

# RADIAÇÃO UV E SAÚDE HUMANA<sup>1</sup>

O presente documento apresenta os seguintes tópicos relacionados à radiação UV e Saúde humana:

- Efeitos da R-UV sobre a Pele
- Examinando sua pele
- Tipos de pele
- Efeitos da R-UV sobre os olhos

## Efeitos da R-UV sobre a pele

As reações da pele humana à exposição à Radiação UV (R-UV) podem ser classificadas como agudas (imediatas) ou crônicas (a longo prazo). As reações agudas, como queimaduras, bronzeamento e produção de vitamina D, se desenvolvem e desaparecem rapidamente; enquanto as crônicas, como fotoenvelhecimento e câncer de pele, têm aparecimento gradual e de longa duração. A diferença entre ambas as reações se deve, principalmente, ao histórico de exposição da pessoa e a diferentes comprimentos de onda da R-UV, uma vez que a R-UVB é cerca de 1000 vezes mais “agressiva” do que a R-UVA. Essa diferença faz com que a R-UVA tenha uma contribuição de somente 15 a 20% na quantidade de energia responsável pela queimadura. Os principais efeitos da R-UV sobre pele humana são apresentados na tabela abaixo.

Efeitos da R-UV sobre a pele humana			
Produção de vitamina D	Sardas	Pintas	Cânceres de Pele
Queimaduras	Bronzeamento	Foto-Envelhecimento	

Detalhes sobre cada um dos efeitos listados acima podem ser encontrados abaixo. Veja no final do documento o leitor pode aprender como [examinar a saúde da sua pele](#).

### a) Produção de vitamina D<sub>3</sub> (coleciferol)

Uma das funções benéficas da R-UV sobre a pele humana é a capacidade de sintetizar a vitamina D<sub>3</sub>. O processo de formação dessa vitamina se inicia na conversão, pela R-UVB, do 7-deidrocolesterol, presente na epiderme, em pré-vitamina D<sub>3</sub>. A pré-vitamina se isomeriza em vitamina D<sub>3</sub> num processo controlado pela temperatura da pele e que se finaliza em até três dias. Pequenos períodos de exposição ao sol já são suficientes para desencadear o processo de formação dessa vitamina. Em países tropicais, como o Brasil, cerca de 15 minutos de exposição das mãos, braços e face entre as 9 e as 16h, já são suficientes para regular a produção. A vitamina D<sub>3</sub> age sobre os ossos, glândulas paratireóides, rins e intestino; regulando o metabolismo da função osteoblástica (produção óssea) e da secreção de PTH (hormônio paratireóide). É essencial para evitar o raquitismo em bebês e crianças.

---

<sup>1</sup> **Texto Revisado: Dr. Cláudio Wulkan (dermatologista)**

## b) Queimaduras

A queimadura, ou eritema, é a principal reação da pele à exposição excessiva aos raios solares. O avermelhamento da pele é resultado do aumento do fluxo de sangue, devido à dilatação dos vasos sanguíneos mais superficiais. Para exemplificar as características do ciclo de uma queimadura solar, tomemos o exemplo de uma pessoa branca durante um “banho de sol” de 20 a 30 minutos próximo ao meio-dia, num dia de céu limpo em São Paulo. Neste caso, os primeiros sinais de vaso dilatação ocorreriam logo após os primeiros minutos de exposição. Porém, esses primeiros sinais só poderiam ser observados com instrumentos mais sensíveis que o olho humano (Diffey e Oakley, 1987). De maneira geral, nesta situação, os efeitos visíveis surgem após cerca de 4 hrs da exposição, atingindo seu máximo após 8 a 12h e desaparecendo após 1 ou 2 dias. Períodos maiores de exposição ao Sol, principalmente durante os meses de verão, podem antecipar o aparecimento do eritema, aumentar sua intensidade e prolongar seu período de permanência na pele. Altas doses de R-UV também podem provocar edemas, bolhas e descascamento da pele após alguns dias. Além do tempo de exposição, o fenótipo é outro fator que influencia o aparecimento de queimaduras solares. Indivíduos com a pele mais clara têm maior facilidade para desenvolver um processo eritematoso do que indivíduos morenos ou negros. A cor dos olhos, cor dos cabelos e a presença de sardas também são fatores importantes na determinação da susceptibilidade de um indivíduo às queimaduras solares. Um resumo da influência destas características é apresentado na tabela 1. A sensibilidade eritêmica também varia de acordo com a parte do corpo humano. O rosto, pescoço e o tronco são de 2 a 4 vezes mais sensíveis do que os membros (Olson et al., 1966; Urbach, 1969). Essas diferenças anatômicas se referem à quantidade média de energia UV recebida pelo corpo, na vertical, quando em exposição à radiação solar. Outros fatores como a idade, alimentação, condições de saúde, condições atmosféricas (umidade, calor e vento) também exercem influência sobre o desenvolvimento do eritema.

