



Incorporação de extratos vegetais de eucalipto e maçã em nanocelulose bacteriana para prospecção em cosméticos

Incorporation of eucalyptus and apple plant extracts into bacterial nanocellulose for use in cosmetics

Letícia Tosati Berton¹, Anabel Alexandra Rodriguez Andachi², Fernanda Menegon Rosário³, Samara Silva de Souza⁴

RESUMO

A busca por ingredientes naturais e sustentáveis na indústria de cosméticos tem se intensificado, pela alta demanda dos consumidores por produtos mais sustentáveis. Assim, o objetivo do projeto foi explorar a viabilidade da incorporação de extratos de eucalipto e maçã em membranas de nanocelulose bacteriana (NCB) para o desenvolvimento de máscaras faciais com potencial antioxidante. A bactéria *Komagataeibacter xylinus* foi cultivada no meio líquido tradicional Hestrin & Schramm (HS) em cultura estática à 30°C por 5 dias, para a produção de membranas de NCB. Para obtenção dos extratos de eucalipto e maçã se utilizou a técnica de extração Clevenger. Já para a modificação *ex situ* as membranas de NCB foram submersas em 1 mL de extrato de eucalipto e 1 mL de extrato de maçã, por 7 dias. Após a incorporação as membranas serão avaliadas a capacidade antioxidante pelo ensaio FRAP e ABTS. Assim também as membranas de NCB serão analisadas no MEV (Microscópio eletrônico de varredura) e FTIR (Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier) para conferir a incorporação dos antioxidantes. A pesquisa visa explorar a viabilidade de incorporar os extratos de eucalipto e maçã em membrana de nanocelulose bacteriana para a criação de máscaras faciais naturais e eficazes.

PALAVRAS-CHAVE: antioxidantes; cosméticos; extratos; nanocelulose bacteriana.

ABSTRACT

The search for natural and sustainable ingredients in the cosmetics industry has intensified due to the high consumer demand for more sustainable products. The aim of this project was to explore the feasibility of incorporating eucalyptus and apple extracts into bacterial nanocellulose (NCB) membranes for the development of facial masks with antioxidant potential. The bacterium *Komagataeibacter xylinus* was grown in the traditional Hestrin & Schramm (HS) liquid medium in static culture at 30°C for 7 days to produce NCB membranes. The clevenger extraction technique was used to obtain the eucalyptus and apple extracts. For the *ex-situ* modification, the NCB membranes were submerged in 1 mL of eucalyptus extract and 1 mL of apple extract for 7 days. After incorporation, the membranes' antioxidant capacity will be assessed using the FRAP and ABTS assays. The NCB membranes will also be analyzed using SEM (Scanning Electron Microscope) and FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) to verify the incorporation of the antioxidants. The research aims to explore the feasibility of incorporating eucalyptus and apple extracts into bacterial nanocellulose membranes to create natural and effective facial masks.

KEYWORDS: antioxidants; cosmetics; extracts; bacterial nanocellulose.

¹ Bolsista-voluntário. Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: leticiaberton@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 9363719678058204.

² Aluna do Mestrado – PPGBIOTEC. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: anabel546@gmail.com. ID Lattes: 3976298954173481

³ Aluna do Mestrado – PPGBIOTEC. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: fernandarosario@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 3789809420144940.

⁴ Docente no Curso de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia. Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: samarasouza@utfpr.edu.br. ID Lattes: 6497095708054068.



INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o interesse pela utilização de ingredientes naturais e sustentáveis na indústria de cosméticos tem crescido significativamente em resposta à demanda dos consumidores por produtos mais saudáveis e ecologicamente responsáveis (ALMEIDA, *et al.*, 2021). Nesse contexto, a nanocelulose bacteriana tem se destacado como um biomaterial de grande relevância na indústria de cosméticos, encontrando aplicação tanto em máscaras quanto em formulações. Suas propriedades físico-químicas notáveis incluem alta capacidade de retenção de água, porosidade elevada, biocompatibilidade e biodegradabilidade, tornando-a uma escolha promissora para a formulação de produtos cosméticos inovadores (AMORIM, *et al.*, 2020; BILGI *et al.*, 2021; PARK *et al.*, 2019).

