

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS INGREDIENTES NATURAIS NOS COSMÉTICOS ORGÂNICOS

Trabalho submetido por
Méline Marie Talon
para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Farmacêuticas

julho de 2025

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS INGREDIENTES NATURAIS NOS COSMÉTICOS ORGÂNICOS

Trabalho submetido por
Méline Marie Talon
para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Farmacêuticas

Trabalho orientado por
Professora Doutora Maria João Cebola

julho de 2025

AGRADECIMENTOS

First of all, I would like to thank my advisor, Professor Doutora Maria João Cebola, for her support, trust, availability, and all the valuable advice she gave me throughout this process.

I would also like to thank all the professors who supported me along this journey. Arriving in a new country, with a new language, was not easy. But I never felt alone. The teachers were always available, patient, empathetic, and ready to help. Their support made a real difference, not only in my academic path but also in my day-to-day adaptation. I am truly grateful.

I want to thank my parents from the bottom of my heart, for their unconditional love, their constant support in both moments of doubt and success, and their trust in me. Their pride carried me through these five years.

Thank you also to my brother, with whom I shared a roommate for four years. Your presence made this experience in Lisbon much sweeter and more precious. Thank you for always being there, for your endless support, and for kindly assuming your role as a big brother when our parents were far away.

I also want to thank Noa, my lifelong friend. Your presence in my life, even when you were far away, brought me great comfort. Thank you for your patience, your humor, and your ability to put things into perspective when I needed it.

A special thank you to Luana and Marine, my most meaningful friendships in Portugal. You were my pillars here, and this experience would not have been the same without you. Thank you for all the laughs, the support, and the shared moments that made this adventure unforgettable. Thank you for being my chosen family in Portugal.

I also want to thank Jérémy, who has been a precious support during these last two years. Despite everything, we supported each other, always with kindness, and we pushed each other to complete our respective projects. Thank you for your presence, your listening, and your trust. It's thanks to this shared strength that we succeeded.

Finally, I also thank my family and friends in France, especially Mamie Mireille and Célia, who, despite the distance, have always been there. Your messages, your calls, your encouragement, and your patience meant a lot during the most difficult times. Thank you for never letting me feel alone, even when I was far from you.

RESUMO

O crescente interesse por cosméticos naturais e biológicos nas últimas décadas reflete uma maior consciencialização dos consumidores em relação às questões de saúde e ambientais. Em 2022, o mercado global de cosméticos foi avaliado em 296,83 mil milhões de dólares, sendo projetado que atinja os 474 mil milhões até 2030, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 6,03% entre 2023 e 2030.

À medida que a sustentabilidade e a ecologia se tornam centrais no discurso público, cada vez mais consumidores optam por “cosméticos verdes”, produtos desenvolvidos com responsabilidade ambiental. Estas escolhas são motivadas não só por preocupações ecológicas, mas também pela crença de que os produtos naturais podem ser mais seguros para a saúde. Esta mudança revela uma vontade de conciliar o cuidado pessoal com a consciência ambiental, procurando reduzir a poluição sem comprometer a eficácia dos produtos cosméticos. Contudo, a verdadeira eficácia dos ingredientes naturais presentes nestes produtos continua a ser objeto de debate.

Esta dissertação tem como objetivo avaliar a eficácia dos ingredientes naturais utilizados em produtos cosméticos biológicos. Começa por apresentar os aspetos teóricos e regulamentares dos cosméticos orgânicos, seguindo-se uma exploração dos ingredientes naturais mais comuns e das suas propriedades. Em seguida, são descritos os métodos utilizados para avaliar a eficácia cosmética, que servem de base para uma análise comparativa da eficácia dos ingredientes naturais em diversas aplicações cosméticas. A investigação aborda ainda fatores que influenciam essa eficácia, como a concentração, a formulação e a estabilidade dos ingredientes. Por fim, são discutidos os desafios atuais e as perspetivas futuras do setor, destacando oportunidades de inovação e melhoria.

Este estudo procura oferecer uma visão crítica e objetiva sobre o potencial e os limites dos ingredientes naturais em cosméticos biológicos, contribuindo para uma melhor compreensão da sua eficácia na indústria cosmética moderna, em resposta à crescente procura por produtos eficazes e ambientalmente responsáveis.

Concluiu-se que os cosméticos biológicos apresentam potencial real em termos de tolerância cutânea e impacto ambiental, especialmente devido a certas propriedades dos ingredientes naturais, como a ação antioxidante ou calmante. No entanto, a sua eficácia não pode ser generalizada e depende de múltiplos fatores, como a formulação e o processo de extração. Este estudo mostra que, embora os cosméticos biológicos não se revelem

superiores de forma sistemática aos convencionais, constituem uma via promissora e complementar, desde que baseados em provas científicas sólidas e inovação sustentável.

Palavras-chave: Ingredientes cosméticos naturais, Avaliação da eficácia cosmética, Ensaio in vitro/in vivo/ex vivo.

ABSTRACT

The growing popularity of organic and natural cosmetics over recent decades reflects increasing consumer awareness of health and environmental concerns. In 2022, the global cosmetics market was valued at \$296.83 billion and is projected to reach \$474.00 billion by 2030, with a (CAGR) of 6.03% between 2023 and 2030.

As sustainability and ecology become central to public discourse, more consumers are turning to "green cosmetics", products developed with environmental responsibility in mind. These choices are driven not only by ecological concerns, but also by the belief that natural products may be safer for personal health. This shift reveals a desire to combine self-care with environmental consciousness, aiming to reduce pollution without compromising product effectiveness. However, the actual effectiveness of natural ingredients in these products remains a subject of under debate.

This thesis aims to evaluate the efficacy of natural ingredients used in organic cosmetic products. It begins by outlining the regulatory and theoretical aspects of organic cosmetics. Followed by an exploration of the most common natural ingredients used and their properties. Methods used to assess cosmetic efficacy are then presented, serving as the foundation for a comparative analysis of the efficacy of natural ingredients in various cosmetic applications. The research also examines factors influencing the efficacy of these ingredients, such as concentration, formulation, and stability. Finally, current challenges and future perspectives for the sector are examined, highlighting opportunities for innovation and improvement. This study aims to provide a critical and objective view of the efficacy of natural ingredients in organic cosmetics, thereby contributing to a better understanding of their potential and limitations in the modern cosmetics industry, in response to the growing consumer demand for effective yet environmentally responsible products.

Thus, it can be concluded that organic cosmetics have real potential in terms of skin tolerance and environmental impact, especially due to certain properties of natural ingredients, such as their antioxidant or soothing action. However, their effectiveness cannot be generalised and depends on multiple factors, such as the formulation and extraction process. This study shows that although organic cosmetics are not systematically superior to conventional cosmetics, they are a promising and

complementary route, provided they are based on solid scientific evidence and sustainable innovation.

Key words: Natural cosmetic ingredients, Cosmetic efficacy evaluation, In vitro/in vivo/ex vivo tests.

ÍNDICE GERAL

RESUMO	1
ABSTRACT	3
LISTA DE FIGURAS	7
1. Introdução	13
1.1) <i>Contexto do crescimento dos cosméticos biológicos</i>	13
1.2) <i>Problemática da eficácia dos ingredientes naturais</i>	14
1.1) <i>Objetivos e metodologia da tese</i>	15
2. Quadro teórico e regulamentar	17
2. 1) <i>Definição de cosméticos biológicos e naturais</i>	17
2.1.1) Diferença entre cosméticos biológicos, naturais e convencionais	17
2.1.2) Critérios de composição e de ecodesign	19
3. Ingredientes naturais na cosmética biológica	30
3.1) <i>Tipologia dos ingredientes naturais utilizados</i>	31
3.2.1) Tolerância cutânea e biocompatibilidade.....	32
3.2.4) Impacto ambiental e poluição associada aos cosméticos biológicos	38
4. Métodos de avaliação da eficácia em cosmética	41
4.1) <i>Test in vitro</i>	41
4.1.1) Culturas celulares.....	41
4.1.2) Ensaio bioquímico e de citotoxicidade	43
4.2) <i>Testes in vivo</i>	45
4.2.1) Protocolos gerais dos testes in vivo em cosmética biológica	45
4.2.2) Ferramentas e medições específicas nos testes in vivo.....	47
4.3) <i>Testes ex vivo</i>	49
4.3.1) Princípios e características dos testes ex vivo.....	49
4.3.2) Parâmetros avaliados nos testes ex vivo	50
5. Análise comparativa da eficácia dos ingredientes naturais	53
5.1) <i>Hidratação e nutrição da pele</i>	53
5.1.1) Comparação entre óleos vegetais e agentes hidratantes convencionais.....	53
5.1.2) Estudos de referência: óleo de argão, manteiga de karité e glicerina vegetal.....	55
5.2) <i>Anti-envelhecimento e proteção antioxidante: bakuchiol vs retinol</i>	56
5.3) <i>Ação calmante e reparadora da pele</i>	58
5.3.1) Ingredientes anti-inflamatórios naturais	58
5.3.2) Casos de uso: peles sensíveis, eczema ligeiro, vermelhidões	60
6. Fatores que influenciam a eficácia real dos cosméticos biológicos	63
6.1) <i>Concentração e biodisponibilidade</i>	63
6.1.1) Importância da dosagem ideal	63
6.1.2. Extração e biodisponibilidade cutânea: penetração, libertação prolongada, microencapsulação	65
6.2. <i>Formulação e sinergia entre ingredientes</i>	66
6.2.1 Importância dos galénicos e excipientes naturais.....	66
6.2.2. Interações positivas e negativas entre ativos naturais	68
6.3) <i>Estabilidade e conservação</i>	69
6.3.1) Desafios sem conservantes convencionais.....	69

6.3.2) Estratégias naturais para prolongar a vida útil dos produtos biológicos: óleos essenciais antimicrobianos, extratos antioxidantes	70
6.3.3) Impacto da embalagem	72
7. Conclusão.....	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Logótipo de certificação COSMOS ORGANIC (COSMOS, 2025)	24
Figura 2: Logótipo de certificação COSMOS NATURAL (COSMOS, 2025).....	25
Figura 3: <i>Logótipo de certificação COSMOS CERTIFIED (COSMOS, 2025)</i>	25
Figura 4: Logótipo de certificação COSMOS APPROVED (COSMOS, 2025).....	25
Figura 5: <i>Logótipo NATRUE (NATRUE, 2021)</i>	26
Figura 6: <i>Representação esquemática dos modelos in vitro (Hofmann et al., 2023) ...</i>	43
Figura 7: <i>Modelo ex vivo NativeSkin desenvolvido pela Genoskin, baseado em amostras de pele humana estabilizadas e prontas a usar (Genoskin, 2024).</i>	50
Figura 8: <i>Efeitos de uma formulação bifásica sobre a hidratação e a TEWL da epiderme (Balwierz et al., 2022)</i>	54
Figura 9: <i>Regeneração epidérmica 43h após lesão em modelo in vitro, comparação entre pele não tratada, veículo, bakuchiol e retinol (Bluemke et al., 2022).</i>	57

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1: Comparação entre os referenciais COSMOS e NATRUE para a certificação de cosméticos biológicos</i>	29
<i>Tabela 2: Ingredientes naturais utilizados em cosméticos biológicos: principais propriedades e mecanismos de ação</i>	31
<i>Tabela 3: Classificação dos modelos in vitro de acordo com a sua complexidade em cosméticos.....</i>	42

ABREVIATURAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
ABTS	Ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico)
AHAs	Alfa-hidroxiácidos
BDIH	Associação Federal da Indústria e do Comércio da Alemanha
BPF	Boas Práticas de Fabricação
CHO	Chinese Hamster Ovary cells
COX-2	Ciclo-oxigenase-2
COL1A1	Colagénio tipo I, cadeia alfa 1
COL7A1	Colagénio tipo VII, cadeia alfa 1
CRM	Confocal Raman Microscopy
DPPH	2,2-Difenil-1-picril-hidrazil
EDTA	Ácido etilenodiaminotetra-acético
FDA	United States Food and Drug Administration
FRAP	Ferric Reducing Antioxidant Power
GPMT	Guinea Pig Maximisation Test
HSE	Human Skin Equivalent
HLB	Hydrophilic-Lipophilic Balance
IBD	Instituto Biodinâmico
ICEA	Istituto per la Certificazione Etica e Ambientale
IL-6	Interleukin 6
ISO	International Organization for Standardization
LDH	Lactato desidrogenase
LLNA	Local Lymph Node Assay
LOX	Lipoxygenase
MDPI	Multidisciplinary Digital Publishing Institute
MIF	Macrophage Migration Inhibitory Factor
NADES	Natural Deep Eutectic Solvents
NRU	Neutral Red Uptake
OEQT	Óleo Essencial de Qualidade Terapêutica
OEBBD	Óleo Essencial Botânico e Bioquimicamente Definido

OGM	Organismos Geneticamente Modificados
ORAC	Oxygen Radical Absorbance Capacity
OTTER	Opto-Thermal Transient Emission Radiometry
PAO	Período Após Abertura
PCR	Polymerase Chain Reaction
PGE₂	Prostaglandin E ₂
RCM	Reflectance Confocal Microscopy
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
RhE	Reconstructed human Epidermis
ROS	Reactive Oxygen Species
SCCS	Scientific Committee on Consumer Safety
TEWL	Transepidermal Water Loss
TNF-α	Tumour Necrosis Factor alpha
UVA	Ultravioleta A
UVB	Ultravioleta B
UV	Ultravioleta

1. Introdução

1.1) Contexto do crescimento dos cosméticos biológicos

Nos últimos dez anos, o mercado global de cosméticos registou um crescimento extraordinário, atingindo os 500 mil milhões de dólares em 2017, altura em que se previa que ultrapassasse os 800 mil milhões de dólares até 2023, com uma taxa de crescimento anual próxima dos 7 % (Liu, 2022). Esta expansão baseou-se largamente no uso intensivo de substâncias químicas sintéticas: mais de 12.000 deste tipo de ingredientes são utilizados nas formulações cosméticas, dos quais menos de 20 % são efetivamente reconhecidos como seguros. Esta realidade provocou uma verdadeira consciencialização entre os consumidores, cada vez mais desconfiados dos riscos ambientais e sanitários associados a esses produtos, especialmente devido à sua toxicidade, bioacumulação e persistência nos ecossistemas aquáticos (Bilal et al., 2020).

Compostos como, por exemplo, os parabenos, são amplamente empregados na indústria cosmética devido à sua eficácia como conservantes antimicrobianos. No entanto, o seu uso extensivo e contínuo em produtos de cuidados pessoais tem gerado preocupações ambientais e sanitárias. Diversos estudos destacam a presença recorrente de parabenos em águas superficiais, sedimentos, organismos marinhos e até em tecidos humanos, revelando a sua ubiquidade e persistência ambiental (Haman et al., 2015; Mpayipheli et al., 2024). Além disso, investigações têm demonstrado o seu potencial de bioacumulação, atividade estrogénica fraca, e capacidade de atuação como desreguladores endócrinos (Da Silveira et al., 2024; Liang et al., 2023). Face a estes riscos, a União Europeia estabeleceu restrições rigorosas quanto ao seu uso em formulações cosméticas, nomeadamente proibindo certos tipos de parabenos e limitando as concentrações máximas permitidas (Liang et al., 2023).

De acordo com Bilal et al. (2020), os parabenos apresentam uma leve atividade estrogénica observada em condições laboratoriais, embora inferior à de compostos como o dietilestilbestrol, o que pode afetar o sistema reprodutor masculino. Em espécies aquáticas, estes compostos foram identificados como potenciais desreguladores endócrinos, provocando alterações hormonais, como o aumento da produção de vitelogenina. Por fim, os autores sugerem que essa atividade hormonal poderá também estar relacionada com o desenvolvimento do cancro da mama em seres humanos. Perante

estas preocupações, impõe-se uma nova exigência: a de produtos mais seguros, mais saudáveis e mais sustentáveis. Atualmente, os consumidores parecem preferir cosméticos naturais e biológicos, formulados com ingredientes de origem vegetal, percebidos como mais bem tolerados pela pele e menos prejudiciais para o ambiente (Dini & Laneri, 2021).

Em 2020, perante um mercado imprevisível e exigente, a indústria da beleza e dos cuidados da pele teve de se adaptar rapidamente. O principal desafio consistiu e continua a consistir em encontrar um equilíbrio entre formulações naturais e inovação química (Dini & Laneri, 2021). A crescente valorização de um estilo de vida centrado no bem-estar e na saúde tem levado os consumidores a optarem por produtos mais naturais, especialmente no setor dos cosméticos. Em vários países europeus, como a Bulgária, Montenegro e Itália, estudos indicam que os fatores mais determinantes na escolha destes produtos incluem: ingredientes de origem natural, elevada qualidade, propriedades hidratantes e protetoras, aconselhamento profissional, boa fixação, comunicação clara, formulações hipoalergénicas e a rejeição de testes em animais. Na sua maioria, são consumidores preocupados com a saúde, o ambiente e a sua imagem que optam por cosméticos naturais (Matić, 2015).

1.2) Problemática da eficácia dos ingredientes naturais

Apesar do crescente interesse por cosméticos naturais, uma questão essencial permanece: estes produtos são realmente eficazes? Por trás da imagem reconfortante do “100 % natural”, escondem-se desafios técnicos e científicos significativos.

A eficácia dos ingredientes naturais pode variar amplamente conforme a sua origem, concentração, método de extração e integração em formulações complexas. Acrescenta-se ainda a diversidade de tipos de pele e necessidades individuais, que podem originar resultados inconsistentes.

Assim, um dos principais desafios da indústria cosmética é conseguir conciliar naturalidade e desempenho, sem comprometer a qualidade nem a segurança dos produtos.

1.3) Objetivos e metodologia da tese

Este estudo tem como objetivo fornecer uma avaliação crítica e objetiva da eficácia dos ingredientes naturais nos cosméticos biológicos, contribuindo para uma melhor compreensão do seu potencial e das suas limitações na indústria cosmética moderna, para ajudar a responder às crescentes expectativas dos consumidores por produtos eficazes e ambientalmente responsáveis.

A metodologia adotada nesta tese assenta numa abordagem monográfica, que combina a revisão da literatura científica, a análise comparativa e o estudo crítico. A revisão bibliográfica foi realizada com recolha em bases de dados científicas reconhecidas, nomeadamente o PubMed, o Google Scholar e o ScienceDirect, utilizando palavras-chave como “natural cosmetic ingredients”, “cosmetic efficacy evaluation”, “in vitro/in vivo/ex vivo tests”, entre outras. Quando não foram encontradas publicações científicas sobre determinados ingredientes ou métodos, recorreram-se a fontes secundárias, tais como relatórios de empresas, sites de fabricantes e documentos institucionais. A sua utilização é claramente assinalada e justificada ao longo do trabalho, salientando que se trata de fontes sem validação científica formal. Numa primeira fase, foi realizada uma seleção rigorosa dos ingredientes naturais mais utilizados na cosmética biológica. Em seguida, foram analisados os métodos de avaliação da eficácia cosmética com os diferentes testes com o objetivo de avaliar a sua pertinência na determinação do desempenho dos ingredientes naturais. Por fim, a análise incidiu sobre os principais fatores que influenciam a eficácia destes ingredientes (concentração, estabilidade, tipo de formulação, interações entre ativos), bem como sobre as limitações atuais da sua utilização. Esta abordagem permite identificar caminhos concretos para melhorar o desempenho dos cosméticos biológicos, respeitando simultaneamente os critérios de naturalidade e sustentabilidade.

2. Quadro teórico e regulamentar

2. 1) Definição de cosméticos biológicos e naturais

2.1.1) Diferença entre cosméticos biológicos, naturais e convencionais

A palavra “cosmético” vem do grego antigo *kosmētikos*, significando “relativo à arte do adorno”. Introduzida em francês no século XIV, designa os cuidados relacionados com a aparência, nomeadamente com a higiene e o embelezamento do corpo. Se a etimologia põe em evidência a dimensão estética e simbólica do termo, o enquadramento jurídico, por sua vez, define rigorosamente o que abrange a noção de produto cosmético na legislação europeia.

Segundo o Artigo Primeiro da diretiva inicial do conselho 78/768/CEE, alterada em 14 de junho de 1993 (93/35/CEE): entende-se por produto cosmético “qualquer substância ou preparação destinada a ser colocada em contacto com as diferentes partes superficiais do corpo humano (epiderme, sistema piloso e capilar, unhas, lábios e órgãos genitais externos) ou com os dentes e as mucosas bucais, com o objetivo exclusivo ou principal de os limpar, perfumar, modificar o aspeto e/ou corrigir os odores corporais e/ou protegê-los ou mantê-los em bom estado”. A produção e a comercialização de cosméticos convencionais estão enquadradas por regulamentações rigorosas, tanto na Europa como nos Estados Unidos, nomeadamente através das diretivas europeias e dos requisitos da United States Food and Drug Administration (FDA). Estas normas e regulamentos visam garantir a segurança dos consumidores, impondo normas precisas (Bom et al., 2020). Por outro lado, os chamados cosméticos “verdes”, que incluem produtos naturais e biológicos, distinguem-se pela sua composição maioritariamente proveniente de ingredientes naturais, como extratos de plantas ou minerais, excluindo, em geral mas não obrigatoriamente, substâncias convencionais. Valorizam igualmente processos de fabrico sustentáveis e a utilização de matérias-primas provenientes da agricultura biológica (Dini & Laneri, 2021). No entanto, evoluem num quadro jurídico muito mais vago. Até à data, não existe uma definição harmonizada destas categorias nos textos legislativos internacionais. Esta ausência de normalização gera incerteza, tanto para os fabricantes como para os consumidores, quanto aos critérios de formulação a respeitar e às garantias associadas a este tipo de produtos (Bozza et al., 2022).

A ausência de uma definição regulamentar clara levou ao surgimento de rótulos privados, que procuram oferecer aos consumidores pontos de referência fiáveis quanto à qualidade e autenticidade dos produtos verdes. É neste contexto que se insere a associação internacional sem fins lucrativos NATRUE fundada em 2007 em Bruxelas. No entanto, não é a única: também existem outros referenciais amplamente utilizados pela indústria, como o COSMOS e as normas ISO 16128, que definem critérios para ingredientes naturais e biológicos. Estas certificações contribuíram para estabelecer bases sólidas para os produtos naturais e biológicos, promovendo uma maior transparência no setor e facilitando a compreensão e distinção destes produtos pelos consumidores, além de fornecerem um quadro de referência para os diferentes atores da indústria ao comprometerem-se com uma maior transparência no domínio dos cosméticos verdes, esta organização contribuiu para estabelecer bases sólidas para os produtos naturais e biológicos. Facilitou assim a compreensão e a distinção destes produtos pelos consumidores, oferecendo igualmente um quadro de referência aos atores da indústria (CBI, 2024; NATRUE, 2021).

A distinção entre um cosmético natural e um cosmético biológico assenta principalmente na origem e no modo de produção dos ingredientes. Um cosmético natural é formulado a partir de substâncias de origem vegetal, mineral ou animal, que tenham apenas sofrido transformações mecânicas ou químicas limitadas. No entanto, nada obriga que estes ingredientes sejam provenientes da agricultura biológica; podem assim vir de culturas convencionais que utilizam pesticidas ou outros produtos químicos. Pelo contrário, um cosmético biológico impõe critérios mais rigorosos: deve conter ingredientes não apenas naturais, mas também certificados como biológicos, ou seja, cultivados sem produtos químicos de síntese, sem organismos geneticamente modificados (OGM) ou fertilizantes não naturais. Estes ingredientes devem ser validados por um organismo certificador autorizado. Assim, embora todos os cosméticos biológicos sejam naturais, o inverso não é necessariamente verdadeiro, o que explica a necessidade de uma vigilância particular por parte dos consumidores e dos profissionais (DGCCRF, 2020).

