



## TÍTULO

Biopolímeros celulósicos provenientes da pós-colheita da banana: transformando resíduos agroindustriais em polímeros renováveis de valor agregado

## AUTORES

Rodrigo Battisti  
Sthefani Silva Luciano  
Ana Julia Bortolin  
Hellen Silveira Veneranto  
Lavinia Maria Colle Gomes Paz  
Isabele da Silveira Pereira  
Graziele Vefago Boaventura Possenti

## RESUMO

Os biopolímeros acetato de celulose (AC) e carboximetilcelulose (CMC) foram produzidos a partir da celulose extraída e purificada dos resíduos da pós-colheita da banana. O AC exibiu grau de acetilação acima de 40% e grau de substituição superior a 2. Para a CMC, o grau de carboximetilação variou de 17-26%, com grau de substituição entre 0,57-0,9. A análise FTIR confirmou a acetilação pela banda em  $1737\text{ cm}^{-1}$  e a carboximetilação por bandas entre  $1587\text{-}1588\text{ cm}^{-1}$  das amostras.

## PALAVRAS-CHAVE

Biopolímeros, resíduos agroindustriais, banana, celulose, sustentabilidade

## GRANDE ÁREA

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA (10000003)

## ÁREA

QUÍMICA (10600000)

## INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Todos os anos, resíduos agroindustriais ricos em biomassa lignocelulósica são produzidos em enormes quantidades (bilhões de toneladas) em todo o mundo, mas a maioria deles é

simplesmente descartada ou queimada no próprio campo (HASSAN; WILLIAMS; JAISWAL, 2018). Dentre as biomassas residuais geradas em maior quantidade pela agricultura no Brasil, a banana ganha grande destaque devido a sua importância na economia do país. Em 2019, por exemplo, o Brasil foi o quarto maior produtor mundial de banana, com 6,71 milhões de toneladas de frutas produzidas (FAO, 2020).

A conversão da biomassa lignocelulósica em derivados celulósicos de alto valor agregado, com possíveis aplicações nobres, vem ganhando atenção significativa por questões de sustentabilidade, principalmente visando o desenvolvimento de tecnologias ambientalmente amigáveis. Biopolímeros vêm sendo produzidos como substitutos dos tradicionais plásticos derivados do petróleo. (VANDEVYVER et al., 2011). Desta forma, a justificativa central deste trabalho está voltada para o reaproveitamento sustentável dos resíduos agroindustriais lignocelulósicos do cultivo da banana na região de Criciúma e sul do estado de Santa Catarina, com objetivo de sintetizar e caracterizar quimicamente novos materiais biopoliméricos derivados da celulose extraída e purificada.

## **METODOLOGIA**

A metodologia de Candioto e Gonçalves (2016) foi adaptada para a síntese de acetato de celulose a partir de pseudocaule, engaço e folha. Em reatores encamisados, misturaram-se 25 mL de ácido acético glacial com 1 g de celulose branqueada, seguidos de 40 mL de ácido acético e 0,08 mL de ácido sulfúrico, agitando por 45 minutos. Em seguida, adicionaram-se 28 mL de anidrido acético e 0,6 mL de ácido sulfúrico, agitando por 1,5 h a 40 °C. Por fim, 10 mL de ácido acético glacial foram adicionados lentamente por 1 h. O acetato de celulose foi lavado até pH 7 e seco em estufa por 36 h. Para determinar o grau de substituição do acetato de celulose (AC), 0,1 g da amostra pulverizada foi misturada com 5 mL de NaOH 0,25 M e etanol PA, repousando por 24 h. O procedimento foi repetido para pseudocaule, engaço e folha, seguido da adição de 10 mL de HCl 0,25 M e titulação com NaOH 0,25 M utilizando fenolftaleína como indicador. A CMC foi obtida pela adaptação de Kaewprachu et al. (2022), processando-se celulose de pseudocaule de bananeira moída e peneirada. Em reator, a celulose foi misturada com água:isopropanol e NaOH a 25 °C por 1 h, seguida pela adição de ácido cloroacético e aquecimento a 55 °C por 3,5 h. O resíduo foi lavado, neutralizado e seco a 50 °C. O grau de substituição (DS) foi determinado pelo método ASTM D1439-94, sem replicações devido à quantidade limitada de amostras.

## **RESULTADOS**

Após realizar o grau de substituição (DS), o grau de acetilação (AG) do acetato de celulose e o grau de carboximetilação (CM) da carboximetilcelulose (CMC), observou-se que esses índices indicam a substituição dos grupos hidroxila por novos grupos específicos de cada biopolímero sintetizado, conferindo-lhes novas propriedades. O AG do acetato de celulose para as três amostras (pseudocaule, engaço e folha) foi superior a 40%, enquanto o DS apresentou médias acima de 2%. Segundo Döge, et al., (2020), o triacetato de celulose contém 43,5% de grupos acetila, correspondente a um DS de 2,88%. Na CMC, o CM do pseudocaule foi de 26%, enquanto o engaço apresentou 17,06% e a folha 18,42%, possivelmente em função da presença de impurezas como a lignina insolúvel. O DS apresentou valores de 0,98% para o pseudocaule, e superiores a 57% para engaço e folha. Em geral, o DS da CMC varia entre 0,7 e 0,9, o que indica que a pureza influenciou nas amostras de folha e engaço, enquanto o pseudocaule se manteve dentro dos padrões.

