



AVALIAÇÃO DE NANOEMULSÕES DE ESQUALANO E VITAMINA E ESTABILIZADAS POR PLURONIC F127 EM GÉIS DE ÁCIDO HIALURÔNICO

Evaluation of squalane and vitamin E nanoemulsions stabilized by Pluronic F127 in hyaluronic acid gels

Aniely Cristina de Souza, UTFPR, anielycristina@utfpr.edu.br¹
Pablo Henrique Faria Felicio, UTFPR, pablofelicio@alunos.utfpr.edu.br²
Rafael Block Samulewski, UTFPR, samulewski@utfpr.edu.br³
Rúbia Michele Suzuki, UTFPR, rubiamsuzuki@gmail.com⁴

RESUMO: Este estudo objetivou desenvolver e avaliar nanoemulsões de esqualano e vitamina E, estabilizadas por Pluronic F127, após incorporação em géis de ácido hialurônico (AH) em diferentes concentrações (0–5%). Foram determinados o diâmetro hidrodinâmico, índice de polidispersão (PDI), potencial Zeta, tensão superficial e morfologia (MEV). O aumento da concentração de AH reduziu o diâmetro hidrodinâmico e manteve baixo o PDI, indicando homogeneidade e estabilidade. As micrografias de MEV revelaram uma transição de superfícies homogêneas para estruturas porosas, sugerindo a formação de uma rede polimérica estável. Concluiu-se que o AH atua como agente estruturante, promovendo maior integridade e estabilidade ao sistema, o que confere potencial para aplicação em formulações dermocosméticas.

Palavras-chave: nanoemulsões; ácido hialurônico; dermocosméticos.

ABSTRACT: This study aimed to develop and evaluate squalane and vitamin E nanoemulsions stabilized by Pluronic F127, after incorporation into hyaluronic acid (HA) gels at different concentrations (0–5%). The hydrodynamic diameter, polydispersity index (PDI), zeta potential, surface tension, and morphology (SEM) were determined. Increasing the HA concentration reduced the hydrodynamic diameter and maintained a low PDI, indicating homogeneity and stability. SEM micrographs revealed a transition from homogeneous surfaces to porous structures, suggesting the formation of a stable polymeric network. It was concluded that HA acts as a structuring agent, promoting greater integrity and stability of the system, thus demonstrating potential for application in dermocosmetic formulations.

Keywords: nanoemulsions; hyaluronic acid; dermocosmetics.

1. INTRODUÇÃO

O avanço da ciência e da tecnologia tem impulsionado a indústria cosmética, permitindo o desenvolvimento de formulações mais eficazes e seguras. Nesse contexto,

¹Mestra em Engenharia Química (UTFPR-Apucarana)

²Mestrando em Engenharia Química (UTFPR-Apucarana)

³Doutor em Química dos Recursos Naturais (UEL)

⁴Doutora em Química (UEM)



a nanotecnologia destaca-se por viabilizar sistemas de liberação em escala nanométrica, como as nanoemulsões, que apresentam alta estabilidade, maior permeação cutânea e melhor biodisponibilidade de compostos lipofílicos, além de proporcionarem sensorial agradável (Bamisaye et al., 2023). A estabilidade físico-química dessas formulações depende do tensoativo utilizado. O Pluronic F127, copolímero termossensível PEO–PPO–PEO, atua como eficiente estabilizante, formando micelas e géis em função da temperatura, com boa biocompatibilidade e baixa toxicidade (LUPU et al., 2025).

Nas formulações tópicas, busca-se o uso de substâncias biocompatíveis e de origem natural. O esqualano destaca-se pelo efeito emoliente e hidratante (SHIMIZU et al., 2018), enquanto a vitamina E atua como antioxidante, prevenindo danos oxidativos à pele (MICHALAK et al., 2021). Para aprimorar propriedades reológicas e sensoriais, as nanoemulsões podem ser incorporadas em géis de ácido hialurônico, polímero com alta capacidade de retenção de água e excelente compatibilidade cutânea (AL-SIBANI; AL-HARRASI; NEUBERT, 2017). Assim, este trabalho teve como objetivo desenvolver nanoemulsões contendo esqualano e vitamina E, estabilizadas por Pluronic F127, e avaliar sua estabilidade após incorporação em diferentes concentrações de ácido hialurônico, visando aplicações dermocosméticas.

