

Renata Silva de Carvalho
renata.carvalho@ufob.edu.br
<http://orcid.org/0000-0003-2978-2010>
Universidade Federal do Oeste da Bahia
UFOB
Barreiras, Bahia, Brasil

Vanessa Cristina Rescia
Vanessa.rescia@ufob.edu.br
<http://orcid.org/0000-0002-8040-013X>
Universidade Federal do Oeste da Bahia
UFOB
Barreiras, Bahia, Brasil

Aplicação da nanotecnologia em formulação de cosméticos fotoprotetores: uma revisão

RESUMO

O sol é essencial para o ciclo vital do planeta Terra, pois o mesmo promove mecanismos biológicos dependentes e independentes, produzindo benefícios para saúde humana e meio ambiente. A radiação solar dura o ano todo e a exposição imprópria é um risco para a saúde da pele, causando danos como envelhecimento precoce e o câncer. A pele, por se tratar do órgão mais extenso do corpo humano, tende a sofrer modificações, que podem ser causadas por diversos fatores, como por exemplo a exposição solar. Nas formulações atuais de protetores solares se utilizam associações de filtros orgânicos e inorgânicos, com o intuito de oferecer uma maior proteção à radiação ultravioleta (UV). A nanotecnologia se trata de uma estratégia de promover maior eficácia da fotoproteção. O objetivo com este artigo foi o de pesquisar sobre a importância do uso de fotoprotetores perante a exposição da pele à radiação solar e seus danos. Avaliar a aplicação da nanotecnologia em fotoprotetores e discutir sobre as suas vantagens e desvantagens. O presente artigo trata-se de uma revisão de literatura narrativa que, para ser executado, cumpriu etapas fundamentais no seu desenvolvimento, tais como: a escolha do problema, seleção dos documentos científicos para compor a amostra, definição dos critérios de inclusão e exclusão, fichamento das evidências encontradas e de dados relevantes, análise crítica e escrita da revisão. Pode-se observar que a nanotecnologia é uma atual e promissora na área dos cosméticos, pois os princípios ativos usados em nanopartículas têm a capacidade de penetrar nas camadas mais profundas da pele. Foi demonstrado que o uso de nanopartículas melhora a eficiência dos cosméticos fotoprotetores contra radiação solar, porém apesar das vantagens, essa técnica pode ter desvantagens como impactos toxicológicos, podendo afetar a saúde humana, animal e a saúde ambiental, tornando-se necessário a busca de alternativas para minimizar esses efeitos, bem como mais estudos para garantir a sua segurança de uso. Conclui-se que mediante o crescimento mundial da indústria cosmética e o advento expressivo de produtos nanotecnológicos, faz-se necessário ampliar o número de pesquisas sobre os seus efeitos biológicos e ambientais, tendo em vista que atualmente esta é uma técnica muito utilizada na formulação de diversos cosméticos, em especial, dos fotoprotetores.

PALAVRAS-CHAVE: Nanotecnologia. Fotoprotetores. Cosméticos. Pele. Exposição solar.

INTRODUÇÃO

O sol é essencial para o ciclo vital do planeta Terra, pois o mesmo promove mecanismos biológicos dependentes e independentes, produzindo benefícios reconhecidos para saúde humana e meio ambiente. No corpo humano podemos citar a produção de vitamina D na pele que auxilia na redução de incidência de células cancerígenas intestinais, redução do risco de diabetes tipo 2 e do raquitismo, entre outros benefícios relacionados aos raios ultravioleta (UV) e Vitamina D dependente. No entanto, a exposição solar demasiada pode fazer com que as radiações emitidas possam, potencialmente, oferecer riscos. Em primeira instância, na pele, podem ser as causadoras de queimaduras solares, fotoenvelhecimento, melanoma e câncer de pele não melanoma, entre outros (SANTOS et al., 2022).

