

## AVALIAÇÃO DE PROTETORES SOLARES UTILIZANDO A TÉCNICA FOTOACÚSTICA *IN VITRO*

**Sabrina Barbosa Pinto, Prof. Dr. Paulo Roxo Barja**

### FASBio – Fotoacústica Aplicada a Sistemas Biológicos

**Resumo-** A radiação ultravioleta (UV) emitida por raios solares, em contato com a pele humana, apresenta efeitos benéficos como a produção de vitamina D. No entanto, a exposição excessiva pode causar malefícios que vão desde queimaduras e envelhecimento precoce até câncer de pele. Os protetores solares destinam-se 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. Para analisar produtos de aplicação tópica à pele, pode-se utilizar a técnica fotoacústica, em que as propriedades de absorção de um material são estudadas a partir da absorção da luz incidente, o que a torna uma importante ferramenta de pesquisa na área biomédica. Este trabalho tem por objetivo caracterizar a resposta de protetores solares comercialmente disponíveis com três diferentes fatores de proteção solar (FPS), aplicados em dois tipos de substratos artificiais (VitroSkin® e pele de porco).

**Palavras-chave:** Fotoacústica, pele, *Vitroskin*, protetor solar.

**Área do Conhecimento:** Engenharia

#### Introdução

O Sol é essencial para a produção e absorção da vitamina D pelo organismo. E a vitamina D, por sua vez, está envolvida na formação do cálcio, responsável pela estrutura dos ossos. Quando há pouca exposição solar, como nos países de clima frio, a pele produz vitamina D em quantidade insuficiente, sendo necessária suplementação alimentar [1].

A radiação ultravioleta (UV) presente nos raios solares, quando em contato com a pele humana, apresenta efeitos benéficos, como a produção de vitamina D, que auxilia na prevenção de raquitismo em crianças e de osteoporose em adultos idosos. No entanto, a exposição excessiva pode causar malefícios que vão desde queimaduras e envelhecimento precoce até lesões graves como diferentes tipos de câncer de pele [2].

A radiação UV pode ser dividida nas regiões UVA (com comprimento de onda entre 320 e 400nm), UVB (de 290 a 320nm) e UVC (100 a 290nm). A radiação UVA é responsável pela alteração no material genético das células e a radiação UVB é responsável pelas queimaduras solares, foto envelhecimento e cânceres de pele. [3]

A incidência do câncer da pele tem aumento em todo o mundo nas últimas três décadas. Mudanças dos hábitos de vida com exposição solar excessiva; rarefação da camada de ozônio e envelhecimento populacional.

Com o aumento significativo de câncer de pele, torna-se cada vez mais importante a utilização

cotidiana de protetores solares, mesmo em situações de baixa radiação UV.

Protetores solares são produtos de uso externo que contêm substâncias químicas e/ou físicas que atuam como barreiras protetoras da pele contra as radiações solares [4].

Nos protetores inorgânicos, os processos de proteção solar envolvem tanto a absorção quanto o espalhamento da radiação apresentando inespecificidade quanto às radiações UVA e UVB. Os protetores solares inorgânicos agem como uma barreira física que não permite a passagem da radiação [4].

Os protetores orgânicos são formados por moléculas orgânicas que possuem como característica a absorção de comprimentos de onda específicos e conversão em outro tipo de energia (calor, por exemplo).

A determinação do fator de proteção solar (FPS) e a investigação do efeito da concentração e combinação de ingredientes absorvedores de ultravioleta (UV) são de fundamental importância para a indústria cosmética. O desenvolvimento de metodologias eficientes nessas investigações não só auxilia a indústria durante o controle e desenvolvimento de formulações cosméticas de protetores solares como terá papel fundamental na evolução da qualidade de tais produtos que, cada vez mais, contêm menores concentrações de filtros com maior eficiência e estabilidade [5].

O efeito fotoacústico foi descoberto por Graham Bell em 1880, ao perceber que a incidência de luz modulada numa superfície sólida em forma de diafragma produzia som. Observando este efeito, Bell mostrou que a intensidade do sinal

acústico dependia da absorção da luz pelo material no qual incidia [3].

O efeito fotoacústico consiste na geração de ondas acústicas (e efeitos termoelásticos) por qualquer tipo de material absorvedor de radiação. Através da geração de ondas térmicas ou acústicas, pode-se obter informação sobre propriedades físicas dos materiais como elasticidade, temperatura, difusividade e efusividade térmicas, entre outras [6].

A técnica fotoacústica permite caracterizar diversos tipos de materiais, inclusive amostras altamente espalhadoras como tecidos biológicos. Diversos materiais biológicos são insolúveis ou sofrem alterações significativas quando solubilizados, o que dificulta sua análise por técnicas convencionais. A técnica fotoacústica possibilita a análise destes tecidos biológicos intactos, permitindo ainda que se selecione a espessura da amostra a ser estudada, conforme a frequência de modulação incidente [6].

