

# CLASSIFICAÇÃO DE FOTOTIPOS DE PELE: ANÁLISE FOTOACÚSTICA VESUS ANÁLISE CLÍNICA

Jociely P. Mota, Paulo Roxo Barja

UNIVAP/IP&D/FASBio, Av. Shishima Hifumi 2911, barja@univap.br

**Resumo** - Este estudo teve por objetivo classificar os tipos de pele através de medidas fotoacústicas *in vivo*, relacionando o nível de sinal fotoacústico à classificação proposta por Fitzpatrick. A amostra foi constituída por 45 voluntários do sexo feminino, submetidos à avaliação e classificados quanto ao tipo de pele, adotando-se a classificação clínica usual de Fitzpatrick. Os resultados mostram diferença significativa entre o nível de sinal fotoacústico na parte interna e na parte externa do braço; tal diferença é atribuída à maior pigmentação da parte externa, exposta continuamente à radiação solar. Os dados obtidos também indicam correspondência entre o nível de sinal fotoacústico e o fototipo de pele.

**Palavras-chave:** Dermatologia, Fotoacústica, Fototipos de pele, luz modulada.

**Área do Conhecimento:** Ciências da Saúde

## Introdução

A pele é o maior órgão do corpo, correspondendo a cerca de 20% da massa corporal. Recobre a superfície do corpo, sendo constituída pela epiderme e pela derme, e apresenta diversas funções no organismo. Pode-se destacar a função de barreira, a de órgão sensorial e a regulação térmica, além da atuação no sistema imunológico (VALENTE, 1998).

A pele é constituída por uma porção epitelial de origem ectodérmica, a epiderme, e uma porção conjuntiva de origem mesodérmica, a derme. Abaixo e em continuidade com a derme está a hipoderme, que lhe proporciona suporte e união com os órgãos subjacentes. Situados no interior da epiderme, os melanócitos são as células responsáveis pela produção de melanina, que atua como importante filtro endógeno contra a radiação ultravioleta (MURPHY; MIHM, 2000).

A coloração da pele depende de fatores que vão desde a condição do estrato córneo até a quantidade de pigmentos presentes. As células epidérmicas e dérmicas fornecem um tom natural branco ou amarelo de acordo com sua espessura, enquanto os vasos sanguíneos contribuem com a coloração conforme o número, nível de dilatação, proximidade com a superfície da pele e grau de oxigenação, fornecendo um tom roxo a azulado devido à hemoglobina. Os carotenóides da hipoderme também contribuem para determinar a cor, que no entanto depende principalmente da melanina sintetizada (VIGLIOGLIA, 1991).

A palavra "melanina" deriva do grego *melas*, que significa preto; é um polímero protéico (GONCHOROSKI; CORRÊA, 2005). A reação inicial para a formação de melanina envolve a hidroxilação do substrato L-tirosina em 3,4-diidroxifenilalanina (DOPA), com liberação de uma molécula de água, catalisada pela tirosinase,

dentro dos melanócitos (OLIVEIRA; ROCHA; GUILLO, 2004). No processo são formados dois tipos de melanina: as *eumelaninas*, grupo homogêneo de pigmentos pardos, insolúveis, resultantes da polimerização oxidativa de compostos indólicos derivados da DOPA e as *feomelaninas*, grupo heterogêneo de pigmentos pardos avermelhados, solúveis em meio alcalino (VIGLIOGLIA, 1991).

A DOPA, formada pela hidroxilação da tirosina, sofre uma desidrogenação que a converte em dopaquinona. A conversão desta em eumelanina implica numa série de reações de oxidação e ciclização sucessivas que originam o indol-5-6-quinona, precursor mais próximo desse pigmento. A formação das feomelaninas apresenta um desvio da via metabólica precedente, interagindo com a cisteína. Após a produção nos melanossomas, a melanina é transferida aos queratinócitos adjacentes pelos dendritos dos melanócitos, onde será transportada e degradada (GONCHOROSKI; CORRÊA, 2005). Assim, a pigmentação da pele depende da natureza química da melanina, da atividade da tirosinase nos melanócitos e da migração da melanina.