No Brasil, a radiação solar dura o ano todo, a exposição imprópria é um enorme risco para a saúde da pele, os valores de concentração das radiações ultravioletas mudam durante o dia, causando danos como envelhecimento precoce e o carcinoma. Sendo assim, é de suma importância o uso de fotoproteção para evitar o carcinoma e o aparecimento de hiperpigmentações. Neste contexto, a aplicabilidade da nanotecnologia nos protetores solares confere à mesma maior eficácia no que diz respeito à fotoproteção (SCHALKA; DONATO, 2019).

O setor de produtos de cosméticos vem apresentando crescimento e com isso há a tendência de aparecimento de novas tecnologias voltadas para o aperfeiçoamento nessa área.

Segundo a Associação Brasileira de Indústria de Higiene Pessoal Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC) atualmente o mercado brasileiro se enquadra na quarta posição do ranking mundial do consumo de produtos de higiene e cosméticos, perdendo apenas para os mercados dos Estados Unidos, da China e do Japão. O Brasil vem apresentando um crescimento significativo voltado na área cosmética, tendo em vista a sua biodiversidade que gera inúmeros bioativos.

A pele é o maior órgão do corpo humano, composta por células, e subdividida em camadas, em que ocorrem diversas alterações com o decorrer dos anos, em decorrência de fatores internos ou externos. Dentre esses fatores externos, podemos citar a radiação solar. Os raios solares provocam envelhecimento precoce da pele, queimaduras, eritemas e também o câncer de pele, entre outros. Apesar de possuir mecanismos de defesa contra esses fatores externos, ainda se torna necessário o uso de produtos fotoprotetores para minimizar os danos, visto que a radiação solar apresenta uma taxa muito alta de absorção na pele, o que pode atingir as suas camadas mais profundas e podendo gerar danos à saúde (MARTINS et al., 2018).

Os protetores solares são considerados produtos cosméticos que possuem regulação legislativa adequada, e que estão em constante desenvolvimento, com o propósito de oferecer aos consumidores produtos mais eficazes e seguros, a fim de garantir o cumprimento dos requisitos constantes em sua rotulagem (MEDEIROS, 2019).

Frequentemente, os pesquisadores estão em busca de inovações na área cosmética. Como resultados dessa busca por novos modelos tecnológicos, a nanotecnologia vem sendo incluída como o principal avanço para o

desenvolvimento de fabricação de diversos produtos cosméticos, em especial dos fotoprotetores (FAKUDA, 2018).

A nanotecnologia se trata de uma estratégia de promover uma melhor eficácia dos produtos fotoprotetores, aumentando a sua capacidade de permeação, em comparação com produtos convencionais que têm partículas grandes, permanecendo na superfície cutânea da pele e fornecendo um aspecto de hidratação superficial. Sendo assim, os nanomateriais vêm sendo bastante estudados e substâncias como o dióxido de titânio e óxido de zinco têm mostrado resultados satisfatórios quanto a segurança e eficácia para a formulação de protetores solares (DIAS et al., 2021).

Os protetores solares possuem em sua formulação a capacidade de absorver ou refletir a radiação ultravioleta (UV), protegendo assim a pele contra os danos causados pela radiação (SILVA et al., 2020).

Nas formulações mais modernas observamos a utilização de associações de vários filtros orgânicos e inorgânicos, que possuem o intuito de oferecer uma maior proteção à radiação UV. No entanto, é notável que alguns produtos não conseguem essa proteção, sendo pertinente mostrar a eficiência dos nanocosméticos neste tipo de formulação (FUKUDA, 2018).

A expressão “nanotecnologia” é utilizada para caracterizar, organizar e manipular matérias em escalas nanométricas de partículas, que podem variar de 10 a 100 nm. Vale salientar que essa técnica está sendo usada atualmente, devido às nanopartículas promoverem muitas vantagens em relação as formulações tradicionais e por isso, têm sido extensivamente investigadas (QUINTÃO et al., 2022).

