

Proteção oferecida por fotoprotetores contra luz visível – uma proposta de avaliação

Sunscreen protection against visible light: a new proposal for evaluation

RESUMO

Introdução: Têm sido desenvolvidos fotoprotetores pigmentados, com a combinação de filtros inorgânicos não particulados e pigmentos opacos, para a proteção contra a luz visível. Ainda não foi apresentado, entretanto, método confiável para a medida dessa proteção.

Objetivo: O objetivo do estudo foi avaliar a eficácia de fotoprotetores brancos e coloridos na proteção contra a luz visível.

Métodos: Foram avaliados 20 fotoprotetores comercializados no mercado brasileiro, sendo 13 produtos classificados como coloridos, e sete como brancos. Medidas colorimétricas foram realizadas para classificação da luminosidade e da translucidez dos produtos quando aplicados em placas de polimetilmetacrilato, e medidas espectrofotométricas foram calculadas para avaliação da absorbância na faixa de luz visível, entre 400 e 450nm, utilizando-se como parâmetro a eficácia absorptiva na faixa de luz visível (Evis).

Resultados: Produtos coloridos apresentaram Evis superior à dos produtos brancos. A análise estatística mostrou que há forte correlação entre a eficácia absorptiva e a luminosidade e translucidez do produto, e não houve correlação entre a eficácia absorptiva e o valor de FPS dos produtos.

Conclusões: O uso da Evis mostrou-se parâmetro útil na avaliação de eficácia de fotoprotetores na proteção contra a luz visível. A presença de pigmentos nos produtos coloridos confere maior eficácia fotoprotetora dentro dessa faixa.

Palavras-chave: protetores de raios solares; fotobiologia; luz solar.

ABSTRACT

Introduction: In order to protect against visible light, pigmented sunscreens have been developed by combining organic non-particulate sunscreens and opaque pigments. No reliable method has yet been proposed to measure the protection offered by these pigments.

Objective: To evaluate the effectiveness of white and colored sunscreens in the protection against visible light.

Methods: Twenty sunscreens marketed in Brazil were evaluated (13 colored and 7 white). Colorimetric measurements were used to classify the brightness and translucency of the products, which were applied to polymethylmethacrylate sheets. Spectrophotometric measurements were taken to evaluate the product's absorbance within the visible light spectrum between 400 and 450 nm, using the Absorptive Efficacy in the visible light range as a parameter.

Results: Colored products presented a higher Evis than white products. Statistical analysis demonstrated that there is strong correlation between absorptive effectiveness and the product's brightness and translucency. No correlation was verified between absorptive effectiveness and the products' sun protection factor.

Conclusions: Absorptive efficacy in the visible light range was a useful parameter in the assessment of sunscreens' effectiveness in protecting against visible light. Pigmented products provide more effective photoprotection within that band.

Keywords: sunscreens; photobiology; sunlight.

Artigo Original

Autores:

Sérgio Schalka¹
Flávia Alvim Sant'Anna Addor²
Christiane Monteiro Agelune³
Vanessa de Melo C. Pereira⁴

¹ Mestre em dermatologia pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo (SP), Brasil.

² Mestre em dermatologia pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo (SP), Brasil.

³ Graduada em biomedicina pela Universidade Estadual Paulista (Unesp) – São Paulo (SP), Brasil.

⁴ Graduada em farmácia-bioquímica pela Universidade Estadual Paulista (Unesp) – São Paulo (SP), Brasil.

Correspondência para:

Medcin Instituto da Pele
Av. Carlos de Moraes Barros 304
06023-000 - Osasco - SP
E-mail: sergio@medcinonline.com.br

Data de recebimento: 20/12/2011

Data de aprovação: 19/02/2012

Trabalho realizado no Medcin Instituto da Pele – Osasco (SP), Brasil.

Suporte Financeiro: Nenhum
Conflito de Interesses: Nenhum

INTRODUÇÃO

A percepção dos efeitos deletérios da radiação solar, particularmente dos efeitos crônicos, como sua ação no desenvolvimento de neoplasias cutâneas e o fotoenvelhecimento, só ocorreu a partir das duas últimas décadas do século XX.¹

Dentro do espectro da radiação solar, a radiação ultravioleta (RUV) é aquela capaz de promover os principais fenômenos fotobiológicos no tecido cutâneo, com particular destaque para eritema e pigmentação solar (efeitos cutâneos agudos) e fotocarcinogênese e fotoenvelhecimento (dano actínico crônico).²

A radiação visível, também denominada luz visível, é componente do espectro solar, em faixa compreendida entre 400 e 700nm,³ e cujo principal efeito biológico é estimular a retina humana, sendo percebida sob a forma de cores, variando do violeta ao vermelho.