2.1.2) Critérios de composição e de ecodesign

Se a distinção entre cosméticos naturais, biológicos e convencionais assenta primeiramente na sua origem e na filosofia de formulação, é igualmente essencial analisar os critérios de composição e as exigências de produção sustentável. De facto, embora não exista regulamentação específica que enquadre os cosméticos naturais e biológicos, várias associações, como por exemplo NATRUE e COSMOS, estabeleceram rótulos com padrões rigorosos. Estas iniciativas permitem hoje identificar mais claramente os cosméticos biológicos graças às regras definidas e às práticas de ecodesign implementadas. As práticas de ecodesign implicam pensar em todo o ciclo de vida do produto, desde a seleção dos ingredientes até à embalagem, com o objetivo de minimizar o seu impacto no ambiente (NATRUE, 2021). Estas associações estabelecem um conjunto de regras precisas relativas à escolha dos ingredientes, definindo substâncias autorizadas e proibindo o uso de componentes considerados nocivos ou incompatíveis com uma abordagem natural ou biológica. Integram também critérios ambientais rigorosos para a avaliação dos cosméticos, nomeadamente no que diz respeito à biodegradabilidade dos ingredientes, ao seu impacto potencial nos ecossistemas aquáticos, e à seleção de componentes como perfumes, conservantes e corantes. Impõem ainda exigências relativas à redução de resíduos de embalagens e à seleção de materiais com baixo impacto ecológico (Kirk-Othmer, 2012). De forma geral, a maioria dos rótulos que enquadram os cosméticos naturais e biológicos baseia-se em limites semelhantes, estabelecidos em função da proporção em peso de ingredientes provenientes da agricultura biológica. Assim, para que um produto possa ser qualificado como cosmético natural, o produto final deve conter pelo menos 95% de ingredientes naturais ou de origem natural, sendo os 5% restantes compostos por ingredientes autorizados e estritamente regulamentados (como certos conservantes). Convém, no entanto, referir que alguns rótulos não exigem necessariamente a presença de ingredientes biológicos para que um produto seja qualificado como «natural». Nestes casos, a designação baseia-se unicamente na origem natural dos componentes, sem que seja necessário um percentual mínimo de ingredientes biológicos. No caso de um cosmético natural e biológico, as exigências são reforçadas: até 95% dos ingredientes vegetais devem ser de origem biológica, e 20% do produto final também deve sê-lo (COSMOS, 2013). Embora cada rótulo tenha os seus próprios critérios específicos, estes limites permanecem globalmente

coerentes de um referencial para outro. Refletem uma vontade comum de regulamentar o uso dos termos «natural» e «biológico», assegurando ao mesmo tempo um mínimo de transparência e de qualidade na formulação dos produtos (Kirk-Othmer, 2012).

Em complemento a estes critérios quantitativos, a certificação do Instituto Biodinâmico (IBD) uma certificadora brasileira com mais de 30 anos de experiência e a maior da América Latina no setor agroecológico, fornece um quadro rigoroso para os processos de obtenção autorizados para os ingredientes naturais e biológicos, numa perspectiva de ecodesign respeitadora do ambiente. Distinguem-se várias categorias:

- as substâncias naturais, obtidas por processos físicos suaves (pressão, destilação, extração com água ou com CO₂ Supercrítico),
- as substâncias idênticas às naturais, usadas apenas em caso de indisponibilidade de equivalentes naturais,
- os derivados naturais, sujeitos a modificações ligeiras como a hidrólise ou a saponificação,
- e finalmente as substâncias proibidas, resultantes de sínteses ou transformações incompatíveis com o conceito de naturalidade.

Os métodos de extração não devem alterar a qualidade dos ingredientes, produzir resíduos tóxicos nem implicar o uso de solventes ou catalisadores não conformes. Técnicas como a hidrogenação ou a fermentação são aceites sob condições rigorosas, enquanto a adição de água a extratos concentrados deve ser rigorosamente controlada. Estes critérios garantem que os ingredientes conservados nas formulações cosméticas respeitam as normas da agricultura biológica ou da extração certificada (IBD Certificações, 2014). Embora a certificação IBD tenha origem no Brasil e não seja utilizada na Europa, as suas exigências técnicas estão largamente alinhadas com os referenciais europeus como a certificação COSMOS dando ênfase não só à origem biológica dos ingredientes, mas também à rastreabilidade e à pureza dos processos de transformação. A certificação COSMOS insiste igualmente no rigor dos processos de produção, na avaliação ambiental dos processos químicos e na transparência ao longo de toda a cadeia de abastecimento, o que reforça a coerência entre os dois referenciais, apesar dos seus contextos geográficos distintos (COSMOS, 2024). Nesta continuidade, o referencial COSMOS destaca-se igualmente por uma política estrita de exclusão de numerosas substâncias controversas, sejam de origem sintética ou resultantes de processos industriais considerados poluentes

ou potencialmente nocivos. A abordagem baseia-se na aplicação rigorosa do princípio da precaução: sempre que um ingrediente ou um processo levante questões quanto à sua segurança para a saúde humana ou para o ambiente, a sua utilização é proibida. Esta lógica leva nomeadamente à proibição da utilização de OGM, de irradiação ionizante, bem como da grande maioria dos nanomateriais, com exceção de alguns minerais autorizados em usos muito específicos, como os filtros solares.

A certificação COSMOS vai além da simples seleção de ingredientes, enquadrando igualmente os processos de transformação autorizados. Estes devem respeitar os princípios da química verde, favorecendo métodos suaves, sustentáveis e respeitadores dos equilíbrios biológicos. As transformações que envolvam reações complexas como a etoxilação, a propoxilação ou a halogenação são assim explicitamente excluídas, tal como o uso de solventes derivados da petroquímica, salvo raras exceções sob condições muito rigorosas. Este nível de exigência reflete uma vontade clara: garantir que os produtos certificados não se limitem a ingredientes de origem natural, mas que integrem uma abordagem global de formulação limpa, ética e respeitadora dos sistemas vivos (COSMOS, 2024). Estes critérios de composição e de transformação, embora enquadrados por referenciais privados, contribuem para construir uma imagem de qualidade e de confiança em torno dos cosméticos biológicos e naturais. Estas exigências técnicas influenciam diretamente a forma como os consumidores percebem estes produtos e orientam os seus comportamentos de compra, tema que será abordado na secção seguinte.

2.1.3) Perfis dos consumidores de cosméticos biológicos e variáveis que influenciam a compra

A crise sanitária provocada pela pandemia de COVID-19 alterou profundamente os hábitos de consumo em todo o mundo. Em particular durante o confinamento, foi um momento de tomada de consciência para muitos indivíduos quanto à importância de preservar a sua saúde, o seu bem-estar, mas também o ambiente. Este período pôs em evidência os laços estreitos entre o nosso modo de vida, a nossa alimentação, os produtos que utilizamos no dia a dia, nomeadamente no que toca aos cuidados e cosméticos, e o seu impacto na saúde e no planeta. Cada vez mais consumidores voltaram-se para alternativas percebidas como mais naturais, mais saudáveis e mais éticas, assinalando

assim uma viragem para um consumo mais responsável. Os comportamentos de compra ligados aos cosméticos naturais revelam uma segmentação clara dos consumidores de acordo com os seus valores, o seu estilo de vida e a sua sensibilidade para com o ambiente. As pesquisas recentes sobre o comportamento dos consumidores relativamente aos cosméticos naturais evidenciam perfis variados, influenciados por fatores ambientais, económicos e socio-demográficos. Um estudo realizado na Hungria por Amberg & Fogarassy (2019) permitiu identificar três grandes grupos de consumidores. O primeiro, muito empenhado, reúne indivíduos maioritariamente sensíveis à saúde e ao ambiente: 86% afirmam ser influenciados por motivações ecológicas nas suas decisões de compra, 78% adotam um estilo de vida saudável, e 70% desejam privilegiar cosméticos naturais. Este grupo está igualmente disposto a fazer concessões quanto à eficácia do produto, sendo que 57% deles estão dispostos a escolher um cosmético natural considerado menos eficaz do que o seu equivalente convencional. O segundo perfil reúne consumidores mais moderados, que valorizam a escolha de ingredientes e embalagens naturais, com 70% e 68% dos inquiridos, respetivamente, declarando-se dispostos a pagar mais por esses critérios, mas continuam mais reticentes relativamente à alimentação biológica ou a certos sacrifícios em termos de eficácia.

Por fim, um terceiro grupo reúne consumidores mais críticos e pragmáticos. Estes priorizam a eficácia do produto e mostram-se desconfiados face às alegações de marketing associadas ao natural.

O estudo destaca igualmente uma diferença de género marcada: 66% dos inquiridos eram mulheres, das quais 77%, a grande maioria, a orientarem-se para produtos naturais. Estes resultados mostram que, embora os valores ecológicos e de saúde influenciem as intenções de compra, outros fatores como a perceção da eficácia, a confiança nas marcas ou a relação qualidade-preço continuam a ter um peso significativo na decisão final (Amberg & Fogarassy, 2019).

Estas constatações são reforçadas por um estudo semelhante realizado em Portugal por Finisterra Do Paço et al., (2009) junto de 887 indivíduos, que também distingue três segmentos. O primeiro, representando 36% da amostra, corresponde a jovens adultos urbanos entre os 18 e os 34 anos com um bom nível de educação, mas pouco propensos a adotar comportamentos ecologicamente responsáveis, apesar de um conhecimento declarado das questões em jogo. Este perfil, qualificado como pouco empenhado, ilustra uma forma de desfasamento entre discurso e prática. O segundo grupo, designado como

«ativistas verdes» (35%), é composto por indivíduos instruídos e mais velhos (24 a 54 anos), com empregos qualificados, que manifestam um verdadeiro compromisso ecológico nas suas compras. No entanto, tal como na Hungria, estes consumidores mostram-se críticos em relação ao *greenwashing* ou seja, as estratégias enganosas utilizadas pelas empresas para parecerem ecológicas quando não o são, e exigem transparência. O último grupo, que representa 29% da amostra, é mais heterogéneo e menos estruturado. É composto por indivíduos mais velhos, com menos qualificações académicas, a exercer profissões pouco qualificadas ou domésticas. A sua postura face ao ambiente é ambivalente: embora por vezes expressem convicções ecológicas, estão pouco inclinados a agir concretamente e consideram frequentemente que a sua ação individual tem pouco impacto. A sua atitude é também marcada por um forte ceticismo relativamente às campanhas de comunicação das empresas.

Um estudo mais recente sobre os comportamentos de compra no período pós-pandemia no domínio dos cosméticos biológicos foi realizado no Vietname entre 2022 e 2023 por Phu e colaboradores (2024), que analisaram as principais motivações dos consumidores neste contexto. Este estudo mostra que de forma geral, os consumidores têm uma atitude bastante positiva face a este tipo de produtos, vistos como mais seguros, amigos do ambiente e compatíveis com um estilo de vida saudável. Os autores identificam vários fatores que influenciam de forma significativa a intenção de compra como a perceção das vantagens do produto (menos irritação ou melhor da qualidade da pele), o acesso à informação, a influência de familiares ou profissionais de saúde e a própria atitude do consumidor. Curiosamente, a publicidade não teve um grande impacto. Apesar de estes dados refletirem a realidade vietnamita, eles mostram uma tendência que também se sente noutros países: depois da pandemia, muitas pessoas começaram a dar mais importância à saúde e ao ambiente na hora de escolher cosméticos. No entanto, estas motivações ecológicas, por si só, não são suficientes para explicar a decisão de compra. Fatores como a idade, o nível de escolaridade, o rendimento e a perceção da eficácia do produto mantêm um papel determinante na definição dos comportamentos dos consumidores. Estes elementos devem ser cuidadosamente considerados em qualquer estratégia de comunicação ou rotulagem voltada para a promoção dos cosméticos biológicos (Phu et al., 2024).

2.2.1) Rotulagem

O mercado de cosméticos biológicos e naturais estruturou-se progressivamente a partir da década de 1990, com o aparecimento de rótulos dedicados que garantem a conformidade dos produtos com determinadas exigências ecológicas, sanitárias e éticas. Estes rótulos, embora variem de país para país, assentam frequentemente em normas comuns ou harmonizadas, como o standard COSMOS ou o da associação NATRUE. O COSMOS (2024) é um rótulo privado europeu fundado em 2010, resultante de uma colaboração entre vários organismos certificadores europeus de diferentes países: BDIH (Alemanha), COSMEBIO e ECOCERT (França), ICEA (Itália) e Soil Association (Reino Unido) (Flor et al., 2019). Este rótulo estabelece diferentes categorias de certificação baseadas no nível de compostos naturais presentes ou de composição biológica dos produtos:

- COSMOS ORGANIC (fig. 1) : esta designação é atribuída a produtos que respeitam integralmente as normas estabelecidas, incluindo as percentagens de ingredientes provenientes da agricultura biológica. Para obter este rótulo, não basta que os ingredientes sejam naturais: uma parte significativa deles deve também ser biológica, de acordo com limites estritamente definidos.



Figura 1: Logótipo de certificação COSMOS ORGANIC (COSMOS, 2025)

- COSMOS NATURAL (fig. 2) : esta versão do rótulo é atribuída a produtos que, embora respeitem as exigências ecológicas e sanitárias do referencial COSMOS, não possuem uma quantidade suficiente de ingredientes biológicos para serem qualificados como «orgânicos». Trata-se assim de um nível de compromisso intermédio, que garante uma fórmula natural sem necessariamente pretender uma proporção elevada de biológico (Cosmébio, 2017). Mas o COSMOS não se limita aos produtos acabados: o sistema inclui também rótulos específicos para as matérias-primas utilizadas na formulação cosmética.

**COSMOS
NATURAL**

Figura 2: Logótipo de certificação COSMOS NATURAL (COSMOS, 2025)

- COSMOS CERTIFIED (fig. 3) : refere-se aos ingredientes transformados (fisicamente ou quimicamente) que respeitam as normas definidas em termos de conteúdo orgânico. Estas matérias-primas certificadas podem ser integradas diretamente em cosméticos com rótulo COSMOS.

**COSMOS
CERTIFIED**

Figura 3: Logótipo de certificação COSMOS CERTIFIED (COSMOS, 2025)

- COSMOS APPROVED (fig. 4) : diz respeito a ingredientes não biológicos, mas cujo uso é autorizado em formulações certificadas COSMOS. Estas matérias-primas são enquadradas para garantir a sua conformidade com os critérios do rótulo (COSMOS, 2025)

**COSMOS
APPROVED**

Figura 4: Logótipo de certificação COSMOS APPROVED (COSMOS, 2025)

Todos estes rótulos são atribuídos na sequência de um processo de certificação rigoroso, conduzido por um organismo acreditado independente, que controla a conformidade dos produtos em cada etapa da sua elaboração. Por seu lado, a NATRUE, organização sem fins lucrativos com sede na Bélgica, surgiu em 2007. Foi fundada por fabricantes que desejavam estabelecer padrões rigorosos para os cosméticos naturais e biológicos. A particularidade da NATRUE (fig. 5) reside na sua filosofia exigente e na sua transparência. Ao contrário de alguns referenciais mais flexíveis, a NATRUE distingue claramente os ingredientes naturais, derivados naturais e biológicos, e recusa

categoricamente a utilização de substâncias de origem petroquímica, perfumes ou corantes sintéticos, ou ingredientes geneticamente modificados.



Figura 5: Logótipo NATRUE (NATRUE, 2021)

A NATRUE propõe três níveis de certificação :

- Cosmético natural: o produto é formulado exclusivamente com ingredientes de origem natural.
- Cosmético natural com percentagem biológica: uma parte dos ingredientes naturais é proveniente da agricultura biológica.
- Cosmético biológico: pelo menos 95% das substâncias naturais contidas no produto são biológicas (Natrue, 2022)

Entre outros atores reconhecidos, podemos citar a Ecocert, pioneira francesa na certificação biológica, a ICEA em Itália, ou ainda o IBD no Brasil, cujos standards são reconhecidos pela NATRUE para exportação e que possuem referenciais mais ou menos próximos. Todos estes rótulos têm em comum o objetivo de dar sentido à alegação “natural” ou “biológico”, num setor onde as derivas de marketing são frequentes. Graças às suas exigências elevadas, permitem oferecer aos consumidores uma garantia de seriedade e de compromisso por parte das marcas (COSMOS, 2025)

2.2.2) Critérios de obtenção e diferenças entre rótulos/certificações

Por detrás de cada rótulo cosmético reconhecido, encontra-se um processo de certificação rigoroso, conduzido por um organismo independente. Este tem como função assegurar que o produto respeita um caderno de encargos específico, que vai muito além da simples composição. Trata-se de um verdadeiro compromisso global, que abrange tanto a origem dos ingredientes como o seu modo de transformação, a rastreabilidade, a ética de fabrico e o impacto ambiental do produto. No caso do rótulo COSMOS, o processo de

certificação está estruturado em torno de vários pilares. Os produtos devem ser formulados a partir de matérias-primas naturais ou biológicas, transformadas através de processos suaves e ambientalmente responsáveis. O uso de certos ingredientes ou processos é estritamente proibido (como a irradiação, a utilização de OGM ou ainda de solventes químicos agressivos). O referencial define igualmente listas precisas de ingredientes autorizados, nomeadamente para conservantes ou agentes de limpeza (L'équipe d'Ecocert, 2025). O fabricante deve igualmente fornecer documentação completa e rastreável para cada matéria utilizada. Isto inclui a origem, a percentagem de biológico, o processo de extração, bem como a etiquetagem conforme. São realizadas auditorias regularmente para garantir o respeito pelos compromissos, e qualquer alteração na fórmula ou no processo deve ser comunicada ao organismo certificador (COSMOS, 2024). Outro aspeto importante diz respeito às boas práticas de fabrico (BPF): a norma ISO 22716 é frequentemente exigida para garantir um nível elevado de higiene, segurança e qualidade ao longo de toda a cadeia de produção (Coiffard, 2008). Para além dos critérios técnicos, cada rótulo estabelece também os seus próprios limites quantitativos para assegurar um nível mínimo de compromisso. O COSMOS exige, por exemplo, que 95% dos ingredientes vegetais sejam provenientes da agricultura biológica, e que pelo menos 20% do produto final (excluindo água e minerais) seja biológico (Fonseca-Santos et al., 2015). Já a NATRUE exige que 75% dos produtos de uma mesma marca sejam certificados para que um deles o seja. É também mais rigoroso no que diz respeito à origem natural dos ingredientes autorizados, com uma tolerância muito menor em relação a substâncias transformadas ou derivadas (Bozza et al., 2022). A principal diferença entre um rótulo e uma certificação reside na sua função. O rótulo é visível na embalagem, tranquiliza o consumidor e comunica uma promessa. A certificação, por sua vez, baseia-se numa auditoria verificada por um organismo independente e constitui a base técnica e jurídica dessa promessa. Em outras palavras, o rótulo é a montra, a certificação é o controlo dos bastidores (Najel, n.d.). Os referenciais podem também diferir de acordo com os valores que defendem. O COSMOS, pela sua estrutura colaborativa, visa harmonizar as práticas à escala europeia, tendo em conta as especificidades nacionais. Já a NATRUE adota uma posição mais rigorosa e seletiva, nomeadamente ao impor uma coerência global à escala da marca. Na NATRUE, um produto só pode ostentar o rótulo se 75% dos produtos da marca estiverem certificados NATRUE (Natrue, 2022).

Além disso, as certificações não dizem respeito apenas às fórmulas: interessam-se também pelas embalagens, pela gestão de recursos, pelo tratamento de águas, pela ética social e pela sustentabilidade de toda a cadeia de produção.

Este nível de exigência explica por que razão os produtos certificados são geralmente mais bem percebidos pelos consumidores, que os vêem não apenas como um selo de qualidade, mas também como um sinal de verdadeiro compromisso ético e ecológico. É também isto que os distingue dos simples produtos “à base de plantas” ou que exibem menções “naturais” sem controlo nem valor regulamentar (Swain, 2024).

2.2.3) Exigências específicas para a denominação biológica

No domínio dos cosméticos, o termo “biológico” é amplamente utilizado, mas nem sempre é bem compreendido, nem estritamente regulamentado por lei. Ao contrário da alimentação biológica, que beneficia de um enquadramento regulamentar claro a nível europeu, os cosméticos biológicos assentam principalmente em referenciais privados. São, portanto, rótulos como o COSMOS, o NATRUE e outros que definem os critérios que permitem a um produto reivindicar a denominação “biológico” (Bozza et al., 2022). Para que um produto cosmético seja considerado biológico, não basta incluir alguns extratos de plantas. É necessário respeitar percentagens precisas de ingredientes biológicos e cumprir normas rigorosas em toda a sua cadeia de produção.

A tabela 1 permite comparar estes dois principais referenciais a fim de compreender melhor as exigências específicas associadas à denominação “biológico”.

Tabela 1: Comparação entre os referenciais COSMOS e NATRUE para a certificação de cosméticos biológicos

Critérios/Rótulos	COSMOS	NATRUE
% de ingredientes vegetais bio	≥ 95% dos ingredientes vegetais devem ser certificados bio	≥ 95% de ingredientes naturais provenientes de agricultura biológica ou colheita selvagem
% mínimo de ingredientes biológicos no produto (excluindo água e minerais)	≥ 20% do total (ou ≥ 10% em produtos enxaguados)	Objetivo elevado (≈ 95%), dependendo da categoria do produto
OGM, testes em animais, sintéticos	Proibidos	Proibidos, ingredientes devem ter 100% natural
Substâncias petroquímicas	Fortemente limitados, com exceções autorizadas	Muito estritamente limitadas ou excluídas
Coerência de marca	Não exigida	Sim, ≥ 75% da gama deve ser certificada para que um produto o seja
Colheita selvagem controlada	Aceite com rastreabilidade e impacto ambiental nulo	Aceite se certificada e respeitando a biodiversidade
Processos autorizados	Transformação suave (destilação, fermentação)	Transformação física ou natural apenas, processos agressivos proibidos
Processos proibidos	Irradiação, alquoxilação, OGM, solventes petroquímicos	Proibição rigorosa de processos agressivos, químicos e OGM
Certificação por organismo independente	Obrigatória em todas as etapas (formulação, fabrico, embalagem)	Sim, auditorias realizadas por certificador acreditado

Fontes : (COSMOS, 2024; NATRUE, 2021)

Os rótulos biológicos não avaliam unicamente a composição do produto. A designação “biológico” implica um compromisso mais amplo:

- Rastreabilidade das matérias-primas, desde o cultivo até à embalagem.
- Eco-responsabilidade das embalagens: reciclabilidade, redução de plásticos, tintas sem solventes.
- Gestão sustentável dos recursos (energia, água, resíduos) durante a produção.
- Ética social: alguns rótulos asseguram igualmente que as condições de trabalho na cadeia de abastecimento sejam decentes e justas.