METODOLOGIA

O presente artigo se trata de uma revisão de literatura narrativa que, para ser executado, cumpriu algumas etapas fundamentais ao seu desenvolvimento, tais como: a escolha do problema, definição dos critérios de inclusão e exclusão, escolha dos documentos científicos para compor a amostra, catalogação das evidências encontradas e de outros dados relevantes, análise crítica e escrita da revisão.

A pesquisa constituiu pela seguinte pergunta-problema: quais são as evidências científicas positivas e negativas existentes na literatura sobre a utilização da nanotecnologia na formulação de fotoprotetores?

A partir da pergunta elaborada, descritores foram removidos para a busca em bases de dados, utilizando-se os seguintes: “nanotecnologia”, “fotoproteção”, “pele”. Bem como os seus respectivos em inglês: “nanotechnology”, “photoprotection”, “skin”.

O estudo foi efetivado no período de fevereiro de 2022 a janeiro 2023, nas seguintes bases de dados: Google Acadêmico, Portal Capes, Scielo Pubmed e Science Direct. O recurso de busca geral foi utilizado e os descritores foram digitados isolada e combinadamente neste campo. Para combinação dos descritores, utilizaram-se os operadores booleanos “AND” e “OR”.

Os critérios de inclusão utilizados foram: artigos em língua portuguesa, espanhola e inglesa que estivessem disponíveis em texto completo, publicados em períodos de até cinco anos.

Para compor a amostra, as evidências deveriam abordar diretamente respostas para a questão norteadora. Foram incluídos artigos, teses, dissertações e monografias.

Houve restrição quanto ao ano de publicação, sendo excluídos os artigos com mais de cinco anos do atual ano. Houve restrição quanto ao tipo de estudo ou idioma do documento que não fossem nas línguas portuguesas, espanhola ou inglesa. Foram excluídos os documentos que não estavam disponíveis na íntegra.

Para uma pré-seleção dos documentos científicos, realizou-se, inicialmente, uma leitura dos títulos e resumos e, posteriormente, a leitura na íntegra para definir o atendimento dos documentos aos critérios estabelecidos.

Foi realizado um levantamento com o posicionamento de cada autor sobre a temática. A partir de todas as informações coletadas, foram construídos os resultados, discussão e a conclusão deste artigo, garantindo a manutenção da autenticidade das idéias e conceitos dos artigos originais primários.

RESULTADOS e DISCUSSÃO

O presente estudo foi realizado a partir de artigos e revistas. A seleção dos se deu pelos que se adequassem aos descritores e aos critérios de inclusão, conforme o descrito na metodologia.

Foram encontrados cerca de 70 artigos científicos que abordavam o tema em questão. Após a análise dos dados foi realizada mediante a leitura sistemática e posterior seleção de informações obtidas nos periódicos, incorporados ao estudo de acordo com o tema e objetivos da pesquisa.

De acordo com os critérios de seleção estabelecidos, 19 artigos foram eleitos para compor esta revisão bibliográfica, já que os mesmos apresentaram informações mais relevantes para compor a pesquisa e se enquadravam nos critérios de inclusão. Houve um predomínio de publicações americanas.

O sistema tegumentar (a pele) é conhecido como o maior órgão do corpo humano, devido a sua expansão territorial no corpo humano, na sua composição é subdivididas em três camadas, sendo elas epiderme, derme e hipoderme, cada uma apresenta uma função diferente no corpo humano, contudo possui funcionalidades como de barreiras contra a perda de nutrientes e contra agentes exógenos físicos, químicos e biológicos (PEREIRA, M. A. ET al., 2022).

Segundo DELTREGGIA e colaboradores (2019), a exposição da pele à radiação solar pode trazer benefícios para saúde, desde que de forma moderada e em horários apropriados, visto que os raios UVB são de grande importância, em dado que converterem o colesterol presente na epiderme em vitamina D. Já a vitamina D é importante para o metabolismo ósseo, imunidade e resistência à insulina. Entretanto quando a pele recebe em alta exposição, tende a possui maior

susceptibilidade a ações mutagênicas, o que pode causar danos reversíveis ou irreversíveis às suas células.