Apesar de representar cerca de 40% do total de energia solar que chega à superfície da Terra, a luz visível nunca foi relacionada a nenhum efeito cutâneo de significância.

Só no presente milênio surgiram os primeiros estudos sobre a participação da luz visível em alguns mecanismos fisiopatológicos na pele, em particular relacionada a fenômenos pigmentares e ao dano oxidativo.⁴

Estudo realizado por Mahmoud BH e cols. (2008),⁵ mostra que tanto a radiação UVA longa (340-400nm) quanto a luz visível (400-700nm) são capazes de, separadamente, promover a pigmentação imediata da pele, tendo por cromóforos não somente a melanina, mas também a participação da oxi-hemoglobina.

Com relação ao dano oxidativo, sabe-se que a produção de radicais livres é um importante fenômeno fotobiológico relacionado à radiação solar.⁶

Os fenômenos oxidativos são os principais responsáveis pelo fotoenvelhecimento, promovendo a elastose e também as alterações pigmentares comuns da pele fotoexposta.⁶

Já era conhecida a participação da radiação UVA na produção do dano oxidativo, sendo a principal geradora de radicais livres e com capacidade 10 vezes maior na peroxidação lipídica, se comparada à radiação UVB.⁶

Mais recentemente, entretanto, foi descrita a participação da luz visível na geração de radicais livres.

Segundo Mahmoud BH e cols.,⁴ a radiação UVA é responsável por cerca de 67% da geração de radicais livres no estrato córneo, enquanto a luz visível participa na produção dos 33% restantes.

O desenvolvimento de fotoprotetores tópicos sempre esteve baseado no conceito de proteção contra os efeitos cutâneos decorrentes da RUV, como a queimadura solar, e, posteriormente, de prevenção do câncer cutâneo e do fotoenvelhecimento.¹

Dessa forma, os filtros solares desenvolvidos ofereciam basicamente proteção contra a radiação UVB e, mais recentemente, contra a radiação UVA.

Os filtros orgânicos disponíveis atualmente oferecem proteção muito limitada contra a luz visível.⁷

Já os filtros inorgânicos, por serem partículas refletivas,

podem oferecer proteção contra a luz visível dependendo essencialmente do tamanho da partícula, conforme se vê no gráfico 1:

Assim, observa-se que somente as partículas de grande tamanho e, portanto, visíveis (pigmentares) podem oferecer boa proteção na faixa da luz visível.⁸

A eficácia desses fotoprotetores coloridos na faixa da luz visível está ligada a sua capacidade de refletir a luz, relacionada com a reflexão difusa, fazendo-os parecerem brancos quando aplicados em uma superfície.^{9,10}

Como os protetores solares formulados com filtros inorgânicos pigmentares têm baixa aceitação cosmética, por provocar coloração esbranquiçada na pele, uma alternativa a essa questão é a introdução na formulação de partículas pigmentares, como o óxido de ferro, produzindo um efeito de base no produto (protetor solar colorido ou pigmentado), muito bem aceito por usuários, sobretudo do sexo feminino.

A incorporação de pigmentos absorvedores aos protetores solares brancos aumenta consideravelmente a capacidade fotoprotetora desses produtos. Esse efeito sinérgico é devido à reflexão da luz, aumentada consideravelmente pelo maior comprimento do percurso da luz atravessando a camada de protetor solar.¹⁰

Formulações contendo filtros opacos e pigmentos absorvedores proporcionam eficaz fotoproteção aos indivíduos sensíveis à luz visível, bem como melhor aceitabilidade cosmética.¹⁰

Para a avaliação da eficácia fotoprotetora dos protetores solares, dentro da faixa UVB e UVA, já estão descritos na literatura métodos validados e reconhecidos internacionalmente como o fator de proteção solar (FPS) e o método do Escurecimento Pigmentar Persistente (do inglês Persistent Pigment Darkening – PPD).¹¹

Diferentemente, a quantificação da proteção oferecida por um protetor solar na faixa da luz visível ainda não foi motivo de publicação na literatura, apesar da crescente importância desse espectro da radiação em mecanismos fisiopatológicos cutâneos.

