

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA CELULOSE BACTERIANA PRODUZIDA EM MEIO ALTERNATIVO À BASE DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM*)

Yasmim F. Cavalcanti¹, Alexandre D. Medeiros^{2,3}, Cláudio G. da Silva^{2,3}, Italo J. Durval, Julia D. Amorim^{2,3}, Andrea F. Costa^{3,4}, Leonie A. Sarubbo^{1,3*}

¹ *Escola Icam Tech, Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP), Rua do Príncipe, n. 526, Boa Vista, Recife, Pernambuco 50050-900, Brasil; yasmim.f.cavalcanti@hotmail.com;*

² *Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n—Dois Irmãos, Recife, Pernambuco 52171-900, Brazil; alexandre_dlamare@outlook.com; claudiocjg@gmail.com; juliadidier@hotmail.com.*

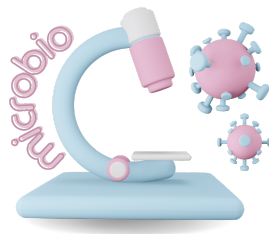
³ *Instituto Avançado de Tecnologia e Inovação (IATI), Rua Potyra, n. 31, Prado, Recife, Pernambuco 50751-310, Brazil; leonie.sarubbo@iati.org.br; italo.durval@gmail.com.*

⁴ *Centro de Comunicação e Design, Centro Acadêmico da Região Agreste, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), BR 104, Km 59, s/n—Nova Caruaru, Caruaru, Pernambuco 50670-90, Brazil; andrea.santana@ufpe.br*

* *leonie.sarubbo@unicap.br.*

RESUMO

A celulose bacteriana (CB) é um polímero sintetizado de forma pura por microrganismos. Tem alta resistência à tração e rede nanofibrilar tridimensional. Também, é biodegradável e renovável, em detrimento disso, tem uma vasta abrangência em domínios tecnológicos, como embalagens, membranas de filtro, cosméticos, têxteis, medicina e outros. No que tange a questões econômicas, o uso de resíduos agroindustriais como fonte alternativa de carbono e nitrogênio seria um bom ponto de vista, pois também pode melhorar o rendimento da produção da celulose e reduzir a poluição ambiental, diminuindo o descarte de resíduos industriais. Nesse projeto, os meios de produção utilizados foram o Hestrin-Schramm (HS), e meios alternativos à base de tomate (T). Os experimentos foram realizados a 30 °C durante 14 dias, em



quadruplicata. O rendimento e a Capacidade de Retenção de Água (CRA) das membranas foram calculados. Este estudo visa diferentes formas de produção da celulose microbiana com resíduos alternativos para a obtenção de um material biotecnológico econômico com aplicações em variados segmentos da indústria.

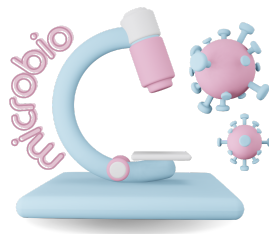
Palavras-chave: Biocelulose; Nanocelulose; Tomate

INTRODUÇÃO

A celulose é um polímero natural produzido em sua maioria por plantas. No entanto, com o crescimento da produção dos seus derivados, tem aumentado o consumo de madeira como matéria-prima, causando problemas ambientais mundialmente, levando a busca por novas práticas de produção (SILVA et al. 2021). Esse biopolímero pode ser produzido também por diferentes microrganismos sozinhos ou em conjunto com outros. Dentre os vários tipos de bactérias que podem ser utilizadas como produtores, se destacam as pertencentes aos gêneros *Acetobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Escherichia*, *Komagataeibacter*, *Pseudomonas* e *Sarcina* (SILVA et al., 2021).

A celulose bacteriana (CB) é considerada de alta pureza por não possuir componentes como a lignina e a hemicelulose. Devido à sua rede nanofibrilar tridimensional (3D), apresenta alta resistência à tração e cerca de 99% de capacidade de absorção de água. A biocelulose também é biodegradável e renovável, resultando em uma ampla possibilidade de aplicações em vários domínios tecnológicos, tais como embalagens, membranas filtrantes, cosméticos, têxteis e na medicina (AMORIM et al., 2020). No entanto, a possibilidade de industrialização e comercialização em larga escala continua sendo um desafio, devido ao processo de fermentação possuir alto custo (HUSSAIN et al., 2019).

O meio de cultura padrão estabelecido para produção e manutenção do polímero é o Hestrin-Schramm (HS) (1954). Pesquisas vêm se concentrando em tentar produzir a CB



de uma forma menos onerosa, utilizando diferentes fontes de carbono e nitrogênio provenientes de resíduos agroindustriais. Assim, a CB produzida nestes meios modificados resulta em um produto de alto valor agregado (COSTA *et al.*, 2018).

A produção de CB a partir de subprodutos agrícolas e industriais, incluindo resíduos alimentares (Nascimento *et al.*, 2022), de frutas (AMORIM *et al.*, 2019) e do milho (GALDINO *et al.*, 2020), foram demonstradas. Com isso, além de melhorar o rendimento da produção, também é reduzida a poluição ambiental associada ao descarte de tais resíduos (COSTA *et al.*, 2017).

