

## DOENÇAS OFTALMOLÓGICAS RELACIONADAS À EXPOSIÇÃO SOLAR: PAPEL DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NO DESENVOLVIMENTO DA CATARATA E DO PTERÍGIO

Camila Oliva Brandão e Souza<sup>1</sup>

Daniela Saffar Vilela<sup>2</sup>

Giovanna Carolina de Oliveira<sup>3</sup>

Luiz Gustavo Vilela Santos<sup>4</sup>

**RESUMO:** As doenças oftalmológicas relacionadas à exposição solar representam um importante problema de saúde pública, especialmente em indivíduos submetidos à radiação ultravioleta (UV) de forma crônica. Entre as principais alterações associadas destacam-se a catarata e o pterígio, cuja fisiopatologia envolve mecanismos como estresse oxidativo, dano ao DNA e processos inflamatórios induzidos pela radiação UV, podendo comprometer significativamente a qualidade visual e a qualidade de vida. O objetivo deste estudo foi avaliar o papel da exposição à radiação ultravioleta no desenvolvimento da catarata e do pterígio, enfatizando os mecanismos fisiopatológicos, os fatores de risco e as estratégias de prevenção descritas na literatura. Trata-se de uma revisão sistemática conduzida conforme as recomendações PRISMA, com busca nas bases de dados PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), abrangendo estudos publicados entre 2017 e 2026. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 10 estudos para análise qualitativa. Os resultados demonstraram associação consistente entre a exposição cumulativa à radiação ultravioleta, principalmente UV-B, e o aumento da incidência de catarata, especialmente do tipo cortical, bem como de pterígio, sobretudo em indivíduos expostos ocupacionalmente à luz solar. Além disso, evidenciou-se que fatores como idade, latitude, tempo de exposição solar e ausência de proteção ocular potencializam o risco dessas doenças. Na discussão, observou-se que medidas preventivas, como o uso de óculos com proteção UV e chapéus de abas largas, constituem estratégias eficazes para reduzir os danos oculares relacionados à radiação solar, embora ainda existam limitações metodológicas e diferenças entre os estudos disponíveis. Conclui-se que a exposição crônica à radiação ultravioleta desempenha papel fundamental no desenvolvimento da catarata e do pterígio, reforçando a importância da adoção de medidas preventivas e da implementação de políticas de educação em saúde voltadas à proteção ocular.

**Palavras-chaves:** Pterígio. Catarata. Oftalmologia. Cristalino. Radiação ultravioleta. Disfunções. Radicais livres. Alterações. Prevenção à saúde.

<sup>1</sup>Acadêmica de Medicina, Faculdade de Minas de Belo Horizonte (FAMINAS-BH).

<sup>2</sup> Acadêmica de Medicina, Faculdade de Minas de Belo Horizonte (FAMINAS-BH).

<sup>3</sup>Acadêmica de Medicina, Faculdade de Minas de Belo Horizonte (FAMINAS-BH).

<sup>4</sup>Orientador. Médico Oftalmologista com fellowship em catarata no Hospital Evangélico de BH.

## INTRODUÇÃO

A exposição à radiação ultravioleta (UV) proveniente da luz solar constitui um importante fator de risco ambiental para o desenvolvimento de diversas doenças oculares, sendo responsável por alterações agudas e crônicas que acometem diferentes estruturas do olho. Entre as principais patologias relacionadas à exposição solar destacam-se a catarata e o pterígio, doenças de elevada prevalência mundial e importantes causas de deficiência visual, especialmente em indivíduos submetidos à radiação solar de forma intensa e prolongada. A ocorrência dessas enfermidades está diretamente associada à exposição cumulativa à radiação ultravioleta, sobretudo à radiação UV-B, cujos efeitos biológicos incluem estresse oxidativo, dano ao DNA, inflamação crônica e degeneração dos tecidos oculares (LÖFGREN, 2017; MODENESE; GOBBA, 2018a, 2018b).

A catarata permanece como a principal causa de cegueira evitável no mundo, caracterizando-se pela perda progressiva da transparência do cristalino, com consequente redução da acuidade visual. Embora o envelhecimento represente seu principal fator de risco, evidências científicas demonstram que a exposição crônica à radiação ultravioleta acelera alterações oxidativas nas proteínas do cristalino, favorecendo principalmente o desenvolvimento da catarata cortical. Da mesma forma, o pterígio consiste em uma proliferação fibrovascular benigna da conjuntiva sobre a córnea, cuja fisiopatologia está fortemente relacionada à exposição solar prolongada, sendo mais frequente em populações residentes em regiões de elevada irradiância solar e em trabalhadores expostos ao ambiente externo (LÖFGREN, 2017; REZVAN et al., 2018).