Esta abordagem global distingue os verdadeiros cosméticos biológicos dos simples produtos “verde” pelo marketing. Dá um sentido à designação e reforça a confiança do consumidor. Por fim, é essencial recordar que um produto pode muito bem conter ingredientes biológicos sem, no entanto, respeitar as exigências globais dos referenciais. É por isso que menções como “à base de ingredientes biológicos” ou “enriquecido com extratos naturais” não garantem uma certificação. Só um rótulo reconhecido, presente na embalagem, garante um compromisso realmente enquadrado e verificado (Martins & Marto, 2023)

3. Ingredientes naturais na cosmética biológica

3.1) Tipologia dos ingredientes naturais utilizados

Na formulação de cosméticos biológicos, os ingredientes de origem natural ocupam um lugar central. São provenientes principalmente de plantas e minerais e são escolhidos não apenas pelas suas propriedades benéficas para a pele, mas também pelo seu baixo impacto ambiental (Bom et al., 2019). A tabela 2 apresenta os principais ingredientes utilizados nos cosméticos biológicos, indicando as suas propriedades e os mecanismos através dos quais atuam na pele, a fim de compreender como cada ingrediente natural contribui para a eficácia global de um cuidado biológico.

Tabela 2: Ingredientes naturais utilizados em cosméticos biológicos: principais propriedades e mecanismos de ação

Tipo	Exemplos	Propriedades	Mecanismo de ação
Óleos vegetais	Argão (<i>Argania spinosa</i>), Jojoba (<i>Simmondsia chinensis</i>), Amêndoa doce (<i>Prunus amygdalus dulcis</i>), Abacate (<i>Persea americana</i>), Coco (<i>Cocos nucifera</i>), Rícino (<i>Ricinus communis</i>), Arnica (<i>Arnica montana</i>)	Suavizante, nutritivo, regenerador, anti-inflamatório, cicatrizante, emoliente	Ricos em vitaminas e ácidos gordos, reforçam a barreira cutânea e combatem o stress oxidativo
Manteigas vegetais	Karité, Cacau, Manga, Abacate, Coco	Nutritivo, reparador, hidratante, protetor, suavizante	Formam um filme lipídico que previne a perda de água e melhora a elasticidade da pele
Óleos essenciais	Lavanda, Alecrim, Tea tree, Tomilho	Antimicrobiano, antioxidante	Perturbam membranas bacterianas,

			provocando lise e morte celular
Extratos vegetais	Aloé vera, Camomila, Chá verde	Anti-idade, suavizante, antioxidante	Neutralizam radicais livres; atuam sobre a microcirculação e metabolismo celular
Vitaminas naturais	Vitamina A (retinol), C e E	Anti-idade, antioxidante	Estimulam a produção de colagénio e protegem as membranas celulares
Produtos da colmeia	Mel, geleia real, própolis	Cicatrizante, hidratante, antibacteriano	Aceleram a cicatrização, limitam a inflamação e regulam o envelhecimento
Argilas	Verde, branca, vermelha	Purificante, regenerante	Adsorvem impurezas e regeneram a pele graças aos minerais.

Fontes: (Compagnie des sens, 2025; Equipe Pranarôm, n.d.; Awuchi, 2017; Hoang et al., 2021; Martinotti et al., 2023; Mitura et al., 2020; Noshirvani, 2024; Saritha et al., 2015; Sarruf et al., 2024; Schlienger, 2022)

3.2.1) Tolerância cutânea e biocompatibilidade

O crescimento dos ingredientes naturais na cosmética assenta em grande parte na sua boa compatibilidade com a pele humana, em comparação com os compostos convencionais. Os consumidores procuram hoje fórmulas suaves, capazes de reduzir as reações cutâneas (sejam irritações ou reações alérgicas) e de evitar a acumulação de substâncias tóxicas no organismo, algo que alguns extratos naturais parecem permitir graças à sua composição mais biocompatível. Os estudos de Afandi (2022) e de Liu (2022) demonstraram, nomeadamente, que os ingredientes naturais são menos propensos a provocar reações cutâneas graves, tornando-os candidatos ideais para produtos destinados a peles sensíveis. Entre estes ingredientes, os óleos essenciais são particularmente valorizados pelos

benefícios terapêuticos. Utilizados em cuidados cutâneos, desempenham um duplo papel: protegem a pele das agressões microbianas e contribuem para a eficácia global do produto cosmético, nomeadamente nas formulações antiacne ou antienvelhecimento (Rasool et al., 2022). A sua utilização na cosmética também assenta na sua riqueza em compostos bioativos, que lhes conferem propriedades antimicrobianas e antioxidantes, mantendo-se globalmente bem tolerados pela pele. A sua eficácia foi confirmada em vários domínios cosméticos, desde a prevenção do envelhecimento cutâneo, à proteção solar natural e à redução das inflamações (Campolina et al., 2023).

Serra et al., (2023) mostraram igualmente que certos extratos, como os de caules de *Vitis vinifera*, possuem propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias potentes. Estes compostos fenólicos ajudam a acalmar vermelhidões, melhorar a elasticidade da pele, estimular a produção de colagénio e atenuar os sinais de envelhecimento, sendo bem tolerados mesmo por peles sensíveis, o que os torna um ingrediente particularmente promissor para peles maduras ou reativas. A sua ação antioxidante também permite neutralizar os radicais livres, contribuindo para prevenir o envelhecimento cutâneo provocado por agressões ambientais. Esta tolerância cutânea é também confirmada pelos resultados clínicos obtidos com certos extratos de plantas. Uma loção à base de farelo de arroz preto mostrou uma redução significativa do índice de melanina e do eritema cutâneo dos participantes, o que atesta um efeito clareador e calmante, sem reações adversas notáveis. Estes resultados ilustram o potencial calmante e iluminador deste tipo de princípios ativos naturais (Jufri et al., 2021). Contudo, esta naturalidade tão procurada também acarreta algumas limitações técnicas e biológicas. Uma das principais dificuldades reside na sua biodisponibilidade. Muitos ingredientes naturais, apesar da sua riqueza em ativos, apresentam baixa estabilidade, biodisponibilidade reduzida ou penetração cutânea insuficiente, o que complica a sua eficácia real in vivo. A isto junta-se o problema da estabilidade das fórmulas, com alguns compostos naturais a serem sensíveis à oxidação, à luz ou à temperatura (Goyal & Jerold, 2023).

Também há outro grande desafio, sobre a variabilidade das matérias-primas vegetais, que depende muito das condições climáticas, da estação do ano e do método de colheita. Esta variabilidade pode dificultar a normalização dos produtos cosméticos, nomeadamente em termos de concentração de princípios ativos e de eficácia final (Campolina et al., 2023). A escolha do processo de extração também desempenha um papel fundamental, uma vez que certos solventes podem modificar as propriedades dos extratos, e uma extração mal controlada pode levar à presença de resíduos irritantes (Wu & Liang, 2025).

Por conseguinte, é importante recordar que “natural” não significa “isento de riscos”: o limoneno, embora de origem vegetal, é um alergénio potencial nos cosméticos. Utilizado pelas suas propriedades aromáticas, pode provocar reações cutâneas em indivíduos sensíveis (Goyal & Jerold, 2023). Isto mostra bem a necessidade de avaliar cientificamente todos os ingredientes naturais, mesmo aqueles provenientes de plantas comuns. Apesar destas precauções, os ingredientes naturais continuam a ser amplamente utilizados porque representam uma alternativa credível aos conservantes convencionais, que são frequentemente criticados pelo seu potencial irritante ou pelo seu efeito de desregulação endócrina. Alguns óleos essenciais têm atividade antimicrobiana, mas a sua incorporação nas fórmulas nem sempre é simples e muitas vezes é necessário combiná-los com outros ingredientes para obter uma eficácia comparável à dos conservantes tradicionais (Nowak et al., 2021). Mesmo que a integração destas alternativas levante alguns obstáculos, o seu desenvolvimento continua a ser uma prioridade para a indústria, especialmente com a evolução da regulamentação. Na Europa, o regulamento REACH exige uma reavaliação da segurança de cada substância, tanto para os seres humanos como para o ambiente, o que incentiva a adoção de ingredientes mais seguros e menos poluentes (Pense-Lheritier, 2013). Por último, as expectativas dos consumidores desempenham um papel importante nesta transição para produtos mais respeitadores da pele e do ambiente. Atualmente, as empresas procuram oferecer produtos cosméticos eficazes, seguros, naturais e sustentáveis. Este movimento em direção a uma maior biocompatibilidade não está isento de desafios, mas está a abrir caminho à inovação centrada em ingredientes mais bem tolerados e mais amigos do ambiente (Bom et al., 2019). Em suma, os ingredientes naturais oferecem um perfil de tolerância interessante, particularmente procurado para cuidados faciais e produtos destinados a peles sensíveis. No entanto, a sua integração em fórmulas eficazes e estáveis exige ajustes tecnológicos, bem como um enquadramento regulamentar rigoroso para garantir simultaneamente a segurança e o desempenho dos produtos (Pense-Lheritier, 2013).

3.2.2) Desafios de formulação e conservação

O desenvolvimento da cosmética biológica baseia-se numa vontade de se afastar da química convencional, substituindo os ingredientes convencionais sintéticos por matérias-primas naturais. No entanto esta mudança vem acompanhada de vários desafios

técnicos, especialmente no que diz respeito à formulação e à conservação dos produtos acabados. As exigências impostas pelos referenciais biológicos, que proíbem o uso de numerosos conservantes sintéticos como os parabenos ou o fenoxietanol, obrigam os formuladores a recorrer a soluções alternativas frequentemente menos eficazes. Assim, a conservação torna-se um ponto particularmente sensível nos cosméticos naturais. Algumas soluções foram testadas, como a utilização de enzimas provenientes da indústria agroalimentar, como a lactoperoxidase e a glucose oxidase. No entanto, este sistema não se revelou convincente no domínio da cosmética, principalmente devido à falta de dados sobre a sua eficácia em fórmulas complexas e à ausência de garantias suficientes quanto à sua tolerância cutânea (Couteau & Coiffard, 2010). É por isso que conservantes mais “clássicos”, mas de origem natural, como o álcool etílico ou certos óleos essenciais, passaram a ser utilizados em muitas formulações. No entanto, também eles apresentam problemas: de facto, o etanol, embora eficaz contra bactérias e leveduras, pode secar a pele e favorecer a penetração de outras substâncias, o que pode ser problemático, especialmente em produtos solares (Couteau & Coiffard, 2010). Os óleos essenciais são também amplamente utilizados pelas suas propriedades antimicrobianas, mas a sua utilização em formulações continua a ser complexa. A sua composição pode variar muito em função da planta de origem, das condições de crescimento, do período de colheita, dos métodos de extração e do armazenamento, fatores que influenciam a sua estabilidade e, por conseguinte, a sua eficácia. Para além dos óleos essenciais, os extratos vegetais também têm sido explorados como alternativas conservantes graças às suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes, ligada à presença de compostos como os polifenóis, flavonoides ou taninos (Pereira et al., 2022). Mas também aqui a sua eficácia pode ser comprometida pela instabilidade das fórmulas ou pelas interações com outros ingredientes. A sua composição depende de muitos fatores: espécies vegetais, método de extração, condições de armazenamento, ambiente de cultivo, clima e tipo de solo, o que torna difícil obter uma qualidade consistente. Assim, dois óleos essenciais provenientes da mesma planta, mas cultivados em condições diferentes, podem ter propriedades muito diferentes, o que torna a sua utilização industrial muito difícil. Além disso, o seu conhecido potencial alergénico faz com que estejam sujeitos a uma regulamentação rigorosa a partir do momento em que é ultrapassado um determinado limiar de concentração (Kfoury & Fourmentin, 2024). Embora sejam geralmente biocompatíveis, as suas propriedades físico-químicas podem ser sensíveis às variações ambientais. É o

caso do alginato, cujas características podem variar consoante o local de cultivo das algas, o que torna difícil a normalização das fórmulas (Zhang et al., 2025).

Outro grande desafio é garantir a estabilidade destes ingredientes naturais ao longo do tempo. O Comité Científico da Segurança dos Consumidores (SCCS, 2023) recomenda que cada ingrediente de origem vegetal seja acompanhado de análises precisas da sua composição, da variabilidade de lote para lote, do teor de ingredientes ativos e de qualquer contaminação microbiana, a fim de garantir a segurança e a reprodutibilidade dos produtos cosméticos (SCCS, 2023).

Apesar disso, alguns ingredientes naturais são considerados verdadeiros trunfos graças à sua estabilidade. É o caso do óleo de jojoba, muito utilizado na cosmética biológica pela sua resistência à oxidação e à rancidez. O seu baixo teor de água, a sua compatibilidade com o sebo humano e a sua facilidade de extração fazem dele uma excelente base oleosa, nomeadamente para prolongar a duração dos produtos de cuidados da pele sem adição de conservantes sintéticos (Sandha & Swami, 2009).

Para concluir, a ambição de oferecer cosméticos naturais e biológicos sem comprometer a segurança ou a eficácia é um objetivo ambicioso, mas que se depara com restrições técnicas reais. A fragilidade de certos ingredientes e os limites de conservação obrigam os formuladores a fazer escolhas rigorosas, por vezes em detrimento das qualidades sensoriais do produto. Para progredir neste domínio, a inovação continua a ser essencial, quer no desenvolvimento de conservantes naturais, quer em novas tecnologias de formulação.

3.2.3) Variabilidade das composições naturais

Um dos principais desafios quando se trabalha com ingredientes naturais em cosméticos orgânicos é a sua variabilidade. Ao contrário das substâncias sintéticas, cuja composição é estável e controlada, as matérias-primas de origem vegetal podem mudar de um lote para o outro, o que tem uma influência direta na eficácia, estabilidade e até segurança do produto acabado. Veja-se o caso dos óleos essenciais, muito utilizados pelas suas propriedades aromáticas e antimicrobianas. Como já foi referido, as suas composições químicas podem variar consideravelmente consoante o ambiente em que se encontram. Estes fatores afetam não só o cheiro ou a cor do óleo, mas também as suas propriedades terapêuticas e até os seus efeitos secundários.

Para garantir uma qualidade constante, são necessárias certificações como OEQT (óleo essencial quimiotipado) ou OEGBD (óleo essencial botânica e bioquimicamente definido), que asseguram uma identificação botânica e bioquímica precisa, essencial para um uso seguro e eficaz na cosmética (Kfoury & Fourmentin, 2024). As menções OEQT ou OEGBD são utilizadas por alguns laboratórios para provar que um óleo essencial é puro, bem identificado e corretamente extraído. Não são certificações oficiais, mas garantias criadas por marcas como a Pranarôm para transmitir confiança ao consumidor quanto à qualidade do produto (Pranarôm, 2023; De la Charie, 2025).

Este fenómeno de variação não se limita aos óleos essenciais. As argilas utilizadas em máscaras, por exemplo, apresentam diferenças notáveis de composição mineral conforme a sua origem geológica. Isto pode influenciar a sua cor, textura e, potencialmente, os seus efeitos sobre a pele, embora a curto prazo, alguns testes clínicos não tenham mostrado diferenças significativas na firmeza ou elasticidade da pele (Valéria et al., 2016). De forma mais ampla, a composição das substâncias naturais pode variar de um lote para outro, em função das condições de colheita, do armazenamento ou do processo de extração. Por este motivo, as autoridades europeias exigem uma avaliação de segurança específica para os ingredientes de origem natural, tendo em conta as concentrações variáveis dos componentes conforme os lotes e as suas interações no produto final (SCCS, 2023). Do lado dos fabricantes, esta variabilidade complica a formulação: alguns ingredientes naturais ou alternativos aos conservantes clássicos têm efeitos que podem flutuar consoante o pH do produto, ou que necessitam de um ambiente de produção muito controlado para se manterem eficazes. Assim, conservantes naturais podem perder a sua ação em caso de ligeira variação da formulação, levando por vezes a um feedback dos utilizadores sobre uma eficácia reduzida (Andersen et al., 2015). Esta dificuldade é também agravada pelo facto de, para alguns ingredientes naturais, faltar prova científica de eficácia ou segurança, frequentemente porque são percecionados de baixo risco e não estão sujeitos às mesmas exigências regulamentares que as moléculas sintéticas (Komala et al., 2023). Isto destaca a necessidade crescente de uma padronização e avaliação rigorosa destes componentes, apesar de serem muito procurados.

Por fim, outro exemplo revelador é o do óleo de Carapa, extraído de sementes colhidas na maturidade. A qualidade deste óleo depende fortemente das condições de colheita: sementes caídas antes do tempo ou já germinadas podem originar a degradação do óleo. Isto mostra até que ponto as práticas agrícolas influenciam diretamente a qualidade de um ingrediente cosmético natural (Weber et al., 2010).

3.2.4) Impacto ambiental e poluição associada aos cosméticos biológicos

A utilização de ingredientes naturais e biológicos na cosmética biológica apresenta vantagens ambientais evidentes tais como a redução do uso de químicos sintéticos, a menor poluição nos processos de produção e a maior biodegradabilidade dos produtos finais. No entanto, também é importante reconhecer os desafios que vêm com essa escolha. Algumas matérias-primas, como o incenso, o argão, o carité ou a candelilha, são tão procuradas que correm o risco de serem sobre-exploradas, pondo em perigo a sua sobrevivência na natureza. Este problema também afeta ingredientes de uso agrícola como o óleo de palma e o óleo de coco cuja produção intensiva, principalmente em países asiáticos está ligada a fenômenos de desflorestação e à conversão de terras agrícolas em monoculturas. Estas plantas são responsáveis pela desflorestação maciça e pela conversão de terras agrícolas em plantações intensivas, o que tem um impacto direto nos ecossistemas locais (GT cosmetiques, 2024). Face a esta realidade, é fundamental adotar práticas de cultivo e de colheita responsáveis que respeitem os ritmos naturais de renovação das espécies. Foram criados quadros, como o Protocolo de Nagoya, para garantir a exploração sustentável e equitativa da biodiversidade. Apesar disso, a procura crescente de ingredientes naturais nos cosméticos corre o risco de levar à conversão de novas áreas naturais ou agrícolas em plantações industriais, o que só agravaria as pressões ambientais (GT cosmetiques, 2024). O impacto na biodiversidade também é relevante, com perdas associadas à exploração de recursos e à ocupação do solo. O ciclo de vida completo dos cosméticos é um fator de emissões de gases com efeito de estufa: a produção e o transporte das matérias-primas, a extração, a transformação e a embalagem (plástico, vidro, alumínio), sem esquecer a utilização dos produtos pelos consumidores. Segundo um estudo da consultora ambiental Quantis, especializada em avaliar o impacto ambiental de setores industriais realizado em 2020, estas emissões representam entre 0,5% e 1,5% das emissões globais de gases com efeito de estufa, com um contributo maior durante a utilização dos produtos (Colla et al., 2024).

A exploração dos recursos hídricos é também uma questão-chave, uma vez que a água está omnipresente nas formulações e nos processos de produção. Tal impacto pode dever-se às substâncias químicas utilizadas na produção, ou aos resíduos plásticos provenientes das embalagens, contribuindo para a degradação dos ecossistemas aquáticos (GT

cosmetiques, 2024). Os produtos cosméticos, nomeadamente os que necessitam de enxaguamento, como champôs ou géis de banho, introduzem os seus resíduos nos sistemas de saneamento, podendo acabar no ambiente e afetar as cadeias alimentares (Bilal et al., 2020b). A abordagem de eco-conceção é promovida para limitar estes impactos. Visa aumentar a biodegradabilidade e a não toxicidade das fórmulas, reduzir e reciclar as embalagens e fomentar práticas agrícolas responsáveis, nomeadamente orientadas para a agricultura biológica e agroecologia. Paralelamente, iniciativas como o Green Impact Index, uma ferramenta que avalia os impactos ambientais e sociais dos produtos cosméticos, permitem medir e mostrar a pegada ambiental e social dos produtos cosméticos, orientando assim as escolhas dos consumidores (GT cosmetiques, 2024). No entanto, o uso crescente de ingredientes naturais na cosmética pode, paradoxalmente, agravar algumas formas de poluição e pressões sobre o ambiente. Certas substâncias naturais colocam problemas de sustentabilidade, como o óleo de palma, que podem estar associados à desflorestação, à exploração social ou a impactos na biodiversidade (Martins & Marto, 2023). A formulação de cosméticos naturais não é necessariamente sinónimo de inocuidade para o ambiente: alguns extratos vegetais contêm substâncias tóxicas, e a ausência de uma regulamentação clara sobre os termos “natural” ou “biológico” contribui para a confusão no mercado (Mendonça et al., 2023).

Bilal et al. (2020) mostraram no seu estudo que muitos ingredientes cosméticos, naturais ou não, apresentam um potencial bioativo, bioacumulável e persistente, podendo provocar efeitos nocivos para a saúde humana e para os ecossistemas. A dispersão destas substâncias no ambiente, nomeadamente através das águas residuais e das lamas de depuração, pode causar uma contaminação alargada, afetando tanto os organismos aquáticos como as cadeias alimentar (Staub, 2017).

Por fim, embora os cosméticos biológicos sejam frequentemente percebidos como uma alternativa mais respeitadora, é crucial distinguir as práticas verdadeiramente virtuosas das simples tendências de marketing. A ausência de regulamentação uniforme e as definições vagas contribuem para manter a confusão sobre os reais benefícios ambientais dos cosméticos naturais e biológicos (Franca & Ueno, 2020).

4. Métodos de avaliação da eficácia em cosmética

Quando se avalia a eficácia dos cosméticos biológicos, é importante lembrar que os métodos utilizados são os mesmos que para qualquer outro cosmético. De acordo com o Regulamento (CE) n.º 1223/2009, todos os produtos cosméticos, sejam convencionais, naturais ou biológicos, têm de provar a sua segurança e eficácia antes de chegarem ao mercado. Isso inclui uma série de testes reconhecidos, como os testes *in vitro*, *in vivo* e *ex vivo*. Ou seja, os cosméticos biológicos não estão de forma nenhuma isentos destas exigências (SCCS, 2023). Como refere a associação Cosmébio (2024), mesmo as marcas biológicas seguem protocolos rigorosos e científicos, como estudos clínicos em voluntários, testes instrumentais e autoavaliações. A única coisa que muda realmente é a composição dos produtos, não o rigor da avaliação. No final, os critérios são os mesmos para toda a indústria, o que garante resultados fiáveis e comparáveis. E faz sentido, porque quem compra um creme biológico espera o mesmo nível de eficácia e segurança que num produto convencional (Mélissa, 2024)

4.1) Testes *in vitro*

4.1.1) Culturas celulares

Desde a proibição progressiva dos ensaios em animais no sector dos cosméticos na Europa, formalizada no Regulamento (CE) n.º 1223/2009, os ensaios *in vitro* tornaram-se uma alternativa essencial para avaliar a segurança e a eficácia dos ingredientes ativos. Estes métodos baseiam-se na utilização de modelos de células ou tecidos cultivados em laboratório, permitindo analisar os efeitos biológicos das substâncias num ambiente controlado, sem ter de utilizar modelos vivos inteiros. Uma das grandes vantagens destes testes é a sua capacidade de reproduzir, de forma parcial ou avançada, certas funções-chave da pele humana, como a proliferação celular, a resposta inflamatória, a síntese de colagénio e a permeabilidade da barreira epidérmica (Ramata-Stunda et al., 2013).

