

FATORES DETERMINANTES DA EFICÁCIA DE FOTOPROTETORES

MILESI, S.S.¹ e GUTERRES, S.S.^{2*}

¹ Acadêmica do Curso de Farmácia da UFRGS

² Professora da Disciplina de Farmacotécnica e Cosmetologia, Faculdade de Farmácia – UFRGS – Porto Alegre – RS

RESUMO: Existem diversas formas para se obter o máximo de proteção de um filtro solar. Cuidados simples durante a formulação e o desenvolvimento de novas técnicas de preparação permitem a obtenção de um produto de qualidade, com utilização facilitada e altos valores de FPS. A aplicação do filtro solar e a conscientização das pessoas determinam o nível de proteção atingido. Conhecendo-se a possibilidade de se obter produtos de qualidade que oferecem alta proteção e que os hábitos das pessoas também contribuem na fotoproteção, discute-se, neste artigo, sobre os métodos para aumentar a fotoproteção, que se iniciam no laboratório e terminam no momento do uso, e sobre a necessidade da existência de fotoprotetores com valores de FPS muito elevados.

UNITERMOS: fotoprotetores, FPS, formulação, estabilidade, cuidados de uso

ABSTRACT: *DETERMINANT FACTORS AFFECTING THE EFFICACY OF SUNSCREENS.* There are several different ways to obtain the maximum protection from a sunscreen. Simple care in the preparation and development of new techniques lead to an adequate product which presents easy use and high SPF. The way the product is applied as well as the people knowledge determines the level of protection achieved. This paper focuses on methods to increase the photoprotection which start with the development of the product and end up in the moment of their application.

KEYWORDS: sunscreens, SFP, formulation, stability, users care

1 INTRODUÇÃO

A busca pela proteção contra a radiação solar iniciou-se, efetivamente, nas duas últimas décadas quando os efeitos nocivos do sol tornaram-se mais conhecidos e divulgados. Como conseqüência, houve um aumento da conscientização da população em geral sobre a necessidade da utilização de fotoprotetores. Paralelamente, novos produtos são constantemente desenvolvidos objetivando aumentar a proteção solar e atender às expectativas do consumidor.

A eficácia de um fotoprotetor está intimamente ligada a sua formulação. Quase todos os componentes da fórmula podem interferir no produto final, aumentando ou diminuindo o fator de proteção solar (FPS). Uma seleção criteriosa das matérias-primas empregadas na formulação do produto é imprescindível, pois muitas das características da formulação como espalhabilidade, resistência à água e substantividade são delas decorrentes. Especial atenção deve ser dada aos emolientes, emulsionantes e solventes utilizados, que, de acordo com sua natureza química, podem imprimir características diferenciadas aos produtos.

Considerando que filtros solares são, em grande parte, constituídos por formas cosméticas emulsionadas, contendo substâncias que reagem com a radiação solar e são usados, geralmente, em condições muito distantes das ideais (alta incidência de calor e luz), é um desafio para os formuladores manter este tipo de emulsão estável por muito tempo. Esta instabilidade pode ser contornada através da seleção adequada dos componentes da formulação, por exemplo, do veículo e do solvente. Além disso, têm sido estudados métodos que diminuem a possibilidade de fotodegradação, como a inclusão dos filtros solares em nanocápsulas ou ciclodextrinas, que prometem bons resultados.

Os cuidados em torno da formulação, no entanto, não são suficientes para obtenção de um elevado fator de proteção. Para garantir um melhor aproveitamento do filtro solar e obter a proteção desejada contra queimaduras e outras conseqüências mais graves como melanoma, devem ser tomados cuidados quando da aplicação do produto. A proteção atingida por um fotoprotetor depende da quantidade de produto aplicada sobre a pele, do período de aplicação e reaplicação, da intensidade das atividades que a

pessoa pratica, que pode conduzir à produção excessiva de suor ou exposição à água, que culminarão na remoção do filtro aplicado.

Com base na importância do tema, constitui-se objetivo deste artigo, relacionar e discutir aspectos relevantes e atuais sobre a fotoproteção, além de apontar as tendências em pesquisa e desenvolvimento destes produtos.

2 ASPECTOS HISTÓRICOS

A preocupação do ser humano em se proteger do sol existe desde os primeiros tempos e acompanhou a evolução da humanidade, retratando os diferentes períodos e costumes pelos quais o homem passou até chegar nos dias de hoje.

