RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O
Saber. ISSN: 2675-9128. São Paulo - SP.
**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 07/10/2026 | aceito: 14/10/2026 | publicação: 19/10/2026**

# Bálsamo dermorestaurador para pele sensibilizada por radioterapia

*Skin-restoring balm for radiotherapy-sensitized skin*

*Bálsamo dermorrestaurador para piel sensibilizada por radioterapia*

Caroline Mendes – Centro Universitário Campo Real, far-carolinemendes@camporeal.edu.br
Amanda Razera – Centro Universitário Campo Real, prof_amandarazera@camporeal.edu.br

**Resumo:**
A radiodermite é uma reação cutânea comum em pacientes submetidos à radioterapia, causando ressecamento, inflamação, descamação e comprometimento da barreira da pele. Diante disso, este estudo teve como objetivo desenvolver e caracterizar um bálsamo dermorestaurador para o cuidado da pele sensibilizada pela radioterapia. A formulação incluiu ingredientes com propriedades hidratantes, umectantes, emolientes, antioxidantes e calmantes. Para caracterizar a fórmula, foram realizados testes de pH, estabilidade preliminar, oclusividade e espalhabilidade. O bálsamo apresentou pH médio de 4,55 ± 0,03, dentro do intervalo esperado, e mostrou aumento gradual na área de espalhamento à medida que a massa aplicada crescia. Nos testes de oclusividade, houve menor perda de água no grupo tratado com o bálsamo em comparação aos controles, indicando potencial oclusivo nas condições experimentais. Na avaliação preliminar de estabilidade, notou-se leve mudança de cor, de branco-leitosa para bege-clara, após exposição a estresse térmico, mas sem separação de fases. Os resultados demonstram características preliminares promissoras e sugerem que a formulação tem potencial para ser investigada como opção dermocosmética complementar no cuidado da pele sensibilizada pela radioterapia. No entanto, são necessários mais estudos para avaliar sua estabilidade a longo prazo, segurança e eficácia clínica.

**Palavras-chave:**
Radiodermite. Radioterapia. Dermocosméticos. Barreira cutânea. Bálsamo dermorestaurador.

**Abstract:**
Radiodermatitis is a common skin reaction in patients undergoing radiotherapy, causing dryness, inflammation, scaling, and impairment of the skin barrier. Given this, the aim of this study was to develop and characterize a skin-restoring balm for the care of skin sensitized by radiotherapy. The formulation included ingredients with moisturizing, humectant, emollient, antioxidant, and soothing properties. To characterize the formula, tests for pH, preliminary stability, occlusivity, and spreadability were conducted. The balm exhibited a mean pH of 4.55 ± 0.03, within the expected range, and showed a gradual increase in spread area as the applied mass increased. In occlusivity tests, the group treated with the balm showed lower water loss compared to controls, indicating occlusive potential under the experimental conditions. Preliminary stability assessment revealed a slight color change, from milky white to light beige, following exposure to thermal stress, but no phase separation occurred. The results demonstrate promising preliminary characteristics and suggest that the formulation has potential for further investigation as a complementary dermocosmetic option for the care of skin sensitized by radiotherapy. However, further studies are required to evaluate its long-term stability, safety, and clinical efficacy.

**Keywords:**
Radiodermatitis. Radiotherapy. Dermocosmetics. Skin barrier. Skin-restoring balm.

**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 07/10/2026 | aceito: 14/10/2026 | publicação: 19/10/2026**

**Resumen:**
La radiodermatitis es una reacción cutánea frecuente en pacientes sometidos a radioterapia, que causa sequedad, inflamación, descamación y deterioro de la barrera cutánea. Este estudio tuvo como objetivo desarrollar y caracterizar un bálsamo dermorrestaurador para el cuidado de la piel sensibilizada por radioterapia. La formulación incluyó ingredientes con propiedades hidratantes, humectantes, emolientes, antioxidantes y calmantes. Para caracterizarla, se realizaron pruebas de pH, estabilidad preliminar, oclusividad y extensibilidad. El bálsamo presentó un pH medio de 4,55 ± 0,03, dentro del intervalo esperado, y un aumento gradual del área de extensión conforme aumentaba la masa aplicada. En las pruebas de oclusividad, el grupo tratado con el bálsamo perdió menos agua que los controles, lo que indica un potencial oclusivo en las condiciones experimentales. En la evaluación preliminar de estabilidad, se observó un ligero cambio de color, de blanco lechoso a beige claro, tras la exposición a estrés térmico, sin separación de fases. Los resultados muestran características preliminares prometedoras y sugieren potencial para investigar la formulación como opción dermocosmética complementaria para cuidar la piel sensibilizada por radioterapia. No obstante, se necesitan más estudios para evaluar su estabilidad a largo plazo, seguridad y eficacia clínica.

**Palabras clave:**
Radiodermatitis. Radioterapia. Dermocosméticos. Barrera cutánea. Bálsamo dermorrestaurador.

## 1. Introdução

A dermatite causada por radiação impacta de forma negativa tanto a qualidade de vida do paciente quanto a eficácia do tratamento (FUZISSAKI et al., 2019; BURKE; FAITHFULL; PROBST, 2022). A dermatite ou radiodermite é uma inflamação que ocorre na região submetida à radiação. Esse é um efeito colateral bastante comum no tratamento do câncer, podendo variar de uma leve vermelhidão até feridas e descamação da pele (BOLDERSTON et al., 2006; HINDSON et al., 2022). A manifestação clínica da radiodermite varia entre os pacientes, sendo que as reações agudas geralmente surgem entre duas e quatro semanas após o início do tratamento radioterápico (BOLDERSTON et al., 2006; CHAN et al., 2014).

A fisiopatologia da dermatite associada à radioterapia é complexa e envolve múltiplos fatores. Entre eles, estão elementos relacionados ao tratamento, como a dose de radiação administrada e o uso concomitante de terapias sistêmicas (SALVO et al., 2010; HINDSON et al., 2022). Além disso, características específicas do paciente, como tabagismo, idade, condições clínicas prévias, índice de massa corporal, área-alvo da radiação e histórico clínico, também influenciam significativamente a gravidade das reações dermatológicas (SZCZEPANIAK et al., 2022; CHAN et al., 2014).

A exposição da pele à radiação ionizante pode levar os queratinócitos epidérmicos a entrar em senescência celular, um fenômeno associado ao dano ao DNA e à perda da capacidade

de proliferação celular (MCCART et al., 2017; RÜBE et al., 2024). Aproximadamente 90 a 95% das células da epiderme são queratinócitos, que são cruciais para a formação, manutenção e função da barreira cutânea (WIKRAMANAYAKE; STOJADINOVIC; TOMIC-CANIC, 2014). Há também evidências recentes de que a radiação ionizante pode induzir alterações nos queratinócitos senescentes, como estresse oxidativo, dano ao DNA e modulação da resposta inflamatória celular (CHEN et al., 2024).

