

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CELULOSE BACTERIANA COMO MATERIAL POTENCIAL PARA CURATIVO DE FERIDAS DÉRMICAS

HODEL, Katharine Valéria Saraiva Hodel¹; CERQUEIRA, Jamile Costa²^{1C}; SANTOS, Isa Moreira da Silva³^{1C}; SANTOS-JUNIOR, Raimundo Evangelista⁴^{1C}; NUNES, Silmar Baptista⁵; BARBOSA, Josiane Dantas Viana⁶^{1D}; MACHADO, Bruna Aparecida Souza⁷^{1D}

¹Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, SENAI/CIMATEC, Salvador, Bahia, katharine.hodel@fbest.org.br

²Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, SENAI/CIMATEC, Salvador, Bahia, jamile.costa@msn.com

³Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, SENAI/CIMATEC, Salvador, Bahia, isamoreira@outlook.com.br

⁴Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, SENAI/CIMATEC, Salvador, Bahia, rjs.evangelista@gmail.com

⁵Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, SENAI/CIMATEC, Salvador, Bahia, silmar@fiieb.org.br

⁶Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, SENAI/CIMATEC, Salvador, Bahia, josianedantas@fiieb.org.br

⁷Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, SENAI/CIMATEC, Salvador, Bahia, brunam@fiieb.org.br

RESUMO

A celulose bacteriana é um material altamente puro, biocompatível e versátil que pode ser utilizado em várias aplicações e tem recebido uma grande atenção na área biomédica como um biocurativo. Diante dessa demanda, o objetivo desse trabalho foi produzir e caracterizar membranas de CB como material para curativo de feridas cutâneas. As membranas foram produzidas em meio estático após incubação por 14 dias e a curva de crescimento bacteriano foi estipulada. Depois de purificadas, as membranas foram caracterizadas quanto a atividade de água, umidade, sólidos totais, solubilidade em água, gramatura e espessura. Os resultados mostraram características interessantes para aplicação como biocurativo, como a atividade de água (0,9), umidade (98,05%), sólidos totais (0,54%), gramatura (812,5 g·m⁻²) e espessura (0,49mm). Contudo, essas propriedades podem ser melhoradas com a adição de compostos poliméricos e biomoléculas ativas com propriedades antioxidantes e/ou antimicrobianas, resultando em um biomaterial com potencial inovador.

PALAVRAS-CHAVE: Celulose Bacteriana; Biomateriais; Biocurativos.

1. INTRODUÇÃO

A celulose bacteriana (CB) é um dos biopolímeros considerados como um dos mais promissores por possuir estrutura tridimensional de microfibrilas de celulose distribuídas de forma aleatória e com uma grande área de superfície que exhibe propriedades físicas e mecânicas únicas, como alta porosidade, alta capacidade de retenção de água, alta resistência mecânica, alta biocompatibilidade, alta pureza, alta cristalinidade e alta hidrofília.¹ Por causa de essas propriedades, a CB tem recebido atenção de vários campos de aplicação, incluindo as áreas médicas como um potencial curativo para lesões cutâneas. Além disso, a superfície das membranas de CB pode ser modificada, formando conjugados de CB com biomoléculas distintas para finalidades específicas, com funcionalidades adaptadas para melhorar a regeneração tecidual ou aumentar a adesão celular.² Qiu *et al.*³ demonstraram em seu trabalho que o tratamento de feridas cutâneas com membranas CB exibiu uma maior eficiência em comparação com a gaze de petrolatum convencional.

Diante da necessidade em desenvolver curativos para lesões cutâneas que apresentem propriedades melhores que os tradicionais com polímeros sintéticos, que beneficie a vida dos pacientes e que seja de origem menos nociva ao meio ambiente, o objetivo desse trabalho foi produzir e caracterizar membranas de celulose bacteriana como material para curativo de feridas cutâneas.

2. METODOLOGIA

Produção da CB: a linhagem *Gluconacetobacter hansenii* (ATCC 23769) da Coleção de Cultura Tropical (CCT) - Fundação André Tosello, foi utilizada para este estudo. O meio de cultura para preparação do inóculo e formação do filme CB apresentou a seguinte composição: 50 g·L⁻¹ de glicose, 5 g·L⁻¹ de extrato de

levedura, $3 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ de peptona e $2 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ de fosfato de potássio (KH_2PO_4), feito em frascos de Schott de 250mL com 7 cm de diâmetro. A inoculação foi realizada em capela de fluxo laminar (PA 210, Pachane®) e foram utilizadas 2 alças de inoculação completas. A bactéria foi mantida ativa usando o meio de cultura descrito acima, previamente esterilizado em autoclave (a $121 \text{ }^\circ\text{C}$ por 20 min) e armazenado em estufa a $30 \text{ }^\circ\text{C}$, sem agitação, por 14 dias.