Sabe-se que os povos antigos (gregos e egípcios) utilizavam roupas (algodão) e tinham o costume de usar chapéus, luvas e até mesmo sombrinhas. Povos como os tibetanos cobriam o corpo com uma combinação de ervas, o que hoje pode ser considerado um filtro solar (URBACH, 2001). Naquele tempo as pessoas tinham na pele clara um padrão de beleza tal, que um dos primeiros cosméticos surgidos na Grécia tinha, por objetivo, clarear a pele (URBACH, 2001; WOLF *et al.*, 2001). Este padrão manteve-se até o século XX. A pele branca diferenciava a nobreza da classe pobre trabalhadora. Mais do que beleza, a pele branca significava condição social, *status*. Em torno de 1800, os efeitos da radiação já eram estudados e Sir Willian Herschel descreveu o eczema solar. Seguiram-se vários estudos, como o de Windmarr, que provou que o eritema solar era causado pela radiação ultravioleta, através de um experimento com solução ácida de sulfato de quinina. Anos mais tarde, Hammer indicou a solução ácida de quinina como filtro solar e descreveu doenças causadas pela fotossensibilização. Em seguida, Paul Unna sugeriu o extrato de *Aesculus*, como fotoprotetpr, que passou a ser comercializado pelos nomes de Zeozon[®] e Ultrazeozon[®], ao mesmo tempo em que Leopold Freund descobriu que as ondas de menor comprimento (abaixo de 325 nm) são a principal causa do eritema (URBACH, 2001).

A modernização e a revolução industrial provocaram uma modificação no comportamento das pessoas que se refletiu até mesmo na cor da pele. O bronzeado deixou para trás seu antigo conceito e passou a significar saúde e beleza. Coco Chanel, uma revolucionária da moda mundial, foi uma das protagonistas deste movimento, levando milhares de pessoas em busca da pele dourada (WOLF *et al.*, 2001).

As pesquisas em torno dos efeitos provocados pela radiação solar, bem como de sua proteção, continuaram evoluindo e, durante a II

Guerra Mundial foi desenvolvido aquele que, por muitos anos, foi considerado o filtro favorito nos EUA, o PABA (ácido *p*-aminobenzóico) e seus derivados (WOLF *et al.*, 2001), que absorvem na faixa de 260 a 313 nm (URBACH, 2001). O PABA é insolúvel em água e dificilmente removido, porém mostrou-se alergênico e possivelmente cancerígeno, sendo praticamente retirado do mercado na década de 80, gerando uma busca por novos produtos denominados *PABA-free* (WOLF *et al.*, 2001). Em 1962, a benzofenona (ácido 3-benzil,4-hidróxi,6-metóxi-benzeno-sulfônico) foi introduzida como filtro solar por absorver na região UVA (WOLF *et al.*, 2001).

Nas duas últimas décadas, no entanto, o mito da pele bronzeada e saudável começou a ser fortemente abalado, uma vez que os efeitos nocivos do sol se tornaram mais conhecidos e divulgados. Sabe-se que os raios solares são benéficos, mas que a exposição direta e em excesso pode provocar danos graves como o melanoma. As pessoas começaram a ter consciência deste risco e a procura pela fotoproteção tem crescido juntamente com a busca por novos produtos que possam satisfazer o mercado, trazendo a proteção ideal. Após o PABA foram desenvolvidos vários filtros solares mais modernos como a óxi-benzona (benzofenona-3), octocrileno, salicilatos, antranilatos, cinamatos, além dos filtros físicos ou inorgânicos, como o dióxido de titânio e o óxido de zinco, que são eficazes, mas não apresentavam muita aceitação por deixar a pele esbranquiçada. Desde os anos 90 tornaram-se mais populares devido ao desenvolvimento da forma micronizada (transparente) (WOLF *et al.*, 2001). Estes filtros são atualmente encontrados no mercado em grande variedade de formas cosméticas, procurando satisfazer todos consumidores (DE PAOLA, 2001). Ainda assim, as pesquisas prosseguem em busca de produtos mais eficientes.