2. METODOLOGIA

As nanoemulsões foram preparadas segundo Kabanov, Batrakova e Alakhov (2002), com modificações. Vitamina E (1%) e esqualano (1%) foram dissolvidos separadamente em etanol e sonificados até completa solubilização. Pluronic F127 foi solubilizado em etanol sob ultrassonicação, seguido de evaporação do solvente em rotaevaporador para formação do filme polimérico. Após a remoção total do etanol, os óleos foram adicionados ao filme de Pluronic F127 e sonificados por 20 min, obtendo-se as nanoemulsões. Estas foram incorporadas a diferentes concentrações de ácido hialurônico (0–5%) sob homogeneização manual até formação de géis.

A caracterização físico-química incluiu determinação do diâmetro hidrodinâmico, índice de polidispersão (PDI) e potencial Zeta por espalhamento dinâmico de luz (Litesizer 500, Anton Paar; 25 ± 1 °C, diluição 1:20) e tensão superficial pelo método do anel (KRUSS-K6), expressa em mN m^{-1} (triplicata). A morfologia foi avaliada por



microscopia eletrônica de varredura (Tescan Vega LMU), após liofilização e metalização com ouro (99,99%) por 40 s (30A).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

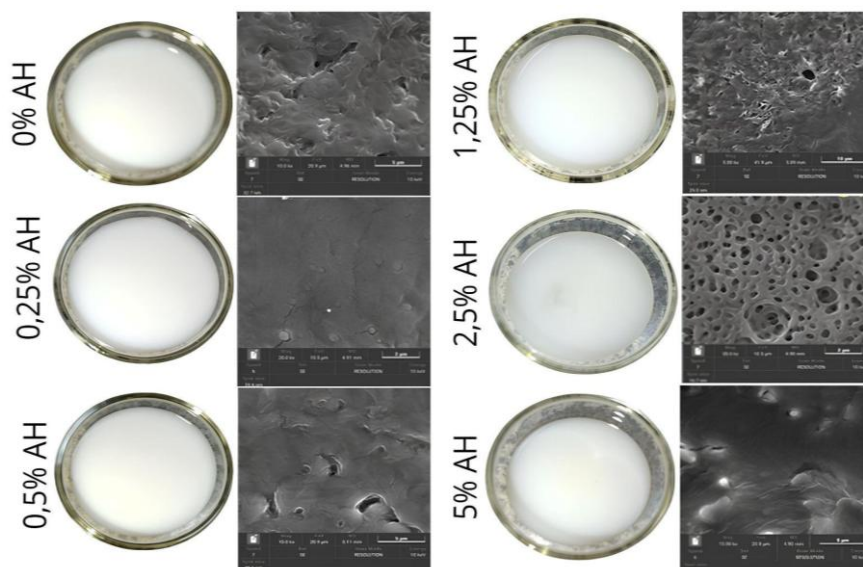
A presença de AH influenciou significativamente as propriedades físico-químicas das nanoemulsões. A adição do polímero reduziu expressivamente o diâmetro hidrodinâmico de $152,69 \pm 4,68$ nm na amostra sem AH, para valores significativamente menores, atingindo $16,97 \pm 4,71$ nm na amostra contendo 0,5% de AH, indicando efeito estabilizante e formação de rede polimérica que favorecem maior compactação das estruturas e aumento da viscosidade. O PDI manteve-se baixo (entre $0,16 \pm 0,04$ e $0,29 \pm 0,02$) em todas as formulações, confirmando boa homogeneidade, enquanto o potencial Zeta permaneceu negativo, variando entre $-5,0 \pm 0,6$ mV e $-15,5 \pm 0,2$ mV, reforçando a estabilidade eletrostática. A tensão superficial variou entre $49,8 \pm 0,3$ e $54,7 \pm 0,8$ mN m^{-1} , apresentando diferença significativa para a amostra de 5% de AH, com o valor máximo, indicando uma possível redução na concentração efetiva de Pluronic F127 na interface (Domenech et al., 2020). Nas demais, o polímero não interferiu na ação tensoativa do Pluronic F127. Esses resultados corroboram os achados de JUNG et al. (2017), que observaram interação entre o AH e o F127 promovendo empacotamento micelar e aumento da estabilidade estrutural. Assim, concentrações intermediárias de AH favoreceram a formação de nanoestruturas mais compactas, estáveis e organizadas.