Tipo	Reações da pele à radiação solar	Exemplos
I	Sempre se queima, facilmente e de maneira severa (queimadura dolorosa); nunca se bronzeia; a pele sempre se descasca.	Pele muito clara, olhos azuis, sardas, cabelos loiros ou ruivos; a pele não-exposta é branca.
II	Geralmente se queima facilmente e de maneira severa (queimadura dolorosa); bronzeamento inexistente ou muito fraco; também descasca.	Pele clara, olhos claros ou castanhos, sardas, cabelos loiros ou ruivos; a pele não-exposta é branca.
III	Queima moderadamente e apresenta bronzeamento médio.	Média dos caucasianos; a pele não-exposta é branca.
IV	Mínima queimadura, bronzeia-se facilmente e acima da média em cada exposição; geralmente exhibe reações de IPD ( <i>immediate pigment darkening</i> )	Pessoas com a pele branca ou morena, cabelos e olhos castanhos escuros (mediterrâneos, mongolóides, orientais, hispânicos, etc.); a pele não-exposta é branca ou morena.
V	Raramente se queima, bronzeia-se facilmente e substancialmente; sempre exhibe IPD	Mulatos e mestiços (ameríndios, índios, hispânicos, etc.)
VI	Nunca queima e se bronzeia abundantemente; sempre exhibe IPD	Negros; a pele não exposta é negra

Tabela 1 - Tipos de pele e reações ao sol (adaptado de Diffey, 1991)

### c) **Bronzeamento**

A produção de melanina pode ser facultativa ou constitutiva. A produção facultativa ocorre nas situações de excesso de exposição ao Sol e o caso constitutivo se refere à pigmentação natural, determinada por fatores genéticos ou raciais, e determinante para a caracterização das diferentes colorações de pele nos seres humanos. No caso da exposição excessiva ao Sol, podem ocorrer dois tipos distintos de bronzeamento. O primeiro deles é o bronzeamento imediato (IPD – *Immediate pigment darkening*), um escurecimento transitório da pele induzido pelas radiações UVA e visível. O escurecimento da pele se torna evidente após 5 a 10 minutos de exposição e desaparece após uma ou duas horas. Esse tipo de bronzeado não é muito comum e alguns estudos (Breitner and Wennester, 1985; Honingsmann et al., 1986) sugerem que os mecanismos predominantes para o surgimento do IPD são alterações nos processos fotoquímicos de produção da melanina. A forma mais familiar de bronzeamento é aquele que se inicia após um ou dois dias da exposição, aumenta nos dias seguintes e perdura por semanas ou meses. Após a exposição ao sol, há um aumento da atividade da enzima tirosinas e do número de melanócitos em funcionamento. Estes fatores colaboram para a formação de novas quantidades de melanina e, conseqüentemente, do aumento do número de grânulos de melanina por toda epiderme. Embora essa cobertura de pigmentos ofereça um grau moderado de proteção, não se pode dizer que a mesma constitui um mecanismo efetivo para proteger a pele humana, principalmente entre indivíduos de pele branca.

### d) **Foto-envelhecimento**

Os sinais do envelhecimento precoce causado pela exposição ao sol são: o ressecamento da pele, rugas e marcas profundas, perda da elasticidade e a pigmentação excessiva de cores e formas variadas. Estas características são sintomas que refletem mudanças relevantes na estrutura da derme. A maioria dos dermatologistas aponta que cerca de 80% das razões do foto-envelhecimento de uma pessoa, com exceção daquelas que exercem atividades diárias sob o sol, é fruto da exposição excessiva aos raios UV até os 20 anos de idade. Embora a R-UVB seja extremamente nociva ao ser humano, a R-UVA, por penetrar até camadas mais profundas da pele, é a principal responsável pelo foto-envelhecimento.