A radiação UV pode acarretar diversos danos, podendo ser irreversíveis ou não, tais como aumento do número de queratinócitos, eritemas, desenvolvimento de carcinomas quando em exposições prolongadas, além do surgimento acelerado de rugas, ressecamento, queimaduras, imunossupressão, melasmas, envelhecimento prematuro da pele, lesões e câncer cutâneo (PEREIRA, 2022).

Segundo SANTOS (2021), apesar de apresentar barreiras de proteção natural, tais como os melanócitos que contém melanina auxiliarem impedindo a entrada da radiação UV nas camadas da pele e a liberação de ROS (espécies reativas de oxigênio), responsáveis por reações fotoquímicas e fotossensibilização da pele, ainda é necessária utilização de uma formulação de ação fotoprotetora tópica e outras formas de proteção (roupa, chapéu, guarda-sol, entre outros). As defesas biológicas se tornam insuficientes em combater os efeitos da radiação, principalmente quando em exposição prolongada, sendo de extrema necessidade o uso de fotoprotetores, que são produtos cosméticos que podem ser formulados como cremes, loções ou géis.

Os cosmeceuticos fotoprotetores são classificados em físicos (inorgânicos) ou químicos (orgânicos). Os filtros orgânicos como os salicilatos e as benzofenonas são capazes de absorver a radiação UV, devido à capacidade de minimizar a energia da radiação sob a pele, no entanto possuem menor aplicabilidade na indústria, em razão de maior probabilidade de apresentar reações alérgicas, além serem solúveis em água e óleo, o que possibilita a passagem pelo estrato córneo. Já os filtros físicos, por sua vez são minerais finamente pulverizados. Dentre os mais comuns a serem utilizados nas formulações, temos o Óxido de zinco (ZnO), e o Dióxido de titânio (TiO₂), substâncias essas capazes de bloquear a radiação UV, absorvendo, dispersando ou refletindo a radiação e que possuem menor possibilidade de causar irritação. Entretanto essas substâncias são insolúveis em formulações convencionais e apresentam pouca absorção na pele e tendem a maior facilidade em sair da pele, o que gera a necessidade de reaplicações do produto no decorrer do dia (GARNACHO SAUCED et al., 2020).

A Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) classifica o TiO₂ como carcinógeno do Grupo 2B. No entanto, através de diversas pesquisas, a utilização em escala nano para protetores é considerada segura, apresentando efeitos nocivos, pois sua ação tóxica é encontrada apenas em células pulmonares, que no uso de filtros solares não é acometida. Já as moléculas de ZnO é considerado segura pelo USFDA para uso como filtro UV (GUPTA et al., 2022).

Os fotoprotetores inorgânicos também apresentam aspecto esbranquiçado, quando em contato com a pele, o que esteticamente é uma característica desagradável e pouco aceitável. Viu-se então a necessidade de melhorar essas propriedades sem a perda de eficácia, utilizando a nanotecnologia para essa finalidade. Com a diminuição das partículas, em escalas nanométricas, a formulação é melhor absorvida, devido a sua capacidade de ultrapassar a barreira da pele, com pouca ou nenhuma variante na eficácia, além de não apresentar o efeito esbranquiçado. Isso resultou na melhoria das propriedades estéticas e na estabilidade, resultando em uma formulação clara e transparente de características desejáveis (SANTOS, 2021).

Martins e colaboradores (2018) estudaram a permeação dos fotoprotetores

nanotecnológicos e observaram que a formulação BNP (nanopartículas bioadesivas) se mantém no estrato córneo após a exposição a luz solar, mas os filtros UV produzem ROS. As ROS podem penetrar nas camadas profundas de pele e serem absorvidas pela circulação sistêmica, podendo causar efeitos tóxicos que podem prejudicar o tecido adjacente. Demonstraram que com a nanotecnologia as BNP não penetram na pele e previnem a toxicidade mediada por ROS confinando esses produtos nocivos dentro das nanopartículas.