3 FPS E APLICAÇÃO

A eficácia de um filtro solar é definida como sendo a capacidade de proteger a pele contra a queimadura causada pela radiação UV. Esta capacidade é expressa em FPS (Fator de Proteção Solar) que é a relação entre o tempo de formar eritema com proteção e sem proteção (WOLF *et al.*, 2001). Teoricamente é definido como a razão entre Dose Eritematógena Mínima (DEM) da pele protegida e a DEM da pele desprotegida. Na prática, significa quantas vezes mais uma pessoa pode ficar exposta ao sol com filtro sem se queimar em relação ao tempo que queimaria sem filtro. Existem métodos laboratoriais para determinação do FPS nos fotoprotetores, no entanto, este tema é controverso, pois estes métodos não reproduzem

de maneira fiel as condições de uso dos fotoprotetores (DIFFEY, 2001; WOLF *et al.*, 2001).

A eficácia destes produtos depende também de fatores relacionados ao seu emprego. A princípio, deve-se discutir o nível de conscientização da população em relação ao uso e aplicação dos fotoprotetores e dos efeitos nocivos do sol sobre a pele (DE PAOLA, 2001; DIFFEY, 2001; WOLF *et al.*, 2001). Pesquisas demonstram que os usuários sabem sobre a importância da fotoproteção e sobre a necessidade de evitar o sol próximo ao meio-dia, porém seu comportamento, em geral, não demonstra este conhecimento. Foi realizado um levantamento, no qual se perguntou às pessoas quais os locais do corpo em que elas costumam aplicar protetor solar e quais os locais que elas, normalmente, esquecem de aplicar. Os locais mais facilmente esquecidos são orelhas, pescoço, pés e pernas (DIFFEY, 2001).

A quantidade e a camada de fotoprotetor aplicada varia muito de um indivíduo para outro, porém os testes para a determinação do FPS usam 2,0 mg/cm², uma quantidade muito maior do que a utilizada pelos consumidores. Estudos demonstraram que as pessoas utilizam, geralmente, entre 0,5 e 1,5 mg/cm² de fotoprotetor. Com isso, o FPS alcançado é, normalmente, 20 a 50 % menor que o esperado (DIFFEY, 2001), uma vez que a espessura da camada aplicada sobre a pele é muito menor que a utilizada durante a determinação do FPS.

A reaplicação do fotoprotetor também é importante. Normalmente, a recomendação de reaplicar a cada 2 a 3 horas não é considerada (DIFFEY, 2001). Além disso, mesmo os fotoprotetores mais modernos, resistentes à água, são removidos e perdem parte da sua atividade, portanto, deveriam ser reaplicados mais seguidamente. Este hábito também compensaria possíveis falhas na aplicação.

Esta preocupação em relação à aplicação do fotoprotetor remete à discussão sobre os valores de FPS. Com o avanço da tecnologia e até mesmo com a conscientização da população, ficou muito comum serem encontrados fotoprotetores de alto FPS como 40 e 50. Parece claro, porém, que não há necessidade destes produtos no mercado. Formulações com FPS 25 bloqueiam 96 % do efeito da radiação, enquanto que produtos com FPS 50 bloqueiam apenas 2 % a mais (CASWELL, 2001). Além disso, quanto maior o FPS, mais oneroso se torna o produto e maior é a possibilidade de reações alérgicas, uma vez que o filtro, que é irritante para a pele, é empregado, nestes casos, em concentrações maiores.

A agência FDA (*Food and Drug Administration*), órgão oficial do governo norte-

americano, em sua última monografia sobre fotoprotetores, proibiu a comercialização de filtros com FPS acima de 30: os novos rótulos deverão indicar "30+" ou "30 plus". Alguns autores defendem, ainda, que quando o valor do FPS é muito elevado, as pessoas sentem-se mais seguras e acabam por se expor ao sol muito mais do que deveriam, aumentando o risco de câncer (CASWELL, 2001; WOLF *et al.*, 2001).

4 FORMULAÇÃO E FOTOESTABILIDADE

A exposição prolongada à radiação solar pode provocar danos irreparáveis que vão de queimaduras solares até o câncer de pele. A radiação UV, responsável pelos maiores danos causados à pele, divide-se em UVA, UVB e UVC, conforme o comprimento de onda. O tipo UVA é o que provoca o bronzeado direto ou imediato, que penetra na pele alcançando a derme (CASWELL, 2001; DE PAOLA, 2001). A radiação UVB, responsável pelo bronzeado indireto, é mais nociva, potencializando os efeitos da radiação UVA e causando danos ao DNA (DE PAOLA, 2001). As ondas UVC têm potencial carcinogênico e mutagênico, mas são retidas na camada de ozônio (CASWELL, 2001; DE PAOLA, 2001).

