

ESTUDO DA FOTOESTABILIDADE DE PROTETORES SOLARES POR ESPECTROSCOPIA FOTOACÚSTICA

Vanda Maria Fogaça Rosa da Cruz¹, Daniel Acosta-Avalos², Paulo Roxo Barja²

1 - Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D), Universidade do Vale do Paraíba, R. Ipatinga 175, Bosque dos Eucaliptos, CEP 12233-370, São José dos Campos, SP, Brasil
vanda@univap.br

2 - Laboratório de Fotoacústica Aplicada a Sistemas Biológicos (FASBio)
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D II), Universidade do Vale do Paraíba, Av. Shishima Hifumi 2911, CEP 12244-000, São José dos Campos, SP, Brasil
barja@univap.br

Resumo – Embora a radiação solar seja fundamental para a sobrevivência do homem e demais seres vivos, a radiação ultravioleta emitida pelos raios solares, em contato com a pele humana, pode causar queimaduras, envelhecimento precoce e lesões cancerígenas. Protetores ou filtros solares são substâncias que protegem a pele contra os danos causados pela radiação ultravioleta e agem absorvendo ou refletindo a radiação. Este estudo teve por objetivo avaliar, através da espectroscopia fotoacústica, a fotoestabilidade destes produtos, que consiste na capacidade que o produto tem de permanecer na pele sem se degradar. Foram obtidos e analisados os espectros fotoacústicos da pele isolada, protetor isolado e do sistema pele+protetor em função do tempo. A fotoestabilidade é avaliada pelo estudo comparativo da área sob as curvas de absorção do produto.

Palavras-chave: Radiação ultravioleta, pele, protetor solar, fotoestabilidade.

Área do Conhecimento: Ciências da Saúde

Introdução

O sol consiste numa fonte de energia fundamental para sobrevivência do homem e demais seres vivos, participando, direta ou indiretamente, da maioria dos ciclos biológicos, através de seus subprodutos: luz visível, radiação infravermelha e ultravioleta [1].

A radiação ultravioleta (UV) emitida por raios solares, em contato com a pele humana, apresenta efeitos benéficos como a produção de vitamina D, que atua na prevenção de raquitismo em crianças e de osteoporose em adultos idosos. No entanto, a exposição excessiva pode causar diversos malefícios que vão desde queimaduras e envelhecimento precoce até lesões graves como diferentes tipos de câncer de pele [2]. A pele constitui-se numa barreira natural contra a penetração da radiação UV em tecidos profundos; deste modo, os efeitos mais significativos do UV limitam-se a pele e olhos [3].

O espectro do UV divide-se em três regiões de acordo com o comprimento de onda e os diferentes efeitos biológicos que provocam: radiação ultravioleta C (UVC), de 100nm a 290nm, é absorvida totalmente pela camada de ozônio; ultravioleta B (UVB) de 290nm a 320nm, atinge a epiderme causando eritema; ultravioleta A (UVA), de 320nm a 400nm, penetra até camadas mais profundas da pele, provocando envelhecimento

das fibras elásticas e de colágeno; pode também alterar o DNA dos melanócitos [4].

Protetores ou filtros solares são substâncias destinadas a proteger a pele dos danos causados pela radiação UV; são compostos por substâncias químicas que absorvem a radiação e substâncias físicas que a dissipam por reflexão [1,6].

São requisitos fundamentais do protetor solar: i) absorver radiação UVA e UVB; ii) apresentar boa substantividade, ou seja, aderir bem à epiderme; iii) ser quimicamente estável; iv) não manchar vestuários [7].

Fotoestabilidade é a capacidade que o produto tem de permanecer por grande tempo na pele sem se degradar na presença da radiação [8,9]. Muitos fatores podem interferir na fotoestabilidade do produto, desde o uso incorreto pelo consumidor (a maioria dos consumidores utiliza quantidades de produto inferiores às recomendadas) até fatores ambientais (vento, água, umidade) [1].