Sob estresse causado pela radiação, as células senescentes começam a liberar uma série de mediadores pró-inflamatórios, desempenhando função significativa na ativação de processos inflamatórios na pele. As citocinas e quimiocinas geradas por essas células exercem papel crucial na comunicação entre as células, favorecendo tanto a ativação das células imunológicas presentes na pele quanto o recrutamento de células inflamatórias circulantes para a epiderme e a derme. Esse mecanismo desencadeia e sustenta a resposta inflamatória relacionada aos danos teciduais causados pela radiação, configurando-se como um dos principais processos envolvidos na fisiopatologia da radiodermite.

Destaca-se que a radiodermite é um efeito adverso passível de prevenção ou redução, desde que sejam fornecidas orientações e realizadas intervenções antecipadas a pacientes, familiares e/ou cuidadores, com foco nos cuidados específicos com a pele. Com base nesses dados, surgiram propostas de bálsamos e cremes para prevenir e tratar a pele após a radiação, contendo ativos calmantes, hidratantes e cicatrizantes. Formulações dermocosméticas contendo componentes como Aloe vera, D-pantenol, camomila, vitamina E, ácido hialurônico e óleo de girassol podem reunir propriedades hidratantes, umectantes, emolientes, antioxidantes e calmantes, características de interesse para o cuidado da pele sensibilizada.

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver e caracterizar um bálsamo dermorestaurador voltado à pele sensibilizada pela radioterapia, formulado a partir da combinação de ativos com propriedades hidratantes, umectantes, emolientes, antioxidantes e calmantes. Para isso, definiu-se a composição qualitativa e quantitativa da formulação e seu procedimento de preparo; avaliou-se o pH e sua compatibilidade com o pH fisiológico da pele; realizaram-se testes de estabilidade preliminar por ciclos de congelamento/descongelamento e exposição ao calor; avaliou-se o efeito oclusivo por teste gravimétrico em modelo de pele suína; e determinou-se a espalhabilidade pelo método de extensibilidade. Espera-se que a formulação proposta contribua como alternativa dermocosmética de suporte ao manejo da radiodermite, agregando-se às estratégias já empregadas na prática clínica para a prevenção e o cuidado da pele irradiada.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Estrutura da pele e função de barreira

A pele é o maior órgão do corpo humano e a principal interface entre o organismo e o ambiente externo. Ela é organizada em três camadas superpostas: a epiderme, a derme e a hipoderme, cada uma com composição celular e funções específicas que trabalham de forma coordenada para manter a integridade tecidual (MCGRATH; UITTO, 2024).

A epiderme é a camada mais superficial e é formada por um epitélio escamoso estratificado composto por quatro a cinco subcamadas: o estrato basal, o estrato espinhoso, o estrato granuloso, o estrato lúcido – presente apenas em regiões de pele espessa, como palmas e plantas – e o estrato córneo, que é a camada mais externa (MCGRATH; UITTO, 2024). O processo de diferenciação celular ocorre de baixo para cima: as células proliferam no estrato basal, sobem progressivamente pelas camadas e chegam ao estrato córneo já sem núcleo, achatadas e ricas em queratina (GUPTA et al., 2024).

Os queratinócitos são as células mais abundantes da epiderme, representando aproximadamente 90% do total (GUPTA et al., 2024). Além de estruturais, eles exercem função imunológica ativa: produzem ceramidas, colesterol e ácidos graxos que formam a matriz lipídica intercelular do estrato córneo, funcionando como uma barreira hidrofóbica que regula a perda de água e impede a penetração de agentes externos (GUPTA et al., 2024). Eles também secretam citocinas e quimiocinas – como TNF, IL-1β e IL-6 – que modulam respostas inflamatórias locais e recrutam células imunes para o tecido lesado (GUPTA et al., 2024).

Além dos queratinócitos, a epiderme conta com outros tipos celulares com papéis bem definidos. Os melanócitos estão localizados no estrato basal, em uma proporção de aproximadamente um melanócito para cada dez queratinócitos (MCGRATH; UITTO, 2024). Eles produzem melanina, que é transferida por meio de processos dendríticos aos queratinócitos vizinhos, conferindo pigmentação à pele e proteção contra a radiação ultravioleta (MCGRATH; UITTO, 2024). As células de Langerhans, por sua vez, ocupam o estrato espinhoso e são as principais células dendríticas da epiderme. Derivadas de precursores da medula óssea, capturam antígenos no microambiente cutâneo e os transportam até os linfonodos para apresentação ao sistema imune adaptativo (MCGRATH; UITTO, 2024).

A derme está localizada abaixo da epiderme e é composta principalmente por fibroblastos, fibras de colágeno e elastina, vasos sanguíneos e linfáticos, terminações nervosas

e anexos cutâneos, como folículos pilosos e glândulas sebáceas (MCGRATH; UITTO, 2024). Por ser avascular, a epiderme depende da derme para receber suporte nutricional. A hipoderme, camada mais profunda, é composta por tecido adiposo e tem funções de isolamento térmico, amortecimento mecânico e reserva energética (MCGRATH; UITTO, 2024).

### 2.2 Barreira cutânea e perda transepidérmica de água

A função de barreira da pele depende fundamentalmente da integridade do estrato córneo. Sua organização é frequentemente comparada a tijolos e argamassa: os corneócitos atuam como os tijolos, enquanto a matriz lipídica intercelular funciona como a argamassa (GUPTA et al., 2024). Essa matriz é composta por cerca de 50% de ceramidas, 25% de colesterol e 15% de ácidos graxos livres, formando camadas lamelares que tornam o estrato córneo praticamente impermeável à água e a substâncias externas (AICH et al., 2024).

A perda transepidérmica de água é o parâmetro padrão para avaliar a integridade dessa barreira (AICH et al., 2024). Ela representa a quantidade de água que se difunde passivamente através da pele por hora e por área de superfície. Quando a barreira está íntegra, os valores de perda se mantêm baixos. Quando existe alguma lesão, por trauma, inflamação ou radiação, a estrutura lipídica fica desorganizada, os corneócitos perdem coesão e a perda aumenta, o que demonstra comprometimento da capacidade da pele de reter água (AICH et al., 2024). No contexto da radiodermite, esse mecanismo é central, uma vez que a radiação ionizante compromete a integridade do estrato córneo, eleva a perda e expõe as camadas mais profundas à desidratação e ao risco de infecção (RÜBE et al., 2024). Formulações oclusivas, como bálsamos, atuam formando uma camada física sobre a superfície cutânea que reduz essa perda de água enquanto a barreira se recupera (AICH et al., 2024).

### 2.3 pH cutâneo e acidez

A superfície da pele mantém naturalmente um ambiente levemente ácido, com pH entre 4,5 e 6,0 em adultos saudáveis (KUMAR; DAS, 2023). Esse filme protetor, chamado de manto ácido, resulta da combinação de secreções das glândulas sebáceas e sudoríparas com produtos do metabolismo dos queratinócitos, como ácido lático e aminoácidos livres (KUMAR; DAS, 2023).