A pele oferece certa proteção contra a radiação. O estrato córneo, que é a camada mais externa, atua como uma barreira e a própria melanina protege contra os raios dos tipos UVA e B (CASWELL, 2001; SANTORO *et al.*, 2001). Esta proteção, no entanto, não é suficiente e, para complementá-la, são usados os filtros solares que podem agir de duas formas: absorvendo a energia luminosa e emitindo a mesma em outras formas de energia, como calor (filtros orgânicos/químicos) ou refletindo a radiação (filtros físicos/inorgânicos). Os filtros solares tornaram-se indispensáveis nos dias atuais e são encontrados incorporados em diversas formas cosméticas fotoprotetoras sendo, a mais comum, a emulsão (DE PAOLA, 2001).

A formulação de um fotoprotetor exige a observação de diversos fatores que são responsáveis pela obtenção de um produto ideal, isto é, um fotoprotetor com alto FPS, resistente à água, seguro, estável e econômico (CASWELL, 2001; DE PAOLA, 2001). O tipo de filtro solar (substância ativa) é apenas um destes fatores, sendo a fotoproteção também influenciada pelo veículo escolhido e seus componentes, bem como pela espessura e uniformidade do filme formado sobre a pele. Estes parâmetros têm a capacidade de interferir no FPS positiva ou negativamente, podendo interagir com o filtro, afetando a estabilidade da formulação e alterando a eficácia do produto (DE PAOLA, 2001).

O veículo, normalmente na forma de emulsão, deve ser homogêneo e permitir a

obtenção de um produto estável, dotado de resistência à água, não gorduroso, desengordurante, ressecante ou irritante à pele; inodoro, seguro, econômico, de fácil aplicação e capaz de potencializar o efeito do filtro solar (CASWELL, 2001; DE PAOLA, 2001). A composição do excipiente pode afetar a transmissão da luz através da camada córnea. Veículos oleosos e emulsões O/A aumentam a proteção contra a ação da luz formando uma película de revestimento com propriedade emoliente, hidratando a pele e criando um obstáculo à penetração luminosa (FLOYD *et al.*, 1997).

Os emolientes e emulsionantes atuam sobre a espalhabilidade, capacidade de penetração na pele (especialmente no estrato córneo) e, ainda, podem alterar o espectro de absorção de determinados filtros solares. A eficácia do fotoprotetor está relacionada com a espessura do filme e sua espalhabilidade. Tanto o emulsionante quanto o emoliente apresentam comportamento diferenciado para tipos de filtros diferentes e devem ser selecionados de acordo com o resultado desejado (CASWELL, 2001; DE PAOLA, 2001; FLOYD *et al.*, 1997). Por exemplo, ésteres isopropílicos e óleos minerais são bons agentes de espalhabilidade, mas têm ação limitada quanto à penetração na pele, enquanto que emolientes, como óleo de amêndoas e óleo de gergelim, agem de maneira inversa (DE PAOLA, 2001).

O filtro solar deve permanecer retido na superfície da pele (estrato córneo) para ser efetivo, deve formar um filme sobre a pele (estrato córneo) e permear o mínimo possível para a circulação sistêmica (CASWELL, 2001; FLOYD *et al.*, 1997; HAGEDORN-LEWEKE e LIPPOLD, 1998; MARTI MESTRES *et al.*, 1997). A fotoproteção é perdida se o filtro é absorvido através das células dérmicas e chega à circulação. A taxa de permeação depende das propriedades dos componentes da formulação, da integridade da pele e das características físico-químicas do veículo.

