

DESENVOLVIMENTO DE MICROEMULSÃO TÓPICA ANTICELULITE COM EXTRATOS VEGETAIS

DEVELOPMENT OF A TOPICAL ANTICELLULITE MICROEMULSION WITH PLANT EXTRACTS

DESARROLLO DE UNA MICROEMULSIÓN ANTICELULÍTICA TÓPICA CON EXTRACTOS VEGETALES

Thommas Jan Gerônimo Bruneri de Medeiros¹
Valmir Gomes de Souza²

RESUMO: A celulite, também denominada fibroedema gelóide, constitui uma alteração estética multifatorial caracterizada por modificações na microcirculação, acúmulo de líquidos no tecido intersticial, alterações na matriz extracelular e desorganização do tecido conjuntivo subcutâneo. Nesse contexto, o desenvolvimento de formulações tópicas capazes de favorecer a permeação cutânea de ativos vegetais representa uma estratégia promissora para a área cosmética e farmacêutica. O presente estudo teve como objetivo desenvolver uma metodologia inicial para formulação de uma microemulsão tópica anticelulite com potencial incorporação futura de extratos vegetais, com ênfase em *Centella asiatica*, Cavalinha e Hera. Trata-se de uma pesquisa experimental, metodológica e aplicada, desenvolvida por meio de levantamento bibliográfico, planejamento experimental, preparação de misturas entre fase oleosa e sistemas tensoativo/cotensoativo, homogeneização, titulação com água purificada e avaliação visual e microscópica das formulações obtidas. Foram preparadas diferentes misturas utilizando Amida 90 como tensoativo e Propilenoglicol como cotensoativo, organizadas em três razões distintas, denominadas A, B e C. As misturas foram combinadas à fase oleosa, homogeneizadas em agitador magnético e aparelho tipo vórtex, sendo posteriormente submetidas à titulação aquosa. Os resultados preliminares demonstraram que as amostras B1 e C2 apresentaram melhor homogeneidade visual, sendo selecionadas como sistemas promissores para a continuidade da construção do diagrama de fase pseudoternário. A análise microscópica permitiu observar diferenças estruturais entre as amostras A, B e C, indicando influência direta das proporções dos componentes na formação de sistemas homogêneos. Conclui-se que o protocolo experimental estabelecido possibilitou o desenvolvimento inicial de sistemas com potencial para formação de microemulsões tópicas, representando uma etapa relevante para futura incorporação dos extratos vegetais, caracterização físico-química e testes de estabilidade.

Palavras-chave: Microemulsão. Celulite. Extratos vegetais. Cosméticos. Permeação cutânea. Formulação tópica.

¹ Discente do curso de Bacharelado em Farmácia no Centro Universitário de Patos- UNIFIP.

² Professor, orientador. Doutorado em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica de Medicamentos pela Universidade Federal da Paraíba. Docente no Centro Universitário de Patos- UNIFIP.

ABSTRACT: Cellulite, also known as gynoid lipodystrophy, is a multifactorial aesthetic alteration characterized by changes in microcirculation, fluid accumulation in the interstitial tissue, extracellular matrix alterations, and disorganization of the subcutaneous connective tissue. In this context, the development of topical formulations capable of enhancing skin permeation of plant-derived active compounds represents a promising strategy in the cosmetic and pharmaceutical fields. This study aimed to develop an initial methodology for the formulation of a topical anticellulite microemulsion with potential future incorporation of plant extracts, especially *Centella asiatica*, horsetail, and ivy. This is an experimental, methodological, and applied study conducted through bibliographic research, experimental planning, preparation of mixtures between the oily phase and surfactant/cosurfactant systems, homogenization, titration with purified water, and visual and microscopic analysis of the obtained formulations. Different mixtures were prepared using Amide 90 as surfactant and propylene glycol as cosurfactant, organized into three different ratios named A, B, and C. The mixtures were combined with the oily phase, homogenized using a magnetic stirrer and vortex device, and subsequently submitted to aqueous titration. Preliminary results showed that samples B₁ and C₂ presented better visual homogeneity and were selected as promising systems for continuing the construction of the pseudoternary phase diagram. Microscopic analysis allowed the observation of structural differences among samples A, B, and C, indicating the direct influence of component proportions on the formation of homogeneous systems. It is concluded that the established experimental protocol enabled the initial development of systems with potential for topical microemulsion formation, representing an important step for future incorporation of plant extracts, physicochemical characterization, and stability testing.

Keywords: Microemulsion. Cellulite. Plant extracts. Cosmetics. Skin permeation; Topical formulation.