Dos polímeros de AC, somente o proveniente da folha, passou por leitura em FTIR, pois houve uma limitação quanto às amostras, através deste foi possível constatar que a síntese ocorreu de maneira efetiva, sendo possível destacar uma banda em 1737 cm<sup>-1</sup> (alongamento do éster carbonil), este pico é considerado uma das principais indicações de que a celulose foi acetilada (HOMEM E AMORIM, 2020). Já para a CMC foi possível fazer a análise das três amostras, todas as sínteses foram bem sucedidas, apresentando picos característicos muito próximos entre 1587 e 1588 cm<sup>-1</sup> (COO<sup>-</sup>), o qual confirma a vibração de alongamento dos grupos carboxila, segundo Mondal et al. (2015). Para o pseudocaule, pode-se salientar o surgimento de dois novos picos, em comparação às outras amostras, um em 1736 cm<sup>-1</sup> (grupo COOH) (KALLIOLAA et al., 2017) e o outro em 2854 cm<sup>-1</sup> (C-H) (MORENO, 2015).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o objetivo central deste trabalho foi atingido, o qual consistia sintetizar biopolímeros provenientes de biomassa lignocelulósica agroindustrial oriunda da pós-colheita da banana, avaliando-se a viabilidade das rotas químicas de acetilação e carboxilação da celulose extraída e purificada. Este estudo abre um caminho de possibilidades para a geração de biopolímeros, os quais são mais facilmente degradados em comparação aos outros plásticos convencionais, além de garantir um destino sustentável aos resíduos da bananeira que seriam normalmente queimados nos campos, evitando a liberação de gases do efeito estufa.

## LINK DO VÍDEO

<https://youtu.be/0gsETyTiLTk>

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÂNDIDO, R.G.; GONÇALVES, A.R.. Síntese de acetato de celulose e carboximetilcelulose a partir da palha de cana-de-açúcar. São Paulo: Pubmed, 2016. Disponível em: Síntese de acetato de celulose e carboximetilcelulose a partir de palha de cana-de-açúcar - PubMed. Acesso em: 05 nov. 2024.

DÖGE, Gabriela Pinheiro Maiely; ARAUJO, Mylena Larissa de; PIMENTA, Natasha Gomes; BERGMANN, Mariana Furtado; PINTO, Alex Vitor; BATTISTI, Rodrigo; LEOPOLDINO, Elder Correa. Síntese do acetato de celulose a partir da bainha foliar da Palmeira-Real Australiana (*Archontophoenix alexandrae*). p. 11-23, abr. 2020. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/2760/1729>. Acesso em: 09 set. 2024.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Banana Statistical Compendium. Rome, 2020.

HASSAN, S. S.; WILLIAMS, G. A.; JAISWAL, A. K. Bioresource Technology Emerging technologies for the pretreatment of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*, v. 262, n. March, p. 310–318, 2018.

HOMEM, Natália Cândido; AMORIM, Maria Teresa Pessoa (org.). Synthesis of cellulose acetate using as raw material textile wastes. *Materials Today: Proceedings*, v. 31, n. 2, p. 315-317, mar. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221478532030599X?via%3Dihub>. Acesso em: 09 set. 2024.

KAEWPRACHU, pimonpan.; Carboximetilcelulose da casca do fruto da palmeira jovem Palmyra: síntese, caracterização e propriedades do filme. Tailândia: Elsevier, 2022. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1q-gvNWtrqE99\\_J4HxUwA2Q4azd8VXQ5X/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1q-gvNWtrqE99_J4HxUwA2Q4azd8VXQ5X/view?usp=sharing). Acesso em: 05 nov. 2024.

KALLIOLAA, Simo; REPOA, Eveliina; SRIVASTAVAA, Varsha; HEISKANENB, Juha P.; SIRVIÖC, Juho Antti; LIIMATAINENC, Henrikki; SILLANPÄÄ, Mika (org.). The pH sensitive properties of carboxymethyl chitosan nanoparticles cross-linked with calcium ions. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v. 153, n. 1, p. 229-236, 01 de maio de 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927776517300978?via%3Dihub>. Acesso em: 09 set. 2024.

MONDAL, Ibrahim H.; YEASMIN, Sarmina; RAHMAN, Saifur (org.). Preparation of food grade carboxymethyl cellulose from corn husk agrowaste. *O International Journal Of Biological Macromolecules*, v. 79, p. 144-150, ago. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141813015002998?via%3Dihub>. Acesso em: 09 set. 2024.

VANDEVYVER, S.; GEBOERS, J.; JACOBS, P. A.; SELS, B. F. Recent Advances in the Catalytic Conversion of Cellulose. *ChemCatChem*, v. 3, n. 1, p. 82–94, 2011.

## **AGRADECIMENTOS**

A equipe do projeto agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC, pelo apoio recebido, viabilizando a execução das atividades do projeto de pesquisa.