

ENCAPSULAÇÃO DO ÓLEO DE ALOE VERA COM GELATINA E GOMA ARÁBICA E APLICAÇÃO DAS MICROCÁPSULAS EM SUBSTRATO TÊXTIL**Larissa Klen Aragão¹; Rodrigo Hobold Weber¹; Manuel Jose Liz Arias²; Rita de Cassia Siqueira Curto Valle¹.**¹Departamento de Engenharia Têxtil, Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Blumenau, Blumenau, Brasil; CEP 89065-300, Blumenau, SC. rita.valle@ufsc.br²Surface Science Laboratory, INTEXT-UPC, 08222 Terrassa, Spain**Resumo**

A *Aloe vera*, reconhecida por suas propriedades, se destaca no setor têxtil como matéria-prima para funcionalização de têxteis por meio de acabamentos, especialmente em têxteis médicos. A microencapsulação do óleo de *Aloe vera* em substratos têxteis, utilizando biopolímeros como gelatina e goma arábica que além de proporcionar propriedades por si só no tecido, oferece uma liberação controlada e prolongada do óleo, melhorando seus benefícios. Este estudo foca na encapsulação via coacervação complexa, visando desenvolver e caracterizar as microcápsulas quanto à morfologia, tamanho e estabilidade, além de avaliar a liberação do princípio ativo nos têxteis.

Palavras-chave: Funcionalização. Acabamento. Biopolímero.

Área Temática: Tecnologia.

1. Introdução

A busca por fitoterápicos que possam substituir ou complementar os tratamentos convencionais tem aumentado significativamente, oferecendo alternativas menos prejudiciais à saúde humana. A *Aloe vera* se destaca por seus inúmeros benefícios, como a cicatrização de feridas, proteção contra raios UV e propriedades antioxidantes e antimicrobianas. Conhecida popularmente como "planta curativa", a *Aloe vera* é reconhecida como uma planta medicinal tradicional há séculos (MONDAL; SAHA; RAHMAN, 2021).

No setor têxtil, a *Aloe vera* é utilizada em diversas aplicações, incluindo curativos para cicatrização de feridas, produtos para cuidados de saúde, vestuário terapêutico, cosmetotêxteis e têxteis com proteção UV. Uma técnica eficaz para utilizar o óleo de *Aloe vera* é a microencapsulação, que protege a estabilidade do óleo e permite sua liberação de forma prolongada e consistente. A microencapsulação pode ser aplicada em fragrâncias, substâncias a pele, materiais de mudança de fase (que auxiliam na termorregulação do corpo), agentes antimicrobianos e sistemas de liberação de medicamentos, entre outros (BENMOUSSA et al., 2016).

Os biopolímeros tem sido preferencial como material para as cápsulas devido à sua biodegradabilidade, renovabilidade, não toxicidade e biocompatibilidade (OGILVIE-BATTERSBY et al., 2022). Este trabalho aborda a encapsulação de *Aloe vera* em matrizes de

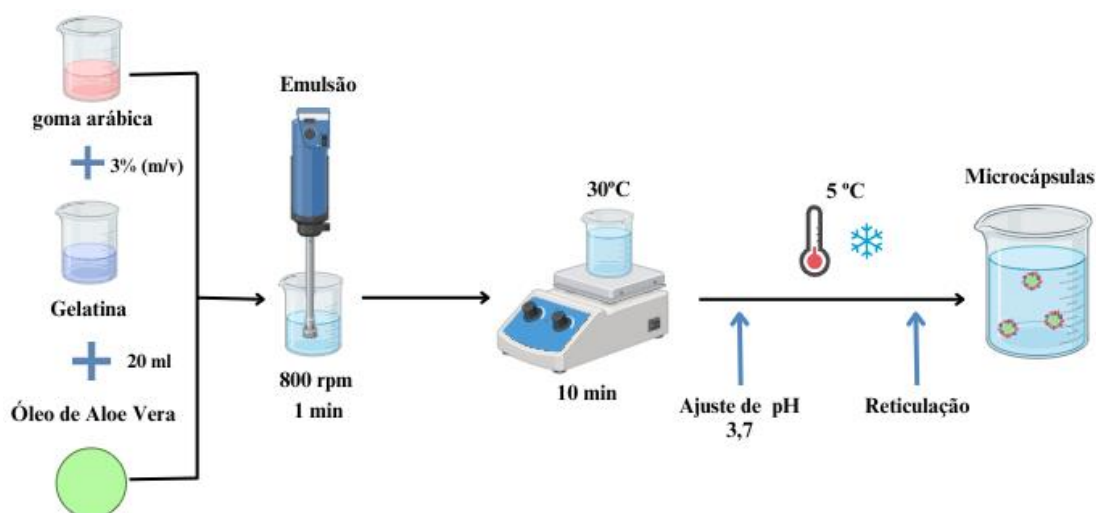
gelatina e goma arábica, visando sua aplicação em substratos têxteis. A escolha desses biopolímeros deve-se às suas propriedades favoráveis, como biodegradabilidade e biocompatibilidade, que os tornam adequados para aplicações dermatológicas.

