



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACIG

FOTOENVELHECIMENTO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE AS CAUSAS, PREVENÇÃO E TRATAMENTOS

Daniela Vieira Cardoso

Manhuaçu
2023

DANIELA VIEIRA CARDOSO

**FOTOENVELHECIMENTO: UMA REVISÃO
INTEGRATIVA SOBRE AS CAUSAS, PREVENÇÃO E
TRATAMENTOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no
Curso de Superior de Medicina do Centro
Universitário UNIFACIG, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em Medicina.

Área de Concentração:

Orientadora: Thiara Guimarães Heleno de Oliveira
Pôncio

DANIELA VIEIRA CARDOSO

**FOTOENVELHECIMENTO: UMA REVISÃO
INTEGRATIVA SOBRE AS CAUSAS, PREVENÇÃO E
TRATAMENTOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no
Curso de Superior de Medicina do Centro
Universitário UNIFACIG, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em Medicina.

Área de Concentração:

Orientadora: Thiara Guimarães Heleno de Oliveira
Pôncio

Banca Examinadora

Data de Aprovação: DIA de MÊS de ANO

Titulação e Nome do Professor Orientador; Nome da

Instituição Titulação e Nome do Professor Convidado;

Nome da Instituição Titulação e Nome do Professor

Convidado; Nome da Instituição

RESUMO

Introdução: A pele, órgão essencial, desempenha várias funções, como proteção, nutrição, pigmentação, regulação da temperatura, transpiração, defesa e absorção. Representando cerca de 20% do peso total do corpo humano, a pele é o maior órgão do corpo, desempenhando um papel importante na proteção contra os raios UV que causam envelhecimento. O objetivo deste artigo científico é elucidar os mecanismos do processo de fotoenvelhecimento, seus fatores de risco e suas consequências para a saúde da pele e autoestima, além de investigar as estratégias preventivas mais eficazes e evidenciar as opções de tratamento disponíveis. **Metodologia:** Realizou-se uma pesquisa qualitativa descritiva por meio de revisão bibliográfica integrativa em artigos em português publicados de 2009 a 2022. Foram consultadas as bases de dados eletrônicas "Google Acadêmico", "Scielo" e "ResearchGate". **Discussão:** A exposição solar pode causar danos graves à pele, incluindo câncer. Manter a saúde da pele envolve hidratação, limpeza diária e uso de protetor solar. Produtos cosméticos e cosmecêuticos podem auxiliar no tratamento do fotoenvelhecimento, assim como procedimentos estéticos invasivos que apresentam rugas e manchas, aparentes a aparência da pele. **Conclusão:** O fotoenvelhecimento é inevitável, mas existem formas de prevenção e tratamento. Tendo a autoestima um papel importante na saúde e bem-estar, profissionais da área da saúde devem estar bem informados a respeito das opções terapêuticas e preventivas, a fim de orientar os pacientes com maior segurança. A conscientização sobre os riscos da exposição solar e acesso a serviços de qualidade são essenciais, bem como o apoio emocional e campanhas de marketing positivo. Por fim, a pesquisa contínua é necessária para melhorar os tratamentos disponíveis.

Palavras-chave: Fotoenvelhecimento; Pele; Radiação solar.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	5
1. INTRODUÇÃO	6
2. METODOLOGIA	6
3. RESULTADOS	7
4. DISCUSSÃO	11
4.1 O tecido cutâneo: estrutura e funções.....	11
4.2 O envelhecimento cutâneo: extrínseco e intrínseco	12
4.3 Tipos de radiação solar	12
4.4 Efeitos biomoleculares da radiação solar na pele.....	13
4.5 Mecanismos naturais de defesa da pele ao fotoenvelhecimento	14
4.6 Sinais clínicos do fotoenvelhecimento	15
4.7 Consequências mais graves: carcinogênese	16
4.8 O impacto da aparência na saúde	16
4.9 Prevenção	17
4.9.1 Hidratação e limpeza diária	17
4.9.2 Protetores solares.....	17
4.9.3 Barreiras físicas como proteção solar	19
4.9.4 Fotoprotetores orais	19
4.10 Tratamentos	19
4.10.1 Formulações cosméticas tópicas que contêm ativos que retardam o fotoenvelhecimento.....	19
4.10.2 Procedimentos invasivos	21
5. CONCLUSÃO	22
6. REFERÊNCIAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