Na prática, os ensaios *in vitro* utilizados nos produtos cosméticos podem ser classificados de acordo com o seu nível de complexidade.

Tabela 3: Classificação dos modelos *in vitro* de acordo com a sua complexidade em cosméticos

Modelo	Descrição	Aplicações	Vantagens	Limitações
2D (monocultura)	Células isoladas (fibroblastos, queratinócitos, melanócitos) em monocamadas.	Estudos de citotoxicidade, proliferação e inflamação.	Simples, rápido e económico.	Não reflecte a estrutura real da pele.
Co-cultura (Transwell)	Fibroblastos na parte inferior, queratinócitos na inserção porosa (sem contacto directo).	Estudos de sinalização intercelular.	Permite a troca de factores solúveis.	Nenhuma estrutura 3D, nenhuma barreira real.
3D (organotípico: RhE / HSE)	Reconstrução parcial ou total da pele : estruturas multicamadas (epiderme isolada ou epiderme + derme).	Testes de barreira, permeação, irritação.	Estrutura multicamada realista.	Mais complexo, mais caro.
Modelo “skin-on-a-chip”	Micro-organismos integrados num sistema microfluídico, por vezes vascularizado, com monitorização em tempo real.	Estudos avançados (permeação, microcirculação).	Modelação dinâmica de elevada precisão.	Tecnologia emergente e não normalizada.

Fontes: (Hofmann et al., 2023; Quílez et al., 2024)

Como mostra a tabela 3, a escolha do modelo *in vitro* depende directamente do tipo de avaliação necessária e do grau de complexidade exigido. Enquanto os modelos 2D são adequados para testes exploratórios iniciais, como a citotoxicidade ou a proliferação celular, os modelos 3D e os modelos mais avançados “skin-on-a-chip” permitem simular a fisiologia da pele de forma mais aproximada. Um modelo intermédio é o sistema Transwell, que permite a co-cultura de diferentes tipos de células, como os queratinócitos

e os fibroblastos, separados fisicamente por uma membrana porosa. Esta configuração permite a troca de sinais moleculares entre células sem contacto direto, possibilitando o estudo de interações celulares reais num sistema mais simples do que um modelo 3D completo. Assim, os ensaios de co-cultura são frequentemente utilizados para analisar a resposta inflamatória, o stress oxidativo ou o impacto indireto de ingredientes naturais em diferentes tipos de células (Hofmann et al., 2023).

Para melhor compreender os diferentes modelos do sistema in vitro, a Figura 6 apresenta as principais etapas de desenvolvimento dos modelos 2D, de co-cultura Transwell e dos modelos 3D (RhE e HSE).

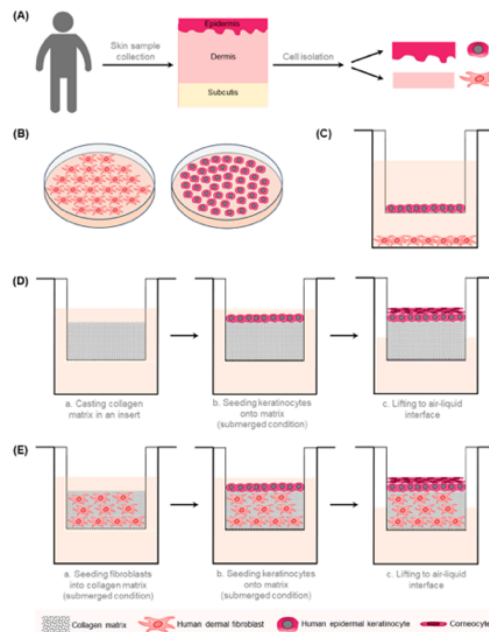


Figura 6: Representação esquemática dos modelos in vitro (Hofmann et al., 2023)

Assim, a diversidade dos modelos celulares in vitro permite adaptar os protocolos experimentais às características específicas de cada ingrediente natural utilizado em cosmética. A utilização destes ensaios contribui para uma avaliação mais direcionada e mais ética dos mecanismos biológicos envolvidos, ao mesmo tempo que responde às exigências de segurança e eficácia impostas pela regulamentação em vigor.

4.1.2) Ensaios bioquímicos e de citotoxicidade

A avaliação in vitro dos ingredientes naturais nos cosméticos baseia-se em duas abordagens complementares: os testes bioquímicos, que medem a eficácia funcional dos extratos, e os testes de citotoxicidade, que avaliam a sua tolerância celular. Os testes

DPPH (2,2-Difenil-1-picril-hidrazil) e ABTS (Ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)) são frequentemente utilizados para avaliar a atividade antioxidante dos extratos naturais, com base na neutralização dos radicais livres corados e na redução da absorvância medida por espectrofotometria, em comparação com padrões como o ácido ascórbico (vitamina C) ou o Trolox (um derivado hidrossolúvel da vitamina E). Estes métodos, simples e rápidos, fornecem uma primeira estimativa quantitativa da capacidade dos radicais livres (Zakaria et al., 2018).

De facto, Herawati et al., (2022) mostraram que certos extractos de plantas, como a *Thalassia hemprichii*, rica em polifenóis e flavonóides, têm uma capacidade antioxidante significativa, avaliada pelo teste DPPH, e inibem a colagenase, uma enzima envolvida na degradação do colagénio. Quanto aos ingredientes de origem marinha, a pele do peixe *Decapterus macarellus*, particularmente rica em colagénio solúvel, demonstrou um forte potencial antioxidante, com valores IC₅₀ competitivos com os padrões de referência. Para além da sua capacidade antioxidante, a eficácia cosmética destes extractos é também avaliada pela sua influência na síntese de colagénio. Em culturas de fibroblastos humanos, as formulações que contêm ácido hialurónico, vitamina C e péptidos de arroz e de tremçoço mostraram não só uma redução significativa das espécies reactivas de oxigénio (ROS), mas também uma indução rápida da expressão dos genes COL1A1 e COL7A1, que codificam o colagénio de tipo I e VII, respetivamente. Esta resposta genética resulta num reforço da matriz dérmica e das junções dermo-epidérmicas (Martín-Martínez et al., 2022). Uma outra abordagem essencial baseia-se em testes enzimáticos, que avaliam a inibição das principais enzimas associadas ao envelhecimento cutâneo, nomeadamente a colagenase, a elastase e a hialuronidase. Através de ensaios espectrofotométricos, é possível quantificar a atividade enzimática na presença dos extratos, utilizando substratos específicos como o AAAPVN (N-Succinil-Ala-Ala-Ala-p-nitroanilida) um substrato sintético utilizado para avaliar a atividade da elastase ou o hialuronato de sódio para a hialuronidase, bem como controlos como o EDTA. Martín-Martínez et al., (2022) relataram que uma formulação testada alcançou taxas de inibição de 61,8% para a colagenase, 47,1% para a elastase e 21,9% para a hialuronidase, confirmando a sua eficácia anti-envelhecimento.

Para além da eficácia funcional, a segurança deve também ser avaliada, através de testes de citotoxicidade. Estes são utilizados para verificar a tolerância dos extratos pelas células da pele. Os métodos mais utilizados incluem o teste MTT, que mede a atividade

mitocondrial, o teste de absorção do vermelho neutro (NRU), que avalia a integridade dos lisossomas, o ensaio LDH, indicador de rutura das membranas, e a citometria de fluxo, que distingue entre apoptose e necrose (Ungureanu et al., 2023).

Estudos realizados por Zanatta et al., (2008) com emulsões contendo óleo de buriti, *Mauritia flexuosa* mostraram que esse ingrediente natural apresentou baixa citotoxicidade sobre queratinócitos HaCaT e fibroblastos 3T3, mesmo em altas concentrações, de acordo com o teste NRU. A adição de vitamina E revelou-se benéfica para a viabilidade celular, enquanto alguns tensioactivos utilizados isoladamente apresentaram um perfil de toxicidade mais acentuado. Além disso, estas formulações mostraram um efeito fotoprotector sobre as células expostas aos raios UVA/UVB, sendo os queratinócitos particularmente resistentes graças à presença combinada do óleo de buriti e de antioxidantes como a vitamina E (Zanatta et al., 2008). Mais recentemente, nanopartículas de óleo de buriti encapsuladas em gelatina demonstraram uma ausência total de citotoxicidade em células CHO, de acordo com o teste MTT. Essas formulações também aumentaram as atividades antioxidantes e antimicrobianas, confirmando a segurança e o interesse cosmético dessa abordagem (De Santos Morais et al., 2022).

Para concluir, os testes *in vitro* demonstram eficácia antioxidante e antienzimática no envelhecimento cutâneo, bem como boa tolerância celular. Esta abordagem permite-nos antecipar o potencial biológico de novos ingredientes antes de avançar para modelos mais complexos. Constitui uma etapa essencial no desenvolvimento de formulações cosméticas seguras e eficazes, baseadas em dados científicos robustos.

4.2) Testes *in vivo*

4.2.1) Protocolos gerais dos testes *in vivo* em cosmética biológica

Após os testes *in vitro*, a avaliação *in vivo* é essencial para confirmar a tolerância cutânea, a inocuidade e a eficácia dos ingredientes naturais na pele humana. Segundo Igielska-Kalwat et al. (2016), os testes *in vivo* no domínio cosmético consistem em ensaios cutâneos realizados em voluntários saudáveis, selecionados com base em critérios como o sexo, a idade, o tipo de pele e os antecedentes médicos. Estes testes permitem avaliar simultaneamente a segurança do produto e os efeitos reivindicados pelos fabricantes. Antes de participarem no estudo, os voluntários realizam um exame dermatológico e dão o seu consentimento informado, em conformidade com os requisitos éticos. Os patch tests

realizam-se da seguinte forma: pequenas quantidades do produto são aplicadas sob um adesivo oclusivo, geralmente nas costas ou no antebraço, e permanecem em contacto com a pele durante 24 a 48 horas. As reações cutâneas (vermelhidão, comichão, inchaço) são depois avaliadas por um profissional de saúde, segundo um protocolo padronizado, com o objetivo de detetar uma eventual sensibilização ou irritação e de avaliar a eficácia do produto testado (Igielska-Kalwat et al., 2016).

Os estudos de eficácia podem incluir medições instrumentais objetivas, tais como:

- a cornéometria, que avalia o nível de hidratação da camada superficial da pele através da sua capacidade elétrica,
- a cutometria, que analisa as propriedades mecânicas da pele, como a firmeza e a elasticidade, por meio de uma sucção controlada,
- ou ainda a colorimetria, que examina as variações da coloração cutânea (luminosidade, vermelhidão, uniformidade do tom).

Estas medições são frequentemente complementadas por avaliações subjetivas, como a autoavaliação dos voluntários ou a opinião de um especialista clínico, o que permite cruzar os dados técnicos com a perceção dos utilizadores (Intertek France, n.d.).

Desde a proibição dos testes em animais para produtos cosméticos na Europa, apenas os dados históricos provenientes de ensaios como o Local Lymph Node Assay (LLNA), que avalia a sensibilização cutânea em roedores, ou o Guinea Pig Maximization Test (GPMT) e o teste de Buehler, ambos realizados em cobaias para estudar reações alérgicas de contacto, continuam a ser utilizados, e somente quando não existe nenhuma alternativa validada disponível (SCCS, 2023).

Recomendações claras enquadram atualmente estas avaliações *in vivo*. Estas preveem a utilização combinada de medições objetivas e subjetivas, o respeito pelas boas práticas clínicas, bem como critérios estatísticos rigorosos para garantir a fiabilidade dos resultados. Este enquadramento permite harmonizar os protocolos e facilitar a comparação dos dados obtidos (Cosmetics Europe, 2008). A evolução dos métodos *in vivo* na cosmética insere-se numa dinâmica de inovação constante, que responde simultaneamente às normas regulamentares exigentes e às expectativas dos consumidores. As tendências atuais destacam a importância da personalização dos protocolos clínicos, de modo a refletir melhor a diversidade dos tipos de pele, dos fotótipos e das necessidades específicas, especialmente no caso de peles sensíveis ou maduras. Além disso, a avaliação do impacto dos cosméticos sobre o microbioma

cutâneo tornou-se um critério fundamental no desenvolvimento de produtos que respeitam o equilíbrio e a saúde global da pele (Nachat-Kappes, 2022).

A tecnologia desempenha igualmente um papel essencial, uma vez que atualmente os instrumentos de medição são cada vez mais precisos e não invasivos. Com efeito, a análise do microbioma cutâneo baseia-se na identificação e quantificação das comunidades microbianas presentes na pele, permitindo caracterizar a diversidade bacteriana e a sua correlação com o estado cutâneo. Este tipo de análise demonstrou que cosméticos contendo lisados bacterianos, como *Vitreoscilla filiformis*, podem modular positivamente a resposta imunitária da pele, restaurar o equilíbrio do microbioma e contribuir para o reforço da barreira cutânea (Gueniche et al., 2021). Graças a esta abordagem, é atualmente possível objetivar os resultados através de imagens clínicas, biomarcadores e da análise do microbioma, a fim de avaliar a eficácia dos ingredientes em parâmetros como a firmeza, a elasticidade, a hidratação ou ainda a redução dos sinais de envelhecimento. Os laboratórios especializados adaptam agora os seus protocolos in vivo às alegações específicas dos produtos (anti-envelhecimento, hidratação, efeito calmante, proteção contra a poluição), combinando medições instrumentais com a perceção dos consumidores, numa abordagem global e cientificamente rigorosa (Murphy et al., 2021).

4.2.2) Ferramentas e medições específicas nos testes in vivo

Atualmente, a eficácia dos cosméticos assenta numa variedade de ferramentas e técnicas que visam medir, de forma quantitativa e qualitativa, os efeitos das formulações na pele. Entre estes métodos, a microscopia de Raman confocal (CRM) impõe-se como uma técnica não invasiva, permitindo uma análise molecular precisa e rápida da pele. Permite, nomeadamente, estabelecer perfis de concentração de água a diferentes profundidades da pele (até 100 μm) e examinar a composição molecular da epiderme e da camada córnea. Esta abordagem é particularmente interessante para observar as variações locais de hidratação, nomeadamente nas palmas das mãos e nos antebraços (Qassem and Kyriacou, 2019). A radiometria de emissão transitória opto-térmica (OTTER) é outro método não invasivo e não oclusivo. Utiliza comprimentos de onda específicos para a absorção da água, de forma a avaliar a sua concentração nas camadas superiores da camada córnea, sem interferência das camadas mais profundas. Este método é valioso para testar a

eficácia hidratante dos produtos, pois foca-se nas camadas superficiais da pele, reduzindo simultaneamente o impacto de fatores externos (Qassem and Kyriacou, 2019).

A técnica de *tape stripping* (remoção com fita adesiva) é um método simples e seguro, que consiste na remoção progressiva das camadas superficiais da epiderme para recolher células a diferentes profundidades. Permite estudar biomarcadores-chave, como a queratina-6, a involucrina, a claudina-1 ou ainda a hornerina, oferecendo assim informações valiosas sobre os efeitos dos cosméticos biológicos na diferenciação epidérmica e na função de barreira (Westman et al., 2014).

A microscopia confocal por reflectância (RCM) é também uma técnica não invasiva. Permite observar em tempo real, com grande precisão, as alterações estruturais da pele após a aplicação de um produto cosmético. Baseada na análise da luz refletida pelas diferentes interfaces celulares da pele, produz imagens a tons de cinzento que permitem visualizar a organização das camadas epidérmicas e dérmicas. Com uma capacidade de penetração que pode atingir algumas centenas de microns, a RCM permite medir parâmetros como a espessura da epiderme, a integridade do colagénio, a densidade e a vascularização da pele, oferecendo assim uma avaliação precisa e dinâmica do efeito das formulações biológicas (Goberdhan et al., 2022). A hidratação cutânea pode também ser avaliada através de dispositivos como o Corneometer CM 825 ou a sonda DermaLab Combo (HP), que medem respetivamente a capacitância e a condutância da pele (Park et al., 2024). Fiáveis e amplamente utilizados na área, estes aparelhos permitem comparar os efeitos hidratantes dos cuidados biológicos com os dos produtos convencionais. Já as propriedades mecânicas da pele, como a elasticidade (parâmetro R2) e a firmeza (parâmetro R0), podem ser avaliadas com recurso ao Cutometer. Com efeito, Chen et al. (2024), analisaram 22 parâmetros viscoelásticos em mulheres com idades entre os 18 e os 70 anos, entre os quais R0 e R2 se destacam como indicadores fiáveis para medir os efeitos tonificantes e a melhoria da elasticidade cutânea induzidos pelos cuidados cosméticos. Estes dados confirmam o interesse em integrar a análise biomecânica nos estudos de eficácia dos produtos.

4.3) Testes ex vivo

4.3.1) Princípios e características dos testes ex vivo

No âmbito da avaliação da eficácia dos produtos cosméticos, os testes ex vivo representam um método cada vez mais utilizado devido à sua capacidade de reproduzir fielmente as condições biológicas da pele humana, mantendo-se fora do corpo. Os testes ex vivo consistem na utilização de fragmentos reais de pele, na maioria das vezes de origem humana, que são conservados fora do corpo em condições laboratoriais altamente controladas. Este tipo de modelo permite manter a pele viva e intacta, com todas as suas camadas, a epiderme, a derme e até mesmo as suas estruturas anexas, como os folículos ou as glândulas. O interesse destes testes é poder aplicar diretamente produtos cosméticos sobre este tecido e observar os seus efeitos, num contexto muito próximo da realidade da pele humana, sem recorrer a testes em voluntários ou em animais (Neil et al., 2020). Os modelos ex vivo desenvolvidos por empresas inovadoras ilustram perfeitamente esta abordagem. É o caso da empresa Genoskin (2024), especializada na geração de dados humanos para as indústrias biotecnológica, farmacêutica, cosmética e química (Genoskin, 2024). A empresa utiliza pele humana obtida com consentimento durante procedimentos cirúrgicos, o que permite respeitar os requisitos éticos e regulamentares da União Europeia, nomeadamente o regulamento CE n.º 1223/2009, que proíbe testes em animais para produtos cosméticos (Knight et al., 2021). Estes fragmentos de pele vivem durante vários dias graças à tecnologia patenteada. Um dos seus modelos mais conhecidos, o NativeSkin (ver fig.7), estabiliza estas amostras num suporte biocompatível, que as mantém funcionais até uma semana. A pele é preservada num ambiente controlado a 37 °C, com 5% de CO₂ e um fornecimento regular de nutrientes. Este sistema permite aplicar um produto cosmético diretamente na superfície do tecido, como se faz na pele real, e depois avaliar o seu efeito analisando a permeabilidade, a qualidade da barreira cutânea, a vitalidade celular e a expressão de determinadas proteínas ligadas à resposta cutânea (Genoskin, 2024).

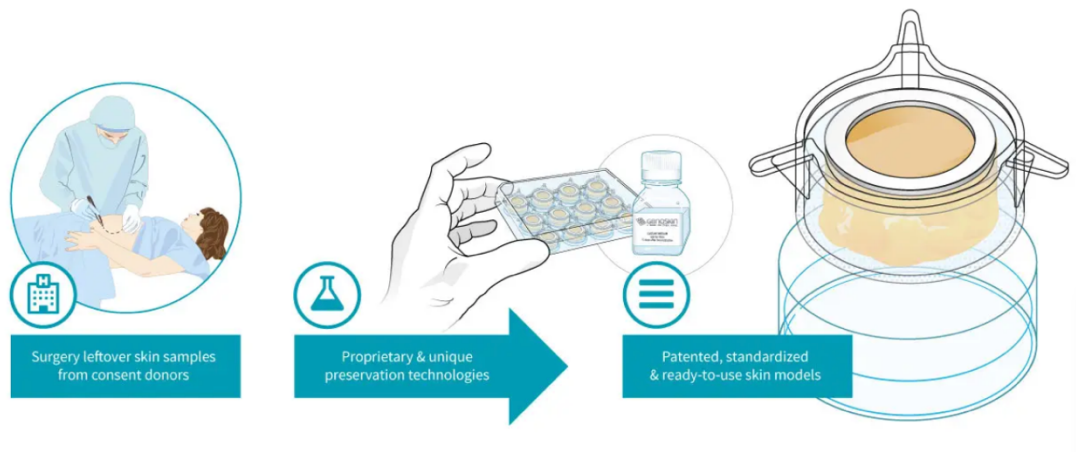


Figura 7: Modelo ex vivo NativeSkin desenvolvido pela Genoskin, baseado em amostras de pele humana estabilizadas e prontas a usar (Genoskin, 2024).

Uma das principais vantagens desta abordagem é que preserva totalmente a arquitetura natural da pele, incluindo a epiderme, a derme, os anexos cutâneos e as células imunitárias, algo que nem as culturas celulares em monocamada nem os modelos reconstituídos em 3D permitem (Barthe et al., 2024).

4.3.2) Parâmetros avaliados nos testes ex vivo

A principal vantagem dos testes ex vivo é a possibilidade de observar os efeitos de um cosmético num tecido que mantém as características estruturais e funcionais da pele humana, mas fora do organismo. Graças à preservação da viabilidade celular e da arquitetura cutânea, estes modelos permitem aplicar os produtos exatamente como seriam utilizados na prática, o que garante resultados mais fiáveis do que muitos testes in vitro convencionais (Hofmann et al., 2021). Para além disso, como se trata de pele real, é possível avaliar não só o efeito superficial, mas também fenómenos que envolvem camadas mais profundas, como a penetração de ingredientes ativos, a regeneração epidérmica ou a expressão de certas proteínas. A grande variedade de parâmetros observáveis neste tipo de ensaio faz com que os testes ex vivo sejam hoje amplamente utilizados pela indústria cosmética, tanto para demonstrar a eficácia de novos ingredientes como para sustentar alegações de produto (Vijayarangan et al., 2023).

Uma vez aplicado o produto cosmético na pele ex vivo, diferentes parâmetros podem ser avaliados para entender os seus efeitos a vários níveis, desde a superfície da epiderme até respostas celulares mais profundas. Estes parâmetros fornecem dados quantitativos e

qualitativos essenciais para validar a eficácia do produto. Abaixo, apresento os principais tipos de avaliação utilizados neste tipo de ensaio, com base na literatura científica atual:

- Integridade da barreira cutânea: A avaliação da TEWL (trans-epidermal water loss) e da permeabilidade é feita para saber se a barreira natural da pele se mantém funcional após a aplicação do produto, por exemplo, formulado com α -hidroxiácidos aumentam ligeiramente a TEWL, o que indica uma pequena modulação da barreira sem destruí-la (Hwang et al., 2021).
- Penetração de moléculas ativas: O uso de marcadores como protoporfirina IX ou cafeína, e análises por cromatografia, permite determinar até que profundidade os ingredientes penetram na pele, especialmente útil para avaliar cosméticos com funções fotocidas ou antienvhecimento (Schmitz et al., 2016).
- Vitalidade celular e regeneração epidérmica: A capacidade da pele de se regenerar, medida com testes do tipo XTT ou MTT, e a reconstituição da epiderme após processos de "tape-stripping" ou microagulhamento, são frequentemente analisadas por histologia e imunodeteção, como mostra estudo em pele porcina ex vivo (Hwang et al., 2021).
- Expressão de proteínas relacionadas à função cutânea: Técnicas de imunohistoquímica ou PCR identificam níveis de colágenos, elastina, filagrina, loricrina e marcadores inflamatórios, refletindo como um cosmético influencia na estrutura e reatividade da pele (Kim et al., 2018).
- Respostas específicas (ex: pigmentação, cicatrização): Modelos ex vivo também podem revelar modificações na pigmentação induzida por UVA ou cicatrização após microagulhamento, avaliadas por colorações histológicas específicas e quantificação de marcadores moleculares (Liu et al., 2022).

