

TÊXTEIS BIOFUNCIONAIS PARA APLICAÇÃO DERMOCOSMÉTICA UTILIZANDO MICROCÁPSULAS DE CAPIM LIMÃO E ÁCIDO SALICÍLICO

Emilly Karoline Tonini Silva Volante; Maria Eduarda Paschoalino Peres Zurita; Fabricio Maestá Bezerra;

Universidade Tecnológica Federal Do Paraná; 86812-460, Apucarana, Paraná;
emilly.karoline.tonini@gmail.com;

Resumo

Os acabamentos têxteis têm sido amplamente utilizados ao longo do tempo para conferir novas características funcionais aos tecidos. Uma das abordagens mais empregadas consiste na utilização de microcápsulas, que oferecem proteção aos ativos encapsulados contra potenciais adversidades. No setor têxtil, elas são utilizadas para o desenvolvimento de têxteis biofuncionais, que atuam como veículos de transporte para os ativos encapsulados, permitindo seu contato com a pele e desempenhando novas funções, como efeitos cosméticos ou medicinais. Neste projeto, esses têxteis biofuncionais foram utilizados para a produção de novos produtos classificados como dermocosméticos, desenvolvendo um acabamento utilizando microcápsulas de óleo essencial de capim limão e ácido salicílico, que foram produzidas via polimerização in situ. Essas microcápsulas foram caracterizadas utilizando as técnicas de microscopia eletrônica de varredura (MEV), estimativa do diâmetro por espalhamento dinâmico de luz (DLS) que constatou um diâmetro médio de $1,9 \mu\text{m}$, porcentual de carregamento do óleo na microcápsula, que verificou a presença de $67,90 \pm 1,41 \%$ de óleo de capim limão no núcleo da microcápsula, análise termogravimétrica (TGA) e a detecção de formaldeído livre, que confirmou que este trabalho conseguiu atender ao padrão liberado pela ANVISA. Essas microcápsulas foram aplicadas em um tecido plano, 100 % algodão, pela técnica *pad-dry* e a funcionalização foi avaliada por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) que confirmou a presença das microcápsulas nos tecidos. Portanto, com este trabalho, pôde-se avaliar que as microcápsulas obtidas via polimerização in situ podem ser utilizadas para aplicações dermocosméticas, e ainda, que podem ser utilizadas para a funcionalização de substratos têxteis, demonstrando que essa pode ser uma área promissora para o desenvolvimento de novas pesquisas.

Palavras-chave: Acabamento têxtil. Microcápsulas. Biofuncional.

Área Temática: Tecnologia

1. Introdução

Nas últimas décadas a indústria têxtil apresentou um crescimento no desenvolvimento de novas tecnologias, gerando uma propensão a criação de novos produtos com alto valor agregado e novas propriedades funcionais, como têxteis inteligentes, de proteção, médicos e principalmente, cosmetotêxteis. Nesse contexto, o setor de acabamento têxtil se destaca atendendo a essas demandas, uma vez que seus processos são direcionados à melhoria das propriedades físicas, químicas e funcionais dos tecidos. No entanto, os ativos utilizados nesses

acabamentos podem sofrer degradação podendo comprometer rapidamente a funcionalização do material.

Para mitigar esses problemas, a nanotecnologia surge como uma ferramenta eficaz, permitindo que os acabamentos sejam aplicados por meio de microcápsulas. Estas são partículas com dimensões entre 1 e 1000 μm , constituídas por um núcleo, que armazena o ativo responsável pelo acabamento, e por uma parede, que protege o núcleo contra adversidades como oxidação e evaporação, aumentando, assim, a durabilidade da funcionalização (DUBEY; SHAMI; RAO, 2009). Dessa forma, as microcápsulas são amplamente utilizadas no desenvolvimento de têxteis biofuncionais, que atuam como veículos para a liberação de substâncias cosméticas ou farmacêuticas, permitindo que estas desempenhem uma função biológica ao entrarem em contato com a pele humana (ALONSO et al., 2016).