O hormônio adrenocorticotrófico (ACTH), a lipotrofina (LPH) e, em especial, o hormônio melanócito estimulante (MSH) influenciam na pigmentação cutânea do homem e outros mamíferos. O MSH é um hormônio hipofisiário que induz à melanização devido ao aumento do número de melanócitos e queratinócitos, estimula a produção de melanossomas, sua migração e transferência aos queratinócitos. Os hormônios sexuais, estrógenos e progesterona promovem hiperpigmentação do rosto, genitais e auréola mamária pelo aumento do número de melanócitos ativos (ICOLETTI et al., 2002).

A radiação ultravioleta A (UVA) promove a oxidação dos precursores incolores da melanina,

com pigmentação direta e imediata sem eritema, enquanto a radiação UVB gera pigmentação indireta pelo aumento do número de melanócitos ativos e estimulação da tirosinase, provocando eritema actínico (ICOLETTI et al., 2002).

A produção aumentada de melanina em resposta à estimulação é uma reação defensiva da pele contra as agressões solares. Após irradiação, os melanossomas se reagrupam em torno do núcleo para proteger o material genético da célula. Assim, além de promover coloração cutânea e capilar, a melanina age como filtro solar, difratando ou refletindo a radiação solar.

Em 1976, Fitzpatrick classificou a pele humana em seis fototipos, variando do tipo I (pele mais branca) ao tipo VI (pele negra) (GUIRRO; GUIRRO, 2004), conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação dos fototipos de pele proposta por Fitzpatrick

Grupo	Eritema	Bronzeado	Sensib.
I Branca	Sempre	Nunca	Muito sensível
II Branca	Sempre	Às vezes	Sensível
III Morena clara	Moderado	Moderado	Normal
IV Morena moderada	Pouco	Sempre	Normal
V Morena escura	Raro	Sempre	Pouco sensível
VI Negra	Nunca	Pele muito pigmentada	Insensível

Fitzpatrick e Mosher (1983) classificam a cor natural da pele como constitutiva (controlada por fatores genéticos que fornecem características específicas aos melanossomas através dos genes de pigmentação) ou facultativa (dependendo da exposição ao sol, influências hormonais e grau de envelhecimento). A cor da pele varia segundo a raça e, no indivíduo, conforme a região do corpo, sendo influenciável pelas condições do meio.

**Radiação Solar:** A radiação solar inclui as regiões visível, ultravioleta (UV) e infravermelho (IV) do espectro eletromagnético, assim divididas conforme o comprimento de onda. A luz visível possui comprimento de onda entre 400 e 700nm e atravessa a camada córnea da pele. O IV corresponde a comprimentos de onda entre 800 e 10000nm e é parcialmente barrado pelas nuvens. A radiação age no organismo, particularmente na pele, acumulando-se em alguns receptores e gerando reações de metabolismo tecidual. Existe um mecanismo de adaptação do organismo à quantidade de radiação solar, com o decréscimo da taxa de síntese da melanina.

A radiação UV é capaz de provocar queimaduras solares e bronzeamento da pele

(LOW, 1999). O espectro UV divide-se em três regiões de acordo com o comprimento de onda e os efeitos biológicos: i) UVA (400 a 320nm), atravessa a camada de ozônio; ii) UVB (320 a 290nm) é retido pelo vidro e parcialmente bloqueado pela camada de ozônio; ao atingir a pele, 70% detém-se na camada córnea da pele; e iii) UVC (290 a 100 nm), bactericida, retido na camada de ozônio e pelo quartzo (DIFFEY apud KITCHEN, 1998). A radiação UVB produz eritema de grau variado, conforme a energia recebida, o tempo de exposição e a sensibilidade da pele.

