



IMPACTO DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NA SAÚDE HUMANA: REFLEXÕES E CAMINHOS PARA A PREVENÇÃO

IMPACT OF ULTRAVIOLET RADIATION ON HUMAN HEALTH: REFLECTIONS AND PATHWAYS TO PREVENTION

Muriel Santana de Oliveira¹; André Felipe da Silva Guedes²; Simone Tartari³

Informações do Artigo

Histórico:

Recebido em 20/03/2025

Recebido revisado 30/05/2025

Aceito em 20/06/2025

Palavras-chave:

Radiação, Ultravioleta, Saúde, Epidemiologia Tecnologia.

RESUMO

Este estudo aborda os impactos da radiação ultravioleta (UV) na saúde humana, destacando desde o desenvolvimento do câncer de pele até inovações no uso de radiação UV-C para desinfecção hospitalar, além de medidas preventivas essenciais para reduzir os danos causados pela exposição solar. O desenvolvimento do presente artigo utilizou-se de uma revisão de literatura atualizada que forneceu uma base teórica sólida para fundamentar o estudo e nos situar acerca do impacto da radiação ultravioleta na saúde humana. A partir desta pesquisa se reforçou o conceito de que o câncer de pele é a principal doença associada à exposição prolongada à radiação UV, e que esta radiação ocasiona danos aos tecidos que são classificados em três tipos principais: melanoma, carcinoma basocelular (CBC) e carcinoma espinocelular (CEC). Também são discutidos nesta pesquisa os aspectos como alterações genéticas (especialmente no gene P53), fotoenvelhecimento, danos oculares e imunossupressão. Por outro lado, ressalta-se o potencial benéfico do uso da radiação UV-C em ambientes controlados para desinfecção. Ao final, apresentamos reflexões sobre as principais medidas de prevenção a exposição UV, os quais incluem o uso de protetores solares, barreiras físicas e acompanhamento médico, mitigando os riscos associados à exposição solar.

1. INTRODUÇÃO

Quando pensamos no Sol, muitas vezes lembramos de conforto e bem-estar. Porém, junto com o calor e a luminosidade, a luz solar traz também a radiação ultravioleta (UV), que pode gerar prejuízos sérios à saúde (Ceballos et al., 2014). A UV é dividida em três tipos principais: UVA (320–400 nm), UVB (290–320 nm) e UVC (100–290 nm). As duas primeiras são as mais conhecidas por chegarem até nós, enquanto a UVC está quase totalmente bloqueada pela camada de ozônio na atmosfera.

¹ Estudante de Ciências Biológicas - ESTÁCIO Porto Alegre e Bolsista IES do Programa de Iniciação Científica e Tecnológica PIBIC/PIBITI - ESTÁCIO Porto Alegre.

² Doutor e Mestre em Engenharia e Tecnologia de Materiais – PUCRS, Bacharel em Física Médica – PUCRS, Especialista em Microeletrônica – UFRGS.

³ Mestre em Gestão de Cuidados da Saúde- MUST University, Enfermeira, Especialista em Saúde Ocupacional Ênfase em Enfermagem do Trabalho-IHACS.



Nos últimos anos, tem-se observado um aumento no número de casos de câncer de pele, atribuído principalmente à exposição solar sem cuidados, seja por lazer, trabalho ao ar livre ou moda (Balogh et al., 2011). Nesse cenário, entender de forma simples como cada tipo de radiação afeta o corpo e conhecer os métodos de proteção disponíveis tornam-se etapas fundamentais na prevenção de doenças associadas ao Sol.

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento do presente artigo utilizou-se de uma revisão de literatura atualizada que forneceu uma base teórica sólida para fundamentar o estudo e nos situar acerca do impacto da radiação ultravioleta na saúde humana. Para tanto foram utilizadas ferramentas de buscas bibliográficas, como por exemplo, o google acadêmico, o Scielo e Science Direct. Em complemento a esta pesquisa foi utilizada a biblioteca online Person para consulta de livros. Os descritores utilizados na pesquisa para filtrar os conteúdos de interesse foram: radiação, ultravioleta, saúde, epidemiologia e tecnologia. O período de busca das referências concentrou-se nos últimos seis anos, mas obras de referência de períodos anteriores também foram apreciadas em face a sua contribuição científica. A revisão de literatura adotada proporcionará uma visão introdutória e reflexiva sobre o estado atual do conhecimento sobre o impacto da radiação ultravioleta na saúde dos indivíduos e os aspectos de prevenção aos riscos da exposição à radiação UV.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Características da Radiação UV e Efeitos Biológicos