Em suma, os testes ex vivo oferecem uma abordagem versátil e cientificamente robusta para a avaliação da eficácia dos cosméticos, permitindo analisar parâmetros que vão da integridade da barreira cutânea a respostas celulares complexas (Vijayarangan et al., 2023). Além de gerar dados fiáveis e representativos da pele humana real, estes ensaios são alinhados com os requisitos éticos e regulatórios da União Europeia, contribuindo assim para a formulação de produtos mais seguros e eficazes (Hofmann et al., 2021).

5. Análise comparativa da eficácia dos ingredientes naturais

5.1) Hidratação e nutrição da pele

5.1.1) Comparação entre óleos vegetais e agentes hidratantes convencionais

Manter a pele hidratada e bem nutrida é fundamental para garantir a sua saúde, conforto e beleza. A hidratação ajuda a preservar a barreira protetora da pele, prevenindo o ressecamento, a sensibilidade e os sinais de envelhecimento. Por isso, os cosméticos que promovem a hidratação são indispensáveis no cuidado diário, e os ingredientes usados neles merecem uma análise atenta. Os produtos biológicos certificados utilizam frequentemente óleos vegetais, enquanto os produtos convencionais para a pele utilizam moléculas ativas como o ácido hialurônico, a niacinamida ou a vitamina C. Assim, é importante compreender qual destes dois tipos de ingredientes oferece maior eficácia ou avaliar se as fórmulas mistas oferecem um benefício sinérgico real.

A análise dos óleos vegetais em comparação com os agentes hidratantes convencionais revela diferenças significativas, tanto na composição como no modo de ação. Os óleos vegetais, obtidos por extração a frio e sem transformação química, oferecem à pele uma diversidade de nutrientes: contêm ácidos gordos essenciais (ômega-3, 6 e 9), vitaminas lipossolúveis (A, D, E, F), polifenóis e fitosteróis, o que lhes confere propriedades antioxidantes, calmantes, reparadoras e nutritivas (Poljšak & Glavač, 2022). Por contraste, os óleos minerais, derivados da petroquímica, como a parafina, formam essencialmente uma barreira oclusiva à superfície da pele, sem fornecer nutrientes. Os óleos vegetais, pelo contrário, são reconhecidos pela sua compatibilidade com os lípidos cutâneos, o que facilita a sua absorção e permite reforçar a barreira hidrolipídica, ao mesmo tempo que aportam elementos essenciais à pele (Vaughn et al., 2018). Vários estudos clínicos exploraram ainda mais esta eficácia. Outros estudos, como o de Changez et al., (2024), demonstraram que o azeite formulado como uma microemulsão invertida que é um sistema em que pequenas gotículas de água são dispersas em óleo com ajuda de surfactantes. Isso ocorre porque essa forma permite melhor penetração dos ativos na pele, diferentemente do azeite extravirgem usado puro, que permanece mais na superfície. Além de melhorarem diretamente a hidratação da pele, os óleos vegetais também demonstraram reduzir a perda transepidérmica de água (TEWL), um parâmetro essencial para avaliar a integridade da barreira cutânea. Segundo Vaughn et al. (2018), esta redução

da TEWL está ligada à composição lipídica dos óleos vegetais, particularmente do óleo de jojoba, cujos lípidos são muito semelhantes aos do sebo humano. Além disso, estudos como o de (Balwierz et al.,2022) reportam uma diminuição da TEWL até 30% em 24 horas após a aplicação de um óleo vegetal bem formulado, como no caso de um tratamento de duas fases contendo óleo de jojoba, glicerina e pantenol.

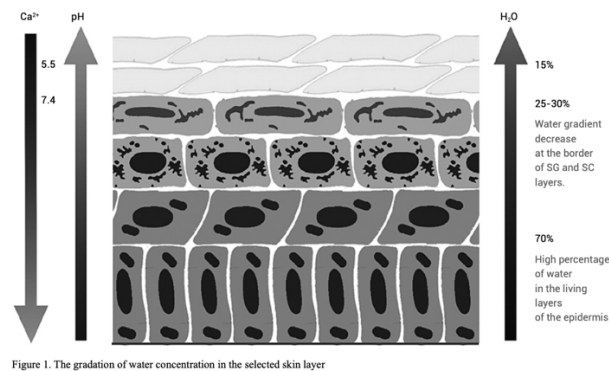


Figura 8: Efeitos de uma formulação bifásica sobre a hidratação e a TEWL da epiderme (Balwierz et al., 2022)

A figura 8 representa o gradiente de concentração de água nas diferentes camadas da epiderme, evidenciando uma percentagem elevada (cerca de 70%) nas camadas viáveis e uma descida acentuada (para 15%) ao nível do estrato córneo. Paralelamente, a perda transepidérmica de água (TEWL) diminui significativamente, especialmente após o dia 7, com uma redução de até -28%. Quando estes resultados são comparados com os obtidos com uma fórmula de controlo à base de manteiga de karité, a fórmula mista revela-se sistematicamente mais eficaz, desde as primeiras 72 horas. Estas observações reforçam, portanto, a importância de uma estratégia combinada, uma vez que os ingredientes naturais e os ativos humectantes convencionais atuam de forma complementar (Balwierz et al., 2022).

Pelo contrário, ingredientes como o ácido hialurónico funcionam de forma diferente: como um poderoso humectante, atrai e retém moléculas de água na epiderme, melhorando assim a hidratação sem criar uma película oclusiva na superfície (Papakonstantinou et al., 2012). Um estudo clínico conduzido por Milani & Sparavigna (2017), mostraram que uma fórmula contendo 1% de ácido hialurónico, 5% de glicerina e extrato de *Centella asiatica* resultou num aumento da hidratação de +59% após 1 hora e uma redução da TEWL de até 52%, mostrando um claro efeito sinérgico na barreira cutânea.

Com base nos vários estudos analisados, percebemos que os óleos vegetais e os agentes hidratantes convencionais têm eficácia comprovada, embora os seus modos de ação difiram significativamente. Os óleos vegetais distinguem-se pela sua afinidade com os lípidos da pele e pela sua capacidade de fortalecer a barreira hidrolipídica, ao mesmo tempo que fornecem compostos bioativos. Ao mesmo tempo, moléculas como o ácido hialurónico ou a glicerina atuam como poderosos humectantes, proporcionando uma hidratação rápida e mensurável. Os dados sugerem que as fórmulas que combinam ingredientes naturais e sintéticos permitem explorar as vantagens de cada categoria: retenção imediata de água, melhoria da função de barreira e fornecimento duradouro de nutrientes.

5.1.2) Estudos de referência: óleo de argão, manteiga de karité e glicerina vegetal

Entre os ingredientes naturais habitualmente utilizados nas fórmulas hidratantes, destacam-se três: o óleo de argão, a manteiga de karité e a glicerina vegetal. Os efeitos destes ingredientes na barreira cutânea e na hidratação foram analisados de seguida.

- Óleo de argão: Um estudo clínico realizado com mulheres pós-menopáusicas demonstrou que o uso tópico diário de óleo de argão reduziu significativamente a perda transepidermica de água (TEWL) ($p = 0,01$) e aumentou o teor hídrico da epiderme ($p < 0,001$) após 60 dias de aplicação, em comparação com o óleo de oliva (Boucetta et al., 2014). Composto por ácidos gordos essenciais (linoleico, oleico), tocoferóis e esteróis, o óleo de argão age como oclusivo e antioxidante, favorecendo a função da barreira cutânea (Lin et al., 2018).
- Manteiga de karité: Um estudo *in vitro* avaliou os efeitos da fração insaponificável do karité sobre a hidratação e função barreira da pele. Os resultados mostraram uma redução de 37,8 % na TEWL após 24 horas e um aumento de 58 % na hidratação epidérmica ($p < 0,01$ e $p < 0,001$, respectivamente). Esses efeitos são atribuídos à presença de triterpenos, esteróis e tocoferóis com ação anti-inflamatória e antioxidante (Asher et al., 2025).
- Glicerina: A glicerina é amplamente reconhecida como um humectante eficaz, atraindo e retendo água no estrato córneo. Um estudo de H. J. Chen et al. (2022), avaliou soluções de glicerina em diferentes concentrações (até 70 % em peso),

utilizando análise gravimétrica e TEWL para investigar sua capacidade de retenção de humidade. Os resultados mostraram que, até 60 %, a capacidade de retenção aumenta com a concentração, enquanto entre 60 % e 70 % o sistema mantém-se hidratado sem perda significativa de peso por evaporação, indicando retenção estável de água através do estrato córneo. A análise TEWL refletiu essa tendência, confirmando que a glicerina reduz efetivamente a evaporação da pele quando formulada em concentração adequada.

Os três ingredientes analisados demonstram eficácia hidratante comprovada, mas atuam por mecanismos diferentes. O óleo de argão e a manteiga de karité contribuem principalmente para o reforço da barreira lipídica da pele, com propriedades oclusivas e antioxidantes, enquanto a glicerina, quando integrada em produtos naturais, atua como um humectante direto, promovendo retenção hídrica rápida no estrato córneo. A escolha entre estes ingredientes ou a sua combinação deve, portanto, considerar tanto o tipo de pele quanto o objetivo da formulação. Do ponto de vista funcional, a integração destes ativos pode oferecer uma abordagem complementar e cientificamente fundamentada na manutenção da hidratação cutânea.

5.2) Antienvhecimento e proteção antioxidante: bakuchiol vs retinol

A eficiência de ingredientes utilizados em cosméticos anti-idade está diretamente relacionada à sua capacidade de estimular a renovação celular, proteger contra o stress oxidativo e preservar a integridade da pele. Entre os ingredientes mais estudados neste contexto estão o retinol (vitamina A), de origem sintética, e o bakuchiol, de origem natural tem sido investigado como alternativa ao retinol.

O retinol é amplamente reconhecido na literatura científica como um dos ativos mais eficazes no combate ao envelhecimento cutâneo. O seu mecanismo de ação baseia-se na estimulação da síntese de colágeno e elastina, promovendo também a renovação da epiderme, o aumento da espessura dérmica e a atenuação de rugas e manchas. No entanto, seu uso pode estar associado a efeitos colaterais frequentes, como vermelhidão, ardor, descamação e sensibilidade, especialmente em peles mais reativas ou quando utilizado em altas concentrações. Segundo um estudo clínico, o uso de retinol a 0,3-0,5% durante seis meses aumentou a espessura dérmica entre 20 e 30%, mas cerca de 20 a 30% dos

participantes relataram efeitos adversos cutâneos leves a moderados (Dhaliwal et al., 2019).

O bakuchiol, extraído da planta *Psoralea corylifolia*, apresenta uma estrutura química distinta do retinol, mas atua de forma semelhante na estimulação da síntese de colágeno e na redução dos sinais de envelhecimento. Um estudo clínico de Dhaliwal et al.(2019), comparou bakuchiol a 0,5% com retinol a 0,5% durante 12 semanas e observou melhorias comparáveis em rugas, firmeza e uniformidade do tom da pele, com menor incidência de efeitos adversos no grupo do bakuchiol.

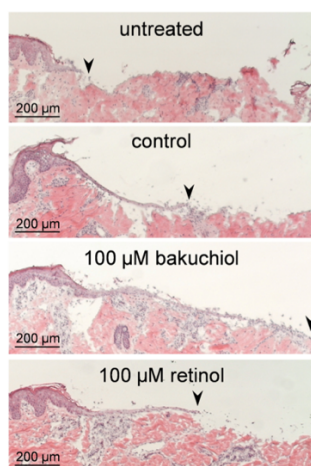


Figura 9: Regeneração epidérmica 43h após lesão em modelo *in vitro*, comparação entre pele não tratada, veículo, bakuchiol e retinol (Bluemke et al., 2022).

A figura 9 acima mostra cortes histológicos de um modelo de regeneração cutânea *in vitro*. Observa-se que, após o tratamento com 100 µM de bakuchiol, foi evidente a regeneração do tecido epidérmico, com uma estrutura quase contínua, muito semelhante à observada no grupo tratado com retinol. Em comparação, as amostras não tratadas ou tratadas apenas com o veículo apresentaram uma cicatrização muito menos avançada. Estes resultados reforçam a ideia de que o bakuchiol pode ser uma alternativa eficaz e promissora ao retinol para o cuidado da pele (Bluemke et al., 2022). Revisões recentes também destacam o bakuchiol como ingrediente com propriedades antioxidantes e boa tolerância cutânea, tornando-o relevante para formulações de cosmética biológica (Chaudhuri & Bojanowski, 2014; Park, 2022).

Para concluir, a comparação mais relevante no contexto do envelhecimento cutâneo é entre o retinol e o bakuchiol, que, apesar de estruturas químicas distintas, apresentam mecanismos de ação semelhantes na estimulação do colágeno e na melhoria da textura da pele. O bakuchiol demonstra eficácia comparável com maior tolerância cutânea, o que o torna especialmente promissor em formulações destinadas à cosmética biológica. A

escolha entre ingredientes naturais e sintéticos deve considerar não apenas os resultados clínicos, mas também aspetos como origem, segurança, estabilidade e alinhamento com os princípios da cosmética sustentável e bem tolerada pela pele.

5.3) Ação calmante e reparadora da pele

5.3.1) Ingredientes anti-inflamatórios naturais

Desde sempre, muitos ingredientes vegetais são valorizados nos cosméticos orgânicos pela sua capacidade de aliviar a inflamação da pele e promover a reparação dos tecidos. Entre eles, o aloé vera, a calêndula e a camomila constituem a base de inúmeras formulações naturais, frequentemente apresentadas como alternativas suaves aos tratamentos convencionais.

A eficácia da aloé vera em acalmar a pele é atualmente comprovada por vários estudos clínicos sérios. Em primeiro lugar, uma revisão sistemática publicada em 2022 por Wang et al. (2022) e a sua equipa analisou catorze ensaios clínicos randomizados. Verificaram que a aplicação de gel de aloé, antes ou durante a radioterapia, ajudou a limitar o aparecimento de dermatite cutânea moderada a grave (graus 2 a 4). Os doentes que utilizaram este tipo de gel tiveram aproximadamente menos 23% de risco de desenvolver este tipo de reações, o que reforça a ideia de que a *Aloe vera* tem uma real ação anti-inflamatória e protetora da pele. Mais recentemente, um ensaio clínico iraniano comparou o uso de gel de aloé vera a uma solução salina simples para aliviar úlceras de pressão. O grupo tratado com gel reportou uma redução significativa da dor, confirmando o efeito anti-inflamatório e analgésico desta planta. A nível molecular, o aloé vera parece atuar inibindo citocinas pró-inflamatórias como o TNF- α e a IL-6, limitando o recrutamento de neutrófilos e exercendo uma ação antioxidante (Zhu et al., 2024).

A *Calendula officinalis*, conhecida como calêndula, é também muito utilizada em cosméticos orgânicos pelas suas propriedades calmantes. Não é apenas um ingrediente tradicional; diversos estudos recentes confirmam que pode realmente reduzir a inflamação da pele, principalmente em cuidados pós-radioterapia ou em peles irritadas (Silva et al., 2021). Uma revisão sistemática publicada em 2019 por Givol et al., que reuniu catorze estudos mostra que o extrato da flor de calêndula pode realmente desempenhar um papel na cicatrização da pele, particularmente na fase inflamatória. Do ponto de vista biológico, os autores referem que a calêndula estimula a produção de tecido

de granulação, promove a angiogénese e aumenta a concentração de colagénio na pele. Pensa-se que estes efeitos estão ligados à presença de compostos como os triterpenóides e os flavonoides, que inibem enzimas inflamatórias importantes, como a COX-2 ou a 5-lipoxigenase, além de atuarem como antioxidantes. Embora alguns resultados permaneçam controversos em casos de queimaduras profundas ou feridas crónicas, a maioria dos dados disponíveis aponta para um efeito benéfico da calêndula na resposta inflamatória cutânea, pelo menos quando o extrato é bem formulado e utilizado em quantidades suficientes (Givol et al., 2019).

Por fim, a camomila ou *Matricaria chamomilla* é também reconhecida pelos seus benefícios anti-inflamatórios. Uma revisão publicada em 2022 detalha os seus principais compostos e explica como acalmam a inflamação, nomeadamente através da inibição das enzimas COX-2 e LOX, além de conferirem ação antioxidante (Sah et al., 2022). Ao mesmo tempo, os seus flavonoides também têm um efeito antioxidante significativo, o que pode ajudar a limitar os danos celulares e a melhorar a condição da pele sensível ou irritada. O estudo refere ainda que os extratos de camomila analisados reduziram a produção de citocinas como o TNF- α ou a IL-6, enquanto limitavam a ativação dos mastócitos, o que pode explicar o seu efeito calmante na vermelhidão ou comichão comuns nas dermatites ligeiras (Sah et al., 2022). Do lado clínico, vários ensaios avaliaram o uso da camomila para tratar o eczema e condições cutâneas agudas. O artigo de Drif et al., (2023) apresenta uma revisão de estudos clínicos e experimentais recentes, destacando que os extratos tópicos de camomila, ricos em α -bisabolol e apigenina, são particularmente eficazes para acalmar dermatites ligeiras a moderadas. É ainda referido que a sua utilização em doentes oncológicos poderia reduzir a inflamação da pele induzida por tratamentos como a radioterapia ou a quimioterapia. Em alguns ensaios incluídos na revisão, a melhoria dos sintomas (vermelhidão, comichão, secura) foi comparável à obtida com tratamentos mais convencionais, mas com melhor tolerância da pele e menos efeitos adversos (Drif et al., 2023). Estes dados científicos demonstram que a camomila é mais do que um ingrediente tradicional: as suas moléculas ativas têm um impacto biológico comprovado, com uma elevada tolerância cutânea. Embora alguns estudos mereçam ser reforçados, continua a ser uma opção natural promissora, sobretudo para casos de eczema ligeiro e pele sensível. No geral, é possível perceber que ingredientes como o aloé vera, a calêndula e a camomila não são usados nos cosméticos naturais por acaso. Além de serem bem tolerados pela pele, muitos estudos mostram que eles ajudam mesmo a reduzir inflamações e a reparar a pele irritada. No entanto, ainda faltam ensaios

mais profundos para comparar com os tratamentos tradicionais, mas os resultados até agora são bastante encorajadores, especialmente para quem procura soluções mais suaves e naturais.

5.3.2) Casos de uso: peles sensíveis, eczema ligeiro, vermelhidões

Muitas pessoas com peles sensíveis ou atópicas recorrem aos cosméticos naturais na esperança de encontrar alternativas suaves e eficazes. Essas condições, como eczema leve ou vermelhidão facial, envolvem barreira cutânea comprometida, inflamação e prurido. O grande desafio nessas peles é a fragilidade da barreira cutânea, que favorece a perda de água e a penetração de agentes irritantes, gerando inflamações frequentes. Felizmente, alguns ingredientes botânicos têm sido estudados justamente nesses tipos de uso. Atualmente, muitos produtos disponíveis no mercado, desde cremes calmantes a bálsamos específicos, utilizam combinações de ingredientes ativos naturais que já demonstraram resultados positivos em estudos clínicos. Ao analisar o estudo conduzido por (Panahi et al., 2020), que avaliaram um creme à base de aloé vera e azeite em 60 doentes com dermatite atópica ligeira a moderada, o grupo que utilizou este creme natural observou uma redução significativa dos sintomas clínicos, bem como uma melhoria dos parâmetros biológicos e da qualidade de vida, comparativamente ao uso isolado de corticosteroides tópicos.

Outro exemplo interessante, é o uso da aveia coloidal em cremes para peles sensíveis. Mais do que um ingrediente tradicional, ela já demonstrou, em ensaios clínicos recentes, um verdadeiro impacto positivo na saúde da pele reativa. Um estudo conduzido por Sobhan et al. (2020), publicado na revista *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology* envolveu participantes que sofriam de eczema nas mãos avaliou os efeitos de um creme contendo 1 % de aveia coloidal em comparação a um creme neutro. Em apenas uma semana, os resultados foram evidentes, o creme com aveia reduziu de forma significativa a perda de água transepidérmica (TEWL), melhorou a hidratação da pele e aliviou o prurido que é uma das queixas mais frequentes em quem tem pele irritada ou inflamada. Mas o mais interessante é que, além de hidratar, a aveia também contribuiu para restaurar a função de barreira cutânea, o que é essencial para evitar a entrada de agentes irritantes ou alérgenos. O estudo ainda relata que os participantes toleraram muito

bem o produto, sem efeitos adversos relevantes, o que reforça a ideia de que ativos naturais como a aveia coloidal têm um lugar legítimo em cuidados dermatológicos suaves, especialmente em contextos como eczema ou sensibilidades crônicas. Além disso, a sua ação antioxidante e anti-inflamatória ajuda a acalmar rapidamente a pele sem recorrer a ingredientes agressivos ou medicamentos (Sobhan et al., 2020).

Estes exemplos demonstram que certos ingredientes de origem natural podem realmente ajudar a acalmar as peles sensíveis ou propensas a eczemas ligeiros, desde que bem formulados. Os resultados observados em vários estudos clínicos sugerem uma eficácia próxima da de certos tratamentos convencionais, mas com uma melhor tolerância cutânea. Dito isto, por vezes é difícil saber se os produtos cosméticos utilizam extratos naturais autênticos ou versões sintéticas inspiradas nestas plantas. Daí a importância de examinar atentamente a composição das fórmulas e de se basear em dados científicos sólidos para avaliar, caso a caso, o verdadeiro potencial dos cosméticos biológicos.

6. Fatores que influenciam a eficácia real dos cosméticos biológicos

6.1) Concentração e biodisponibilidade

6.1.1) Importância da dosagem ideal

A eficácia de um produto cosmético, seja natural, biológico ou convencional, depende em grande parte da dosagem dos seus ingredientes ativos e da sua biodisponibilidade. Ao contrário da crença popular, aumentar a concentração de um ingrediente ativo nem sempre garante melhores resultados. Na verdade, os estudos mostram que a eficácia depende não só da quantidade, mas também da estabilidade, da forma farmacêutica e da capacidade de absorção destes compostos pela pele (Draelos, 2016). Tomemos como exemplo os α -hidroxiácidos (AHAs), muito utilizados em tratamentos esfoliantes e anti-envelhecimento. O ácido glicólico, conhecido pela sua eficácia na promoção da renovação celular, pode tornar-se irritante acima dos 10%. O estudo de Green et al., (2009) mostra que, acima deste limite, o risco de irritação aumenta significativamente, sem que se observe benefício adicional real para a pele, particularmente em pessoas com pele sensível. Claramente, querer "sempre mais" pode ser contraproducente e enfraquecer a barreira cutânea (Green et al., 2009).

