

## SISTEMAS NANOPARTICULADOS NO COMBATE AO ENVELHECIMENTO: UMA REVISÃO

Auanna Cristina dos Santos Silva<sup>1</sup>  
José Alisson de Souza Bernardo<sup>2</sup>  
Talita Santos Silva<sup>3</sup>  
Toshiyuki Nagashima Júnior<sup>4</sup>

### INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, a indústria de cosméticos tem direcionado sua atenção para atender à crescente demanda por produtos que promovem o rejuvenescimento da pele, impulsionando constantes inovações. De acordo com dados fornecidos pela Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (Abihpec), o Brasil figura no quarto lugar no ranking dos principais mercados consumidores globais, com produtos de cuidados com a pele ocupando o oitavo lugar entre os itens mais consumidos pelos brasileiros.

Apesar do amplo consumo de produtos de beleza na sociedade contemporânea, muitos ativos valiosos requerem estabilidade para cumprir eficazmente sua função na promoção da saúde e estética da pele. Segundo Daudt *et al* (2013), após investigações foram constatadas essas instabilidades, podendo comprometer a eficácia do produto e até a deterioração do mesmo. Nesse contexto, as nanopartículas emergem como uma solução promissora no aprimoramento dos produtos de beleza. Dessa forma, as mesmas não apenas preservam a integridade desses ingredientes, mas também possibilitam uma liberação controlada e gradual, garantindo que os benefícios sejam entregues de maneira eficaz ao longo do tempo, proporcionando assim um avanço significativo na eficácia dos itens de beleza.

Dessarte, com a grande demanda e crescente interesse em sua saúde e aparência na sociedade moderna, refletido na busca por produtos tópicos antienvhecimento. A introdução de sistemas inovadores baseados em nanotecnologia está revolucionando o desenvolvimento de

---

<sup>1</sup>Graduanda do Curso de Farmácia da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, [auanna.cristina@estudante.ufcg.edu.br](mailto:auanna.cristina@estudante.ufcg.edu.br)

<sup>2</sup>Graduando do Curso de Farmácia da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, [jose.bernardo@estudante.ufcg.edu.br](mailto:jose.bernardo@estudante.ufcg.edu.br)

<sup>3</sup>Graduanda do Curso de Farmácia da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, [talita.santos@estudante.ufcg.edu.br](mailto:talita.santos@estudante.ufcg.edu.br)

<sup>4</sup>Doutor pelo Curso de Farmácia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, [toshiyuki.nagashima@professor.ufcg.edu.br](mailto:toshiyuki.nagashima@professor.ufcg.edu.br)

formulações na área de dermocosmética, devido às suas promissoras capacidades e oportunidades oferecidas. Além disso, vale ressaltar que essa tecnologia não apenas visa melhorar a penetração dos ingredientes ativos através da barreira cutânea natural, mas também se torna particularmente mais potente quando essa barreira está comprometida, como é o caso da pele envelhecida.

Este artigo desempenha um papel crucial ao abordar a importância das nanopartículas em cremes antienvelhecimento, a comparação das diferentes formas e suas vantagens, considerando a crescente demanda na sociedade contemporânea por produtos que promovam a juventude e a saúde da pele. À medida que a indústria de cosméticos busca constantemente inovações para atender a essa demanda, compreender como as nanopartículas podem aprimorar a eficácia desses produtos torna-se uma questão de relevância inquestionável. Além disso, essa pesquisa tem implicações diretas na indústria, ajudando a impulsionar o desenvolvimento de formulações mais eficazes e competitivas.

Ademais, ao melhorar a qualidade de vida dos consumidores à medida que envelhecem, contribui-se para sua autoestima e bem-estar. Portanto, este artigo não apenas se insere em um contexto de alta demanda e inovação na indústria de cosméticos, mas também oferece contribuições valiosas para a ciência, a saúde e a qualidade de vida dos indivíduos.