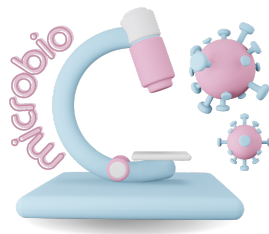
Neste trabalho, a CB foi produzida em meio HS, e em meio alternativo à base de tomate *in natura*. Junto com o processo produtivo, foram avaliados os rendimentos e a capacidade de retenção de água das membranas produzidas. Ao final deste estudo, pretende-se mostrar o descobrimento de formas alternativas de produção de celulose microbiana com resíduos industriais, visando a obtenção novos materiais biotecnológicos com diferentes propriedades a serem aplicadas em diversos segmentos da indústria.

METODOLOGIA

MICROORGANISMO PRODUTOR DE CB, MEIOS DE PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS MEMBRANAS

Foi utilizada a bactéria *Komagataeibacter hansenii* UCP1619, da Universidade Católica de Pernambuco. Mantida em meio HS (20,00 g/L de glicose, 5,00 g/L peptona, 5,00 g/L extrato de levedura, 1,15 g/L de ácido cítrico e 2,70 g/L de fosfato de dissódico, pH 6) sob refrigeração a 4°C (HESTRIN; SCHRAMM, 1954).

Os pré-inóculos foram preparados a partir do crescimento dos microrganismos a 30 °C durante 48 h. O inóculo da *K. hansenii* foi preparado através da transferência de 3% pré-inóculo em meio HS aos meios de produção líquidos. Os meios alternativos foram realizados pelo suco de tomate (*Solanum lycopersicum*) na concentração de 2 tomates



maduros e 50mL de água. A produção das membranas foi feita estaticamente a 30°C durante 14 dias. Todos os experimentos foram feitos em quadruplicata. As membranas foram pesadas, e os rendimentos de produção por volume de meio de cultura (g/L) em peso seco e úmido foram determinados.

Para a determinação da Capacidade de Retenção de Água (CRA), as membranas de CB úmidas foram pesadas e secas em estufa de fluxo de ar, a 40°C, até a liberação total da água retida e obtenção de peso constante. A CRA (%) foi então determinada por meio da equação:
$$CRA\% = \left(\frac{Massa\ CB\ hidratada - Massa\ CB\ seca}{Massa\ CB\ hidratada} \right) \times 100\%$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 descreve o meio alternativo de tomate (T) e os meios suplementados com glicose (TG) e a da milhocina (TM) e o baseado partir do meio Hestrin-Schramm (HS) padrão (THS), utilizados para a obtenção das membranas de celulose.

Tabela 1. Meios de produção e seus componentes

Componentes	Meios de Cultura				
	T	TG	THS	TM	HS
Tomate (L)	0,10	0,10	0,10	0,10	-
Milhocina (g)	-	-	-	0,75	-
Glicose (g)	-	6,00	6,00	-	6,00
Peptona (g)	-	-	1,50	-	1,50
Extrato de levedura (g)	-	-	1,50	-	1,50
Fosfato dissodico (g)	-	-	0,80	-	0,80
Ácido cítrico (g)	-	-	0,30	-	0,30
Capacidade de retenção de água (%)	96,56	95,98	94,07	96,31	98,68
Rendimento médio (g/L)	2,42 ± 0,08	5,20 ± 0,20	5,07 ± 0,30	2,71 ± 0,10	2,80 ± 0,10

As membranas produzidas a partir do meio de tomate apresentaram rendimentos de massa seca próximos ao HS padrão. No caso do meio de tomate (T) sem suplementação, apresentou 0,08 g/L, o meio com a suplementação da milhocina (TM) teve um rendimento igual de 0,10 g/L e os meios com a adição de glicose (TG) e o meio baseado no HS (THS) tiveram rendimentos superiores com 0,20 g/L e 0,30 g/L.

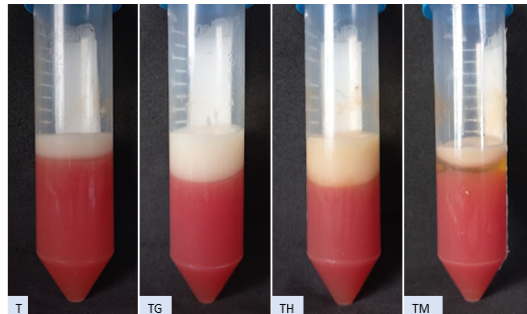
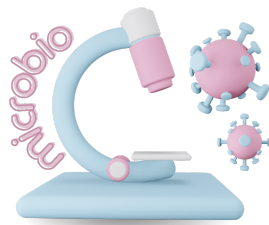


Figura 1. Meios alternativos de produção de celulose bacteriana utilizando suco de tomate.