Curva de crescimento: a curva de crescimento foi obtida indiretamente pela determinação da densidade ótica do meio de cultivo. Esta análise foi realizada medindo-se a concentração de células livres através da absorbância do meio, utilizando-se um comprimento de onda de 600 nm, e o meio de cultura antes da inoculação como referência (zero), sendo o crescimento celular observado por esta diferença ao longo do cultivo.⁴

Purificação da CB: a purificação das membranas foi realizada utilizando carbonato de potássio (K_2CO_3), de acordo com metodologia.⁵ As membranas de CB foram, inicialmente, lavadas duas vezes com água destilada a $80 \text{ }^\circ\text{C}$ por 1 hora. Em seguida, as películas foram tratadas duas vezes com $0,3 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ da solução alcalina de K_2CO_3 a $80 \text{ }^\circ\text{C}$ por 1 hora. Por fim, o material celulósico foi lavado diversas vezes com água deionizada a temperatura ambiente até atingir o pH neutro. Após a purificação, a CB foi armazenada em geladeira ($4 \text{ }^\circ\text{C}$), até o seu uso.

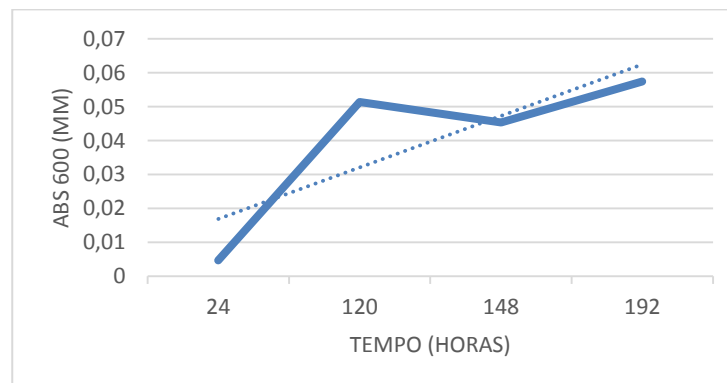
Caracterização: as medições de atividade de água (Aw) foram realizadas no medidor de atividade de água da Lab Master. O teor de Umidade (U) e de Sólidos Totais (ST) foram obtidos por secagem na Balança Infra-Vermelho Shimadzu à $105 \text{ }^\circ\text{C}$. Solubilidade em água (SL) e Gramatura (G) foram determinados segundo o método proposto por Almeida *et al.*,⁶ onde o resultado da SL foi expresso em porcentagem e a gramatura foi determinada pela razão entre a massa pela área de 2 cm^2 das membranas. A espessura (E) da CB foi avaliada através da espessura média de 5 medições em posições aleatórias em casa corpo de prova, com micrômetro (Mitutoyo $\pm 0,001$).

Análise Estatística: todos os tratamentos foram repetidos pelo menos três vezes e cada repetição foi realizada em triplicata. Os dados reportados representam valores médios aritméticos e as barras de erro referem-se ao desvio padrão da média.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A curva de crescimento bacteriano (Figura 1) mostrou que a concentração bacteriana aumentou em função do tempo, resultado semelhante ao encontrado por Donini⁴ no meio suplementado por glicose. Isso mostra que a concentração química do meio de cultivo foi propícia para o crescimento bacteriano e, conseqüentemente, para a produção das membranas de CB.

Figura 1. Curvas de crescimento de células bacterianas em função das horas de inoculação.