3.1.1. Radiação UVA (320–400 nm)

A radiação UVA é a que mais alcança a Terra. Por ter maior comprimento de onda, atinge as camadas mais profundas da pele, onde se localiza a derme (Silva, 2010). Nesse processo, produz radicais livres e estresse oxidativo, resultando em danos ao colágeno e à elastina, que mantêm a pele firme. Por isso, uma exposição frequente a esse tipo de radiação pode causar rugas, manchas e contribuir para o surgimento de diversos tipos de câncer de pele.

3.1.2. Radiação UVB (290–320 nm)

Apesar de representar uma parcela menor dos raios UV que chegam à superfície, a radiação UVB é mais energética e, portanto, mais agressiva. Ela atinge principalmente a epiderme, a camada mais externa da pele, onde provoca alterações diretas no DNA (Freire, 2024). Essas alterações são responsáveis por vários casos de câncer

de pele, incluindo o melanoma e outros tumores. Além disso, o UVB pode afetar o sistema imunológico local, diminuindo a capacidade do organismo se defender de infecções e de células potencialmente malignas.

3.1.3. Radiação UVC (100–280 nm)

Em geral, a radiação UVC não chega até nós porque é barrada pela camada de ozônio. Entretanto, em ambientes controlados, lâmpadas e aparelhos que emitem UVC são utilizados para matar vírus, bactérias e fungos (Freire, 2024). Essa mesma capacidade de danificar o DNA microbiano também torna o UVC extremamente perigoso para os tecidos humanos, exigindo protocolos rigorosos de segurança durante seu uso.

3.2. Consequências para a Saúde Humana

3.2.1. Câncer de Pele

O câncer de pele é a principal doença associada à exposição prolongada à radiação UV e pode ser classificado em três tipos principais: melanoma, carcinoma basocelular (CBC) e carcinoma espinocelular (CEC).

- **Melanoma:** É o tipo mais agressivo e perigoso, causado principalmente pela exposição intensa e intermitente aos raios UVB. Embora represente uma menor porcentagem dos casos, apresenta alto risco de metástase e pode ser fatal se não for tratado rapidamente.
- **Carcinoma Basocelular (CBC):** É o mais comum e menos agressivo; raramente se espalha para outros órgãos, mas pode provocar danos significativos localmente.
- **Carcinoma Espinocelular (CEC):** Mais invasivo que o basocelular, possui maior probabilidade de se disseminar e afetar principalmente áreas expostas ao sol, como rosto, pescoço e mãos (Balogh et al., 2011).

3.3. Aspectos Genéticos (Gene P53)

Estudos genéticos relacionados ao câncer de pele demonstram que mutações no gene P53, frequentemente causadas pela exposição à radiação UV, desempenham papel crucial no desenvolvimento de neoplasias. O gene P53 está diretamente envolvido em peças de DNA, e suas mutações resultantes da exposição solar comprometem essa função, levando ao surgimento de lesões cancerígenas. Ferramentas bioinformáticas e análises comparativas de sequências genômicas permitiram identificar o brilho entre

essas alterações e fatores ambientais, destacando a importância de estratégias preventivas personalizadas (Neto C Fluminhan, 2014).

3.3.1. Fotoenvelhecimento

Além do câncer de pele, a radiação UV é responsável pelo processo de fotoenvelhecimento, envelhecimento causado pela exposição ao sol, caracterizando aparecimento de rugas, manchas, perda de elasticidade e ressecamento da pele. Esses danos cumulativos são causados principalmente pela radiação UVA, que penetra profundamente, danificando as células e acelerando seu envelhecimento, além de aumentar o risco de lesões pré-cancerosas. A radiação UVB, por sua vez, é a principal responsável pelas queimaduras solares, que variam de intensidade e podem causar desde níveis baixos até bolhas e descamação, além de danos permanentes às células visíveis (Balogh et al., 2011).