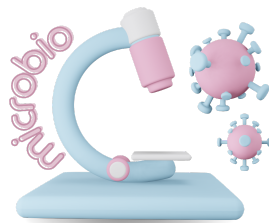
A CB obtida a partir do meio tradicional, serviu para comparação em relação às propriedades daquelas obtidas pelos meios alternativos. A maioria dos meios testados demonstraram produção celulósica, contudo, a melhor produção de CB analisada foi o meio de tomate baseado no HS (THS).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi avaliada a capacidade da bactéria *Komagataeibacter hansenii* crescer em meios de cultivo alternativos, visando sua aplicação na indústria. Os experimentos revelaram que a utilização do tomate sem qualquer suplementação no meio de cultivo, resultou na produção da membrana com um menor rendimento. Contudo, a adição da milhocina resultou em um rendimento igual ao HS padrão. Os meios alternativos com os melhores rendimentos foram os meios com a suplementação de glicose (TG) e o meio baseado no HS padrão (THS), sendo o THS ainda superior. O estudo de meios de cultivo alternativos para produção de CB é bastante promissor, significando um futuro cada vez mais propício a aplicações dentro da indústria.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pelo Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)/Termoelétrica EPESA (Centrais Elétricas de Pernambuco S.A.)/SUAPE Ambiental e pelas agências de fomento brasileiras Fundação de Apoio à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), Conselho Nacional de Desenvolvimento



Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

SILVA, Claudio J.G; CONVERTI, Attilio; COSTA, Andrea F.S.; MEDEIROS, Alexandre D.M.; NASCIMENTO, Helenise A.; AMORIM, Julia D.P. ; SARUBBO, Leonie A. Bacterial cellulose biotextiles for the future of sustainable fashion: a review. *Environmental Chemistry Letters*, v. 19, p. 1-14, 2021. doi: 10.1007/s10311-021-01214-x

AMORIM, Julia D.P.; COSTA, Andrea F.S.; DUARTE, Cybelle R.; DUARTE, Izabelle da S.; FARIAS, Patrícia M.A.; RIBEIRO, Francisco de A.S; SOUZA, Karina C.; SILVA, Girlaine S.; STINGL, Andreas; VINHAS, Glória M. Plant and bacterial nanocellulose: production, properties and applications in medicine, food, cosmetics, electronics and engineering. a review. *Environmental Chemistry Letters*, v. 18, n. 3, p. 851-869, 2020. doi: 10.1016/j.jbiomac.2018.10.066

AMORIM, Julia D.P.; ALMEIDA, Fabíola C.G.; COSTA, Andréa F.S.; MEIRA, Hugo M.; MEDEIROS, Alexandre D.M.; SILVA, Claudio J.G.; SOUZA, Thais C.; SARUBBO, Leonie A.; Use of a bacterial cellulose filter for the removal of oil from wastewater. *Process Biochemistry*, v. 91, p.288-296, 2020. doi: 10.1016/j.procbio.2019.12.020

AMORIM, Julia D.P.; COSTA, Andrea F.S.; GALDINO, Cláudio J.S.; SANTOS, Emilia; SARUBBO, Leonie A.; VINHAS, Glória M. Bacterial Cellulose Production Using Industrial Fruit Residues as Substrate to Industrial Application, *Chemical Engineering Transactions*, v. 74, p. 1165-1170, 2019. doi: 10.3303/CET1974195

HUSSAIN, Zohaib; SAJJAD, Wasim; KHAN, Taous; WAHID, Fazli. Production of bacterial cellulose from industrial wastes: a review. *Cellulose*, v. 26, n. 5, p. 2895-2911, 2019. doi: 10.1007/s10570-019-02307-1

ALMEIDA, Fabíola C. G.; COSTA, Andrea F.S.; SARUBBO, Leonie A.; VINHAS, Glória M.; Production of Bacterial Cellulose by *Gluconacetobacter hansenii* Using Corn Steep Liquor As Nutrient Sources. *Frontiers in Microbiology*, v. 8, p. 1-12, 2017. doi: 10.3389/fmicb.2017.02027

GOMES, F. P. et al. Production of bacterial cellulose by *Gluconacetobacter sacchari* using dry olive mill residue. *Biomass and Bioenergy*, v. 55, p. 205–211, 2013. doi: 10.1016/j.biombioe.2013.02.004

HESTRIN, S.; SCHRAMM, M. Synthesis of cellulose by *Acetobacter xylinum*. Preparation of freeze-dried cells capable of polymerizing glucose to cellulose. *Biochemistry Journal*, v. 58, n. 2, p. 345-352, 1954. doi: 10.1042/Fbj0670669

NASCIMENTO, Helenise, Al.; AMORIM, Julia D.P. ; GALDINO, Cláudio J.S.; MEDEIROS, Alexandre D.M.; COSTA, Andréa F.S.; NAPOLEAO, Daniela, C.; VINHAS, Gloria, M.; SARUBBO, Leonie A. Influence of gamma irradiation on the properties of bacterial cellulose produced with concord grape and red cabbage extracts, v. 4, p. 119-128, 2022. doi: 10.1016/j.crbiot.2022.02.001

Resumo - Sem apresentação