Diversos estudos epidemiológicos demonstram associação consistente entre exposição ocupacional à radiação solar e aumento da incidência dessas doenças oftalmológicas. Trabalhadores rurais, pescadores, agricultores, profissionais da construção civil e demais indivíduos que desempenham atividades ao ar livre apresentam maior risco de desenvolver catarata e pterígio quando comparados à população geral. Além da duração da exposição, fatores como latitude geográfica, altitude, índice ultravioleta, idade e ausência de equipamentos de proteção ocular influenciam significativamente a magnitude dos danos causados pela radiação solar (MODENESE; GOBBA, 2018a, 2018b; REZVAN et al., 2018). Nesse contexto, a radiação ultravioleta promove alterações celulares por meio da formação de espécies reativas de oxigênio, indução de estresse oxidativo e lesão do material genético, desencadeando processos inflamatórios e degenerativos que comprometem a integridade dos tecidos oculares. No cristalino, esses mecanismos favorecem a desnaturação e agregação das proteínas, culminando

na opacificação característica da catarata. Na superfície ocular, especialmente na região limbar, a radiação UV estimula alterações das células epiteliais, remodelamento da matriz extracelular e degeneração elastótica da conjuntiva, contribuindo para o desenvolvimento e progressão do pterígio (HAMPEL et al., 2022).

Embora os mecanismos fisiopatológicos envolvidos estejam cada vez mais estabelecidos, ainda existem diferenças entre os estudos quanto à quantificação da exposição solar, aos métodos utilizados para estimar a dose cumulativa de radiação ultravioleta e à influência de fatores ambientais e individuais sobre o desenvolvimento dessas doenças. Além disso, observa-se heterogeneidade metodológica entre as pesquisas disponíveis, especialmente em relação à avaliação da exposição ocupacional e ao impacto das medidas de proteção ocular, o que dificulta a comparação direta entre os resultados e reforça a necessidade de síntese crítica das evidências científicas (MODENESE; GOBBA, 2018a, 2018b; REZVAN et al., 2018). Diante desse cenário, torna-se relevante reunir e analisar criticamente as evidências disponíveis acerca do papel da radiação ultravioleta no desenvolvimento da catarata e do pterígio, enfatizando os mecanismos fisiopatológicos envolvidos, os principais fatores de risco e as estratégias preventivas descritas na literatura. Dessa forma, esta revisão sistemática busca contribuir para a compreensão dos efeitos da exposição solar sobre a saúde ocular, fornecendo subsídios para a adoção de medidas preventivas e para o fortalecimento de políticas de promoção da saúde voltadas à proteção ocular.

Avaliar a associação entre a exposição à radiação ultravioleta e o desenvolvimento da catarata e do pterígio, com ênfase nos mecanismos fisiopatológicos, nos principais fatores de risco relacionados à exposição solar e ocupacional e nas medidas preventivas descritas na literatura científica.

## METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura, conduzida de acordo com as recomendações do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and MetaAnalyses (PRISMA), com o objetivo de avaliar o papel da radiação ultravioleta no desenvolvimento da catarata e do pterígio, enfatizando os mecanismos fisiopatológicos, os fatores de risco e as estratégias de prevenção descritas na literatura científica. A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), abrangendo estudos publicados nos últimos nove anos (2017 a 2026).

Foram utilizados descritores livres em inglês, combinados por meio do operador booleano AND, incluindo os termos "ultraviolet radiation", "solar radiation", "cataract", "pterygium", "ocular ultraviolet exposure", "sun exposure", "occupational exposure", "eye diseases" e

"prevention", bem como suas variações. A estratégia de busca foi direcionada para identificar estudos que apresentassem esses descritores no título e/ou resumo, contemplando pesquisas que investigassem a associação entre a exposição à radiação ultravioleta e o desenvolvimento de doenças oftalmológicas.

Foram incluídos estudos publicados nos últimos nove anos, disponíveis gratuitamente em texto completo, nos idiomas inglês, português ou espanhol, que abordassem a relação entre a exposição à radiação ultravioleta solar e o desenvolvimento da catarata e/ou do pterígio. Também foram incluídas revisões sistemáticas, metanálises, estudos observacionais, estudos multicêntricos e diretrizes internacionais que apresentassem evidências relevantes sobre fatores de risco, fisiopatologia, prevenção e proteção ocular. Considerou-se como critério adicional a presença dos descritores no título e/ou resumo dos artigos.

Foram excluídos estudos duplicados, artigos que não abordassem diretamente a associação entre radiação ultravioleta e doenças oftalmológicas, trabalhos relacionados exclusivamente a outras patologias oculares sem enfoque na catarata ou no pterígio, estudos experimentais sem aplicabilidade clínica, relatos de caso isolados e publicações com dados insuficientes para análise qualitativa.