Os objetivos deste estudo foram avaliar, de forma comparativa, a proteção contra a luz visível oferecida por fotoprote-

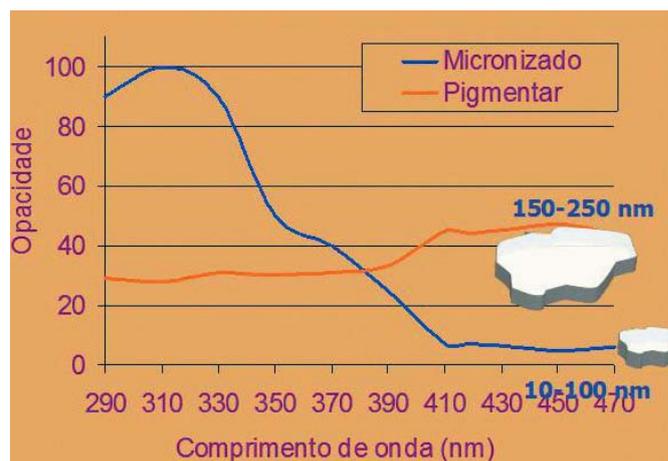


Gráfico 1: Relação entre opacidade (capacidade refletiva) em diferentes comprimentos de onda entre TiO₂ micronizado e pigmentar – Adaptado de 8.

tores, transparentes e coloridos, através da avaliação espectrofotométrica da curva de absorção dos produtos, do valor do fator de proteção solar e das características colorimétricas, e também propor medidas alternativas para a quantificação da proteção dentro dessa específica faixa de radiação.

MÉTODOS

O estudo avaliou, de forma comparativa, 20 diferentes fotoprotetores existentes no mercado brasileiro, com relação às características espectrofotométricas dentro da faixa de 290 a 450nm, com particular interesse para a faixa compreendida entre 400 e 450nm.

O estudo foi realizado no laboratório de fotoproteção da Medcin Instituto da Pele, centro privado de dermatologia e pesquisa clínica localizado no município de Osasco, na Grande São Paulo, durante o período de abril a junho de 2011.

I – Produtos estudados

Foram selecionados 20 protetores solares disponíveis no mercado brasileiro, com formulação e composição de filtros ultravioleta apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Lista dos fotoprotetores avaliados com respectiva classificação de cor, FPS e composição de filtros

Cor	FPS	Filtros (INCI name)	
1	Colorido	100	Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Titanium Dioxide / Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol / Butylmethoxydibenzoylmethane / Octocrylene
2	Colorido	100	Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Titanium Dioxide / Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol / Butylmethoxydibenzoylmethane / Octocrylene
3	Colorido	60	2-Ethylhexyl Salicylate / Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Titanium Dioxide / Butylmethoxydibenzoylmethane / Octocrylene / Drometrizole Trisiloxane / Terephthalylidene Dicamphor Sulfonic Acid
4	Colorido	60	Ethylhexyl Triazone / Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Titanium Dioxide / Butylmethoxydibenzoylmethane / Drometrizole Trisiloxane
5	Colorido	60	Ethylhexyl Methoxycinnamate / Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Titanium Dioxide / Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol / Zinc Oxides
6	Colorido	35	Homosalate / Ethylhexyl Methoxycinnamate / Ethylhexyl Triazone / Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Titanium Dioxide
7	Colorido	35	Homosalate / Ethylhexyl Methoxycinnamate / Ethylhexyl Triazone / Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Titanium Dioxide
8	Colorido	30	Homosalate / Ethylhexyl Methoxycinnamate / Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Titanium Dioxide / 2-Ethylhexyl Salicylate / Benzophenone-3
9	Colorido	30	Homosalate / Ethylhexyl Methoxycinnamate / Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Titanium Dioxide / 2-Ethylhexyl Salicylate / Benzophenone-3
10	Colorido	40	Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Titanium Dioxide / Butylmethoxydibenzoylmethane / Octocrylene / 2-Ethylhexyl Salicylate
11	Colorido	65	Ethylhexyl Methoxycinnamate / Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Titanium Dioxide / Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol / 4-Methylbenzylidene Camphor / FeO / Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid
12	Colorido	50	Titanium Dioxide / Zinc Oxides
13	Colorido	25	Ethylhexyl Methoxycinnamate / 4-Methylbenzylidene Camphor
14	Branco	100	Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol / Butylmethoxydibenzoylmethane / Octocrylene
15	Branco	30	Ethylhexyl Methoxycinnamate / Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol
16	Branco	60	Ethylhexyl Triazone / Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Titanium Dioxide / Butylmethoxydibenzoylmethane / Octocrylene / Drometrizole Trisiloxane / Terephthalylidene Dicamphor Sulfonic Acid
17	Branco	70	Ethylhexyl Triazone / Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Titanium Dioxide / Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol / Butylmethoxydibenzoylmethane / Octocrylene / 2-Ethylhexyl Salicylate
18	Branco	50	Zinc Oxides
19	Branco	30	Homosalate / Ethylhexyl Methoxycinnamate / Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Titanium Dioxide / 2-Ethylhexyl Salicylate / Benzophenone-3
20	Branco	60	Ethylhexyl Methoxycinnamate / Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine / Titanium Dioxide, Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol / Zinc Oxides