Têxteis biofuncionais podem ser empregados em produtos dermocosméticos, estes que apresentam em suas formulações os óleos essenciais, como o óleo de capim-limão, reconhecido por suas propriedades fungicidas, antiprotozoárias, antimicrobianas e antioxidantes (GANJEWALA, 2009). Outro ativo amplamente utilizado é o ácido salicílico, suas propriedades queratolíticas, anti-inflamatórias e antimicrobianas, são eficazes no tratamento de acnes, oleosidade excessiva, infecções e psoríase (CUÉLLAR et al., 2008). Nesse sentido, este estudo teve como objetivo desenvolver um acabamento utilizando microcápsulas de óleo essencial de capim-limão e ácido salicílico, aplicadas a um material têxtil via foulardagem, para a biofuncionalização do tecido e empregá-lo como um dermocosmético.

2. Metodologia

A metodologia foi realizada em 2 principais etapas: obtenção das microcápsulas de capim limão e ácido salicílico por polimerização in situ e aplicação em substrato têxtil.

2.1 Síntese das microcápsulas

Foram preparadas três soluções com diferentes reagentes para a utilização durante o procedimento. A primeira solução foi preparada utilizando 3,62 g de melamina, 7 mL de formaldeído e 10 mL de água, sendo colocada em agitação, a 100 °C, durante 50 minutos, pH 8-9. A segunda solução foi utilizando 20 mL de óleo essencial de capim limão, 1 g de monoleato e 1 g de Goma Arábica e 40 mL de água, sob agitação, 15 min, pH 8-9. Em seguida, foi adicionado 1 g de ácido salicílico, mantendo sob agitação por 15 min. Já a terceira solução foi preparada dissolvendo 0,7 g de cloreto de amônio e 0,36 g de resorcinol em 20 mL de água, sob

agitação de 150 rpm por 15 min. Após a preparação de todas as soluções, a primeira e a segunda foram misturadas mantidas por 15 min sob agitação, a 50 °C. Ao final do processo, o pH foi neutralizado as microcápsulas foram lavadas e secas em estufa

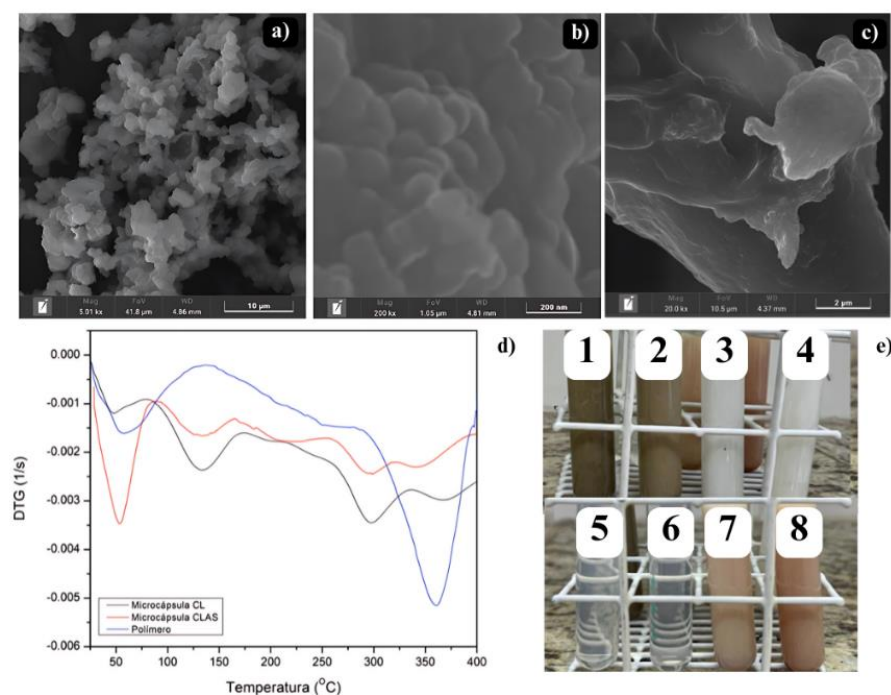
2.2 Aplicação das microcápsulas em substrato têxtil

A aplicação das microcápsulas sobre os tecidos foi realizada por foulard (pad-dry), 60% (pick-up), em que depois de impregnado em 50 mL de água, 40 g L⁻¹ de microcápsulas, 100 g L⁻¹ do Golden EASY-ARE LEAM, 30 g L⁻¹ do Goldsoft CLN e 12 g L⁻¹ de cloreto de magnésio hexahidratado.

