

ANÁLISE FOTOACÚSTICA DO EFEITO DO PROTETOR SOLAR NA PELE HUMANA

Fernanda Henrique dos Anjos¹, Paula Cristina Bueno Rompe¹, Antônio M. Mansanares², Edson C. da Silva², Daniel Acosta-Avalos¹, Paulo Roxo Barja¹

1 – Universidade do Vale do Paraíba – IP&D – Laboratório de Fotoacústica Aplicada a Sistemas Biológicos. Av. Shishima Hifumi, 2.911 - Urbanova
CEP 12244-000 - São José dos Campos – SP – Brasil
E-mail: fehique@hotmail.com, paularompe@hotmail.com, dacosta@univap.br, barja@univap.br

2 – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Instituto de Física Gleb Wataghin – IFGW, Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas – SP – Brasil
E-mail: manonel@ifi.unicamp.br, ecorrea@ifi.unicamp.br

Resumo: A fotoacústica é uma técnica que possibilita o estudo de materiais biológicos e suas propriedades ópticas através da análise do sinal produzido em consequência da absorção de luz modulada em uma amostra. Esta técnica apresenta vantagens em relação a outras técnicas convencionais e vem sendo utilizada por vários pesquisadores no estudo de produtos administrados topicamente na pele. Atualmente já são bastante conhecidos os efeitos nocivos que a radiação ultra-violeta provoca no tecido epitelial humano, bem como a importância do uso dos protetores solares. Neste estudo a espectroscopia fotoacústica foi usada para analisar amostras de protetor solar e o sistema formado pelo protetor solar aplicado à pele. Através desta técnica, monitora-se a cinética de absorção do protetor solar aplicado em amostras de pele humana, caracterizando as alterações no sistema.

Palavras-chave: Espectroscopia Fotoacústica, Protetor solar, Pele humana.

Área do Conhecimento: III – Engenharias

INTRODUÇÃO

O efeito fotoacústico foi descoberto por Alexander Graham Bell em 1880, ao perceber que a incidência de luz modulada em uma superfície sólida em forma de diafragma produzia som. Observando este efeito, Bell mostrou que a intensidade do sinal acústico era influenciada pela absorção da luz pelo material no qual era incidida [1].

A fotoacústica constitui uma opção experimental com diversas aplicações no estudo das propriedades ópticas como absorção e transmissão de radiação eletromagnética. Muitos materiais biológicos alvos de estudos como membranas, amostras ósseas ou estruturas de tecidos são insolúveis e biologicamente possuem função semelhante a de uma matriz sólida.

Isto dificulta a obtenção de dados ópticos por técnicas convencionais, uma vez que tais materiais sofrem alterações significativas quando solubilizados. A espectroscopia fotoacústica possibilita a análise destes tecidos biológicos intactos, constituindo assim uma importante ferramenta de pesquisa e de diagnóstico na biologia e medicina [2].

O método fotoacústico encontra uma das mais promissoras perspectivas de estudo na área de sistemas biológicos, onde a maioria dos materiais apresenta dificuldade ou impossibilidade de análise através de outras técnicas ópticas. Podemos destacar as aplicações no campo da medicina, onde a técnica permite obter dados ópticos em amostras cujo estudo convencional não se torna possível por causa do excesso de luz espalhada, ou em amostras completamente

opacos para transmitir radiação [2]. Uma das mais importantes possibilidades da técnica fotoacústica é a de analisar meios opacos em profundidade, sendo um método não destrutivo que fornece informações tanto qualitativas como quantitativas sobre o material analisado. As propriedades de absorção das moléculas de um material são geralmente obtidas analisando-se a transmissão ou a reflexão luminosa do mesmo. Já a fotoacústica baseia-se na absorção da luz incidente, podendo ser empregada na caracterização de materiais opacos e sistemas biológicos complexos [3].

Técnicas fototérmicas têm sido utilizadas com frequência na análise de sistemas biológicos complexos como a pele humana. A espectroscopia fotoacústica apresenta sucesso nos resultados de caracterização da pele humana, bem como nos estudos de penetração de fármacos de uso tópico [4].

O uso da técnica fotoacústica na dermatologia não é novidade, tendo iniciado em 1977 com Rosencwaig. Os estudos envolvendo aplicação de cosméticos começaram em 1978 e um dos temas de interesse é a análise do fator de proteção ultra-violeta (UV) dos protetores solares [5].