II – Equipamentos

II A – Equipamento de espectrofotometria

O UV Transmittance Analyzer UV-1000 (Labsphere[®], New Hampshire – EUA) emite irradiação através de uma lâmpada de xenônio de 10W na faixa de 250 a 450nm em intervalos de comprimento de onda de 1nm detectado pelos espectrógrafos.

A porção óptica do espectrofotômetro consiste de duas câmaras, uma superior e outra inferior. A câmara superior é composta pela esfera de integração, a lâmpada emissora e um cabo de fibra óptica. Esse conjunto é responsável pela incidência dos raios que chegam à amostra. A câmara inferior é composta por lentes, espelho e outro cabo de fibra óptica que, juntos, são responsáveis por captar a luz transmitida.

II B – Equipamento de colorimetria

O equipamento Chroma Meter CR-400 (Minolta[®], Osaka – Japão), através do sistema-padrão de cor CIE (The Commission International de l'Eclairage), avalia cor de superfícies utilizando três parâmetros (L^* , a^* e b^*).¹²

O valor de L^* é definido como a luminosidade ou a intensidade de brilho de uma superfície. Esse parâmetro é expresso em escala de 0 (referente ao preto) a 100 (correspondente ao branco).

Os valores de a^* variam em seu eixo de vermelho (+100) a verde (-100), e os valores de b^* , de amarelo (+100) a azul (-100).

III – Outros materiais

III A – Placas Helioplate HD6 (HelioScreen Labs[®], Marseille – França)

As placas utilizadas são de polimetilmetacrilato (PMMA), apresentando em uma de suas superfícies rugosidade padronizada de 6 μ m.

IV – Procedimentos

IV A – Avaliação espectrofotométrica

Para realização do estudo, os produtos foram aplicados na placa de PMMA, na quantidade de 0,75mg/cm² sobre a superfície rugosa.

A quantidade e a forma de aplicação do produto no substrato são críticas para a fidelidade e reprodutibilidade do teste, e por isso todos os procedimentos foram realizados pelo mesmo pesquisador, com experiência na forma de aplicação.

Após a aplicação do produto a placa de PMMA foi colocada durante 15 minutos em local escuro com temperatura ambiente para a secagem do produto e formação de um fino filme homogêneo.

Encerrado o período de repouso, as placas foram inseridas no equipamento de espectrofotometria para as leituras. Em cada placa foram feitas leituras em cinco diferentes pontos.

Os dados coletados pelo equipamento foram compilados em planilha eletrônica, para determinação das curvas espectrofotométricas. A integral da área das diferentes curvas, dentro da faixa da luz visível (I_{vis} _{400-450nm}), foi determinada através da seguinte equação:

$$I_{vis} = \int_{400}^{450} A(\lambda) d(\lambda)$$

IV B – Avaliações colorimétricas

O parâmetro L^* , que define a luminosidade ou brilho de uma superfície, foi uma das variáveis estudadas. Quanto maior a medida de L^* , mais clara ou branca fica a placa em que o produto foi aplicado.

Para melhor comparação da medida de L^* , foi calculada a variação do valor encontrado na placa com e sem produto.

O Delta L foi calculado através da seguinte equação matemática:

$$\Delta L^* (DL^*) = L^*_{sp} - L^*_p$$

Em que:

L^*_{sp} = Valor de L na placa sem o produto

L^*_p = Valor de L na placa com o produto

A variação da opacidade foi outra variável estudada através da medida do parâmetro de translucidez (PT).¹³

Enquanto a cor é determinada pelos parâmetros L^* , a^* e b^* , a opacidade de uma superfície pode ser determinada pelo Parâmetro de Translucidez (PT), equação que correlaciona os parâmetros mencionados da superfície sobre um fundo branco ($L^* = 90,22$; $a^* = 2,99$; $b^* = -3,13$) e um fundo preto ($L^* = 21,48$; $a^* = 0,70$; $b^* = 0,22$).