Recentemente, tem havido um aumento significativo na pesquisa relacionada aos extratos vegetais com atividades antioxidantes, com aplicação na indústria de cosméticos. Esses extratos desempenham um papel crucial na proteção da pele contra os danos causados pelas espécies reativas de oxigênio (ROS) e radicais livres (FR). Na natureza, diversas plantas têm sido investigadas por suas notáveis propriedades bioativas, incluindo o eucalipto (*Eucalyptus*), que não apenas possui importância econômica substancial, mas também é reconhecido por suas propriedades anti-inflamatórias e antimicrobianas (ALMEIDA, *et al.*, 2022). Além disso, a maçã (*Malus domestica*), uma das frutas mais consumidas, é conhecida por suas propriedades antioxidantes e teor de vitaminas que contribuem para a hidratação e proteção eficaz da pele (ASMA *et al.*, 2023; TREVIZAN; DE LIMA; ANTONELLI-USHIROBIRA *et al.*, 2023).

Na literatura, estudos mostram a NCB atuando como um veículo de liberação controlada de compostos ativos de extratos vegetais como, hibisco (*Hibiscus sabdariffa*), chá branco (*Camellia sinensis*), bagaço de uva (*Vitis labrusca*) e aloe vera entre outros, com a técnica *ex situ* (incorporação após a síntese de NCB). A estrutura física (redes tridimensionais) e estrutura química (grupos hidroxila) da NCB tem permitido a funcionalização de compostos bioativos (FERNANDES *et al.*, 2023; UL-ISLAM *et al.*, 2021).

Portanto, a incorporação de extratos de eucalipto e maçã em membranas de nanocelulose bacteriana (NCB) representa uma abordagem inovadora com potencial significativo para a pesquisa e desenvolvimento de produtos cosméticos inovadores e ecologicamente sustentáveis. Essa estratégia não apenas proporciona benefícios para a saúde da pele, mas também atende às preocupações ambientais em relação aos produtos cosméticos. O principal objetivo deste projeto é avaliar a viabilidade da incorporação dos extratos de eucalipto e maçã nas membranas de NCB, visando a criação de máscaras faciais. A metodologia adotada abrange desde a extração dos compostos até a aplicação prática das membranas de nanocelulose como máscaras faciais, com foco em abordagens experimentais e quantitativas cuidadosamente delineadas.



MATERIAIS E MÉTODOS

MEIO DE CULTURA E PRODUÇÃO DE MEMBRANAS DE NCB

A produção de NCB foi realizada através do meio de cultura HS, composto por 20 g/L de glicose, 5,0 g/L de peptona, 5,0 g/L de extrato de levedura, 2,70 g/L de fosfato dissódico e 1,15 g/L de ácido cítrico. O meio de cultura foi esterilizado em autoclave a 121°C por 20 minutos (HESTRIN.S; SCHRAMM.M *et al.*, 1953). A cepa de *Komagataeibacter xylinus* (ATCC® 53524™) foi utilizada neste trabalho. A preparação dos inóculos foi realizada na proporção 10% (v/v) com o meio HS. Para obter inóculo de 50 mL, foi necessário preparar uma solução 45 mL de meio HS e 5 mL do cultivo reativado, e colocado em BOD (incubadora/estufa) a 30°C por 7 dias. Para o teste *ex situ*, as membranas de NCB primeiro foram produzidas em placas de 24 poços por 5 dias, em cultivo estática, após a produção as membranas foram pesadas e medidas a espessura.

PURIFICAÇÃO E SECAGEM DE MEMBRANAS DE NCB

Após o período de incubação, as membranas foram removidas e purificadas em um béquer contendo solução 0,1 M de hidróxido de sódio por 24 horas a 50°C. O objetivo da purificação, é retirar as bactérias e resíduos que se encontram embebidos nas membranas. Após essa etapa, as membranas passaram por períodos de lavagem em água destilada e mantiveram-se por 15 minutos na estufa a 50°C. Esse procedimento foi repetido por 7 vezes, seguida de esterilização em autoclave por 20 minutos a 121°C. Algumas amostras de biomateriais produzidas passaram pelo processo de secagem em um liofilizador. Para esse processo, as membranas foram congeladas a -80°C por 24 horas e posteriormente liofilizadas por um período de 24 horas. Esses biomateriais foram reservados para posteriores análises.