Mas a questão da dosagem não pode ser separada da questão da biodisponibilidade. Não basta adicionar uma grande quantidade de um ingrediente a uma fórmula: a molécula deve também ser capaz de penetrar verdadeiramente na pele e atingir o seu alvo. É aqui que a qualidade da formulação se torna essencial. Algumas moléculas, como a vitamina E (α -tocoferol), são naturalmente lipofílicas: por isso, ligam-se facilmente aos lípidos da epiderme. Na prática, isto significa que, mesmo em doses baixas, podem revelar-se muito eficazes, desde que estejam bem integradas na fórmula. Por outras palavras, o sucesso de um tratamento não depende apenas da quantidade de ingredientes ativos, mas também da forma como são integrados e entregues à pele (Arbiser et al., 1998).

Por outro lado, por vezes um ingrediente parece muito promissor no papel, mas acaba por ser dececionante num creme mal concebido. É o caso clássico da vitamina C pura (ácido ascórbico). Em teoria, o seu poder antioxidante é notável, mas na prática, é também extremamente instável. Quando entra em contacto com o ar ou com a luz, oxida muito rapidamente: a sua eficácia diminui drasticamente se a fórmula não o proteger adequadamente. Na prática, isto significa que, mesmo em concentrações elevadas, pode tornar-se completamente inativo ou, pior, favorecer a oxidação, se a formulação for mal

concebida. O trabalho do formulador é, portanto, encontrar o equilíbrio certo entre dose, estabilidade e eficácia de entrega do ingrediente ativo à pele (Pullar et al., 2017). Este problema de estabilidade e concentração surge frequentemente nos chamados cosméticos naturais ou orgânicos, onde os ingredientes ativos são de origem vegetal. Ao contrário dos ingredientes sintéticos, os extratos botânicos podem variar muito consoante o método de extração, a parte da planta utilizada ou até as condições climáticas no momento da colheita, como vimos anteriormente. Tudo isto influencia diretamente a sua composição química e, por conseguinte, a sua potencial eficácia. Uma revisão científica recente veio realçar esta heterogeneidade. Os autores salientam que muitos produtos naturais atualmente no mercado alegam efeitos comparáveis aos dos tratamentos convencionais, mas sem fornecer sempre provas quantitativas sólidas ou garantir uma dose estável e reproduzível de ingrediente ativo no produto final. Isto complica a comparação entre estudos, mas também a reprodutibilidade dos resultados em cenários clínicos da vida real (Sinclair et al., 2020).

Na Europa, a questão da dosagem e da penetração na pele não depende apenas das escolhas do formulador ou dos argumentos de marketing. Aqui, tudo é regido por regras muito rigorosas estabelecidas pelo SCCS (2023), um órgão consultivo da Comissão Europeia. Este comité não analisa apenas a concentração de um ingrediente na fórmula: exige também a prova da sua capacidade de atravessar a barreira cutânea, a sua estabilidade ao longo do tempo e os potenciais efeitos no organismo caso a molécula entre na corrente sanguínea. Ou seja, mesmo os ingredientes naturais precisam demonstrar eficácia e segurança a longo prazo. Este princípio está no cerne das orientações oficiais do SCCS, que são atualizadas regularmente para refletir os mais recentes avanços científicos. Em última análise, esta abordagem visa tranquilizar os consumidores: cada ingrediente, cada fórmula, deve comprovar a sua fiabilidade antes de chegar ao mercado. Isto explica porque é que as regulamentações europeias permanecem entre as mais rigorosas do mundo no sector da cosmética (SCCS, 2023). Em suma, a eficácia de um cosmético biológico não pode ser reduzida à simples presença de um ingrediente natural ou à sua elevada concentração. Depende de um equilíbrio complexo entre formulação, estabilidade, biodisponibilidade e segurança. A compreensão destes parâmetros não só ajuda a evitar efeitos adversos, como também permite uma abordagem mais informada e realista às promessas de marketing. Porque, para além das tendências, é o rigor científico

que deve nortear o desenvolvimento de produtos de cuidado da pele verdadeiramente eficazes e respeitadores.

6.1.2. Extração e biodisponibilidade cutânea: penetração, libertação prolongada, microencapsulação

A extração de um ingrediente ativo natural não é suficiente para garantir a sua eficácia na pele. A forma como é incorporado num cosmético determina em grande parte a sua estabilidade, biodisponibilidade e capacidade de atingir as camadas específicas da pele. É por isso que os sistemas de libertação controlada, como as nano e microencapsulações, se tornaram ferramentas essenciais na formulação de dermocosméticos. Muitas substâncias derivadas de plantas, como os polifenóis, demonstraram um forte potencial antioxidante. No entanto, estes compostos são frequentemente pouco solúveis, sensíveis à luz ou à oxidação e dificilmente atravessam a barreira cutânea quando utilizados na sua forma livre. Estas limitações reduzem significativamente a sua eficácia nas formulações cosméticas convencionais (Chavan et al., 2020).

Li et al. (2023) demonstraram que a encapsulação de polifenóis em estruturas coloidais melhora significativamente a sua estabilidade química e física, ao mesmo tempo que aumenta a sua solubilidade e a sua capacidade de difusão através da epiderme. Entre os vetores mais promissores estão os etossomas, vesículas lipídicas enriquecidas com etanol, capazes de fluidificar os lípidos da pele e, assim, facilitar a penetração dos ingredientes ativos. Estes sistemas demonstraram ser mais eficazes do que os lipossomas tradicionais na entrega de moléculas como a rutina, uma substância antioxidante particularmente difícil de estabilizar (Lobel et al., 2024).

Também, num estudo dirigido sobre a apigenina, um flavonoide com propriedades anti-inflamatórias, a formulação de etossomas permitiu uma melhor permeação cutânea do que outros tipos de vesículas, tanto em modelos *in vitro* como *in vivo* (Shen et al., 2014). Este controlo do perfil de difusão melhora tanto a eficácia como a segurança do produto, em particular ao limitar os riscos de passagem sistémica.

Clinicamente, um estudo randomizado conduzido com 30 voluntários avaliou a eficácia de um creme que combinava polifenóis de azeitona encapsulados e um peptídeo (OG2–EGF). Os resultados, após apenas uma semana de aplicação, mostraram uma melhoria significativa na hidratação, elasticidade da pele e função de barreira em comparação com

o grupo controlo (Mayayo et al., 2024). Para além da penetração, a microencapsulação ajuda também a preservar a integridade de substâncias particularmente sensíveis, como os óleos essenciais. Estes compostos, frequentemente voláteis, podem oxidar rapidamente nas formulações convencionais. O encapsulamento eficaz prolonga a sua estabilidade e reduz a necessidade de conservantes (López et al., 2011). Além disso, estes sistemas permitem uma libertação gradual do ingrediente ativo de acordo com estímulos fisiológicos como o pH, a temperatura ou a ação enzimática, otimizando assim a sua atividade ao longo do tempo (Behrouz et al., 2023). No entanto, todo o progresso tecnológico também envolve concessões. Alguns materiais utilizados para encapsulação não são biodegradáveis e a sua produção, por vezes, requer solventes ou processos que consomem muita energia. Esta questão está atualmente no cerne da investigação, que caminha para o desenvolvimento de vetores baseados em polímeros naturais ou vegetais (como o quitosano ou o alginato), combinados com métodos de fabrico de baixo impacto (Behrouz et al., 2023).

Assim, a biodisponibilidade cutânea de um ingrediente ativo natural depende de muitos fatores: não basta que seja natural ou inovador; é também necessário garantir estabilidade, uma estrutura adequada, uma formulação inteligente e uma tecnologia de aplicação eficaz. Os sistemas de encapsulação, em particular os etossomas e as nanopartículas lipídicas, são hoje aliados essenciais para enfrentar os desafios da cosmética natural moderna. Integrar estas tecnologias numa abordagem ecologicamente responsável é hoje um grande desafio para a cosmética orgânica moderna, uma vez que, em última análise, o futuro da cosmética depende tanto da ciência como do respeito pelo planeta.

6.2. Formulação e sinergia entre ingredientes

6.2.1 Importância dos galénicos e excipientes naturais

A eficácia de um cosmético biológico não se resume apenas à escolha de bons ingredientes ativos naturais. Ela depende, sobretudo, da forma como esses ingredientes são integrados numa formulação equilibrada e funcional. Está diretamente relacionada com as interações entre os diferentes ativos e com a escolha cuidadosa do sistema galénico que os transporta e estabiliza. Neste processo, os excipientes naturais assumem um papel-chave, não apenas como veículos, mas como elementos que influenciam a

estabilidade, a absorção e a compatibilidade da fórmula com a pele. Quando combinados de forma adequada, os ingredientes naturais podem potencializar significativamente a eficácia global do produto. Um exemplo interessante é apresentado por Recardo (2021), que demonstrou que a utilização de emulsionantes naturais com diferentes índices de HLB (Hydrophilic-Lipophilic Balance) permite criar emulsões óleo-em-água com maior estabilidade, viscosidade controlada e aspeto translúcido. Estas emulsões facilitam a dispersão dos óleos e a incorporação de ingredientes lipofílicos, sem comprometer a naturalidade da formulação. Da mesma forma, a utilização combinada de ramnolípidos, soforolípidos e lecitina, todos de origem natural, permitiu a formulação de microemulsões eficazes, compatíveis com uma vasta gama de óleos vegetais. Estas fórmulas mostraram-se resistentes a variações de temperatura e eletrólitos, o que confirma a sua versatilidade em contextos diversos (Silvério et al., 2023). Outro exemplo de inovação na formulação natural é a utilização de solventes eutéticos naturais (NADES), como o cloreto de colina-glicerol. Este sistema demonstrou uma notável capacidade de melhorar a solubilidade e a estabilidade da curcumina, um ingrediente ativo hidrofóbico. O mais interessante é que estes solventes não apenas extraem, mas também conservam e libertam os ativos durante a formulação, facilitando o processo como um todo. Esta abordagem combinada com a melhoria da biodisponibilidade, ilustra o crescente interesse em excipientes naturais multifuncionais (Jeliński et al., 2019). Do ponto de vista galénico, os excipientes naturais não desempenham apenas um papel passivo como transportadores. Influenciam ativamente a textura, a estabilidade, a libertação do ingrediente ativo, a tolerância da pele e até a perceção sensorial do produto. Polímeros vegetais como gomas (xantana, guar, acácia) e as mucilagens são muito utilizadas pelas suas propriedades espessantes, gelificantes, emulsionantes e estabilizantes. Estes polímeros derivados de plantas são valorizados pela sua biodegradabilidade, não toxicidade, compatibilidade biológica e baixo custo (Gangaram & D, 2021). A escolha do excipiente também influencia a biodisponibilidade do ingrediente ativo. Em algumas formulações tópicas, a adição de polímeros naturais melhora a retenção cutânea do ingrediente ativo e prolonga a sua ação, respeitando o equilíbrio da microbiota cutânea. Os excipientes naturais também podem ser utilizados como humectantes, conservantes suaves ou veículos para promover a penetração transdérmica (Silvério et al., 2023). No entanto, apesar de todas estas vantagens, os excipientes derivados de plantas também apresentam desafios importantes. A composição química de um mesmo ingrediente pode variar com a origem geográfica, o clima ou as condições de cultivo, o que afeta diretamente a consistência do desempenho

da fórmula. Existe ainda o risco de contaminação microbiológica ou de presença de metais pesados, o que exige medidas rigorosas de controlo de qualidade (Gangaram & D, 2021).

Podemos dizer que a sinergia entre estes componentes é essencial para garantir a estabilidade, biodisponibilidade e segurança do produto final, respeitando os critérios de naturalidade e sustentabilidade.

6.2.2. Interações positivas e negativas entre ativos naturais

A formulação de produtos cosméticos biológicos depende de uma combinação criteriosa de ingredientes ativos naturais. A eficácia real destes produtos depende não só da natureza dos ingredientes utilizados, mas também das suas interações, sejam elas sinérgicas ou antagónicas. O estudo de Biswas et al. (2024), demonstrou o valor da combinação de extratos vegetais para potenciar os seus efeitos benéficos. Neste estudo, explicam que a combinação de chá verde e óleo de neem permitiu a formulação de uma solução coloidal adstringente eficaz, minimizando os poros e controlando a oleosidade e a inflamação da pele. Esta formulação ilustra a sinergia entre as propriedades antioxidantes do chá verde e os efeitos antibacterianos do óleo de neem (Biswas et al., 2024).

De um modo geral, as combinações de ingredientes bioativos derivados de plantas permitem a ação simultânea sobre diversos mecanismos patogénicos cutâneos, o que constitui uma estratégia relevante para o tratamento abrangente dos desequilíbrios cutâneos (Baldi, 2023). Misturas de antioxidantes, como as vitaminas C e E, combinadas com extratos botânicos, são também reconhecidas por aumentar a proteção contra o stress oxidativo e o envelhecimento cutâneo (Liu, 2022). A combinação de polímeros naturais com extratos vegetais ou vitaminas pode melhorar a hidratação da pele e promover a penetração de ingredientes ativos através de efeitos sinérgicos (Alves et al., 2020). No entanto, algumas combinações podem reduzir a biodisponibilidade dos ingredientes ativos devido à absorção competitiva ou à instabilidade físico-química da formulação. Podem surgir limitações, especialmente quando alguns ingredientes ativos naturais interagem negativamente. Por exemplo, os óleos essenciais ricos em aldeídos podem causar instabilidade oxidativa quando combinados com compostos fenólicos (Guzmán & Lucia, 2021). Da mesma forma, algumas combinações de polifenóis com iões metálicos

podem provocar precipitação ou diminuição da eficácia (Franca & Ueno, 2020). Portanto, a procura pela estabilidade da formulação continua a ser essencial. A utilização de tecnologias como as nanoemulsões melhora a compatibilidade e a distribuição cutânea dos ingredientes ativos lipofílicos, potenciando assim a sua eficácia (Tiwari et al., 2022). No entanto, mesmo nestes sistemas avançados, a combinação de múltiplos ingredientes ativos naturais requer testes de compatibilidade rigorosos para evitar efeitos adversos. A eficácia de uma formulação depende também da qualidade da extração do ingrediente ativo (Chemat et al., 2019). Os métodos ecologicamente responsáveis, conhecidos como "extração verde", visam produzir extratos de maior qualidade, reduzindo o risco de degradação ou contaminação. A extração verde refere-se a um conjunto de processos que visam extrair compostos ativos das plantas, minimizando o consumo de energia, evitando solventes de petróleo e recuperando subprodutos ou resíduos da biomassa (Chemat et al., 2019). Este processo limita as interações negativas que podem resultar de extratos impuros ou instáveis. Os lípidos vegetais não devem ser considerados apenas como excipientes, mas também como ingredientes ativos por si só. O seu papel como vetores melhora a difusão de outros ingredientes ativos, ao mesmo tempo que ajuda a manter a integridade da barreira cutânea (Rancurel, 2004). Para concluir, a eficácia dos cosméticos biológicos depende não só da escolha dos ingredientes naturais, mas também da compreensão das complexas interações entre eles. Enquanto algumas combinações potencializam os efeitos desejados, outras podem comprometer a estabilidade e a funcionalidade da formulação. Por isso, é fundamental um controlo rigoroso da qualidade, aliado ao uso de tecnologias avançadas, para assegurar produtos seguros, estáveis e eficazes.

6.3) Estabilidade e conservação

6.3.1) Desafios sem conservantes convencionais

Garantir a estabilidade microbiológica de um cosmético biológico sem conservantes sintéticos continua a ser um dos maiores desafios da formulação natural. A presença da água, ingrediente essencial em muitas fórmulas, cria um ambiente propício à proliferação de bactérias, leveduras e bolores, o que compromete não só a qualidade do produto, mas também a segurança do consumidor (Nadarzynski et al., 2022).

As normas europeias, como a ISO 17516, são particularmente exigentes neste ponto: os produtos "leave-on" não devem ultrapassar 10^3 UFC/mL, e devem estar totalmente isentos de agentes patogênicos como *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* ou *Candida albicans* (ISO 17516:2014 - Cosmétiques — Microbiologie — Limites Microbiologiques, n.d.). Sem a utilização de conservantes convencionais, qualquer falha no processo, seja na água, na matéria-prima ou mesmo no manuseamento durante a utilização, pode levar à contaminação, tornando o produto fora de conformidade com as normas (Halla et al., 2018).

Um bom exemplo é o estudo de Senthilkumar et al. (2024) testaram fórmulas autoconservantes e salientaram que a estrita adesão às Boas Práticas de Fabrico (BPF), o controlo cuidadoso da água e das matérias-primas e a utilização de embalagens adequadas são cruciais para evitar a contaminação microbiológica na ausência de conservantes tradicionais. Num produto sem conservantes sintéticos, a simples contaminação durante o fabrico ou a utilização pode tornar o cosmético não compatível com estes requisitos (Senthilkumar & Vijayalakshmi, 2024).

Em resumo, a ausência de conservantes sintéticos em cosméticos biológicos exige um controlo rigoroso de todas as etapas da produção e do armazenamento. O cumprimento das normas de segurança e a adoção de boas práticas são essenciais para garantir produtos eficazes e seguros para o consumidor. No entanto, mesmo com essas estratégias, a conservação continua a ser um dos maiores desafios da cosmética natural. Uma revisão publicada por Halla et al. (2018) mostrou que muitos ingredientes naturais com potencial antimicrobiano têm limitações de estabilidade, espectro de ação restrito e sensibilidade ao pH, o que torna difícil substituir completamente os conservantes convencionais em todos os tipos de formulação. Além disso, os testes de eficácia antimicrobiana em formulações naturais ainda carecem de padronização, o que dificulta a validação técnica e regulatória destes produtos em grande escala (Halla et al., 2018).

6.3.2) Estratégias naturais para prolongar a vida útil dos produtos biológicos: óleos essenciais antimicrobianos, extratos antioxidantes

Para compensar a ausência de conservantes sintéticos, as fórmulas orgânicas utilizam soluções naturais capazes de inibir o crescimento microbiano e prevenir a degradação dos

ingredientes ativos. Estas estratégias baseiam-se principalmente na utilização de óleos essenciais com propriedades antimicrobianas, extratos vegetais ricos em antioxidantes e, por vezes, em tecnologias de encapsulação que aumentam a sua eficácia e estabilidade. De facto, certos óleos essenciais, como a árvore do chá, o tomilho, o orégão ou o alecrim, são reconhecidos pela sua atividade antimicrobiana de largo espectro. Um estudo de Hoang et al. (2021) destacaram a eficácia de óleos essenciais como a melaleuca, o tomilho, o orégão ou o alecrim contra bactérias como o *Staphylococcus aureus* ou a *Escherichia coli*, desde que a sua concentração seja cuidadosamente ajustada à fórmula cosmética. O óleo essencial de alecrim, em particular, demonstrou capacidade de inibir o crescimento bacteriano, com ação potenciada quando utilizado em sinergia com outros óleos ou extratos vegetais. Os extratos botânicos ricos em polifenóis, como os de chá verde, grainha de uva ou alecrim, desempenham um papel complementar, atuando como antioxidantes naturais. Estabilizam os ingredientes ativos sensíveis, particularmente as vitaminas lipossolúveis e os ácidos gordos insaturados, retardando a sua oxidação em contacto com o ar ou a luz. Embora a sua eficácia esteja bem documentada in vitro, alguns investigadores salientam que os seus efeitos variam consoante a planta utilizada, o processo de extração e as condições de formulação. Isto justifica a necessidade de testes específicos para cada caso (Hoang et al., 2021).

Para maximizar a eficácia destes compostos naturais, algumas fórmulas combinam óleos essenciais e extratos vegetais, potenciando uma ação sinérgica. Um estudo recente mostra que estas combinações alargam o espectro antimicrobiano, ao mesmo tempo que melhoram a estabilidade geral da fórmula, com menos irritação e desequilíbrio cutâneo (Choi et al., 2024). Ao mesmo tempo, a utilização de sistemas de libertação controlada, como as nanoemulsões ou os lipossomas, ajuda a proteger estes ingredientes ativos da oxidação e a melhorar a sua biodisponibilidade cutânea. Um estudo publicado em 2023 mostrou que uma fórmula que combinava extrato de chá verde e óleo essencial de alecrim encapsulados numa nanoemulsão oferecia um prazo de validade 30% superior em comparação com um creme convencional. Esta abordagem também ajudou a reduzir a irritação cutânea frequentemente associada à utilização de óleos essenciais em concentrações elevadas (Hoang et al., 2021).

Estas abordagens naturais, embora promissoras, exigem um amplo conhecimento técnico. As interações entre componentes naturais podem, por vezes, ser instáveis ou imprevisíveis, e as regulamentações exigem a comprovação da estabilidade e eficácia a longo prazo. No entanto, quando utilizadas estrategicamente e combinadas com técnicas

de formulação avançadas, estas alternativas representam uma forma fiável e sustentável de garantir a preservação dos produtos cosméticos biológicos.

6.3.3) Impacto da embalagem

A escolha da embalagem desempenha um papel central na preservação da eficácia dos cosméticos biológicos. Os sistemas airless, por exemplo, são amplamente valorizados pela sua capacidade de melhorar a estabilidade das fórmulas, prolongar a vida útil dos produtos e limitar as contaminações. Estes dispositivos funcionam com um pistão interno ou uma membrana que sobe à medida que o produto é dispensado, impedindo que o ar entre no recipiente. Esta tecnologia reduz significativamente a exposição ao oxigénio, previne a oxidação de ingredientes sensíveis e permite uma utilização quase total do produto até 95% da fórmula pode ser aproveitada (Klein et al., 2025). A compatibilidade entre o recipiente e a fórmula é outro fator determinante. Certos materiais plásticos podem interagir com os ativos presentes na formulação, ou até libertar substâncias indesejadas por migração. São, por isso, necessários testes de compatibilidade para garantir que o recipiente não degrada o produto ao longo do tempo. Estes testes também ajudam a definir as condições adequadas de armazenamento e a orientar a escolha dos materiais, particularmente para fórmulas sensíveis à luz ou ao oxigénio (Juncan & Rus, 2018). Por fim, os regulamentos europeus, nomeadamente o Regulamento (CE) n.º 1223/2009, exigem uma avaliação rigorosa da embalagem para garantir que esta não compromete a segurança do produto. Este regulamento contempla a possível migração de substâncias a partir do recipiente, bem como a obrigação de indicar no rótulo o prazo de validade após abertura (PAO), especialmente quando a durabilidade mínima excede os 30 meses. Esta informação é essencial, uma vez que reflete não só a estabilidade microbiológica do produto, mas também a eficácia da proteção conferida pela embalagem (Kirkbride et al., 2021). Em síntese, a escolha da embalagem é um fator determinante para a estabilidade, segurança e eficácia dos cosméticos biológicos. A adoção de tecnologias adequadas e a realização de testes de compatibilidade são essenciais para garantir que o recipiente preserve a qualidade do produto ao longo do tempo e cumpra os requisitos regulatórios.

7. Conclusão

Atualmente, existe um interesse crescente pelos cosméticos biológicos, motivado por preocupações de saúde, ambientais e éticas. No entanto, os dados científicos disponíveis mostram que a sua eficácia não pode ser generalizada e depende de muitos factores, como foi demonstrado ao longo da presente monografia. Esta análise evidenciou, no entanto, algumas propriedades interessantes dos ingredientes naturais, nomeadamente a sua ação anti-envelhecimento, calmante ou antioxidante, oferecendo, em geral, uma melhor tolerância e um impacto ambiental reduzido.