Superfícies totalmente opacas não permitem nenhum nível de transmissão de luz. No extremo oposto, superfícies totalmente transparentes permitem a total transmissão da luz.

Quando comparadas, a menor translucidez pode ser entendida como maior proximidade da opacidade completa.

A translucidez pode ser calculada com base na relação entre a coloração (E^*_{ab}) de uma superfície em um fundo branco e a coloração da superfície em fundo preto, conforme definição de literatura,¹³ através da equação:

$$\sqrt{(L^*_b - L^*_p)^2 + (b^*_b - b^*_p)^2}$$

Em que:

L^*_b e L^*_p = valor de L^* no fundo branco e no preto, respectivamente

a^*_b e a^*_p = valor de a^* no fundo branco e no preto, respectivamente

b^*_b e b^*_p = valor de b^* no fundo branco e no preto, respectivamente

Portanto, o Delta PT (Parâmetro de Translucidez) pode ser determinado através da seguinte equação:

$$\Delta PT = PT_{sp} - PT_p$$

Em que:

PT_{sp} = parâmetro de translucidez na placa sem o produto

PT_p = parâmetro de translucidez na placa com o produto

Assim, um produto ou superfície com maior Delta PT significa maior variação em relação à translucidez da placa sem o produto e, portanto, maior opacidade.

Os produtos avaliados foram divididos em dois grupos classificados como produto branco, quando não há presença de pigmentos coloridos, e produto colorido, ou tinto, quando há presença de pigmentos em sua formulação.

V – Análise estatística

A relação entre as variáveis foi avaliada através de gráficos de dispersão, coeficiente de correlação linear de Pearson e teste de hipótese para o coeficiente de correlação.

RESULTADOS

Os 20 produtos avaliados foram submetidos à determinação da curva espectrofotométrica e posterior determinação colorimétrica das faixas, conforme os procedimentos descritos.

Os resultados estão apresentados abaixo.

I – Eficácia absorptiva na faixa da luz visível (400 a 450 nm)

A eficácia absorptiva na faixa de luz visível (Evis 400–450nm) foi determinada pela integral da área na referida faixa espectrofotométrica. Os valores, portanto, referem-se à somatória dos índices de absorção em todos os comprimentos de onda entre 400 e 450nm (Ivis).

A tabela 2 apresenta, de forma descritiva, os valores encontrados para os produtos avaliados.

Como se pode observar, os produtos coloridos apresentaram valores de eficácia absorptiva superiores aos dos produtos de apresentação branca, demonstrando que a presença de pigmentos na formulação interfere positivamente na proteção dentro da faixa da luz visível (400 a 450nm).

Comparando-se o valor de FPS com o da eficácia absorptiva dentro da faixa da luz visível, observa-se que, aparentemente, não há relação entre essas medidas.

Para comprovar tal observação, os valores foram estatisticamente comparados.

Tabela 2: Lista dos fotoprotetores avaliados com respectiva classificação de cor, FPS e integral do índice de absorção na faixa da luz visível (400 a 450nm)

	Cor	FPS	Integral (400-450nm)
1	Colorido	100	14,70
2	Colorido	100	26,54
3	Colorido	60	14,05
4	Colorido	60	14,12
5	Colorido	60	16,78
6	Colorido	35	22,62
7	Colorido	35	26,01
8	Colorido	30	30,61
9	Colorido	30	27,39
10	Colorido	40	32,76
11	Colorido	65	15,08
12	Colorido	50	30,81
13	Colorido	25	28,33
14	Branco	100	7,15
15	Branco	30	7,38
16	Branco	60	9,68
17	Branco	70	4,26
18	Branco	50	3,33
19	Branco	30	2,39
20	Branco	60	8,39

O gráfico 2 representa o gráfico de dispersão da relação entre o FPS nominal e a eficácia absorptiva dentro da faixa da luz visível:

A relação entre as variáveis foi avaliada através do coeficiente de correlação linear de Pearson e teste de hipótese para o coeficiente de correlação.

O resultado está apresentado na tabela 3, abaixo.

Verifica-se que não há correlação significativa entre o FPS nominal e a integral de 400–450nm.

II – Avaliação colorimétrica das placas

O grau de opacidade dos produtos aplicados nas placas de PMMA é parâmetro importante a ser avaliado, uma vez que pode demonstrar que a maior opacidade dos produtos tem relação com sua eficácia absorptiva dentro da faixa de luz visível.