## **METODOLOGIA**

Este estudo consiste em uma revisão da literatura, primeiramente sendo formulada a pergunta norteadora que serviu como orientação para a revisão da literatura, delineando o objetivo central do estudo: "Como a nanotecnologia pode contribuir para cremes antienvelhecimento e quais as principais vantagens de algumas nanoestruturas?". A pesquisa foi realizada em agosto de 2023, utilizando as bases de dados: Google Acadêmico, Periódico CAPES, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e National Library of Medicine (PubMed), para a busca de publicações. Foram aplicados os descritores "Nanotechnology", "Aging", "Pharmaceutical Technology" e "Innovation". Os critérios de inclusão abrangeram materiais de 2013 em diante, excluindo publicações sem acesso gratuito, que não abordam o tema proposto e anteriores a 2013. Essa metodologia possibilitou uma revisão abrangente da literatura, focada no potencial da nanotecnologia em melhorar cremes antienvelhecimento, com base em estudos recentes disponíveis ao público.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A nanotecnologia se baseia na capacidade de caracterizar, manipular e organizar materiais em uma escala nanométrica, representando um campo científico altamente multidisciplinar com aplicações abrangentes em diversas áreas de pesquisa, engenharia de materiais, processos e mercados (LEE, 2004; DURÁN et al., 2006). O cerne dessa inovadora disciplina reside na ideia de que os materiais nessa minúscula escala podem exibir propriedades químicas, físico-químicas e comportamentais que se diferenciam daquelas observadas em escalas maiores (WORLD NANOTECHNOLOGY MARKET, 2005).

A nanotecnologia aplicada à indústria de cosméticos concentra-se principalmente em produtos destinados à pele do rosto e corpo, com ênfase na redução dos sinais de envelhecimento e na proteção contra danos causados pelo sol. Esses produtos são desenvolvidos para penetrar profundamente nas camadas da pele, maximizando seus efeitos (NEVES, 2008). Esta técnica se refere à utilização de pequenas partículas contendo ativos que são capazes de penetrar nas camadas mais profundas da pele, potencializando os efeitos do produto. Atualmente existem técnicas distintas para a produção e avaliação das nanopartículas, bem como uma grande variedade de polímeros e biopolímeros que são utilizados como matéria-prima para o seu desenvolvimento (BARIL, 2012).

Conforme observado por Fronza et al. (2007), podemos definir um nanocosmético como uma formulação de cuidados pessoais que contém ativos ou outros ingredientes com nanoestruturas e que apresenta um desempenho superior em comparação com produtos convencionais.

No setor de cosméticos, os nanomateriais a exemplo das nanopartículas, estão presentes em uma ampla gama de produtos, incluindo xampus, condicionadores, pastas de dentes, cremes antienvelhecimento, cremes anticelulite, clareadores de pele, hidratantes, pós-faciais, loções pós-barba, desodorantes, sabonetes, protetores solares, maquiagens em geral, perfumes e esmaltes (FRONZA et al., 2007). Além disso, as nanoemulsões são uma classe de emulsões com partículas extremamente pequenas, variando entre 20 e 500 nm, e estão se tornando cada vez mais populares como veículos para a liberação controlada e dispersão otimizada de ingredientes ativos (CAPEK, 2004).

O envelhecimento da pele, tal como o envelhecimento dos outros órgãos, é caracterizado por uma perda progressiva de funcionalidade e potencial regenerativo. É um processo multifatorial que afeta quase todos os aspectos de sua biologia e função. A pele, nosso órgão de

barreira mecanicamente protetor e flexível, é o órgão mais visível, onde todas as alterações, incluindo o envelhecimento, são muito perceptíveis (CSEKES E RAČKOVÁ, 2021).

A pele humana representa um órgão dinâmico e complexo com uma estrutura única. Consiste em diferentes tipos de células e compartimentos com diferentes funções. A camada mais externa, a epiderme, consiste em quatro subcamadas, que são: estrato córneo, estrato granuloso, estrato espinhoso e estrato basal, as quais contêm quatro tipos principais de células: queratinócitos, melanócitos, células de Langerhans e células de Merkel (BARBIERI, 2014).

