos funcionais da celulose (GIORGIO, DI et al., 2020; PANIZ, 2021).

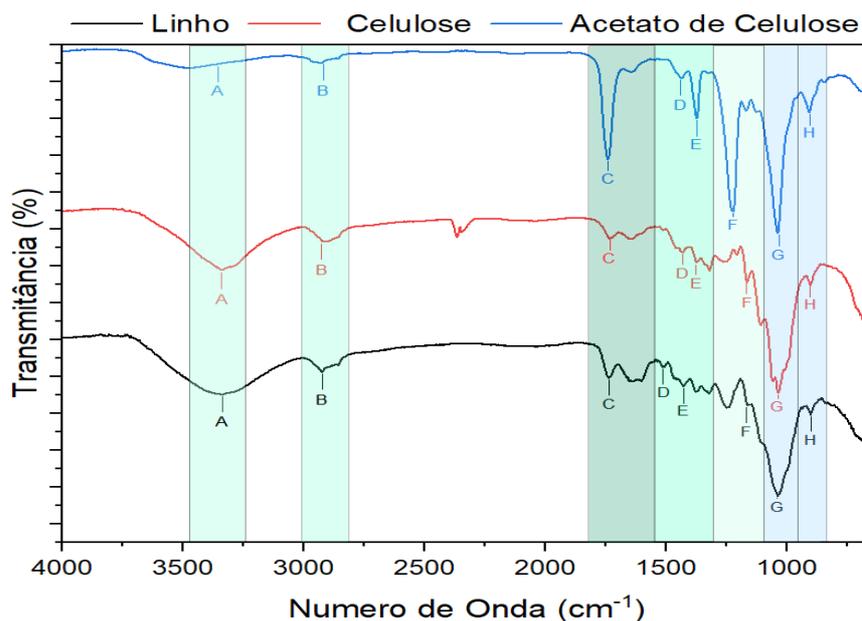
Inicialmente, ocorre uma perda de 3% de massa devido à perda de água. Aos 170 °C, há uma queda na massa do acetato de celulose, seguida por uma redução de 13% entre 170 °C e 300 °C, causada pela degradação da hemicelulose, menos estável que a celulose. Entre 300 °C e 400 °C, a perda de 72% da massa está relacionada à degradação do acetato de celulose. Após 400 °C, ocorre carbonização, com a curva se estabilizando lentamente. O pico no DTG por volta de 350 °C indica o ponto de maior decomposição. Ambas as curvas mostram que o material mantém boa estabilidade térmica até 300 °C, com a decomposição mais intensa entre 300 °C e 400 °C, especialmente próximo a 350 °C (GIORGIO, DI et al., 2020; PANIZ, 2021).

Figura 1 – TGA e DTG do linho, celulose e acetato de celulose



O espectro gerado pelo FTIR das fibras de linho, celulose e acetato de celulose está ilustrado na Figura 2. As amostras exibem uma banda em 3340 cm^{-1} , atribuída às vibrações O-H da celulose, lignina e hemicelulose, e um pico em 2925 cm^{-1} referente à ligação C-H. No linho, bandas em 1740 cm^{-1} e 1510 cm^{-1} indicam a presença de grupos carboxílico, acetil e compostos aromáticos da lignina, enquanto o pico em 896 cm^{-1} confirma a presença de celulose (CONTIERI, 2021; PANIZ, 2021; ZHAI et al., 2023). Após os tratamentos, a amostra de celulose mostra redução em 1245 cm^{-1} , indicando a remoção de hemicelulose e lignina. No espectro do acetato de celulose, a substituição das hidroxilas é evidenciada pelo pico em 1740 cm^{-1} (C=O), confirmando a troca dos grupos hidroxila por grupos acetila durante a extração.

Figura 2 – FTIR das amostras de linho, celulose, acetato de celulose



4. CONCLUSÕES

Com base na revisão de literatura e nos resultados alcançados até o momento, conclui-se que o projeto demonstra grande relevância tecnológica e originalidade científica. Foi possível obter com sucesso celulose e acetato de celulose a partir dessa fibra natural, que foram caracterizados a partir de TGA e FTIR.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bairagi, s. et al. Mechanical energy harvesting and self-powered electronic applications of textile-based piezoelectric nanogenerators: a systematic review. *Nano energy*, v. 111, p. 108414, jun. 2023
- Bian, y. et al. Triboelectric nanogenerator tree for harvesting wind energy and illuminating in subway tunnel. *Advanced materials technologies*, v. 3, n. 3, 10 mar. 2018.
- Contieri, g. A. Universidade federal de são carlos departamento de ciências da natureza, matemática e educação - compósito á base de quitosana e fibras de celulose como um potencial sistema para liberação controlada de fertilizantes.2021. 44 f. Monografia apresentada ao curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de São Carlos para obtenção do título de Licenciada em Química
- Giorgio, I. Di; et al. Nanocelluloses from phormium (phormium tenax) fibers. *Cellulose*, v. 27, n. 9, p. 4975–4990, 30 jun. 2020.
- Kim, j. H. et al. Multi-functional zeolitic imidazolate framework-67 (zif-67) for solid-state fiber energy harvesting and storage devices. *Dyes and pigments*, v. 219, p. 111575, nov. 2023.
- Kim, s. H. *et al.* Harvesting electrical energy from carbon nanotube yarn twist. *Science*, v. 357, n. 6353, p. 773–778, 25 ago. 2017
- Macedo, m. J.; orientador, t.; carlos, j.; de, p.; coorientadora, s.; marilene, d.; oliveira, s. Obtenção de hidrogéis a partir da biomassa de cana-de-açúcar para aplicação como agente de liberação controlada do herbicida atrazina.2022. 53 f. Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM AGROQUÍMICA, no Programa de Pós-Graduação em Agroquímica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde - Área de concentração Agroquímica.
- Paniz. O. obtenção de celulose e nanocelulose a partir de biomassas marinhas e linho neozelandês. 2021. 89 f. Universidade federal de Pelotas centro de desenvolvimento tecnológico-cdtec programa de pós-graduação em ciência e engenharia de materiais tese de doutorado
- Maitri patel, kuldeep mishra, ranjita banerjee, jigar chaudhari, d.k. kanchan, deepak kumar, fundamentals, recent developments and prospects of lithium and non-lithium electrochemical rechargeable battery systems, *journal of energy chemistry*, volume 81, 2023, pages 221-259, issn 2095-4956,
- Zhai, y. et al. Superhydrophobic cellulose-based aerogel derived from phormium tenax (harakeke) for efficient oil sorption. *Industrial crops and products*, v. 202, p. 116981, out. 2023.