

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM FARMÁCIA

ARIADNE DE ASSIS VIEIRA
EMILLY DOS SANTOS DA SILVA
EVELEN CARLA ALVES DA SILVA

**NANOTECNOLOGIA APLICADA AO
DESENVOLVIMENTO DE COSMÉTICOS
ANTIENVELHECIMENTO**

RECIFE/2024

ARIADNE DE ASSIS VIEIRA
EMILLY DOS SANTOS DA SILVA
EVELEN CARLA ALVES DA SILVA

**NANOTECNOLOGIA APLICADA AO DESENVOLVIMENTO DE COSMÉTICOS
ANTIENVELHECIMENTO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Disciplina TCC II do Curso de Bacharelado em
Farmácia do Centro Universitário Brasileiro -
UNIBRA, como parte dos requisitos para conclusão
do curso.

Orientador: Prof. Dr. Wesley Felix de Oliveira.

RECIFE

2024

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Laís Cardoso, CRB-4/PE-1753/P.

V657n Vieira. Ariadne de Assis.

Nanotecnologia aplicada ao desenvolvimento de cosméticos antienvelhecimento / Ariadne de Assis Vieira, Emilly dos Santos da Silva, Evelen Carla Alves da Silva. - Recife: Edição do Autor, 2024.

20 p. : il. color.

Orientador(a): Dr. Wesley Felix de Oliveira.

Trabalho de Conclusão de Curso - Centro Universitário Brasileiro – Unibra. Bacharelado em Farmácia, 2024.

Inclui Referências.

1. Cosméticos. 2. Nanotecnologia. 3. Envelhecimento da pele. I. Silva, Emilly dos Santos da. II. Silva, Evelen Carla Alves da. III. Centro Universitário Brasileiro - Unibra. IV. Título.

CDU: 615

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaríamos de agradecer a Deus por nos dar a força e a coragem para não desistirmos deste sonho e por nos permitir chegar até aqui. É Ele quem nos capacita a lutar diariamente pelos nossos objetivos.

Agradecemos também aos nossos pais e irmãos pelo apoio incondicional. Sem vocês, não teríamos conseguido concluir essa jornada desafiadora. Obrigada por nos guiarem sempre no caminho certo, e por nos ensinarem valores como honestidade, respeito e gratidão. Vocês são a nossa inspiração diária e a razão pela qual lutamos por nossos sonhos.

Gostaríamos de fazer um agradecimento especial aos nossos bichinhos de estimação, Hamtaro, Sirius, Theo e Vivi. A companhia, o carinho e a fidelidade de vocês nos proporcionaram momentos de alegria e tranquilidade, especialmente nos dias mais estressantes. Vocês foram fonte de conforto, permitindo-nos concluir esse trajeto com mais leveza.

Ao nosso professor orientador, Dr. Wesley Felix, expressamos nossa profunda gratidão por toda dedicação e paciência em toda a construção desse trabalho. Obrigada por todo apoio e ensinamentos, que foram fundamentais para nós.

Por fim, agradecemos a todas as pessoas e instituições que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste sonho. A todos, nosso sincero muito obrigada.

“Para sempre nós seremos jovens. Mesmo se cairmos e nos machucarmos, continuaremos em direção aos nossos sonhos.”

- Epilogue: Young Forever (BTS)

RESUMO

A pele, como maior órgão do corpo humano, reflete a saúde e protege contra exposições ambientais. A história da preocupação com a aparência remonta aos primórdios da civilização, impulsionando o desenvolvimento de cosméticos e tratamentos estéticos. Atualmente, a busca por cosméticos mais eficazes impulsiona investimentos em inovação e pesquisa. A nanotecnologia envolve o estudo e manipulação de partículas extremamente pequenas, visando aumentar a eficiência dos produtos cosméticos. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo analisar o desenvolvimento e as contribuições da aplicação da nanotecnologia na formulação de cosméticos anti-idade. Foi realizado um estudo de revisão sistemática sobre nanocosméticos anti-envelhecimento, abrangendo artigos, monografias e teses em bancos de dados como ScienceDirect, Lilacs, Scielo, PubMed e Web of Science. Utilizando descritores como cosméticos, nanotecnologia e envelhecimento da pele. Foram inclusos artigos publicados entre 2020 e 2023 nos idiomas português, inglês e espanhol. A nanotecnologia e os sistemas de nanoentrega são áreas inovadoras que lidam com materiais e sistemas em escala nanométrica. No campo dos cosméticos, a nanotecnologia é extensivamente estudada, com a utilização de cremes, géis, loções e outras formas farmacêuticas para suavizar o envelhecimento da pele. A utilização de cosméticos com atividade nanotecnológica melhora a penetração e eficácia dos princípios ativos, protegendo-os e permitindo o direcionamento do tratamento para áreas específicas da pele. A indústria cosmética tem investido no desenvolvimento de produtos com essa tecnologia para mitigar riscos de irritação e aprimorar a estabilidade dos produtos. O farmacêutico é responsável por desenvolver e produzir cosméticos, garantindo a qualidade e seguindo as Boas Práticas de Fabricação. Diante do exposto, pode-se concluir que os nanocosméticos apresentam vantagens em relação aos cosméticos convencionais, atuando de forma eficaz na pele devido à melhor penetração de ingredientes ativos, estabilização de substâncias e possibilidade de liberação controlada dos ativos. A nanotecnologia tem potencial para trazer avanços significativos na área dermatológica. Portanto, é crucial continuar investindo nessa tecnologia para garantir melhores produtos na área dos nanocosméticos de uso tópico.

Palavras-chave: Cosméticos; Nanotecnologia; Envelhecimento da Pele.

ABSTRACT

The skin, as the largest organ of the human body, reflects health and protects against environmental exposures. The history of concern with appearance dates back to the beginnings of civilization, driving the development of cosmetics and aesthetic treatments. Currently, the search for more effective cosmetics drives investments in innovation and research. Nanotechnology involves the study and manipulation of extremely small particles, aiming to increase the efficiency of cosmetic products. Thus, this study aimed to analyze the development and contributions of the application of nanotechnology in the formulation of anti-aging cosmetics. A systematic review study was conducted on anti-aging nanocosmetics, covering articles, monographs, and theses in databases such as ScienceDirect, Lilacs, Scielo, PubMed, and Web of Science. Descriptors such as cosmetics, nanotechnology, skin aging were used. Articles published between 2020 and 2023 in Portuguese, English, and Spanish were included. Nanotechnology and nanoscale delivery systems are innovative areas dealing with materials and systems on a nanometric scale. In the field of cosmetics, nanotechnology is extensively studied, with the use of creams, gels, lotions, and other pharmaceutical forms to smooth skin aging. The use of cosmetics with nanotechnology activity improves the penetration and efficacy of active principles, protecting them and allowing targeted treatment to specific areas of the skin. The cosmetic industry has invested in developing products with this technology to mitigate the risks of irritation and enhance product stability. The pharmacist is responsible for developing and producing cosmetics, ensuring quality and following Good Manufacturing Practices. Given the above, it can be concluded that nanocosmetics present advantages over conventional cosmetics, acting effectively on the skin due to better penetration of active ingredients, stabilization of substances, and the possibility of controlled release of actives. Nanotechnology has the potential to bring significant advances in the dermatological field. Therefore, it is crucial to continue investing in this technology to ensure better products in the area of topical nanocosmetics.