Segundo Quintão (2022) a nanotecnologia pode ser compreendida como um agregado de técnicas usadas para manipular a matéria em escala atômica e molecular, para formar estruturas com tamanho entre 1nm e 100nm, nessa escala, os materiais passam a apresentar propriedades físico-químicas distintas daquelas na escala micro ou macro, especialmente ligados à condutividade elétrica, elasticidade e maior resistência mecânica, entre outros.

É utilizado desde 4.000 anos a.C, o grande pioneiro foi Richard Philips Feynman, que durante sua palestra “There’s plenty of room at the bottom”, no ano de 1959, em que propôs a possibilidade de manipular e controlar os átomos em escala nanométrica. Segundo ele a disposição dos átomos um a um no modelo pretendido permitiria a criação de novas estruturas, com modificação de suas propriedades originais. Depois disso, em 1974, foi criada a expressão nanotecnologia pelo professor Norio Taniguchi, da Universidade de Ciências de Tóquio (DIAS et al., 2021).

Vogel e colaboradores (2022) distinguem a nanotecnologia por conta da capacidade de potencializar propriedades físicas em concentrações químicas extremamente baixas e por conferir características antes não apresentadas por determinado produto. Isso acontece devido as dimensões nanométricas, que fornecem uma grande área superficial, maior grau de dispersão e características que dependem do tamanho da estrutura.

A consolidação da nanotecnologia tornou se estratégia para o desempenho econômico das nações, perante a necessidade da geração de novos produtos. Existem mais de 12 mil empresas, em cerca de 50 países, que empregam nanotecnologia em seus produtos. O Brasil usufrui de investimentos públicos e privados que permite a criação de programas, redes cooperativas de pesquisa e laboratórios de apoio ao desenvolvimento de pesquisa nanotecnológicos em universidades, institutos de pesquisas e empresas (DIAS et al., 2021).

Os cosméticos nanotecnológicos exibiram forte proteção dos ingredientes ativos de produtos químicos, de degradação enzimática, conferindo controle de liberação e baixa toxicidade. Por esse motivo, as indústrias de cosméticos procuram cada vez mais desenvolver produtos nanotecnológicos para uso em clínicas estéticas ou domiciliar, potencializando a ação dos ingredientes ativos no tecido alvo (VOGEL et al., 2022).

Martins e colaboradores (2018) corroboram afirmando que a nanotecnologia é uma tecnologia atual e promissora na área dos cosméticos, pois os princípios ativos usados em nanopartículas têm a capacidade de penetrar nas camadas mais profundas da pele e levando assim o insumo ativo. Por meio dessa tecnologia inovadora, muitos produtos fotoprotetores passaram a ser usados por conta dos seus benefícios, tais como a oclusão para bloquear as radiações ultravioletas e o aumento do tempo sem precisar de retoque, ficando na pele por mais de 2 horas.

Segundo Vogel e colaboradores (2022), são vários desafios que devem ser superados pelos pesquisadores para que a nanotecnologia avance cada vez mais, evidenciando as formas para avaliar a exposição ambiental aos nanomateriais, os modelos para prever o impacto potencial de nanomateriais sintetizados, as maneiras de avaliar o impacto dos nanomateriais difundidos ao longo da vida no ser humano e programas estratégicos para promover a pesquisa sobre os riscos da nanotecnologia.

Com o uso de nanossistemas em produtos cosméticos surgem preocupações quanto a sua toxicidade à saúde humana, animal e ambiental. Uma das possíveis desvantagens, seria a presença de alta reatividade dos nanomateriais em relação à superfície/volume, devido a sua capacidade de penetrar nas camadas vivas da pele e serem absorvidos pela circulação sistêmica, podendo causar efeitos indesejados como toxicidade. Visto que os nanomateriais são capazes de catalisar diversas reações, que podem ser tóxicas, como a ROS, torna-se necessária a utilização de associações para minimizar os efeitos. Além disso, existe uma preocupação crescente com o impacto que os nanossistemas podem ter no meio ambiente já que são facilmente absorvidos, no qual poderia ocasionar em contaminações cumulativas. A maneira de superar essas desvantagens seria o uso de materiais biodegradáveis que podem ser facilmente eliminados pelo organismo e pelo meio ambiente (YEAGER; LIM, 2019) e (WRIGHT, 2019).