A influência dos solventes sobre a penetração da benzofenona na pele foi estudada por FERNANDEZ e col, (2000). Foi realizado um estudo utilizando veículos diferentes: três tipos de emulsão (O/A, A/O e O/A submicrônica) com a mesma quantidade de óleo de coco e de triglicerídeos cáprico/caprílico (usados como solventes na fase oleosa) e propilenoglicol. Todos os veículos continham 3 % de benzofenona-3. A penetração e concentração do filtro na pele foram verificadas em intervalos de até 8 horas *in vitro* (em pele de porco) e *in vivo* (no estrato córneo humano) e os resultados descrevem o comportamento da benzofenona em relação a cada solvente. O estudo demonstrou que tanto o

propilenoglicol quanto a emulsão O/A submicrônica são promotoras da penetração e aumentam a concentração do filtro na pele, não devendo ser utilizadas em formulações fotoprotetoras, enquanto que o óleo de coco e os triglicerídeos cáprico/caprílico limitam esta penetração por serem mais lipofílicos, formando um filme mais resistente sobre a pele (FERNANDEZ *et al.*, 2000).

Os fotoprotetores devem ser hidrorresistentes, ou seja, não podem ser removidos pelo suor ou pela água (CASWELL, 2001; DE PAOLA, 2001; FLOYD *et al.*, 1997). Esta propriedade garante a proteção às pessoas que praticam atividades físicas intensas, na praia e na piscina. A hidrorrepelência é obtida através da formação de filme ou de uma barreira hidrofóbica e as emulsões do tipo A/O são as mais indicadas para este fim. Quando se utiliza um formador de filme deve-se utilizar a menor quantidade possível de emulsionante, pois o hidrorrepelente, na presença de água, sofre uma re-emulsificação na pele, fazendo com que esta emulsão possa ser "lavada" juntamente com a substância ativa. Fotoprotetores hidrorrepelentes são mais irritantes aos olhos porque os agentes de hidrorresistência mantêm o fotoprotetor na mucosa dos olhos causando irritações graves e duradouras. O PA 18[®] (resina polianidra) é um hidrorrepelente com características ideais: propicia resistência à água, é barato e topicamente seguro, porém está sob patente da Coppertone[®] até 2002 (CASWELL, 2001). Enquanto isso, outros produtos são utilizados com este objetivo, como, por exemplo:

- formadores de filme: copolímero PVP - hexadeceno, copolímero PVP - eicoseno, tricontanil PVP, crosopolímero acrilato/C 10-30 alquil acrilato, copolímero acrilato/ t-octilpropenamida e
- formadores de barreiras hidrofóbicas: cetil dimeticona, derivado maléico do óleo de soja (CASWELL, 2001).

As emulsões fotoprotetoras são formulações muito instáveis devido à grande reatividade do filtro solar químico com a radiação e os componentes. São muito comuns a oxidação de fotoprotetores e sua conseqüente degradação, principalmente, por serem produtos destinados ao uso em locais de temperatura elevada e alta incidência de luz solar (MARTI MESTRES *et al.*, 1997).

A radiação UV produz ativação da energia e induz a uma degradação parcial ou alteração no filtro, que tem sua capacidade de proteção da pele reduzida ou perdida completamente. Este processo é chamado fotodegradação (CITERNESI, 2001). A fotodegradação do filtro solar origina produtos de degradação potencialmente perigosos para a pele porque

induzem a sensibilização e irritação. Vários métodos podem ser utilizados para reduzir a fotodegradação:

- escolha de veículo e solvente adequados: o filtro solar deve ser dissolvido ou solubilizado na fase interna da emulsão, garantindo maior proteção e fotoestabilidade. A fotodegradação varia de um filtro para outro e é muito afetada pelo solvente utilizado, sendo que o uso de sistemas co-solventes pode amenizar o problema. Alguns solventes como butil octil salicilato podem estabilizar o filtro contra a fotodegradação, mas o ideal é selecionar o solvente mais adequado para cada filtro;
- uso de filtros estáveis em comprimentos de onda específicos e
- uso de técnicas para proteção da molécula do filtro: sistemas de liberação nanoestruturados (por exemplo: nanocápsulas, ciclodextrinas) (BILOTI *et al.*, 1999; CITERNESI, 2001).