### e) **Sardas**

Também conhecidas como efélides, são manchas cuja distribuição dos pigmentos melânicos costuma ser homogênea, embora possa ter a borda irregular. A presença das sardas se acentua em períodos de grande exposição ao Sol. Apesar de não representarem risco de transformação para o melanoma, a existência de uma grande quantidade de sardas pode indicar o hábito de exposição ao Sol em excesso, principalmente se tratar de pessoas de pele clara. Muito semelhantes às sardas, as manchas senis costumam surgir em pessoas idosas, principalmente no rosto, antebraço e costas das mãos. Esse tipo de mancha também não apresenta maiores riscos à saúde.

### f) **Pintas**

No jargão médico as pintas são denominadas nevos (do latim: defeito, marca) melanocíticos. Os nevos podem existir desde o nascimento (congênitos) ou aparecerem no decorrer da vida (adquiridos), apresentando diferentes tamanhos, como os pequenos

(até 1,5 cm), médios (entre 1,5 e 20,0 cm) e gigantes (superiores a 20,0 cm). Alguns nevos atípicos, cujas dimensões são maiores, podem indicar um fator de predisposição para o aparecimento de melanomas.

### **g) Cânceres de pele**

#### **g.1) Carcinoma espinocelular:**

Forma de câncer não-maligno, comumente denominado câncer não-melanoma (NMSC – *Non-Melanoma Skin Câncer*), originário dos queratinócitos ou dos anexos da epiderme. Pode ter vários aspectos como pápulas ou lesões verrucosas. O tratamento geralmente é cirúrgico com verificações de possíveis metástases e formações de gânglios.

#### **g.2) Carcinoma basocelular:**

Outro tipo de câncer não-melanoma. É formado por blocos de células neoplásicas (tumerais) semelhantes às da camada basal da epiderme ou de seus anexos. Este tipo de doença apresenta aspectos morfológicos distintos do espinocelular, possuindo crescimento lento, demorando meses ou até anos para ser diagnosticado. Pode se apresentar como alterações de pigmentação ou ulcerações, e que podem ser eliminadas através de procedimento cirúrgico.

#### **g.3) Melanoma cutâneo:**

É uma neoplasia maligna cutânea que se origina nos melanócitos ou células névicas, possui crescimento rápido, grande potencial de metástase e que pode ser fatal. Apresenta-se como uma mancha de contornos irregulares, em diferentes tons de castanho e negro. O tratamento deste tipo de enfermidade é essencialmente cirúrgico, precedido por exames histopatológicos para que se determine a profundidade da invasão e as eventuais possibilidades de metástase. A principal forma de prevenção deste, e de qualquer outro tipo de câncer de pele, é o cuidado na exposição ao sol, principalmente durante a infância e adolescência. Algumas lesões de pele são eventuais precursoras dos melanomas como os nevos melanocíticos congênitos gigantes e os adquiridos durante a infância e a adolescência; nevos displásicos (com desenvolvimento anormal) com bordas e cores irregulares, adquiridos até a idade adulta; e o lentigo maligno que aparece nos idosos.

## **Examinando sua pele**

Você deve examinar sua própria pele em uma área bem iluminada e com auxílios de um espelho grande e outro espelho de mão. Procure observar seu corpo atentamente, não se esquecendo nem das plantas de seus pés e dando atenção especial para o COURO CABELUDO, ORELHAS, NARIZ, OLHOS E LÁBIOS (a parte interna e a externa). Use o espelho de mão para inspecionar suas nádegas e outras áreas que você não pode ver. Informe qualquer alteração o seu dermatologista. Este tipo de exame é um dos métodos mais eficazes para se descobrir muitos tipos diferentes de problemas de pele e deve ser repetido a cada três meses.

Com respeito ao melanoma, é particularmente importante lembrar-se da regra do ABCD.

