




## HPV CUTÂNEO E EXPOSIÇÃO SOLAR: PRINCIPAIS FATORES DE RISCO PARA O DESENVOLVIMENTO DE CARCINOMA CUTÂNEO

## CUTANEOUS HPV AND SUN EXPOSURE: MAIN RISK FACTORS FOR THE DEVELOPMENT OF CUTANEOUS CARCINOMA

## VPH CUTÂNEO Y EXPOSICIÓN SOLAR: PRINCIPALES FACTORES DE RIESGO PARA EL DESARROLLO DE CARCINOMA CUTÂNEO

 <https://doi.org/10.56238/levv16n54-172>

Data de submissão: 27/10/2025

Data de publicação: 27/11/2025

**Decimar Pereira da Silva**

Graduanda em Biomedicina

Instituição: Centro Universitário Fametro

E-mail: sdeisesilva@gmail.com

**Eva Tavares da Silva**

Graduanda em Biomedicina

Instituição: Centro Universitário Fametro

E-mail: evatavares1911@gmail.com

### RESUMO

**Introdução:** A neoplasia é uma doença causada por mutações genéticas que conferem às células algumas características especiais, como capacidade ilimitada de proliferação, perda de resposta a fatores de inibição de crescimento. O câncer de pele é a neoplasia mais comum no Brasil, com cerca de 185 mil novos casos anuais, sem diagnóstico precoce, apresenta alta mortalidade. **Objetivos:** Investigar a interação entre a infecção pelo HPV cutâneo e a exposição à radiação ultravioleta, analisando como esses fatores podem atuar no desenvolvimento do carcinoma. **Metodologia:** trata-se de uma revisão integrativa da literatura, realizado por meio da pesquisa em bancos de dados como BVS (Biblioteca Virtual em Saúde), SCIELO (*Scientific Eletronic Library Online*) e Google Acadêmico. **Resultado:** O carcinoma espinocelular cutâneo, é um dos tipos mais comuns de câncer de pele, sendo amplamente associado à exposição crônica à radiação ultravioleta A cor da pele também é um fator relevante, Indivíduos de pele clara apresentando de duas a três vezes maior risco de desenvolver carcinoma espinocelular (CEC), Os mecanismos moleculares subjacentes envolvem um conjunto complexo de alterações que afetam tanto os genes responsáveis pela regulação do ciclo celular quanto os processos de resposta imunológica e inflamação. **Conclusão:** A conscientização pública e o avanço no conhecimento dos mecanismos moleculares envolvidos no câncer de pele e a identificação dos grupos de risco permitem o desenvolvimento de estratégias terapêuticas mais eficazes, o uso contínuo de fotoprotetores e a modificação dos hábitos de exposição solar continuam sendo as principais medidas para reduzir a incidência e a morbidade relacionada a neoplasia de pele, promovendo a melhoria da qualidade de vida da população.

**Palavras-chave:** Câncer de Pele. Papilomavírus. Raios Ultravioleta. Neoplasias Cutâneas.

## ABSTRACT

**Introduction:** Neoplasia is a disease caused by genetic mutations that give cells some special characteristics, such as unlimited proliferation capacity and loss of response to growth inhibition factors. Skin cancer is the most common neoplasm in Brazil, with approximately 185,000 new cases annually, and without early diagnosis, it presents high mortality. **Objectives:** To investigate the interaction between cutaneous HPV infection and exposure to ultraviolet radiation, analyzing how these factors may act in the development of carcinoma. **Method:** This is an integrative literature review, carried out through research in databases such as BVS (Virtual Health Library), SCIELO (Scientific Electronic Library Online), and Google Scholar. Cutaneous squamous cell carcinoma is one of the most common types of skin cancer, widely associated with chronic exposure to ultraviolet radiation. Skin color is also a relevant factor, with individuals with fair skin having two to three times greater risk of developing squamous cell carcinoma (SCC). The underlying molecular mechanisms involve a complex set of alterations affecting both genes responsible for cell cycle regulation and immune response and inflammation processes. **Conclusion:** Public awareness and advances in the understanding of the molecular mechanisms involved in skin cancer, as well as the identification of risk groups, allow for the development of more effective therapeutic strategies. The continuous use of sunscreens and modification of sun exposure habits remain the main measures to reduce the incidence and morbidity related to skin neoplasms, promoting an improvement in the quality of life of the population.