A seleção dos estudos foi realizada em etapas, conforme preconizado pelo fluxograma PRISMA. Inicialmente, os artigos foram identificados por meio da busca nas bases de dados. Em seguida, foi realizada a triagem mediante leitura dos títulos e resumos, com o objetivo de verificar a elegibilidade. Posteriormente, os estudos potencialmente relevantes foram submetidos à leitura do texto completo, sendo incluídos na análise final aqueles que atenderam aos critérios de inclusão previamente estabelecidos.

Dos estudos selecionados, foram extraídas informações referentes ao autor, ano de publicação, tipo de estudo, população avaliada, principais fatores de risco investigados, resultados relacionados à associação entre exposição solar e desenvolvimento da catarata e do pterígio, bem como as principais conclusões. A

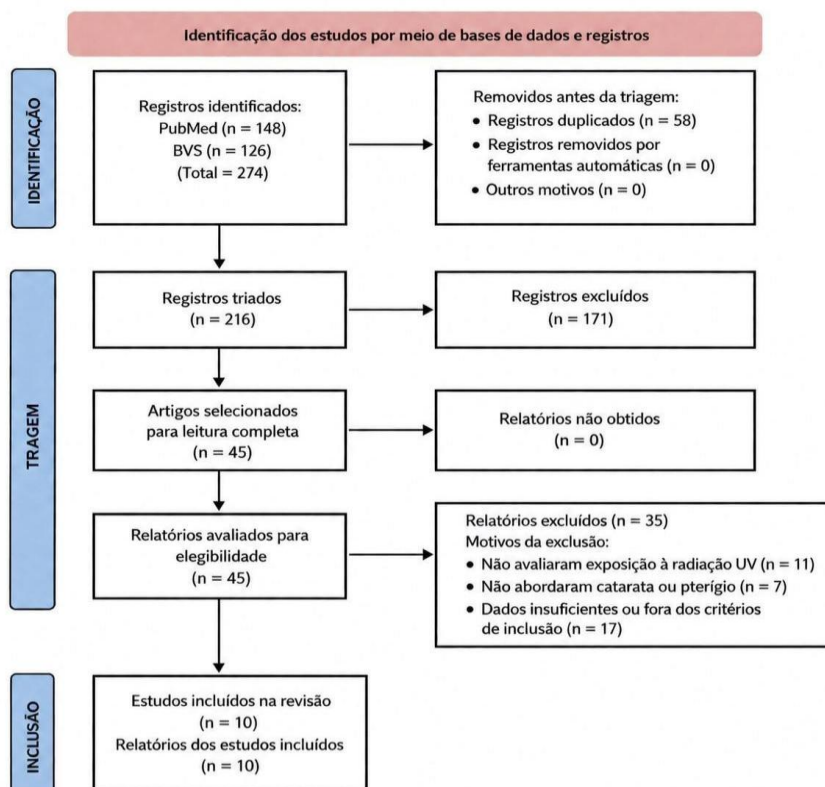
análise dos dados foi conduzida de forma qualitativa e descritiva, com ênfase na avaliação das evidências referentes aos mecanismos fisiopatológicos da radiação ultravioleta, à influência da exposição ocupacional e ambiental e às medidas de prevenção dessas doenças

oftalmológicas. Ao final da seleção, foram incluídos os estudos que atenderam plenamente ao objetivo desta revisão sistemática. A estratégia de busca identificou inicialmente 274 registros, sendo 148 provenientes da base PubMed e 126 da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Após a remoção de 58 registros duplicados, permaneceram 216 estudos para a etapa de triagem por títulos e resumos, dos quais 171 foram excluídos por não atenderem aos critérios de elegibilidade. Assim, 45 artigos foram selecionados para leitura na íntegra, sendo todos avaliados quanto à elegibilidade. Após essa etapa, 35 estudos foram excluídos por não abordarem diretamente a exposição à radiação ultravioleta, por não avaliarem catarata ou pterígio ou por apresentarem dados insuficientes para inclusão. Ao final do processo, 10 estudos compuseram a análise qualitativa desta revisão sistemática, conforme apresentado no fluxograma PRISMA (Figura 1).

Além dos estudos incluídos na revisão sistemática, foram consultadas diretrizes internacionais e documentos de referência clássicos, utilizados exclusivamente para contextualização teórica da introdução e da discussão, não compondo a análise qualitativa dos estudos selecionados.

Por se tratar de uma pesquisa baseada em dados secundários disponíveis na literatura científica, não houve necessidade de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa.