No entanto, estes resultados não nos permitem concluir definitivamente que os cosméticos biológicos são superiores às formulações convencionais. O desempenho varia em função dos ingredientes activos, dos métodos de extração, das formulações e dos critérios de avaliação utilizados. Além disso, existem vários obstáculos técnicos e regulamentares à utilização generalizada dos cosméticos biológicos.

Assim, em vez de opor a cosmética natural à cosmética convencional, parece mais adequado considerar os produtos biológicos como uma via complementar e prometedora, ainda em desenvolvimento. O seu desenvolvimento futuro dependerá da capacidade do sector de integrar as exigências da ciência, preservando os princípios de naturalidade e de sustentabilidade em que se baseia.

Várias pistas de desenvolvimento e de inovação foram já identificadas para apoiar o crescimento futuro do sector: encapsulamento dos princípios ativos, exploração das sinergias entre moléculas naturais, desenvolvimento de modelos 3D da pele para teste, melhoria da normalização dos ingredientes. Estes avanços, combinados com normas mais exigentes e uma luta ativa contra o *greenwashing* (Bozza et al., 2022), constituem as possíveis bases de um sector em transformação. Os resultados obtidos nesta tese ilustram como uma abordagem rigorosa e inovadora da investigação aplicada pode ajudar a remover algumas das barreiras que ainda impedem a adoção generalizada de activos naturais.

Em suma, não é a naturalidade por si só que garantirá o futuro da cosmética biológica, mas sim a sua capacidade de se basear solidamente em provas científicas.

Referências

- Afandi, N. (2022). Natural active ingredients used in topical cosmetic formulations for anti- ageing: A systematic review. *International Journal of Pharmaceuticals, Nutraceuticals and Cosmetic Science*, 5(1), 67–78. <https://doi.org/10.24191/ijpnacs.v5i1.05>
- Alves, T. F. R., Morsink, M., Batain, F., Chaud, M. V., Almeida, T., Fernandes, D. A., Da Silva, C. F., Souto, E. B., & Severino, P. (2020b). Applications of Natural, Semi-Synthetic, and Synthetic Polymers in Cosmetic Formulations. *Cosmetics*, 7(4), 75. <https://doi.org/10.3390/cosmetics7040075>
- Amberg, N., & Fogarassy, C. (2019b). Green Consumer Behavior in the Cosmetics Market. *Resources*, 8(3), 137. <https://doi.org/10.3390/resources8030137>
- Arbiser, J. L., Flynn, E., & Barnhill, R. L. (1998b). Analysis of vascularity of human neurofibromas. *Journal Of The American Academy Of Dermatology*, 38(6), 950-954. [https://doi.org/10.1016/s0190-9622\(98\)70158-6](https://doi.org/10.1016/s0190-9622(98)70158-6)
- Asher, A. S., Angara, A. A., & Salaudeen, A. O. (2025, July 1). Investigation of the in vitro effects of shea butter on skin barrier function and hydration using analytical chemistry methodologies. *Open Journal of Chemistry*, 5 (1), 1-7
- Awuchi, C. G. (2017). Sugar alcohols: chemistry, production, health concerns and nutritional importance of mannitol, sorbitol, xylitol, and erythritol. *ijaar*, 3(2), 31- 66.
- Baldi, M., Reynaud, R., Lefevre, F., Fleury, M., Scandolera, A., & Maramaldi, G. (2023). Synergistic use of bioactive agents for the management of different skin conditions: an overview of biological activities. *PubMed*, 27(4), 1450–1466. https://doi.org/10.26355/eurrev_202302_31385
- Balwierz, R., Biernat, P., Schafer, N., Marciniak, D., Krzeszewska-Zaręba, A., Skotnicka-Graca, U., & Kurek-Górecka, A. (2022b). Assessment of the moisturizing potential of a two-phase topical care product containing vegetable oils, glycerin, panthenol, and sodium hyaluronate - a preliminary studies. *Acta Poloniae Pharmaceutica - Drug Research*, 79(2), 245-254. <https://doi.org/10.32383/appdr/149393>
- Barthe, M., Clerbaux, L., Thénot, J., Braud, V. M., & Osman-Ponchet, H. (2024). Systematic characterization of the barrier function of diverse ex vivo models of damaged human skin. *Frontiers In Medicine*, 11. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1481645>
- Behrouz, M. S., Sample, D. J., & Yazdi, M. N. (2023). Robustness of storm water management model parameter sets for dry and wet hydroclimatic conditions. *Journal Of Cleaner Production*, 411, 137328. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137328>
- Bilal, M., Mehmood, S., & Iqbal, H. M. N. (2020b). The Beast of Beauty : Environmental and Health Concerns of Toxic Components in Cosmetics. *Cosmetics*, 7(1), 13. <https://doi.org/10.3390/cosmetics7010013>
- Biswas, N. S., Bala, N. N. N., Sarkar, N. S. U., & Dutta, N. M. (2024). Formulation of colloidal astringent solution using green tea and neem oil. *World Journal Of Biology Pharmacy And Health Sciences*, 18(2), 289-302. <https://doi.org/10.30574/wjbphs.2024.18.2.0280>
- Bluemke, A., Ring, A. P., Immeyer, J., Hoff, A., Eisenberg, T., Gerwat, W., Meyer, F., Breitzkreutz, S., Klinger, L. M., Brandner, J. M., Sandig, G., Seifert, M., Segger, D., Rippke, F., & Schweiger, D. (2022b). Multidirectional activity of bakuchiol against cellular mechanisms of facial ageing - Experimental evidence for a holistic treatment approach. *International*

- Journal Of Cosmetic Science*, 44(3), 377-393.
<https://doi.org/10.1111/ics.12784>
- Bom, S., Fitas, M., Martins, A. M., Pinto, P., Ribeiro, H. M., & Marto, J. (2020b). Replacing Synthetic Ingredients by Sustainable Natural Alternatives : A Case Study Using Topical O/W Emulsions. *Molecules*, 25(21), 4887.
<https://doi.org/10.3390/molecules25214887>
- Bom, S., Jorge, J., Ribeiro, H., & Marto, J. (2019b). A step forward on sustainability in the cosmetics industry : A review. *Journal Of Cleaner Production*, 225, 270-290. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.255>
- Boucetta, K. Q., Charrouf, Z., Derouiche, A., Rahali, Y., & Bensouda, Y. (2014b). Skin hydration in postmenopausal women : argan oil benefit with oral and/or topical use. *Menopausal Review*, 5, 280-288.
<https://doi.org/10.5114/pm.2014.46470>
- Bozza, A., Campi, C., Garelli, S., Ugazio, E., & Battaglia, L. (2022b). Current regulatory and market frameworks in green cosmetics : The role of certification. *Sustainable Chemistry And Pharmacy*, 30, 100851.
<https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100851>
- Campolina, G. A., Cardoso, M. D. G., Caetano, A. R. S., Nelson, D. L., & Ramos, E. M. (2023b). Essential Oil and Plant Extracts as Preservatives and Natural Antioxidants Applied to Meat and Meat Products : A Review. *Food Technology And Biotechnology*, 61(2), 212-225.
<https://doi.org/10.17113/ftb.61.02.23.7883>
- CBI. (2024, May 7). What requirements must natural ingredients for cosmetics comply with to be allowed on the European market ? (Acedido em 28 de julho de 2025) <https://www.cbi.eu/market-information/natural-ingredients-cosmetics/buyer-requirements>
- Certification COSMOS (Cosmétiques biologiques ou naturels) | Ecocert. (n.d.).
<https://www.ecocert.com/fr/certification/cosmetiques-biologiques-ou-naturels-cosmos>
- Changez, M., Anwar, M. F., & Alrahbi, H. (2024b). Olive Oil-Based Reverse Microemulsion for Stability and Topical Delivery of Methotrexate : In Vitro. *ACS Omega*, 9(6), 7012-7021. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c08875>
- Chaudhuri, R. K., & Bojanowski, K. (2014b). Bakuchiol : a retinol-like functional compound revealed by gene expression profiling and clinically proven to have anti-aging effects. *International Journal Of Cosmetic Science*, 36(3), 221-230.
<https://doi.org/10.1111/ics.12117>
- Chavan, D. U., Marques, S. M., Bhide, P. J., Kumar, L., & Shirodkar, R. K. (2020b). Rapidly dissolving Felodipine nanoparticle strips -Formulation using Design of Experiment and Characterisation. *Journal Of Drug Delivery Science And Technology*, 60, 102053.
<https://doi.org/10.1016/j.jddst.2020.102053>
- Chemat, F., Abert-Vian, M., Fabiano-Tixier, A. S., Strube, J., Uhlenbrock, L., Gunjevic, V., & Cravotto, G. (2019b). Green extraction of natural products. Origins, current status, and future challenges. *TrAC Trends In Analytical Chemistry*, 118, 248-263. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.05.037>
- Chen, D., Yin, S., Lu, X., Fu, H., Gao, H., & Zhang, S. (2024b). Research on the Correlation Between Skin Elasticity Evaluation Parameters and Age. *Cosmetics*, 11(6), 205. <https://doi.org/10.3390/cosmetics11060205>

- Chen, H. J., Lee, P. Y., Chen, C. Y., Huang, S. L., Huang, B. W., Dai, F. J., Chau, C. F., Chen, C. S., & Lin, Y. S. (2022b). Moisture retention of glycerin solutions with various concentrations : a comparative study. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13452-2>
- Choi, H. Y., Lee, Y. J., Kim, C. M., & Lee, Y. (2024b). Revolutionizing Cosmetic Ingredients : Harnessing the Power of Antioxidants, Probiotics, Plant Extracts, and Peptides in Personal and Skin Care Products. *Cosmetics*, 11(5), 157. <https://doi.org/10.3390/cosmetics11050157>
- Coiffard, L. J. M. (2008). Cosmétiques, bonnes pratiques de fabrication. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/299546447_Cosmetiques_bonnes_pratiques_de_fabrication
- Colla, E., De Géry, C., & Laurence-Claire Lemmet. (n.d.). Comment accélérer la transition écologique des cosmétiques en Europe et en France. *ESCP Impact Paper*. <https://academ.escpeurope.eu/pub/IP2024-74%20Colla%20-%20de%20Ge%CC%81ry%20-%20Lemmet.pdf>
- Compagnie des Sens. (2025, June 5). Le guide des huiles végétales en aromathérapie, cosmétique naturelle et nutrition. <https://www.compagnie-des-sens.fr/huiles-vegetales/> (Acedido em 28 de julho de 2025)
- Cosmébio, le label des cosmétiques bio et naturels. (Acedido em 28 de julho de 2025) <https://www.cosmebio.org/fr/le-label/>
- Cosmetic Dermatology. (2022). In *Wiley eBooks*. <https://doi.org/10.1002/9781119676881>
- Cosmetics Europe. (2008, May 12). Guidelines for the Evaluation of the Efficacy of Cosmetic Products, Revised version May, 2008. <https://cosmeticseurope.eu/resources/guidelines-for-the-evaluation-of-the-efficacy-of-cosmetic-products-revised-version-may-2008/>
- Cosmétiques : à la recherche du « naturel ». (n.d.). *Ministère De L'Économie Des Finances Et De La Souveraineté Industrielle Et Numérique*. (Acedido em 28 de julho de 2025) <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/laction-de-la-dgccrf/les-enquetes/cosmetiques-la-recherche-du-naturel>
- COSMOS | Natural and Organic Certification for Cosmetics. (n.d.). (Acedido em 28 de julho de 2025) <https://www.cosmos-standard.org/en/>
- COSMOS CERTIFICATION | ORGANIC & NATURAL | Certification de produits et d'ingrédients cosmétiques. (n.d.). (Acedido em 28 de julho de 2025) <https://www.cosmos-standard.org/fr/certification/certification-cosmos/>
- COSMOS | Le référentiel COSMOS. (n.d.). (Acedido em 28 de julho de 2025) <https://www.cosmos-standard.org/fr/cosmos-standard/>
- Couteau, C., & Coiffard, L. (2010b). Pourquoi les cosmétiques bio ne sont pas meilleurs que les autres ? *Actualités Pharmaceutiques*, 49(495), 32-35. [https://doi.org/10.1016/s0515-3700\(10\)70673-x](https://doi.org/10.1016/s0515-3700(10)70673-x)
- Da Motta Ramos Mendonça, B., Alves, P. E., & Santos, E. P. D. (2023b). Cosméticos Verdes : revisão bibliográfica acerca da tendência sustentável no desenvolvimento de cosméticos. *Research Society And Development*, 12(2), e4212239888. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i2.39888>
- Da Silveira, F. F. C. L., Porto, V. A., De Sousa, B. L. C., De Souza, E. V., Lo Nostro, F. L., Rocha, T. L., & De Jesus, L. W. O. (2024b). Bioaccumulation and ecotoxicity of parabens in aquatic organisms : Current status and trends. *Environmental Pollution*, 125213. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.125213>

- De la Charie, avec une équipe pluridisciplinaire. (2025, January 31). Labels et Huiles Essentielles : comment s'y retrouver ? <https://www.compagnie-des-sens.fr/labels-huiles-essentielles/#>
- De Santos Morais, N., Passos, T. S., Ramos, G. R., Ferreira, V. A. F., Moreira, S. M. G., Filho, G. P. C., Barreto, A. P. G., Leite, P. I. P., De Almeida, R. S., Paulo, C. L. R., Fernandes, R., Da Silva, S. Â. D., Da Cruz Nascimento, S. S., De Sousa Júnior, F. C., & De Assis, C. F. (2022b). Nanoencapsulation of buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.f.) in porcine gelatin enhances the antioxidant potential and improves the effect on the antibiotic activity modulation. *PLoS ONE*, 17(3), e0265649. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265649>
- Dhaliwal, S., Rybak, I., Ellis, S., Notay, M., Trivedi, M., Burney, W., Vaughn, A., Nguyen, M., Reiter, P., Bosanac, S., Yan, H., Foolad, N., & Sivamani, R. (2018b). Prospective, randomized, double-blind assessment of topical bakuchiol and retinol for facial photoageing. *British Journal Of Dermatology*, 180(2), 289-296. <https://doi.org/10.1111/bjd.16918>
- Dhuldhule, V. G., 1, Rokade, V., 2, Hingane, L. D., Dr., & Aaditya Pharmacy College Beed. (2021). Bio Friendly Herbal Excipients-Colouring Agent and Dyes. In *International Journal of Innovative Research in Technology* (Vol. 8, Issue 7, pp. 315–316) [Journal-article]. https://ijirt.org/publishedpaper/IJIRT153483_PAPER.pdf
- Dini, I., & Laneri, S. (2021b). The New Challenge of Green Cosmetics : Natural Food Ingredients for Cosmetic Formulations. *Molecules*, 26(13), 3921. <https://doi.org/10.3390/molecules26133921>
- Drif, A. I., Avula, B., Khan, I. A., & Efferth, T. (2023b). COX2-Inhibitory and Cytotoxic Activities of Phytoconstituents of *Matricaria chamomilla* L. *Applied Sciences*, 13(15), 8935. <https://doi.org/10.3390/app13158935>
- Fonseca-Santos, B., Corrêa, M. A., & Chorilli, M. (2015b). Sustainability, natural and organic cosmetics : consumer, products, efficacy, toxicological and regulatory considerations. *Brazilian Journal Of Pharmaceutical Sciences*, 51(1), 17-26. <https://doi.org/10.1590/s1984-82502015000100002>
- Franca, C. C. V., & Ueno, H. M. (2020b). Green cosmetics : perspectives and challenges in the context of green chemistry. *Desenvolvimento E Meio Ambiente*, 53. <https://doi.org/10.5380/dma.v53i0.62322>
- Flor, J., MSc, Mazin, M. R., Ferreira, L. A., & Chemspecs Comércio e Representações Ltda. (2019). Cosméticos Naturais, Orgânicos e Veganos. In *Cosmetics & Toiletries* (Brasil) (Vol. 31, pp. 30–31). https://www.cosmeticsonline.com.br/ct/painel/class/artigos/uploads/flfdc-CT313_32-38.pdf
- Genoskin. (2024b, janvier 16). Ex vivo human skin models for cosmetic testing. *Genoskin*. <https://genoskin.com/skin-models-cosmetic-testing/>
- Givol, O., Kornhaber, R., Visentin, D., Cleary, M., Haik, J., & Harats, M. (2019b). A systematic review of *Calendula officinalis* extract for wound healing. *Wound Repair And Regeneration*, 27(5), 548-561. <https://doi.org/10.1111/wrr.12737>
- Goberdhan, L. T., Pellacani, G., Ardigo, M., Schneider, K., Makino, E. T., & Mehta, R. C. (2022b). Assessing changes in facial skin quality using noninvasive in vivo clinical skin imaging techniques after use of a topical retinoid product in subjects with moderate-to-severe photodamage. *Skin Research And Technology*, 28(4), 604-613. <https://doi.org/10.1111/srt.13172>

- Goyal, N., & Jerold, F. (2021b). Biocosmetics : technological advances and future outlook. *Environmental Science And Pollution Research*, 30(10), 25148-25169. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17567-3>
- Green, B. A., Yu, R. J., & Van Scott, E. J. (2009b). Clinical and cosmeceutical uses of hydroxyacids. *Clinics In Dermatology*, 27(5), 495-501. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2009.06.023>
- GT cosmétique « Entreprises & Biodiversité ». (2024). *Stratégie Nationale Biodiversité 2030 Roquelaure Entreprises & Biodiversité Contribution du Groupe de Travail Cosmétique*. https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Livrable_Cosmetique_2.pdf
- Gueniche, A., Liboutet, M., Cheilian, S., Fagot, D., Juchaux, F., & Breton, L. (2021b). Vitreoscilla filiformis Extract for Topical Skin Care : A Review. *Frontiers In Cellular And Infection Microbiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.747663>
- Guzmán, E., & Lucia, A. (2021b). Essential Oils and Their Individual Components in Cosmetic Products. *Cosmetics*, 8(4), 114. <https://doi.org/10.3390/cosmetics8040114>
- Halla, N., Fernandes, I. P., Heleno, S. A., Costa, P., Boucherit-Otmani, Z., Boucherit, K., Rodrigues, A. E., Ferreira, I. C. F. R., & Barreiro, M. F. (2018b). Cosmetics Preservation : A Review on Present Strategies. *Molecules*, 23(7), 1571. <https://doi.org/10.3390/molecules23071571>
- Haman, C., Dauchy, X., Rosin, C., & Munoz, J. (2014b). Occurrence, fate and behavior of parabens in aquatic environments : A review. *Water Research*, 68, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.09.030>
- Herawati, E., Akhsanitaqwm, Y., Agnesia, P., Listyawati, S., Pangastuti, A., & Ratriyanto, A. (2022b). In Vitro Antioxidant and Antiaging Activities of Collagen and Its Hydrolysate from Mackerel Scad Skin (*Decapterus macarellus*). *Marine Drugs*, 20(8), 516. <https://doi.org/10.3390/md20080516>
- Hoang, H. T., Moon, J., & Lee, Y. (2021b). Natural Antioxidants from Plant Extracts in Skincare Cosmetics : Recent Applications, Challenges and Perspectives. *Cosmetics*, 8(4), 106. <https://doi.org/10.3390/cosmetics8040106>
- Hofmann, E., Fink, J., Eberl, A., Prugger, E., Kolb, D., Luze, H., Schwingenschuh, S., Birngruber, T., Magnes, C., Mautner, S. I., Kamolz, L., & Kotzbeck, P. (2021b). A novel human ex vivo skin model to study early local responses to burn injuries. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-79683-3>
- Hofmann, E., Fink, J., Pignet, A., Schwarz, A., Schellnegger, M., Nischwitz, S. P., Holzer-Geissler, J. C. J., Kamolz, L., & Kotzbeck, P. (2023b). Human In Vitro Skin Models for Wound Healing and Wound Healing Disorders. *Biomedicines*, 11(4), 1056. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11041056>
- Hwang, J., Jeong, H., Lee, N., Hur, S., Lee, N., Han, J. J., Jang, H. W., Choi, W. K., Nam, K. T., & Lim, K. (2021b). Ex Vivo Live Full-Thickness Porcine Skin Model as a Versatile In Vitro Testing Method for Skin Barrier Research. *International Journal Of Molecular Sciences*, 22(2), 657. <https://doi.org/10.3390/ijms22020657>
- IBD Certificações. (2014). Diretrizes para a certificação de produtos de saúde e beleza orgânicos e naturais e para ingredientes orgânicos e naturais. In *IBD Certificações* (5th ed.). <https://www.ibd.com.br/wp->

- [content/uploads/2019/09/8_1_2_Diretrizes_IBD_Cosmeticos_5aEd_082014_V.pdf](#)
- Igielska-Kalwat, J., Gościańska, J., Witkowska, B., & Nowak, I. (2016b). In vivo studies of substances used in the cosmetic industry. *Advances In Dermatology And Allergology*, 3, 163-169. <https://doi.org/10.5114/ada.2016.60607>
- ISO 17516 : 2014. (s. d.). ISO. (Acedido em 28 de julho de 2025) <https://www.iso.org/fr/standard/59938.html>
- Jeliński, T., Przybyłek, M., & Cysewski, P. (2019b). Natural Deep Eutectic Solvents as Agents for Improving Solubility, Stability and Delivery of Curcumin. *Pharmaceutical Research*, 36(8). <https://doi.org/10.1007/s11095-019-2643-2>
- Jufri, M., Vardhani, A., & Purwaningsih, E. (2021b). Evaluating the Efficacy of Lotion Containing Black Rice Bran (*Oryza sativa* L. indica) Extract as Skin Brightening Agent : A Clinical Trial. *Jundishapur Journal Of Natural Pharmaceutical Products*, 16(4). <https://doi.org/10.5812/jjnpp.114152>
- Juncan, A. M., & Rus, L. L. (2018). Influence of packaging and stability test assessment of an anti-aging cosmetic cream. *Materiale Plastice*, 55(3), 426–430. <https://doi.org/10.37358/mp.18.3.5043>
- Kfoury, M., & Fourmentin, S. (2024b). Les huiles essentielles : renaissance d'ingrédients naturels et durables. *Technologie et Innovation*, 9(1). <https://doi.org/10.21494/iste.op.2024.1059>
- Kim, M., Shibata, T., Kwon, S., Park, T. J., & Kang, H. Y. (2018b). Ultraviolet-irradiated endothelial cells secrete stem cell factor and induce epidermal pigmentation. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22608-y>
- Klein, M., Oleynikova, A., Neumair, C., Tacker, M., & Apprich, S. (2025c). Assessment of Sustainability Indicators for Cosmetic Product Packaging in the DACH Region. *Cosmetics*, 12(2), 56. <https://doi.org/10.3390/cosmetics12020056>
- Knight, J. (2021b). Continuing animal tests on cosmetic ingredients for REACH in the EU. *ALTEX*. <https://doi.org/10.14573/altex.2104221>
- Komala, M. G., Ong, S. G., Qadri, M. U., Elshafie, L. M., Pollock, C. A., & Saad, S. (2023b). Investigating the Regulatory Process, Safety, Efficacy and Product Transparency for Nutraceuticals in the USA, Europe and Australia. *Foods*, 12(2), 427. <https://doi.org/10.3390/foods12020427>
- L'efficacité en cosmétique : les allégations, la réglementation. . . (2024, May 13). <https://www.cosmebio.org/fr/nos-dossiers/efficacite-cosmetique-bio-allegations-reglementation-actifs/>
- Li, N., Wang, C., Feng, B., Bi, Y., Kong, F., Wang, Z., & Tan, S. (2023b). Application of nanoencapsulation technology to improve the stability and bioactivity of tea polyphenols. *Food Bioscience*, 55, 103076. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103076>
- Liang, J., Liu, Q. S., Ren, Z., Min, K., Yang, X., Hao, F., Zhang, Q., Liu, Q., Zhou, Q., & Jiang, G. (2023b). Studying paraben-induced estrogen receptor- and steroid hormone-related endocrine disruption effects via multi-level approaches. *The Science Of The Total Environment*, 869, 161793. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161793>
- Lin, T., Zhong, L., & Santiago, J. (2017b). Anti-Inflammatory and Skin Barrier Repair Effects of Topical Application of Some Plant Oils. *International*