Outro problema muito freqüente relacionado à fotoestabilidade é a fotooxidação do produto na superfície da pele quando a incidência de radiação e a quantidade de oxigênio disponível são muito maiores. As modificações químicas causadas pela incidência de luz nos componentes da formulação na pele podem ser a causa de fototoxicidade e de alterações no FPS dos produtos. Este tipo de reação é mais comum do que a fotorreação no produto embalado e é esperada para substâncias ativas que absorvem a radiação UV. Segundo RIEGER (1997), os fotoprotetores perdem grande parte de sua atividade após uma hora de exposição à luz solar; pois a radiação UVA é suficiente para reduzir a proteção dos produtos comercializados; e, a presença de derivados insaturados no produto ou na pele pode afetar a fotoestabilidade do filtro. O autor ainda faz alguns comentários sobre a estabilidade e a toxicidade de alguns filtros:

- os derivados de benzilideno cânfora parecem ser estáveis;
- a estabilidade da avobenzona depende do veículo utilizado;
- uma pesquisa relatou que a benzofenona-3 forma estruturas quinóides após a irradiação, apesar dos cientistas a considerarem fotoestável;
- a estabilidade da benzofenona-3 é diferente das benzofenonas 4, 8 e 10, as reações de decomposição dependem da estrutura e do solvente;
- o padimato O pode causar alergias de contato;
- o cinoxato causa fotossensibilidade;
- o octil-metóxi-cinamato é fotoalergênico;
- a óxi-benzona causa fotoalergia de contato;
- a avobenzona dificilmente é fotosensibilizante;

- os derivados canforados não causam alergia.

5 TENDÊNCIAS

Com o objetivo de desenvolver fotoprotetores cada vez mais eficazes, nos últimos anos novas propostas têm sido estudadas, sendo as tendências mais proeminentes os sistemas de liberação e os promotores do FPS.

5.1 Sistemas de liberação

Seguindo a linha de sistemas de liberação e visando aumentar a fotoestabilidade dos protetores, foram feitos estudos sobre os efeitos da β -ciclodextrina complexada com filtro solar. CITERNESI (2001) realizou um destes ensaios e concluiu que filtros solares encapsulados molecularmente com β -ciclodextrinas apresentam fotoestabilidade significativamente superior do que os mesmos filtros na forma livre ou associada a fosfolipídeos – fosfolipídeos parecem aumentar a fotodegradação. Este estudo não foi realizado para uma forma cosmética específica, mas para as substâncias ativas isoladas (octilmetóxi-cinamato, butilmetóxi-dibenzoilmetano e benzofenona-3) na forma complexada ou livre e também não avaliou o FPS, mas apenas a degradação ou não do filtro solar. O aumento da estabilidade pela encapsulação pode ser devido à inclusão do filtro solar na cavidade da ciclodextrina. Há, também, a possibilidade das β -ciclodextrinas apresentarem uma ação minimizadora da radiação UV, mas esta hipótese ainda deve ser confirmada experimentalmente. Em contrapartida, um estudo semelhante realizado por BILOTI e col. (1999), no qual foi testado o comportamento do Parsol[®] 1789 complexado com β -ciclodextrina, mostrou que a fotodegradação do Parsol[®] complexado foi semelhante a sua fotodegradação na forma livre. No entanto, houve uma redução do potencial alergênico/tóxico causado pelos seus produtos da degradação, uma vez que estes permaneceram encapsulados pela β -ciclodextrina (até 2000 minutos após) evitando o contato com a pele e as reações tóxicas.

ALVAREZ-ROMÁN e col. (2001) realizaram um estudo sobre a utilização de nanocápsulas como forma de garantir a substantividade do filtro solar no estrato córneo. A pesquisa tratava da preparação e fotoproteção de nanocápsulas de polímero biodegradável, contendo um filtro solar lipofílico (octilmetóxi-cinamato - OMC) como núcleo oleoso, suspensas em gel. Os testes foram realizados *in vitro* e *in vivo* e o gel contendo OMC em nanocápsulas foi comparado ao gel com OMC livre. Os resultados mostraram que a fotoproteção foi superior na forma de nanocápsulas. Segundo os autores, os resultados são devidos, provavelmente, ao filme formado na superfície da pele pelas nanocápsulas.

5.2 Promotores do FPS (*boosters/enhancers*)

Uma das maiores preocupações dos formuladores em relação aos fotoprotetores é a pesquisa de métodos para aumentar o FPS sem aumentar a quantidade de filtro solar, tornando o produto mais barato e com potencial irritante menor. Estas substâncias, capazes de elevar o FPS, são chamadas de *enhancers* ou *boosters*. Devem ser bem selecionadas, pois podem aumentar o FPS de uma formulação, porém não em outras.