O eritema difere de acordo com o comprimento de onda a que se expôs e a resposta eritêmica e pigmentar individual (DIFFEY apud KITCHEN, 1998). A partir desta resposta individual, segundo Fitzpatrick (apud GUIRRO, 2004), os tipos de pele são divididos em categorias (Tabela 1).

**Exposição Solar:** Com o avanço da idade, a pele sofre o envelhecimento cutâneo programado ou cronológico, simultaneamente ao envelhecimento actínico, induzido pela radiação solar, que devido à radiação UV causa lesões celulares, gerando danos no DNA. Assim, a incidência de radiação UV determina uma pele mais espessa, de coloração amarelo-acinzentada.

A radiação UVA gera alterações moleculares da melanina e da distribuição dos melanossomas, produzindo bronzeamento, elastose solar, rugas e discromias. Já o UVB desencadeia a proliferação de melanossomas e facilitação da transferência da melanina aos queratinócitos, produzindo o bronzeado, eritema actínico e alterações no sistema imunitário, podendo levar a queratose actínica, epitelomas, carcinomas e melanomas.

**Técnica Fotoacústica:** O efeito fotoacústico foi descoberto por Graham Bell (BELL, 1880), ao perceber que a incidência de luz modulada em uma superfície sólida em forma de diafragma produzia som. Bell mostrou que a intensidade do sinal acústico dependia do nível de absorção da luz pelo material no qual incidia.

A técnica fotoacústica possibilita o estudo de materiais biológicos e suas propriedades ópticas através da análise do sinal gerado pela absorção de luz modulada incidente sobre uma amostra. O sinal produzido depende da radiação absorvida pela amostra e dispensa preparação prévia, o que permite estudar amostras altamente espalhadoras como tecidos biológicos (ROSENCWAIG, 1980).

Na dermatologia, o uso da fotoacústica iniciou-se no final da década de 1970, e um atual tema de interesse é a análise do fator de proteção (FPS) de filtros solares (BERNENGO, 1998).

O presente estudo teve por objetivo classificar os tipos de pele através de medidas fotoacústicas *in vivo*, relacionando o nível de sinal fotoacústico à classificação proposta por Fitzpatrick.

#### **Materiais e Métodos**

Na montagem fotoacústica utilizada, a luz emitida por uma lâmpada halógena de Tungstênio (Xelux, 24V-250W) foi modulada mecanicamente com o auxílio de um modulador modelo SR540 (Stanford Research Systems) conectado, juntamente com o microfone da célula fotoacústica, a um amplificador síncrono (Stanford Research Systems, modelo SR530), que recebia assim as informações sobre a frequência de referência e o sinal fotoacústico. O amplificador síncrono coletava a amplitude e a fase do sinal do microfone simultaneamente, sendo conectado a um microcomputador para aquisição dos dados.

A pesquisa foi realizada com 45 voluntários do sexo feminino com idade entre 20 e 30 anos. Inicialmente, os voluntários foram submetidos a uma avaliação e classificados quanto ao tipo de pele, adotando-se a classificação clínica usual proposta por Fitzpatrick (conforme Tabela 1).

O protocolo de higienização prévia às medidas consistiu na limpeza da região a ser medida com algodão embebido em álcool 70%. Em seguida, foi medido o nível de sinal fotoacústico de cada voluntário para as seguintes regiões: a) parte interna do antebraço direito; b) parte externa do antebraço direito; c) parte interna, antebraço esquerdo e d) parte externa, antebraço esquerdo.

Para as medições, o voluntário era posicionado ao lado da montagem, com o antebraço vedando a célula fotoacústica. Para cada medição foram feitas 200 leituras espaçadas de 0,5 segundos, utilizando o programa "Sin530r". Posteriormente, foi feita a comparação entre os resultados obtidos e a classificação proposta por Fitzpatrick.

