

Formulação de um sabonete líquido empregando nanopartículas de prata biossintetizadas a partir do extrato aquoso de erva mate

Palavras-Chave: [Biossíntese de nanopartículas], [Microbiota cutânea], [Formulação cosmética]



Autores:

Larissa Lara Barboza Oliveira da Silva [UNICAMP]

Merianne Mitamara Vasconcelos de Moura [UNICAMP]

Prof.^a Dr.^a Ljubica Tasic (orientadora) [UNICAMP]

1. Introdução

1.1. Microbiota da pele

A pele, maior órgão do corpo humano, é composta por epiderme e derme, contendo estruturas como pelos e glândulas. Com cerca de 2 m², protege contra organismos e substâncias tóxicas e é vital para a aplicação de medicamentos locais e transdérmicos. A epiderme, camada externa, é essencial na cosmetologia, fornecendo textura e umidade, enquanto o estrato córneo forma uma barreira protetora contra substâncias nocivas e mantém a elasticidade da pele (figura 1).¹

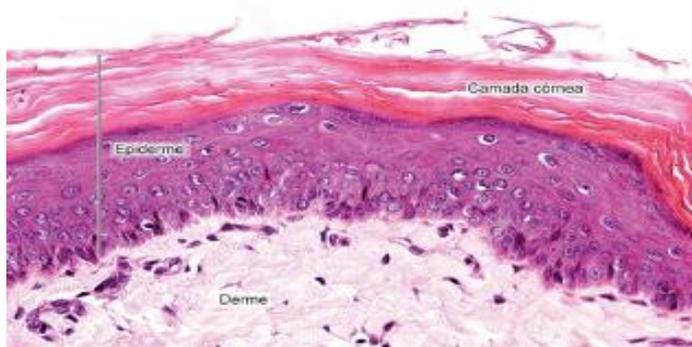


Figura 1: Camadas e estruturas da pele. (Fonte: <https://medpri.me/app/blog/post/11>)

A higienização excessiva, especialmente com produtos à base de álcool, pode causar ressecamento e dermatites, destacando a necessidade de analisar cuidadosamente os impactos desses produtos. A compreensão da penetração de nanopartículas de prata (AgNP) na pele é crucial para garantir benefícios e mitigar riscos tóxicos em aplicações cosméticas e medicinais.^{2,3}

1.2. Nanopartículas de prata (AgNP)

As AgNP, com tamanhos entre 1 e 100 nm, têm alta capacidade antimicrobiana e são sintetizadas de forma sustentável usando extratos vegetais como o de erva mate. A síntese verde é uma abordagem que utiliza agentes redutores de baixa toxicidade. A estabilidade das AgNP é medida pelo Potencial Zeta (PZ), com valores acima de |30 mV| desejados para estabilidade. A toxicidade das AgNP está ligada à liberação de íons Ag⁺; portanto, o controle do pH na biossíntese é crucial para determinar tamanho e estabilidade das NP. Compreender esses aspectos é fundamental para garantir a segurança e eficácia de produtos com AgNP (Figura 2).^{4,5}

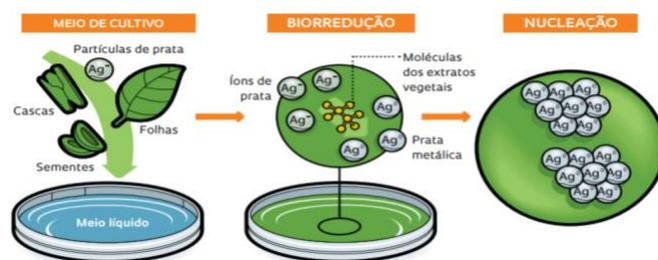


Figura 2: Esquema de crescimento das AgNP.

Fonte: SILVA – (EMBRAPA-CENARGEN)-
Revista Pesquisa Fapesp, 2014.

1.3 Sabonete líquido

Os sabonetes líquidos, usados para limpar a pele, reduzem oleosidade e microrganismos. Como surfactantes aniônicos, ajudam na remoção de impurezas lipofílicas que não saem apenas com água.⁶ Este projeto visa formular um sabonete

líquido com AgNP biogênicas para uma solução antibacteriana estável.

OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Preparar um sabonete líquido com nanopartículas de prata biossintetizadas e verificar seu potencial antibacteriano.

2.2 Objetivos específicos

- Sintetizar nanopartículas de prata (AgNP) a partir de extrato de erva mate.
- Caracterizar as AgNP.
- Testar a toxicidade das AgNP.
- Isolar microrganismos presentes na pele.
- Testar interações entre microrganismos e AgNP.
- Desenvolver e testar a eficácia e estabilidade da formulação do sabonete.