O emprego da técnica fotoacústica na dermatologia teve início em 1977, com Rosencwaig; os estudos envolvendo aplicação de cosméticos começaram no ano seguinte [7]. A pele humana, que se constitui num sistema multicamadas, pode ser caracterizada através da técnica fotoacústica, que permite obter diferentes espectros de absorção, correspondentes a diferentes profundidades da amostra.

Este trabalho tem por objetivo caracterizar a resposta de protetores solares comercialmente disponíveis com três diferentes fatores de proteção solar (FPS), aplicados em dois tipos de substratos artificiais (VitroSkin® e pele de porco).

### Metodologia

Para as medidas do nível de sinal fotoacústico, utilizou-se a montagem descrita a seguir. A luz emitida por uma lâmpada de tungstênio (Remari, 24V, 250W) atravessa uma lente convergente de vidro, passando por um modulador mecânico (Stanford Research Systems, modelo SR540) com uma célula fotoelétrica responsável pelo sinal de referência da modulação.

Foi utilizada uma célula fotoacústica de duas faces, sendo uma aberta e a outra fechada por uma janela de safira.

A amostra de pele foi posicionada no interior da célula. A absorção de luz pela amostra gera modulação de temperatura que se propaga para o ar em contato com a amostra, produzindo as ondas acústicas na câmara. Estas ondas são transmitidas por um canal de ar até o microfone localizado no interior da câmara.

O modulador mecânico e o microfone da célula fotoacústica foram conectados ao amplificador síncrono (Stanford Research Systems, modelo SR530), que deste modo recebe as informações

sobre a frequência de referência e o sinal fotoacústico. O amplificador foi conectado a um microcomputador (via porta serial RS232) para aquisição dos dados experimentais.

Foram realizadas medidas em amostras de pele de porco, da região da orelha e em amostras de VitroSkin®. A frequência de modulação utilizada foi de 11hz. Cada medida corresponde a um total de 100 pontos, com intervalo de um segundo entre os pontos.

A primeira medida foi realizada na amostra limpa, ou seja, sem o protetor solar. Em seguida, foi aplicado o protetor e realizada a medida que correspondeu ao “tempo zero”. A amostra então foi submersa em solução salina, preparada com  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{So}_4^-$ , por 3 segundos, e ficou exposta ao vento por 30 minutos. Após este tempo foi realizada uma medida. O processo de imersão seguido de medida foi repetido a cada 30 minutos, até totalizar o período de 120 minutos.

As curvas de ajuste (equação de Boltzmann) da evolução temporal foram geradas através do programa Origin 8® (Microcal Software Inc.).

### Resultados

Os gráficos a seguir sumarizam os resultados obtidos no experimento.

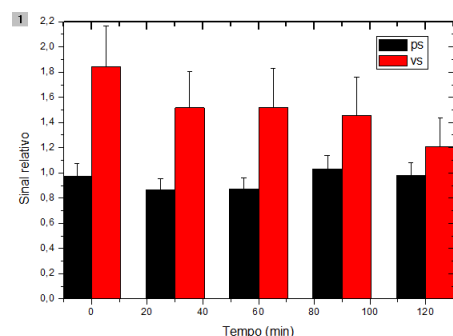


Gráfico 1 – Evolução temporal do produto com FPS 15 aplicado em Vitroskin® (em vermelho) e em pele de porco (em preto).

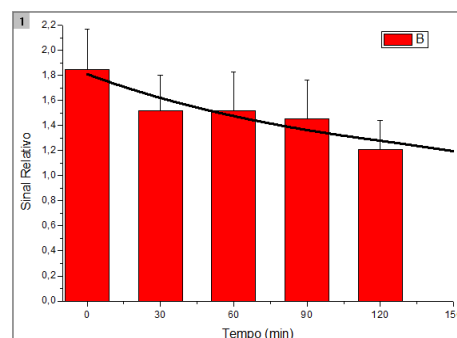


Gráfico 2 – Evolução temporal do produto com FPS 15 aplicado em Vitroskin® (a curva representa o ajuste dos dados segundo a equação de Boltzmann).

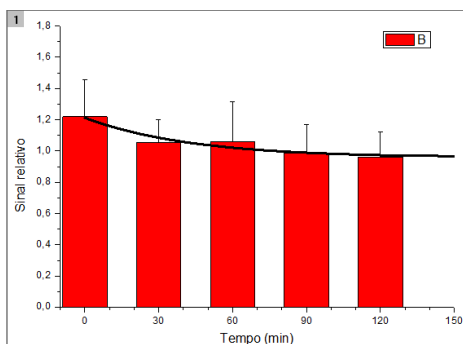


Gráfico 3 – Evolução temporal do produto com FPS 30 aplicado em Vitroskin® (a curva representa o ajuste dos dados segundo a equação de Boltzmann).