O envelhecimento parece afetar todas as camadas da pele e se manifesta como alterações em termos de sua estrutura e função. Além de ser uma questão estética com impacto psicológico e social relacionado, o envelhecimento da pele também aumenta o risco de suscetibilidade a infecções, feridas crônicas, como úlceras venosas, de pressão ou de pé diabético, e vários tipos de dermatites e malignidades, incluindo melanoma (HANUM *et al.*, 2019). Cada vez mais evidências sugerem que as células senescentes se acumulam na pele cronologicamente envelhecida, bem como na pele envelhecida prematuramente, e podem contribuir para alterações e patologias cutâneas relacionadas com a idade (SANTOS *et al.*, 2016).

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população brasileira está envelhecendo, com uma proporção de idosos passando de 11,3% para 14,7% em um período de 10 anos. Dessa forma, Marçalo (2013), ressalta que diante disso, o mercado de cosméticos está sendo influenciado, uma vez que a busca por produtos que retardam o envelhecimento da pele está em crescimento, assim, garantir a ação desses produtos e o conteúdo daqueles que os utilizam é crucial.

A eficácia da infiltração de medicamentos através da pele pode ser influenciada por diversos fatores, como a espessura da pele, a hidratação, o fluxo sanguíneo e outros elementos. Nesse contexto, é imprescindível desenvolver sistemas, como as nanoemulsões, que possibilitem a absorção máxima de medicamentos, especialmente em formulações dermatológicas de uso tópico. Isso assume um papel de grande relevância na otimização dos resultados terapêuticos e no êxito dos tratamentos (SILVA, 2010).

Existem diversas formas de aplicação da nanoestruturas em dermocosméticos, como as Nanopartículas Lipídicas Sólidas (SLN) e Transportadores Lipídicos Nanoestruturados (NLC). Um exemplo notável é o creme Nanobase®, patenteado por Yamanouchi, seguido pelo NanoRepair® nos anos subsequentes, demonstrando o sucesso das nanopartículas lipídicas no contexto de produtos antienvelhecimento. Além disso, as nanocápsulas desempenham um papel importante nesse cenário, com empresas como L'Oréal Paris e Lancôme desenvolvendo

diversas formulações farmacêuticas que incorporam essas tecnologias para a entrega de ingredientes ativos (BEZERRA, 2017).

No contexto de outras diversas aplicações da nanotecnologia, encontramos formulações que utilizam sistemas transportadores vesiculares lipídicos, tais como lipossomas, niossomas, etossomas e transferossomas, além de micelas, nanoesferas, nanopartículas lipídicas sólidas, nanoemulsões e várias outras alternativas (ASSIS, 2021).

A indústria cosmética tem progredido bastante nos últimos anos, sempre reconhecendo e acompanhando a evolução nos produtos de cuidado da pele. Por sua vez, a Nanotecnologia tem colaborado com a comunidade científica para encontrar cosméticos mais inovadores e eficazes promovendo assim a boa saúde. É necessário também que seja profundamente estudada a eficácia e segurança. Na área da cosmética e antienvhecimento a Nanotecnologia tem tido um papel de grande relevo na veiculação de princípios ativos na pele como, por exemplo, nas aplicações de liberação prolongada (BASAVARAJ, 2012).

Recomenda-se que a avaliação de segurança para produtos cosméticos que usem nanomateriais deva abordar vários fatores importantes, incluindo as características físico-químicas, distribuição de tamanho, impurezas, rotas potenciais de exposição aos nanomateriais, potencial de agregação e aglomeração de nanopartículas no produto final, dados toxicológicos *in vitro* e *in vivo*, permeação e penetração cutânea, risco potencial de inalação, irritação (pele e olhos), estudos de sensibilização e estudos de mutagenicidade/genotoxicidade (FDA, 2023).

A criação e disponibilização à população em geral, de produtos cosméticos de base nanotecnológica vem chamando a atenção para a segurança e confiabilidade da utilização de tais produtos. A preocupação reside especialmente quanto à reduzida estrutura dos componentes do produto (nanocosméticos) associado à solubilidade de partículas e, conseqüentemente, seu alcance a profundas estruturas do corpo humano e corrente sanguínea (ALVES DO NASCIMENTO, 2019).