Por isso existem recomendações de aprimoramento da nanotecnologia, principalmente nos estudos de permeação utilizando modelos *in vitro* e *in vivo* que certifiquem o uso seguro de nanocosméticos e estudos de nanotoxicidade para garantir a segurança desses materiais para trabalhadores das indústrias de cosméticos, consumidores e meio ambiente (QUINTÃO, 2022).

No entanto a indústria a fim de evitar potenciais riscos à saúde vem adotando o uso de sílica em nanopartículas, devido a sua nanodispersão ser estabilizada com um tamanho médio entre 5 a 100 nm, possuindo funções emulsionantes, emolientes e de barreiras de água, com a particularidade de melhorar a proteção solar uma vez que eles aumentam a espalhabilidade dos produtos fotoprotetores e minimizam sua fototoxicidade ou degradação (SANTOS, 2019).

O uso de nanopartículas em formulações de fotoprotetores vem apresentando diversas vantagens, tais como a potencialização da proteção contra os raios UV, biocompatibilidade, fotoestabilidade, maior aderência e permanência na pele, fazendo com que não sejam necessárias as reaplicações, diminuindo a eliminação do produto pela água, além de conferir melhores características estéticas do mesmo, com redução do aspecto esbranquiçado e uma formulação mais clara de característica menos oleosa. Com o aumento da eficiência do bloqueio aos raios UV, é possível diminuir a concentração de filtros UV na formulação, ocasionando em menor risco de toxicidade, visto que em suas formulações incluem carreadores coloidais, nanopartículas, nanoemulsões, micelas, entre outras, (MARCATO, 2019; AWAI HAMEED, 2019).

O objetivo é melhorar a saúde, o tecido epitelial e aspecto da pele, com hidratação profunda, devido ao poder de absorver junto com as nanopartículas de fácil penetração, os filtros que contêm nanopartículas que tendem a prevenir danos profundos à pele, deixando-a saudável e diminuindo as linhas de expressão. A estrutura nano facilita a permeação entre as camadas profundas da pele e permite a liberação de ativos lenta e contínua, reduzindo a perda transepidérmica

de água, bem como as prováveis irritações cutâneas, diminuindo os efeitos colaterais e melhorando a hidratação (ANDRADE et al., 2020).

As NPs (nanopartículas poliméricas) aumentam a estabilidade do bloqueador UV e a dispersibilidade. Ao mesmo tempo, os NPs impedem a penetração do bloqueador de UV no estrato córneo e, conseqüentemente, dificultam a irritação da pele (ABU HAJLEH et al., 2021).

O transporte mais utilizado pela nanotecnologia para o meio intracelular são as nanoesferas, nanocápsulas, nanopartículas lipídicas sólidas, microemulsões, nanoemulsões, lipossomas e nanossomas. O uso da nanotecnologia proporciona um controle muito grande da velocidade com que o ativo é liberado, assim como a profundidade da camada da pele na qual é liberado (MARTINS et al., 2018).

No Brasil, os investimentos em nanociência e nanotecnologia ainda são poucos se comparado com os países desenvolvidos. Os grandes desafios para a inovação da nanotecnologia são: infraestrutura de produção, ensaios clínicos, aumento de investimentos e fomento à pesquisa e desenvolvimento para universidades e empresas privadas com proteção intelectual (VOGEL et al., 2022).

CONCLUSÕES

A exposição ao sol em tempo excessivo pode causar grandes danos à pele, sendo assim é de suma importância o uso de fotoprotetores.

A presente revisão demonstrou que existe pouco embasamento na literatura sobre a nanotecnologia empregada nos cosméticos e, em especial, nos produtos fotoprotetores e que esses produtos já são uma realidade no mercado, apresentados como inovadores.