## Resultados

Na amostra composta por 45 voluntários do sexo feminino, com idade entre 20 e 30 anos, foram identificados quatro diferentes fototipos de pele, de acordo com a classificação de Fitzpatrick. Os resultados aparecem na Tabela 2, que mostra predominância do tipo III (51,11%), seguido do tipo IV. O tipo I foi o menos freqüente (apenas um voluntário). Os níveis médios de sinal fotoacústico para cada tipo de pele são apresentados nas tabelas 3 (antebraço direito), 4 (esquerdo) e 5 (geral).

Tabela 2 – Classificação da amostra a partir da proposta de Fitzpatrick

Fototipo	Freqüência	Percentual
I	1	2,22
II	6	13,34
III	23	51,11
IV	15	33,33
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>100</b>

Tabela 3 – Nível de sinal fotoacústico (em mV) para cada tipo de pele medido no antebraço esquerdo.

Tipo de pele	Antebraço esquerdo			
	Parte interna		Parte externa	
	Média	Erro padrão	Média	Erro Padrão
I	1,00	-	1,01	-
II	1,36	0,08	3,1	0,3
III	1,4	0,1	2,5	0,2
IV	1,7	0,2	3,1	0,4

Tabela 4 – Nível de sinal fotoacústico (em mV) para cada tipo de pele medido no antebraço direito.

Tipo de pele	Antebraço direito			
	Parte interna		Parte externa	
	Média	Erro padrão	Média	Erro padrão
I	1,07	-	1,88	-
II	1,3	0,1	2,6	0,1
III	1,6	0,1	2,6	0,2
IV	1,7	0,2	2,6	0,2

Tabela 5 – Nível de sinal fotoacústico (em mV) para cada tipo de pele (geral).

Tipo de pele	Geral			
	Parte interna		Parte externa	
	Média	Erro padrão	Média	Erro padrão
I	1,04	0,04	1,4	0,4
II	1,3	0,1	2,8	0,3
III	1,5	0,1	2,6	0,2
IV	1,7	0,2	2,8	0,4

## Discussão

A proposta de Fitzpatrick para classificação da pele humana em seis tipos, conforme o fototipo e a etnia, variando do tipo I (pele mais branca) ao tipo VI (pele negra), fundamenta-se numa análise empírica, a partir de simples observação visual. Na técnica fotoacústica, o sinal produzido é proporcional ao nível de absorção da radiação pela pele, relacionado ao grau de pigmentação cutânea.

A partir dos dados obtidos, realizou-se a análise estatística para comparação de valores e verificação da significância das diferenças encontradas. Inicialmente, comparou-se a parte interna do braço esquerdo e a parte interna do braço direito para cada grupo de voluntários, divididos conforme o fototipo (classificação de Fitzpatrick). Utilizando teste t não pareado (o grupo I foi excluído da análise por apresentar apenas um elemento), não foi observada diferença significativa. Do mesmo modo, também não foi encontrada diferença entre a parte externa do

braço direito e a parte externa do braço esquerdo para cada grupo de voluntários

Para comparação entre grupos, foi realizado o teste ANOVA separadamente para a parte interna e a parte externa de cada grupo, mas não foi encontrada diferença significativa entre grupos, provavelmente devido ao número de voluntários, já que o nível de sinal varia bastante dentro de um mesmo grupo. Mesmo assim, constata-se uma tendência de aumento do sinal à medida que se avança do fototipo I até o fototipo IV.

Por outro lado, ao comparar a parte interna com a parte externa do antebraço de cada voluntário, observa-se diferença altamente significativa (teste t,  $p < 0,005$ ) dentro de cada grupo, comprovando a influência decisiva da exposição à radiação solar na constituição cutânea.