**Keywords:** Skin Cancer. Papillomavirus. Ultraviolet Rays. Skin Neoplasms.

## RESUMEN

**Introducción:** La neoplasia es una enfermedad causada por mutaciones genéticas que confieren a las células características especiales, como la capacidad de proliferación ilimitada y la pérdida de respuesta a factores inhibidores del crecimiento. El cáncer de piel es la neoplasia más común en Brasil, con aproximadamente 185.000 casos nuevos al año, y sin un diagnóstico precoz, presenta una alta mortalidad. **Objetivos:** Investigar la interacción entre la infección cutánea por VPH y la exposición a la radiación ultravioleta, analizando cómo estos factores pueden influir en el desarrollo del carcinoma. **Método:** Se trata de una revisión bibliográfica integradora, realizada mediante la investigación en bases de datos como la BVS (Biblioteca Virtual en Salud), SCIELO (Biblioteca Electrónica Científica en Línea) y Google Académico. El carcinoma cutáneo de células escamosas es uno de los tipos más comunes de cáncer de piel, ampliamente asociado con la exposición crónica a la radiación ultravioleta. El color de la piel también es un factor relevante, ya que las personas de piel clara tienen entre dos y tres veces más riesgo de desarrollar carcinoma de células escamosas (CCE). Los mecanismos moleculares subyacentes implican un complejo conjunto de alteraciones que afectan tanto a los genes responsables de la regulación del ciclo celular como a la respuesta inmunitaria y los procesos inflamatorios. **Conclusión:** La concienciación pública y los avances en la comprensión de los mecanismos moleculares implicados en el cáncer de piel, así como la identificación de grupos de riesgo, permiten el desarrollo de estrategias terapéuticas más eficaces. El uso continuo de protectores solares y la modificación de los hábitos de exposición solar siguen siendo las principales medidas para reducir la incidencia y la morbilidad relacionadas con las neoplasias cutáneas, promoviendo una mejora en la calidad de vida de la población.

**Palabras clave:** Cáncer de Piel. Virus del Papiloma Humano. Rayos Ultravioleta. Neoplasias Cutáneas.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o câncer é reconhecido como um dos maiores desafios à saúde pública global, afetando indivíduos de todas as idades. O câncer é o termo utilizado para se referir a um conjunto de mais de 100 tipos distintos de doenças malignas, caracterizados pela multiplicação celular de forma anormal e descontrolada. Essas mutações, que podem ocorrer em células germinativas ou somáticas, levam ao crescimento desordenado das células, com potencial para invadir tecidos adjacentes ou até órgãos à distância (Boaretto, 2023).

Os fatores predisponentes ao câncer podem ser classificados em duas categorias principais: extrínsecos e intrínsecos. No que se refere aos fatores extrínsecos, os principais riscos incluem a exposição inadequada da pele à radiação ultravioleta, tabagismo, a exposição à radiação ionizante, infecções por vírus oncogênicos, como o papilomavírus humano (HPV) e o vírus da imunodeficiência humana (HIV), entre outros. Estes fatores, isoladamente ou em combinação, desempenham um papel significativo no aumento da probabilidade de desenvolvimento de neoplasias (Silva, 2022).

Quanto aos fatores intrínsecos relacionados ao indivíduo incluem a idade avançada, o histórico de queimaduras solares, bem como antecedentes pessoais e familiares de câncer de pele. Além disso, a imunossupressão, a predisposição genética, a presença de cicatrizes crônicas e a classificação em fototipos mais claros também são considerados fatores relevantes (Silva, 2023).

O câncer de pele é uma patologia caracterizada pelo crescimento anormal e desregulado das células que constituem a pele, o maior órgão do corpo humano. De acordo com a Sociedade Brasileira de Dermatologia, os tipos mais prevalentes de tumores cutâneos são os carcinomas basocelulares (CBC) e os carcinomas espinocelulares (CEC), conhecidos coletivamente como câncer de pele não melanoma. Esses tumores representam quase 30% de todos os casos de cânceres malignos diagnosticados no Brasil e, quando detectados precocemente, apresentam altas taxas de cura (Lima; Romão; Murara, 2021).

A neoplasia de pele não melanoma, especificamente o carcinoma basocelular (CBC) e o carcinoma espinocelular (CEC), são os tipos de tumores malignos mais prevalentes em nível global. Esses cânceres são mais comuns entre indivíduos de ascendência caucasiana, com o CBC representando de 75% a 80% dos casos e o CEC correspondendo a até 25%. A incidência de CEC, nesses casos, pode ser de 40 a 250 vezes maior do que na população geral, enquanto o risco de CBC é de 5 a 10 vezes superior (Gruber, 2023).

A alta incidência da radiação ultravioleta, associada ao tempo de exposição e a outros riscos, pode causar queimaduras na pele, nas quais, com o tempo, favorece o desenvolvimento de câncer. Além disso, estudos científicos demonstram que os raios solares têm um efeito indireto na pele, ativando os linfócitos T, que desencadeiam uma resposta inflamatória significativa, impactando o

funcionamento fisiológico do organismo. Em razão disso, observa-se que uma parcela considerável da população com câncer de pele tem histórico de exposição prolongada ao sol (Farias et al., 2021).

A associação entre a infecção por Papiloma Vírus e o desenvolvimento de doenças pré-cancerígenas da pele foi observada nos subtipos mais comuns de câncer de pele não melanoma. Nesse contexto, o HPV atua como um cofator que amplifica a capacidade mutagênica da exposição à radiação ultravioleta, prejudicando o processo de reparo do DNA danificado. O desenvolvimento do carcinoma não melanoma associado ao HPV está relacionado a alguns fatores de risco como: indivíduos com pele clara, exposição solar prolongada (Gelves; Madurro; Madurro, 2024).

De acordo com dados do Instituto Nacional do Câncer (INCA), o câncer de pele não melanoma corresponde ao tumor mais frequente no Brasil, com incidência de 33% na população, tendo, aproximadamente, 185 mil novos casos por ano. Em relação ao melanoma, a incidência anual varia de 3 a 7% em diferentes países, resultando em cerca de 200 mil novos casos diagnosticados (Lima et al., 2024).