**Figura 1.** Fluxograma da seleção dos estudos conforme o PRISMA.



**Fonte:** Autoria própria.

## RESULTADOS

A busca nas bases de dados resultou na seleção de **10 estudos** publicados nos últimos nove anos, incluindo revisões sistemáticas, metanálises, estudos observacionais, estudos multicêntricos e revisões narrativas. De modo geral, os estudos demonstram associação consistente entre a exposição cumulativa à radiação ultravioleta (UV), especialmente à radiação UV-B, e o desenvolvimento da catarata e do pterígio. Além disso, evidenciou-se que trabalhadores expostos cronicamente ao ambiente externo, indivíduos residentes em regiões de elevada irradiância solar e populações localizadas em baixas latitudes apresentam maior risco para essas doenças oftalmológicas. A síntese das principais características e achados dos estudos incluídos encontra-se apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características gerais e principais achados dos estudos incluídos

| TÍTULO                                                                                                                | AUTOR/ ANO             | PRINCIPAIS ACHADOS                                                                                                                                      | CONCLUSÃO                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Solar Ultraviolet Radiation Cataract                                                                                  | LÖFGREN, 2017          | Revisão sobre os mecanismos pelos quais a radiação UV promove estresse oxidativo e opacificação do cristalino.                                          | A exposição crônica à radiação UV constitui importante fator de risco para catarata, principalmente do tipo cortical. |
| Cataract frequency and subtypes involved in workers assessed for their solar radiation exposure: a systematic review. | MODENESE; Gobba, 2018a | Revisão sistemática envolvendo trabalhadores expostos ao sol. Observou maior frequência de catarata entre indivíduos com elevada exposição ocupacional. | A exposição ocupacional à radiação solar aumenta significativamente o risco de catarata.                              |

|                                                                                                 |                        |                                                                                                             |                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Occupational Exposure to Solar Radiation Different Latitudes and Pterygium: A Systematic Review | MODENESE; Gobba, 2018b | Revisão sistemática demonstrando associação entre exposição ocupacional, latitude e ocorrência de pterígio. | Trabalhadores expostos à radiação solar apresentam maior risco para desenvolvimento de pterígio. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                     |                                    |                                                                                                                        |                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prevalence and Risk Factors of Pterygium: A Systematic Review and Meta-analysis                     | REZVAN et al., 2018                | Meta-análise identificando idade, sexo masculino, exposição solar e residência em áreas tropicais.                     | A exposição cumulativa à radiação UV representa um dos principais determinantes para o desenvolvimento do pterígio.                                |
| Effects of Solar Radiation on the Eyes                                                              | CHAWDA al., et 2022                | Revisão ampla sobre os efeitos da radiação solar nas estruturas oculares e medidas preventivas.                        | O uso de proteção ocular reduz significativamente os danos causados pela radiação UV.                                                              |
| Climate Change and Its Impact on Ocular Health: A Systematic Review                                 | ONYEZE; JACOB, 2025                | Revisão sistemática de 18 estudos (2000–2024) sobre exposição UV, poluição e variação climática em doenças oculares.   | Associação consistente entre maior exposição à radiação UV-B e maior risco de catarata, especialmente em regiões equatoriais e de alta insolação.  |
| The Association of Sun Exposure, Ultraviolet Radiation Effects and Other Risk Factors for Pterygium | TANDON et al., 2022                | Estudo multicêntrico e sobre fatores de risco e para ambientais ocupacionais pterígio.                                 | A duração da exposição solar e a ausência de proteção ocular aumentam significativamente o risco da doença.                                        |
| Alterations of the Anterior Segment of the Eye Caused by Exposure to UV Radiation                   | HAMPEL et al., 2022                | Revisão alterações sobre da ocular superfície decorrentes radiação UV.                                                 | A radiação ultravioleta promove alterações inflamatórias e degenerativas que favorecem o desenvolvimento do pterígio e da catarata.                |
| A systematic review of the health effects of occupational exposure to ultraviolet radiation         | ROCHA; GUEDES; SANTOS et al., 2026 | Síntese de 16 estudos sobre efeitos à saúde da exposição ocupacional à radiação UV solar em trabalhadores ao ar livre. | Associação clara entre exposição UV ocupacional e desfechos adversos, incluindo catarata, reforçando a necessidade de políticas de proteção solar. |

**Fonte:** Autoria própria.

4.1 Caracterização dos estudos Os estudos incluídos apresentaram predominância de revisões sistemáticas, metanálises, estudos observacionais e pesquisas multicêntricas, evidenciando elevado nível de qualidade metodológica. As investigações abrangeram diferentes

populações, incluindo trabalhadores expostos à radiação solar, indivíduos residentes em regiões tropicais e subtropicais e amostras populacionais de diversos continentes. De modo geral, observou-se consistência entre os estudos quanto à associação entre a exposição cumulativa à radiação ultravioleta e

o aumento da ocorrência de catarata e pterígio, embora tenham sido identificadas diferenças metodológicas relacionadas à quantificação da exposição solar e aos critérios diagnósticos empregados (MODENESE; GOBBA, 2018a, 2018b; REZVAN et al., 2018; HATSUSAKA et al., 2021).