RESUMEN: La celulitis, también denominada fibroedema gelóide, constituye una alteración estética multifactorial caracterizada por modificaciones en la microcirculación, acumulación de líquidos en el tejido intersticial, alteraciones de la matriz extracelular y desorganización del tejido conjuntivo subcutáneo. En este contexto, el desarrollo de formulaciones tópicas capaces de favorecer la permeación cutánea de activos vegetales representa una estrategia prometedora para el área cosmética y farmacéutica. El presente estudio tuvo como objetivo desarrollar una metodología inicial para la formulación de una microemulsión tópica anticelulítica con potencial incorporación futura de extractos vegetales, con énfasis en *Centella asiatica*, cola de caballo y hiedra. Se trata de una investigación experimental, metodológica y aplicada, desarrollada mediante revisión bibliográfica, planificación experimental, preparación de mezclas entre fase oleosa y sistemas tensioactivo/cotensioactivo, homogeneización, titulación con agua purificada y análisis visual y microscópico de las formulaciones obtenidas. Se prepararon diferentes mezclas utilizando Amida 90 como tensioactivo y propilenglicol como cotensioactivo, organizadas en tres proporciones distintas, denominadas A, B y C. Las mezclas fueron combinadas con la fase oleosa, homogeneizadas en agitador magnético y equipo tipo vórtex, y posteriormente sometidas a titulación acuosa. Los resultados preliminares demostraron que las muestras B₁ y C₂ presentaron mejor homogeneidad visual, siendo seleccionadas como sistemas prometedores para continuar la construcción del diagrama de fases pseudoternario. El análisis microscópico permitió observar diferencias estructurales entre las muestras A, B y C, indicando influencia directa de las proporciones de los componentes en la formación de sistemas homogéneos. Se concluye que el protocolo experimental establecido permitió el desarrollo inicial de sistemas con potencial para formar microemulsiones tópicas, representando una etapa relevante para la futura incorporación de extractos vegetales, caracterización fisicoquímica y pruebas de estabilidad.

Palabras clave: Microemulsión. Celulitis. Extractos vegetales. Cosméticos. Permeación cutânea. Formulación tópica.

INTRODUÇÃO

O mercado de cosméticos e produtos dermatológicos tem apresentado crescimento expressivo nas últimas décadas, impulsionado pela busca por formulações inovadoras, seguras e eficazes para o cuidado corporal, bem-estar e melhora da aparência da pele. Nesse cenário, as formulações tópicas destinadas ao tratamento de alterações estéticas, como a celulite, assumem destaque por envolverem tanto aspectos cosméticos quanto funcionais, exigindo o desenvolvimento de sistemas capazes de veicular ativos com adequada estabilidade, aceitabilidade sensorial e capacidade de permeação cutânea (Souto et al., 2022; Ait-Touchente et al., 2023).

A celulite, também conhecida como fibroedema gelóide, caracteriza-se por alterações no tecido subcutâneo que resultam no aspecto irregular da pele, popularmente descrito como “casca de laranja”. Sua fisiopatologia envolve fatores vasculares, linfáticos, hormonais, inflamatórios e estruturais, incluindo redução da microcirculação, acúmulo de líquidos no espaço intersticial, alterações na matriz extracelular, comprometimento da drenagem linfática e protrusão de adipócitos em direção à superfície cutânea. Por se tratar de uma condição multifatorial, as estratégias terapêuticas e cosméticas direcionadas à celulite devem considerar diferentes mecanismos de ação, abrangendo melhora da circulação local, redução do edema, estímulo à síntese de colágeno e reorganização do tecido conjuntivo (Amer et al., 2020; Handayani et al., 2025).

Nesse contexto, os extratos vegetais têm despertado crescente interesse na cosmetologia, especialmente por apresentarem compostos bioativos com propriedades farmacológicas relevantes. Entre os ativos de interesse, destacam-se a *Centella asiatica*, a Cavalinha e a Hera. A *Centella asiatica* possui triterpenos, como asiaticosídeo, ácido asiático e ácido madecássico, associados ao estímulo da microcirculação, à síntese de colágeno e à melhora da matriz extracelular. Handayani et al. (2025) destacam o potencial da *Centella asiatica* na saúde da pele e em cosmecêuticos, ressaltando seus mecanismos biológicos, evidências clínicas e possibilidades de aplicação em sistemas avançados de administração.

A Cavalinha, por sua vez, apresenta composição rica em sílica orgânica e flavonoides, sendo associada à melhora da elasticidade, firmeza e integridade cutânea. A presença de silício contribui para processos relacionados à formação de colágeno e elastina, elementos

fundamentais para a sustentação da pele. Já a Hera apresenta saponinas, como hederacosídeo C e alfa-hederina, relacionadas à ação descongestionante, vasoprotetora e antiedematosa. Assim, a associação desses três ativos pode contribuir para uma abordagem sinérgica da celulite, atuando sobre microcirculação, drenagem linfática, edema e reorganização do tecido conjuntivo (Handayani *et al.*, 2025).

Apesar do potencial terapêutico e cosmético desses extratos, sua eficácia tópica depende diretamente da capacidade do veículo em favorecer sua solubilização, estabilidade e penetração cutânea. A barreira do estrato córneo limita a passagem de diversas substâncias, sobretudo moléculas com características físico-químicas desfavoráveis. Dessa forma, sistemas nanoestruturados e dispersos, como microemulsões e nanoemulsões, têm sido amplamente investigados como alternativas tecnológicas para melhorar a entrega de ativos pela pele. Souto *et al.* (2022) destacam que microemulsões e nanoemulsões podem aumentar a solubilidade de compostos ativos, melhorar a permeação cutânea e favorecer a retenção dos ingredientes na pele (Souto *et al.*, 2022; Szumala; Macierzanka, 2022).