O pH ácido cumpre funções essenciais para a saúde cutânea. Na superfície do estrato córneo, ele inibe a colonização por micro-organismos patogênicos ao criar um ambiente desfavorável ao seu crescimento (BROOKS et al., 2025). Nas camadas mais profundas, o pH

ácido é necessário para a atividade das enzimas responsáveis pelo processamento dos lipídios lamelares que vedam a barreira (KUMAR; DAS, 2023). Quando o pH se eleva, as enzimas proteolíticas ficam mais ativas, a descamação se torna excessiva e a reparação lipídica fica comprometida, resultando em pele seca, irritada e com barreira deficiente (BROOKS et al., 2025).

Do ponto de vista da formulação cosmética, esse dado tem aplicação direta. Produtos com pH fora da faixa fisiológica podem alterar o manto ácido e agravar a condição da pele já comprometida pela radioterapia (BROOKS et al., 2025). Por isso, a avaliação do pH é um parâmetro obrigatório no desenvolvimento de bálsamos dermorestauradores voltados a pacientes oncológicos, sendo a compatibilidade com o pH natural da pele um critério de aceitabilidade da formulação (KUMAR; DAS, 2023). Para pacientes em radioterapia, manter esse equilíbrio torna-se ainda mais crucial, já que alterações de pH podem intensificar irritações e inflamações; assim, a faixa entre 4,5 e 6,5 é adotada neste trabalho como critério para dermocosméticos aplicados à pele irradiada.

### 2.4 Radioterapia e radiodermite

A radioterapia é uma abordagem bastante habitual para o tratamento do câncer, empregando radiações ionizantes para destruir células malignas ou inibir seu desenvolvimento. O mecanismo desse tratamento se fundamenta na transferência de energia para os tecidos-alvo, provocando danos diretos ao DNA celular e produzindo espécies reativas de oxigênio (EROs), que intensificam as lesões nas células. Consequentemente, há perda da capacidade de replicação e morte das células cancerígenas.

Apesar de a radioterapia ser planejada para concentrar a radiação principalmente no tumor, as áreas saudáveis adjacentes também podem ser afetadas. Entre os efeitos adversos mais frequentes, destaca-se a radiodermite, caracterizada como uma reação inflamatória cutânea decorrente da exposição à radiação ionizante. A intensidade dessa inflamação pode oscilar de reações leves a situações mais graves, sendo afetada por fatores vinculados ao tratamento e por particularidades do paciente (CHAN et al., 2014; HINDSON et al., 2022).

A fisiopatologia da radiodermite abrange um conjunto de processos celulares e moleculares ativados pela radiação ionizante. Inicialmente, há dano direto ao DNA das células da epiderme e da derme, principalmente dos queratinócitos basais, que desempenham papel fundamental na renovação da epiderme. Ao mesmo tempo, a geração de espécies reativas de

oxigênio causa estresse oxidativo, o que agrava as lesões celulares e provoca respostas inflamatórias na região afetada (SALVO et al., 2010).

Pesquisas recentes revelam que a radiação também provoca senescência nos queratinócitos da epiderme. As células nessa condição continuam metabolicamente ativas e passam a liberar um conjunto de mediadores inflamatórios denominado fenótipo secretor associado à senescência (SASP, do inglês Senescence-Associated Secretory Phenotype). Esse conjunto inclui citocinas pró-inflamatórias, quimiocinas e fatores de crescimento que intensificam a resposta inflamatória, favorecem o recrutamento de células do sistema imunológico e contribuem para a persistência do dano tecidual. Como resultado, há deterioração da função protetora da pele, aumento da perda de água através da epiderme, diminuição da capacidade de regeneração tecidual e maior vulnerabilidade a infecções, elementos que promovem o surgimento e a evolução da radiodermite.

A gravidade da radiodermite é comumente graduada por sistemas padronizados, como a escala do Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) e os Critérios Comuns de Terminologia para Eventos Adversos (CTCAE). Em geral, a radiodermite é dividida em quatro graus principais. O grau I é caracterizado por vermelhidão leve, ressecamento, prurido e descamação sutil. No grau II, observam-se vermelhidão moderada, edema e descamação úmida localizada, especialmente em áreas de dobras cutâneas. O grau III envolve descamação úmida extensa, dor intensa e comprometimento mais acentuado da integridade da pele. O grau IV refere-se à forma mais crítica da condição, que inclui úlceras profundas, necrose e sangramentos espontâneos, necessitando de cuidados especializados (BOLDERSTON et al., 2006). Essa categorização é essencial para estabelecer estratégias de prevenção e tratamento, além de auxiliar na avaliação da eficácia de produtos voltados ao manejo das reações cutâneas provocadas pela radiação.

### 2.5 Tecnologia de formulação: bálsamos e emulsões

Os produtos dermocosméticos voltados para evitar e tratar a radiodermite devem possuir qualidades que ajudem a recuperar a barreira da pele, garantir a hidratação e proteger contra irritantes externos. Nesse sentido, a seleção adequada da forma farmacêutica é fundamental para o desempenho da formulação, influenciando sua estabilidade, aceitabilidade e características de aplicação.

Emulsões são sistemas constituídos por dois líquidos imiscíveis, comumente água e óleo, mantidos estáveis por emulsificantes. Elas podem ser classificadas como emulsões óleo

em água (O/A) ou água em óleo (A/O), de acordo com o líquido que forma a fase contínua. Nas emulsões O/A, gotículas de óleo estão dispersas em uma fase aquosa contínua, resultando em menor sensação de oleosidade, facilidade de aplicação e maior conforto de uso. Por outro lado, as emulsões A/O possuem gotículas de água dispersas em um meio oleoso contínuo, proporcionando efeito oclusivo mais pronunciado e proteção da barreira da pele (LACHMAN; LIEBERMAN; KANIG, 2001).

Os bálsamos se distinguem das emulsões convencionais por apresentarem maior quantidade de ingredientes lipídicos e menor teor de água, o que resulta em formulações semissólidas capazes de formar uma camada protetora sobre a pele. Essa propriedade ajuda a diminuir a evaporação de água e a melhorar a hidratação cutânea, sendo especialmente benéfica para peles sensíveis ou submetidas à radioterapia. Em comparação com cremes e loções, os bálsamos têm maior capacidade de reter água por serem mais oclusivos; as loções têm viscosidade reduzida e maior teor de água, sendo mais apropriadas para áreas amplas ou peles menos ressecadas; e os cremes encontram-se em um ponto intermediário, reunindo características de hidratação e emoliência. Assim, os bálsamos podem ser uma opção benéfica no manejo da radiodermite, especialmente quando a função protetora da pele está significativamente comprometida.