#### **4.2 Associação entre radiação ultravioleta e catarata**

Os estudos analisados demonstraram associação consistente entre a exposição crônica à radiação ultravioleta, especialmente à radiação UV-B, e o desenvolvimento da catarata. Evidenciou-se que o cristalino sofre alterações oxidativas progressivas decorrentes da formação de espécies reativas de oxigênio induzidas pela radiação solar, favorecendo principalmente a ocorrência da catarata cortical. Além disso, trabalhadores com exposição ocupacional prolongada apresentaram maior frequência de opacificação do cristalino quando comparados a indivíduos com menor exposição ambiental (LÖFGREN, 2017; MODENESE; GOBBA, 2018a; HATSUSAKA et al., 2021).

#### **4.3 Associação entre radiação ultravioleta e pterígio**

A relação entre exposição solar e desenvolvimento do pterígio foi amplamente demonstrada pelos estudos incluídos. Observou-se maior prevalência da doença em indivíduos expostos continuamente à luz solar, principalmente trabalhadores rurais, pescadores, agricultores e profissionais da construção civil. Os estudos também identificaram maior frequência de pterígio em populações residentes em regiões de baixa latitude e elevada intensidade de radiação ultravioleta, reforçando a influência dos fatores ambientais sobre o desenvolvimento da doença (REZVAN et al., 2018; MODENESE; GOBBA, 2018b; TANDON et al., 2022)

#### **4.4 Principais fatores de risco identificados**

Entre os fatores de risco mais frequentemente descritos destacaram-se a exposição ocupacional à radiação solar, o tempo cumulativo de exposição ao longo da vida, idade avançada, sexo masculino, residência em regiões tropicais ou subtropicais e ausência de

medidas adequadas de proteção ocular. Alguns estudos também relataram influência da altitude, do índice ultravioleta local e de fatores comportamentais relacionados ao trabalho ao ar livre, os quais potencializam a dose de radiação recebida pelas estruturas oculares (REZVAN et al., 2018; MODENESE; GOBBA, 2018a, 2018b; HATSUSAKA et al., 2021).

#### **4.5 Medidas preventivas descritas na literatura**

As principais estratégias preventivas identificadas nos estudos incluíram o uso regular de óculos com proteção contra radiação ultravioleta (UV<sub>400</sub>), chapéus de abas largas e redução da exposição solar durante os períodos de maior intensidade da radiação. As revisões destacam que a adoção dessas medidas reduz significativamente a quantidade de radiação incidente sobre a superfície ocular e o cristalino, contribuindo para a prevenção da catarata e do pterígio, especialmente entre trabalhadores expostos ao ambiente externo. Os estudos também ressaltam a importância de programas de educação em saúde e de políticas voltadas à proteção ocupacional como estratégias para reduzir a incidência dessas doenças oftalmológicas (CHAWDA; SHINDE, 2022; HAMPEL et al., 2022; MODENESE; GOBBA, 2018a, 2018b).