Ainda de acordo com informações fornecidas pelo INCA, em 2022 houveram cerca de 220.490 novos casos de câncer de pele não melanoma, sendo 101.920 homens e 118.570 mulheres. Além disso, através de levantamento de dados do Atlas de Mortalidade por Câncer (SIM), em 2021, foram relatadas 2.982 mortes no país (Tavares; Maciel, 2025).

No Estado do Amazonas, de acordo com informações divulgadas pela Fundação Hospitalar de Dermatologia Tropical e Venereologia Alfredo da Matta, entre os anos de 2018 a 2023, o Amazonas registrou um total de 3.672 casos da doença, o que resulta em uma média anual de aproximadamente 600 casos. O dado é um alerta para a importância das medidas de prevenção ao Câncer de Pele não melanoma.

A escolha do tema justifica-se pela relevância crescente da doença na e sua implicação direta na saúde pública. O carcinoma não melanoma, apresenta alta incidência mundial, e a região tropical, como o Brasil, com intensa exposição à radiação ultravioleta, destaca-se como área de risco elevado. Além disso, o papilomavírus humano (HPV) cutâneo, frequentemente subestimado, tem sido identificado como um fator coadjuvante na carcinogênese, principalmente em indivíduos com histórico de exposição solar excessiva.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL**

Investigar a interação entre a infecção pelo HPV cutâneo e a exposição à radiação ultravioleta, analisando como esses fatores podem atuar de forma sinérgica no desenvolvimento de câncer de pele.

## 2.2 ESPECÍFICOS

Detalhar a prevalência do Carcinoma Cutâneo no Brasil;

- Avaliar o impacto de fatores de risco combinados na incidência de carcinomas cutâneos.
- Compreender os mecanismos biológicos subjacentes à relação entre o HPV e a exposição solar e suas implicações no risco de carcinogênese cutânea;

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, sendo um método de pesquisa que permite a análise de estudos que sejam relevantes e que sustentarão o profissional na melhoria da prática clínica e na tomada de decisão, além de possibilitar de forma concisa o conhecimento de um assunto específico e indicar espaços do conhecimento que ainda precisam ser complementados através da realização de novos estudos. Os estudos selecionados, foram analisados e classificados conforme a temática abordada e objetivo de estudo, alguns artigos foram contados mais do que uma vez, por abordarem métodos diversas.

### 3.2 BASE DE DADOS CONSULTADAS

O estudo será realizado por meio da pesquisa em bancos de dados como BVS (Biblioteca Virtual em Saúde), SCIELO (Scientific Eletronic Library Online) e Google Acadêmico, além da utilização de livros com complementação da busca no acervo da biblioteca setorial da Faculdade Metropolitana de Manaus (FAMETRO).

### 3.3 FONTES BIBLIOGRÁFICAS

Serão utilizados artigos científicos, livros e manuais. Para pesquisas dos artigos serão utilizadas as palavras-chave: “HPV e exposição solar: principais fatores de riscos para o desenvolvimento do câncer de pele.

### 3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Foram utilizados artigos científicos de revistas disponíveis nas bases de dados online que correspondiam o período de 2020 a 2025, em idioma português e inglês, que fornecessem as informações sobre o tema do trabalho, sendo assim excluídos os estudos científicos que não compreendiam o objetivo do trabalho e publicados anteriormente ao ano de 2020.

### 3.5 COLETA DE DADOS

A coleta dos dados que fornecerão as informações necessárias a respeito da interação entre a exposição solar e HPV atuantes no desenvolvimento do Câncer de Pele, será realizada nos meses de fevereiro a novembro de 2025 por meio do levantamento de estudos científicos já publicados, destacando a ideologia dos mesmos.

### 3.6 ANÁLISE DE DADOS

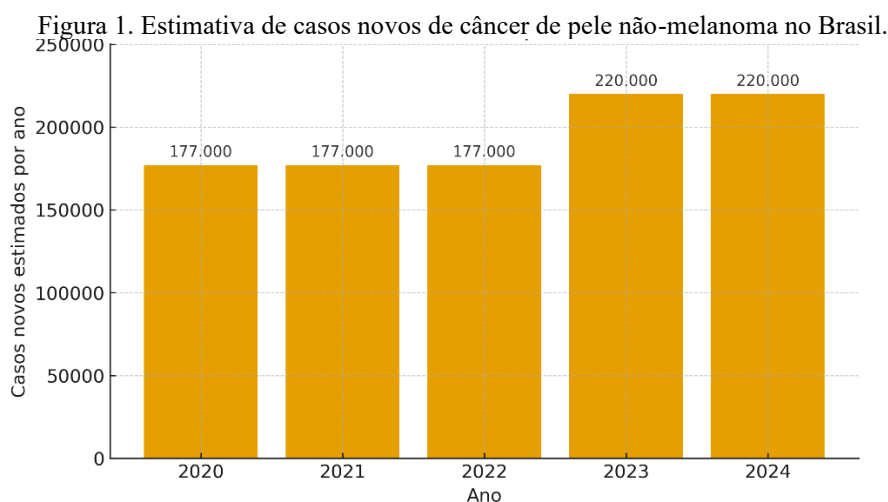
As informações coletadas dos estudos científicos serão examinadas e elencado os autores, respeitando a autoria das ideias e as definições citadas nos estudos incluídos neste trabalho.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 A PREVALÊNCIA DO CARCINOMA CUTÂNEO NO BRASIL

No Brasil, a neoplasia de pele não melanoma é mais frequente, com projeções de 220.490 casos novos anuais entre 2023 e 2025, correspondendo a 32% de todos os casos novos de câncer por ano. É uma doença na qual algumas células do corpo crescem descontroladamente e se espalham para outras partes do corpo (Nogueira et al., 2025).