A eficácia das fórmulas destinadas à restauração da pele depende diretamente da combinação equilibrada entre ingredientes emolientes, oclusivos e umectantes. Os emolientes atuam preenchendo os espaços entre as células cutâneas, conferindo maciez e maior elasticidade; entre os exemplos mais comuns destacam-se óleos vegetais, manteigas e ésteres lipídicos. Os agentes oclusivos formam uma barreira física na camada mais externa da pele, reduzindo a perda de água e colaborando para a recuperação da barreira cutânea; vaselina, ceras naturais e manteigas vegetais são frequentemente empregadas com essa finalidade. Por sua vez, os umectantes têm a propriedade de captar e conservar moléculas de água no estrato córneo, como a glicerina, o D-pantenol, o propilenoglicol e o ácido hialurônico. A atuação integrada desses mecanismos fundamenta os ensaios de oclusividade, empregados para medir a capacidade de uma formulação de reduzir a perda de água pela pele, inclusive em modelos experimentais com pele de origem animal, como a suína.

A estabilidade constitui um requisito fundamental para assegurar a qualidade, a segurança e a eficácia de produtos cosméticos. Uma formulação estável precisa conservar suas propriedades físicas, químicas, microbiológicas e funcionais ao longo de todo o período de armazenamento previsto. Vários fatores afetam a estabilidade de emulsões e bálsamos, tais como temperatura, luminosidade, umidade, oxidação de componentes lipídicos e

incompatibilidades entre matérias-primas, podendo ocasionar separação de fases, alteração de cor, odor e textura e diminuição da atividade dos ativos. Para a avaliação preliminar da estabilidade, costumam-se empregar ensaios como centrifugação, ciclos de aquecimento e resfriamento, análise organoléptica, medida de viscosidade e acompanhamento do pH, que possibilitam detectar eventuais instabilidades antes da execução de estudos acelerados e de longa duração (BRASIL, 2004).

### 2.6 Dermocosméticos no manejo da radiodermite

A radiodermite pode impactar significativamente a qualidade de vida dos pacientes e, em situações mais graves, levar à interrupção temporária do tratamento oncológico. Nesse contexto, diversas estratégias vêm sendo sugeridas para prevenir ou atenuar os danos cutâneos causados pela radiação, com destaque para produtos tópicos com propriedades hidratantes, anti-inflamatórias, protetoras e reparadoras da barreira cutânea (PATEL et al., 2025).

Os dermocosméticos empregados no tratamento da radiodermite englobam várias categorias, como hidratantes, emolientes, filmes protetores, corticosteroides tópicos e formulações contendo ativos bifuncionais. Hidratantes e emolientes são amplamente utilizados para restaurar a barreira cutânea, minimizar a perda transepidérmica de água e aliviar sintomas como ressecamento, prurido e desconforto. Os filmes protetores criam uma barreira física na pele, auxiliando na redução do atrito e na proteção de áreas propensas à descamação úmida. Os corticosteroides tópicos, por sua vez, são valorizados principalmente por sua ação anti-inflamatória, ajudando a diminuir o eritema (HINDSON et al., 2022).

Nos últimos anos, estudos clínicos têm investigado a eficácia de hidratantes e emolientes na prevenção e no tratamento da radiodermite. De forma geral, os achados indicam que a manutenção adequada da hidratação da pele pode atenuar a gravidade das reações dermatológicas, melhorar o conforto do paciente e favorecer a restauração da função de barreira. Formulações com componentes calmantes e regeneradores, como Aloe vera, D-pantenol, ácido hialurônico e vitamina E, demonstraram resultados promissores, embora a qualidade das evidências ainda varie significativamente entre os estudos (BURKE; FAITHFULL; PROBST, 2022).

As diretrizes da Multinational Association of Supportive Care in Cancer (MASCC) ressaltam a relevância dos cuidados preventivos com a pele ao longo de todo o processo de radioterapia, com ênfase no uso regular de hidratantes e em medidas de proteção da barreira cutânea (BEHROOZIAN et al., 2023). Apesar dos avanços, ainda não há consenso sobre um

produto padrão-ouro para a prevenção e o tratamento da radiodermite. A variabilidade de protocolos, formulações e métodos de pesquisa dificulta a comparação de resultados, e muitos produtos disponíveis no mercado foram desenvolvidos para hidratação geral, sem considerar as particularidades fisiopatológicas da pele irradiada. Assim, o desenvolvimento de dermocosméticos que combinem ingredientes hidratantes, emolientes, calmantes e restauradores da barreira cutânea configura-se como abordagem potencialmente benéfica aos pacientes oncológicos.

## 3. Material e Métodos

### 3.1 Desenvolvimento da formulação

A formulação foi desenvolvida com base nos insumos descritos na Tabela 1, selecionados conforme suas funções tecnológicas e compatibilidade com a pele irradiada.

Tabela 1 – Composição qualitativa e quantitativa do bálsamo dermorestaurador.

| Insumo | Conc. (% p/p) | Função |
|---|---|---|
| Creme Lanette | 54,3 | Base emulsificante / veículo |
| Óleo de girassol | 8,0 | Emoliente |
| D-pantenol | 8,0 | Umectante / cicatrizante |
| Extrato de Aloe vera | 8,0 | Calmante / anti-inflamatório |
| Extrato de camomila | 8,0 | Anti-inflamatório / calmante |
| Ácido hialurônico | 8,0 | Umectante / hidratante |
| Vitamina E (tocoferol) | 5,3 | Antioxidante |
| Metilparabeno | 0,2 | Conservante |
| Propilparabeno | 0,2 | Conservante |
| Total | 100 | — |

Fonte: A autora (2026).

Embora o termo “bálsamo” seja frequentemente associado a formulações anidras de base lipídica, neste estudo optou-se pelo desenvolvimento de uma emulsão semissólida utilizando Creme Lanette como agente emulsificante, por apresentar características funcionais compatíveis com as de um bálsamo dermorestaurador: alta concentração de fase oleosa, textura densa, baixa fluidez e propriedade oclusiva. Essa escolha justifica-se pela viabilidade de produção em laboratório de manipulação farmacotécnica de pequena escala, pela compatibilidade com os ativos empregados e pela capacidade da formulação em formar filme

protetor sobre a pele irradiada. Formulações semissólidas à base de Creme Lanette têm sido amplamente empregadas no desenvolvimento de dermocosméticos por sua estabilidade, facilidade de preparo e boa aceitação cutânea (LACHMAN; LIEBERMAN; KANIG, 2001).

O preparo foi realizado em três réplicas independentes (n = 3), sendo cada réplica produzida em dias diferentes para avaliação de repetibilidade. O procedimento consistiu em: (1) fusão da fase lipídica (Creme Lanette + óleo de girassol) em banho-maria a 70 °C; (2) incorporação do D-pantenol e da vitamina E com a fase ainda quente (~50 °C), sob agitação constante; (3) adição dos extratos de Aloe vera e camomila, do ácido hialurônico e dos conservantes após resfriamento a ~40 °C; (4) homogeneização até solidificação completa; e (5) acondicionamento em recipientes previamente esterilizados (Figura 1).

Figura 1 – Matérias-primas e materiais utilizados no preparo do bálsamo dermorestaurador.




Fonte: A autora (2026).