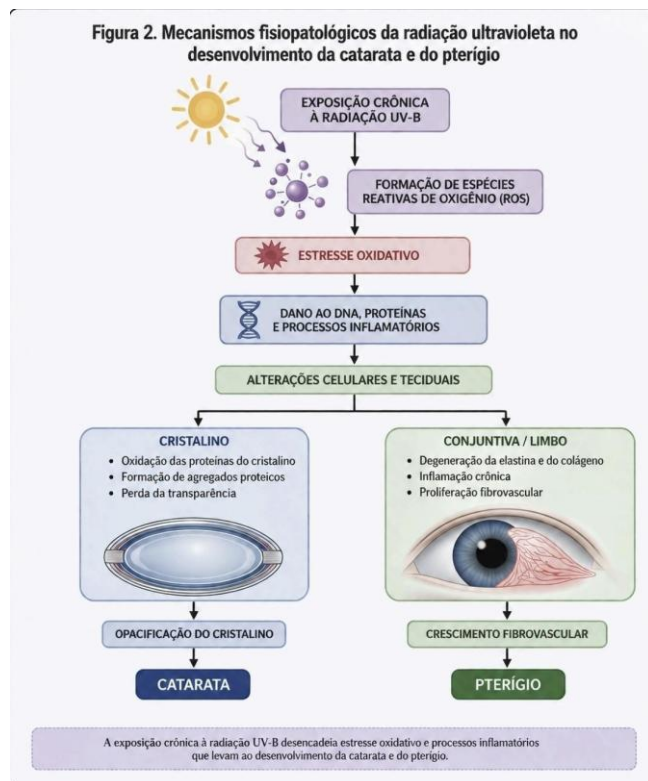
### **DISCUSSÃO**

#### **5.1 Radiação ultravioleta e doenças oftalmológicas**

A presente revisão sistemática evidenciou associação consistente entre a exposição cumulativa à radiação ultravioleta e o desenvolvimento de catarata e pterígio, corroborando os achados das principais revisões sistemáticas e estudos epidemiológicos publicados na última década. Embora o envelhecimento permaneça como o principal fator de risco para a catarata, diversos estudos demonstram que a exposição prolongada à radiação solar acelera processos degenerativos do cristalino, contribuindo especialmente para o desenvolvimento da catarata cortical. Da mesma forma, o pterígio apresenta forte relação com a exposição crônica à luz solar, sendo significativamente mais frequente em indivíduos residentes em regiões tropicais e subtropicais, bem como em trabalhadores que desempenham atividades ao ar livre (LÖFGREN, 2017; MODENESE; GOBBA, 2018a, 2018b; REZVAN et al., 2018). Os estudos analisados demonstraram elevada concordância quanto ao papel da radiação UV-B como principal componente da radiação solar envolvido na gênese dessas doenças. Entretanto, observou-se heterogeneidade entre os métodos utilizados para estimar a exposição cumulativa à radiação ultravioleta, dificultando comparações diretas entre diferentes populações. Apesar dessas limitações metodológicas, a associação entre exposição solar prolongada e maior

prevalência de catarata e pterígio mostrou-se consistente em diferentes regiões geográficas e grupos populacionais (HATSUSAKA et al., 2021; MODENESE; GOBBA, 2018a,2018b).

**Figura 2.** Mecanismos fisiopatológicos da radiação ultravioleta no desenvolvimento da catarata e do pterígio



**Fonte:** Autoria própria.

## 5.2 Mecanismos fisiopatológicos da radiação ultravioleta

Os mecanismos fisiopatológicos envolvidos no desenvolvimento da catarata e do pterígio estão intimamente relacionados aos efeitos biológicos da radiação ultravioleta sobre os tecidos oculares. A absorção da radiação UV pelo cristalino promove formação excessiva de espécies reativas de oxigênio, desencadeando estresse oxidativo, oxidação das proteínas cristalinas, dano ao DNA e redução da atividade dos sistemas antioxidantes endógenos. Como consequência, ocorre perda progressiva da transparência do cristalino e desenvolvimento da catarata, especialmente da forma cortical, considerada a mais fortemente relacionada à exposição solar (LÖFGREN, 2017).

Na superfície ocular, a radiação ultravioleta promove alterações nas células epiteliais da conjuntiva e do limbo corneano, estimulando processos inflamatórios crônicos, degradação da matriz extracelular e degeneração elastótica. Além disso, estudos recentes sugerem participação de citocinas inflamatórias, metaloproteinases da matriz e alterações das célulastronco limbares na fisiopatologia do pterígio, contribuindo para sua progressão sobre a córnea. Esses

mecanismos reforçam o caráter multifatorial da doença, embora a exposição solar permaneça como seu principal fator ambiental modificável (HAMPEL et al., 2022; CHAWDA; SHINDE, 2022).

### 5.3 Fatores de risco e implicações para a saúde pública

Os estudos incluídos demonstraram que trabalhadores rurais, pescadores, agricultores, profissionais da construção civil e demais indivíduos expostos ocupacionalmente à radiação solar apresentam risco significativamente maior para o desenvolvimento tanto da catarata quanto do pterígio. Além da exposição ocupacional, fatores como idade avançada, sexo masculino, baixa latitude, elevada altitude e ausência de proteção ocular potencializam os efeitos da radiação ultravioleta sobre o olho (MODENESE; GOBBA, 2018a, 2018b; REZVAN et al., 2018). Esses achados possuem importante impacto para a saúde pública, considerando que ambas as doenças figuram entre as principais causas de deficiência visual evitável em diversos países. Nesse contexto, a implementação de programas de educação em saúde, associados ao incentivo ao uso de óculos com proteção UV400 e chapéus de abas largas, representa estratégia efetiva para reduzir a exposição ocular à radiação solar, especialmente entre populações ocupacionalmente vulneráveis. As diretrizes internacionais da Academia Americana de Oftalmologia também reforçam a necessidade da proteção ocular como medida preventiva para minimizar os efeitos cumulativos da radiação ultravioleta ao longo da vida (AMERICAN ACADEMY OF OPHTHALMOLOGY, 2024).