Keywords: Cosmetics; Nanotechnology; Skin Aging.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação esquemática da constituição da pele.....	13
Figura 2 - Ilustração da escala de medida.....	15
Figura 3 - Ilustração da penetração de nanocosméticos na pele.....	16
Figura 4 - Estrutura do lipossoma.....	18
Figura 5 - Figura representativa da partícula de nanoemulsão.....	19
Figura 6 - Diferença entre lipossoma, nanoemulsão e nanopartícula lipídica.....	19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3.1 Pele.....	12
3.2 Fatores do envelhecimento cutâneo	13
3.3 Nanotecnologia	15
3.4 Sistemas nanotecnológicos anti-envelhecimento	17
3.4.1 Sistemas vesiculares.....	18
a) Lipossomas	18
b) Nanoemulsões.....	18
c) Nanopartículas lipídicas	19
3.5 Formulações nanocosméticas disponíveis no mercado	20
4 DELINEAMENTO METODOLÓGICO	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
7 REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a aparência é um fato presente desde os primórdios das civilizações humanas, em que mesmo com poucos recursos e encontrados de forma bruta na própria natureza, já eram utilizados como os primeiros cosméticos e aplicados no desenvolvimento de tratamentos estéticos para melhorar a conformação corporal (Coelho, 2021).

Atualmente, a prática do cuidado pessoal e a rotina de tomar banho são comuns e amplamente aceitas. No entanto, isso resulta de um processo evolutivo histórico documentado desde a escrita da Bíblia. Existem registros do uso de cosméticos há mais de 30.000 anos, quando os seres humanos empregavam pintura e queimavam incenso em rituais religiosos e em contextos de guerra. A Bíblia descreve o uso de cosméticos para adorno, assim como o uso de sabonetes e a importância do banho (Khodr, 2020).

Após a Segunda Guerra Mundial, a preocupação com a beleza e a saúde do corpo aumentou, impulsionando um mercado que já estava em crescimento devido à maior inserção das mulheres na sociedade e, especialmente, na economia. A independência financeira das mulheres foi crucial para a expansão do mercado de cosméticos, que tem o público feminino como principal alvo. Por fim, um marco significativo no setor de beleza foi o surgimento da televisão e da publicidade, que exaltaram a beleza e aumentaram a demanda por produtos cosméticos (Khodr, 2020).

Nos dias atuais, é possível definir os cosméticos como formulações naturais ou sintéticas, para uso em diversas partes externas do corpo humano a fim de promover limpeza, correção de odores, melhora do aspecto da pele, bem como da aparência (Coelho, 2021).

Para as mais de 3 mil empresas atuantes no mercado e na indústria de cosméticos, que produzem itens para a pele como cremes faciais e corporais, é essencial compreender as características da área de aplicação. Criar formulações eficazes para a saúde da pele é crucial para atrair consumidores e assegurar o faturamento do setor (Khodr, 2020).

Entender as particularidades e funcionalidades da pele é fundamental para a formulação de um produto eficaz. A pele retrata o que ocorre dentro do organismo, expressando problemas relacionados à saúde. No corpo humano, a pele é considerada o maior órgão, com um total de 15% do peso corporal, sendo imprescindível sua função de revestimento, a qual protege de exposições excessivas.

Esse órgão é responsável por ser uma barreira de proteção altamente eficaz a exposições causadas pelo meio ambiente, como por exemplo a radiação solar (Freitas et al., 2021).

Atualmente, o impacto da busca por cosméticos que entregam resultados mais eficientes gira em torno de investimentos em inovações e pesquisas aplicadas ao desenvolvimento de cosméticos, onde investem cada vez mais no aumento da estabilidade e eficácia dos princípios ativos. E para suprir o anseio por inovações na indústria cosmética, a nanotecnologia tornou-se uma grande aliada, possibilitando a implementação de novas técnicas com finalidades diversas e propostas inovadoras (Pereira, 2022).

A nanotecnologia é o estudo e a manipulação de partículas extremamente pequenas, em escala atômica e molecular. Define-se que um nanômetro (nm) equivale a um metro dividido por um bilhão de partes ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). A finalidade dessas partículas aplicadas nas formulações farmacêuticas e cosméticos são para que as substâncias que produzem efeitos terapêuticos penetram nas profundidades das camadas da pele com mais facilidade, fazendo com que a eficiência do produto seja intensificada (Nicochelli et al., 2022).

Os produtos cosméticos de maior procura atualmente são os que estão relacionados ao envelhecimento cutâneo, os chamados “anti-idade” (Henz et al., 2020). Devido a isso, os cosméticos voltados ao tratamento rejuvenescedor com ativos de hidratação e reposição de colágenos, tem se destacado significativamente, principalmente após a nanotecnologia ter sido reconhecida na área de dermocosmético (Cabral et al., 2023).

Os tipos de nanotecnologia mais utilizados para cosméticos são os lipossomas, nanopartículas lipídicas, micelas, nanopartículas poliméricas, nanocristais e niossomas (Cabral et al., 2023). Segundo a Associação Brasileira da Indústria da Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (2021), o Brasil é o quarto maior mercado consumidor desses produtos no mundo e é também o terceiro mercado no ranking global de países que mais lançam produtos anualmente (Pereira et al., 2022).

Portanto, a relevância desse estudo decorre da necessidade do mercado atuais no desenvolvimento de novos produtos com propriedades avançadas e inovadoras. A nanotecnologia é uma área que tem sido amplamente estudada para gerar avanços e inovações em formulações e sistemas de entrega e tem se desenvolvido rapidamente para esse fim (Rocha; Gava, 2022).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar o desenvolvimento e as contribuições da aplicação da nanotecnologia na formulação de cosméticos anti-idade.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar os diferentes tipos de nanomateriais empregados na formulação de cosméticos anti-idade, examinando seu papel na eficácia e segurança desses produtos;
- Compreender como os cosméticos anti-idade fabricados com nanotecnologia atuam no combate aos sinais de envelhecimento, explorando os mecanismos de ação envolvidos;
- Explanar sobre o papel do farmacêutico no desenvolvimento e prescrição de nanocosméticos anti-idade.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Pele

A pele é reconhecida como o principal órgão do corpo humano em termos de peso e extensão. Essa extensão pode variar de cerca de 1,7m² a 2,0m² (em adultos), representando aproximadamente 5,5% da massa corporal (Alves, 2015). A pele é composta por três camadas distintas: a epiderme, a derme e o tecido subcutâneo ou hipoderme. A espessura da pele varia ao longo de toda a sua extensão, sendo mais espessa nas superfícies dorsal e extensora do que nas superfícies ventral e flexora. Uma das funções primárias da pele é proteger o organismo, atuando como uma barreira funcional que limita a entrada de substâncias estranhas do ambiente, como bactérias e fungos. Além disso, ela oferece proteção contra danos causados por estímulos como a luz ultravioleta e agressões físicas (Zorzi, 2007).