As microemulsões são sistemas dispersos, isotrópicos e termodinamicamente estáveis, compostos geralmente por fase oleosa, fase aquosa, tensoativo e cotensoativo. Apresentam tamanho de gotícula reduzido, elevada estabilidade e capacidade de incorporar substâncias hidrofílicas e lipofílicas. Tais características tornam esse sistema promissor para o desenvolvimento de formulações tópicas cosméticas e farmacêuticas. De acordo com Ait-Touchente *et al.* (2023), as microemulsões apresentam versatilidade na administração cutânea de fármacos e ativos, embora sua formulação exija controle rigoroso da composição e avaliação do potencial irritante dos tensoativos utilizados.

A construção de diagramas de fase pseudoternários representa uma etapa fundamental no desenvolvimento de microemulsões, pois permite identificar as regiões de estabilidade e homogeneidade do sistema. Essa abordagem possibilita selecionar proporções adequadas de fase oleosa, fase aquosa e mistura tensoativo/cotensoativo, orientando a formulação de sistemas estáveis. Estudos recentes, como o de Magrode *et al.* (2024), demonstram a relevância do planejamento experimental e do uso de microemulsões e nanoemulsões para entrega tópica, reforçando a importância da etapa metodológica no desenvolvimento de formulações cutâneas.

Além disso, estudos envolvendo ativos naturais em sistemas microemulsionados têm demonstrado resultados promissores. Nguyen *et al.* (2024) desenvolveram hidrogéis tópicos baseados em microemulsões contendo óleo essencial de capim-limão e extrato de semente de

manga, evidenciando a aplicabilidade desses sistemas na veiculação de ingredientes vegetais. Niu *et al.* (2023) demonstraram que gel à base de microemulsão contendo curcumina apresentou melhora na permeação e retenção cutânea, reforçando o potencial desses sistemas para ativos de origem natural. Zainuddin *et al.* (2021) também observaram melhora na entrega tópica de curcumina por meio de microemulsões, destacando a relevância desse tipo de formulação para compostos vegetais com limitações de solubilidade.

No campo da celulite, Amer *et al.* (2020) avaliaram produtos herbais anticelulite encapsulados em sistemas poliméricos, demonstrando que a associação entre ativos vegetais e tecnologias de liberação pode ampliar as possibilidades terapêuticas e cosméticas. Embora o estudo utilize microneedles e não microemulsões, sua contribuição é relevante por evidenciar o interesse científico em estratégias avançadas para veiculação de produtos herbais com finalidade anticelulite. De modo complementar, Li *et al.* (2020) investigaram nanoemulsões contendo asiaticosídeo, composto bioativo presente na *Centella asiatica*, observando potencial para administração transdérmica e reforçando a aplicabilidade desse ativo em sistemas de entrega cutânea.

Entretanto, a formulação de microemulsões não depende apenas da escolha dos ativos, mas também da adequada seleção dos excipientes e proporções entre seus componentes. A relação entre tensoativo e cotensoativo influencia diretamente a estabilidade, transparência, viscosidade, tamanho de gotícula e capacidade de incorporação de água. Dessa forma, o planejamento experimental torna-se indispensável para definir composições com maior potencial de estabilidade e menor risco de separação de fases. Leanpolchareanchai e Teeranachaideekul (2023) ressaltam que microemulsões tópicas contendo substâncias herbais devem ser avaliadas quanto à estabilidade, atividade biológica e potencial irritante, especialmente devido à presença de tensoativos em concentrações relevantes.

Diante desse cenário, o presente estudo justifica-se pela necessidade de desenvolver formulações cosméticas inovadoras, baseadas em ativos vegetais e sistemas tecnológicos capazes de melhorar a entrega cutânea. A proposta de uma microemulsão tópica anticelulite contendo *Centella asiatica*, Cavalinha e Hera buscam integrar o potencial farmacológico dos extratos vegetais às vantagens tecnológicas das microemulsões. Assim, o trabalho contribui para o desenvolvimento metodológico de uma formulação com possível aplicação cosmética, valorizando insumos naturais e estratégias modernas de veiculação tópica (Handayani *et al.*, 2025; Souto *et al.*, 2022; Ait-Touchente *et al.*, 2023).

Dessa forma, este estudo teve como objetivo desenvolver uma metodologia para formulação de uma microemulsão tópica anticelulite contendo extratos vegetais, por meio da construção inicial de diagramas de fase pseudoternários, identificação de proporções homogêneas entre os componentes e avaliação visual e microscópica das amostras obtidas, considerando a relevância das microemulsões como sistemas promissores para administração cutânea de ativos naturais.

MÉTODO

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa experimental, metodológica e aplicada, voltada ao desenvolvimento inicial de uma microemulsão tópica anticelulite contendo extratos vegetais. A pesquisa foi conduzida por meio de levantamento bibliográfico, planejamento experimental, preparação de misturas tensoativo/cotensoativo, associação com fase oleosa, homogeneização, titulação com água purificada, análise visual, análise microscópica e início da construção do diagrama de fase pseudoternário (Souto *et al.*, 2022; Ait-Touchente *et al.*, 2023).

Inicialmente, realizou-se levantamento bibliográfico sobre microemulsões, nanoemulsões, permeação cutânea, ativos vegetais e formulações tópicas, considerando estudos publicados entre 2020 e 2025. Essa etapa fundamentou a escolha da microemulsão como sistema de veiculação e dos extratos vegetais *Centella asiatica*, Cavalinha e Hera, selecionados por suas propriedades relacionadas à melhora da microcirculação, ação antiedematosa, estímulo à síntese de colágeno e reorganização do tecido conjuntivo (Handayani *et al.*, 2025; Amer *et al.*, 2020).