3.3.2. Danos Oculares

Outra consequência importante da exposição prolongada aos raios UV é o desenvolvimento de lesões oculares, como catarata, pterígio e foto conjuntivite.

- **Catarata:** Uma das principais causas de cegueira no mundo está associada à opacificação do cristalino do olho provocada pela radiação UV.
- **Pterígio:** Caracterizado pelo crescimento anormal do tecido na superfície ocular.
- **Foto conjuntivite:** Inflamação da conjuntiva, relacionada à exposição intensa ao sol sem proteção (Ceballos et al., 2014).

Essas condições são particularmente prevalentes entre trabalhadores expostos ao sol por longos períodos, como agricultores e operários da construção civil.

3.3.3. Imunossupressão

Além de seus efeitos diretos sobre a pele e os olhos, a radiação UV pode suprimir o sistema imunológico, enfraquecendo a capacidade de detecção e combate às células cancerígenas e infecciosas. Esse efeito imunossupressor pode agravar doenças autoimunes, como lúpus eritematoso sistêmico, além de aumentar o risco de infecções virais e bacterianas (Silva, 2010).

3.4. Aplicações do UVC em Desinfecção

A radiação UV-C, apesar de perigosa para organismos vivos em geral, tem sido explorada como ferramenta eficaz para desinfecção de superfícies e ar em ambientes hospitalares. Estudos recentes demonstraram que a luz UV-C é capaz de inativar patógenos multirresistentes, como *Klebsiella pneumoniae* e *Acinetobacter*, complementando métodos tradicionais de desinfecção em áreas críticas de hospitais (Freire, 2024). A aplicação da luz UV-C foi comprovada em redução significativa de microrganismos em superfícies e no ar, demonstrando grande potencial para melhorar o controle de infecções hospitalares (Freire, 2024).

No entanto, é fundamental estabelecer protocolos de segurança rigorosos, pois a mesma capacidade de danificar o DNA microbiano afeta os tecidos humanos expostos de forma indireta. Equipamentos de proteção individual (EPIs) e procedimentos rígidos são necessários para evitar queimaduras e outros riscos aos profissionais que trabalham com essa tecnologia.

Protegendo-se dos Raios UV

A prevenção dos danos causados pela radiação UV é fundamental para reduzir os riscos de câncer de pele, fotoenvelhecimento e demais problemas associados.

Protetores Solares

O uso regular de protetores solares é uma das principais estratégias preventivas. Filtros solares com Fator de Proteção Solar (FPS) 30 ou mais são altamente recomendados, principalmente para indivíduos de pele clara. Eles bloqueiam ou absorvem a radiação UVA quanto a UVB e podem conter antioxidantes que neutralizam os radicais livres (Balogh et al., 2011). Os filtros UV podem ser divididos em filtros inorgânicos (físicos) ou orgânicos (químicos), dependendo de suas características físico-químicas.

Os filtros inorgânicos são partículas de óxidos capazes de refletir ou dispersar a radiação incidente. Seus principais representantes são o óxido de zinco (ZnO) e o dióxido de titânio (TiO₂). As principais características dos filtros inorgânicos são sua baixa permeação cutânea e sua elevada foto estabilidade, ou seja, a capacidade do filtro de manter sua capacidade fotoprotetora mesmo após longos períodos de radiação solar, mas sendo indicado também a reaplicação a cada duas horas.

Os filtros orgânicos são moléculas que interferem na radiação incidente por meio do mecanismo de absorção, quando o filtro atua como cromóforo exógeno ao absorver um fóton de energia e evoluir para o estado excitado da molécula. Ao retornar para o estado estável (não excitado), ocorre a liberação de energia em um comprimento de onda mais longo, seja na faixa da luz visível (como fluorescência), seja na faixa da radiação infravermelha (como calor). Que não é prejudicial ao ser humano. O processo pode repetir-se

inúmeras vezes pelo mecanismo denominado ressonância. Dependendo da capacidade de absorver comprimentos de onda mais curtos ou mais longos, os filtros orgânicos podem ser subclassificações em filtros UVA, filtros UVB e filtros de amplo espectro (UVA e UVB) sendo liberado o excesso de energia em forma de calor. Sendo também necessária sua reaplicação a cada duas horas.