Os resultados referentes a caracterização estão apresentados na Tabela 1. Os altos valores referentes a Aw (0,9) e U (98,05%), conseqüentemente, a baixa concentração de ST (0,54%) corroboram com os dados da literatura^{4,7} que mostram que as membranas de CB são compostas, principalmente, por água e que essa quantidade é maior do que a encontrada nos curativos tradicionais. Além disso, esses resultados sugerem que essas películas podem apresentar altas taxas de transmissão de vapor de água, um dos requisitos que atendem às exigências de aplicação de curativos.⁸ A solubilidade (61,75%) e a gramatura ($812,5 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$) das

membranas de CB apresentaram valores diferentes dos foram encontrados por Almeida *et al.*⁶ para filmes de CB e fécula de batata (valores entre 28 e 86,2% e 78 e 94 g·m⁻², respectivamente e observou-se que a celulose bacteriana reduziu a porcentagem da solubilidade devido à sua característica insolúvel em água. Sendo assim, os valores mais altos para solubilidade foram alcançados quando a CB não estava na blenda e os valores mais baixos quando a CB estava presente. Já com relação a gramatura, por apresentar resultados maiores, as membranas de CB podem ser consideradas mais resistentes mecanicamente do que o filme resultante da blenda de CB e fécula de batata. Hsieh *et al.*⁹ encontraram valores menores para espessura de suas membranas de CB incubadas por 3 dias (0,007mm), do que as que foram encontradas no presente estudo (0,49 mm), onde o tempo de incubação das bactérias foi de 14 dias. É importante salientar que conhecendo-se a espessura de um material é possível obter informações sobre resistência mecânica e as propriedades de barreira a gases e ao vapor de água do material. Além disso, filmes com maior espessura necessitam de maior força para serem rompidos e apresentam maior alongação, características interessantes para um curativo.⁸

Tabela 1. Caracterização das membranas de celulose bacteriana quanto a atividade de água (Aw), umidade (U), sólidos totais (ST), solubilidade em água (SL), gramatura (G) e espessura (E).

Aw	U (%)	ST (%)	SL (%)	G (g.m ⁻²)	E (mm)
0,900 ± 0,001	98,05 ± 0,49	0,54 ± 0,51	61,75 ± 13,47	812,5 ± 112,4	0,49 ± 0,15

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recentemente, existe um crescente interesse no uso de materiais de CB em diversos campos industriais, especialmente em tecnologias biomédicas. Isso se deve ao fato de que a CB apresenta propriedades únicas que a tornam um novo biomaterial funcional. As membranas CB produzidas apresentaram propriedades interessantes para aplicações como possíveis curativos para lesões cutâneas, como alta atividade de água (0,9), umidade (98,05%), sólidos totais (0,54%), solubilidade em água (61,75%), gramatura (812,5 g·m⁻²) e espessura (0,49 mm). No entanto, é importante notar que essas propriedades podem ser melhoradas com a adição de compostos poliméricos e biomoléculas ativas com propriedades antioxidantes e/ou antimicrobianas, resultando em um biomaterial com potencial inovador.

Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela aprovação do projeto e apoio financeiro, ao SENAI Dendezeiros e ao Centro Universitário CIMATEC pelo uso dos laboratórios para o desenvolvimento das atividades do projeto, além de todo o pessoal Laboratório de Alimentos e Biotecnologia (LAPAB) por todo o empenho em realizar as etapas deste projeto.

5. REFERÊNCIAS

1. M. J. Tabaii; G. Emtiazi *J. Drug. Deliv. Sci. Technol.*, 2018, **44**, 244.
2. G.F. Picheth; C.L. Pirich; M.R. Sierakowski; M.A. Woehl; C.N. Sakakibara; C.F. de Souza; A.A. Martin; R. da Silva; R.A. de Freitas *Int. J. Biol. Macromol.*, 2017, **104**, 97.
3. Y. Qiu; L. Qiu; J. Cui; Q. Wei *Mater. Sci. Eng. C Mater. Biol. Appl.*, 2016, **59**, 303.
4. Í. A. N. Donini, Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2011.
5. N. F. Vasconcelos, et al. In Anais Do 3º Encontro Nordeste de Ciência e Tecnologia de Polímeros, Fortaleza, 2016, Vol. 3, 144.
6. D. M. Almeida; A. L. Woiciechowski; G. Wosiacki; R. A. Prestes; I. A. Pinheiro *Polímeros*, 2013, **23**, 538.
7. W. S. Chan; H. H. Chen *Food Hydrocoll.*, 2016, **53**, 71.
8. C. N. Wu; S. C. Fuh; S. P. Lin; Y. Y. Lin; H. Y. Chen; J. M. Liu; K. C. Cheng *Biomacromolecules*, 2018, **19**, 544.
9. Y. C. Hsieh; H. Yano; M. Nogi; S. J. Eichhorn *Cellulose*, 2008, **15**, 507.



**4º. Encontro Nordeste de Ciência e Tecnologia de Polímeros
27 e 28 de Setembro de 2018, Aracaju SE
Local: Universidade Tiradentes - UNIT**