O presente trabalho teve como finalidade revisar artigos sobre pesquisas no que diz respeito ao uso da nanotecnologia em formulações cosméticas fotoprotetoras. Foi demonstrado que o uso de nanopartículas melhora a eficiência dos cosméticos fotoprotetores contra radiação solar, porém mesmo apresentando vantagens, essa técnica pode ter algumas desvantagens, tais como: impactos toxicológicos, podendo afetar a saúde humana e animal, bem como a saúde ambiental, tornando-se necessário a busca de alternativas para minimizar esses efeitos, bem como mais estudos para garantir a sua segurança de uso.

Mediante o crescimento mundial da indústria estética e cosmética com um crescimento expressivo de produtos nanotecnológicos, faz-se necessário ampliar o número de pesquisas sobre os efeitos, tendo em vista que atualmente que esta é uma técnica muito utilizada na formulação de diversos cosméticos, em especial, nos produtos fotoprotetores.

Application of nanotechnology in the formulation of photoprotective cosmetics: a review

ABSTRACT

The sun is essential for the life cycle of planet Earth, as it promotes dependent and independent biological mechanisms, producing benefits for human health and the environment. Solar radiation lasts all year round and improper exposure is a risk to skin health, causing damage such as premature aging and cancer. The skin, as it is the most extensive organ of the human body, tends to undergo changes, which can be caused by several factors, such as sun exposure. In current formulations of sunscreens, combinations of organic and inorganic filters are used in order to offer greater protection from ultraviolet (UV) radiation. Nanotechnology is a strategy to promote greater efficacy of photoprotection. The aim of this article was to research the importance of using photoprotectors when exposed to solar radiation and its damage. Evaluate the application of nanotechnology in photoprotectors and discuss its advantages and disadvantages. This article is a narrative literature review that, in order to be carried out, fulfilled fundamental stages in its development, such as: the choice of the problem, selection of scientific documents to compose the sample, definition of inclusion and exclusion criteria, filing of evidence found and relevant data, critical analysis and writing of the review. It can be seen that nanotechnology is current and promising in the area of cosmetics, as the active principles used in nanoparticles have the ability to penetrate into the deepest layers of the skin. It has been demonstrated that the use of nanoparticles improves the efficiency of photoprotective cosmetics against solar radiation, but despite the advantages, this technique may have disadvantages such as toxicological impacts, which may affect human, animal and environmental health, making it necessary to search for alternatives to minimize these effects, as well as further studies to ensure its safe use. It is concluded that through the worldwide growth of the cosmetic industry and the significant advent of nanotechnological products, it is necessary to expand the number of researches on their biological and environmental effects, considering that currently this is a technique widely used in the formulation of several cosmetics, especially photoprotectors.

KEYWORDS: Nanotechnology. Photoprotectors. Cosmetics. Skin. Sun exposure.

REFERÊNCIAS

ABU HAJLEH, M. N. et al. The revolution of cosmeceuticals delivery by using nanotechnology: A narrative review of advantages and side effects. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 20, n. 12, p. 3818–3828, 12 set. 2021. Acesso em: 15 jan. 2023.

ALBUQUERQUE, A. K. C. DE. **Síntese de Nanoestruturas de ZnO e TiO₂ Via Método Sol-Gel Proteico e Reação de Combustão para Aplicação em Fotoproteção**. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13369>>. Acesso em: 28 jan. 2023.

ANDRADE, K. L. et al. Aplicação da nanotecnologia nos fotoprotetores solares: **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, v. 12, n. 2, p. 069–081, 2020. Acesso em: 15 jan. 2023.

DELTREGGIA¹, C. D. et al. A evolução dos fotoprotetores: das emulsões às nanoemulsões. **Revista Saúde em Foco**, p. 798–811, 2019. Acesso em: 15 jan. 2023.

DIAS, B. et al. **A NANOTECNOLOGIA NO BRASIL E O DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS COM ATIVIDADE ANTIMICROBIANA**. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170743>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

FUKUDA, I. M. **Desenvolvimento e otimização de protetores solares empregando os conceitos de qualidade por design (QbD) e tecnologia analítica de processos (PAT)**. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9139/tde-12112018-145821/en.php>>. Acesso em: 28 jan. 2023.

GARNACHO SAUCEDO, G. M.; SALIDO VALLEJO, R.; MORENO GIMÉNEZ, J. C. Efectos de la radiación solar y actualización en fotoprotección. **Anales de Pediatría**, v. 92, n. 6, p. 377.e1–377.e9, jun. 2020. Acesso em: 15 jan. 2023.

GUPTA, V. et al. Nanotechnology in Cosmetics and Cosmeceuticals—A Review of Latest Advancements. **Gels**, v. 8, n. 3, p. 173, 10 mar. 2022. Acesso em: 15 jan. 2023.

MARTINS, B. et al. Riscos E Benefícios Da Nanotecnologia Em Protetores Solares. **ANAIS JORNEC**, 2018. Acesso em: 15 jan. 2023.

MEDEIROS, T. S. Carreadores lipídicos nanoestruturados como estratégia para incorporação do filtro solar Bemotrizinol. **tede.bc.uepb.edu.br**, 23 ago. 2019. Acesso em: 15 jan. 2023.

NAKAGAMI, I. A.; PINTO, L. P. Beleza sustentável: Ativos Naturais Na Formulação De Cosméticos Orgânicos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. e88922064, 1 jan. 2020. Acesso em: 15 jan. 2023.

PEREIRA, M. A.; CHAVES, R.; VALÉRIO, P. P. Perspectivas Da Aplicação De Nanociência À Produção De Fotoprotetores. **Conjecturas**, v. 22, n. 8, p. 1056–1076, 22 jul. 2022. Acesso em: 15 jan. 2023.

QUINTÃO, C. C. R. et al. Challenges in the use of nanostructures as carriers of nucleic acids in clinical practice. **Einstein (São Paulo)**, v. 20, n. RB5888, 2022. Acesso em: 15 jan. 2023.

SANTOS, A. C. et al. Nanotechnology for the development of new cosmetic formulations. **Expert Opinion on Drug Delivery**, v. 16, n. 4, p. 313–330, 1 mar. 2019. Acesso em: 15 jan. 2023.

SCHALKA, S.; DONATO, L. C. Avaliação Da Eficácia De Um Protetor Solar Contendo Extrato De Polypodium Leucatomos Na Redução De Danos Ocasionados Pela Exposição À Radiação Solar. **Surgical & Cosmetic Dermatology**, v. 11, n. 4, 2019. Acesso em: 15 jan. 2023.

VOGEL, E. M. et al. Challenges of nanotechnology in cosmetic permeation with caffeine. **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, 2022. Acesso em: 15 jan. 2023.

WRIGHT, P. F. A. Realistic Exposure Study Assists Risk Assessments of ZnO Nanoparticle Sunscreens and Allays Safety Concerns. **Journal of Investigative Dermatology**, v. 139, n. 2, p. 277–278, fev. 2019. Acesso em: 15 jan. 2023

YEAGER, D. G.; LIM, H. W. What's New in Photoprotection. **Dermatologic Clinics**, v. 37, n. 2, p. 149–157, abr. 2019. Acesso em: 15 jan. 2023.

Recebido: 02/02/2023.

Aprovado: 09/12/2024.

DOI: 103895/recit.V15n38.16377

Como citar: FRNWJEFNW, D. Aplicação da nanotecnologia em formulação de cosméticos fotoprotetores: uma revisão R. Eletr. Cient. Inov. Tecnol, Medianeira, v. 15 n. 38,p.1- 12, set/dez 2024 Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/recit>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Renata Silva de Carvalho, Vanessa Cristina Rescia.

Rua Professor José Seabra de Lemos, 316. Recanto dos Pássaros, Barreiras – BA. CEP: 47808-021]

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0 Internacional.