Os possíveis riscos advindos da utilização de nanocosméticos, advém do uso de nanoestruturas com partículas que possuem diâmetro muito reduzido em relação às barreiras celulares dos seres humanos, segundo avaliação do Comitê Científico de Produtos ao Consumidor da Comissão Europeia (SCIENTIFIC COMMITTEE ON CONSUMER PRODUCTS – SCCP, 2005). Como atesta a autora Patrícia (2019), a aplicação de nanotecnologia tem riscos potenciais. Sendo assim, a utilização e desenvolvimento de nanocosméticos devem ser avaliados com critério e isso é um grande desafio. É uma tecnologia promissora, porém ainda temos que pesquisar muito para garantir a sua segurança ao usuário e ao meio ambiente.

Contudo, ao relacionarmos a nanotecnologia comparada a cosméticos convencionais, um estudo de Marchiori *et al.* (2017), desvelou que uma suspensão à base de óleo de romã mostrou um poder anti-inflamatório maior quando correlacionada a um hidrogel sem a aplicação da nanotecnologia, em tratamento de lesão em camundongos.

Outra conclusão favorável teve-se com o estudo de Manca *et al.* (2016), onde foram comparadas a permeação da alantoína em meio aquoso, gel convencional e em formulações com lipossomas. Dessa forma, foi relatado que houve um elevado aumento da permeação quando em nanoformulações, o dobro de permeabilidade, acúmulo e assim, garantindo uma maior hidratação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o apanhado nos bancos de dados, após a leitura dos títulos dos trabalhos, foram selecionados 50 artigos, dos quais 15 trabalhos estavam de acordo com os critérios de inclusão, estando descritos as vantagens encontradas das nanoestruturas mais utilizadas no mercado.

Autores como Daudt *et al.* (2013), Marçalo (2013) e Farias (2023), relataram em seus estudos que a nanoesfera, uma subdivisão das nanopartículas poliméricas, possui uma matriz polimérica, cuja permite o ativo ficar apreendido ou absorvido. Assim, é possível constatar a vantagem de uma maior durabilidade e tempo de ação da substância, sendo utilizados em diversos produtos antienvhecimento como a formulação antienvhecimento NutriMinCRE®, patenteada pela Arbonne (MARÇALO, 2013).

As nanocápsulas, também parte da subdivisão das nanopartículas poliméricas, apresentam-se como outro potencial para formulações antienvhecimento, visto que protegem ativos sensíveis, mitigar fragrâncias inoportunas e prevenir reações de incompatibilidade entre os componentes da formulação. Além disso, controla a permeabilidade das substâncias presentes no mesmo. A Lâncome, desenvolveu e patenteou o Soleil Soft-Touch Anti-Wrinkle Sun Cream SPF15®, cujo caracteriza-se pela incorporação da vitamina E, antioxidante, em nanocápsulas, hidratando a pele (DAUDT *et al.* 2013; MARÇALO, 2013; FARIAS, 2023).

Corroborando com os estudos supracitados, os niossomas contribuem para otimizar a estabilidade e a permeação dos ativos presentes na pele. Além disso, são essenciais nos tratamentos de distúrbios dermatológicos, sobretudo na administração tópica de princípios ativos destinados ao tratamento da alopecia e da acne, tais nanoestruturas estendem o período de retenção dos agentes ativos no estrato córneo e na epiderme, enquanto simultaneamente

atenuam a absorção sistêmica desses agentes. Por conseguinte, contribui para a redução dos efeitos adversos das formulações (CARDOSO, 2019).

Os lipossomas são um dos mais utilizados (FARIAS, 2023) como nanocarreador. Uma ampla variedade de ativos pode ser incorporada, tanto hidrofílicos quanto lipofílicos, o que torna sua incorporação versátil, abarcando os cremes antienvhecimento, promovendo a hidratação da pele, diminuição da secura pele, com o exemplo de carreadores de vitaminas E, A e ceramidas da marca Estée Lauder (DAUDT et al., 2013).