A pele, órgão essencial que cobre o corpo e o separa do meio externo, desempenha diversas funções, incluindo proteção, nutrição, pigmentação, regulação da temperatura, transpiração, defesa e absorção. Representando cerca de 20% do peso total do corpo humano, o maior órgão do organismo possui um papel significativo tanto no âmbito social quanto emocional (TOFETTI, 2006).

Conforme mencionado por Negreiros *et al.* (2022), o envelhecimento da pele é uma manifestação de processos fisiológicos que ocorrem naturalmente à medida que o ser humano envelhece. Tal fenômeno ocorre de dois modos: intrínseco e extrínseco. O envelhecimento intrínseco é geneticamente controlado, enquanto o extrínseco é acelerado por fatores ambientais, principalmente a exposição à radiação solar, sendo conhecido como fotoenvelhecimento.

O fotoenvelhecimento é um processo cumulativo que é influenciado por vários fatores, como o tipo de pele, grau de exposição solar e capacidade de registrar esse dano. Esses fatores resultam em mudanças histológicas significativas que se refletem no aspecto da pele, como flacidez, linhas de expressão e manchas. Tais riscos podem ser atenuados com o uso de filtros solares, chapéus, óculos escuros e exposição em horários adequados (TOFETTI, 2006).

Em estudo realizado na UNESP por Meurer, Benedetti e Mazo (2009), o envelhecimento foi definido como um processo inerente à vida, que provoca perdas físicas, funcionais e sociais, resultando na diminuição da satisfação com o próprio corpo, percepção da autoimagem e autoestima, sendo esses aspectos imprescindíveis ao bem-estar. Em harmonia, em 1946, a Organização Mundial de Saúde (OMS) definiu a saúde como “um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente ausência de afecções e enfermidades”, ratificando a relevância da autoimagem e autoestima na saúde do indivíduo.

A importância de evidenciar os resultados da exposição à radiação UV não está apenas relacionada ao fotoenvelhecimento e seus impactos na autoestima dos indivíduos, mas também no estudo da propiciação da melanogênese. Isto posto, estando o Brasil situado em grande parte entre o trópico de Capricórnio e Equador, regiões que recebem radiações solares mais intensas, existe um maior número de pessoas diagnosticadas com câncer de pele (CABRAL; PEREIRA; PARTEATA, 2013).

Nesse contexto, o fotoenvelhecimento, processo complexo e multifatorial que ocorre devido à exposição crônica à radiação ultravioleta (UV), causa danos significativos à pele, afetando negativamente a autoestima, aparência e saúde cutânea, podendo levar a problemas dermatológicos mais sérios. Devido a pertinência do assunto, o objetivo deste artigo científico é realizar uma revisão integrativa dos principais estudos sobre o tema, a fim de elucidar os mecanismos do processo de fotoenvelhecimento, seus fatores de risco e suas consequências para a saúde da pele e autoestima, além de investigar as estratégias preventivas mais eficazes e evidenciar as opções de tratamento disponíveis.

2. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido utilizando uma abordagem de pesquisa qualitativa, com objetivo descritivo, através de pesquisa bibliográfica de caráter integrativo. A pesquisa foi desenvolvida nos meses de janeiro e fevereiro de 2023. Utilizou-se como critérios de inclusão: artigos no idioma português, publicados entre 2009 e 2022.

Enquanto os critérios de exclusão foram: idioma diferente do português, análise de título, resumo e palavras-chave.