A legislação norte-americana (FDA) classifica os protetores solares como medicamentos não prescritivos e relaciona 16 substâncias aprovadas como filtros UV, permitidas para uso em fotoprotetores.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define os protetores solares como produtos cosméticos e apresenta a relação de filtros ultravioleta permitidos, contendo 38 ingredientes ativos. (www.anvisa.gov.br)

Barreiras Físicas

Vestimentas adequadas, como roupas com proteção UV, e acessórios como chapéus de abas largas e óculos de sol certificados são essenciais para minimizar a exposição, especialmente em horários de maior intensidade (entre 10h e 16h) (Ceballos et al., 2014).

Exposição Consciente

Controlar o tempo de exposição ao sol é fundamental. Alterar hábitos, buscar sombra e conhecer seu tipo de pele (especialmente os fototipos 1, 2 e 3, mais suscetíveis a queimaduras) podem fazer grande diferença (Silva, 2010).

Fototipos de Pele – Classificação de *Fitzpatrick*

1. Criada em 1976 pelo médico norte-americano Thomas B. Fitzpatrick (Sociedade Brasileira de Dermatologia), essa classificação divide a pele em seis fototipos, conforme apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Tempo Máximo Seguro sem Proteção refere-se à exposição solar direta nos horários de pico (entre 10h e 16h).

Tipo de Pele	Características	FPS Recomendado	Tempo Máx. Seguro sem Proteção ¹	Tipo de Exposição	Recomendações Adicionais
Tipo I	Pele muito clara; olhos claros (azuis ou verdes); cabelo ruivo ou loiro; sardas frequentes.	FPS 50+	Até 5 minutos	Evitar exposição direta ao sol	Uso de roupas UV, chapéu e óculos com proteção UVA/UVB indispensáveis. Exame dermatológico anual.
Tipo II	Pele clara; cabelos loiros a castanhos claros; olhos claros ou castanhos claros.	FPS 50+	Até 10 minutos	Exposição limitada, sempre com proteção	Uso de roupas protetoras, chapéus de abalarga e óculos escuros. Exame dermatológico anual.
Tipo III	Pele morena clara a média; olhos e cabelos geralmente castanhos.	FPS 30 a 50	Até 15 minutos	Exposição moderada com proteção regular	Protetor solar diário, roupas com proteção UV para atividades prolongadas ao sol. Exame dermatológico regular.
Tipo IV	Pele morena moderada (oliva); cabelos e olhos castanhos escuros.	FPS 30	Até 25 minutos	Exposição consciente, proteção necessária em exposição prolongada	Uso regular de protetor solar em períodos prolongados e vestuário adequado em períodos críticos. Monitoramento periódico da pele.
Tipo V	Pele morena escura; olhos escuros; cabelos pretos ou castanho-escuros.	FPS 15 a 30	Até 40 minutos	Boa resistência, mas proteção oferecida em exposições extensas	Uso de protetor solar em exposição prolongada ou extrema. Avaliações dermatológicas periódicas aconselhadas.
Tipo VI	Pele negra; olhos e cabelos escuros.	FPS 15 a 30	Acima de 40 minutos	Alta resistência ao sol, exposição mais segura	Protetor solar recomendado em exposição intensa e prolongada para prevenir danos a longo prazo. Avaliação dermatológica periódica recomendada.

Fonte: Adaptado e ampliado de BRASIL & SOUZA (2019); SANTOS & CARVALHO (2022); Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD).

3.4.5. Acompanhamento Dermatológico

Consultas regulares ao dermatologista auxiliam na detecção e no tratamento precoce de lesões suspeitas, evitando que se tornem mais graves. Campanhas públicas de esclarecimento reforçam a importância

da proteção solar e ajudam a superar barreiras como falta de informação ou subestimação dos riscos (Balogh et al., 2011).

DISCUSSÃO

Conscientizar-se sobre os riscos envolvidos na exposição à radiação UV é essencial para qualquer pessoa que, em algum momento, esteja sob o Sol — algo que ocorre diariamente para a maioria de nós. Embora a síntese da vitamina D seja um benefício inegável, abusar do sol sem cuidados pode levar a complicações graves, como o câncer de pele. Por outro lado, uma aplicação controlada do UVC comprova que a radiação, quando bem aproveitada, pode ser positiva no combate aos microrganismos (Freire, 2024).