Têm-se também aplicado as nanoemulsões nas formulações. Nesse sentido, Daudt et al (2013) e GONÇALVES (2014) relataram que devido sua composição (água, óleo e surfactante), as nanoemulsões adquirem uma capacidade muito interessante de hidratação da pele, ajudando assim na elasticidade, tornando-se um sistema muito útil se for o produto em questão for direcionado ao público idoso, uma vez que com o decorrer dos anos essa faixa etária perde a capacidade de hidratação da pele, que decorre da própria fisiologia e muitas vezes devido às doenças em que são acometidos. Sendo assim, são notáveis a vantagem desse sistema, pois além de fácil obtenção, é capaz de melhorar a formulação, contribuindo na aceitabilidade do paciente e na facilidade de transporte do ativo, pois é capaz de aumentar a permeabilidade de um ativo pouco solúvel.

Outro sistema relatado na literatura foram as nanofibras, por KAMBLE et al (2017), em que se mostram como promissoras, pois elas permitem que os compostos da formulação tenham sua liberação controlada, atuando na dissolução, devido ao aumento da área superficial do medicamento e do transportador, onde para isso elas aprisionam as moléculas do medicamento na estrutura do polímero. KAMBLE et al (2017) expuseram ainda que as nanopartículas seriam excelentes opções para fármacos de uso tópico, o que implicaria diretamente na adesão do paciente, ainda mais se tratando de idosos que muitas vezes tem problemas com medicamentos orais devido dificuldades de deglutição \*botar alguma referência aqui\*. Em síntese, provou-se ser um sistema viável e ainda capaz de resolver o problema de liberação do fármaco que necessita ser dissolvido lentamente no organismo.

Por fim, se tratando dos aquassomas, estes também se mostraram eficientes para o que propõem. Segundo MARÇALO (2013) são um sistema seguro, pois sua parede de carboidratos formam uma proteção contra a perda de água, impedindo a desidratação, assim estabilizam quimicamente as moléculas de princípio ativo, dessa forma protegem o medicamento, garantindo sua eficácia. Como também, dispõe de um núcleo central que atua proporcionando estabilidade para a estrutura do sistema. Por essas razões, é de suma importância realizar mais estudos a fim de implementar esse sistema nas formulações farmacêuticas do mercado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse artigo foram analisadas as nanopartículas em cremes antienvelhecimento como solução para alguns aspectos a fim de promover o melhoramento das formulações farmacêuticas. Foi visto também os modelos de nanopartículas disponíveis no mercado, suas vantagens, suas aplicações e qual mais apropriado para cada forma farmacêutica.

Com isso, percebe-se que as nanopartículas são uma ótima solução para fármacos que necessitam de liberação controlada, pois atuam de forma a preservar a integridade dos insumos farmacêuticos da fórmula, garantindo assim os benefícios do produto e consequentemente sua eficácia. Além de aumentar o potencial de ação de alguns ativos. É notável ainda que essa utilização em cremes antienvelhecimento tem grande potencial de crescimento na indústria farmacêutica, principalmente no âmbito dos cuidados com a pele, pois se mostrou como avanço significativo.

Em suma, as nanopartículas se expressam como uma forma revolucionária, pois são ideais para tratamento que requerem penetração nas camadas mais profundas da pele e para transportar os ativos, liberando-os de forma gradual. Entretanto, como toda nova tecnologia, é indispensável observar o resultado do seu uso a longo prazo e consequentemente sua segurança, a fim de avaliar a toxicidade que estas podem causar. Igualmente avançar em pesquisas e desenvolvimento dessa área, como técnicas de produção, dessa forma alcançando resultados promissores.

**Palavras-chave:** Nanotecnologia; Envelhecimento; Tecnologia farmacêutica; Inovação.

## REFERÊNCIAS

ABDI, Abihpec, Sebrae, Caderno de Tendências. Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos, Vol. 4. Disponível em <https://abihpec.org.br/publicacao/caderno-de-tendencias-2019-2020/>. Acesso em 15 set 2023.