Na etapa experimental, foram preparadas três razões distintas de tensoativo/cotensoativo, denominadas A, B e C, utilizando Amida 90 como tensoativo e Propilenoglicol como cotensoativo. As misturas foram homogeneizadas em agitador magnético com chapa aquecedora, com o objetivo de favorecer a solubilização dos componentes e a obtenção de sistemas visualmente uniformes. Em seguida, essas misturas foram associadas à fase oleosa em diferentes proporções e submetidas à homogeneização em aparelho tipo vórtex, sendo avaliadas quanto à transparência, homogeneidade, turbidez ou separação de fases.

As amostras que apresentaram melhor aspecto visual foram selecionadas para titulação com água purificada. A água foi adicionada gradualmente às formulações, seguida de agitação e observação da manutenção da homogeneidade. Esse procedimento permitiu identificar composições com potencial para formação de sistemas microemulsionados e iniciar a construção

do diagrama de fase pseudoternário, considerando três componentes principais: fase oleosa, fase aquosa e mistura tensoativo/cotensoativo.

Além da avaliação visual, realizou-se análise microscópica das amostras A, B e C em microscópio óptico com objetiva de 10x. Essa análise permitiu observar diferenças estruturais entre as formulações, como presença de gotículas, regiões de opacidade, estruturas dispersas e grau de uniformidade. As observações foram documentadas fotograficamente e utilizadas para comparação entre as diferentes composições.

Nesta fase do projeto, a incorporação dos extratos vegetais ainda não foi realizada. Também não foram executadas as análises físico-químicas completas, como pH, viscosidade, condutividade, espalhabilidade e testes de estabilidade acelerada. Essas etapas estão previstas para a continuidade do estudo, após a ampliação do diagrama de fase e a seleção das formulações mais estáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesta etapa do estudo demonstram o desenvolvimento inicial de uma metodologia para formulação de microemulsão tópica anticelulite com extratos vegetais, tendo como base o planejamento experimental, a preparação das misturas tensoativo/cotensoativo, a associação com fase oleosa, a titulação com água purificada e a avaliação visual e microscópica das amostras. A execução dessas etapas permitiu estabelecer um protocolo experimental preliminar e identificar composições com maior potencial de homogeneidade, condição essencial para a formação de sistemas microemulsionados estáveis (Ait-Touchente *et al.*, 2023; Souto *et al.*, 2022).

Inicialmente, a pesquisa envolveu levantamento bibliográfico sobre microemulsões e extratos vegetais com possível efeito anticelulite, possibilitando a seleção dos ativos *Centella asiatica*, Cavalinha e Hera. A escolha desses extratos fundamenta-se em suas propriedades farmacológicas associadas à melhora da microcirculação, redução de edema, estímulo à síntese de colágeno e reorganização do tecido conjuntivo, aspectos diretamente relacionados à fisiopatologia da celulite. A literatura recente reforça o potencial da *Centella asiatica* em formulações cosmecêuticas voltadas à saúde da pele, especialmente por sua relação com mecanismos de reparo dérmico, atividade anti-inflamatória e melhora da matriz extracelular (Handayani *et al.*, 2025; Li *et al.*, 2020).

No planejamento experimental, foram definidas três razões de tensoativo/cotensoativo, denominadas A, B e C, utilizando Amida 90 como tensoativo e Propilenoglicol como cotensoativo. Essa etapa foi essencial para avaliar como diferentes proporções desses componentes poderiam influenciar a solubilização, transparência e homogeneidade das formulações. A literatura demonstra que a relação entre tensoativo e cotensoativo exerce papel determinante na formação de microemulsões, pois interfere diretamente na redução da tensão interfacial, na organização das gotículas e na estabilidade do sistema disperso (Magrode *et al.*, 2024; Leanpolchareanchai; Teeranachaideekul, 2023).

As misturas tensoativo/cotensoativo foram submetidas à homogeneização em agitador magnético com chapa aquecedora, procedimento que favoreceu a solubilização dos componentes e a obtenção de sistemas visualmente mais uniformes. Conforme observado nos registros do projeto, o aquecimento moderado, em torno de 40-45°C, contribuiu para facilitar a mistura da Amida 90 com o Propilenoglicol, resultando em aspecto translúcido em algumas preparações. Esse resultado é compatível com o comportamento esperado em sistemas microemulsionados, nos quais a adequada associação entre os excipientes é indispensável para a estabilidade e manutenção da homogeneidade (Ait-Touchente *et al.*, 2023; Souto *et al.*, 2022).

Após a preparação das misturas A, B e C, realizou-se a combinação da fase oleosa com os sistemas tensoativo/cotensoativo em diferentes proporções, seguida de homogeneização em aparelho tipo vórtex. Essa etapa teve como finalidade avaliar a compatibilidade entre a fase oleosa e as diferentes razões S/CoS, permitindo identificar quais combinações apresentavam maior transparência e menor tendência à separação de fases. Estudos recentes destacam que a fase oleosa influencia diretamente a estrutura interna das microemulsões, sendo necessário avaliar diferentes proporções para delimitar a região de formação de sistemas estáveis no diagrama pseudoternário (Magrode *et al.*, 2024; Szumala; Macierzanka, 2022).