### Conclusão

Os resultados obtidos indicam que na região de pele não exposta ao sol, o nível de sinal segue a classificação de Fitzpatrick (1976), ainda que sem diferença estatisticamente significativa para a amostra estudada. Sob exposição à radiação solar, a pele (e, conseqüentemente, o sinal fotoacústico) sofre homogeneização, dificultando a observação de diferenças entre os fototipos. O presente trabalho representa uma segunda etapa da pesquisa iniciada em 2005 (SOUSA; BARJA; AVALOS, 2005), inserindo-se no contexto de uma pesquisa mais ampla sobre caracterização de pele humana por fotoacústica (Fapesp, JP 04/02193-1). Como perspectiva, busca-se agora ampliar o número de voluntários e fototipos analisados, empregando um novo modelo de célula fotoacústica recém-desenvolvido para medidas na pele humana *in vivo* (PAIVA; BARJA, 2006).

### Agradecimentos

P.R.B. agradece à Fapesp pelo apoio concedido (Projeto JP 04/02193-1).

### Referências

- BELL, A. G. On the production and reproduction of sound by light, **Am J. Sci.**, v.120, p.305, 1880.
- BERNENGO, J. C. et al. Photoacoustics as a tool for cutaneous permeation studies. **High Temp.-High Press.**, v.30, p.619-624, 1998.
- FITZPATRICK, T. B.; MOSHER, D. B. Pigmentação cutânea e distúrbios do metabolismo da melanina. In: ISSELBACHER, Kurt J. et al. **Medicina interna**. 9ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.276-284, 1983.

- GONCHOROSKI, D. D.; CÔRREA, G. M. Tratamento de hiperchromia pós-inflamatória com diferentes formulações clareadoras. **Infarma**, v.17, n.3/4, p.84-88, 2005.
- GUIRRO, E.; GUIRRO, R. **Fisioterapia dermatofuncional**. 3ªed. São Paulo: Manole, 2004.
- ICOETTI, M. et al. Hiperchromias: aspectos gerais e uso de despigmentantes cutâneos. **Cosmetics & Toiletries**, v.14, n.3, p.46-53, 2002.
- KITCHEN, S., BAZIN, S. **Eletroterapia de Clayton**. 10ªed. São Paulo: Manole, p.211-217, 1998.
- LOW, L.; REED, A. **Eletroterapia explicada: princípios e prática**. 3ªed. São Paulo: Manole, p.411-449, 2001.
- MILIDIÚ, I. Anatomia, histologia e embriologia da pele. **Hosp. Sider. Nac.**, Volta Redonda, out/dez, 1979, p 22-26.
- MURPHY, G. F.; MIHM J. R., Martin C. A pele. In: COTRAN, Ramzi S.; KUMAR, Vinay; COLLINS, Tucker. **Robbins: patologia estrutural e funcional**. 6ªed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.1047-1086, 2000.
- OLIVEIRA, L. J.; ROCHA, I. M.; GUILLO, L. A. Ensaio radiométrico de tirosinase. **Rev. Bras. Farm.**, v.85, n.1, p. 5-6, 2004.
- PAIVA, R.F.; BARJA, P.R. Células fotoacústicas para medidas em materiais biológicos: projetos e aplicações. I Environmental and Health World Congress (EHWC/2006), Santos, p.332-335, jul/2006.
- ROSENCWAIG, A. **Photoacoustics and Photoacoustic Spectroscopy**, New York, 1980.
- SOUSA, J. M.; BARJA, P. R.; AVALOS, D. A. Classificação *in vivo* de tipos de pele por fotoacústica. V Encontro Latino Americano de Iniciação Científica da Universidade do Vale do Paraíba, INIC/2005.
- VALENTE, N. Y. S. Estrutura e funções da pele. In: SITTART, José Alexandre de Souza; PIRES, Mario Cezar. **Dermatologia para o clínico**. São Paulo: Lemos-Editorial, p. 1-5., 1998.
- VIGLIOGLIA, P. A. Biologia cutânea da pele normal. In: VIGLIOGLIA, P. A.; RUBIN, J. **Cosmiatria II**. 2ªed. Buenos Aires: AP Americana, p.22-37, 1991.