A avaliação colorimétrica das placas teve por objetivo identificar a intensidade de sua opacidade através dos índices de Delta L* e Delta PT, conforme já descrito.

Quanto maior o valor de Delta L, maior a diferença de luminosidade entre a placa com o produto e a placa sem produto, portanto, mais pigmentado o produto.

Por fim, quanto maior o valor de Delta PT, maior a diferença de translucidez entre a placa com o produto e a placa sem produto, portanto, maior é a opacidade do produto.

A tabela 4, abaixo, apresenta os valores de Delta L* e Delta PT dos produtos estudados.

Como se pode observar, os produtos coloridos apresentaram valores de Delta L e Delta PT superiores aos dos produtos brancos.

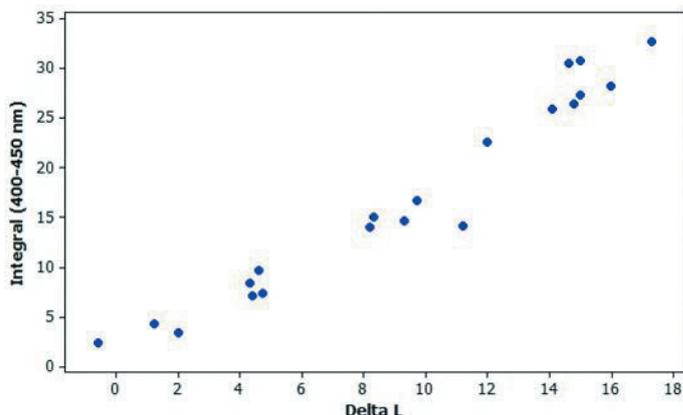


Gráfico 2: Relação entre eficácia absorptiva na luz visível (Evis) e FPS

Tabela 3: Coeficiente de relação linear de Pearson entre FPS e Evis

Variáveis	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	VALOR P	CONCLUSÃO *
FPS vs Integral 400-450nm	-0,279	0,233	Não rejeita a hipótese **

Tabela 4: Fotoprotetores avaliados com respectiva classificação de cor, integral do índice de absorção na faixa da luz visível (400 a 450nm), Delta L e Delta PT

Cor	Integral (400-450nm)	ØL	ØPT	
1	Colorido	14,70	9,3	21,27
2	Colorido	26,54	14,8	23,56
3	Colorido	14,05	8,2	11,31
4	Colorido	14,12	11,2	14,13
5	Colorido	16,78	9,7	15,84
6	Colorido	22,62	12	24,82
7	Colorido	26,01	14,1	26,57
8	Colorido	30,61	14,6	26,77
9	Colorido	27,39	15	23,57
10	Colorido	32,76	17,3	27,47
11	Colorido	15,08	8,3	11,15
12	Colorido	30,81	15	28
13	Colorido	28,33	16	26,60
14	Branco	7,15	4,4	6,57
15	Branco	7,38	4,7	6,18
16	Branco	9,68	4,6	7,41
17	Branco	4,26	1,2	2,74
18	Branco	3,33	2	3,91
19	Branco	2,39	-0,6	0,69
20	Branco	8,39	4,3	6,81

Para verificar se houve alguma correlação entre os valores de Delta L e Delta PT com os valores de eficácia absorptiva na faixa da luz visível, os dados foram avaliados estatisticamente.

O gráfico 3 representa a relação entre a eficácia absorptiva na faixa da luz visível e o Delta L.

O gráfico mostra que quanto maior o Delta L, maior é o valor da integral de 400-450nm (eficácia absorptiva). Na tabela 5 verifica-se se essa correlação é significativa através do coeficiente relação linear de Pearson.

Como se pode observar, há forte correlação positiva entre Delta L e a eficácia absorptiva na faixa da luz visível (Evis).

Por fim, o gráfico 4 representa a relação entre a eficácia absorptiva na faixa da luz visível e o Delta PT:

O gráfico mostra que quanto maior o Delta PT maior é a integral de 400-450nm. Será avaliado na tabela 6 se essa correlação é significativa através do coeficiente de relação linear de Pearson.

Como se pode observar, há forte correlação positiva entre Delta PT e a eficácia absorptiva na faixa da luz visível.

DISCUSSÃO

A importância da proteção contra a luz visível decorre principalmente de recentes estudos que demonstram sua ação estimulando a pigmentação em pacientes melanocompetentes⁵ e, potencialmente, interferindo em dermatoses hiperpigmentares como o melasma e a hiperchromia pós-inflamatória.