1. METODOLOGIA PROPOSTA

3.1 Síntese e caracterização da AgNP

Parte I – Preparo do extrato de erva mate

Em um Erlenmeyer de 125 mL, foi pesado 10 g de erva mate e adicionado 70 mL de água destilada. Sob agitação, a solução foi aquecida até ebulição por 20 min e em seguida, mantida por infusão por 5 minutos. Deixou-se a solução em repouso para resfriar até temperatura ambiente. Por fim, a suspensão foi filtrada à vácuo, utilizando papel de filtro Whatman nº 1 (125 mm de diâmetro, CAT No 1001 125).

Parte II – Síntese das nanopartículas de prata

A partir da solução preparada na Parte I do procedimento, em balões volumétricos de 10 mL, foram preparadas soluções diluídas de extrato de chá verde a 1%, 25%, 50%, 75% e 100% (v/v), os

respectivos volumes de chá mate estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Soluções diluídas de extrato de erva mate.

C _A : 100 %	C _B : 75%	C _C : 50%	C _D : 25%	C _E : 1%
V _A : 10 mL	V _B : 7,5 mL	V _C : 5,0 mL	V _D : 2,5 mL	V _E : 100 µL

A cada uma das soluções, exceto a A, foi adicionado 500 µL de nitrato de prata 1 mmol L⁻¹ gota-a-gota, sob agitação vigorosa, e em seguida completou-se com água destilada até atingir o menisco. As soluções foram mantidas sob agitação vigorosa por 90 minutos, em temperatura de 25 °C.

Parte III – Caracterização das AgNP

Os colóides foram analisados por espectroscopia de UV-Vis onde a identificação de uma banda na região de 410 nm indicou a formação das nanopartículas de prata.

3.2 Desenvolvimento da Formulação

De acordo com a literatura já existente, foi desenvolvida uma formulação de um sabonete líquido para testar sua compatibilidade com as AgNP e também sua estabilidade e eficácia.

Para base do sabonete foi utilizado lauril éter sulfato de sódio, água, cloreto de sódio, glicerina, EDTA e conservante.

Tabela 1: Formulação para o sabonete líquido (100 gramas)

- Lauril éter sulfato de sódio 27%: 34% (Detergente)
- Cloreto de sódio: 3,6% (Espessante)

- Essência: q.s.p (Apelo estético)
 - Glicerina: 4% (Emoliente)
 - EDTA: 0,1% (Agente quelante)
 - Conservante: 0,05%
(Conservante)
 - Água: q.s.p (Veículo)
 - Ácido cítrico: q.s.p (Acidulante)
- q.s.p = quantidade suficiente para

A produção do sabonete líquido envolveu os seguintes passos: metade da água foi colocada em um béquer, seguida por agitação mecânica em baixa rotação para evitar espuma. Foram adicionados lauril éter sulfato de sódio, EDTA, cloreto de sódio e glicerina, com agitação até homogeneização completa. O pH foi ajustado para 6,5-7 com ácido cítrico, seguido pela adição de essência e conservante. O restante do cloreto de sódio foi dissolvido na água restante e adicionado ao sistema, mantendo a homogeneização. O produto descansou por 4 horas antes de nova homogeneização e medição de pH usando um pHmetro em uma alíquota de 50 mL.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, o extrato de chá mate (*Ilex paraguariensis*) foi preparado a partir de todas as partes da planta seca, aquecido a 60 °C e filtrado a vácuo. Em seguida, 500 µL de solução de AgNO₃ (1 mmol L⁻¹) foram adicionados ao extrato, sob agitação constante, resultando em mudança de coloração sem turvação. Soluções de 1% e 10% (v/v) foram preparadas e ajustadas para pH 7,4, com adição de nitrato de prata (2,5 mmol L⁻¹) e agitação constante por 90 minutos. Os resultados mostraram colóides com coloração característica das nanopartículas de prata, conforme ilustrado na figura 3.



Figura 3: Solução de nanopartículas de prata (AgNP) feitas a partir do extrato de chá Matte nas concentrações de 1%, à esquerda e 10% à direita.

Os colóides foram armazenados em geladeira para avaliar sua estabilidade. As propriedades ópticas das nanopartículas metálicas, influenciadas por sua forma e tamanho, resultam em absorções distintas no espectro visível, fenômeno conhecido como Ressonância de Plasmons de Superfície (RPS). As bandas plasmônicas foram identificadas utilizando o espectrofotômetro UV-Vis Agilent HP 8453, cobrindo comprimentos de onda de 200 a 1000 nm, conforme demonstrado nas Figuras 4.