EXTRATOS VEGETAIS

Para a obtenção dos extratos vegetais, inicialmente, pesou-se 70,5 g de eucalipto seco e picado. Posteriormente foi adicionado a um balão contendo 700 mL de água destilada. A extração foi realizada usando o método de extração por Clevenger. O Clevenger é um aparelho que permite a extração de compostos por um sistema de arraste por vapor d'água e/ou destilação a vapor. A destilação manteve-se por 24 horas para obter o extrato de eucalipto. Para o extrato de maçã utilizou-se uma maçã e meia, posteriormente foi cortada em pedaços e colocou-se em 500 mL de água destilada. O método de extração por Clevenger também foi utilizado para extrair os compostos da maçã. O processo de extração foi conduzido por 4 horas e 30 minutos.



MODIFICAÇÃO EX SITU – INCORPORAÇÃO DOS EXTRATOS

As membranas de NCB purificadas foram colocadas em placas de 6 poços. Para cada membrana, foram adicionados 1 mL de extrato de eucalipto e 1 mL de extrato de maçã, em condição estática por uma semana.

CARACTERIZAÇÃO DE MEMBRANAS DE NCB

Para a caracterização de membranas de NCB será realizada uma análise no MEV (Microscópio Eletrônico de Varredura) para observar a morfologia das membranas e uma análise em FTIR (Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier) para identificar a incorporação de compostos bioativos. Também será analisada a capacidade antioxidantes das membranas pelo método FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) e ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)) .

RESULTADOS E DISCUSSÕES

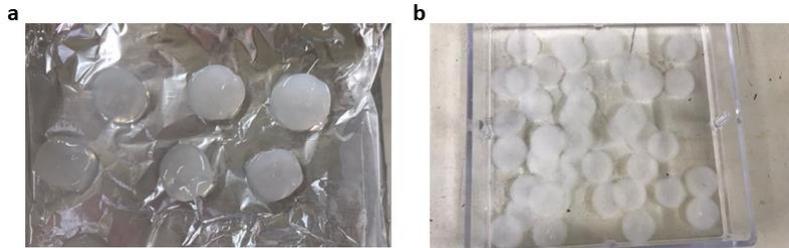
Por meio do método Clevenger se obteve um volume de 60 mL de extrato de eucalipto e 80 mL de extrato de maçã. A Figura 1 mostra a obtenção dos extratos por meio da técnica de Clevenger. Este é um dos métodos mais utilizados para obtenção de extratos vegetais. Assim, este método se mostrou eficaz para obtenção de extrato vegetais de eucalipto e maçã. As membranas de NCB produzidas, foram submergidas nos extratos de eucalipto e maçã (Figura 2a), algumas membranas foram secas para posteriores análise (Figura 2b). Análise de MEV e FTIR serão realizadas para verificar a incorporação de atividade antioxidante. Assim também, será realizado uma análise de atividade antioxidante com o ensaio ABTS e FRAP.

Figura 1 - Método de Clevenger para obtenção de extrato de eucalipto e maçã



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 2 – Membranas de NCB a) após a submersão em extratos b) membranas de NCB secas



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 3 – Membrana de NCB com extrato de eucalipto e maçã para o rosto.



Fonte: Autoria própria (2023)

CONCLUSÕES

A prospecção de novos horizontes na indústria de cosméticos tem levado à busca por soluções mais naturais, eficazes e sustentáveis. A combinação inovadora de extratos vegetais de eucalipto e maçã com nanocelulose bacteriana representa um passo significativo nessa direção. A análise detalhada desse tema revela as possibilidades intrigantes que essa abordagem pode oferecer.