“A” é para “Assimetria” - dividir a pinta em quatro partes e observar se há ou não simetria entre elas. Lesões irregulares são suspeitas e lesões arredondadas ou circulares são comumente benignas.

“B” é para “Borda” - bordas irregulares ao invés de lisas sugerem alterações anormais. Atenção para saliências ou irregularidades nas bordas. Estas devem ser imediatamente analisadas por um dermatologista.

“C” é para “Cor” – cores marrom, dourado, negro, cinza ou vermelho na mesma mancha são suspeitas. Diferentes tonalidades da mesma cor também chamam a atenção.

“D” é para “Diâmetro” - você precisa estar atento a qualquer pinta, sarda, ou mancha de pele maior que 6mm. Pintas que estão aumentando de diâmetro devem ser vistas pelo seu dermatologista.

Sinais mais óbvios de problemas de pele são manchas que coçam, queimam ou sangram. Se você tem algumas verrugas ou manchas de tamanho considerável (6 milímetros ou maior), você precisa prestar uma cuidadosa atenção para a saúde de sua pele, consulte um dermatologista pelo menos uma vez ao ano. Como quase todo câncer, quanto mais cedo é detectado, maiores são as chances de cura.

## Tipos de Pele

A caracterização de um determinado tipo de pele é subjetiva e muito difícil diante da grande miscigenação e das diferentes características entre os seres humanos. Desse modo, podem ser selecionados três grandes grupos de tipos de pele (veja tabela abaixo):

- a) Aqueles que apresentam pele clara, nunca se bronzeiam e tem grande susceptibilidade a sofrer queimaduras em exposições ao sol (tipos I e II);
- b) Os de pele morena, com pigmentação intermediária (tipos III e IV);
- c) Indivíduos de pele escura, cuja pigmentação é acentuada (tipos V e VI).

Mais de 90% do cânceres de pele não melanoma ocorrem em pessoa de pele tipo I e II. Ou seja, do grupo de pele clara. Pessoas com esse tipo de pele devem ter particular atenção às medidas de prevenção às queimaduras. Bebês, crianças e idosos também devem ser incluídos nesse grupo, uma vez que suas peles são mais sensíveis aos efeitos da R-UV. Embora o número de casos de câncer seja menor em pessoas de pele mais escura, estas também estão susceptíveis a outros efeitos nocivos da R-UV, tais como as cataratas e a depleção do sistema imunológico.

TIPO	CARACTERÍSTICA	SOFRE QUEIMADURAS	BRONZEIA APÓS EXPOSIÇÃO
I.	Pele clara - pouca melanina	Sempre	Raramente
II.		Usualmente	Às vezes
III.	Pele morena - Qtd intermediária de melanina	Às vezes	Usualmente
IV.		Raramente	Sempre
V.	Pele escura - Muita proteção de melanina	Pele mulata (naturalmente)	
VI.		Pele negra (naturalmente)	

*Adaptado de Fitzpatrick e Bologna, 1995 Melanin: Its role in human photoprotection. Ov. Park, Valdenmar Pub. Co., 177-82.*

## Efeitos da R-UV sobre os olhos

Do mesmo modo que a radiação ultravioleta pode causar danos à pele humana, ela também pode ocasionar ou intensificar problemas e doenças nos olhos. De um modo geral, a exposição excessiva a qualquer tipo de radiação pode levar a algum tipo prejuízo à saúde dos olhos. A tabela 2 apresenta, de acordo com o espectro de radiação, um resumo sobre esses possíveis problemas:

<b>Espectro</b>	<b>Tecido afetado</b>	<b>Local de absorção</b>	<b>Tipo de dano</b>
UVC / UVB	Córnea	Epitélio	Fotoquímico: fotoqueratite e opacidades na córnea
UVB / UVA	Cristalino	Núcleo	Fotoquímico: Catarata
Visível	Retina	Epitélio pigmentário Hemoglobina Pigmento macular	Térmico: diminuição da visão  Hemorragia intraocular  Alterações na percepção de cores
IVA	Retina Cristalino	Epitélio pigmentário  Epitélio	Térmico: diminuição da visão  Catarata
IVB	Córnea	Epitélio	Opacidades
IVC	Córnea	Epitélio	Queimaduras superficiais