As principais fontes de consulta para realização da obra foram as bases de dados eletrônicas: “Google Acadêmico”, “SciELO” e “ResearchGate”. Os artigos foram encontrados por meio dos seguintes descritores em ciências da saúde (DeCS): Fotoenvelhecimento; Pele; Radiação solar. Na seleção de artigos, foram identificados cerca de 39.810 resultados através dos descritores, dos quais 41 foram integralmente lidos e 22 foram selecionados.

Depois de conduzir uma pesquisa e aplicar critérios de inclusão e exclusão, obteve-se a composição da amostra para o estudo. A Tabela 1 apresenta o número total de artigos selecionados para o estudo nas bases de dados

Quadro 1. Seleção dos artigos a partir dos descritores e filtros.

DESCRITORES	Fotoenvelhecimento; Pele; Radiação solar.
SELEÇÃO	2682
FILTROS	Artigos no idioma português; Publicados entre 2009 e 2022; Área temática: ciências da saúde.
EXCLUSÃO	Idioma diferente do português; Análise de título, resumo e palavras-chave.
SELEÇÃO	SciELO: 2; ResearchGate: 3; Google Acadêmico: 17

Fonte: Autor do estudo (2023).

Quadro 2. Total de artigos selecionados a partir dos descritores nas bases de dados.

DESCRITORES	SCIELO	RESEARCHGATE	GOOGLE ACADÊMICO	TOTAL
Fotoenvelhecimento; Pele; Radiação solar.	492	100	2090	2682
Número de artigos selecionados	2	3	17	22

Fonte: Autor do estudo (2023).

3. RESULTADOS

Os 22 artigos escolhidos foram dispostos em ordem cronológica, do mais antigo ao mais recente. No Quadro 1, é possível observar o título do estudo, ano de publicação, autores e base de dados onde foram indexados. No Quadro 2, são apresentados os objetivos, o tipo de estudo e um resumo dos resultados dos artigos selecionados, com o propósito de embasar a discussão deste estudo de revisão.

Quadro 3. Artigos selecionados para revisão integrativa.

Nº	ARTIGO	ANO	AUTORES	BASE
1	Fotoenvelhecimento cutâneo: processo, produtos.	2015	BENTO.	Google Acadêmico

2	Alterações Pigmentares no Fotoenvelhecimento cutâneo.	2018	BERNARDO.	Google Acadêmico
3	Identificação de substâncias com potencial de fotoproteção oral.	2022	BUZANELLO.	Google Acadêmico
4	Filtros solares e fotoprotetores – uma revisão.	2013	CABRAL, PEREIRA, PARTEATA.	ResearchGate
5	Geriatria Fundamental. Saber e Praticar (pp.275-284); Edição: 1ª; Capítulo: Patologia Dermatológica e Envelhecimento.	2014	CARDOSO, FIGUEIREDO .	ResearchGate
6	Fotoenvelhecimento da pele: fisiopatologia molecular e prevenção.	2014	CARVALHO.	Google Acadêmico
7	Cuidar em saúde: satisfação com imagem corporal e autoestima de idosos.	2009	CHAIM, IZZO, SERA.	Google Acadêmico
8	O uso do protetor solar na prevenção do fotoenvelhecimento.	2022	COSTA <i>et al.</i>	Google Acadêmico
9	Estratégias fotoprotetoras contra fotocarcinogênese e fotoenvelhecimento.	2018	GREGÓRIO <i>et al.</i>	ResearchGate
10	Anatomia humana sistemática básica.	2020	JÚNIOR.	Google Acadêmico
11	Aspectos da autoimagem e autoestima de idosos ativos.	2009	MEURER, BENEDETT, MAZO.	Google Acadêmico
12	Bases biomoleculares do fotoenvelhecimento.	2009	MONTAGNE R, COSTA.	Scielo
13	Características da Radiação Ultravioleta Solar e seus efeitos na saúde humana nas cidades de La Paz – Bolívia e Natal - Brasil.	2017	NATAL.	Google Acadêmico
14	Exposição ao sol e envelhecimento cutâneo.	2022	NEGREIROS.	Google Acadêmico
15	Radiação ultravioleta: Características e Efeitos.	2005	OKUNO, VILELA.	Google Acadêmico
16	A cosmetologia na prevenção do fotoenvelhecimento em mulheres adultas.	2021	PEREIRA, MESQUITA, OLIVEIRA.	Google Acadêmico
17	Fotoenvelhecimento: Prevenção e Tratamento.	2014	PINTO.	Google Acadêmico
18	Aplicação da Nanotecnologia no Envelhecimento.	2015	SANTOS <i>et al.</i>	Google Acadêmico
19	Segurança e eficácia de Cosmecêuticos e Nutracêuticos utilizados na prevenção e retardamento do fotoenvelhecimento da pele.	2015	SILVA.	Google Acadêmico
20	Qualidade de vida de mulheres com fotoenvelhecimento facial grau II submetidas à intervenção miofuncional estética.	2012	SOUZA.	Google Acadêmico