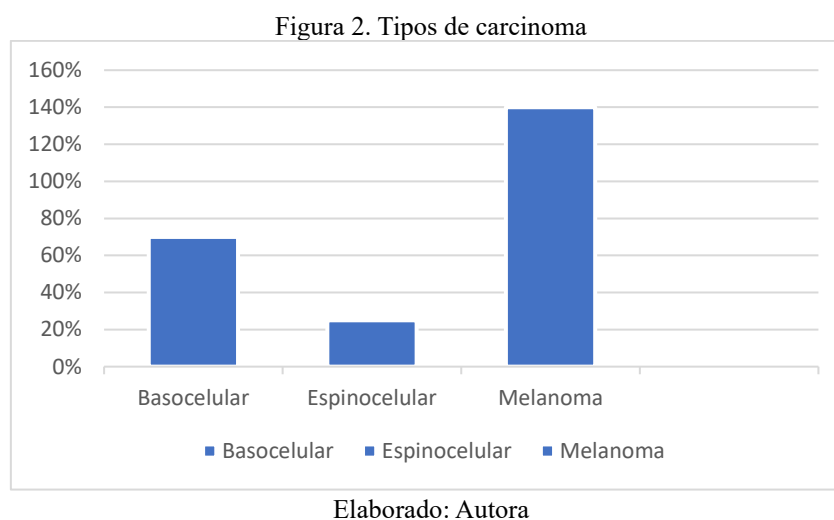
Segundo estudos realizados pelo Instituto Nacional do Câncer, aproximadamente 30% de todos os diagnósticos são de câncer de pele. Anualmente, são estimados cerca de 180 mil novos casos, com destaque para a alta incidência nas regiões Sul e Sudeste do país (INCA, 2023).



Fonte: INCA, 2020-2024

A neoplasia (câncer) de pele é o tumor maligno mais comum e com os maiores índices de registro no Brasil. Existem 3 formas de tumor que se manifesta no indivíduo, podemos citar: carcinoma basocelular que abrange (70%) dos casos, carcinoma espinocelular (25%) que vem em segundo lugar e o melanoma (4%). O carcinoma basocelular (CBC), deriva tanto de células da camada basal da epiderme quanto de outras partes do folículo piloso (Santos et al, 2024).

O carcinoma basocelular e o espinocelular são os tipos mais comuns de neoplasia de pele e às vezes são chamados de “câncer de pele não melanoma. O carcinoma espinocelular cutâneo, um dos tipos mais comuns de câncer de pele, e tem sido amplamente associado à exposição crônica à radiação ultravioleta (UV), particularmente às radiações UVA e UVB. O melanoma não é tão comum quanto os carcinomas basocelulares e espinocelulares, mas é a forma mais perigosa de neoplasia de pele (Silva et al.,2022, Costa et al.,2021).



O carcinoma espinocelular cutâneo, é um dos tipos mais comuns de câncer de pele, sendo amplamente associado à exposição crônica à radiação ultravioleta (UV), particularmente às radiações UVA e UVB. A radiação ultravioleta, ao interagir com a pele, desencadeia uma série de respostas celulares que culminam em alterações moleculares e estruturais, proporcionando um ambiente propício para o desenvolvimento de malignidades (Weber, et al., 2021).

O Carcinoma Espinocelular Cutâneo (CEC) é um tipo de câncer que apresenta um comportamento clínico tipicamente benigno, embora há casos em que ele pode se tornar invasivo e metastático. Em pacientes que fazem a excisão cirúrgica, o prognóstico é uma sobrevida acima de 90% dos casos, mas em casos disseminados pela corrente sanguínea ou linfática, esse valor decresce radicalmente (Corchado Cobos R, et al., 2020; Jong E, et al., 2022).

A relação entre a radiação UV e o carcinoma espinocelular se baseia, principalmente, no acúmulo de mutações no DNA das células epiteliais da pele, além de alterações nos mecanismos de reparo do DNA, modulação do microambiente tumoral e, mais recentemente, no desenvolvimento de novas abordagens terapêuticas (Weber, et al., 2021).

No Brasil ano de 2022, a neoplasia de pele representou uma margem de 21% de todos os diagnósticos de tumores malignos. Anualmente são registrados aproximadamente 57 mil novos diagnosticados de câncer de pele no nosso país. O tipo não melanoma, representa 92,5% das notificações (INCA, 2022); e cerca de 70% são do tipo carcinoma basocelular (Soares et al.,2023).



Um estudo transversal, realizado com idosos cadastrados em Unidades Básicas de Saúde (UBS) da zona rural do município de Pelotas, demonstrou que a prevalência de expostos ao sol foi de 34,9% em homens e de 11,9% em mulheres, por mais de 7h/dia<sup>23</sup>, trabalhadores dos setores de artes, cultura, esporte e recreação foi de 13,2% (Nogueira et al.2025).