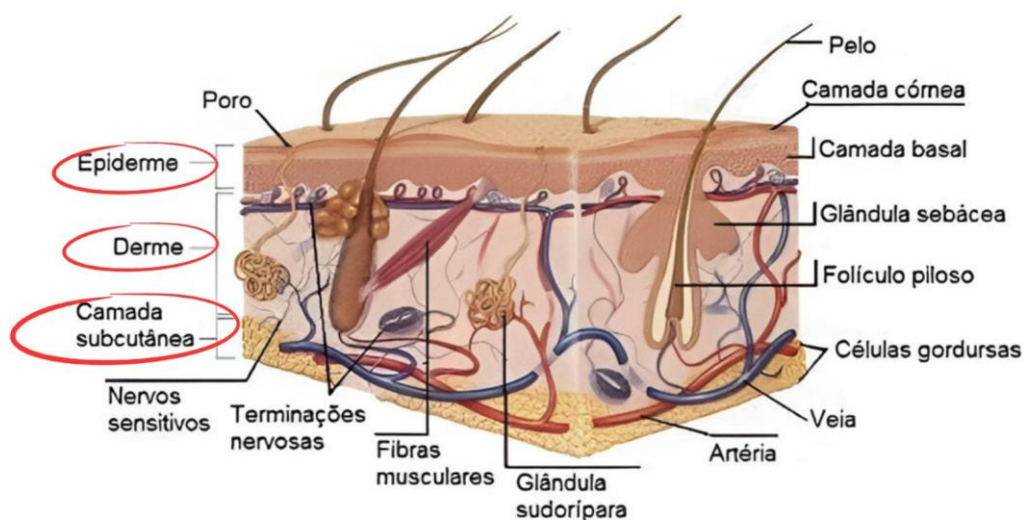
A camada mais externa da pele, a epiderme, é de origem ectodérmica e é constituída por epitélio estratificado pavimentoso queratinizado. Ela passa por um processo contínuo de diferenciação a partir de um grupo de células-tronco, resultando em cinco subcamadas sucessivas: basal, espinhosa, granulosa, lúcida (presente apenas em áreas palmoplantares) e córnea (Costa, 2012).

A derme, que é a camada intermediária da pele e tem origem mesodérmica, é composta por tecido conjuntivo que contém abundantes fibras de colágeno, elastina,

vasos sanguíneos, estruturas nervosas e musculares. Ela se divide em três partes: derme papilar, reticular e adventícia. Na derme, encontram-se os anexos cutâneos, como as glândulas sudoríparas écrinas e apócrinas, além dos folículos pilossebáceos (Costa, 2012).

A hipoderme, ou tecido subcutâneo, representa a camada mais profunda da pele, composta por tecido adiposo e apresentando espessura variável. Ela atua como uma barreira protetora contra traumas, variações térmicas e também serve como reserva de gordura e energia para o organismo. Os três componentes epiderme, derme e tecido subcutâneo, como mostra na Figura 1, trabalham em conjunto para auxiliar na eliminação de toxinas, proteção, regulação da temperatura, funções imunológicas, sensoriais e na renovação deste órgão (Zychar *et al.*, 2016).

Figura 1 - Representação esquemática da constituição da pele.



Fonte: <http://www.ciencia-online.net/2013/02/pele-fatos-funcoes-e-doencas.html>

3.2 Fatores do envelhecimento cutâneo

O inevitável processo de envelhecimento da pele resulta em alterações significativas tanto na estrutura quanto na função cutânea (Bonté *et al.*, 2019). Esse processo de envelhecimento pode ser acelerado por fatores internos, tais como desequilíbrios hormonais e metabólicos, como no caso do diabetes (Tobin, 2017), e externos, que ocorre por acúmulos de danos ao DNA, causados por exposições excessivas aos raios solares ultravioletas e fatores ambientais como poluição, fumo, consumo excessivo de álcool e estresse, além de elementos ligados a um estilo de

vida saudável, como uma dieta equilibrada e um sono adequado (Krutmann *et al.*, 2017).

À medida que envelhece, a pele progressivamente perde algumas de suas funções, como a capacidade de manter a homeostase, servir como revestimento e proteção contra elementos externos, regular as trocas de água e realizar a reprodução celular. Além disso, há uma redução na flexibilidade, resultando em fragilidade, diminuição, perda de vasos sanguíneos, colágeno e gordura, o que se manifesta através do surgimento de rugas, linhas de expressão e flacidez como sinais visíveis do envelhecimento. Assim, não há um único processo de envelhecimento da pele. Diversos fatores multifacetados, sejam eles genéticos, metabólicos, adquiridos ou externos provenientes do ambiente, atuam de maneiras variadas, exigindo o entendimento da estrutura e funcionamento da pele (Johner; Neto, 2021).

Diante disso, é notório que, embora o envelhecimento cutâneo represente apenas uma parte do processo de envelhecimento, é evidente que o aumento da expectativa de vida leva a uma maior busca por intervenções que melhorem a aparência e revertam os sinais e marcas do envelhecimento. Isso ocorre porque os aspectos e funções estéticas e sensoriais da pele têm um impacto direto nos aspectos sociais, psicológicos e na interação do indivíduo com o ambiente. Portanto, é de se esperar que as pessoas procurem profissionais de estética com mais frequência em busca de métodos que ajudem a minimizar e até mesmo prevenir as alterações causadas pelo envelhecimento cutâneo (Pujol, 2011).