Tabela 2 - Efeitos da radiação solar sobre o olho humano (adaptado de Vergaz, 2001)

Na tabela 2 o espectro está dividido em: UVC (< 280nm), UVB (280–320nm), UVA (320–400nm), Visível (400–750nm), IVA (780–1400nm), IVB (1400–3000nm) e IVC (3000–10000nm), onde UV: Ultravioleta e IV: Infravermelho. Quanto menor o comprimento de onda da radiação, maior o dano causado à estrutura ocular. Por esta razão, as radiações UV são mais nocivas do que a luz nos comprimentos de onda visível e IV. Um outro fator que diferencia os danos causados pela radiação UV é que sua percepção não é imediata. Enquanto a radiação IV se manifesta na forma de calor e a luz visível pode ser vista, o UV não provoca nenhuma reação que desperte algum dos sentidos do ser humano.

Da mesma forma que a pele humana, os olhos podem ser mais ou menos sensíveis às radiações. De acordo com a cor, cuidados, idade e condições de saúde do indivíduo, essa sensibilidade tende a ser maior ou menor. Os tecidos que compõem o globo ocular possuem uma transparência média em relação à luz, e essa transparência é dependente do comprimento de onda. A figura 1 apresenta um corte esquemático do olho humano e a figura subsequente mostra os percentuais de R-UV absorvida em alguns de seus elementos:

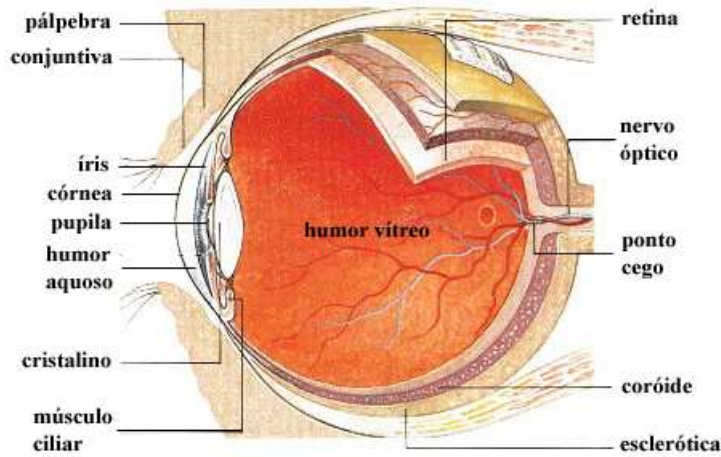


Figura 1 - Estrutura do olho humano (adaptado de RDC, 1988 e Kolb et al., 1996)

O cristalino desempenha um papel importante na proteção às radiações UV e, cirurgias que eliminam esse elemento da estrutura ocular, como a cirurgia de catarata, por exemplo, modificam bruscamente essa condição de proteção e a implantação de lentes protetoras faz-se necessária. Bebês e crianças correm maiores riscos de sofrerem danos oculares devido à maior transparência do cristalino. Nos adultos esse risco é minimizado, pois o cristalino tende naturalmente a se tornar mais opaco com a idade e, assim, absorver maior quantidade de radiação. As inflamações da córnea e da conjuntiva são seqüelas diretas da radiação UVB. Os sintomas de ambas as enfermidades caracterizam-se por dor, lacrimação, sensação de corpo estranho, fotofobia e possível avermelhamento das pálpebras. As lesões nas pálpebras são as que têm demonstrado relação mais direta com a exposição à luz solar, principalmente na identificação de lesões malignas. A radiação UVA é apontada como responsável pelo desenvolvimento de cataratas.