O Carcinoma Basocelular (CBC) é a forma mais comum de neoplasia cutânea representando cerca de 80% dos cânceres de pele não melanoma. Esse tipo de câncer tem um curso evolutivo lento e raramente sofre metástase, contudo, tal fato não diminui a necessidade de tratamento. Apesar de ter uma evolução clínica mais indolente quando comparado ao melanoma, esse tipo de câncer possui alta incidência e elevadas taxas de recidiva local o que acarreta grande impacto estético e funcional nos pacientes (Rulli et al., 2021).

Estudos anteriores já evidenciaram que quando um paciente tem uma lesão de um câncer de pele não melanoma (CPNM), ele potencializa a probabilidade de desenvolver outro câncer de pele. Sendo assim, paciente com história pessoal de CPNM possuem cerca de 35% mais chances de desenvolver outro câncer do mesmo tipo em três anos e em cerca de 50% mais chance em cinco anos após terem o diagnóstico inicial.

#### 4.2 OS IMPACTO DE FATORES DE RISCO COMBINADOS NA INCIDÊNCIA DE CARCINOMAS CUTÂNEOS

A carcinogênese cutânea é fortemente influenciada pela exposição cumulativa à radiação ultravioleta (UV), mas evidências recentes apontam que a interação de múltiplos fatores de risco, tais como tabagismo, fototipo claro, histórico de queimaduras solares na infância, uso de camas de bronzamento, infecções virais (como HPV  $\beta$ ), e imunossupressão causando o risco de carcinomas cutâneos (Rollison et al., 2024).

A Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD) destacou alguns hábitos da população brasileira, os quais evidenciam a exposição ao sol de forma intencional e sem proteção, aumentando o risco de desenvolver câncer. Levando assim a riscos para o desenvolvimento do câncer de pele (Farias, 2021).

A radiação ultravioleta que é emitida tanto pelo sol como por máquinas são responsáveis por cerca de 60 a 70% dos cânceres melanomas. Além disso, essa radiação pode ser subdividida, sendo que as principais subdivisões são: carcinogênicas são UVA e UVB. UVA é o tipo que tem uma penetração maior na derme, porém causa menos danos, pois causa um dano oxidativo induzido por estresse no DNA. Já os raios UVB causam danos diretos ao DNA (Dias et al., 2023).

Apesar de a exposição excessiva ao sol ser o principal fator de risco, ela não é única. O uso de câmaras de bronzamento, a falta de uso de protetor solar e a idade avançada são alguns fatores que também apresentam risco às pessoas. Atividades física quando realizada sob exposição solar em uso



de roupas leves com frequência e tempo prolongados e em horário de grande incidência de RUV, vem sido associada a um risco maior de câncer de pele (Cruz et al., 2020).

A cor da pele também é um fator relevante, Indivíduos de pele clara apresentam de duas a três vezes maior risco de desenvolver carcinoma espinocelular (CEC), ou seja, de 50% a 70% dos casos em comparação com pessoas de pele mais escura, devido à menor quantidade de melanina que oferece proteção contra a radiação ultravioleta (UV), esse aumento no risco reforça a necessidade de proteção solar rigorosa especialmente para esse grupo. (Oliveira et al., 2021). Por outro lado, a pele escura tem maior quantidade de eumelanina, oferecendo assim proteção absorvendo e dispersando a radiação UV, reduzindo o dano ao DNA das células da pele (Cruz 2020).

Além disso, estudos recentes, como o de Paranhos et al. (2024), demonstram que em populações com infecção por HPV, o risco de carcinoma espinocelular cutâneo (cSCC), carcinoma basocelular (BCC) e até melanoma é mais elevado em indivíduos com histórico de exposição solar intensa, falta de proteção solar ou fototipo mais claro. O risco de desenvolvimento desses cânceres pode ser aumentado em até 2 a 3 vezes quando a infecção por HPV se associa a esses fatores, devido à interação entre a oncogenicidade viral e os danos causados pela radiação ultravioleta. A falta de proteção solar agrava ainda mais essa vulnerabilidade, aumentando a replicação viral e a expressão dos genes oncogênicos E6/E7 do HPV, o que potencializa a carcinogênese cutânea.

A vulnerabilidade de grupos específicos, como trabalhadores de áreas externas e idosos, também tem sido objeto de análise. Em uma pesquisa conduzida por a exposição solar prolongada e sem proteção no ambiente de trabalho é um fator de risco adicional e significativo para o desenvolvimento de carcinomas (INCA, 2022).

Em vista disso, tanto a pele clara como a escura devem ter cuidados com a exposição excessiva ao sol, quase 80% da população branca é acometida dos carcinomas espinocelulares que se desenvolvem principalmente em áreas cronicamente expostas ao sol, metade da porcentagem dos casos de carcinoma espinocelular em caucasianos ocorre nas mãos, cabeça e pescoço, ressaltando assim a importância de uma prevenção precoce e contínua para mitigar esses impactos (Paranhos et al., 2024, INCA, 2022).

Por outro lado, a neoplasia de pele é muito menor em indivíduos com fenótipos de pele mais escura, por possuir níveis mais altos de pigmento fotoprotetor. No entanto, a proteção é propensa a falhas, nos casos caso de exposição repetida à radiação UV intensa, aparecerão danos cutâneos, a princípio na forma de queimaduras solares, que indicam danos celulares, e ao longo do tempo podendo levar ao aparecimento de manchas, lesões que sangram ou descamam, feridas que não cicatrizam, ou sinais que mudam de tamanho, forma ou cor, sendo o melanoma o tipo mais agressivo de câncer de pele associado ao dano solar (Lazar; Dinescu; Costache, 2020).