- Journal Of Molecular Sciences*, 19(1), 70.
<https://doi.org/10.3390/ijms19010070>
- Liu, J. (2022b). Natural products in cosmetics. *Natural Products And Bioprospecting*, 12(1). <https://doi.org/10.1007/s13659-022-00363-y>
- Liu, X., Barresi, R., Kaminer, M., Qian, K., Thillou, F., Bataillon, M., Liao, I., Zheng, Q., & Bouez, C. (2022b). Utilization of ex vivo tissue model to study skin regeneration following microneedle stimuli. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22481-w>
- Lobel, B. T., Baiocco, D., Al-Sharabi, M., Routh, A. F., Zhang, Z., & Cayre, O. J. (2024b). Current Challenges in Microcapsule Designs and Microencapsulation Processes : A Review. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 16(31), 40326-40355. <https://doi.org/10.1021/acsami.4c02462>
- López, G., Jiménez-Clavero, M. Á., Vázquez, A., Soriguer, R., Gómez-Tejedor, C., Tenorio, A., & Figuerola, J. (2010b). Incidence of West Nile Virus in Birds Arriving in Wildlife Rehabilitation Centers in Southern Spain. *Vector-Borne And Zoonotic Diseases*, 11(3), 285-290. <https://doi.org/10.1089/vbz.2009.0232>
- Martín-Martínez, A., Sánchez-Marzo, N., Martínez-Casanova, D., Abarquero-Cerezo, M., Herranz-López, M., Barrajon-Catalán, E., & Matabuena-Yzaguirre, M. (2022b). High global antioxidant protection and stimulation of the collagen synthesis of new anti-aging product containing an optimized active mix. *Journal Of Cosmetic Dermatology*, 21(9), 3993-4000. <https://doi.org/10.1111/jocd.14703>
- Martinotti, S., Bonsignore, G., & Ranzato, E. (2023). Applications of Beehive products for wound repair and skin care. *Cosmetics*, 10(5), 127. <https://doi.org/10.3390/cosmetics10050127>
- Martins, A. M., & Marto, J. M. (2023b). A sustainable life cycle for cosmetics : From design and development to post-use phase. *Sustainable Chemistry And Pharmacy*, 35, 101178. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101178>
- Mayayo, T., Russo, G., Jiménez-Escobar, A. L., Pérez-González, N., Clares, B., Ruiz, A., Tomás-Cobos, L., Valera, A., Gómez-Farto, A., Arias-Santiago, S., & Montero-Vilchez, T. (2024b). Microencapsulation, Cream Development, and Controlled Clinical Study of an Upcycled Polyphenolic Extract Combined with sh-Oligopeptide-1. *Cosmetics*, 11(6), 198. <https://doi.org/10.3390/cosmetics11060198>
- Milani, M., & Sparavigna, A. (2017). The 24-hour skin hydration and barrier function effects of a hyaluronic 1 % , glycerin 5 % , and < ; em> ; Centella asiatica< ; /em> ; stem cells extract moisturizing fluid : an intra-subject, randomized, assessor-blinded study. *Clinical Cosmetic And Investigational Dermatology*, Volume 10, 311-315. <https://doi.org/10.2147/ccid.s144180>
- Mitura, S., Sionkowska, A., & Jaiswal, A. (2020). Biopolymers for hydrogels in cosmetics : review. *Journal Of Materials Science Materials In Medicine*, 31(6). <https://doi.org/10.1007/s10856-020-06390-w>
- Mpayipheli, N., Mpupa, A., Madala, N. E., & Nomngongo, P. N. (2024). Paraben residues in wastewater and surface water : a case study of KwaZulu Natal and Gauteng provinces (South Africa) during the COVID-19 pandemic. *Frontiers In Environmental Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1418375>
- M.T. Phu, L.N.K. Nguyen, T.T.T. Nhi, N.H.T. Uy, L.Đ. Khoa, N.P Hung, N.T.T. Minh, V.T.M Huong, & P.T., S. (2024). Unlocking the key drivers of consumer purchase intentions for organic cosmetics: A study in Can Tho City,

- Vietnam. *Heliyon*, 10(18), e37672.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37672>
- Murphy, B., Hoptroff, M., Arnold, D., Eccles, R., & Campbell-Lee, S. (2021). In-vivo impact of common cosmetic preservative systems in full formulation on the skin microbiome. *PLoS ONE*, 16(7), e0254172.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254172>
- Nadarzynski, A., Scholz, J., & Schröder, M. S. (2022). Skin Barrier Enhancing Alternative Preservation Strategy of O/W Emulsions by Water Activity Reduction with Natural Multifunctional Ingredients. *Cosmetics*, 9(3), 53.
<https://doi.org/10.3390/cosmetics9030053>
- Najel. (n.d.). Nos certifications | Produits bio et naturels | Najel. Retrieved May 20, 2025, (Acedido em 28 de julho de 2025) <https://najel.net/pages/certifications>
- NATRUE. (2021). Critères du Label NATRUE : exigences à remplir par les cosmétiques naturels et biologiques. https://natrue.org/uploads/2021/01/FR-NATRUE-Label_criteria_v3.9_January-2021.pdf
- Neil, J. E., Brown, M. B., & Williams, A. C. (2020). Human skin explant model for the investigation of topical therapeutics. *Scientific Reports*, 10(1).
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-78292-4>
- Nørgaard Andersen, D., Slothuus, T., Wilde Schou, T., Rathmann Petersen, A., Rasmussen og Ann Detmer, D., Pia Brunn Poulsen og Maria Strandesen, D., & Technology Publisher, F. (2015). Survey and health and environmental assessment of preservatives in cosmetic products (D. N. Andersen PhD, T. Slothuus, T. W. Schou, A. R. Petersen, D. Rasmussen, & A. Detmer, Eds.). *The Danish Environmental Protection Agency*.
<https://www2.mst.dk/Udgiv/publications/2015/05/978-87-93352-19-3.pdf>
- Noshirvani, N. (2024b). Essential Oils as Natural Food Preservatives : Special Emphasis on Antimicrobial and Antioxidant Activities. *Journal Of Food Quality*, 2024(1). <https://doi.org/10.1155/jfq/5807281>
- Nowak, K., Jabłońska, E., & Ratajczak-Wrona, W. (2020b). Controversy around parabens : Alternative strategies for preservative use in cosmetics and personal care products. *Environmental Research*, 198, 110488.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110488>
- Paço, A. M. F. D., Raposo, M. L. B., & Filho, W. L. (2009b). Identifying the green consumer : A segmentation study. *Journal Of Targeting Measurement And Analysis For Marketing*, 17(1), 17-25. <https://doi.org/10.1057/jt.2008.28>
- Panahi, Y., Rastgar, N., Zamani, A., & Sahebkar, A. (2020). Comparing the Therapeutic Effects of Aloe vera and Olive Oil Combination Cream versus Topical Betamethasone for Atopic Dermatitis : A Randomized Double-blind Clinical Trial. *Journal Of Pharmacopuncture*, 23(3), 173-178.
<https://doi.org/10.3831/kpi.2020.23.3.173>
- Papakonstantinou, E., Roth, M., & Karakiulakis, G. (2012). Hyaluronic acid : A key molecule in skin aging. *Dermato-Endocrinology*, 4(3), 253-258.
<https://doi.org/10.4161/derm.21923>
- Park, J. H., Choi, Y., Jung, Y. J., Lee, T., Kim, H., Cho, Y., & Lee, J. H. (2024). Skin hydration Measurement : Comparison Between Devices and Clinical Evaluations. *Annals Of Dermatology*, 36(5), 275.
<https://doi.org/10.5021/ad.23.103>
- Park, S. J. (2022). A comprehensive review of topical bakuchiol for the treatment of photoaging. *ResearchGate*.

- https://www.researchgate.net/publication/367052005_A_Comprehensive_Review_of_Topical_Bakuchiol_for_the_Treatment_of_Photoaging
- Pense-Lheritier, A. (2013). Innovation et éco-conception pour les produits de l'industrie cosmétique. *Marché Et Organisations*, N° 17(1), 137–147. <https://doi.org/10.3917/maorg.017.0137>
- Pereira, P., Mauricio, E. M., Duarte, M. P., Lima, K., Fernandes, A. S., Bernardo-Gil, G., & Cebola, M. (2022). Potential of supercritical fluid myrtle extracts as an active ingredient and co-preservative for cosmetic and topical pharmaceutical applications. *Sustainable Chemistry And Pharmacy*, 28, 100739. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100739>
- Poljšak, N., & Glavač, N. K. (2022). Vegetable Butters and Oils as Therapeutically and Cosmetically Active Ingredients for Dermal Use : A Review of Clinical Studies. *Frontiers In Pharmacology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.868461>
- Pranarôm FR. (2009, January 3). Critères de qualité ou comment lire les étiquettes ? <https://pranarom.fr/blogs/conseils-experts/criteres-de-qualite-ou-comment-lire-les-etiquettes>
- Pranarôm FR. (2020, October 29). Votre guide pratique des huiles végétales. <https://pranarom.fr/blogs/conseils-experts/votre-guide-pratique-des-huiles-vegetales>
- Produits de soins et beauté. (n.d.). (Acedido em 28 de julho de 2025) <https://www.intertek-france.com/cosmetique/>
- Pullar, J., Carr, A., & Vissers, M. (2017). *The Roles of Vitamin C in Skin Health*. *Nutrients*, 9(8), 866. <https://doi.org/10.3390/nu9080866>
- Qassem, M., & Kyriacou, P. (2019b). Review of Modern Techniques for the Assessment of Skin Hydration. *Cosmetics*, 6(1), 19. <https://doi.org/10.3390/cosmetics6010019>
- Qu'est-ce qui rend le Label NATRUE unique ? | NATRUE. (2025, May 7). <https://natrue.org/fr/why-us/quest-ce-qui-rend-le-label-natrue-unique/>
- Quílez, C., Bebiano, L. B., Jones, E., Maver, U., Meesters, L., Parzymies, P., Petiot, E., Rikken, G., Risueño, I., Zaidi, H., Zidarič, T., Bekeschus, S., Van Den Bogaard, E. H., Caley, M., Colley, H., López, N. G., Letsiou, S., Marquette, C., Maver, T., . . . Velasco, D. (2024). Targeting the Complexity of In Vitro Skin Models : A Review of Cutting-Edge Developments. *Journal Of Investigative Dermatology*, 144(12), 2650-2670. <https://doi.org/10.1016/j.jid.2024.04.032>
- Ramata-Stunda, A., Boroduskis, M., Vorobjeva, V., Ancans, J., & Laboratory of Bioanalytical and Biodosimetry Methods, Faculty of Biology, University of Latvia. (2013). Cell and tissue culture-based in vitro test systems for evaluation of natural skin care product ingredients. *In Environmental and Experimental Biology* (Vols. 11–159). https://eeb.lu.lv/EEB/201312/EEB_11_Ramata-Stunda.pdf
- Rancurel, A. (2004). Huiles, corps gras et produits cosmétiques. *OCL*, 11(6), 398-400. <https://doi.org/10.1051/ocl.2004.0398>
- Rasool, N., Saeed, Z., Pervaiz, M., Ali, F., Younas, U., Bashir, R., Bukhari, S. M., Khan, R. R. M., Jelani, S., & Sikandar, R. (2022). Evaluation of essential oil extracted from ginger, cinnamon and lemon for therapeutic and biological activities. *Biocatalysis And Agricultural Biotechnology*, 44, 102470. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102470>

- Recardo, C. . (2021). Natural alternatives to synthetic ingredients in cosmetics. *Alchemy Ingredients* , RSC Formulation Group. <https://formulation.org.uk/images/210303KIGIPC/1030RSCFST-KIGIPC-Natural%20Alternative%20to%20Synthetic%20Ingredients%20in%20Cosmetic%20Formulations%20-%20Caroline%20Recardo.pdf>
- Rognard, J. & SKINOBS TEAM. (2022). Cosmetotest: clinical and preclinical tests under the microscope. The Global Information on Cosmetics & Fragrances. https://news.skinobs.com/wp-content/uploads/2022/10/Cosmetotest_Expression_cosmetique_77.pdf
- Sah, A., Naseef, P. P., Kuruniyan, M. S., Jain, G. K., Zakir, F., & Aggarwal, G. (2022). *A Comprehensive Study of Therapeutic Applications of Chamomile. Pharmaceuticals*, 15(10), 1284. <https://doi.org/10.3390/ph15101284>
- Sandha, G. K., & Swami, V. K. (2009). L’huile de jojoba comme base de phase huileuse standard, biologique et stable à la conservation, pour l’industrie cosmétique. 2(2), 300–306. <http://www.urban-basse-normandie.org/uploads/news/id108/2009%2012%2009-%20Centre%20de%20lymphologie%20doc%20AVML%2014%20.pdf>
- Saritha, K., Rajesh, A., Manjulatha, K., Setty, O. H., & Yenugu, S. (2015). Mechanism of antibacterial action of the alcoholic extracts of *Hemidesmus indicus* (L.) R. Br. ex Schult, *Leucas aspera* (Wild.), *Plumbago zeylanica* L., and *Tridax procumbens* (L.) R. Br. ex Schult. *Frontiers In Microbiology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00577>
- Sarruf, F. D., Contreras, V. J. P., Martinez, R. M., Velasco, M. V. R., & Baby, A. R. (2024). The Scenario of Clays and Clay Minerals Use in Cosmetics/Dermocosmetics. *Cosmetics*, 11(1), 7. <https://doi.org/10.3390/cosmetics11010007>
- Schlienger, J. (2022, November 24). Mieux comprendre le monde des vitamines VIDAL. <https://www.vidal.fr/actualites/29938-mieux-comprendre-le-monde-des-vitamines.html>
- Schmitz, L., Novak, B., Hoeh, A., Luebbert, H., & Dirschka, T. (2015). Epidermal penetration and protoporphyrin IX formation of two different 5-aminolevulinic acid formulations in ex vivo human skin. *Photodiagnosis And Photodynamic Therapy*, 14, 40-46. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2015.11.004>
- SCCS Notes of guidance for the testing of cosmetic ingredients and their safety evaluation - 12th revision. (n.d.). *Public Health*. https://health.ec.europa.eu/publications/sccs-notes-guidance-testing-cosmetic-ingredients-and-their-safety-evaluation-12th-revision_en
- Seidel, A., & Bickford, M. (Eds.). (2013). *Kirk-Othmer Chemical Technology of Cosmetics*. John Wiley & Sons, Inc. <https://download.e-bookshelf.de/download/0000/7253/59/L-G-0000725359-0002366213.pdf>
- Senthilkumar, K., & Vijayalakshmi, A. (2024). Review: Advances in Self-Preservation Techniques in Cosmetics Using Hurdle Technology. *South Eastern European Journal of Public Health*, 1061–1072. <https://doi.org/10.70135/seejph.vi.2278>
- Senthilkumar, K., Vijayalakshmi, A., Jagadeesan, M., Somasundaram, A., Pitchiah, S., Gowri, S. S., Alharbi, S. A., Ansari, M. J., & Ramasamy, P. (2024). Preparation of self-preserving personal care cosmetic products using

- multifunctional ingredients and other cosmetic ingredients. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57782-9>
- Serra, M., Casas, A., Teixeira, J. A., & Barros, A. N. (2023). Revealing the Beauty Potential of Grape Stems : Harnessing Phenolic Compounds for Cosmetics. *International Journal Of Molecular Sciences*, 24(14), 11751. <https://doi.org/10.3390/ijms241411751>
- Shen, L., Zhang, Y., Wang, Q., Xu, L., & Feng, N. (2013). Enhanced in vitro and in vivo skin deposition of apigenin delivered using ethosomes. *International Journal Of Pharmaceutics*, 460(1-2), 280-288. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2013.11.017>
- Silva, D., Ferreira, M. S., Sousa-Lobo, J. M., Cruz, M. T., & Almeida, I. F. (2021). Anti-Inflammatory Activity of Calendula officinalis L. Flower Extract. *Cosmetics*, 8(2), 31. <https://doi.org/10.3390/cosmetics8020031>
- Silvério, L. A. L., Coco, J. C., De Macedo, L. M., Santos, É. M. D., Sueiro, A. C., Ataíde, J. A., Tavares, G. D., Paiva-Santos, A. C., & Mazzola, P. G. (2023). Natural product-based excipients for topical green formulations. *Sustainable Chemistry And Pharmacy*, 33, 101111. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101111>
- Sinclair, T. J., Ye, C., Chen, Y., Zhang, D., Li, T., Ling, X. B., Cohen, H. J., Shaw, G. M., Stevenson, D. K., Chace, D., Clark, R. H., & Sylvester, K. G. (2020). Progressive Metabolic Dysfunction and Nutritional Variability Precedes Necrotizing Enterocolitis. *Nutrients*, 12(5), 1275. <https://doi.org/10.3390/nu12051275>
- Sobhan, M., Hojati, M., Vafaie, S., Ahmadimoghaddam, D., Mohammadi, Y., & Mehrpooya, M. (2020). < ; p> ; The Efficacy of Colloidal Oatmeal Cream 1 % as Add-on Therapy in the Management of Chronic Irritant Hand Eczema : A Double-Blind Study< ; /p> ; *Clinical Cosmetic And Investigational Dermatology*, Volume 13, 241-251. <https://doi.org/10.2147/ccid.s246021>
- Staub, P. (2018). Les actions de soutien de l'AFB à la recherche sur la pollution des milieux aquatiques par les résidus des produits de soins : médicaments, biocides d'hygiène sanitaire et cosmétiques. *Environnement Risques & Sante*, 17(1), 84-99. <https://doi.org/10.1684/ers.2017.1070>
- Swain, I. (2024, September 27). How Natural & Organic Certifications Impact Skincare Formulation. *Learn Canyon*. <https://learncanyon.com/how-natural-organic-certifications-affect-skincare-formulation/>
- Tiwari, U., Ganesan, N. G., Junnarkar, J., & Rangarajan, V. (2020). Toward the formulation of bio-cosmetic nanoemulsions : from plant-derived to microbial-derived ingredients. *Journal Of Dispersion Science And Technology*, 43(7), 1061-1078. <https://doi.org/10.1080/01932691.2020.1847664>
- Ungureanu, A. R., Popovici, V., Oprean, C., Danciu, C., Schröder, V., Olaru, O. T., Mihai, D. P., Popescu, L., Luță, E., Chițescu, C. L., & Gîrd, C. E. (2023). Cytotoxicity Analysis and In Silico Studies of Three Plant Extracts with Potential Application in Treatment of Endothelial Dysfunction. *Pharmaceutics*, 15(8), 2125. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15082125>
- Vaughn, A. R., Clark, A. K., Sivamani, R. K., & Shi, V. Y. (2017). Natural Oils for Skin-Barrier Repair : Ancient Compounds Now Backed by Modern Science. *American Journal Of Clinical Dermatology*, 19(1), 103-117. <https://doi.org/10.1007/s40257-017-0301-1>
- Velasco, M. V. R., Zague, V., Dario, M., & Baby, A. R. (2016). Characterization and Short-Term clinical study of clay facial mask. *ResearchGate*.

- https://www.researchgate.net/publication/318508286_Characterization_and_Short-Term_clinical_study_of_clay_facial_mask
View of Consumers' purchase intentions towards natural cosmetics. (n.d.).
(Acedido em 28 de julho de 2025)
- <https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/ekonomski-vjesnik/article/view/3689/2446>
Vijayarangan, V., Dozias, S., Heusèle, C., Jeanneton, O., Nizard, C., Pichon, C., Povesle, J. M., Stancampiano, A., & Robert, E. (2023). Boost of cosmetic active ingredient penetration triggered and controlled by the delivery of kHz plasma jet on human skin explants. *Frontiers In Physics*, 11.
<https://doi.org/10.3389/fphy.2023.1173349>
- Wang, T., Liao, J., Zheng, L., Zhou, Y., Jin, Q., & Wu, Y. (2022). Aloe vera for prevention of radiation-induced dermatitis : A systematic review and cumulative analysis of randomized controlled trials. *Frontiers In Pharmacology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.976698>
- Weber, N., Birnbaum, P., Forget, P., Gueye, M., & Kenfack, D. (2010). L'huile de carapa (Carapaspp., Meliaceae) en Afrique de l'Ouest : utilisations et implications dans la conservation des peuplements naturels. *Fruits*, 65(6), 343-354. <https://doi.org/10.1051/fruits/2010029>
- Westman, M., Al-Bader, T., Merinville, E., Cattley, K., Lafon-Kolb, V., Darbon, J., Mavon, A., & Laloeuf, A. (2014). In Vivo Cosmetic Product Efficacy Testing by Analyzing Epidermal Proteins Extracted from Tape Strips. *Cosmetics*, 1(1), 29-36. <https://doi.org/10.3390/cosmetics1010029>
- Wu, I., & Liang, C. (2025). Embracing New Love : Why Customers Are Loyal to Plant Extract-Based Skin-Care Cosmetics. *Journal Of Cosmetic Dermatology*, 24(1). <https://doi.org/10.1111/jocd.16731>
- Zakaria, N. N. A., Okello, E. J., & Idowu, O. C. (2018). Evaluation of the antioxidant efficacy of extracts/ ingredients used in skin care products. *International Journal Of Phytocosmetics And Natural Ingredients*, 5(1), 7. <https://doi.org/10.15171/ijpni.2018.07>
- Zanatta, C., Mitjans, M., Ugartondo, V., Rocha-Filho, P., & Vinardell, M. (2009). Photoprotective potential of emulsions formulated with Buriti oil (Mauritia flexuosa) against UV irradiation on keratinocytes and fibroblasts cell lines. *Food and Chemical Toxicology*, 48(1), 70–75.
<https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.09.017>
- Zanatta, C. F., Ugartondo, V., Mitjans, M., Rocha-Filho, P. A., & Vinardell, M. P. (2008). Low cytotoxicity of creams and lotions formulated with Buriti oil (Mauritia flexuosa) assessed by the neutral red release test. *Food And Chemical Toxicology*, 46(8), 2776-2781.
<https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.05.001>
- Zhang, G., Guo, J., & Guo, J. (2025). A sustainable approach in pumpkin seed oil processing line : Recent advances in pumpkin seed oil and oil processing by-products. *Food Chemistry X*, 26, 102259.
<https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102259>
- Zhu, J., Zheng, Y., & Ge, Y. (2024). Study on the application of Aloe vera in cosmetology and clinical treatment of skin diseases. *Journal Of Holistic Integrative Pharmacy*, 5(4), 299-304.
<https://doi.org/10.1016/j.jhip.2024.11.006>