3. Resultados e conclusão

A morfologia das microcápsulas, sua formação e a presença no tecido, foi concretizada via MEV, apresentado na Figura 1. Analisando a Figura 1 (a) e (b) é possível observar a formação das microcápsulas em ambas situações, e que algumas microcápsulas apresentam morfologias esféricas, mas que a maioria apresenta uma morfologia irregular. Na Figura 1 (c), comprova-se a adesão das microcápsulas ao tecido, já é possível notar a presença da resina ligando as microcápsulas ao tecido, constatando o conceito de que o tamanho das microcápsulas facilita a absorção e penetração delas no substrato têxtil (BEZERRA et al., 2016).

Figura 1: Micrografia a) MCL; b) MCLS; c) Tecido funcionalizado; derivada da curva termogravimétrica d) das microcápsulas; e) dos tecidos; Resultado do teste de eficiência da lavagem do formol nas amostras f).



Fonte: Autores (2024)

Em relação a distribuição de tamanho, as microcápsulas de capim-limão (MCL), demonstraram que 64,39% está entre 1,82 – 2,32 μm . Já as microcápsulas de capim-limão e ácido salicílico (MCLSA), apresentam distribuição de 56,34 % das microcápsulas entre 1,68 – 2,14 μm . Para aplicação têxtil, quanto menor o tamanho da partícula, melhor é o resultado para uma boa dispersão no substrato têxtil e uma maior facilidade em penetrar entre as fibras, desta forma a polimerização in situ possibilitou a obtenção de microcápsulas com diâmetro médio menor, ideal para aplicação têxtil (LEIMANN et al., 2009). A média final de carregamento para MCL foi de $26,95 \pm 0,49\%$, e para MCLAS, foi de $67,90 \pm 1,41\%$. Esse valor é superior aos resultados obtidos por Antonioli et al. (2020), sugerindo que as MCLAS apresentaram maior eficiência de carregamento, possivelmente devido às propriedades do ácido salicílico, que pode ter reduzido a evaporação do óleo durante os processos de agitação e secagem.

Para a análise do comportamento térmico das microcápsulas e tecidos funcionalizados foi realizado o TGA. A derivada da curva termogravimétrica mostra quatro estágios de degradação definidos para a MCL, cinco estágio para MCLAS, e dois para o polímero, mostrados na Figura 1(d). Sendo que o primeiro estágio (MCL, MCLAS e polímero) indica a evaporação de água livre contida nos materiais de parede, dos ativos não encapsulados e de oligômeros de baixa massa molecular (MARTINS et al., 2021). O segundo estágio nas MCL (173,23 °C) e MCLAS (165,55 °C), e indica o início do rompimento das paredes das microcápsulas (HE et al., 2019), causando a liberação dos princípios ativos encapsulados, e o início da sua degradação. O terceiro estágio, apenas nas MCLAS (170,19 °C), indica a evaporação do ácido salicílico presente, pelo rompimento das paredes das microcápsulas (MA et al., 2023). O quarto estágio para o polímero (378,35 °C), MCL (334,91 °C) e MCLAS (318,87 °C), indica a continuação do rompimento das paredes das microcápsulas e da degradação das estruturas tridimensionais (HE et al., 2019). Em sequência, um último estágio nas MCL e MCLAS, indica o fim do rompimento das paredes e a liberação completa dos princípios ativos e sua evaporação total. Por fim, é observado a uma temperatura de 400 °C residual de material, relacionado com o polímero utilizado como material de parede (HUANG et al., 2017). Martins et al (2021) relatou que o óleo puro apresenta uma grande perda de massa até aproximadamente 250°C, e neste trabalho as MCL e MCLAS apresentaram a presença de ativos até 397°C e 395°C, respectivamente, demonstrando degradação mais lenta do óleo e a melhoria da sua estabilidade térmica.