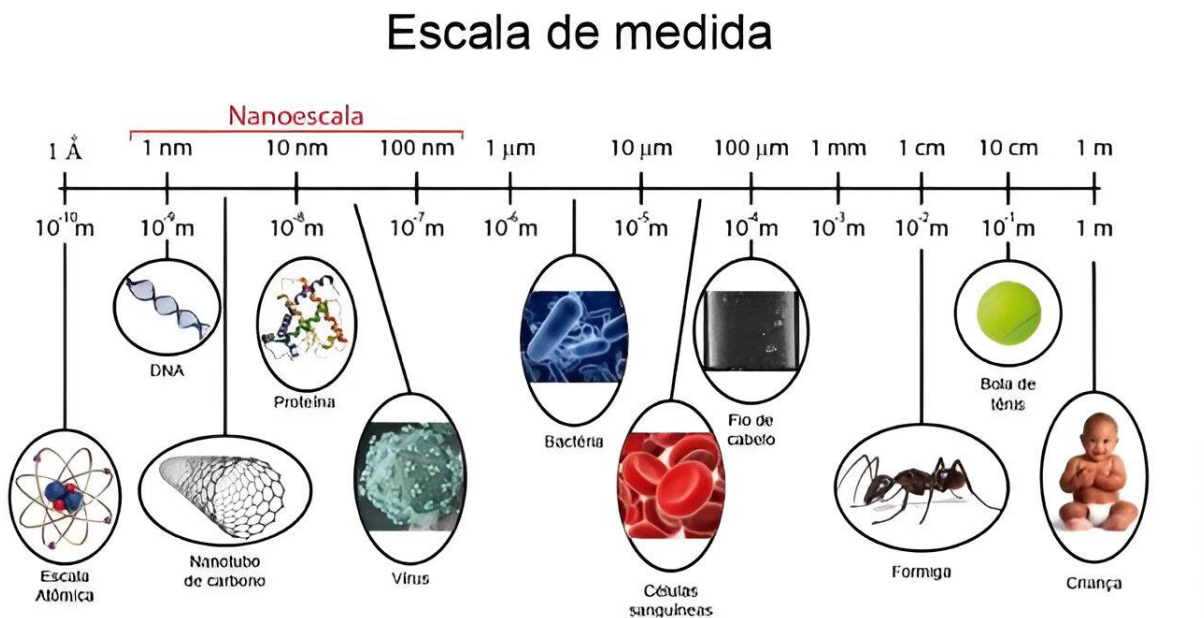
Os produtos de beleza antienvelhecimento proporcionam uma opção para aprimorar o bem-estar e a estética, promovendo uma maior integração social. Dessa forma, tais cosméticos visam eliminar os sinais do envelhecimento da pele, reduzindo a formação de rugas e melhorando a hidratação da pele (Afornali; Lorencini, 2016).

Existem diversos componentes ativos e variados elementos que podem ser empregados nos artigos de beleza, com a finalidade de evitar, atrasar e cuidar do envelhecimento da pele. Dentre esses, podemos mencionar substâncias antioxidantes, agentes de crescimento biológico, extratos de plantas, retinoides, ácidos naturais e suas variações, além de protetores solares. (Otlatici; Yegen; Asku, 2018).

3.3 Nanotecnologia

A nanotecnologia é uma área inovadora da ciência que engloba o desenvolvimento, análise e utilização de estruturas e sistemas cujas formas e dimensões são manipuladas em escala nanométrica. O prefixo "nano" deriva de nanômetro, uma unidade de medida equivalente a um bilionésimo de metro ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) (Rocha; Gava, 2022). De forma ilustrativa, a Figura 2 apresenta algumas relações de medida entre determinadas estruturas de conhecimento comum e o seu tamanho a uma escala de medida que vai de 1 angstrom, sendo a escala atômica, até 1 metro, representado por uma criança.

Figura 2 - Ilustração da escala de medida.



Fonte: Anchieta (2020).

A característica primordial das nanoestruturas é sua diminuta escala, que permite a modificação de suas propriedades físico-químicas em comparação com estruturas de maior porte, gerando um ambiente favorável para uma absorção aprimorada e interação ampliada com os tecidos biológicos (Gupta *et al.*, 2022). Essa ocorrência é resultado das dimensões em escala nanométrica, as quais proporcionam a essas estruturas uma extensa área de superfície e uma elevada quantidade de partículas por unidade de massa. Como resultado, as características originais do material bruto, tais como a temperatura de fusão e a solubilidade, também sofrem alterações (Mihrianyan; Ferraz; Stromme, 2012).

A indústria cosmética foi uma das pioneiras na adoção de conceitos nanotecnológicos no desenvolvimento e manipulação de produtos, e hoje em dia é a principal referência global nessa área. (Ferraris *et al.*, 2021). O primeiro nanoproduto cosmético foi introduzido no mercado global pela Dior em 1986, um creme antienvelhecimento contendo lisossomas "Capture Totale", seguido pelo "Plenitude Revitalift" em 1998, da L'Oreal Paris, que também é um creme antienvelhecimento composto por nanocápsulas poliméricas de agente ativo retinol (Dubey *et al.*, 2022).

A justificativa para a nanotecnologia ser adotada como estratégia para aumentar a penetração e eficácia dos componentes presentes nos cosméticos está relacionada às várias utilidades dos nanomateriais, as quais podem ser categorizadas como: aprimoramento das características dos ingredientes cosméticos e do produto acabado, intensificação da penetração na pele e reforço da estabilidade do produto (Ferraris *et al.*, 2021). Para as empresas de cosméticos, o alvo final é garantir a entrega precisa dos princípios ativos à pele, visando alcançar um efeito de longa duração (Fytianos; Rahdar; Kyzas, 2020). Ainda, os nanoprodutos de beleza também têm a capacidade de proporcionar efeitos eficazes contra o envelhecimento, rugas, ressecamento, hiperpigmentação e outras condições da pele (Dubey *et al.*, 2022).

Em comparação com um cosmético tradicional, os nanoprodutos cosméticos, também denominados nanocosméticos, se destacam por sua alta eficácia. Isso se deve à presença de nanoestruturas nos produtos, as quais, devido à sua escala nanométrica, possibilitam uma maior penetração nas camadas mais profundas da pele, agindo até a derme conforme mostra a Figura 3, tornando-os mais eficientes do que os produtos fabricados de maneira convencional (Baril *et al.*, 2012).

Figura 3 - Ilustração da penetração de nanocosméticos na pele.



Fonte: La Cutanee (2020).

As preparações em escala nanométrica desenvolvidas para combater os sinais visíveis do envelhecimento da pele incluem principalmente categorias de ingredientes ativos como antioxidantes, hidroxiácidos, agentes clareadores, agentes esfoliantes, compostos hidratantes, protetores solares ativos e até mesmo ácido hialurônico. Muitas fórmulas anti-envelhecimento que utilizam nanomateriais para incorporar ingredientes ativos dessas categorias estão atualmente patenteadas e disponíveis no mercado pelas mais renomadas empresas de cosméticos do mundo, tornando essas formulações inovadoras cada vez mais populares. Ao mesmo tempo, estão sendo estudadas diversas formulações com nanotransportadores que encapsulam vários ingredientes ativos (Marçalo, 2013).

As formas mais comuns de nanotecnologia empregadas em produtos dermocosméticos de aplicação tópica incluem lipossomas, nanopartículas lipídicas, micelas, nanopartículas poliméricas, nanocristais e niossomas (Cabral *et al.*, 2023).

3.4 Sistemas nanotecnológicos anti-envelhecimento

As formulações anti-envelhecimento contêm dois grupos fundamentais de substâncias que são utilizadas em seu desenvolvimento. Essas substâncias podem ser antioxidantes, tais como vitaminas, polifenóis ou flavonoides, que reduzem a degradação do colágeno ao diminuir a concentração de radicais livres nos tecidos; ou reguladores celulares, como os retinoides e os fatores de crescimento, os quais estão intimamente ligados ao metabolismo do colágeno e aumentam sua produção (Otlatici; Yegen; Asku, 2018).