**Tabela 2.** Principais fatores de risco associados ao desenvolvimento da catarata e do pterígio

| Fator de risco                      | Catarata | Pterígio |
|-------------------------------------|----------|----------|
| Exposição cumulativa à radiação UV  | ✓        | ✓        |
| Exposição ocupacional ao sol        | ✓        | ✓        |
| Idade avançada                      | ✓        | ✓        |
| Sexo masculino                      | ✓        | ✓        |
| Baixa latitude                      | ✓        | ✓        |
| Elevada irradiância solar           | ✓        | ✓        |
| Altitude elevada                    | ✓        | ✓        |
| Ausência de proteção ocular         | ✓        | ✓        |
| Trabalho ao ar livre                | ✓        | ✓        |
| Tempo prolongado de exposição solar | ✓        | ✓        |

**Fonte:** Autoria própria.

#### **5.4 Limitações da literatura**

Apesar da consistência dos resultados encontrados, algumas limitações devem ser consideradas. Os estudos incluídos apresentaram considerável heterogeneidade quanto aos métodos utilizados para estimar a exposição solar, aos critérios diagnósticos empregados e às características das populações avaliadas. Além disso, parte das pesquisas possui delineamento transversal, impossibilitando estabelecer relação causal definitiva entre exposição à radiação ultravioleta e desenvolvimento das doenças estudadas.

Outra limitação importante refere-se à dificuldade em mensurar precisamente a exposição ocular cumulativa à radiação ultravioleta, uma vez que fatores individuais, ocupacionais, climáticos e comportamentais influenciam diretamente a quantidade de radiação efetivamente recebida pelo olho. Dessa forma, ainda são necessários estudos prospectivos de longa duração que utilizem métodos padronizados para quantificação da exposição solar.

#### **5.5 Perspectivas futuras e implicações clínicas**

Os resultados desta revisão reforçam a importância da incorporação de estratégias preventivas voltadas à redução da exposição ocular à radiação ultravioleta, especialmente em populações de maior risco ocupacional. A implementação de campanhas educativas, aliada ao uso regular de dispositivos de proteção ocular com filtros adequados para radiação ultravioleta, pode contribuir significativamente para diminuir a incidência de catarata e pterígio.

Além disso, futuras pesquisas deverão concentrar-se na padronização dos métodos de avaliação da exposição solar cumulativa, bem como na investigação de marcadores moleculares relacionados ao estresse oxidativo e à suscetibilidade genética, possibilitando melhor compreensão dos mecanismos envolvidos e desenvolvimento de estratégias preventivas mais eficazes.

### **CONCLUSÃO**

A presente revisão sistemática evidenciou que a exposição crônica à radiação ultravioleta desempenha papel fundamental no desenvolvimento da catarata e do pterígio, sendo reconhecida como um dos principais fatores ambientais modificáveis associados a essas doenças oftalmológicas. As evidências analisadas demonstraram associação consistente entre a exposição solar cumulativa, especialmente à radiação UV-B, e o aumento da incidência dessas afecções, destacando-se maior vulnerabilidade entre trabalhadores expostos ao ambiente externo e indivíduos residentes em regiões de elevada irradiação solar. Os estudos incluídos

também reforçaram que os mecanismos fisiopatológicos envolvidos abrangem estresse oxidativo, dano ao DNA, inflamação crônica e alterações degenerativas dos tecidos oculares, contribuindo para a opacificação do cristalino e para o desenvolvimento do pterígio. Além disso, observou-se que fatores como idade, sexo masculino, latitude geográfica, tempo de exposição solar e ausência de medidas adequadas de proteção ocular potencializam significativamente o risco dessas doenças.

Sob a perspectiva clínica, os achados desta revisão ressaltam a importância da implementação de estratégias preventivas baseadas na redução da exposição ocular à radiação ultravioleta, incluindo o uso regular de óculos com filtros UV 400, chapéus de abas largas e medidas de educação em saúde voltadas, principalmente, às populações ocupacionalmente expostas. Essas intervenções representam alternativas de baixo custo e elevada efetividade para a prevenção da deficiência visual relacionada à exposição solar.

Embora a literatura disponível apresente evidências robustas acerca da associação entre radiação ultravioleta, catarata e pterígio, ainda existem limitações metodológicas relacionadas à heterogeneidade dos métodos utilizados para estimar a exposição solar e à predominância de estudos observacionais. Dessa forma, são necessários estudos prospectivos com metodologias padronizadas que permitam melhor quantificação da exposição ocular cumulativa e maior compreensão dos mecanismos envolvidos na gênese dessas doenças.