### 3.2 Determinação do pH

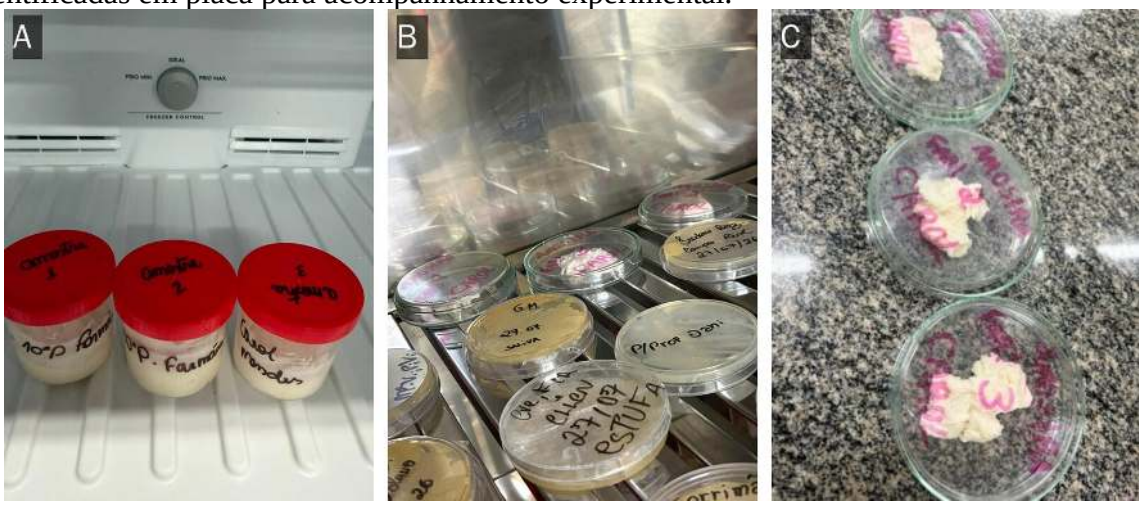
O pH da formulação foi determinado por meio de pHmetro previamente calibrado com soluções-tampão de pH 4,0 e 7,0, à temperatura de 25 ± 1 °C. As leituras foram realizadas em triplicata (n = 3), e os resultados foram expressos como média ± desvio-padrão. Os valores obtidos foram comparados com a faixa fisiológica cutânea adotada no estudo, de 4,5 a 6,0. Como critério de aceitação, considerou-se adequada a formulação que apresentasse pH entre 4,5 e 6,5, com base em Kumar e Das (2023); valores fora dessa faixa seriam considerados indicativos da necessidade de ajuste da formulação.

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O
Saber. ISSN: 2675-9128. São Paulo - SP.
**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 07/10/2026 | aceito: 14/10/2026 | publicação: 19/10/2026**

### 3.3 Estabilidade preliminar

A estabilidade preliminar da formulação foi avaliada por meio de ciclos de congelamento/descongelamento e exposição ao calor. Os ciclos consistiram em armazenar os frascos em congelador doméstico (−5 °C a −10 °C) por 24 horas, seguido de retorno à temperatura ambiente (~25 °C) por 24 horas, repetindo-se o processo por três ciclos. Adicionalmente, foi realizado ciclo de aquecimento conforme o Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (BRASIL, 2004), com armazenamento em estufa a 40 ± 2 °C por 15 dias (Figura 2). Ao término de cada condição, as amostras foram avaliadas quanto à presença de separação de fases e alteração de cor e odor, utilizando-se a amostra T0 (recém-preparada) como referência. Os resultados foram registrados com descrição padronizada (homogêneo / levemente heterogêneo / separado) e fotografia. Qualquer separação de fases foi considerada critério de reprovação da formulação.

Figura 2 – Avaliação preliminar de estabilidade: (A) amostras 1, 2 e 3 em congelador doméstico para o ciclo de congelamento/descongelamento; (B) amostras mantidas em estufa; (C) amostras identificadas em placa para acompanhamento experimental.




Fonte: A autora (2026).

### 3.4 Teste de oclusividade em pele suína

Para o teste de oclusividade, foram utilizados fragmentos de pele suína obtidos em frigorífico ou açougue local, como subproduto alimentar. O preparo consistiu na remoção do tecido subcutâneo, padronização da espessura e hidratação dos fragmentos em solução-tampão por 30 minutos (Figura 3). Os fragmentos foram posicionados sobre béqueres contendo água

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O
Saber. ISSN: 2675-9128. São Paulo - SP.
**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 07/10/2026 | aceito: 14/10/2026 | publicação: 19/10/2026**

mantida a 32 °C, com o objetivo de simular a temperatura aproximada da superfície cutânea (Figura 4).

Foram avaliadas três condições experimentais, com um fragmento de pele suína para cada condição: grupo tratado com o bálsamo dermorestaurador, aplicado em camada padronizada de 2 mg/cm²; controle positivo com vaselina sólida, agente oclusivo de referência, aplicada na mesma densidade; e controle negativo, sem aplicação de produto. Os sistemas foram mantidos em repouso durante duas horas, com a temperatura de 32 °C mantida por banho-maria e controlada por termômetro. Ao término do período experimental, a perda de massa de água foi determinada por gravimetria, considerando-se a diferença entre a massa inicial e a massa registrada ao final do ensaio. A menor perda de água foi considerada indicativa de maior comportamento oclusivo.

Figura 3 – Preparo para os ensaios: (A) materiais para os testes de oclusividade e espalhabilidade; (B) preparo da pele suína; (C) hidratação dos fragmentos em solução-tampão por 30 minutos.




Fonte: A autora (2026).

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O
Saber. ISSN: 2675-9128. São Paulo - SP.
**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 07/10/2026 | aceito: 14/10/2026 | publicação: 19/10/2026**

Figura 4 – Sistemas experimentais em análise no teste de oclusividade.

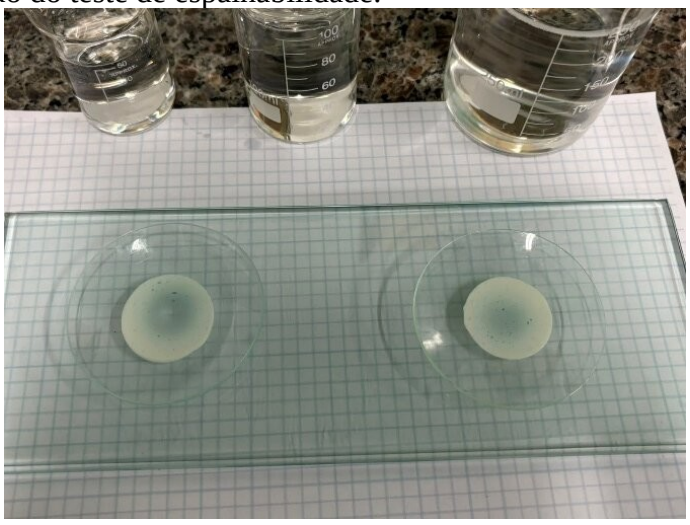


Fonte: A autora (2026).