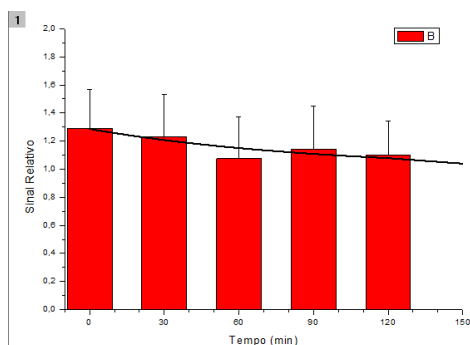


Gráfico 4 – Evolução temporal do produto com FPS 50 aplicado em Vitroskin® (a curva representa o ajuste dos dados segundo a equação de Boltzmann).

## Discussão

Em seu estudo, SATO *et al* (1991) afirmam que a permeabilidade da pele de orelha de porco pode ser um bom modelo animal para simular a pele humana. Estudando a permeação cutânea do nicorandil, utilizado para prevenir e tratar angina, os autores observaram que os resultados de permeabilidade cutânea do mesmo através de pele humana foram bem próximos aos obtidos utilizando-se pele de orelha de porco [8].

O presente estudo não permitiu comprovar esta afirmação, pois a pele de porco foi desidratada antes do processo. Assim, o produto foi absorvido rapidamente pelo substrato, porque a pele de porco perdeu seus componentes lipídicos e outros aspectos naturais da pele com a desidratação.

Ja a Vitroskin®, por ser um substrato de teste que mimetiza as propriedades da superfície da pele humana, contendo componentes lipídicos e projetado para ter pH, tensão superficial e força iônica similar a pele humana, responde melhor a este tipo de metodologia, com o sinal sofrendo queda progressiva ao longo do tempo.

A partir das curvas de ajuste para os dados dos gráficos 2, 3 e 4, pode-se afirmar que o tempo de penetração fica entre 60 e 120 minutos, mostrando que o produto estudado, independentemente do

seu FPS, mantém boa estabilidade mesmo sob o efeito da solução salina, que se assemelha a água do mar.

Também pode ser observado que o sinal fotoacústico para o FPS 15 apresenta amplitude superior à observada para os produtos com FPS 30 e 50. Isto se dá pelo fato do FPS 15 ser um protetor e o do FPS 30 e 50 serem bloqueadores, contendo Dióxido de Titânio e Óxido de Zinco, que são substâncias que funcionam como refletoras da radiação. Desta forma, a luz incidente na amostra é refletida, fazendo com que o sinal fotoacústico diminua.

## Conclusão/Perspectivas

A partir dos resultados, pode se dizer que a pele de porco desidratada não é o melhor substrato para o estudo efetuado, sendo a Vitroskin® mais indicada para esse tipo de avaliação.

As medidas com Vitroskin® mostram boa estabilidade física do produto pelo período de avaliação, mesmo mediante imersão em solução salina e ao vento, o que é esperado de um protetor/bloqueador solar.

Estudos futuros utilizando a técnica fotoacústica poderão ser realizados com pele de porco hidratada e pele humana *in vivo* para se verificar a estabilidade de protetores/bloqueadores solares em outras situações que possam interferir da estabilidade do produto.

## Referências

[1] - AROUCA, L. V. **Importância da Fototerapia**. Ação Nacional e Permanente de Combate ao Câncer da Pele. Disciplina de Telemedicina da FMUSP, 2003.

[2] - STARY, A et al. **Deleterious effects of Ultraviolet A radiation in human cells**. Mutation Research. Elsevier Science, v.383, p.1-8, 1997.

[3] – MOTA, J. P. **Classificação De Fototipos De Pele: Análise Fotoacústica Versus Análise Clínica**. Tese de Mestrado. São José dos Campos, SP, 2006.

[4] - ARAUJO, T. S. de; SOUZA, S. O. **Avaliação de Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta**. Scientia Plena, Sergipe, v.4, n.11, p.1-7, 27 ago. 2008.

[5] - OLIVEIRA, S. L.; MANSANARES, A. M.; SILVA, E. C.; BARJA, P. R. **In vitro determination of the sun protection factor of sunscreens through photoacoustic spectroscopy: A new approach**. Eur. Phys. J. Special Topics, v.153, p.475-478, 2008.

[6] - ROSENCWAIG, A.; GERSHO, A. **Theory of the photoacoustic effect with solids.** J. Appl. Phys, v.47, p 64-69, 1976.

[7] - BERNENGO, J. C. et al. **Photoacoustics as a tool for cutaneous permeation studies.** High Temperatures-High Pressures, v. 30, p 619-624, 1988.

[8] - SATO K., SUGIBAYASHI K., MORIMOTO Y. **Species differences in percutaneous absorption of nicorandil.** J. Pharm. Sci., v.80, p.104-7, 1991.