Assim, há uma linha tênue entre o que faz bem e o que prejudica a saúde, e é justamente o conhecimento — aliado à prevenção — que define de que lado ficamos hospedados

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em conclusão, os efeitos nocivos da radiação UV na saúde humana são amplamente documentados, abrangendo desde queimaduras solares e envelhecimento precoce até doenças graves, como câncer de pele e catarata. A destruição da camada de ozônio agrava esses riscos ao permitir que mais radiação UV atinja a superfície terrestre, especialmente em regiões com alta incidência solar.

Paralelamente, o uso controlado de UVC em desinfecção hospitalar demonstra o potencial benéfico da radiação em áreas específicas. Portanto, a combinação de avanços tecnológicos (como a proteção por UVC) e medidas preventivas (uso de protetores solares, barreiras físicas e acompanhamento médico) torna-se especial para mitigar os danos causados pela radiação UV e promover uma melhor qualidade de vida. Manter a exposição ao Sol de forma equilibrada, com as desvantagens adequadas, é o melhor caminho para aproveitar o que ele oferece de positivo e evitar seus efeitos contraditórios.

Agradecimentos

Agradecemos aos profissionais de saúde, pesquisadores e professores que dedicam seus esforços para esclarecer a ação da radiação UV no organismo, tornando a prevenção mais acessível a todos e estimulando inovações tecnológicas na área de privacidade.

Declaração de conflito de interesse:

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Notas sobre os colaboradores

Muriel Santana de Oliveira, estudante de Ciências Biológicas - ESTÁCIO Porto Alegre e Bolsista IES do Programa de Iniciação Científica e Tecnológica PIBIC/PIBITI - ESTÁCIO Porto Alegre.

Dr. André Felipe da Silva Guedes, Doutor e Mestre em Engenharia e Tecnologia de Materiais – PUCRS, Bacharel em Física Médica – PUCRS, Especialista em Microeletrônica – UFRGS, Especialista em Planejamento, Implementação e Gestão em EAD – UFF, Docente, Pesquisador e Coordenador de Pesquisa, Extensão e Internacionalização – ESTÁCIO Porto Alegre e Docente de Mestrado, Doutorado e Orientador de Capstone - MUST University.

Me. Simone Tartari, Mestre em Gestão de Cuidados da Saúde- MUST University, Enfermeira, Especialista em Saúde Ocupacional Ênfase em Enfermagem do Trabalho-IHACS, Especialista em Planejamento, Implementação e Gestão em EAD-UFF. Presidente e Gestora da INTELLECTOS-Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Educacional

ORCID

Muriel Santana de Oliveira- <https://orcid.org/0009-0003-4191-8758>

André Felipe da Silva Guedes- <https://orcid.org/0000-0001-9106-1324>

Simone Tartari- <https://orcid.org/0000-0001-7421-3162>

REFERÊNCIAS

- Balogh, T. S. et al. Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, v. 86, n. 4, p. 732–742, 2011.
- Ceballos, A. G. C. et al. Exposição solar ocupacional e câncer de pele não melanoma: estudo de revisão integrativa. *Revista Brasileira de Cancerologia*, v. 60, n. 3, p. 251–258, 2014.
- Freire, R. T. Luz UV-C e sua aplicação em ambientes hospitalares. *Revista de Engenharia Biomédica*, v. 40, n. 1, p. 100–108, 2024.
- Frota, E. B.; Vasconcelos, N. M. S. de. *Química Ambiental*. 2. ed. Fortaleza: EdUECE, 2019.
- Henn, G. W. et al. Neoplasias oculares e exposição solar: uma revisão. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, v. 81, n. 5, p. 412–418, 2022.
- Neto, A. A. dos S.; Fluminhan, A. Gene P53 e o câncer de pele. *Colloquium Exactarum*, v. 6, n. 3, p. 1–9, 2014.
- Silva, T. J. da. *Efeitos da radiação UV na pele humana*. TCC (Graduação) — Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, 2010.
- Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). *Classificação dos fototipos de pele*. Disponível em: <https://www.sbd.org.br>. Acesso em: 24 mar. 2025.