As micrografias obtidas por MEV mostraram que o aumento da concentração de AH alterou a morfologia das nanoemulsões, conforme representado na Figura 1.

Os resultados observados estão em consonância com os achados reportados por HSU et al. (2009), que também verificaram que a adição de AH a sistemas à base de Pluronic 127 promove modificações estruturais evidentes. Segundo os autores, o AH atua como agente estruturante, intensificando as interações entre cadeias poliméricas e favorecendo a formação de uma rede tridimensional com poros interconectados.



Figura 1 - Aspecto visual e micrografias das amostras em diferentes concentrações de AH.



Fonte: Autoria própria (2025).

Essa reorganização é atribuída à capacidade do AH de formar ligações de hidrogênio com os blocos hidrofílicos do F127, alterando a densidade e a topologia da matriz. Assim, a transição observada em nossas amostras, de superfícies homogêneas para progressivamente porosas com o aumento da concentração de AH, sugere formação gradual de uma rede polimérica, responsável por conferir maior integridade estrutural ao sistema.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O AH exerceu influência marcante nas propriedades físico-químicas e morfológicas das nanoemulsões de Pluronic F127, promovendo redução do tamanho das partículas e formação de estruturas porosas. Tais características indicam que o AH atua como agente estruturante, aumentando a estabilidade e integridade do sistema, com potencial aplicação em formulações dermocosméticas. Sugere-se que estudos futuros avaliem a liberação e penetração cutânea dos ativos e a estabilidade reológica ao longo do tempo.



AGRADECIMENTOS

À CAPES, ao Laboratório Multiusuário de Apoio à Pesquisa (LAMAP) do campus de Apucarana e ao Laboratório Multiusuário de Apoio à Pesquisa (LABMULTI) do campus de Londrina.

REFERÊNCIAS

AL-SIBANI, M.; AL-HARRASI, A.; NEUBERT, R. H. H. Effect of hyaluronic acid initial concentration on cross-linking efficiency of hyaluronic acid-based hydrogels used in biomedical and cosmetic applications. **Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 72, n. 2, p. 81-86, 2017.

BAMISAYE, A., et al. Recent advances in nanoemulsion for sustainable development of farm-to-fork systems. **Journal of Cleaner Production**, p. 139226, 2023.

DOMENECH, M. et al. Effect of Hyaluronic Acid and Pluronic-F68 on the Surface Properties of Foam as a Delivery System for Polidocanol in Sclerotherapy. **Pharmaceuticals**, 13(11), 380, 2020.

HSU, Shu-Hui et al. Physicochemical characterization and drug release of thermosensitive hydrogels composed of a hyaluronic acid/pluronic f127 graft. **Chemical and Pharmaceutical Bulletin**, v. 57, n. 5, p. 453-458, 2009.

JUNG, Young-seok et al. Thermo-sensitive injectable hydrogel based on the physical mixing of hyaluronic acid and Pluronic F-127 for sustained NSAID delivery. **Carbohydrate polymers**, v. 156, p. 403-408, 2017.

KABANOV, Alexander V.; BATRAKOVA, Elena V.; ALAKHOV, Valery Yu. Pluronic® block copolymers as novel polymer therapeutics for drug and gene delivery. **Journal of controlled release**, v. 82, n. 2-3, p. 189-212, 2002.

LUPU, Alexandra et al. Géis à base de F127 plurônicos sensíveis à temperatura incorporando agentes terapêuticos naturais. **Materiais e Engenharia Macromolecular**, v. 310, n. 4, p. 2400341, 2025.

MICHALAK, M., et al. Bioactive compounds for skin health: A review. **Nutrients**, v. 13, n. 1, p. 203, 2021.

SHIMIZU, N., et al. Oxidation of squalene by singlet oxygen and free radicals results in different compositions of squalene monohydroperoxide isomers. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 9116, 2018.