A avaliação visual das amostras demonstrou variações importantes entre as séries A, B e C. Algumas formulações apresentaram turbidez ou separação de fases, indicando instabilidade ou baixa compatibilidade entre os componentes. Por outro lado, as amostras B₁ e C₂ apresentaram melhor aspecto visual, com maior homogeneidade e transparência, sendo selecionadas como sistemas promissores para as etapas seguintes. A identificação dessas composições representa um resultado relevante, pois a transparência ou translucidez é frequentemente utilizada como indicativo inicial da formação de sistemas microemulsionados (Souto *et al.*, 2022; Ait-Touchente *et al.*, 2023).

A seleção das amostras B₁ e C₂ também evidencia que pequenas alterações na proporção entre fase oleosa, tensoativo e cotensoativo podem modificar significativamente o comportamento do sistema. Esse achado reforça a importância do planejamento experimental e da construção de diagramas de fase pseudoternários, uma vez que esses instrumentos permitem mapear as regiões em que há formação de sistemas homogêneos. De acordo com Magrode *et al.* (2024), a etapa de delineamento experimental é fundamental para orientar o desenvolvimento racional de microemulsões e nanoemulsões tópicas, especialmente quando o objetivo é alcançar estabilidade e eficácia cutânea.

Após a identificação visual das amostras mais promissoras, realizou-se a titulação com água purificada nas formulações B₁ e C₂. A adição gradual de água permitiu verificar a capacidade desses sistemas de incorporar fase aquosa mantendo a homogeneidade. Esse procedimento é indispensável para a construção do diagrama de fase pseudoternário, pois permite identificar os limites de estabilidade do sistema antes da ocorrência de turvação ou separação de fases. A literatura aponta que a titulação aquosa é uma etapa clássica no desenvolvimento de microemulsões, pois auxilia na delimitação da região de microemulsão e na seleção das composições mais adequadas para estudos posteriores (Ait-Touchente *et al.*, 2023; Magrode *et al.*, 2024).

9

Com base nos resultados da titulação, foi iniciada a construção do diagrama de fase pseudoternário. Embora o diagrama ainda represente uma estimativa parcial, devido ao número limitado de amostras homogêneas identificadas, ele constitui uma ferramenta metodológica essencial para orientar a continuidade do projeto. A partir desse mapeamento inicial, será possível ampliar o número de formulações testadas, selecionar pontos mais adequados dentro da região de microemulsão e reduzir a probabilidade de instabilidade nas etapas futuras (Souto *et al.*, 2022; Magrode *et al.*, 2024).

A análise microscópica das amostras A, B e C permitiu observar diferenças estruturais relevantes entre os sistemas preparados. A amostra A apresentou superfície relativamente homogênea, porém com pequenas estruturas circulares dispersas, sugerindo possível formação de gotículas. A amostra B demonstrou maior heterogeneidade, com presença de estruturas granulares e regiões de maior opacidade, indicando distribuição menos uniforme dos componentes. Já a amostra C apresentou maior homogeneidade visual e microscópica, com superfície mais uniforme e menor presença de estruturas dispersas, reforçando seu potencial

para formação de sistemas mais estáveis (Ait-Touchente *et al.*, 2023; Leanpolchareanchai; Teeranachaideekul, 2023).

Esses achados microscópicos demonstram que a proporção dos componentes influencia diretamente a organização interna das formulações. Em sistemas microemulsionados, a distribuição adequada das fases e a ausência de grandes agregados são características desejáveis, pois indicam maior estabilidade e melhor capacidade de veiculação dos ativos. A observação de maior uniformidade na amostra C está de acordo com a avaliação visual realizada previamente, na qual as séries B e C apresentaram amostras com maior transparência, especialmente B₁ e C₂ (Souto *et al.*, 2022; Ait-Touchente *et al.*, 2023).

A identificação das amostras B₁ e C₂ como sistemas homogêneos representa uma meta atingida nesta fase do projeto. Esses resultados confirmam que o protocolo experimental utilizado foi capaz de gerar composições com características compatíveis com sistemas microemulsionados, ainda que em fase preliminar. Estudos envolvendo microemulsões tópicas demonstram que a obtenção de sistemas homogêneos é um passo indispensável antes da incorporação de ativos, avaliação físico-química e testes de estabilidade (Kuropakornpong *et al.*, 2022; Leanpolchareanchai; Teeranachaideekul, 2023).

Ao relacionar os resultados obtidos com a literatura recente, observa-se que sistemas microemulsionados têm sido utilizados com sucesso na veiculação tópica de ativos naturais. Niu *et al.* (2023) demonstraram que uma formulação em gel baseada em microemulsão favoreceu a permeação e retenção cutânea da curcumina, enquanto Zainuddin *et al.* (2021) observaram melhora na entrega tópica desse mesmo ativo por meio de microemulsões. Esses estudos reforçam a hipótese de que a microemulsão desenvolvida neste projeto poderá favorecer, em etapas futuras, a incorporação e a disponibilidade cutânea dos extratos de *Centella asiatica*, Cavalinha e Hera (Niu *et al.*, 2023; Zainuddin *et al.*, 2021).