Os avanços recentes na área da nanotecnologia apontam para seu potencial como veículos de transporte de produtos de beleza para extratos vegetais, fitoquímicos e outros ingredientes ativos que possuem baixa solubilidade, baixa absorção e instabilidade. A adoção de novas abordagens também pode aprimorar a eficácia das substâncias ativas em relação à sua ação prolongada no organismo humano. Atualmente, há uma variedade significativa de produtos disponíveis no mercado com eficácia aprimorada. Os novos veículos de transporte utilizados podem ser classificados como sistemas vesiculares - incluindo lipossomas, nanoesferas, nanoemulsões, nanopartículas lipídicas sólidas - e outros sistemas de distribuição em escala nanométrica (Otlatici; Yegen; Asku, 2018).

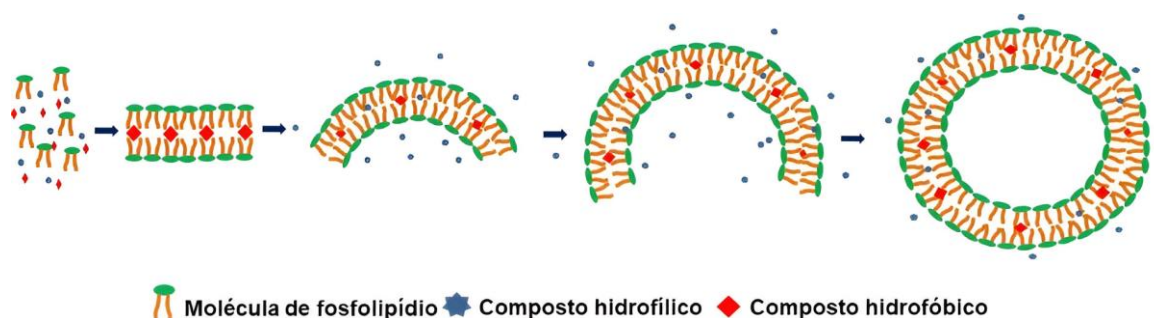
3.4.1 Sistemas vesiculares

a) Lipossomas

A indústria cosmética tem empregado extensivamente os lipossomas para promover o transporte dos componentes de produtos de beleza na pele. Tratam-se de pequenas vesículas esféricas (Figura 4), com um diâmetro entre 50 e 150 nm, que contêm uma ou mais membranas semelhantes a bicamadas fosfolipídicas e um núcleo aquoso em seu interior (Katz; Dewan; Bronaugh, 2015).

Esse tipo de estrutura possibilita a inclusão o princípio ativo lipofílico na dupla camada lipídica, assim como a incorporação do princípio ativo hidrofílico no compartimento aquoso, como ilustrado na figura 4. Para alcançar os ingredientes ativos, a dupla camada lipídica pode fundir-se com a membrana celular, liberando, desse modo, o conteúdo do lipossoma (Otlatici; Yegen; Asku, 2018).

Figura 4 - Estrutura do lipossoma.



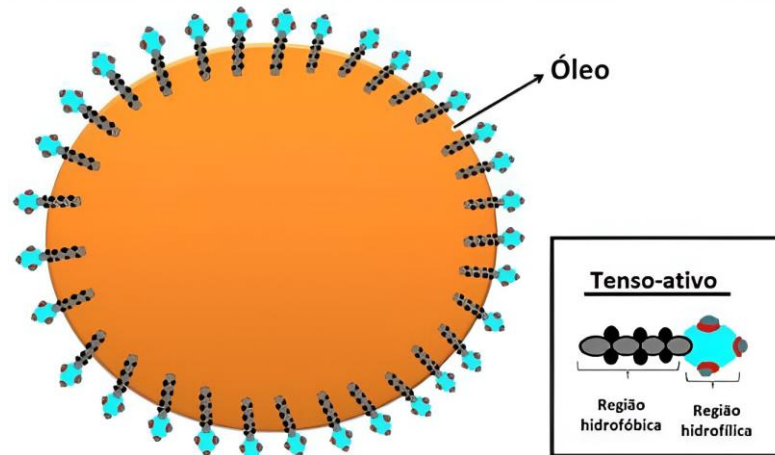
Fonte: Neves *et al.* (2021).

b) Nanoemulsões

As nanoemulsões são dispersões transparentes e estáveis, com gotículas menores que 100 nm, estabilizadas por um filme interfacial de surfactante e co-surfactante. As nanoemulsões proporcionam uma grande relação superfície/volume para as partículas em contato com a pele, permitindo uma interação aprimorada e facilitando a entrada de substâncias ativas na superfície da pele. Além disso, suas pequenas partículas não obstruem os poros, permitindo a livre circulação de ar e água. As nanogotículas têm um núcleo lipofílico circundado por uma camada monomolecular de fosfolípídios, assim como pode-se observar na Figura 5, o que as diferencia dos lipossomas. Devido a essa composição lipofílica, as nanoemulsões são mais adequadas para a entrega de compostos lipofílicos em comparação com os lipossomas. Elas também possuem efeito bioativo próprio e fortalecem a função de

barreira da pele, reduzindo a perda transepidérmica de água (Otlatici; Yegen; Asku, 2018).

Figura 5 - Figura representativa da partícula de nanoemulsão.



Fonte: Pires e Moura (2017).

c) Nanopartículas lipídicas

Assim como as nanoemulsões, as nanopartículas lipídicas (NL) são sistemas heterogêneos com uma fase lipídica interna e uma fase aquosa externa, estabilizada por um ou mais agentes tensoativos. No entanto, ao contrário das nanoemulsões, como ilustrado na figura 6, as NL são constituídas por uma fase lipídica interna sólida, uma vez que as nanopartículas são feitas totalmente ou principalmente de lipídios sólidos à temperatura ambiente. Isso permite uma liberação mais controlada das moléculas encapsuladas e, adicionalmente, protege essas moléculas da degradação, aumentando a estabilidade do sistema a longo prazo (Cardoso, 2019). Diante disso, estudos comparam as três estruturas, como mostra na figura 6.

Figura 6 - Diferença entre lipossoma, nanoemulsão e nanopartícula lipídica.

Lipossoma Bicamada lipídica que envolve um núcleo aquoso.	Nanoemulsão Monocamada lipídica que envolve um núcleo lipídico líquido.	Nanopartícula lipídica Monocamada lipídica que envolve um núcleo lipídico sólido.

Fonte: Cardoso (2019).

3.5 Formulações nanocosméticas disponíveis no mercado

A nanotecnologia tem demonstrado um enorme potencial para aprimorar a eficácia e a eficiência na entrega de formulações cosméticas em escala nanométrica e seus componentes bioativos correspondentes (Otlatici; Yegen; Asku, 2018).

Atualmente, há uma variedade significativa de produtos disponíveis no mercado com eficácia aprimorada, oferecendo benefícios que vão desde simples hidratação até reparação da pele e redução de rugas. No entanto, os produtos anti-envelhecimento têm despertado um interesse crescente (Cardoso, 2019). Logo diversas empresas nacionais e internacionais passaram a investir em pesquisas para o desenvolvimento de novos produtos associados a nanotecnologia, alguns desses produtos foram listados na tabela 1 (Baril *et al.*, 2012).