Os silicões têm desempenhado este papel com resultados satisfatórios (FLOYD *et al.*, 1997; ASBILL e MICHNIAK 2000). Segundo ASBILL e MICHNIAK (2000), polímeros de silicone são altamente resistentes à água, tem boa aplicação, contribuindo para espalhabilidade e reduzem o potencial irritante dos fotoprotetores, por reduzir sua concentração de uso. Desta maneira, a eficácia dos fotoprotetores pode ser aumentada e o produto final permanece mais seguro e, possivelmente, mais barato.

Um estudo feito por FLOYD e col. (1997) sobre a influência da cetil dimeticona copoliol (um emulsionante) nas formulações fotoprotetoras concluiu que esta matéria-prima permite o desenvolvimento de protetores com FPS elevados, mesmo com a diminuição da quantidade de ativos. A cetil dimeticona copoliol é eficaz na formulação de emulsões A/O. Filtros com esta substância podem conter baixos níveis de emulsionantes (até 5 %). Esta redução nos emulsionantes proporciona um aumento na resistência à água (sem adição de polímeros geralmente usados como agentes de hidrorresistência). Esta substantividade deve-se à propriedade hidrofóbica do silicone juntamente com a resistência mecânica da emulsão A/O, combinadas com a deposição de um filme sobre a pele.

O uso do silicone melhora eficácia, segurança, aparência e durabilidade do filtro solar. Emulsões fotoprotetoras com silicone foram testadas quanto ao seu FPS e apresentaram um aumento do mesmo, apesar de apresentarem menores quantidades de ativos. A cera de silicone aumenta a espalhabilidade e, conseqüentemente, o FPS. Por exemplo, um valor de FPS 22 foi obtido com apenas 3 % de substância ativa.

Além de reduzir os custos e aumentar a eficácia, a adição de silicone ainda diminui a irritação causada pelo fotoprotetor à pele. A deposição localizada de agentes irritantes é reduzida pela boa espalhabilidade do silicone e pela possível diminuição dos níveis da substância ativa que também é irritante. A cetil dimeticona não é irritante nem comedogênica, sendo compatível com emolientes, ceras e outros polímeros de silicone. Apresentou seu efeito

máximo quando usada a 1 % na base (30 % fase oleosa, 3 % octilmetóxi-cinamato, emulsão A/O). Concentrações maiores não melhoraram a espalhabilidade ou aumentaram o FPS. A emulsão com cetil dimeticona foi comparada a outra emulsão que utilizou cetil dimeticona combinada com poligliceril-4-isostearato e os resultados mostraram que esta combinação proporcionou um FPS mais elevado em relação à emulsão com cetil dimeticona apenas.

A possibilidade de aumentar o FPS com a utilização de cetil dimeticona de baixa massa molecular foi testada em sistemas com filtros orgânicos (químicos) ou inorgânicos (físicos). No entanto, os resultados foram negativos. A cetil dimeticona de alta massa molecular foi igualmente avaliada e demonstrou ser mais eficaz em sistemas compostos por octilmetóxi-cinamato associado ao dióxido de titânio. Contudo, neste estudo foram realizados experimentos que mostraram que o uso de TiO₂ associado ao octilmetóxi-cinamato nem sempre resulta em um acréscimo do FPS e que o dióxido de titânio não se dispersa uniformemente na cetil dimeticona, formando aglomerados após a aplicação. A combinação com emolientes, como miristato de isopropila, octil-estearato, cetil-octanoato e octil-palmitato, reduz as propriedades negativas da cetil-dimeticona podendo ser considerada uma solução para este problema.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a formulação de um fotoprotetor, vários fatores devem ser observados a fim de se obter o melhor possível de cada produto. A eficácia de um filtro solar está diretamente relacionada a sua formulação, de tal modo que a escolha do filtro solar é tão importante quanto a seleção dos demais componentes da fórmula. Em uma emulsão fotoprotetora, o solvente, o emoliente e o emulsionante são fatores determinantes de sua substantividade e estabilidade. Estes parâmetros, juntamente com a hidrorresistência, interferem no resultado final podendo aumentar ou diminuir o FPS atingido pelo produto. Cada tipo de filtro solar apresenta melhor desempenho quando associado a matérias-primas específicas, o que torna complexo o processo de formulação, criando uma grande diversidade de produtos e permitindo a busca constante por fotoprotetores melhores.