ALVES DO NASCIMENTO, Patricia; PINHEIRO, Fabriciano. TOXICIDADE DÉRMICA POR NANOCOSMÉTICOS. Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão Oswaldo Cruz. 2019, ano 6, n.22.

ANTUNES, Ana Filipa Valente. SISTEMAS NANOPARTICULADOS APLICADOS À DERMOCOSMÉTICA. 2016. Dissertação (Grau de Mestre em Ciências Farmacêuticas) -

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, [S. l.], 2016. Disponível em: <https://recil.ensinolusofona.pt/bitstream/10437/6832/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>.

Acesso em: 11 set. 2023.

ASSIS, B. A. Nanocosmetotecnologia: principais nanoestruturas e suas aplicações. 2019. Disponível em: <http://dspace.mackenzie.br/handle/10899/20843> . Acesso em: 16 set 2023.

BAPTISTA, C. R. et al. Inclusão e escolarização: múltiplas perspectivas. 2 ed. Porto Alegre: Mediação, 2015.

BASAVARAJ K. Nanotechnology in medicine and relevance to dermatology: Present concepts. Indian J Dermatol. 2012; v. 57(3):169.

BEZERRA, Mildred Paula. NANOTECNOLOGIA EM COSMÉTICOS: UMA TENDÊNCIA PROMISSORA PARA FORMULAÇÕES ANTIENVELHECIMENTO. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Farmácia) - Universidade de Brasília, [S. l.], 2017. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/23936/1/2017\\_MildredPaulaBezerra\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/23936/1/2017_MildredPaulaBezerra_tcc.pdf). Acesso em: 15 set. 2023.

BRASIL. Conselho Nacional da Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução nº 2, de 11 de setembro de 2001. Diretrizes Nacionais para Educação Especial na Educação Básica. Diário Oficial da União, Brasília, 14 de setembro de 2001. Seção IE, p. 39-40. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB0201.pdf>. Acesso em: 03 set. 2023.

CAPEK, I. Degradation of Kinetically-stable o/w emulsions. Advances in Colloid Interfacial Science, Amsterdam, v. 107, p. 125-55, 2004.

CARDOSO, F. D. Nanotecnologia aplicada à dermofarmácia. 2019. Tese de Doutorado. Universidade do Algarve. Disponível em: <https://sapientia.ualg.pt/handle/10400.1/13904>. Acesso em 15 set 2023.

CASTRO, P. A.; SOUSA ALVES, C. O. Formação Docente e Práticas Pedagógicas Inclusivas. E-Mosaicos, V. 7, P. 3-25, 2019.

DAUDT, Renata M. et al . A nanotecnologia como estratégia para o desenvolvimento de cosméticos. Cienc. Cult., São Paulo , v. 65, n. 3, p. 28-31, July 2013. Disponível em [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252013000300011&lng=en&nrm=iso](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252013000300011&lng=en&nrm=iso). Acesso em 10 set. 2023. <http://dx.doi.org/10.21800/S0009-67252013000300011>.

FARIAS, Lanna Karolline Alves de et al. O uso de nanotecnologia na formulação de cosméticos. Saúde Multidisciplinar , [s. l.], 14(1), p. 168-172, Mar 2023. Disponível em:

<http://revistas.famp.edu.br/revistasaudemultidisciplinar/article/view/641/348>. Acesso em: 10 set. 2023.

FDA. Guidance for Industry: Safety of Nanomaterials in Cosmetic Products. On Line. Disponível em: <https://www.fda.gov/cosmetics/guidanceregulation/guidancedocuments/ucm300886.htm>. Acesso em 13 set 2023.

FRONZA, T.; GUTERRES, S.; POHLMANN, A.; TEIXEIRA, H. Nanocosméticos: Em Direção ao Estabelecimento de Marcos Regulatórios. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

GONÇALVES, Joana Carrapiço. Nanotecnologia aplicada à pele. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2014. Disponível em: [https://recil.ensinolusofona.pt/bitstream/10437/4719/1/Nano%20aplica\\_pele%20J\\_Gon%C3%A7alves.pdf](https://recil.ensinolusofona.pt/bitstream/10437/4719/1/Nano%20aplica_pele%20J_Gon%C3%A7alves.pdf). Acesso em: 10 set. 2023.