#### 4.3 OS MECANISMOS BIOLÓGICOS SUBJACENTES À RELAÇÃO ENTRE O HPV E A EXPOSIÇÃO SOLAR E SUAS IMPLICAÇÕES NO RISCO DE CARCINOGENESE CUTÂNEA

Os mecanismos moleculares subjacentes à indução do carcinoma espinocelular pela radiação UV envolvem um conjunto complexo de alterações que afetam tanto os genes responsáveis pela regulação do ciclo celular quanto os processos de resposta imunológica e inflamação (Magsnhin, et al., 2024). Além das mutações no DNA, a radiação ultravioleta pode também alterar o microambiente celular e induzir processos inflamatórios crônicos que favorecem a tumorigênese (Dos Santos et al., 2025)

Esses defeitos no DNA, quando não reparados adequadamente, levam a mutações em genes supressores de tumor ou oncogenes. O gene que sofre frequentemente modificação no SCC é o TP53, o gene TP53 tem sido associado à diferentes tipos de neoplasias devido ao grande número de mutações apresentadas, principalmente entre os éxons 5 e 8, essas mutações, muitas vezes observadas em células de carcinoma espinocelular, comprometem a capacidade da célula de reparar o DNA danificado, facilitando a acumulação de mutações e o desenvolvimento da neoplasia (Alves, 2025).

Em situações de estresse celular, como danos ao DNA, a proteína p53 é ativada e funciona como um regulador do ciclo celular, interrompendo sua progressão para permitir a reparação do DNA danificado. Dessa forma, a proteína p53 desempenha um papel essencial na manutenção da integridade genética e na proteção contra o câncer (Martins; Casali; Martins, 2023).

Os papilomavírus humanos (HPVs) são vírus de DNA que infectam a pele e as membranas mucosas dos humanos. Esses vírus são conhecidos por sua capacidade de causar uma variedade de lesões de pele, desde verrugas comuns até lesões pré-cancerosas e cancerosas. Atualmente, existem mais de 200 tipos de HPVs identificados, muitos dos quais estão associados a lesões de pele e mucosas. As infecções por HPV estão entre as infecções virais mais comuns em humanos, afetando aproximadamente 7–12% da população em qualquer momento (Maghiar et al. 2024).

O vírus do papiloma humano (HPV), especialmente os tipos do gênero  $\beta$  (beta-HPV), infectam a epiderme cutânea e são comuns em indivíduos saudáveis favorecendo a carcinogênese cutânea ao colaborarem com a exposição solar, facilitando a acumulação de mutações induzidas pela radiação UV (Rollison et al., 2024; Tommasino, 2019).

O beta HPVs são importantes nas fases iniciais da carcinogênese cutânea, mas podem se tornar dispensáveis na progressão tumoral, uma vez que as mutações genômicas causadas pela radiação UV já foram acumuladas (Tommasino, 2019; Rollison et al., 2024). Nesse cenário, a presença de HPV permite que queratinócitos danificados por UV continuem proliferando em vez de serem eliminados por apoptose ou reparados adequadamente, aumentando o risco de transformação maligna (Rollison et al., 2024).

O HPV de alto risco, está associado ao desenvolvimento de lesões pré-cancerosas e cancerosas, há evidências que sugerem que o HPV também pode desempenhar um papel na carcinogênese cutânea por exemplo, pacientes com epidermodisplasia verruciforme têm um risco aumentado de desenvolver carcinoma espinocelular cutâneo (cSCC) que é a forma mais comum de câncer de pele metastático e sua incidência está aumentando em todo o mundo. Sendo esse uma forma avançada de ceratose actínica pré-maligna (AK) que ocorre em áreas do corpo expostas ao sol (Maghiar et al. 2024).

Além dos danos diretos ao DNA, a radiação UV ativa uma série de vias de sinalização celular que desempenham papéis cruciais na regulação do ciclo celular e na resposta a danos no DNA. O p53, um fator de transcrição fundamental, é um dos principais mediadores da resposta celular ao estresse induzido pela radiação UV. Em condições normais, o p53 exerce uma função protetora, promovendo a reparação do DNA danificado ou induzindo a apoptose quando o dano é irreparável (Stuepp, et al., 2023).

Os danos contínuos causados pela radiação UV, causa mutações no p53, o que compromete sua função de supressão tumoral. Essas mutações, muitas vezes observadas em células de carcinoma espinocelular, comprometem a capacidade da célula de reparar o DNA danificado, facilitando a acumulação de mutações e o desenvolvimento da neoplasia. Outro gene frequentemente afetado pela radiação UV é o gene codificador da proteína p16INK4a, que regula a progressão do ciclo celular (Luquetti, et al., 2024).

A radiação UV induz uma série de alterações moleculares e celulares que são cruciais para o desenvolvimento do carcinoma espinocelular. A indução de mutações no DNA, alterações nas vias de sinalização do ciclo celular, e a modulação do microambiente tumoral são fatores-chave na patogênese desse câncer. A supressão da resposta imunológica pela radiação UV também desempenha um papel fundamental na evasão do tumor ao sistema imune, permitindo a progressão tumoral (Ritt, et al., 2022).