Tabela 1- Produtos nanocosméticos atualmente comercializados antienvelhecimentos.

Nome comercial	Marca	Formulação/Substâncias cosmetologicamente ativas	Apresentação comercial
Platinéum	Lancôme	Nanopartículas (Hidroxiapatite)	
Revitalift	L'Oreal	Nanopartículas (Pro-retinol A)	
Rénergie Microlift	Lancôme	Nanopartículas (Microfiltros - Sílica e Proteínas)	

Lancôme Soleil Soft-Touch Creme Anti-Rugas SPF 15	Lancôme	Nanocápsulas (Vitamina E, Pantenol)	
Capture Totale	Dior	Lipossomas (Gel lipossomal)	

Fonte: Cardoso (2019).

4 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

Foi realizado um estudo de revisão sistemática, onde foi feito um levantamento na literatura científica de artigos, monografias e teses em bancos de dados de biblioteca de pesquisas online para selecionar estudos que tratavam de assuntos relacionados aos nanocosméticos anti- envelhecimento. As bases de dados utilizadas foram: ScienceDirect, Lilacs (Literatura Latino Americana em Ciências da Saúde), Scielo (Scientific Eletronic Library Online), PubMed e Web of Science.

A pesquisa foi realizada no período compreendido entre os meses de março a junho de 2024. Para selecionar os trabalhos foram utilizados os seguintes descritores: cosméticos, nanotecnologia e envelhecimento da pele. Com o intuito de aprimorar os resultados da pesquisa foi utilizada a associação das palavras-chaves.

Foram utilizados como critérios de inclusão para este estudo: artigos completos publicados nas bases de dados selecionadas, artigos disponíveis em idiomas português, inglês e espanhol, publicados entre 2020 a 2023. O critério de exclusão foi baseado no conteúdo das literaturas, uma vez que alguns estavam incompletos ou não abordavam temas relevantes para o presente estudo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos critérios de inclusão e exclusão aplicados nas etapas de seleção de artigos, foram escolhidos 6 artigos que melhor se adequaram ao tema abordado. As principais características dos artigos selecionados para composição deste trabalho estão descritas no quadro 1.

Quadro 1- Artigos selecionados para desenvolvimento desse estudo.

Título	Referência	Objetivo	Resultados encontrados
Processos inovadores na formulação de Cosméticos: aplicações de nanotecnologia.	Pizeta, 2021.	Identificar os principais tipos de nanomateriais empregados na formulação de cosméticos	A nanotecnologia e o uso mais específicos de nanomateriais podem ser vistos como uma das mais recentes evoluções no campo da ciência. Alguns dos sistemas nanoestruturados mais utilizados em cosméticos podem ser classificados em lipossomas, nanoemulsões, nanocápsulas, nanoesferas e nanopartículas.
Aplicação da nanotecnologia nos fotoprotetores Solares: uma revisão bibliográfica.	Andrade <i>et al.</i> , 2020.	Investigar a utilização da nanotecnologia em fotoprotetores solares.	Por se tratar de um produto com a função de barrar e reduzir a absorção da radiação UV na pele, a elaboração de novos estudos relacionados a este tema apresenta grande importância, pois somente assim pode-se mensurar e intensificar as propriedades de tal produto, os mecanismos de ação, a sua eficácia e sua adequada comercialização, bem como a identificação de possibilidades de inovação e melhoria de ação.
Aplicação da nanociência e coenzima Q10.	Posselt <i>et al.</i> , 2023.	Abordar a importância do uso da nanotecnologia e da coenzima Q10 nos tratamentos antienvelhecimento, bem como seu	O uso da coenzima Q10 em cosméticos antienvelhecimento tornou-se comum devido à sua ação contra os radicais livres. No entanto, por se tratar de uma molécula muito grande, é necessário o uso de métodos

		mecanismo de ação.	nanotecnológicos para que seu tamanho possa ser reduzido, para que, conseqüentemente, a CoQ10 possa permear as camadas da pele, atingindo a camada alvo.
Aplicabilidade da nanotecnologia no desenvolvimento de dermocosméticos	Silva; Muniz, 2020.	Descrever as vantagens e limitações da aplicabilidade da nanotecnologia no aumento da permeabilidade de dermocosméticos.	A nanotecnologia é um fenômeno recente e vêm sendo cada vez mais estudada e regulamentada atualmente. O setor dermocosmético vem fazendo uso desta tecnologia devido às diversas vantagens da sua aplicação, pois tem capacidade de melhorar a segurança, eficácia, estabilidade, possibilidade de encapsulação de ativos para liberação controlada na pele, melhorando na aplicação tátil-sensorial, e melhoria da estabilidade físico-química do produto durante seu prazo de validade no mercado.
Nanotecnologia para o desenvolvimento de dermocosméticos anti-idade de uso tópico: revisão sistemática	Cabral <i>et al.</i> , 2023.	Descrever os medicamentos anti-idade com utilização de nanotecnologia em suas formulações com capacidade de liberação do princípio ativo nas camadas profundas da pele.	As nanotecnologias lipossomas nanopartículas poliméricas, nanopartículas Sólidas, nanoesferas, nanocápsulas e nanoscristais, as quais são escolhidas para o tratamento anti-idade de uso tópico, evidenciaram resultados com relação às linhas de expressões, retardo do envelhecimento da pele e redução de manchas.

A cosmética aplicada ao envelhecimento cutâneo.	Vasconcellos; Neto, 2020.	Abordar como o emprego da Cosmética tem contribuído no tratamento do processo de envelhecimento da pele.	A indústria cosmética tem investido intensamente no desenvolvimento de produtos capazes de atingir os melhores resultados com técnicas menos invasivas, reduzindo o risco de intercorrências.
Cosmetologia aplicada ao envelhecimento cutâneo: fatores influentes, ingredientes ativos e novas tecnologias de veiculação.	Xavier, 2021.	Explicar os métodos e produtos utilizados em opções de combate ao envelhecimento e discutir o papel do farmacêutico nesse cenário.	O farmacêutico é responsável por desenvolver e produzir cosméticos, garantindo a qualidade e seguindo as Boas Práticas de Fabricação. Ele deve manter os procedimentos operacionais, avaliar a infraestrutura, promover treinamentos, assegurar o armazenamento e transporte adequados dos produtos, colaborar na qualificação dos equipamentos e validação dos processos, investigar desvios de qualidade e garantir que a fabricação siga os registros sanitários.

Fonte: Os Autores (2024).

O amplo emprego de formulações cosméticas contendo nanoestruturas e nanopartículas é comum em produtos cosméticos como desodorantes, protetores solares e itens destinados aos cuidados da pele, unhas, lábios e cabelos. Suas características notáveis incluem rápida penetração e capacidade de fusão com texturas, aliadas às propriedades biofísicas, como poder hidratante, os tornam apropriados para aplicação cutânea. Tendo como exemplo as nanoestruturas lipídicas, que são desenvolvidas para melhorar a estabilidade físico-química do sistema cutâneo e incorporar os ingredientes ativos nos cosméticos (Pizeta, 2021).