2. Metodologia

2.1 Produção das microcápsulas - Método direto

Para o método direto (Figura 1), prepararam-se soluções de gelatina e goma arábica com óleo de *Aloe vera*, homogeneizadas, aquecidas, ajustadas em pH, resfriadas e adicionou-se glutaraldeído para reticulação, conforme descrito por (CHANG et al., 2006).

Figura 1 – Produção das microcápsulas pelo método direto



Fonte: Autores, 2024.

2.2 Produção das microcápsulas - Método em bloco

As microcápsulas foram produzidas por coacervação complexa entre gelatina e goma arábica em diferentes concentrações, dissolvendo-as em água deionizada. Em seguida, uma emulsão foi criada, combinando Tween 20 (Sigma-Aldrich), água deionizada e óleo de Aloe vera, e homogeneizada em um dispositivo de mistura. Posteriormente, a solução de gelatina foi adicionada à água deionizada e ajustada para o pH 4,5 com ácido cítrico. Foi adicionada a solução de goma arábica e a temperatura foi reduzida para 5 °C em um reator encamisado sob agitação magnética. Por fim, o glutaraldeído foi introduzido na mistura e mantido a uma temperatura constante de 5 °C, sob agitação por 3 horas (adaptado de VALLE et al., 2023). A Tabela 1 apresenta os testes com as diferentes concentrações de reagentes utilizados.

Tabela 1 – Concentrações de reagentes utilizados nos testes para a produção de microcápsulas

Teste	Goma arábica (m/v)	Gelatina (m/v)	Tween (m/v)	% óleo (m/v)	Glutaraldeído (v/v)
Teste 5	2%	5%	2%	4%	0,75%
Teste 6	2%	5%	2%	4%	1,25%
Teste 7	1,5%	1,5%	2%	4%	1,25%
Teste 8	1,5%	1,5%	-	4%	1,25%
Teste 9	1,5%	1,5%	1%	4%	1,25%
Teste 10	2%	2%	2%	4%	1,25%

Fonte: Autoras, 2024.

2.3 Análise Morfológica por Microscopia

Foram utilizadas microscopia óptica de luz transmitida (Biofocus) e microscopia eletrônica de varredura (MEV) (JEOL JSM-6390LV).

2.4 Impregnação em substrato têxtil.

Para a preparação da solução do banho de impregnação, foram utilizados 3% (v/v) de ácido cítrico anidro (Neon) como agente reticulante e 3% (m/v) de hipofosfito de sódio (LS Chemicals) como catalisador. A solução foi preparada com cada uma das amostras contendo 10% (m/v) da dissolução das microcápsulas. Malha 100% algodão pré-tratada foi imersa na solução (RB = 1:20) por 10 minutos e passadas por um *foulard* uma pressão entre os rolos de 1,5 bar, com um *pick-up* úmido de ~80%. A secagem foi realizada a 60 °C por 10 minutos.

3. Resultados e conclusão

3.1 Microencapsulação

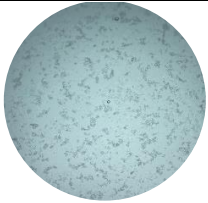
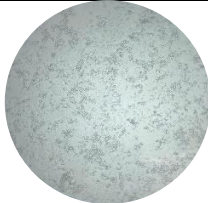
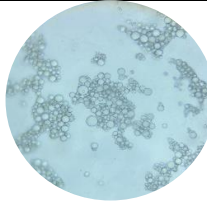
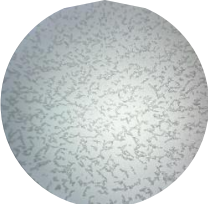
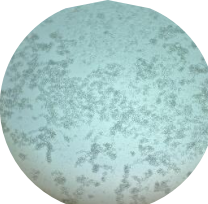
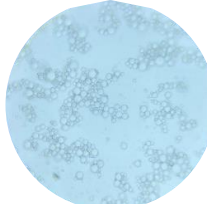
As microcápsulas produzidas pelo método direto resultaram em uma solução de alta viscosidade, com agregados poliméricos visíveis e excesso de óleo de *Aloe vera*, o que impediu a funcionalização do substrato têxtil. Em contraste, as microcápsulas obtidas pelo método em bloco, utilizando as concentrações de reagentes especificadas na Tabela 1, apresentaram resultados promissores na encapsulação do princípio ativo, com uma solução

menos viscosa e formação evidente de microcápsula. A partir dos resultados do Teste 5, realizaram-se novos testes para otimizar o método de encapsulação.