No nível molecular, a radiação UV pode não apenas causar mutações, mas também ativar promotores virais em HPVs cutâneos. Há evidências de que a exposição UV pode aumentar a expressão de regiões regulatórias não codificantes dos vírus, aumentando a replicação viral ou expressão dos genes E6/E7, o que agrava a perturbação das vias de resposta ao dano de DNA e apoptose agravando assim o processo de carcinogênese cutânea (Rollison et al., 2024).

As implicações para prevenção e terapêutica são importantes: além dos métodos já consagrados como proteção solar (uso de filtro solar, roupas, evitar exposição em horários de pico), há potencial para desenvolver vacinas contra tipos  $\beta$  de HPV cutâneo, ou tratamentos antivirais direcionados à E6/E7, especialmente em populações de risco (Tommasino, 2024).

Os fotoprotetores são físicos ou substâncias químicas que absorvem, dispersam ou atenuam os efeitos da radiação ultravioleta (UV). (Medeiros et al., 2021). Sendo que os bloqueadores físicos

refletem a radiação solar. UVA/UVB, infravermelho (IR) e a radiação são visíveis, são formas de protetor na pele (Saucedo; Vallejo, 2020).

## 5 CONCLUSÃO

Mediante o exposto no decorrer do trabalho podemos compreender que o câncer de pele não melanoma representa um dos maiores desafios de saúde pública no Brasil, com altas taxas de incidência. A prevalência do carcinoma basocelular e espinocelular, associados principalmente à exposição excessiva à radiação ultravioleta, agravada por fatores como fototipo claro e falta de proteção solar, está diretamente relacionado à indução de mutações no DNA e à progressão tumoral, principalmente em populações expostas cronicamente à luz solar.

Em síntese, entre 2020 e 2025, a literatura mostra que os mecanismos biológicos por meio dos quais HPV e exposição solar interagem envolvem: dano direto ao DNA por UV, geração de ROS, inibição de reparo e apoptose pelas proteínas virais, imunossupressão, ativação viral induzida por UV, e efeitos de mercado de risco modificados por fototipo e exposição. Entender essas vias é crucial para desenvolver estratégias de prevenção focadas e eficazes, assim reduzindo a incidência de carcinomas cutâneos associados à infecção viral e à radiação solar.

A conscientização pública e o avanço no conhecimento dos mecanismos moleculares envolvidos no câncer de pele e a identificação dos grupos de risco permitem o desenvolvimento de estratégias terapêuticas mais eficazes, o uso contínuo de fotoprotetores e a modificação dos hábitos de exposição solar continuam sendo as principais medidas para reduzir a incidência e a morbidade relacionada a neoplasia de pele, promovendo a melhoria da qualidade de vida da população.

## REFERÊNCIAS

- BOARETTO, Naiara et al. Câncer: uma revisão integrativa por estudantes de medicina. **Boletim do Curso de Medicina da UFSC**, v. 9, n. 2, 2023.
- CORCHADO-COBOS, Roberto et al. Cutaneous squamous cell carcinoma: from biology to therapy. **Advances in Surgical and Medical Specialties**, p. 393-424, 2023.
- COSTA, Julia Victória Azevedo et al. Fotoeducação na prevenção do câncer de pele: relato de experiência. **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, v. 18, n. 38, p. 251-263, 2021.
- DA CRUZ, Gêssica Thays Alves et al. Fatores associados ao uso do protetor solar como medida de prevenção aos danos causados pela exposição solar. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 99546-99563, 2020.
- DA SILVA ALVES, Talisson et al. Papel da neoplasia cutânea induzida por radiação UV no desenvolvimento de carcinoma espinocelular: mecanismos moleculares e novas estratégias terapêuticas. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 8, n. 2, p. e78649-e78649, 2025.
- DA SILVA, Bernardo Coupêe Gonçalves et al. Câncer de pele e os perigos dos raios UV. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, p. e135111133557-e135111133557, 2022.
- DE ALMEIDA LIMA, Huyla Pereira et al. Câncer de pele: perspectivas sobre incidência, diagnóstico e condutas do médico generalista. In: **Tudo é Ciência: Congresso Brasileiro de Ciências e Saberes Multidisciplinares**. 2024. p. 1-8.
- DE FÁTIMA RULLI, Caroline et al. CÂNCER DE PELE: ASPECTOS CLÍNICOS E ATUALIZAÇÕES TERAPÊUTICAS DO CARCINOMA BASOCELULAR. **Asclepius International Journal of Scientific Health Science**, v. 4, n. 4, p. 1-11, 2025.
- DE JONG, E. et al. Update of advanced cutaneous squamous cell carcinoma. **Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology**, v. 36, p. 6-10, 2022. Lima, N.A; Romão, T; Murara, P. Estudo preliminar sobre o câncer de pele no Brasil a partir de uma perspectiva geográfica. **Hygeia**, v. 17, p. 71-80, 2021.
- DE LIMA, Maria Luiza Cerqueira Wanderley et al. O perfil epidemiológico do Câncer de Pele Não-Melanoma no Brasil, Nordeste e no estado de Alagoas, no período entre 2018 e 2022. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 2, p. 5363-5373, 2023.
- DE MEDEIROS, Maurício André Campos et al. Avaliação da atividade fotoprotetora do extrato aquoso de *Rhaphiodon echinus* (Nees & Mart.) Schauer. **Scientia plena**, v. 17, n. 4, 2021.
- DE OLIVEIRA, Thessaly Puel et al. Prevalência dos diagnósticos anatomopatológicos e perfil epidemiológico dos pacientes com lesões suspeitas de câncer de pele não melanoma. **Surgical & Cosmetic Dermatology**, v. 13, 2021.
- DIAS, Catharina Hoff Britto et al. O risco de câncer de pele associado ao uso de câmaras UV em salões de beleza. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 5, p. 24977-24984, 2023.
- DOS SANTOS, Mariana Martins et al. Câncer de pele no Brasil: uma visão abrangente de seu perfil clínico e epidemiológico. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 12, p. 1171-1178, 2024.