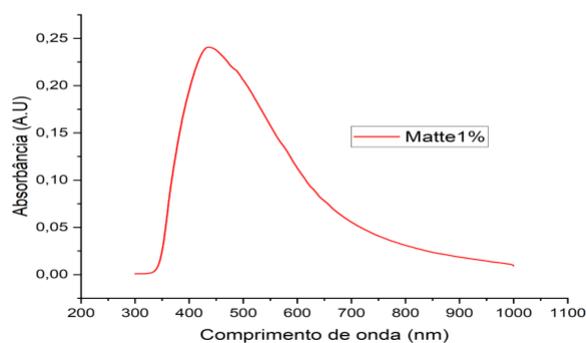


Figura 4: Espectro de UV-Vis das AgNP obtidas a partir do extrato de chá verde.

O colóide de AgNP (conforme apresentado na Figura 4), obtido a partir de um extrato aquoso de 1% do chá Matte (contendo 1 mmol L⁻¹ de AgNO₃), revelou uma absorção UV com o pico máximo ocorrendo em 430 nm. Esses resultados indicam que houve uma redução química do Ag(I) durante o contato com os reagentes e extratos empregados, onde estes desempenham papéis tanto de

agentes redutores quanto de estabilizadores. A estabilização das nanopartículas é atribuída à presença de compostos fenólicos, como é o caso do extrato de *Ilex paraguariensis*, ou de polifenóis.

Os dados da análise por DLS feitos em um equipamento Zetasizer nano-série (Malvern Instruments) estão ilustrados na Figura 5.

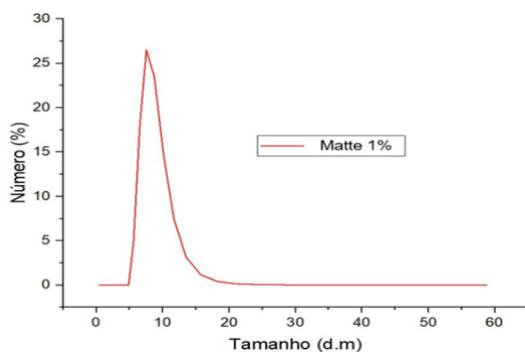


Figura 5: Ilustração de resultados de determinação de tamanho das AgNP obtidas.

5. CONCLUSÃO

Foi viável realizar a síntese de nanopartículas de prata biogênicas, obtidas pela redução de Ag^+ através da interação do nitrato de prata com os extratos utilizados. A síntese verde utilizada se mostrou adequada, eliminando a necessidade de reagentes prejudiciais. A formação das AgNP foi confirmada pela alteração na coloração do meio, absorção de radiação UV e análise pelo DLS, com resultados coerentes com a literatura, evidenciando coloração adequada, absorvâncias entre 400 e 480 nm e tamanho inferior a 100 nm. No entanto, devido à interrupção da bolsa PIBIC após 3 meses de projeto, não foi possível realizar as próximas etapas.

Referências bibliográficas

1. Stacy, A., Belkaid, Y., Microbial guardians of skin health. *Science* 363 (6424), pp. 227-228, 2019.
2. Silva, P. E. Caracterização molecular da microbiota bacteriana da pele lesionada de indivíduo com Hanseníase. Orientador: Prof^a Andrea Maria Amaral Nascimento. 2013.

Dissertação (Pós-graduação) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, [S. l.], 2013.

3. Beatp, I. S.. Impacto dos Cosméticos no Microbiota da Pele. 2016. Tese (Mestrado) - Universidade de Lisboa, [S. l.], 2017.
4. Dos Santos et al., Silver Nanoparticles: Therapeutic Uses, Toxicity, and Safety Issues, *J Pharm Sci*, vol. 103, no. 7, pp. 1931–1944, Jul. 2014, doi: 10.1002/jps.24001.
5. Benedito, A.; Silva, F.; Santos, Í. Nanopartículas de prata: aplicações e impacto ambiental. *Revista Acadêmica Oswaldo Cruz*, v. 16, p. 4-5, 2017.C.
6. Allemand A. G. S.; Deuschle V. C. K. N. Formulações em Cosmetologia. Porto Alegre: SAGAH, 2018. ISBN 978-85-9502-815-9.
7. Rolim, R. *et al.* Green tea extract mediated biogenic synthesis of silver nanoparticles: Characterization, cytotoxicity evaluation and antibacterial activity, *Applied Surface Science*, Volume 463, 1 January 2019, Pages 66-74.
8. Sun Q. *et al.* Green synthesis of silver nanoparticles using tea leaf extract and evaluation of their stability and antibacterial activity, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, Volume 444, 5 March 2014, Pages 226-231.
9. Lopes JB. Nanopartículas de PMMA e poliestireno contendo icaridina, octocrileno e nanopartículas de óxido de zinco, para aplicação cosmética [TCC]. [Florianópolis]: Universidade Federal de Santa Catarina; 2022