A utilização de cosméticos com atividade nanotecnológica representa uma estratégia para melhorar a penetração e eficácia dos princípios ativos presentes nos cosméticos. Essa abordagem permite que os ingredientes ativos sejam protegidos e

preservados por um período prolongado, evitando sua degradação, além de possibilitar o direcionamento do tratamento para áreas específicas da pele. Ao longo do tempo, a indústria cosmética tem aumentado seus investimentos no desenvolvimento de produtos que empregam essa tecnologia, visando mitigar os riscos de irritação e aprimorar a estabilidade dos produtos (Cabral *et al.*, 2023).

Essa nanotecnologia se baseia em um sistema de entrega, onde um tipo de transportador leva os princípios ativos até as camadas mais profundas da epiderme. Isso permite que os nanocosméticos ajam na camada basal da pele, onde as células estão se formando, contribuindo para aprimorar a qualidade da epiderme e fortalecer as células jovens que ainda não foram expostas às agressões externas. Por isso, é essencial escolher cuidadosamente o tipo de transportador a ser utilizado para cada ativo, considerando o objetivo da aplicação proposta. Itens destinados a permanecer na superfície da pele sem serem absorvidos, como os fotoprotetores solares, por exemplo, requerem formulações específicas para atender a esse propósito (Andrade *et al.*, 2020).

A aplicação da nanotecnologia possibilitou o desenvolvimento de produtos que oferecem maior fator de proteção solar, maior resistência e conforto durante o uso. Além disso, permite a inclusão de antioxidantes nas fórmulas, devido à sinergia com os ingredientes fotoprotetores, o que contribui para uma proteção mais eficaz contra os danos causados pela exposição ao sol (Vasconcellos; Neto, 2020).

Atualmente, a maioria dos cosméticos voltados para combater os sinais de envelhecimento contém antioxidantes como vitamina C, coenzima Q10, vitamina E e ácido lipóico. Dentre esses ingredientes ativos, a coenzima Q10 é especialmente popular. Ela exerce sua função de forma natural ao gerar energia celular nas mitocôndrias. No entanto, devido ao seu tamanho molecular relativamente grande, é necessário nanoestruturá-la durante o processo de fabricação dos cosméticos de uso tópico para garantir sua estabilidade e aumentar sua capacidade de penetração, possibilitando assim que atinja todas as camadas da pele (De Souza Posselt *et al.*, 2023).

Diversas nanoestruturas são empregadas na fabricação de nanocosméticos, sendo as mais relevantes as nanoemulsões, lipossomas, nanopartículas poliméricas, nanopartículas lipídicas sólidas e carreadores lipídicos nanoestruturados. Essas estruturas são escolhidas devido à sua funcionalidade aprimorada, elevada estabilidade e extensa área de contato (Cabral *et al.*, 2023).

Diante da ampla gama de nanopartículas disponíveis, é essencial realizar uma seleção criteriosa do tipo a ser utilizado na produção do cosmético, levando em consideração principalmente o local de aplicação, o princípio ativo, o efeito desejado e as propriedades físico-químicas associadas (Silva; Muniz, 2020).

Dentro das áreas de atuação da profissão farmacêutica, o farmacêutico possui habilidades para desenvolver e produzir cosméticos, especialmente aqueles que causem alterações fisiológicas ou atuem como auxiliares e/ou coadjuvantes em procedimentos de tratamentos da pele, seus anexos e do couro. No exercício de suas atividades relacionadas ao processo de fabricação, é responsabilidade do farmacêutico gerenciar a qualidade na indústria cosmética, o que requer a aplicação dos conceitos gerais de garantia da qualidade, bem como dos principais componentes das Boas Práticas de Fabricação (BPF). Isso inclui aspectos como higiene, validade, inspeção rigorosa, pessoal, instalações, equipamentos, materiais e documentação. Além disso, é responsabilidade do farmacêutico estabelecer normas complementares para a fabricação de cosméticos, produtos de higiene pessoal e perfumes (Xavier, 2021).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O envelhecimento da pele é um processo biológico complexo causado por fatores internos e externos ou pela sua associação e cerca de 80-90% é causado pela luz UV. Condições prejudiciais como desnutrição, estresse intenso, fatores hormonais, poluição ambiental, tabagismo e uso de álcool são outros fatores que afetam o envelhecimento da pele. As alterações com maior probabilidade de ocorrer na pele com o envelhecimento são ressecamento, rugas finas e profundas e perda da elasticidade normal.

Existem diferentes abordagens para prevenir o envelhecimento da pele que podem ser classificadas simplesmente como abordagens novas e convencionais. Soluções, géis, emulsões, suspensões, preparações em pó e aerossóis são aceitas como sistemas de transporte clássicos para administração tópica. Porém, essas opções tópicas convencionais apresentam limitações e ficam comprometidas em termos de segurança e eficácia do tratamento. Para superar estes problemas, foram desenvolvidos novos sistemas transportadores de fármacos. Os ingredientes ativos, como antioxidantes, fatores de crescimento e componentes herbais, podem ser administrados num sistema nano transportador.

Diante disso, os nanocosméticos têm demonstrado mais vantagens em relação aos cosméticos convencionais, atuando de maneira eficaz nas camadas da pele devido à sua melhor penetração de ingredientes ativos, estabilização de substâncias, melhoria na eficácia sensorial dos produtos e a possibilidade de liberação controlada dos ativos. Assim, os nanocosméticos se revelam mais eficazes que os produtos convencionais, considerando o desenvolvimento de nanoestruturas como transportadores de ativos benéficos à saúde da pele.

À medida que as pesquisas em nanotecnologia avançam, os pesquisadores estão cada vez mais interessados em compreender como o público percebe os riscos e benefícios dessa ciência inovadora. A nanotecnologia, tem o potencial de trazer avanços significativos na área dermatológica sem muitas consequências.

No contexto da indústria cosmética, o papel do farmacêutico é fundamental. Eles são responsáveis não apenas pelo desenvolvimento e produção de cosméticos, mas também pela garantia da qualidade desses produtos.

Ao combinar inovação tecnológica com práticas de qualidade rigorosas, a indústria cosmética pode oferecer produtos mais eficazes e seguros, melhorando significativamente a qualidade de vida dos consumidores. Portanto, é essencial continuar investindo nessa tecnologia para desenvolver melhores produtos na área dos nanocosméticos.