A nanocelulose bacteriana surge como um biomaterial excepcional, repleto de propriedades mecânicas e biológicas que o tornam uma opção atraente para a indústria cosmética. Sua capacidade de servir como veículo de liberação controlada para extratos vegetais beneficia tanto a eficácia dos produtos quanto a experiência do consumidor. Além disso, a nanocelulose bacteriana traz consigo a vantagem de ser ecologicamente amigável, alinhando-se com a crescente demanda por produtos sustentáveis.

Os extratos vegetais de eucalipto e maçã agregam propriedades valiosas, como anti-inflamatórias, antioxidantes e hidratantes, que podem aprimorar o desempenho dos produtos cosméticos. A sinergia criada pela combinação desses extratos com a



nanocelulose bacteriana permite a entrega gradual e eficaz dos compostos ativos, resultando em benefícios duradouros para a pele.

Em última análise, a incorporação de extratos vegetais em nanocelulose bacteriana para cosméticos sustentáveis abre portas para a inovação, atendendo às demandas por produtos mais naturais, eficazes e responsáveis. À medida que a indústria de cosméticos evolui, essa abordagem pode ser um marco crucial para a criação de produtos que não apenas aprimoram a beleza, mas também respeitam o bem-estar do consumidor e o meio ambiente. A contínua exploração dessa combinação promissora pode revolucionar a forma como vemos e utilizamos os cosméticos, promovendo uma beleza verdadeiramente sustentável e holística.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a UTFPR Campus Dois Vizinhos pela oportunidade de realização da pesquisa. Aos meus orientadores e ao Grupo de pesquisa NanoBioCell, onde trocamos experiências e conhecimento, e aos demais amigos e colegas que fizeram parte desse ciclo. E por fim, agradeço aos meus pais e irmãos, pelo incentivo, compreensão e carinho.

CONFLITO DE INTERESSE

Não há conflito de interesse.



REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. *et al.* Bacterial nanocellulose toward green cosmetics: Recent progresses and challenges. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 6, p. 1–25, 2021.

ALMEIDA, T. *et al.* Bioactive Bacterial Nanocellulose Membranes Enriched with Eucalyptus globulus Labill. Leaves Aqueous Extract for Anti-Aging Skin Care Applications. **MATERIALS**, v. 15, n. 5, mar. 2022.

AMORIM, J. D. P. *et al.* BioMask, a polymer blend for treatment and healing of skin prone to acne. **Chemical Engineering Transactions**, v. 79, p. 205–210, 2020.

ASMA, U. *et al.* Apples and Apple By-Products: Antioxidant Properties and Food Applications. **Antioxidants**, v. 12, n. 7, 2023.

BILGI, E. *et al.* E. Bacterial cellulose based facial mask with antioxidant property and high moisturizing capacity. **Cellulose**, v. 28, n. 16, p. 10399–10414, 2021.

FERNANDES, I. A. A., *et al.* Biosorption of bioactive compounds in bacterial nanocellulose: Mechanisms and physical-chemical properties. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 240, p. 124349, 2023.

HESTRIN.S; SCHRAMM.M. *et al.* Synthesis of Cellulose by Acetobacter xylinum 2. PREPARATION OF FREEZE-DRIED CELLS CAPABLE OF POLYMERIZING GLUCOSE TO CELLULOSE*. *J. gen. Phy8iol*, v. 58, p. 71, 1953.

PARK, J. K.; JUNG, J. Y.; KHAN, T. *et al.* Bacterial cellulose. In: PHILIPS, G. O; WILLIAMS, P. A. **Handbook of Hydrocolloids**. 2. ed. Woodhead Publishing Limited, 2009. cap 26, p. 724-739.

TREVIZAN, A. J. C.; DE LIMA, C. B.; ANTONELLI-USHIROBIRA, T. M. *et al.* Capacidade antioxidante do extrato aquoso de cinco diferentes espécies de eucaliptus. **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 6, p. 18904–18911, 2023.

UL-ISLAM, M. *et al.* Ex situ Synthesis and Characterization of High Strength Multipurpose Bacterial Cellulose-Aloe vera Hydrogels. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 9, n. February, p. 1–12, 2021.