Este trabalho teve como objetivo avaliar a fotoestabilidade de protetores solares através de medidas fotoacústicas realizadas em diferentes períodos após aplicação na pele. Essa técnica baseia-se na absorção de luz modulada por uma amostra e na subsequente conversão desta energia em calor, gerando ondas térmicas que se propagam pelo meio em que está inserida a amostra [10].

Materiais e Métodos

As amostras de pele foram obtidas de cirurgias plásticas reparadoras de abdomen realizadas no Hospital e Maternidade Policlínica de São José dos Campos, fornecidas pelo Dr. Aluísio de Oliveira Fernandes, diretor clínico da instituição. Todas as amostras de pele obtidas foram conservadas em soro fisiológico 0,9%, sendo mantidas sob refrigeração (temperatura entre 2°C e 4°C) por um prazo máximo de 48h e, após utilização, devolvidas à instituição de origem para descarte.

Foram utilizadas também amostras de protetor solar com FPS 15 de marca reconhecida e aprovada pelo Ministério da Saúde e Anvisa (que regulamenta a comercialização de medicamentos e cosméticos) [11]. Os componentes ativos do protetor utilizado são: Metoxicinamato de Octila 6,5%, filtro químico que absorve na região de UVB e possui baixa fotoestabilidade na presença da água; Oxibenzona 2,75%, filtro químico que absorve radiação UVB e parcialmente UVA; Salicilato de Octila 1,0% filtro químico que absorve UVB, porém com baixa fotoestabilidade na presença da água e Dióxido de Titânio 1,0%, filtro químico, que constitui barreira contra a penetração da radiação UVA e UVB e possui boa fotoestabilidade [12].

As medidas de espectroscopia fotoacústica foram realizadas no Laboratório de Fototérmica e Ressonância Magnética do Instituto de Física *Gleb Wataghin* (IFGW), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), coordenado pelo Prof. Dr. Edson Corrêa da Silva. A análise dos dados foi realizada no Laboratório de Fotoacústica Aplicada a Sistemas Biológicos, do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D II) da UNIVAP. Os dados gerados foram analisados através do software Microcal Origin®.

A fonte de luz utilizada foi uma lâmpada de arco de xenônio (1000W), modulada mecanicamente a 19Hz; a varredura espectral foi feita nas regiões UVA e UVB, para comprimentos de onda entre 270nm e 400nm.

O espectro de emissão da lâmpada foi obtido colocando-se carvão em pó na câmara fotoacústica e realizando em seguida a varredura espectral no intervalo desejado. Tal procedimento foi adotado no início de cada série de medidas para normalização das mesmas, uma vez que o espectro de emissão pode variar com o tempo de utilização da lâmpada.

Em seguida, foi obtido o espectro fotoacústico de absorção isoladamente do protetor solar e das amostras de pele, previamente preparadas em cortes de 1cm² de superfície e 0,5mm de espessura.

Após obtenção das respostas isoladas de amostras de pele e protetor solar, obteve-se o

espectro fotoacústico de absorção do sistema pele+protetor. O protetor solar foi aplicado em quantidade suficiente para formar um filme homogêneo sobre a superfície da pele. Com respeito à quantidade, adotou-se a norma da FDA (Food and Drug Administration), segundo a qual a quantidade a ser aplicada no corpo humano é de 2μL/cm² ou 20mL/m² [13].

Cada amostra preparada foi posicionada na célula fotoacústica para varredura espectral entre 270nm e 400nm, o que corresponde essencialmente à radiação UV emitida pelo sol que atinge a superfície da Terra (UVA e UVB).

Resultados

Inicialmente foi obtido o espectro fotoacústico do soro fisiológico, verificando-se não haver absorção de UV pelo mesmo; isto eliminou a hipótese de haver influência do soro nas medidas de espectros realizados com a pele.

Em seguida, obteve-se o espectro da curva de absorção do protetor solar isoladamente, conforme apresenta a figura 1. O espectro mostra que o protetor absorve muito bem na região de UVB, apresentando queda a partir de 360 nm, região de UVA; este produto, portanto, apresenta uma proteção mais efetiva em relação à UVB, responsável pela formação de eritema.