7 REFERÊNCIAS

- AFORNALI, A; LORENCINI, M. Nanoemulsions to Prevent Photoaging. **Nanoscience in Dermatology**, Massachusetts, v.1, n. 1, p. 237-246, jan. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802926-8.00019-7>
- ALMEIDA DE VASCONCELLOS, C; NETO, O. A cosmética aplicada ao envelhecimento cutâneo. **Brazilian Journal of Surgery & Clinical Research**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 1, p. 72-76, jun./ago. 2020.
- ALVES, N. Penetração de ativos na pele: revisão bibliográfica. **Amazônia: science& health**, Tocantins, v. 3, n. 4, p. 36-43, out./dez. 2015.
- ANDRADE, K. L. et al. Aplicação da nanotecnologia nos fotoprotetores solares. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, Mato Grosso, v. 12, n. 2, p. 69-81, jul./dez.2020.
- BARIL, M. B. et al. Nanotecnologia aplicada aos cosméticos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 13, n. 1, p. 45-54, jan./mar. 2012.
- BONTÉ, F. et al. Skin changes during ageing. **Biochemistry and Cell Biology of Ageing: Part II Clinical Science**. New York, v. 1, n.1, p. 249-280, mar. 2019.
- CABRAL, V. P. L.; et al. Nanotecnologia para o desenvolvimento de dermocosméticos anti-idade de uso tópico: revisão sistemática. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 6-19, jan. 2023. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n1-002>
- CARDOSO, F. D. **Nanotecnologia aplicada à dermofarmácia**. 2019. Tese (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, Portugal, 2019.
- COELHO, Y. V. M. **Nanotecnologia aplicada à indústria cosmética: reflexos na atuação do profissional esteticista**. 2021. Artigo (Tecnologia em Estética e Cosmética) – Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA, Teresina, 2021.
- COSTA A. **Tratado Internacional de Cosméticos**, 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012.
- DA SILVA, Palloma Farias et al. Nanoestruturados lipídicos como estratégia para a utilização tópica de curcumina contra o envelhecimento cutâneo. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, Paraíba, v. 25, n. 3, p. 111-123, set. 2022.
- DUBEY, S. K.; DEY, A.; SINGHVI, G. et al. Emerging trends of nanotechnology in advanced cosmetics. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, India, v. 214, p. 112-440, jun. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2022.112440>
- FERRARIS, C.; RIMICCI, C.; GARELLI, S. et al. Nanosystems in Cosmetic Products: A Brief Overview of Functional, Market, Regulatory and Safety Concerns. **Pharmaceutics**, Basel, v. 13, n. 9, p. 2-28, set. 2021.

DOI:<https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13091408>

FREITAS, M. P.; LAMOUNIÊR, L. L. L.; ANDRADE, K. L.; BINZ, C. S. Aplicação da nanotecnologia nos fotoprotetores solares: uma revisão bibliográfica. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, Barra do Garças, v. 12, n. 2, p. 69-81, jul./dez. 2020.

FYTIANOS, G.; RAHDAR, A.; KYZAS, G. Z. Nanomaterials in Cosmetics: Recent Updates. **Nanomaterials**, Basel, v. 10, n. 5, p. 2-16, mai. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/nano10050979>

HENZ, T.; TRES, L.; PAGOTTO, P.; CARMINATTI, B. Nanotecnologias aplicadas a cosméticos e síntese do resveratrol: uma revisão. **Revista CIATEC-UPF**, Rio Grande do Sul, v. 12, n. 2, p. 29-40, dez. 2020. DOI: 10.5335/ciatec.v12i2.10453.

JOHNER, K.; NETO, CFG. Análise dos fatores de risco para o envelhecimento da pele: aspectos nutricionais. **Revista Brasileira de Revisão de Saúde**, Curitiba, v. 3, p. 10000-10018, mai./ jun. 2021. DOI: 10.34119/bjhrv4n3-035.

KATZ LM, DEWAN K, BRONAUGH RL. Nanotechnology in cosmetics. **Food Chem Toxicol**. Carolina do Norte, v. 85, p.127-37, nov. 2015.

KHODR, AHMED DE ASSIS. **Cosméticos para pele: panorama histórico e econômico, matérias-primas e processos, aspectos de absorção e legislação aplicável**. Trabalho de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos, 2020.

KRUTMANN, Jean et al. The skin aging exposome. **Journal of dermatological science**, Kochi, v. 85, n. 3, p. 152-161, mar. 2017.

LA CUTANEE. **Ilustração da penetração de nanocosméticos na pele**. 2020. Figura 3.

MARÇALO, Ana Rita Antunes. **Nanotecnologia na Dermocosmética: Aplicação a formulações anti-envelhecimento**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, Portugal, 2013.

MIHRANYAN, Albert; FERRAZ, Natalia; STRØMME, Maria. Current status and future prospects of nanotechnology in cosmetics. **Progress in materials science**, v. 57, n. 5, p. 875-910, jun. 2012.

MUNIZ, B. V.; SILVA I. Aplicabilidade da nanotecnologia no desenvolvimento de dermocosméticos. **Revista científica eletrônica de ciências aplicadas da fait**. Itapeva, n. 2, p. 2-9, mai. 2020.

NEVES, et al. **Estrutura do lipossoma**. 2021. Figura 4.

NICOCELLI, Carla Cristina Woiski. A nanotecnologia aplicada em produtos cosméticos. **Anais de iniciação científica**, Curitiba, v. 20, n. 20, p. 1-4, mai. 2023.

OTLATICI, Gizem et al. Overview on nanotechnology based cosmeceuticals to prevent skin aging. **Istanbul Journal of Pharmacy**, Turquia, v. 48, n. 2, p. 55-62, ago. 2018.

PEREIRA, Margarete Aparecida et al. Perspectivas da aplicação de nanociência à produção de fotoprotetores. **CIS-Conjecturas Inter Studies**, Betim, v. 22, n. 8, p. 1056-1076, jul. 2022.

PIRES, V. G. A.; MOURA, M. R. **Figura representativa da partícula de nanoemulsão**. 2017. Figura 5

POSSELT, E. S. et al. Aplicação da nanociência e coenzima Q10. **Anais de iniciação científica**, Curitiba, v. 20, n. 20, p. 1-4, mai.2023.

PUJOL, Ana Paula. Nutrição Aplicada à Estética: Fisiologia do envelhecimento cutâneo. Rio de Janeiro: **Rubio**. p 49 –61, 2011.

ROCHA, C. S.; GAVA, J. S. A nanotecnologia aplicada aos cosméticos: uma revisão bibliográfica. **Repositório Institucional ministério da educação**, Espírito Santo, nov. 2022.

TOBIN, Desmond J. Introduction to skin aging. **Journal of tissue viability**, Dublin, v. 26, n. 1, p. 37-46, fev. 2017.

XAVIER, W. W. M. **Cosmetologia aplicada ao envelhecimento cutâneo: fatores influentes, ingredientes ativos e novas tecnologias de veiculação**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) – Centro Universitário Atenas, Paracatu, 2021.

ZORZI, Giovanni Konat. **Nanoemulsões contendo solução extrativa de Achyrocline satureioides**: formulação, permeação cutânea e atividade antioxidante. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

ZYCHAR, Bianca Cestari; KATAOKA, V. Y.; AUDI, C. A prospecção da nanotecnologia cosmética no setor da estética e suas principais nanoestruturas. **Atas de Ciências da Saúde (ISSN 2448-3753)**, São Paulo, v. 4, n. 4, p. 1-19, dez. 2016.