A radiação UV está dividida em três faixas de comprimento de onda: UVA (320-400nm), UVB (280-320nm) e UVC (190-280nm). A radiação na faixa do UVA vem primariamente do sol (mas pode ser emitida de forma artificial) e atinge camadas profundas da epiderme e derme. O UVB é o responsável pelo bronzeado e tem grande importância biológica; já a radiação na faixa do UVC é filtrada pela atmosfera antes de chegar à terra, tendo papel minoritário nas reações fotoquímicas [6].

Nas últimas décadas, um significativo aumento da radiação UV exposta ao ambiente tem ocorrido em função da diminuição no ozônio estratosférico que tem sido observada não somente no hemisfério sul, mas também, por exemplo, nas latitudes médias do hemisfério norte. Isto conduz a um aumento significativo do potencial deletério da radiação UV, havendo particular preocupação com o aumento no nível de UVB, considerado como fator de indução do câncer de pele humana [7].

A radiação UV apresenta efeitos benéficos como a estimulação da formação de vitamina D, mas também é responsável por efeitos adversos à saúde como o decréscimo da função do sistema imune e o aumento da incidência de câncer de pele com conseqüente aumento da mortalidade. Mudanças nos componentes responsáveis pela imunidade da pele podem afetar a imunidade sistêmica. Recentemente, tem sido demonstrado que, entre outros efeitos, a radiação UV induz danos no DNA que podem levar à diminuição da resposta imune [8].

Com o aumento das informações disponíveis sobre os efeitos da radiação UV, o público tem ficado cada vez mais atento à necessidade de medidas de fotoproteção. Como consequência, os protetores solares têm sofrido um significativo avanço em sua qualidade e eficácia. O desenvolvimento de diversas novas formulações utiliza associações de diferentes agentes para garantir absorção da radiação em toda a faixa de 290nm a 400nm [9].

Com relação ao uso de protetores solares, é importante mencionar o problema da quantidade de protetor que é necessário aplicar na pele para se alcançar o FPS indicado. Vários estudos já demonstraram que os consumidores normalmente aplicam menos de 50% da quantidade padrão indicada ($2\mu\text{L}/\text{cm}^2$) [9].

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a obtenção dos dados deste estudo, utilizou-se uma montagem fotoacústica convencional que constava dos seguintes equipamentos: lâmpada de arco de Xenônio de 250W; modulador mecânico SRS, modelo SR540; amplificador síncrono SRS, modelo SR530; monocromador Oriel; espelho odontológico; lâmpada de tungstênio (halógena), 24V, 250W; ventilador para a lâmpada, 115V; duas lentes Schneider-Kreuznarch, Xenotar 1:2.8/100; célula fotoacústica aberta, fabricada em latão na UNIVAP; microfone comercial de eletreto e um microcomputador para aquisição de dados.

A lâmpada de Xenônio fornecia às amostras radiação com o comprimento de onda entre 240nm e 400nm, o que corresponde a grande parte do espectro de radiação UV que emitida pelo sol atravessa a camada de ozônio e atinge a Terra. A luz foi modulada numa frequência de 70 Hz para a análise fotoacústica.

Primeiramente foi feita a espectroscopia fotoacústica do carvão em pó. Este material absorve todos os comprimentos de onda incidentes, permitindo assim que se obtenha o espectro de emissão da fonte de luz utilizada. Todas as demais medidas foram normalizadas com relação ao espectro da lâmpada.

Em seguida, foi obtido o espectro de absorção do protetor solar. Para essas medidas foram utilizadas amostras de protetor solar comercial em gel com FPS 15.

Após estes procedimentos, uma nova amostra do produto foi aplicada em uma amostra de pele humana de aproximadamente 0,5cm de diâmetro (conforme instruções de uso contidas no frasco). Tomou-se o cuidado de espalhar uniformemente o produto sobre a superfície da amostra. A espectroscopia fotoacústica do sistema composto "pele + protetor" foi então processada em diferentes intervalos de tempo após a aplicação (0 minutos, 25 minutos, 45 minutos, 70 minutos e 90 minutos).

RESULTADOS

Os resultados obtidos estão apresentados nos gráficos a seguir. A espectroscopia PA do protetor solar isolado demonstrou uma absorção de radiação superior a 80% pelo produto na faixa do comprimento de onda de 245nm a 350nm. Os dados estão representados na Figura 1.

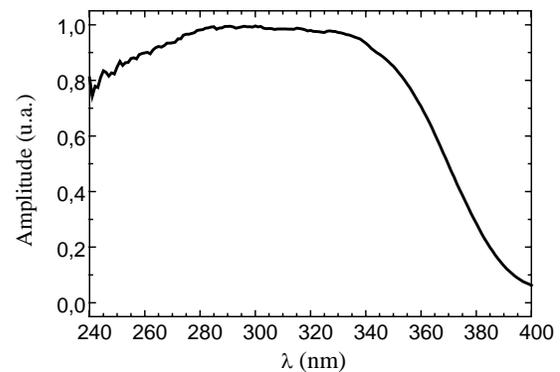


Figura 1: Gráfico da espectroscopia fotoacústica do protetor solar. O eixo vertical corresponde à amplitude do sinal em unidades arbitrárias e o eixo horizontal determina o comprimento de onda da luz modulada.