A aplicabilidade de sistemas microemulsionados para ingredientes vegetais também é evidenciada por Nguyen *et al.* (2024), que desenvolveram hidrogéis tópicos baseados em microemulsões contendo óleo essencial de capim-limão e extrato de semente de manga. Esse estudo demonstra que microemulsões podem atuar como sistemas versáteis para a incorporação de compostos naturais em formulações tópicas. Dessa forma, os resultados obtidos no presente projeto estão alinhados com a tendência científica atual de associar ativos vegetais a tecnologias de liberação capazes de melhorar estabilidade e desempenho cutâneo (Nguyen *et al.*, 2024; Souto *et al.*, 2022).

No contexto específico da celulite, Amer *et al.* (2020) demonstraram que produtos herbais anticelulite associados a sistemas tecnológicos de liberação podem apresentar potencial farmacológico relevante. Embora o estudo utilize microneedles poliméricas e não microemulsões, ele reforça a importância da associação entre ativos vegetais e sistemas avançados de veiculação para melhorar a aplicação cosmética e terapêutica desses compostos. Assim, a proposta de uma microemulsão tópica anticelulite com extratos vegetais mostra-se coerente com a literatura recente sobre tecnologias aplicadas à cosmetologia.

Outro aspecto relevante refere-se ao uso da *Centella asiatica* como ativo de interesse. Li *et al.* (2020) investigaram nanoemulsões contendo asiaticosídeo, um dos principais compostos bioativos da *Centella asiatica*, e observaram potencial para administração transdérmica. Esse achado sustenta a escolha desse extrato no presente projeto, uma vez que a microemulsão pode favorecer a solubilização e a permeação de compostos triterpênicos, contribuindo para sua ação em camadas cutâneas relacionadas à matriz extracelular e à microcirculação (Li *et al.*, 2020; Handayani *et al.*, 2025).

Apesar dos resultados promissores, algumas metas ainda não foram alcançadas nesta fase do estudo. A construção completa do diagrama de fase não foi finalizada, pois apenas duas composições homogêneas, B₁ e C₂, foram identificadas até o momento. Além disso, a incorporação efetiva dos extratos vegetais ainda não foi realizada, impossibilitando a avaliação da estabilidade da formulação final contendo os ativos. Essa limitação é importante, pois os extratos glicólicos podem alterar o equilíbrio da microemulsão devido à presença de água e álcool em sua composição, exigindo ajustes na fase aquosa e nova avaliação de estabilidade (Magrode *et al.*, 2024; Leanpolchareanchai; Teeranachaideekul, 2023).

Também não foram realizadas, nesta etapa, análises físico-químicas completas, como viscosidade, condutividade, espalhabilidade e pH. Essas avaliações serão fundamentais para caracterizar as microemulsões desenvolvidas e verificar sua adequação para aplicação tópica. A literatura recomenda que formulações microemulsionadas destinadas à pele sejam avaliadas não apenas quanto à homogeneidade visual, mas também quanto à estabilidade, comportamento reológico, segurança e potencial irritante, especialmente devido à presença de tensoativos e cotensoativos (Ait-Touchente *et al.*, 2023; Leanpolchareanchai; Teeranachaideekul, 2023).

A ausência de testes de estabilidade acelerada e de longo prazo também constitui uma limitação do estudo nesta fase inicial. Esses testes serão necessários para verificar se as formulações selecionadas mantêm suas características ao longo do tempo e sob diferentes

condições ambientais. A estabilidade é um critério essencial para o desenvolvimento de produtos cosméticos e farmacêuticos, pois está diretamente relacionada à segurança, eficácia e qualidade da formulação final (Souto *et al.*, 2022; Kuropakornpong *et al.*, 2022).

Ainda assim, os resultados preliminares indicam que o protocolo experimental foi estabelecido com sucesso e permitiu o desenvolvimento de competências técnicas em formulação farmacêutica. A preparação das misturas, o uso do agitador magnético, do aparelho tipo vórtex, a titulação com água purificada e a análise microscópica possibilitaram a compreensão prática da influência das proporções dos componentes sobre a formação de sistemas homogêneos. Esse processo contribui para a formação científica e técnica do estudante, além de fornecer base metodológica para a continuidade do projeto (Magrode *et al.*, 2024; Ait-Touchente *et al.*, 2023).

Os resultados também apresentam impacto positivo por estabelecerem as bases para o desenvolvimento de uma formulação cosmética inovadora com extratos vegetais. A valorização de ativos naturais, associada ao uso de sistemas tecnológicos de veiculação, está alinhada às tendências atuais da cosmetologia, que busca produtos com melhor perfil sensorial, maior eficácia e maior apelo sustentável. Nesse sentido, a microemulsão tópica anticelulite proposta pode representar uma alternativa promissora às formulações convencionais, desde que as próximas etapas confirmem sua estabilidade, segurança e desempenho (Handayani *et al.*, 2025; Souto *et al.*, 2022; Nguyen *et al.*, 2024).