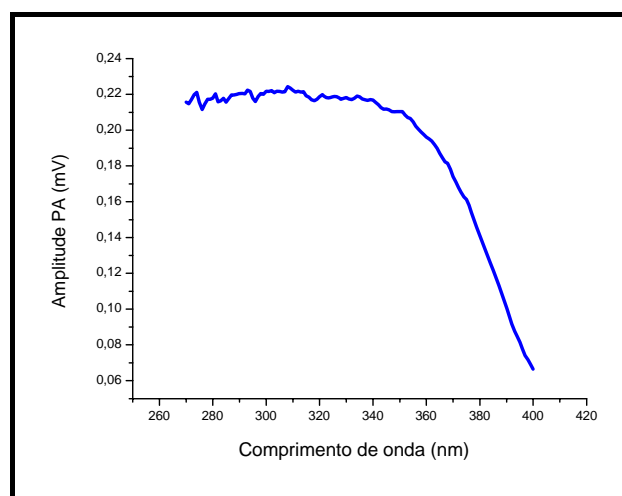


Figura 1 - Espectro de absorção do protetor solar

Obteve-se também o espectro fotoacústico da epiderme isoladamente (figura 2); a curva mostra um declínio na absorção da radiação conforme aumenta o comprimento de onda, com a epiderme absorvendo pouco ou quase nada na região de UVA.

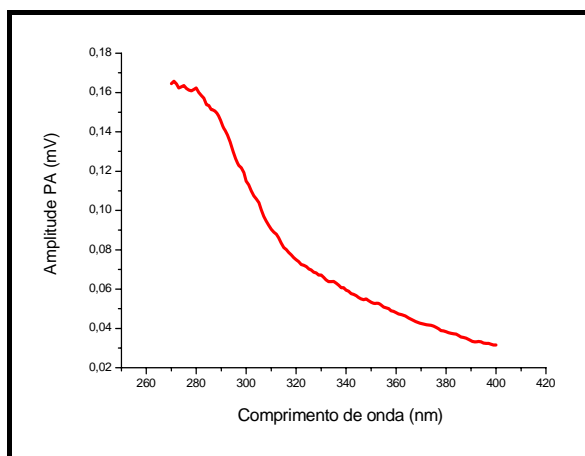


Figura 2 - Espectro de absorção da epiderme

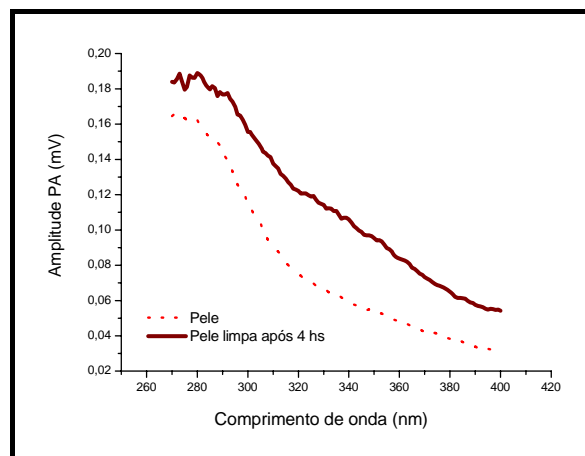


Figura 4 - Espectro de absorção da epiderme limpa após quatro horas de exposição à luz

A figura 3 apresenta a curva de absorção do protetor solar aplicado à pele (espectro *in situ*). Para obtê-lo, realizou-se a medida fotoacústica da pele com o protetor aplicado. Repetiu-se a medida a cada 30 minutos durante 3,5 horas. A curva na cor verde representa a média das medidas realizadas nos diferentes tempos.