Conclui-se que a adoção de medidas preventivas, aliada ao fortalecimento de políticas públicas de promoção da saúde ocular e de proteção ocupacional contra a radiação solar, representa estratégia fundamental para reduzir a incidência de catarata e pterígio, contribuindo para a preservação da função visual e para a melhoria da qualidade de vida da população.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN ACADEMY OF OPHTHALMOLOGY. Protecting Your Eyes from Ultraviolet (UV) Light. San Francisco: American Academy of Ophthalmology, 2024. Disponível em: <https://www.aao.org/eye-health/tips-prevention/sun>. Acesso em: 27 jul. 2026.

CHAWDA, D.; SHINDE, P. Effects of Solar Radiation on the Eyes. *Cureus*, v. 14, n. 10, e30857, 2022. DOI: 10.7759/cureus.30857.

HAMPEL, U.; ELFLEIN, H. M.; KAKKASSERY, V.; HEINDL, L. M.; SCHUSTER, A. K. UVstrahlenexpositionsbedingte Veränderungen am vorderen Augenabschnitt

[Alterations of the anterior segment of the eye caused by exposure to UV radiation]. *Der Ophthalmologe*, v. 119, n. 3, p. 234-239, 2022. DOI: 10.1007/s00347-021-01531-0.

HATSUSAKA, N. et al. Association among pterygium, cataracts, and cumulative ocular ultraviolet exposure: a cross-sectional study in Han people in China and Taiwan. *PLoS ONE*, v. 16, n. 6, e0253098, 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0253098.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). Solar and Ultraviolet Radiation. Lyon: International Agency for Research on Cancer, 1992. (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, v. 55).

INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION (ICNIRP).

Guidelines on limits of exposure to ultraviolet radiation of wavelengths between 180 nm and 400 nm (incoherent optical radiation). *Health Physics*, v. 87, n. 2, p. 171-186, 2004.

LÖFGREN, S. Solar ultraviolet radiation cataract. *Experimental Eye Research*, v. 156, p. 112116, 2017. DOI: 10.1016/j.exer.2016.05.026.

MODENESE, A.; GOBBA, F. Cataract frequency and subtypes involved in workers assessed for their solar radiation exposure: a systematic review. *Acta Ophthalmologica*, v. 96, n. 8, p. 779-788, 2018a. DOI: 10.1111/aos.13734.

MODENESE, A.; GOBBA, F. Occupational exposure to solar radiation at different latitudes and pterygium: a systematic review of the last 10 years of scientific literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 15, n. 1, p. 37, 2018b. DOI: 10.3390/ijerph15010037.

MODENESE, A. et al. Occupational exposure to solar radiation and the eye: a call to implement health surveillance of outdoor workers. *La Medicina del Lavoro*, v. 114, n. 4, e2023032, 2023. DOI: 10.23749/mdl.v114i4.14657.

ONYEZE, N. S.; JACOB, J. Climate Change and Its Impact on Ocular Health: A Systematic Review. *Cureus*, v. 17, n. 9, e91614, 2025. DOI: 10.7759/cureus.91614.

REZVAN, F.; KHABAZKHOOB, M.; HOOSHMAND, E.; YEKTA, A.; SAATCHI, M.; HASHEMI, H. Prevalence and risk factors of pterygium: a systematic review and metaanalysis. *Survey of Ophthalmology*, v. 63, n. 5, p. 719-735, 2018. DOI: 10.1016/j.survophthal.2018.03.001.

ROCHA, R.; GUEDES, J.; SANTOS, J. et al. A systematic review of the health effects of occupational exposure to ultraviolet radiation. *Discover Public Health*, v. 23, e488, 2026. DOI: 10.1186/s12982-026-01745-0.

TANDON, R.; VASHIST, P.; GUPTA, N.; GUPTA, V.; YADAV, S.; DEKA, D.; SINGH, S.; VISHWANATH, K.; MURTHY, G. V. S. The association of sun exposure, ultraviolet radiation effects and other risk factors for pterygium (the SURE RISK for pterygium study) in geographically diverse adult ( $\geq 40$  years) rural populations of India – 3rd report of the ICMR-

EYE SEE study group. *PLoS ONE*, v. 17, n. 7, e0270065, 2022. DOI: 10.1371/journal.pone.0270065.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Ultraviolet Radiation. Geneva: World Health Organization, 2024. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/questionsandanswers/item/radiation-ultraviolet-\(uv\)](https://www.who.int/news-room/questionsandanswers/item/radiation-ultraviolet-(uv)). Acesso em: 27 jul. 2026.