12

Dessa forma, os achados obtidos até o momento permitem afirmar que a fase inicial do estudo atingiu seus objetivos metodológicos principais, especialmente no que se refere à elaboração do protocolo experimental, identificação de amostras homogêneas e início da construção do diagrama pseudoternário. As amostras B₁ e C₂ constituem os principais resultados desta etapa e deverão servir como base para novos ensaios, incluindo ampliação do diagrama, incorporação dos extratos vegetais, avaliação físico-química e testes de estabilidade. Assim, o estudo avança de forma coerente com a literatura científica atual sobre microemulsões tópicas e sistemas de veiculação de ativos naturais (Ait-Touchente *et al.*, 2023; Magrode *et al.*, 2024; Souto *et al.*, 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo atendeu ao objetivo de desenvolver uma metodologia inicial para a formulação de uma microemulsão tópica anticelulite contendo extratos vegetais, demonstrando

que a combinação entre planejamento experimental, preparação de misturas tensoativo/cotensoativo, associação com fase oleosa, titulação com água purificada e análise visual e microscópica permitiu identificar composições com potencial para formação de sistemas homogêneos. Os resultados evidenciaram que as amostras B1 e C2 apresentaram melhor comportamento visual e microscópico, sendo consideradas formulações promissoras para continuidade do desenvolvimento do sistema microemulsionado. Além disso, a seleção dos extratos de *Centella asiatica*, Cavalinha e Hera mostrou-se coerente com a proposta anticelulite, uma vez que esses ativos apresentam propriedades relacionadas à melhora da microcirculação, redução de edema, estímulo à síntese de colágeno e reorganização do tecido conjuntivo. Dessa forma, o estudo contribui para o desenvolvimento metodológico de uma formulação cosmética inovadora, valorizando o uso de ativos vegetais e de sistemas tecnológicos capazes de favorecer a veiculação cutânea de compostos naturais.

Apesar dos resultados preliminares positivos, algumas etapas ainda precisam ser concluídas para confirmar a viabilidade da formulação proposta. A construção do diagrama de fase pseudoternário ainda se encontra em fase parcial, devido ao número limitado de amostras homogêneas identificadas, sendo necessária a realização de novos ensaios para ampliar a região de microemulsão. Além disso, a incorporação efetiva dos extratos vegetais ainda não foi realizada, assim como as análises físico-químicas completas, incluindo pH, viscosidade, condutividade, espalhabilidade e testes de estabilidade acelerada. Portanto, recomenda-se que estudos futuros deem continuidade ao desenvolvimento da formulação, avaliando a estabilidade, segurança, compatibilidade dos extratos e desempenho tópico do sistema. Conclui-se que a microemulsão tópica anticelulite com extratos vegetais representa uma alternativa promissora para a cosmetologia, desde que as próximas etapas confirmem sua estabilidade, eficácia e segurança para uso cutâneo.

REFERÊNCIAS

AIT-TOUCHENTE, Z.; ZINE, N.; JAFFREZIC-RENAULT, N.; ERRACHID, A.; LEBAZ, N.; FESSI, H.; ELAISSARI, A. Exploring the Versatility of Microemulsions in Cutaneous Drug Delivery: Opportunities and Challenges. **Nanomaterials**, v. 13, n. 10, p. 1688, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/nano13101688>.

AMER, R. I.; EL-OSAILY, G. H.; BAKR, R. O.; EL DINE, R. S.; FAYEZ, A. M. Characterization and Pharmacological Evaluation of Anti-Cellulite Herbal Product(s) Encapsulated in 3D-Fabricated Polymeric Microneedles. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 6316, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63271-6>.

HANDAYANI, Retty; FEBRIYANTI, Raden Maya; MUHAIMIN, Muhaimin; CHEARUNISAA, Anis Yohana. Centella asiatica (L.) Urb. in skin health and cosmeceuticals: mechanisms, clinical evidence, and advanced delivery systems. **Pharmacia**, v. 72, p. 1-13, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3897/pharmacia.72.e167217>.

KUROPAKORNPONG, P.; ITHARAT, A.; OORAIKUL, B.; LOEBENBERG, R.; DAVIES, N. M. Development and optimization of Benjakul microemulsion formulations for enhancing topical anti-inflammatory effect and delivery. **Research in Pharmaceutical Sciences**, v. 17, n. 2, p. 111-122, 2022. DOI: <https://doi.org/10.4103/1735-5362.335170>.

LEANPOLCHAREANCHAI, J.; TEERANACHAIDEEKUL, V. Topical Microemulsions: Skin Irritation Potential and Anti-Inflammatory Effects of Herbal Substances. **Pharmaceuticals**, v. 16, n. 7, p. 999, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/ph16070999>.

LI, H.; PENG, Q.; GUO, Y.; WANG, X.; ZHANG, L. Preparation and in vitro and in vivo Study of Asiaticoside-Loaded Nanoemulsions and Nanoemulsions-Based Gels for Transdermal Delivery. **International Journal of Nanomedicine**, v. 15, p. 3123-3136, 2020. DOI: <https://doi.org/10.2147/IJN.S241923>.

MAGRODE, N.; POOMANEE, W.; KIATTISIN, K.; AMPASAVATE, C. Microemulsions and Nanoemulsions for Topical Delivery of Tripeptide-3: From Design of Experiment to Anti-Sebum Efficacy on Facial Skin. **Pharmaceutics**, v. 16, n. 4, p. 554, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16040554>.

NGUYEN, N. N. T.; NGUYEN, T. T. D.; VO, D. L.; THAN, D. T. M.; TIEN, G. P.; PHAM, D. T. Microemulsion-based topical hydrogels containing lemongrass leaf essential oil (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) and mango seed kernel extract (*Mangifera indica* Linn) for acne treatment: preparation and in-vitro evaluations. **PLoS One**, v. 19, n. 10, e0312841, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0312841>.