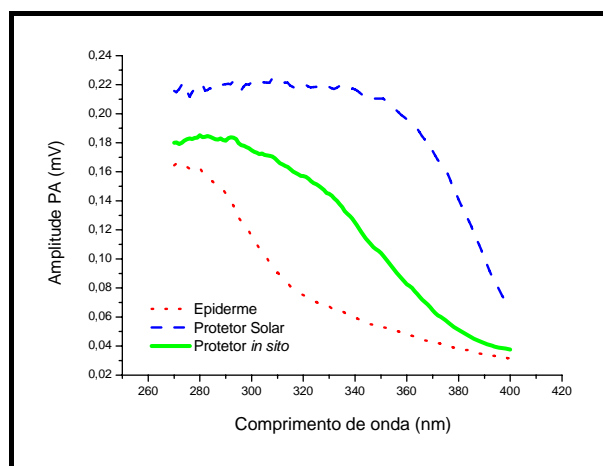


Figura 3 – Espectro de absorção do protetor aplicado à pele (*in situ*)

A figura 3 permite observar que a proteção oferecida pelo protetor aplicado à pele é mais efetiva na região de UVB, apresentando uma queda na região de UVA.

Após quatro horas de medidas, a amostra foi retirada da célula fotoacústica e limpa com lenço de papel absorvente, sendo recolocada na célula para aquisição de nova medida, resultando na curva representada pela figura 4. Verifica-se que a medida final (epiderme após limpeza) tende a apresentar a mesma curva de absorção que a medida inicial (epiderme sozinha), com um sinal de amplitude ligeiramente superior, de onde se deduz que o produto aplicado permanecia na epiderme, sendo removido apenas no processo de limpeza.

Pode-se verificar a fotoestabilidade do protetor aplicado avaliando a área sob a curva de absorção espectral do sistema pele+protetor, o que foi feito. A figura 5 mostra a área calculada sob a curva de absorção para diferentes tempos após aplicação.

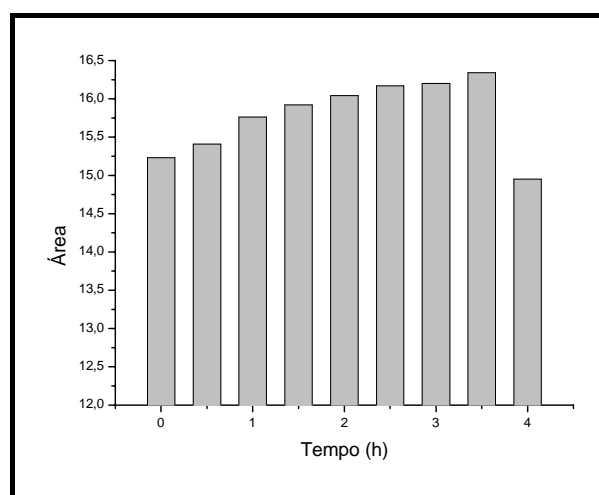


Figura 5 – Área sob a curva de absorção em função do tempo após aplicação do protetor solar

Observa-se que a área tende inclusive a subir com o tempo no início, mantendo relativa estabilidade após 2 horas, o que sugere uma boa fotoestabilidade para o produto. Após a limpeza da pele, verifica-se uma abrupta queda na área de proteção, comprovando o efeito do protetor nas curvas de absorção para o sistema pele+protetor.

Discussão

A absorção de radiação UV pela pele varia com o fototipo. De modo geral, a radiação UVB é fortemente absorvida por proteínas e outros constituintes epidérmicos (principalmente a melanina), o que minimiza sua penetração em camadas mais profundas [14]. Por outro lado, UVA

pode atingir camadas profundas como a derme, sofrendo absorção pelo DNA dos melanócitos e podendo assim originar precursores do melanoma [2]. Daí a importância do uso do protetor solar.

Além de ser quimicamente estável e não se degradar rapidamente, o protetor deve manter-se na epiderme, sem atingir camadas mais profundas, o que levaria ao risco de absorção sistêmica do produto, com possíveis efeitos deletérios ao organismo [9].

Os protetores solares são classificados em termos do Fator de Proteção Solar (FPS), definido internacionalmente e relacionado ao tempo necessário para ocorrer eritema após aplicação do produto. O FPS indica o índice de proteção em relação à radiação UVB; busca-se hoje uma metodologia que avalie a proteção efetiva em relação ao UVA [15]. Muitos protetores disponíveis comercialmente (como o utilizado neste estudo) já contêm substâncias que visam proteger a pele contra UVA [14], principalmente a partir de filtros físicos; no entanto, sendo estes compostos por substâncias opacas e de difícil solubilidade, não são bem aceitos cosmeticamente por deixarem uma tonalidade esbranquiçada na pele [1].