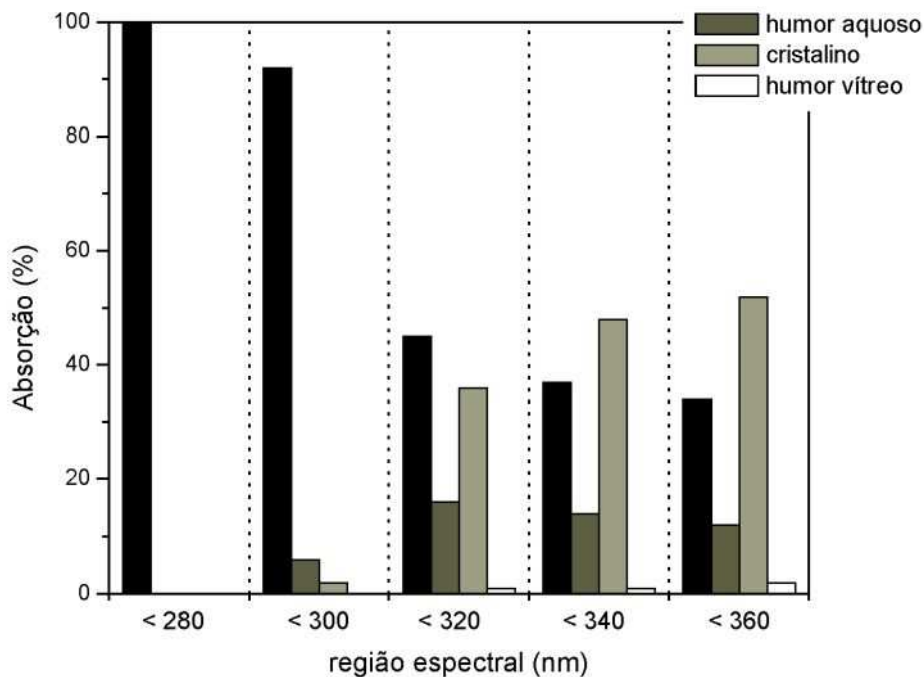


Figura 2 - Absorção de R-UV pelos elementos do olho humano (Slincy e Wolbarsht, 1980)



Os danos causados à vista podem ser divididos em dois tipos distintos de acordo com a forma de exposição: curtas exposições a intensas quantidades de radiação e longas exposições a baixas intensidades de radiação. No primeiro caso o elemento que mais sofre é a córnea, as manifestações são agudas e surgem após um período de latência; no outro caso, mais comum nos ambientes de trabalho, o cristalino e a retina são os mais atingidos. Em ambos os casos a manifestação pode se tornar um processo crônico, mesmo que seja decorrente de um processo agudo. Ainda que não haja uma determinação exata da susceptibilidade do olho à radiação, é certo que doses elevadas produzem foto conjuntivite (inflamação da conjuntiva) e fotoqueratite (inflamação da córnea). Porém, exposições prolongadas, mesmo a baixas intensidades, podem também produzir cataratas, pterígio ou alguns tipos de carcinomas, que podem ser irreversíveis ou exigir uma intervenção cirúrgica.

Como a R-UV não é necessária para a visão, não existem motivos para evitar métodos de atenuar a intensidade desse tipo de radiação e, conseqüentemente, proteger os olhos. A radiação solar chega aos olhos de forma direta e indireta (radiação difusa). Essa segunda forma é ainda mais importante no caso da R-UV, devido ao intenso espalhamento nessa região do espectro. Os filtros empregados na construção de óculos deveriam ser opacos aos comprimentos de onda menores que 400nm (UV) e maiores que 700nm (IV) (Vergaz, 2001). Porém, a maioria das lentes permite a passagem de certa quantidade de radiação nesses comprimentos de onda. Os cristais transparentes reduzem a exposição em cerca de 16%, enquanto outros orgânicos retêm cerca de 0,2%. Muitos óculos de baixa qualidade e com lentes plásticas praticamente não oferecem proteção alguma e ainda podem apresentar distorções que prejudicam a visão. As lentes adequadas devem estar livres de imperfeições, eliminar mais de 99% da R-UV e entre 75 e 90% da radiação visível, evitando incômodo ocular e reflexões excessivas.

De acordo com recomendações internacionais (EEC, 1989), os fabricantes devem indicar claramente o grau de proteção de cada lente. Os graus de proteção variam numa escala de 0 a 4, de acordo com a classificação:

Grau	Utilização
0	Conforto, estética
1	Luminosidade solar fraca
2	Luminosidade solar média
3	Luminosidade solar forte
4	Luminosidade solar excepcional (não recomendada para conduzir)

Tabela 2 - Grau de proteção para lentes oculares (EEC, 1989)