NIU, J.; YUAN, M.; GAO, P.; WANG, L.; QI, Y.; CHEN, J.; BAI, K.; FAN, Y.; LIU, X. Microemulsion-Based Keratin-Chitosan Gel for Improvement of Skin Permeation/Retention and Activity of Curcumin. **Gels**, v. 9, n. 7, p. 587, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/gels9070587>.

SOUTO, E. B.; CANO, A.; MARTINS-GOMES, C.; COUTINHO, T. E.; ZIELIŃSKA, A.; SILVA, A. M. Microemulsions and Nanoemulsions in Skin Drug Delivery. **Bioengineering**, v. 9, n. 4, p. 158, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/bioengineering9040158>.

SZUMAŁA, Patrycja; MACIERZANKA, Adam. Topical delivery of pharmaceutical and cosmetic macromolecules using microemulsion systems. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 615, p. 121488, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2022.121488>.

ZAINUDDIN, N.; AHMAD, I.; ZULFAKAR, M. H.; KARGARZADEH, H.; RAMLI, S. Cetyltrimethylammonium bromide-nanocrystalline cellulose (CTAB-NCC) based microemulsions for enhancement of topical delivery of curcumin. **Carbohydrate Polymers**, v. 254, p. 117401, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117401>.

ANEXOS

ANEXO A – Equipamentos utilizados no desenvolvimento da microemulsão

Foto 01 – Agitador magnético com chapa aquecedora



Foto 02 – Aparelho centrífuga



Foto 03 – Aparelho tipo Vórtex



16

ANEXO B – Processamento das amostras e controle do processo

Foto 04 – Processamento da mistura tensoativo/cotensoativo (S/CoS)

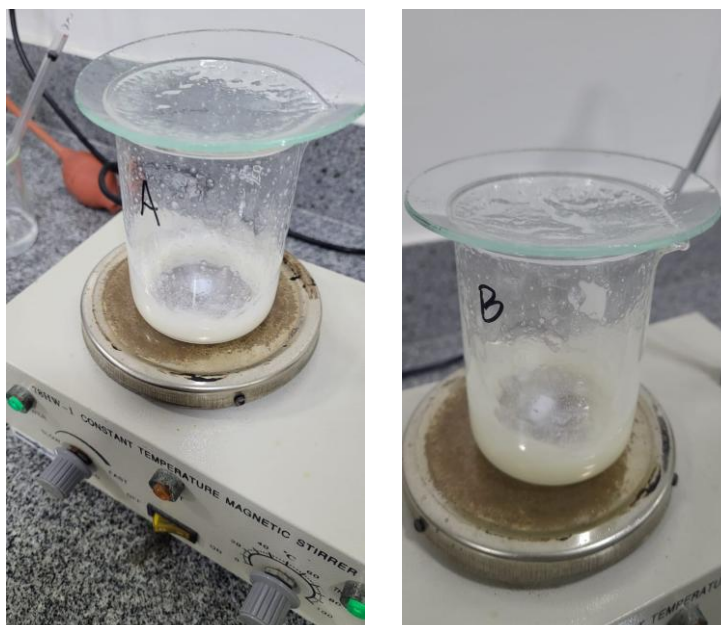
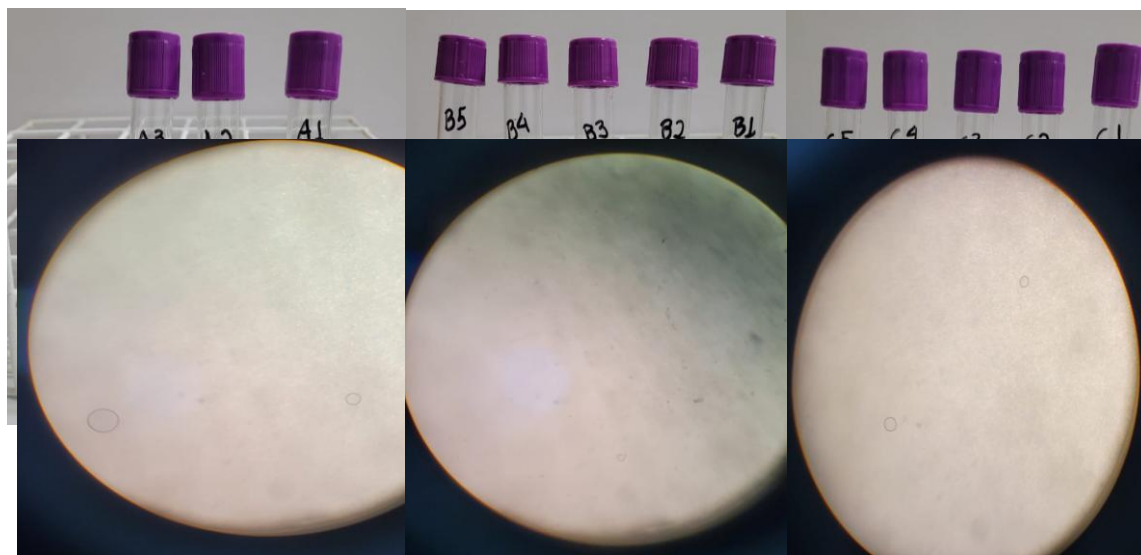


Foto 05 – Tubos com amostras das misturas fase oleosa/S:CoS



**Foto
06** –