Um fator que influencia na fotoestabilidade do protetor é a imersão em água. A maioria dos protetores comercialmente disponíveis é descrita como resistente à água; no entanto, muitos destes produtos perdem grande parte do seu potencial de proteção após 20 minutos de imersão [1]. O veículo no qual o protetor é preparado também interfere na fotoestabilidade. Pessoas com pele oleosa devem utilizar protetores com veículos em gel ou base siliconada, que são facilmente eliminados da pele com ação da água e da transpiração, devendo ser reaplicados com maior frequência [16].

Conclusão

As medições realizadas indicam que o protetor utilizado é fotoestável. Deve-se ressaltar, porém, que as amostras foram mantidas na célula fotoacústica fechada, ficando portanto isoladas dos diversos fatores ambientais que inferem na fotoestabilidade do produto. Para que estes fatores possam ser considerados, estudos posteriores devem ser realizados *in vivo*.

Referências

[1] KEDE, M.P.V.; SABATOWICH. Dermatologia Estética, São Paulo: Ed Atheneu, 2004.
[2] STARY, A et al. Deleterious effects of ultraviolet A radiation in human cells, Mutation Research 383, p.1-8, 1997.

[3] LOW, L.; REED, A. Eletroterapia Explicada, princípios e prática, 3ªed, São Paulo: Manole, 2001, p.411-449.

[4] KITCHEN, S.; BAZIN, S. Eletroterapia de Clayton, 10ªed, São Paulo: Manole, 1998, p.211-7.

[5] GUIRRO, E.; GUIRRO, R. Fisioterapia dermatofuncional, 3ed revisada e ampliada, São Paulo: Manole, 2004, p.223-7.

[6] AROUCA, L. V. Importância da Fototerapia. Ação Nacional e Permanente de Combate ao Câncer da Pele. Disciplina de Telemedicina da FMUSP, 2003. Disponível em www.saudeparavoce.com.br, acesso em 21/06/2005.

[7] SANTOS, I.B.; SANT'ANNA, D; CARVALHO, J. Fotoprotetores, An Bras Dermatol. 8, p.458-461, 1998.

[8] MONTERO, P.; HEVELLA, B. O sol e o ser humano. Meteogalicia, 2001. Disponível em www.meteogalicia.es/galego/uvmedio. Acesso em 04/07/2005.

[9] NOHYNEK, G.J.; SCHAEFER, H. Benefit and risk of organic ultraviolet filters. Regul Toxicol Pharmacol. 33, p 285-299, 2001.

[10] BARJA, P. R. Estudo da Indução Fotossintética Através da Técnica Fotoacústica.: Efeitos de Saturação e Fotoinibição. 1996. Dissertação de Mestrado, IFGW/Unicamp, 1996.

[11] MINISTÉRIO DA SAÚDE, Resolução-RDC nº 237, de 22 de Agosto de 2002. Regulamento Técnico sobre Protetores Solares em Cosméticos. Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acesso em 22/09/2004.

[12] SPDV, Manual Sol e Pele da Sociedade Portuguesa de Dermatologia e Venereologia, cp 8. Disponível em www.dermo.pt/categorias. Acesso em 04/07/2005.

[13] FDA, Sunscreen drug products for over-the-counter use. Department of Health, Education and Welfare, U.S. Food and Drug Administration. Fed Register 43:38206-38269, 1978.

[14] OKUMO, E.; VILELA, M.A.C. Radiação ultravioleta: Características e efeitos. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

[15] SPRINGSTEEN, A et al; In vitro measurement of sun protection factor of sunscreens by diffuse transmittance. Analytica Chimica Acta. V. 380, p 155-164, 1999.

[16] NEVES, E.G.; LUPI, O; TALHARI, S. Câncer de Pele, Rio de Janeiro: Medsi, 2001, p.53.