FARIAS, Matheus Braz et al. Risco de Câncer de pele devido à exposição solar ocupacional: uma Revisão Sistemática/Risk of Skin Cancer Due to Occupational Sun Exposure: A Systematic Review. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 6, p. 26365-26376, 2021.

Gelves, L.N.P; Madurro, A.G.B; Madurro, J.M.  $\beta$ -PAPILOMAVÍRUS HUMANO NO DESENVOLVIMENTO DO CÂNCER DE PELE NÃO MELANOMA. PESQUISAS E DEBATES SOBRE A SAÚDE COLETIVA: UM INTERCÂMBIO ENTRE BRASIL E PORTUGAL. 02 ed.: **Editora Omnis Scientia**, 2024, v. 02, p. 960-966.

GRUBER, Cristiane Regina et al. Câncer de pele não melanoma: revisão integrativa. **BioSCIENCE**, v. 81, n. 2, p. 16-16, 2023.

INCA – Instituto Nacional de Câncer. Estimativa 2023: incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2023.

INCA – Instituto Nacional de Câncer. Exposição Solar. Rio de Janeiro: INCA, 2022.

LUQUETTI, Camilla Maganhin et al. Carcinoma espinocelular cutâneo: Características clínicas e diagnóstico. 2024.

MAGANHIN, Carla Cristina; LUQUETTI, Camilla Maganhin; JÚNIOR, Elson Assunção de Andrade Lima. Carcinoma espinocelular: fatores para seu diagnóstico. **Journal of Medical Science and Evidences**, 2024

MAGHIAR, Laura et al. Skin lesions caused by HPV—A comprehensive review. **Biomedicines**, v. 12, n. 9, p. 2098, 2024.

NOGUEIRA, Fernanda de Albuquerque Melo et al. Prevalência da exposição à radiação solar em trabalhadores no Brasil: subsídios para ações de prevenção do câncer de pele relacionado ao trabalho. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 71, n. 1, p. e-054880, 2025.

PARANHOS, Silvia Gomes et al. Principais fatores de risco e intervenções terapêuticas no carcinoma espinocelular cutâneo: uma revisão sistemática. **Lumen et Virtus**, v. 15, n. 42, p. 6715-6727, 2024.

PETERS, Cheryl E. et al. Burden of non-melanoma skin cancer attributable to occupational sun exposure in Canada. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v. 92, n. 8, p. 1151-1157, 2019.

RITT, Laura Beatriz et al. CARCINOMA ESPINOCELULAR: CARACTERÍSTICAS E FORMAS DE PREVENÇÃO. **Revista de Ciências da Saúde-REVIVA**, v. 1, n. 2, p. 6-8, 2022.

Rollison, D. E. et al. HPV  $\beta$  cutâneo, exposição solar e risco de câncer de pele espinocelular e basocelular na Austrália. Epidemiologia do Câncer, **Biomarcadores e Prevenção**, v. 31, 2024.

SAUCEDO, Gloria M. Garnacho; VALLEJO, Rafael Salido; GIMÉNEZ, Jose Carlos Moreno. Effects of solar radiation and an update on photoprotection. **Anales de Pediatría (English Edition)**, v. 92, n. 6, p. 377. e1-377. e9, 2020.

Silva, Ana Paula Mayra Mendes da Silva. Perfil Clínico-Epidemiológico De Pacientes Com Câncer De Pele Atendidos Em Serviço Privado No Município De Araranguá – Santa Catarina. 2022.



SilvaT. R.; BoaroA. P.; RibeiroA. L.; BarcellosE. S.; CarvalhoL. de; MartinsM. J.; OliveiraR. S.; MendonçaR. A. S.; SilvaV. A. da; FontenelleV. T. de M. Carcinoma espinocelular cutâneo. **Revista Eletrônica Acervo Médico**, v. 23, n. 2, p. e12069, 21 fev. 2023.

Stuepp RT, et al. Expressão imuno-histoquímica de OCT4, SOX2 e HNK1 em queilite actínica e carcinoma epidermoide de lábio. 2022.

TAVARES, Laura; MACIEL, Priscila. PROTETOR SOLAR E A RELAÇÃO COM A PREVENÇÃO DO CÂNCER DE PELE (FARMÁCIA). **Repositório Institucional**, v. 3, n. 2, 2025.

TOMMASINO, Massimo. HPV and skin carcinogenesis. **Papillomavirus Research**, v. 7, p. 129-131, 2019.

WEBER, Magda Blessmann et al. Carcinoma espinocelular avançado e imunoterápicos: novas perspectivas terapêuticas. **Surgical & Cosmetic Dermatology**, v. 13, 2021.