### 3.5 Avaliação da espalhabilidade

A espalhabilidade foi avaliada pelo método de placas com pesos crescentes, adaptado de Borghetti e Knorst (2006). Uma massa de 0,5 g do bálsamo foi depositada no centro de uma placa de vidro posicionada sobre papel milimetrado e recoberta por uma segunda placa de vidro de mesma dimensão (Figura 5). Após repouso de 1 minuto, foram adicionados pesos padronizados de forma sequencial (50 g, 100 g e 250 g), com intervalo de 1 minuto entre cada adição. Ao final de cada intervalo, o diâmetro de espalhamento foi determinado por leitura direta sobre o papel milimetrado, em duas direções perpendiculares. A partir dos valores obtidos, calculou-se o diâmetro médio e, posteriormente, a área de espalhamento ($mm^2$), pela fórmula $E = \pi \times (d/2)^2$, em que E corresponde à área de espalhamento e d ao diâmetro médio.

Figura 5 – Preparação do teste de espalhabilidade.



Fonte: A autora (2026).

### 3.6 Análise de dados e aspectos éticos

Os resultados foram analisados de forma descritiva. Para o ensaio de pH, realizado em triplicata, os valores foram apresentados como média ± desvio-padrão. Na estabilidade preliminar, foram consideradas as características de aspecto, coloração, odor e presença ou ausência de separação de fases. No ensaio de oclusividade, foi realizada uma determinação para cada condição experimental, sendo os resultados apresentados individualmente e comparados de forma descritiva. Na espalhabilidade, foram realizadas duas medidas perpendiculares do diâmetro para cada massa aplicada. Não foram aplicados testes estatísticos inferenciais.

O estudo utilizou pele suína obtida em frigorífico como subproduto alimentar, não envolvendo seres humanos nem animais vivos, dispensando, portanto, aprovação por Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) ou Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA).

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1 pH

Os valores de pH obtidos nas três réplicas foram 4,55, 4,52 e 4,58, resultando em média de 4,55 ± 0,03 (Tabela 2). Os resultados apresentaram baixa variação entre as determinações, indicando uniformidade da formulação quanto a esse parâmetro, e permaneceram dentro do critério de aceitação previamente estabelecido, de 4,5 a 6,5. Além disso, o valor médio encontra-se próximo à faixa fisiológica cutânea adotada neste estudo, entre 4,5 e 6,0.

Tabela 2 – Valores de pH obtidos para o bálsamo dermorestaurador.

| **Amostra** | **pH** |
|---|---|
| 1 | 4,55 |
| 2 | 4,52 |
| 3 | 4,58 |
| Média ± DP | 4,55 ± 0,03 |

Fonte: A autora (2026).

A manutenção de uma formulação com pH levemente ácido é relevante para produtos destinados à aplicação tópica, especialmente em pele sensibilizada, pois valores muito diferentes daqueles encontrados normalmente na superfície cutânea podem interferir na

tolerabilidade da preparação. Conforme o critério adotado neste trabalho a partir de Kumar e Das (2023), valores de pH entre 4,5 e 6,5 são considerados compatíveis com a pele irradiada.

O valor médio obtido (4,55) também é coerente com a literatura sobre pH cutâneo fisiológico, que descreve a faixa natural da superfície da pele como predominantemente abaixo de 5,0. Lambers et al. (2006), em estudo multicêntrico com 330 voluntários, demonstraram que o pH cutâneo médio, na ausência de contato com água ou produtos cosméticos por 24 horas, situa-se em torno de 4,7 – valor muito próximo ao encontrado para o bálsamo. Essa proximidade reforça a adequação da formulação à fisiologia cutânea, aspecto especialmente relevante para peles com barreira comprometida pela radioterapia, cujo manto ácido tende a estar mais suscetível a alterações.

Nesse contexto, a utilização de uma formulação com pH próximo ao fisiológico pode favorecer sua compatibilidade com a superfície cutânea e reduzir a possibilidade de agressões adicionais relacionadas a valores inadequados de pH. Entretanto, o resultado obtido demonstra exclusivamente a adequação do parâmetro físico-químico avaliado e não permite, isoladamente, afirmar benefícios clínicos sobre a pele irradiada.

### 4.2 Estabilidade preliminar

No tempo inicial (T0), as três amostras apresentaram aspecto normal, coloração branco-leitosa, odor normal e ausência de separação de fases (Tabela 3; Figura 6). Após os ciclos de congelamento/descongelamento, observou-se leve alteração da coloração, que passou de branco-leitosa para bege-clara, sem alterações relevantes no aspecto, no odor ou na separação de fases. Nas amostras submetidas à estufa a 40 °C, também foram observados coloração bege-clara e aspecto liso, mantendo-se a ausência de separação de fases.

Tabela 3 – Avaliação visual da estabilidade preliminar.

| Condição | Amostra | Aspecto | Cor | Fases |
|---|---|---|---|---|
| T0 – recém-preparada | 1, 2, 3 | Normal | Branco-leitosa | Sem separação |
| Congelamento/ descongelamento | 1, 2, 3 | Liso | Bege-clara | Sem separação |
| Estufa a 40 °C | 1, 2, 3 | Liso | Bege-clara | Sem separação |

Fonte: A autora (2026).

RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O
Saber. ISSN: 2675-9128. São Paulo - SP.
**Ano VII, v.1 2026 | submissão: 07/10/2026 | aceito: 14/10/2026 | publicação: 19/10/2026**

Figura 6 – Aspecto visual das amostras 1 (A), 2 (B) e 3 (C) após manipulação.




Fonte: A autora (2026).

Dessa forma, a principal modificação observada durante os ensaios foi a alteração discreta da coloração após a exposição às condições de estresse térmico. Essa mudança pode estar relacionada à sensibilidade de componentes da formulação às variações de temperatura. Entretanto, a alteração de cor, quando observada de forma isolada e sem ocorrência de separação de fases ou outras modificações relevantes, não é suficiente para caracterizar perda de estabilidade da preparação.

De acordo com o Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (BRASIL, 2004), a avaliação da estabilidade deve considerar de forma conjunta parâmetros como aspecto, cor, odor, homogeneidade e separação de fases. Nesse contexto, os resultados indicam comportamento físico preliminar satisfatório da formulação. Por se tratar de uma avaliação preliminar, entretanto, os resultados não permitem estabelecer de forma definitiva a estabilidade do bálsamo, sendo necessários estudos por períodos mais prolongados, associados à avaliação de outros parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

### 4.3 Oclusividade

No ensaio de oclusividade em modelo de pele suína, o bálsamo dermorestaurador apresentou perda de água de 12,59 g, enquanto a vaselina, utilizada como controle positivo, apresentou perda de 14,89 g. O controle negativo, sem aplicação de produto, apresentou a maior perda de água, correspondente a 17,11 g (Tabela 4). Portanto, nas condições avaliadas, a ordem crescente de perda de água foi: bálsamo < vaselina < controle negativo.