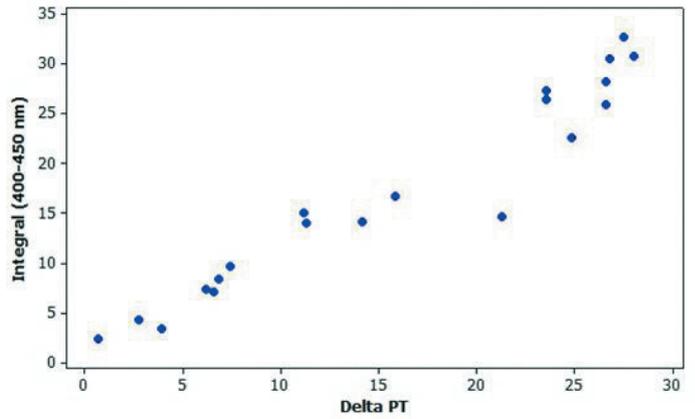


Gráfico 3: Gráfico de dispersão da integral de 400-450nm vs Delta L

Tabela 5: Coeficiente de relação linear de Pearson entre Delta L e Evis

Variáveis	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	VALOR P	CONCLUSÃO *
Delta L vs Integral 400-450nm	0,975	<0,001	Rejeita a hipótese**

* Nível de significância: 5%

** Hipótese: Não há correlação entre as variáveis

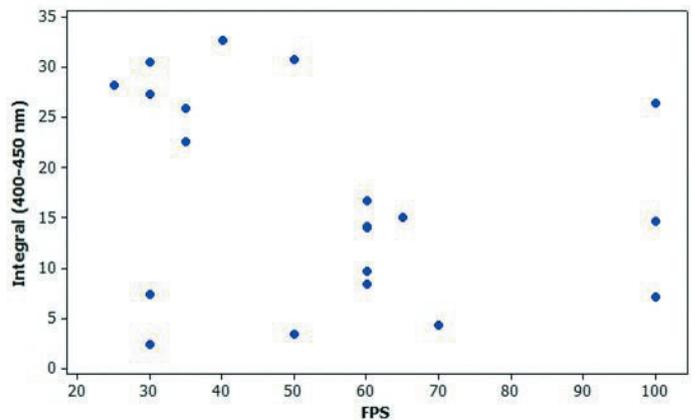


Gráfico 4: Gráfico de dispersão da integral de 400-450nm vs Delta L

Segundo a literatura, dentro da faixa de luz visível, a porção de menor comprimento de onda (e, portanto, mais energética) é a de maior ação fotobiológica.¹⁴ Essa faixa, também denominada Luz Azul, compreende comprimento de onda desde 400nm até 450nm.

A disponibilidade de fotoprotetores em bases coloridas ou tintas, para o tratamento e prevenção de dermatoses pigmentares, tem demonstrado ser opção efetiva dentro do arsenal terapêutico do dermatologista.

Tabela 6: Coeficiente de relação linear de Pearson entre Delta PT e Evis

Variáveis	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	VALOR P	CONCLUSÃO *
Delta PT vs Integral 400-450nm	0,967	<0,001	Rejeita a hipótese**

* Nível de significância: 5%

** Hipótese: Não há correlação entre as variáveis

Não há descrição na literatura, entretanto, de métodos adequados para a quantificação desse efeito fotoprotetor particular.

Dos métodos disponíveis para quantificar esse efeito fotoprotetor, a avaliação espectrofotométrica da curva de absorção dentro da faixa de luz visível é o mais factível até o momento, visto que ainda não está determinada exatamente a evolução e os mecanismos fisiopatogênicos da pigmentação decorrente da luz visível.

O presente estudo avaliou 20 fotoprotetores, de diferentes formulações, brancos e coloridos, disponíveis no mercado brasileiro. Através de medidas espectrofotométricas e colorimétricas tentou-se identificar método confiável para quantificação da proteção desses produtos contra a luz visível, particularmente dentro da faixa de luz azul (400-450nm).

Os resultados demonstraram que o cálculo da eficácia absorptiva na faixa da luz visível (Evis), que pode ser definida como a integral do índice de absorção na faixa de 400 a 450nm, se apresenta como alternativa confiável para a identificação do efeito protetor dentro dessa específica faixa.

A medida apresentada conseguiu, dentro dos produtos avaliados, distinguir o efeito de produtos visualmente brancos e coloridos, pois todos os 13 coloridos apresentaram medidas superiores aos sete brancos.