A Figura 2 mostra o espectro fotoacústico de absorção do sistema "pele + protetor solar". Observa-se que até os 25 minutos após aplicação o espectro não apresenta diferenças significativas em relação ao sinal apresentado imediatamente após a aplicação do produto onde o tempo é igual a 0 (zero) minutos. Este é aproximadamente o tempo necessário para fixação do protetor solar na pele. Quarenta e cinco minutos após a aplicação, o sistema apresenta seu nível máximo de absorção (dentro dos intervalos de tempo analisados). Aos 70 minutos ainda é observado um alto nível de absorção da radiação e, 90 minutos após a aplicação do produto, o sistema volta a apresentar um espectro de absorção próximo do apresentado inicialmente.

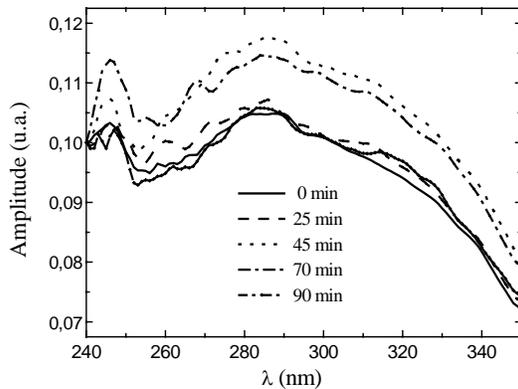


Figura 2: Gráficos da espectroscopia fotoacústica do sistema “pele + protetor solar”. O eixo vertical corresponde à amplitude do sinal em unidades arbitrárias e o eixo horizontal determina o comprimento de onda da luz modulada.

CONCLUSÃO

A técnica demonstrou viabilidade para a análise proposta no estudo. Os tempos observados para alteração significativa do espectro de absorção do sistema analisado reforçam as instruções do fabricante quanto à necessidade da aplicação do protetor meia hora antes da exposição solar. Ainda conforme as instruções do fabricante, a importância em se reaplicar periodicamente o protetor pode ser sugerida com o decréscimo no nível de absorção da radiação UV pelo produto que se dá entre os 45 e 70 minutos após a aplicação.

De acordo com os resultados obtidos, podemos concluir que o produto analisado apresenta absorção efetiva dos comprimentos de onda da radiação UV que são danosos ao corpo humano. No entanto, deve-se enfatizar que a quantidade de produto aplicada pode interferir no grau de fotoproteção do produto. A análise mais detalhada do efeito protetor em função da quantidade de substância aplicada configura-se como perspectiva de trabalho. Além disso, a partir dos estudos efetuados, a técnica fotoacústica poderá ser utilizada para

caracterizar produtos de diferentes marcas e fatores de proteção.

REFERÊNCIAS

- [1] BARJA, PR; *Estudo da Indução Fotossintética Através da Técnica Fotoacústica: Efeitos de Saturação e Fotoinibição*. IFGW – Unicamp, 1996.
- [2] ROSENCWAIG, A; *Photoacoustics and Photoacoustic Spectroscopy*. New York, John Wiley & Sons, 1980; p. 219-231.
- [3] PUC CETI, G; LEBLANC, RM; *A comparative study on chromophore diffusion inside porous filters by pulsed photoacoustic spectroscopy*. Journal of Membrane Science 119, 1996; p. 213-228.
- [4] Sennhen et al 1988 APUD Juárez 2002
- [5] BERNEGO, JC et al; *Photoacoustics as a tool for cutaneous permeation studies*. High Temperatures-High Pressures, 1998, v. 30, p 619-624.
- [6] AZEVEDO, JS et al; *UVA/UVB sunscreen determination by second-order derivative ultraviolet spectrophotometry*. IL Farmaco 54, 1999, p. 573-578.
- [7] RETTBERG, P; HORNECK, G; *Biologically weighted measurement of UV radiation in space and on earth with the biofilm technique*. Adv Space Res, 2000, v. 26, pp 2005-2014.
- [8] VAN DER LEUN, JC; *UV radiation from sunlight: summary, conclusions and recommendations*. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology 35, 1996, p. 237-244.
- [9] WOLF, R et al; *Sunscreens*. Clinics in Dermatology 19, 2001, p. 452-459.