Tabela 4 – Resultados do teste de oclusividade em pele suína após 2 horas.

| **Grupo experimental** | **Massa inicial (g)** | **Perda de água (g)** |
|---|---|---|
| Bálsamo dermorestaurador | 97,16 | 12,59 |
| Controle positivo – vaselina | 101,05 | 14,89 |
| Controle negativo – sem produto | 114,54 | 17,11 |

Fonte: A autora (2026).

Em comparação com o controle negativo, o bálsamo apresentou redução aproximada de 26,4% na perda de água, enquanto a vaselina apresentou redução aproximada de 13,0%. Quando comparado diretamente à vaselina, o sistema contendo a formulação apresentou aproximadamente 15,4% menos perda de água. Esses resultados sugerem que o bálsamo apresentou potencial efeito oclusivo nas condições experimentais empregadas.

A oclusividade é uma característica relevante para formulações destinadas à manutenção da hidratação cutânea, uma vez que agentes oclusivos formam uma barreira física na superfície e diminuem a evaporação de água. A vaselina é utilizada como referência de agente oclusivo devido à sua conhecida capacidade de reduzir a perda de água do estrato córneo (GHADIALLY; HALKIER-SORENSEN; ELIAS, 1992). No presente estudo, embora a vaselina tenha apresentado menor perda de água em relação ao controle negativo, o bálsamo apresentou valor ainda menor nas condições experimentais utilizadas. Ressalta-se que a perda transepidérmica de água não foi determinada diretamente por equipamento específico; o procedimento avaliou gravimetricamente a perda de água durante o período experimental, como indicador indireto do comportamento oclusivo.

Pinto et al. (2022), avaliando alternativas sustentáveis à vaselina em formulações dermocosméticas por meio da perda transepidérmica de água em voluntários, demonstraram que óleos vegetais podem apresentar desempenho oclusivo comparável ao da vaselina ao longo de 6 horas de avaliação, mesmo sem atingir seu efeito imediato. Esse resultado é coerente com o comportamento observado no presente estudo, no qual o bálsamo, formulado com óleo de girassol e Creme Lanette como principais componentes lipídicos, apresentou menor perda de água que a vaselina, sugerindo que a composição da formulação pode ter contribuído para o comportamento oclusivo observado.

Aich et al. (2024) relacionam a manutenção de menores níveis de perda de água à preservação da integridade da barreira cutânea. No contexto da radioterapia, alterações da epiderme e do estrato córneo podem comprometer essa função e favorecer maior perda de água (RÜBE et al., 2024). Além disso, Miyamae et al. (2024), em estudo prospectivo com pacientes com câncer de cabeça e pescoço, demonstraram que indivíduos com barreira cutânea

comprometida antes do início da radioterapia apresentaram maior risco de desenvolver radiodermite grave, sugerindo que intervenções voltadas à manutenção da função de barreira – incluindo produtos com potencial oclusivo – podem ser estratégicas mesmo antes do início do tratamento.

Contudo, esses resultados devem ser interpretados com cautela, pois o ensaio foi realizado em modelo de pele suína, com uma determinação por condição, e avaliou a perda de água por método gravimétrico, o que não é suficiente para comprovar eficácia clínica, prevenção ou tratamento da radiodermite em pacientes submetidos à radioterapia.

### 4.4 Espalhabilidade

No ensaio de espalhabilidade, a formulação apresentou aumento progressivo da área de espalhamento conforme o incremento da massa aplicada (Tabela 5). Com 50 g, o diâmetro médio foi de 6,0 cm, correspondente a uma área de 2.827,43 mm²; com 100 g, o diâmetro médio aumentou para 6,5 cm e a área para 3.318,31 mm²; e, com 250 g, obteve-se diâmetro médio de 7,0 cm e área de 3.848,45 mm².

Tabela 5 – Resultados do teste de espalhabilidade.

| **Peso aplicado (g)** | **Diâmetro 1 (cm)** | **Diâmetro 2 (cm)** | **Diâmetro médio (cm)** | **Área (mm²)** |
|---|---|---|---|---|
| 50 | 6,0 | 6,0 | 6,0 | 2.827,43 |
| 100 | 7,0 | 6,0 | 6,5 | 3.318,31 |
| 250 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 3.848,45 |

Fonte: A autora (2026).

O aumento progressivo da área de espalhamento demonstra que a formulação apresentou maior distribuição sobre a superfície à medida que aumentou a pressão exercida sobre a amostra. Esse comportamento é esperado em preparações semissólidas submetidas ao método de placas com pesos crescentes, adaptado de Borghetti e Knorst (2006), e demonstra a capacidade física da formulação de aumentar sua área de cobertura quando submetida à aplicação de força. A espalhabilidade constitui propriedade importante para preparações de uso tópico, por estar relacionada à capacidade do produto de ser distribuído uniformemente sobre a superfície.

Os valores obtidos também podem ser contextualizados frente a outros estudos que utilizam o mesmo princípio metodológico. Borella et al. (2010), ao avaliar formas semissólidas contendo extratos de Calendula officinalis, verificaram relações entre área de espalhamento e

esforço aplicado da ordem de 0,33 a 0,34 mm²/g nas formulações mais espalháveis. Embora as metodologias de cálculo não sejam diretamente equivalentes, a comparação indica que o comportamento do bálsamo, com aumento consistente da área de espalhamento entre 2.827,43 mm² e 3.848,45 mm², está dentro do padrão esperado para preparações semissólidas de uso tópico descritas na literatura farmacotécnica nacional.

Para uma formulação destinada à pele sensibilizada pela radioterapia, essa característica pode ser relevante, pois uma preparação com capacidade adequada de distribuição pode proporcionar cobertura mais uniforme da superfície cutânea. Entretanto, o ensaio avaliou exclusivamente a propriedade física de espalhabilidade; dessa forma, não é possível afirmar que a formulação apresente maior conforto durante a aplicação, menor irritabilidade ou benefícios clínicos em pacientes com pele irradiada, características que necessitam ser investigadas em estudos específicos de segurança, aceitabilidade e eficácia clínica.

## 5. Considerações Finais

Foi desenvolvido e preliminarmente caracterizado um bálsamo dermorestaurador destinado ao cuidado da pele sensibilizada pela radioterapia, composto por ingredientes com funções hidratantes, umectantes, emolientes, antioxidantes e calmantes, visando contribuir para a hidratação e para a manutenção da barreira cutânea.

A formulação apresentou pH médio de 4,55 ± 0,03, dentro da faixa de 4,5 a 6,5 estabelecida como critério de aceitação e com baixa variação entre as determinações. No teste de oclusividade em pele suína, o bálsamo apresentou a menor perda de água entre os grupos avaliados (12,59 g, frente a 14,89 g da vaselina e 17,11 g do controle negativo), sugerindo potencial efeito oclusivo nas condições experimentais, ainda que avaliado por método gravimétrico indireto. A espalhabilidade aumentou progressivamente com a massa aplicada, de 2.827,43 mm² a 3.848,45 mm², característica relevante para produtos de aplicação tópica. Na estabilidade preliminar, a única alteração observada sob estresse térmico foi a mudança de coloração de branco-leitosa para bege-clara, sem separação de fases, o que, isoladamente, não caracteriza perda de estabilidade.