Além disso, demonstrou-se que a medida de eficácia absorptiva na faixa da luz visível (Evis) tem forte relação com as características de cor e opacidade calculadas pelos índices colorimétricos Delta L e Delta PT. Esse dado reforça o conceito teórico de que os produtos de coloração mais opaca são mais efetivos na proteção contra a luz visível do que os produtos menos coloridos.

Por fim, os resultados demonstraram que o valor do fator de proteção solar (FPS) não tem relação direta com a proteção contra a luz visível. Dessa forma, a escolha de protetores solares com base apenas no valor do FPS dos produtos não infere, de maneira adequada, sua proteção contra os efeitos da luz visível.

CONCLUSÕES

O presente estudo foi capaz de demonstrar que o uso de medidas espectrofotométricas pode ser um importante parâmetro para a avaliação da eficácia fotoprotetora na faixa da luz visível de produtos fotoprotetores tópicos.

Os resultados demonstram que os produtos classificados como coloridos apresentam melhor eficácia absorptiva na faixa de luz visível se comparados aos produtos brancos.

Os dados ainda autorizam afirmar que a medida de eficácia absorptiva na faixa de luz visível (Evis) é a medida mais adequada para essa avaliação, pois permite distinguir a eficácia de produtos coloridos e brancos, além de ser capaz de ordenar o efeito fotoprotetor dos produtos coloridos.

Além disso, os dados apresentados demonstram que o valor do FPS não tem relação com a eficácia absorptiva na faixa da luz visível. Dessa forma, evidencia-se que, na escolha de fotoprotetores coloridos para proteção contra essa específica faixa da radiação solar, o médico prescritor não deve considerar o FPS único critério para a seleção, devendo também considerar informações acerca da eficácia fotoprotetora dentro da faixa de luz visível, particularmente a medida de eficácia absorptiva (Evis). ●

REFERÊNCIAS

1. Roelandts R. History of human photobiology In: Lim HW, Hönigsmann H, Hawk JLM. Photodermatology. New York: Informa Healthcare USA; 2007. p 1-13.
2. Diffey BL, Kochevar IE. Basic Principles of Photobiology. In: Lim HW, Hönigsmann H, Hawk JLM. Photodermatology. New York: Informa Healthcare USA; 2007. p 15-27.
3. Kochevar IE, Taylor CR. Photophysics, photochemistry and Photobiology In: Freeberg, IM et al. Fitzpatrick's dermatology in general medicine. 6th Ed. New York: Mc Graw-Hill; 2003. p 1267-1283.
4. Mahmoud BH, Hexsel CL, Hamzavi IL, Lym HW. Effects of visible light on the skin. Photoch Photobiol, 2008, 84(2): 450-62.
5. Mahmoud BH, Ruvolo E, Hexsel CL, Liu Y, Owen MR, Kollias N, Lim HW, Hamzavi IH. Impact of long-wavelength UVA and visible light on melanocompetent skin. J Invest Dermatol. 2010;130(8):2092-7
6. Pinnell SR. Cutaneous photodamage, oxidative stress, and topical anti-oxidant protection. J Am Acad Dermatol. 2003;48(1): 1-19.
7. Tuchinda C, Lim HW, Osterwalder U, Rougier A. Novel emerging sunscreen technologies. Dermatol Clin. 2006;24(1):105-17.
8. Fairhurst D, Mitchnick MA: Particulate Sun Blocks: General Principles In: Shaath NA. Sunscreens: Regulation and commercial development. 3rd edition. Boca Raton: T&F Informa; 2005. p 325.
9. Diffey BL, Faar PM. Sunscreen protection against UVB, UVA and blue light: an in vivo and in vitro comparison. Br J Dermatol. 1991; 124(3):258-63.
10. Kaye ET, Levin JA, Blank IH, Arndt KA, Anderson RR. Efficiency of opaque photoprotective agents in the visible light range. Arch Dermatol. 1991; 127(3): 351-5..
11. Schalka S, Reis VM. Sun protection factor: meaning and controversies. An Bras Dermatol. 2011;86(3):507-15.
12. Pitrard GE. EEMCO guidance for the assessment of skin colour. J Eur Acad Dermatol Venereol. 1998;10(1):1-11.
13. Johnston W M, Ma T, Kienle BH. Translucency parameter of colorants for maxillofacial prosthesis. Int J Prosthodont. 1995; 8(1): 79-86.
14. Moseley H, Cameron H, MacLeod T, Clark C, Dawe R, Ferguson J. New sunscreens confer improved protection for photosensitive patients in the blue light region. Br J Dermatol. 2011; 145(5):789-94.