A importância da proteção contra a radiação solar é cada vez mais evidente e o desenvolvimento de novos produtos, aliado ao aperfeiçoamento de técnicas conhecidas, é apenas uma maneira de aumentar a utilização de fotoprotetores no mercado, bem como, sua efetividade. A cultura e a forma de utilização dos filtros solares podem determinar o FPS atingido por cada produto. Por exemplo, uma pessoa pode

obter um valor de FPS 10 ou 15 com o mesmo fotoprotetor, dependendo de como ele é aplicado (qual o horário, intervalo, quantidade de aplicações). Estes fatores fazem parte de um processo de educação da sociedade. Desta forma, difundir a utilização correta de fotoprotetores é tão importante quanto as pesquisas por produtos mais eficientes.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ-ROMÁN, R.; BARRÉ, G.; GUY, R.H.; FESSI, H. Biodegradable polymer nanocapsules containing a sunscreen agent: preparation and photoprotection. **European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics**, v. 52, p. 191-195, 2001.

ASBILL, C. e MICHNIAK, B. Percutaneous penetration enhancers: local versus transdermal activity. **Pharmaceutical Science and Tecnology Today**, v.3, n. 1, p. 36-40, 2000.

BILOTI, D.N.; REIS, M.M.; FERREIRA, M.M.C.; PESSINE, F.B.T. Photochemical behavior under UVA radiation of β -cyclodextrin included Parsol® 1789 with a chemometric approach. **Journal of Molecular Structure**, n. 480-481, p. 557-561, 1999.

CASWELL M. Sunscreen Formulation and Testing. **Cosmetics and Toiletries Magazine**, v. 116, n. 9, p. 49-60, 2001.

CITERNESI, U. Photostability of Sun Filters Complexed in Phospholipids or Beta-Cyclodextrin. **Cosmetics and Toiletries Magazine**, v.116, n. 9, p. 77-86, 2001.

DE PAOLA, M.V. Princípios de formulação de protetores solares. **Cosmetics and Toiletries** (Ed. português), v. 13, p. 74-81, 2001.

DIFFEY, B. Sunscreen isn't enough. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 64, p. 105-108, 2001.

FERNANDEZ, C.; MARTI MESTRES, G.; RAMOS, J.; MAILLOLS, H. LC analysis of benzophenone-3: II application to determination of 'in vitro' and 'in vivo' skin penetration from solvents, coarse and submicron emulsions. **Journal of Pharmaceutical**

and Biomedical Anaysis, v. 24, n. 1, p. 155-165, 2000.

FLOYD, D.T.; MACPHERSON, B.A; BUNGARD, A.; JENNI, K. Formulation of Sun Protection Emulsions with Enhanced SPF Response. **Cosmetics and Toiletries Magazine**, v. 112, p. 55-64, 1997.

HAGEDORN-LEWEKE, U. e LIPPOLD, B. Accumulation of sunscreens and other compounds in keratinous substrates. **European Journal of Pharmaceutics Biopharmaceutics**, v. 46, p. 215-221, 1998.

MARTI MESTRES, G.; FERNANDEZ, C.; PARSOTAM, N.; NIELLOUD, F.; MESTRES, J.P.; MAILLOLS, H. Stability of UV filters in different vehicles: Solvents and emulsions. **Drug Development and Industrial Pharmacy**, v. 23, n. 7, p. 647-655, 1997.

RIEGER, M. Photostability of Cosmetic Ingredients on the Skin. **Cosmetics and Toiletries Magazine**, v. 112, p. 65-72, 1997.

SANTORO M.; SILVA F.C.; KEDOR-HACKMANN E. Preparação e análise de emulsões com filtros UV e IV. **Cosmetics and Toiletries** (Edição em Português), v. 13, p. 46-54, 2001.

URBACH, F. The historical aspects of sunscreens. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 64, p. 99-104, 2001.

WOLF, R.; WOLF, D.; MORGANTI, P.; RUOCCO V. Sunscreens. **Clinics in Dermatology**, v. 19, p. 452-459, 2001.

Endereço para correspondência:

Profª.Dr. Siliva S. Guterres
Faculdade de Farmácia/UFRGS
Av. Ipiranga, 2752
90610-000 Porto Alegre RS
e-mail: nanoc@farmacia.ufrgs.br

Recebido em: 4.4.2002

Aceito em: 16.10.2002

Revisão final: 20.12.2002