De maneira geral, os resultados indicam características promissoras para a finalidade proposta e sugerem que a formulação possui potencial para ser investigada como opção complementar no cuidado da pele sensibilizada pela radioterapia. Contudo, os resultados são preliminares e concentram-se em características físico-químicas e funcionais, não permitindo afirmar que o bálsamo previne ou trata a radiodermite. São necessários estudos adicionais,

incluindo avaliações de estabilidade por períodos mais prolongados, análises microbiológicas, testes de segurança e compatibilidade cutânea e, posteriormente, estudos clínicos controlados para avaliar sua segurança e eficácia em indivíduos submetidos à radioterapia.

**Referências**

AICH, B. et al. Clinical evaluation of a topical ceramide lotion on skin hydration and skin barrier in healthy volunteers with dry skin. CosmoDerma, v. 4, n. 148, 2024. DOI: 10.25259/CSDM_175_2024.

BEHROOZIAN, T. et al. Multinational Association of Supportive Care in Cancer (MASCC) clinical practice guidelines for the prevention and management of acute radiation dermatitis: international Delphi consensus-based recommendations. The Lancet Oncology, v. 24, n. 4, p. e172-e185, 2023. DOI: 10.1016/S1470-2045(23)00067-0.

BOLDERSTON, A. et al. The prevention and management of acute skin reactions related to radiation therapy: a systematic review and practice guideline. Supportive Care in Cancer, v. 14, n. 8, p. 802-817, 2006. DOI: 10.1007/s00520-006-0063-4.

BORELLA, J. C.; RIBEIRO, N. S.; TEIXEIRA, J. C. L.; CARVALHO, D. M. A. Avaliação da espalhabilidade e do teor de flavonoides em forma farmacêutica semissólida contendo extratos de Calendula officinalis L. (Asteraceae). Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, v. 31, n. 2, p. 193-197, 2010.

BORGHETTI, G. S.; KNORST, M. T. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de loções O/A contendo filtros solares. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v. 42, n. 4, p. 531-537, 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia de estabilidade de produtos cosméticos. 1. ed. Brasília, DF: ANVISA, 2004. 52 p. (Série Qualidade em Cosméticos, v. 1).

BROOKS, S. G. et al. The skin acid mantle: an update on skin pH. Journal of Investigative Dermatology, v. 145, n. 3, p. 509-521, 2025. DOI: 10.1016/j.jid.2024.07.009.

BURKE, S.; FAITHFULL, S.; PROBST, H. Radiation-induced skin reactions: assessment and management. British Journal of Nursing, v. 31, n. 6, p. S14-S22, 2022.

CHAN, R. J. et al. Prevention and management of acute radiation dermatitis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. BMC Cancer, v. 14, n. 53, 2014. DOI: 10.1186/1471-2407-14-53.

CHEN, J. et al. Inhibition of transglutaminase 2 inhibits ionizing radiation-induced cellular senescence in skin keratinocytes in vitro. IUBMB Life, v. 76, n. 12, p. 1252-1263, 2024. DOI: 10.1002/iub.2906.

FUZISSAKI, M. A. et al. Ações educativas para prevenção e manejo da radiodermite em pacientes submetidos à radioterapia. Revista Brasileira de Cancerologia, v. 65, n. 1, p. e-08054, 2019.

GHADIALLY, R.; HALKIER-SORENSEN, L.; ELIAS, P. M. Effects of petrolatum on stratum corneum structure and function. Journal of the American Academy of Dermatology, v. 26, n. 3, pt. 2, p. 387-396, 1992. DOI: 10.1016/0190-9622(92)70060-S.

GUPTA, R. K. et al. Critical role of keratinocytes in cutaneous immune responses. Exploration of Immunology, v. 4, p. 502-522, 2024. DOI: 10.37349/ei.2024.00155.

HINDSON, B. R. et al. Radiation dermatitis: current perspectives and management strategies. Clinical Oncology, v. 34, n. 10, p. 620-629, 2022.

KUMAR, P.; DAS, A. Acid mantle: what we need to know. Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology, v. 89, n. 5, p. 729-732, 2023. DOI: 10.25259/IJDVL_153_2022.

LACHMAN, L.; LIEBERMAN, H. A.; KANIG, J. L. Teoria e prática na indústria farmacêutica. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

LAMBERS, H. et al. Natural skin surface pH is on average below 5, which is beneficial for its resident flora. International Journal of Cosmetic Science, v. 28, n. 5, p. 359-370, 2006. DOI: 10.1111/j.1467-2494.2006.00344.x.

MCCART, E. A. et al. Accelerated senescence in skin in a murine model of radiation-induced multi-organ injury. Journal of Radiation Research, v. 58, n. 5, p. 636-646, 2017. DOI: 10.1093/jrr/rrx008.

MCGRATH, J. A.; UITTO, J. Structure and function of the skin. In: BARKER, J. et al. (ed.). Rook's Textbook of Dermatology. 10. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2024. DOI: 10.1002/9781119709268.rook002.

MIYAMAE, N.; OGAI, K.; KUNIMITSU, M.; FUJIWARA, M.; NAGAI, M.; OKAMOTO, S.; OKUWA, M.; OE, M. Relationship between severe radiodermatitis and skin barrier functions in patients with head and neck cancer: a prospective observational study. Asia-Pacific Journal of Oncology Nursing, v. 12, 100625, 2024. DOI: 10.1016/j.apjon.2024.100625.

PATEL, P. et al. Systematic review of tools and outcomes for assessing acute radiation dermatitis severity. Clinical and Translational Radiation Oncology, v. 53, p. 100977, 2025.

PINTO, J. R.; SILVA, S. A. M. e; HOLSBACK, V. S. S.; LEONARDI, G. R. Skin occlusive performance: sustainable alternatives for petrolatum in skincare formulations. Journal of Cosmetic Dermatology, v. 21, p. 4775-4780, 2022. DOI: 10.1111/jocd.14782.

RÜBE, C. E. et al. Radiation dermatitis: radiation-induced effects on the structural and immunological barrier function of the epidermis. International Journal of Molecular Sciences, v. 25, n. 6, p. 3320, 2024. DOI: 10.3390/ijms25063320.

SALVO, N. et al. Prophylaxis and management of acute radiation-induced skin reactions: a systematic review of the literature. Current Oncology, v. 17, n. 4, p. 94-112, 2010.

SZCZEPANIAK, K. et al. Radiation dermatitis in patients undergoing radiotherapy: pathogenesis, clinical manifestations and management. Cancers, v. 14, n. 13, p. 3123, 2022.

WIKRAMANAYAKE, T. C.; STOJADINOVIC, O.; TOMIC-CANIC, M. Epidermal differentiation in barrier maintenance and wound healing. Advances in Wound Care, v. 3, n. 3, p. 272-280, 2014. DOI: 10.1089/wound.2013.0503.