Por se tratar de uma aplicação dermocosmética e considerando a utilização do formaldeído na preparação das microcápsulas, foi necessário avaliar a presença de formol livre

nas microcápsulas ou no tecido. A Figura 1 (e) mostra que as oito soluções testadas reagiram de maneiras distintas. A solução 1, contendo a quantidade máxima de formaldeído (32 mL L⁻¹), apresentou um precipitado acinzentado, confirmando a presença de formaldeído. A solução 2, com 0,2% de formaldeído, também indicou presença de formol. Em contraste, as soluções 3 e 4 (MCL e MCLSA), derivadas do processo de encapsulação (restante do banho), ficaram brancas, indicando ausência de formaldeído livre, confirmando a eficácia da lavagem com cloreto de amônio. As soluções 5 e 6, preparadas com tecidos funcionalizados, e as soluções 7 e 8, preparadas com microcápsulas (MCL e MCLSA respectivamente), também não apresentaram formaldeído. Portanto, tanto as microcápsulas quanto o tecido biofuncionalizado estão livres de formaldeído, atendendo aos padrões da ANVISA.

O estudo evidenciou o vasto potencial das microcápsulas na criação de novos acabamentos e têxteis biofuncionais, demonstrando como a encapsulação de ativos inovadores pode ser aplicada neste contexto. A pesquisa confirmou a viabilidade da técnica de polimerização in situ, a aplicação eficaz em têxteis, visando o uso em dermocosméticos. Além disso, a ausência de formaldeído livre, atesta a segurança do produto para uso na pele. Desta forma, este trabalho não só contribuiu para evolução no tratamento de condições dermatológicas, mas também avançou em áreas emergentes, pouco exploradas em conjunto, ao promover a encapsulação de novos ativos para o desenvolvimento de têxteis dermocosméticos inovadores.

4. Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Laboratório Multiusuário do Câmpus Apucarana da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelas análises realizadas.

5. Referências

ALONSO, C.; et al. Skin penetration and antioxidant effect of cosmetotextiles with gallic acid. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, v. 156, p. 50-55, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.01.014>.

ANTONIOLI, G.; et al. Poly (lactic acid) nanocapsules containing lemongrass essential oil for postharvest decay control: In vitro and in vivo evaluation against phytopathogenic fungi. *Food Chemistry*, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126997>.

BEZERRA, F. M.; et al. Controlled release of microencapsulated citronella essential oil on cotton and polyester matrices. *Cellulose*, Springer, v. 23, n. 2, p. 1459–1470, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10570-016-0882-5>.

CUÉLLAR, L.; et al. Ácido salicílico. *Acta Terapêutica Dermatológica*, v. 31, p. 108-112, 2008.

DUBEY, R.; SHAMI, T.C.; RAO, K.U.B. Microencapsulation technology and applications. *Defence Science Journal*, v. 59, n. 1, p. 82-95, 2009.

GANJEWALA, D. Cymbopogon essential oils: Chemical compositions and bioactivities. *International Journal of Essential Oil Therapeutics*, v. 3, p. 56-65, 2009.

HE, Y.; et al. Synthesis of melamine-formaldehyde microcapsules containing oil-based fragrances via intermediate polyacrylate bridging layers. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, v. 27, <https://doi.org/10.1016/j.cjche.2018.10.023>.

HUANG, R.; et al. Effects of oil-soluble etherified melamine-formaldehyde prepolymers on in situ microencapsulation and macroencapsulation of n-dodecanol. *New Journal of Chemistry*, v. 41, n. 17, p. 9424-9437, 2017. <https://doi.org/10.1039/C7NJ01528C>.

LEIMANN, F. V. et al. Antimicrobial activity of microencapsulated lemongrass essential oil and the effect of experimental parameters on microcapsules size and morphology. *Materials science and engineering: C*, v. 29, n. 2, p. 430-436, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2008.08.025>.

MA, J.; et al. Preparation of aromatic β -cyclodextrin nano/microcapsules and corresponding aromatic textiles: A review. *Carbohydrate Polymers*, p. 120661, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.120661>.

MARTINS, W. D. A S. et al. Lemongrass (*Cymbopogon citratus* DC. Stapf) essential oil microparticles: Development, characterization, and antioxidant potential. *Food Chemistry*, v. 355, p. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129644>.

ONG, W. T. J.; NYAM, K. L. Evaluation of silver nanoparticles in cosmeceutical and potential biosafety complications. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 29, n.4, p. 2085-2094, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.01.035>.