3.2 Análise Morfológica por Microscopia

Os testes 7 e 10 foram selecionados para prosseguir no trabalho, com base na análise óptica, devido à melhor espessura das paredes, uniformidade de tamanho, estrutura esférica e definição do núcleo das cápsulas, conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1 -Microscopia ótica

Aumento	40x	100x	400x
Teste 7			
Teste 10			

Fonte: Autoras, 2024.

A análise do MEV do Teste 7 revelou que as microcápsulas estão bem aderidas às fibras e permanecem intactas. Observa-se uma distribuição uniforme das microcápsulas em algumas áreas, conforme mostrado na primeira micrografia, enquanto na segunda há uma aglomeração em certos pontos. No Teste 10, a primeira micrografia demonstra uma boa esfericidade das cápsulas e uma adesão adequada às fibras. No entanto, a segunda micrografia indica a presença de aglomerados, sugerindo um excesso de polímero.

A Tabela 2 apresenta os resultados do Potencial Zeta e do tamanho médio das microcápsulas. Em ambos os testes, a suspensão demonstrou boa estabilidade, indicando que a carga superficial das cápsulas é suficiente para prevenir a formação de agregação.

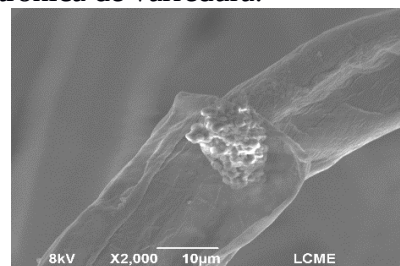
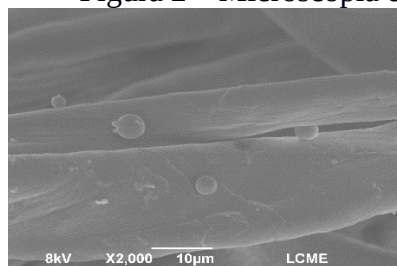
Tabela 2 - Potencial Zeta e tamanho das microcápsulas

Testes	Potencial zeta (mV)	Tamanho médio (dnm)
Teste 7	-27 ±1,71	2284±848,73
Teste 10	-29±2,3	2210±260,66

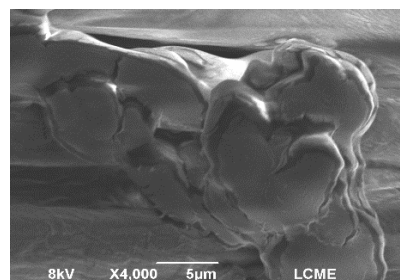
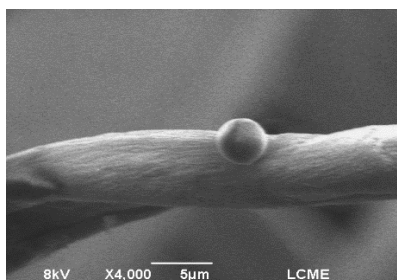
Fonte: Autoras, 2024.

Figura 2 – Microscopia eletrônica de varredura.

Teste 7



Teste 10



Fonte: Autoras, 2024.

A microencapsulação do óleo de *Aloe vera* utilizando gelatina e goma arábica demonstrou ser uma abordagem eficaz para a funcionalização de substratos têxteis. A coacervação complexa permitiu o desenvolvimento de microcápsulas com boas características morfológicas e estabilidade.

Referências

BENMOUSSA, D. et al. Development of thermo-regulating fabric using microcapsules of phase change material. **Molecular Crystals and Liquid Crystals**, v. 627, n. 1, p. 163–169, 3 mar. 2016.

CHANG, C.-P. et al. Release properties on gelatin-gum arabic microcapsules containing camphor oil with added polystyrene. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 50, n. 2, p. 136–140, jul. 2006.

MONDAL, MD. I. H.; SAHA, J.; RAHMAN, MD00. A. Functional Applications of Aloe vera on Textiles: A Review. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 29, n. 4, p. 993–1009, abr. 2021.

OGILVIE-BATTERSBY, J. D. et al. Microencapsulation and controlled release of insect repellent geraniol in gelatin/gum arabic microcapsules. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 640, p. 128494, maio 2022.

VALLE, J. A. B. et al. Reservoir Effect of Textile Substrates on the Delivery of Essential Oils Microencapsulated by Complex Coacervation. **Polymers**, v. 16, n. 5, p. 670, 29 fev. 2024.

4. Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal de Santa Catarina – Campus Blumenau pelo suporte institucional e pela disponibilização dos laboratórios e equipamentos necessários para a realização deste estudo, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica.