

APLICAÇÃO DA NANOTECNOLOGIA NOS FOTOPROTETORES SOLARES: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Marillya Peres de Freitas¹
Larissa Lara Lemes Lamouniêr²
Karina Luzia Andrade³
Carla Simone Binz⁴

RESUMO: A pele é o revestimento corporal atuante em diversas funções, protegendo o organismo perante agressores externos. A interação entre a pele e a radiação solar é inevitável e pode apresentar vários efeitos nocivos e, dependendo da frequência e intensidade de exposição, associa-se à diversas doenças. Portanto, torna-se essencial o emprego de medidas fotoprotetoras, como o fotoprotetor solar, no qual, atualmente, a sua associação com o uso da nanotecnologia assegura uma melhoria estética e a sua eficiência. Nesse estudo, objetivou-se investigar, através de revisão bibliográfica, a utilização da nanotecnologia nos fotoprotetores solares. Observa-se que o uso da nanotecnologia em cosméticos vem sendo muito discutida e difundida atualmente, destacando-os em relação aos produtos convencionais. Porém ainda existe a necessidade de maior investigação para que possam ser desvendados, quantificados e sanados os possíveis impactos negativos gerados pelos produtos, para que assim medidas inovadoras possam ser desenvolvidas, otimizando a proteção da pele perante a radiação solar.

Palavras-chave: Fotoproteção. Nanocosméticos. Pele. Protetores Solares. Radiação solar.

ABSTRACT: The skin is the body lining acting in several functions, protecting the body from external aggressors. The interaction between the skin and solar radiation is inevitable and can present several harmful effects and, depending on the frequency and intensity of exposure, is associated with several diseases. Therefore, it becomes essential the use of photoprotetor measures, such as the solar photoprotector, in which, currently, its association with the use of nanotechnology ensures an aesthetic improvement and its efficiency. In this study, the aim was to investigate, through literature review, the use of nanotechnology in solar photoprotectors. It is observed that the use of nanotechnology in cosmetics is being much discussed and diffused currently, highlighting them in relation to conventional products. However, there is still the need of greater research in order they can be unveiled, quantified and cured the possible negative impacts generated by the products, so that innovative measures can be developed, optimizing the protection of the skin against solar radiation.

Keywords: Photoprotection. Nanocosmetics. Skin. Sunscreens. Solar Radiation.

¹ MBA em Estética e Negócios pela Faculdade Cambury de Goiânia (Cambury). Tecnóloga em Estética e Cosmética pelo Centro Universitário do Vale do Araguaia (UNIVAR) e em Farmácia pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Barra do Garças/MT, Brasil. E-mail: marillya2010@hotmail.com.

² MBA em Estética e Negócios e Tecnóloga em Estética e Cosmética pela Cambury. Goiânia/GO, Brasil. E-mail: larissa-lamounier@hotmail.com.

³ Coorientadora da pesquisa. Doutoranda em Engenharia Química na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestra em Ciência de Materiais e Bacharela em Engenharia de Alimentos pela UFMT. Florianópolis/SC, Brasil. E-mail: karina_andrade27@hotmail.com.

⁴ Orientadora da pesquisa. Especialista em Docência Universitária pela Cambury e em Cosmetologia pelas Faculdades Oswaldo Cruz (FOC). Bacharela em Farmácia pela Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). Goiânia/GO, Brasil. E-mail: carla.binz@yahoo.com.br.

1 INTRODUÇÃO

A pele reflete o que ocorre no interior do organismo, além de demonstrar boa aparência, expressa questões relacionadas à nossa saúde. No corpo humano, a pele é considerada um dos maiores órgãos com um total de 15% do peso corporal, sendo indispensável sua função de revestimento, a qual nos expõe e protege do mundo externo. Esse órgão representa uma barreira de proteção altamente eficiente principalmente em relação às alterações causadas pelo meio ambiente, como a radiação solar (RIVITTI, 2014).

Os principais danos da radiação solar na pele são causados principalmente pelos raios da radiação ultravioleta (UV), onde os raios UVA apresentam alta penetração e atingem a camada mais profunda da pele, ocasionando o fotoenvelhecimento. Já os raios UVB não conseguem penetrar até a derme, mas apresentam maior nocividade e provocam queimaduras, sensações de ardência, cataratas e carcionomas (SANTOS, 2015; CABRAL; PERERIRA; PARTATA, 2013). Os mecanismos de defesa da pele humana não apresentam grande eficiência, logo, torna-se imprescindível o emprego de medidas fotoprotetoras, como por exemplo, o uso de fotoprotetor solar (MONTEIRO, 2010; PURIM; LEITE, 2010).

Os fotoprotetores solares possuem uma formulação capaz de absorver ou refletir a radiação UV, protegendo o epitélio contra os danos de tal radiação. As formulações mais atuais utilizam a associação de diversos filtros orgânicos e inorgânicos, com intuito de oferecer maior proteção à radiação UV (NASCIMENTO, 2011). Porém, nota-se que tais produtos que deveriam oferecer essa proteção, acabam acarretando efeito contrário, por isso torna-se interessante demonstrar a eficiência dos nanocosméticos.

A nanotecnologia relaciona-se às estruturas, propriedades e processos que envolvem materiais com tamanhos em escala nanométrica. Esses materiais são muito estudados devido às vantagens apresentadas em relação às formulações comuns. A sua utilização aplicada à cosmética, por meio dos nanocosméticos, está ligada à utilização de pequenas partículas contendo princípios ativos que penetram com maior facilidade nas camadas mais profundas da pele, evidenciando seus efeitos (BARIL *et al.*, 2012).

Por se tratar de um fato inovador, apresentando grande expansão nas últimas décadas, a nanotecnologia vem provocando uma revolução científica e tecnológica de dimensões ainda desconhecidas. Por ser um

mercado promissor, o setor cosmético explora as suas vantagens por meio da sua aplicação, porém, são mencionados possíveis riscos na aplicação de nanopartículas, incluindo toxicidade, representando algo que deve ser foco de maiores estudos.

Nesse contexto, o artigo teve como objetivo central investigar a utilização da nanotecnologia em fotoprotetores solares. Para isso, buscou-se revisar na literatura, conceitos referentes à pele e sua estrutura e

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido através de revisão bibliográfica, fruto de um estudo descritivo, de caráter exploratório, ocorrido no período de setembro a outubro de 2018, com objetivo de investigar a utilização da nanotecnologia em fotoprotetor solar. O mesmo foi norteado em artigos científicos, livros e revistas da área da saúde e medicina

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PELE E RADIAÇÃO SOLAR

A pele ou tecido tegumentar representa mais de 15% do peso corpóreo e é responsável pelo seu revestimento, sendo considerada o maior órgão humano em superfície e peso. Tal órgão constitui uma

avaliar os danos que à radiação solar pode gerar na pele; investigar a importância da fotoproteção diante da radiação solar; verificar a aplicação da nanotecnologia na fotoproteção; pesquisar e analisar as algumas aplicações da nanotecnologia na fotoproteção. O método utilizado para o desenvolvimento do trabalho foi o de revisão bibliográfica, o qual permitiu elencar e analisar contribuições científicas de diversos autores sobre o tema em questão.

estética, disponíveis em diferentes bibliotecas virtuais como Google Acadêmico, Lilacs, Pubmed, Science Direct e Scielo. Foram utilizados os seguintes descritores como palavras-chave: pele, estrutura da pele, radiação solar, filtro solar, fotoproteção, nanotecnologia e nanocosméticos.

barreira primordial à agressores físicos, químicos e biológicos, possuindo diferentes mecanismos de defesa (RIVITTI, 2014).

A sua constituição é baseada em três camadas: a epiderme (superior), a derme

(intermediária) e a hipoderme (profunda ou tecido celular subcutâneo). A epiderme é uma camada epitelial que está em constante contato com o mundo externo, sua população celular é sempre renovada e diferenciada. A derme é a camada conjuntiva responsável pelo suporte da epiderme, sendo encontrada em condições ambientais análogas às dos órgãos internos. A terceira camada, a hipoderme, é composta por tecido adiposo, onde são encontrados os músculos cutâneos e as bolsas serosas (RIVITTI, 2014).

Como essas camadas estão expostas à danos externos, um dos problemas que traz grande preocupação são as manifestações concentradas das radiações. A radiação solar é lançada através de ondas magnéticas com diferentes comprimentos de ondas, variando de 290 a 3000 nm. A radiação ultravioleta (UV) inclui UVC de 200 a 289 nm, UVB de 320 a 400 nm e UVA de 320 a 400 nm. Já a radiação visível (VIS) compreende a faixa de 400 a 760 nm e por fim, a radiação infravermelha (IV) abrange a IVA de 760 a 1440 nm e IVB de 1440 a 3000 nm (SCHALKA *et al.*, 2014).

Esses comprimentos de onda possuem determinada frequência e nível de energia associado, logo, a forma que essas ondas permeiam na pele será guiada pelos mesmos. Comprimentos de ondas mais baixos conseguem atingir a epiderme, já comprimentos maiores podem atingir a

hipoderme, que é o tecido mais profundo (STIEFEL; SCHWACK, 2015; SARGENT; TRAVERS, 2016). Os diferentes comprimentos de ondas proporcionam diferentes efeitos à pele, porém, a radiação UV apresenta maior efeito prejudicial dentre as demais.

Purim e Leite (2010) mencionam que, apesar da radiação solar oferecer vantagens psicológicas ao indivíduo, como por exemplo, bem-estar, impacto antidepressivo, estimular a produção de melanina no bronzeamento, colaborar com a síntese de vitamina D essencial para prevenção de osteoporose, a sensibilidade relacionada aos danos do fotoenvelhecimento, insensibilidade, coloração, ferimentos cutâneos e carcinomas é alta, podendo variar entre os indivíduos.

No Brasil, cerca de 30% dos diagnósticos de carcinomas realizados são relacionados ao câncer de pele, e isto é justificado pela alta exposição e frequência ao sol, além da falta ou proteção inapropriada, o que aumenta o perigo de desenvolvimento de carcinomas de pele (FARIAS, 2010).

A pele, para se proteger e prevenir dos efeitos causados pela radiação solar, desenvolve diversos mecanismos de proteção natural. O mecanismo de maior destaque trata-se da coloração da pele, através da formação da melanina que atua

dispersando e filtrando a radiação solar até a região do UV vis (SCHALKA *et al.*, 2014; STIEFEL; SCHWACK, 2015).

3.2 FOTOPROTEÇÃO

Devido ao fato de que os mecanismos de proteção natural apresentam limitação, existe a necessidade de proporcionar uma melhor e apropriada proteção à cada fototipo de pele toda vez que esta é exposta à radiação solar. Para diminuir os danos causados pelo Sol, várias medidas podem ser adotadas pelo indivíduo, como uso de bonés e chapéus, óculos e roupas específicas para a proteção, além do uso de fotoprotetores. O emprego do fotoprotetor solar é, na atualidade, a medida mais eficiente para prevenção dos danos proporcionados pela radiação solar, principalmente contra o câncer de pele, porém, estes devem ser bem formulados e disponibilizar níveis eficientes de proteção que abranjam todo espectro de radiação solar (SCHALKA *et al.*, 2014; SARGENT; TRAVERS, 2016).

A eficiência de um fotoprotetor solar é mensurada associando-se ao seu fator de proteção solar (FPS), que fornece o número de vezes de exibição solar, sem o risco de eritema (causado em função da radiação UVB), pode ser aumentado com o emprego do fotoprotetor. Assim, quanto mais elevado é o FPS do fotoprotetor, maior

será a sua proteção, em outras palavras, o tempo de duração em que a pele fica protegida diante da radiação UVB é maior (OBAGI, 2004).

Os fotoprotetores solares podem ser divididos em duas classes, filtros inorgânicos e orgânicos. Os filtros inorgânicos incluem em sua composição o dióxido de titânio e óxido de zinco. Estes compostos possuem elevada capacidade de reflexão da luz, destacando-se pelo seu baixo índice alergênico e por isso são muito usados em fórmulas de itens infantis (MONTEIRO, 2010). Já os filtros orgânicos são constituídos por moléculas orgânicas responsáveis pela absorção da radiação e transformação desta em radiação de menor energia, proporcionando segurança limitada ou total perante as radiações UVA e UVB, porém apresentam elevado índice alergênico (MELQUIADES *et al.*, 2007; PURIM; LEITE, 2010).

Para Farias (2010), os fotoprotetores devem possuir ação superficial da pele, assim, seu poder absorvente deve ser mínimo nas camadas internas, minimizando seu potencial tóxico e irritável, sendo essa ação dependente da dimensão das

partículas. Na constituição dos fotoprotetores, gotículas pigmentares de um branco brilhante proporcionam a reflexão da luz em todos os comprimentos de onda. A utilização dessas partículas, como por exemplo o dióxido de titânio (TiO₂), em

nanoescala, proporcionam proteção com melhor excelência. Assim, além da maior eficácia, evita-se a presença da aparência esbranquiçada típica, provocada pela luz espalhada após a aplicação do protetor (NEVES, 2008; TOMA, 2004).

3.3 NANOTECNOLOGIA E NANOCOSMÉTICOS

A nanotecnologia corresponde à uma área da ciência que tem como intuito supervisionar especificamente átomos e moléculas, a fim de desenvolver estruturas nanoestruturadas, ou seja, estruturas milhares de vezes menores quando comparados à tecnologia ora existente permite, correspondendo a escala nanométrica de um bilionésimo do metro. Na escala nanométrica, as características dos materiais exibem os “efeitos quânticos”, onde os átomos adquirem novas propriedades físico-químicas e comportamentais ou alteram as existentes, como por exemplo, condutividade elétrica, elasticidade, reatividade química, resistência, diversificação de cores, etc., podendo ser aplicada nas mais diversas áreas (BARIL *et al.*, 2012).

A indústria de cosméticos convencionais fundamenta-se de uma linha diversificada de produtos baseados na nanotecnologia, os chamados nanocosméticos (FRONZA *et al.*, 2007). O primeiro nanocosmético surgiu em 1995,

sendo este, um creme antienvhecimento contendo vitamina E nanoencapsulada, desenvolvido pela Lancôme em conjunto com a Universidade de Paris. No Brasil, o lançamento desse produto deu-se em 2005, tratando-se de um creme antissinais para a região ocular e labial, desenvolvido pela Boticário (BAILLO; LIMA, 2012).

Fronza *et al.* (2007) define os nanocosméticos como formulações cosméticas responsáveis por carrear ativos ou outros ingredientes nanoestruturados, apresentando melhoria de características quando comparados aos produtos convencionais. Na área cosmética, os nanomateriais, como as nanopartículas, podem ser encontradas nas formulações de xampus, condicionadores, cremes dentais, cremes antirrugas, cremes anticelulites, clareador de pele, hidratantes, pós-faciais, loções pós-barba, desodorantes, sabonetes, fotoprotetores, maquiagens, perfumes e esmaltes.

Segundo Nunes (2008), só são denominados nanocosméticos aqueles

produtos cosméticos que possuem características estruturais inferiores à 999 nm. Para se obter nanocosméticos que possuem função de alcançar uma camada abaixo da pele, são necessárias partículas de até 100 nm, para que se tenha uma quantidade apropriada do ativo. Devido aos folículos possuírem tamanho menor que 100 nm, partículas de dimensões inferiores à este valor podem alcançar a corrente sanguínea e atingir a epiderme que consegue se auto reconstruir, porém, acaso ultrapasse a hipoderme, essas partículas entram em contato com a corrente sanguínea e neste caso, não existe certeza de eliminação pelo organismo. Portanto, os nanocosméticos precisam ser testados e apresentar segurança. A nanotecnologia apresenta inúmeras vantagens, como por exemplo, a carreação de formulações de cosméticos, podendo recobrir uma ótima área epitelial, proporcionando melhoria na absorção do mesmo (GONÇALVES, 2014).

3.4 ANÁLISE DA PESQUISA

A nanotecnologia destinada à fotoproteção ainda representa um tema polêmico, concentrando discussões referentes a segurança desses produtos. Pelo fato dessa área manipular átomos e moléculas em nanoescala, destaca-se o seu uso pela indústria de cosméticos, onde

Essa tecnologia opera a partir das nanopartículas onde um tipo de carreador conduz os princípios ativos até as regiões mais profundas da epiderme. Devido a isso, os nanocosméticos conseguem atuar na camada basal, local de onde nascem as células da pele, contribuindo para a melhoria da qualidade da epiderme, fortalecendo as células muito novas que ainda não sofreram as agressões do meio exterior (MONTEIRO, 2010).

Por isso torna-se essencial a escolha cuidadosa do tipo de carreador a ser utilizado para determinado ativo, considerando o objetivo de aplicação proposta. Itens destinados à permanência na pele, sem que ocorra seu absorvimento, como é o caso dos fotoprotetores solares, por exemplo, necessitam de formulação que atendam esse fim. Logo, a melhor forma de aumentar a performance de um ativo em uma formulação cosmética é a elaboração de sistemas de liberação pertinente (MORGANTI *et al.*, 2001).

objetiva-se minimizar a dimensão das moléculas sem perder o potencial ativo de componentes.

A aplicação da nanotecnologia no setor cosmético tem como base principal a elaboração de produtos designados à área facial e corporal, apresentando ação

antienvhecimento e foto protetora (PESQUISA FAPESP, 2008).

Com o aumento da procura de produtos relacionados à fotoproteção, diversas tecnologias vêm sendo adotadas, visando a obtenção de maior eficiência nos resultados diante da penetração cutânea dos princípios ativos. Pelo fato de os cosméticos apresentarem permeação dificultada devido à presença de moléculas grandes, os nanocosméticos surgem como uma estratégia inovadora e promissora para esta área (SANTOS, 2015).

O uso da nanotecnologia em fotoprotetores solares proporciona um controle muito maior da velocidade e profundidade de liberação do princípio ativo na pele quando comparado às tecnologias convencionais, fato este que proporciona uma maior ação local (PAPAKOSTAS *et al.*, 2011).

Segundo Baillo e Lima (2012), os fotoprotetores classificam-se como cosméticos de nível de risco 2, pois apresentam indicativos como o modo de utilização, eficiência e restrições, por isso as matérias-primas utilizadas na sua formulação deve ser avaliada por meio das suas características físico-químicas. Em outras palavras, previamente a serem adicionadas aos cosméticos, independente da metodologia utilizada para elaboração e da dimensão das partículas, deve-se cumprir todos protocolos de segurança que

garantam a qualidade do produto (JANSEN, 2010). As matérias-primas designadas à elaboração de nanocosméticos, voltados para a fotoproteção, estão associadas ao aspecto do produto, processamento fácil e função na fórmula. Como exemplo, tem-se as nanopartículas de TiO₂, que são empregadas em proteção UV maiores, facilitando sua dispersão e agregação, proporcionando excelência sensorial e transparência no produto finalizado. Partículas de óxido de zinco são aplicadas em formulas de fotoprotetores de amplo espectro de UV, garantindo bom desempenho na proteção UVA (MORGANTI, 2001; NEVES, 2008; MU; SPRANDO, 2010; BALOGH *et al.*, 2011).

Para testar a segurança dos nanocosméticos, são necessárias pesquisas de penetração *in vitro* e *in vivo*, avaliação da nanotoxicidade, garantia da inocuidade dos ingredientes aos funcionários da indústria cosmética, dos consumidores e do ecossistema (JANSEN, 2010; MU; SPRANDO, 2010; PAPAKOSTAS *et al.*, 2011).

De acordo Neves (2008), mesmo estando presente no nosso dia a dia, existem pesquisas mencionando efeitos negativos quanto ao uso dos nanocosméticos, porém, não são confirmados quais danos podem proporcionar. A inovação nanotecnológica dos fotoprotetores traz dúvidas quanto à sua segurança, referenciando o índice de

toxicidade das nanopartículas devido às suas dimensões, ou seja, a eficácia na permeação nas membranas biológicas e interferência nos processos biológicos. Além disso, podem safar-se dos mecanismos imunológicos de defesa, constituir complexos com proteínas e instigar a produção de radicais livres. Embora o centro das discussões ser em relação à dimensão inferior a 100 nm, os impactos prejudiciais podem transcender após a exposição a partículas com dimensões maiores e em aglomerados, onde a desorganização e desagregação pode proporcionar a liberação de fragmentos menores e constituintes tóxicos (PESQUISA FAPESP, 2008; MU; SPRANDO, 2010; BALOGH *et al.*, 2011;).

A utilização da nanotecnologia na elaboração de fotoprotetores é algo relativamente novo, apresentando a primeira prospecção tecnológica no ano 2000. Os Estados Unidos apresentam o maior número de estudos voltados à essa tecnologia, porém, não dispõe de empresa como destaque na utilização da mesma, enquanto o Brasil dispõe de grupos de pesquisa em constante aprimoramento dessa inovadora tecnologia (LEITE *et al.*, 2015).

Os nanocosméticos voltados para fins de fotoproteção vem sendo cada vez mais explorados, indústrias e universidades estão investindo muito em estudos visando

o aprimoramento das formulações já comercializadas, bem como para uma criação inovadora. Diante disso, encontram-se disponíveis diversos trabalhos científicos.

Alvarez-Román e colaboradores (2004) avaliaram a permeação cutânea passiva e a permeação de produtos excessivamente lipofílicos, incluindo o protetor solar com octilmetoxicinamato (OMC) e o corante fluorescente Nile red (NR). Foi realizada a encapsulação deste filtro em nanopartículas biodegradáveis de poli (ε) caprolactona, comparando-as com o filtro não encapsulado. Os autores observaram que a encapsulação do filtro através de nanopartículas proporcionou um aumento de 3,4 vezes no nível de OMC dentro do estrato córneo, mesmo não acarretando o aumento na permeação do mesmo sobre pele, porém, houve aumento na sua disponibilidade do produto no estrato córneo. Quando inserido NR nas nanopartículas, perceberam que fluorescência atingia profundidades acima de 60 μm dentro da pele, alterando a atividade termodinâmica e resultando no aumento de seu grau de divisão no estrato córneo.

Um fotoprotetor nanotecnológico foi elaborado pela empresa Biolab Farmacêutica em conjunto com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O intuito do trabalho foi elaborar uma

formulação permanente por um maior período sobre a pele, sem ser removido com facilidade pela água. Foram produzidas partículas biodegradáveis na escala nanométrica resistentes à água, utilizando óleo de buriti e filtros químicos orgânicos avobenzona e octocrileno. O produto apresentou nanopartículas de 240 a 250 nm, permanecendo aprisionado na epiderme, não apresentando absorção na derme (PESQUISA FAPESP, 2010).

Gulbake e colaboradores (2011) encapsularam o filtro solar oxibenzona em nanopartículas lipídicas, a fim de verificar a localização da liberação do produto na pele. Os autores verificaram que, para as nanopartículas, houve maximização da fluorescência no estrato córneo, enquanto a formulação livre apresentou fluorescência na epiderme, concluindo que o filtro solar nanoencapsulado possibilitou a redução da permeação do fotoprotetor na pele.

Santos (2014) desenvolveu formulações nanofotoprotetoras variando a composição do núcleo oleoso e a quantidade do fotoprotetor solar OMC, com objetivo de proporcionar uma melhoria na concentração deste filtro no núcleo das nanocápsulas. O autor relatou a superioridade das nanocápsulas em relação ao produto sem a nanotecnologia bem como uma possível nanoencapsulação de mais de um filtro solar no núcleo da nanocápsula.

Oliveira (2015) avaliou sistemas nanoparticulados de gelatina com a inserção de rutina e observaram que a atividade antioxidante da rutina na forma de nanocápsulas foi 74% maior que quando a mesma se encontrava na forma livre. Além disso, verificaram um aumento de 48% do FPS com a utilização da técnica de nanoencapsulação da rutina com filtros EDPB, benzofenona e avobenzona.

Souza (2016) desenvolveu e verificou a eficiência de nanopartículas lipídicas sólidas (baseadas em cera de carnaúba ou de abelha) contendo filtros solares associados com os antioxidantes spirulina e dimetilmetoxi. O autor concluiu com a pesquisa que, as formulações contendo antioxidantes reduziram a presença de radicais livres nas regiões UV, Vis e IV, potencializando o efeito do fotoprotetor solar nessa região.

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 à 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.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto neste trabalho observa-se que o excesso de exposição solar pode causar danos às camadas superficiais e profundas da pele e para que isso seja evitado, torna-se indispensável o uso de medidas de fotoprotetoras. Uma das principais medidas voltadas à fotoproteção está relacionada ao uso de fotoprotetores solares e para que essas medidas sejam utilizadas de forma adequada, torna-se imprescindível o conhecimento das formulações e das possíveis interações do produto com os diferentes veículos ou matérias-primas, proporcionando assim melhores resultados.

Um fato inovador e que vem crescendo a cada dia é o ramo da nanotecnologia e o uso desta técnica em cosméticos vem sendo muito discutida e difundida nos últimos anos. Quando comparados aos fotoprotetores solares convencionais, a encapsulação de filtros em

nanopartículas pode proporcionar a melhoria da eficiência destes filtros e prolongar sua proteção. Porém, mesmo diante de todas as vantagens ofertadas em relação aos fotoprotetores solares contendo nanopartículas, discute-se muito sobre os impactos toxicológicos que tais produtos podem causar ao nosso organismo e ao ecossistema.

Verifica-se ainda, grande investigação e diversificação de trabalhos e produtos relacionados à aplicação da nanotecnologia na fotoproteção. Entretanto, existe a necessidade de maiores pesquisas e investimentos nesta área para que assim possam ser desvendados, quantificados e sanados os possíveis impactos negativos que ainda não foram totalmente esclarecidos até o momento, e que novas medidas inovadoras possam ser desenvolvidas, otimizando a proteção da pele contra a radiação solar.

5 AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus pelas bençãos até aqui alcançadas. Aos meus pais, José Silva e Maria Luzia, e ao meu irmão Mauricio, pelo apoio e amor

incondicional. Ainda, aos professores do curso da minha graduação e do MBA, por todo conhecimento adquirido e incentivo à evolução.

6 REFERÊNCIAS

- ALVAREZ-ROMÁN, R. *et al.* Skin penetration and distribution of polymeric nanoparticles. **Journal of Controlled Release**, [s. l.], v. 99, p. 53-62, 2004.
- BAILLO, V. P.; LIMA, A. C. Nanotecnologia aplicada à fotoproteção. **Revista Brasileira de Farmácia**, [s. l.], v. 93, n. 3, p. 271-278, 2012.
- BALOGH, T. S. *et al.* Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, [s. l.], v. 86, n. 4, p. 732-742, 2011.
- BARIL, M. B. *et al.* Nanotecnologia aplicada aos cosméticos. **Visão Acadêmica**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 45-54, 2012.
- CABRAL, L. D. S.; PEREIRA, S. O.; PARTATA, A. K. Filtros solares e fotoprotetores – uma revisão. **Intafarma**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 107-110, 2013.
- FARIAS, P. S. **Nanocápsulas poliméricas como estratégia para aumentar a eficácia de fotoprotetores**. 2010. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- FRONZA, T. *et al.* **Nanocosméticos: em direção ao estabelecimento de marcos regulatórios**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, 2007. 64 p.
- GONÇALVES, J. C. **Nanotecnologia aplicada à pele**. 2014. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêutica) – Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2014.
- GULBAKE, A. *et al.* Solid lipid nanoparticles bearing oxybenzone: in-vitro and in-vivo evaluation. **Journal of microencapsulation**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 226-233, 2010.
- JANSEN, J. **Nanocosméticos & Absorção Percutânea**. 2010. Disponível em: <https://www.abihpec.org.br/conteudo/ivrodadatecnologica/04JOCELIA-UEPG.pdf>. Acesso em: 21 out. 2018.
- LEITE, M. F. *et al.* Prospecção tecnológica sobre o uso da nanotecnologia em formulações fotoprotetoras. **Cadernos de Prospecção**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 673-680, 2015.
- MELQUIADES, F. L. *et al.* Análise de bloqueadores solares através da metodologia de EDXRF. **Publicação Técnica do Laboratório de Física Nuclear Aplicada**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 1-21, 2007.
- MONTEIRO, E. O. Filtros solares e fotoproteção. **Revista Brasileira de Medicina**, [s. l.], v. 67, p. 5-18, 2010.
- MORGANTI, P. *et al.* Percutaneous absorption and delivery systems. **Clinics in Dermatology**, [s. l.], v. 19, p. 489-501, 2001.
- MU, L.; SPRANDO, R. L. Application of nanotechnology in cosmetics. **Pharmaceutical Research**, [s. l.], v. 27, n. 8, p. 1746-1749, 2010.
- NASCIMENTO, C. S. *et al.* Incremento do FPS em formulações de protetor solar utilizando extratos de própolis verde e vermelha. **Revista Brasileira de Farmácia**, [s. l.], v. 90, n. 4, p. 334-338. 2009.

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

OBAGI, Z. E. **Restauração e rejuvenescimento da pele**: incluindo classificação básica dos tipos de pele. Rio de Janeiro: Revinter, 2004.

OLIVEIRA, C. A. **Desenvolvimento, avaliação da segurança e eficácia clínica de sistemas nanoparticulados de gelatina contendo rutina**. 2015. 157 f. Tese (Doutorado em Fármacos e Medicamentos) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

PAPAKOSTAS, D. *et al.* Nanoparticles in Dermatology. *Archives of Dermatological Research*, [s. l.], v. 303, n. 8, p. 533-502, 2011.

PESQUISA FAPESP. **Beleza fundamentada**. 2008. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=3498&bd=1&pg.=1>. Acesso em: 2 out. 2018.

PESQUISA FAPESP. **Pele protegida**. 2010. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/?art=4037&bd=1&pg=1&lg=>. Acesso em: 29 set. 2018.

PURIM, K. S. M; LEITE, N. Fotoproteção e exercício físico. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 224-229, 2010.

RIVITTI, E. **Manual de dermatologia clínica de Sampaio e Rivitti**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2014.

SANTOS, A. P. R. *et al.* Aplicação da nanotecnologia no fotoenvelhecimento. *Atlas de Ciência da Saúde*, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 32-43, 2015.

SANTOS, J. S. **Desenvolvimento de formulações fotoprotetoras contendo filtros solares nanoencapsulados**. 2014. 32 f. Tese (Doutorado em Nanotecnologia Farmacêutica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

SARGENT, E. V.; TRAVERS, J. B. Examining the differences in current regulatory processes for surcreens and proposed safety assessment paradigm. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, [s. l.], v. 79, p. 125-141, 2016.

SCHALKA S. **Influência da quantidade aplicada de protetores solares no fator de proteção solar (FPS): avaliação de dois protetores solares com os mesmos ingredientes em diferentes concentrações**. 2009. 176 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SCHALKA, S. *et al.* Brazilian on Photoprotection. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, [s. l.], v. 89, n. 6, p. s6-75, 2014.

SOUZA, C. **Desenvolvimento e avaliação da eficácia clínica de fotoprotetores com ação em toda região do espectro solar**. 2016. 49 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016.

STIEFEL, C.; SCWACK, W. Protection in changing times – UV filter efficacy and safety, sensitization process and regulatory aspects. *International Journal of Cosmetic Science*, [s. l.], v. 37, p 2-30, 2015.

TOMA, H. E. **O mundo nanométrico: a dimensão do novo século**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 102 p.