GONÇALVES, R.A.D.S. et al. Percepção do consumidor em relação à Nanotecnologia. 2018. Disponível em: <http://cursos.ufrj.br/posgraduacao/ppgcta/files/2021/02/Raphaela-Alessandra-dos-Santos-Gon%C3%A7alves.pdf>. Acesso em 15 set 2023.

HANUM, T. I.; LAILA, L.; SUMAIYAH, S.; SYAHRINA, E. Macadamia Nuts Oil in Nanocream and Conventional Cream as Skin Anti-Aging: A Comparative Study. Macedonian journal of medical sciences. v. 22, 2019. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7048368/>. Acesso em: 10 set 2023.

KAKINO, Yukari et al. Gelation factors of pectin for development of a powder form of gel, dry jelly, as a novel dosage form. Chemical and Pharmaceutical Bulletin, v. 65, n. 11, p. 1035-1044, 2017

KAMBLE, Pallavi; SADARANI, Bhakti; MAJUMDAR, Anuradha; BHULLAR, Sukhwinder. Nanofiber based drug delivery systems for skin: A promising therapeutic approach. Journal of Drug Delivery Science and Technology. v 41, p. 124- 133, 2017.

MANCA, M. L.; MATRICARDI, P.; CENCETTI, C.; PERIS, J. E.; MELIS, V.; CARBONE, C. et al. Combination of argan oil and phospholipids for the development of an effective liposome-like formulation able to improve skin hydration and allantoin dermal delivery. International journal of pharmaceutics. 2016; 505(1-2), 204-211. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27063848/>. Acesso em: 10 set 2023.

MARÇALO, Ana Rita Antunes. Nanotecnologia na Dermocosmética: Aplicação a formulações antienvhecimento. 2013. Dissertação (O Grau de Mestre em Ciências Farmacêuticas) - Universidade do Algarve, [S. l.], 2013. Disponível em: <https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/6015/1/Nanotecnologia%20na%20dermocsm%20c3>

Aplicação da Nanotecnologia em cosméticos. *Cosmetics & Toiletries*, v. 20, p. 22, 2008.

MARCHIORI, M. C. L.; RIGON, C.; CAMPONOGARA, C.; OLIVEIRA, S. M.; CRUZ, L. Hydrogel containing silibinin-loaded pomegranate oil based nanocapsules exhibits anti-inflammatory effects on skin damage UVB radiation-induced in mice. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2017; 170, 25-32. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28365493/>. Acesso em: 16 set 2023.

NEVES, K. Nanotecnologia em cosméticos. *Cosmetics & Toiletries*, v. 20, p. 22, 2008.

SANTOS, Ana Paula Rodrigues et al. Aplicação da Nanotecnologia no Fotoenvelhecimento. *Atas de Ciências da Saúde (ISSN 2448-3753)*, v.3, n. 2, p. 32-43, 2016. Disponível em <https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/ACIS/article/view/1081>. Acesso em 17 set. 2023.

SCIENTIFIC COMMITTEE ON CONSUMER PRODUCTS - SCCP. Statement on zinc oxide used in sunscreens, SCCP/0932/05. Europa, 2005.

SILVA, José Alexsandro et al. Administração cutânea de fármacos: desafios e estratégias para o desenvolvimento de formulações transdérmicas. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, v. 31, n. 3, p. 125-131, 2010. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/49599619\\_Administracao\\_cutanea\\_de\\_farmacos\\_de\\_safios\\_e\\_estrategias\\_para\\_o\\_desenvolvimento\\_de\\_formulacoes\\_transdermicas](https://www.researchgate.net/publication/49599619_Administracao_cutanea_de_farmacos_de_safios_e_estrategias_para_o_desenvolvimento_de_formulacoes_transdermicas). Acesso em 03 set 2023.

WORLD NANOTECHNOLOGY MARKET. An industry update. RNCOS. p.1-60, 2005.