21	Qualidade de vida e autoestima de idosos na comunidade.	2016	TAVARES <i>et al.</i>	Scielo
22	A importância do uso do filtro solar na prevenção do fotoenvelhecimento e do câncer de pele.	2006	TOFETTI.	Google Acadêmico

Fonte: Autor do estudo (2023).

Quadro 4. Apresentação dos objetivos, tipo de estudo e síntese dos resultados dos estudos selecionados.

Nº	OBJETIVO	TIPO DE ESTUDO	RESULTADOS
1	Compreender os processos fisiológicos do fotoenvelhecimento da pele e examinar as estratégias disponíveis para retardar esse processo.	Revisão bibliográfica.	O objetivo deste estudo é implementar os três níveis de intervenção para atrasar o fotoenvelhecimento da pele e transformá-lo em uma questão de saúde pública.
2	Fornecer um resumo das lesões pigmentares mais comuns causadas pela exposição solar.	Revisão bibliográfica.	O fotoenvelhecimento é uma preocupação estética atual e as alterações pigmentares levam à procura de agentes de prevenção e tratamento.
3	Identificar substâncias de uso oral que auxiliam na fotoproteção e avaliar sua eficácia.	Revisão bibliográfica.	Foram identificadas várias substâncias com potencial de ação de proteção oral contra a fotodano, incluindo carotenoides, polifenóis e vitaminas.
4	Revisar os fenômenos relacionados aos filtros solares, apresentar suas classificações, mecanismos de ação e métodos de avaliação.	Revisão bibliográfica.	Destaca-se que a combinação de filtros solares inorgânicos com orgânicos amplia o espectro de proteção, permitindo um maior FPS, atendendo custos e minimizando as reações irritativas.
5	Abordar as patologias cutâneas que assumem maior importância em idosos.	Revisão bibliográfica.	Conhecer as entidades clínicas cutâneas mais frequentes a fim de se diagnosticar precocemente.
6	Contribuir para uma compreensão primorada dos mecanismos moleculares e celulares do fotoenvelhecimento, enfatizar a importância da prevenção e descrever as opções terapêuticas.	Revisão bibliográfica.	A prevenção do fotoenvelhecimento e da carcinogênese consiste no uso de protetor solar desde a infância.
7	Compreender o impacto da satisfação com a imagem corporal e a autoestima na promoção da saúde dos idosos.	Estudo observacional descritivo transversal prospectivo.	Os dados sugerem que a maior parte dos idosos avaliados não está satisfeita com sua imagem corporal.
8	Analisar as circunstâncias que causam o	Revisão bibliográfica.	O fotoenvelhecimento causa danos às fibras elásticas e colágenas da derme, logo, a pele

	fotoenvelhecimento e a utilização do protetor solar como método de prevenção.		perde a elasticidade e fica mais vulnerável a alterações de pigmentação e neoplasias.
9	Evidenciar estratégias para a proteção contra efeitos solares danosos.	Revisão bibliográfica.	O uso de agentes de vestuário de proteção associados a protetores solares de amplo espectro forma combinação eficaz para a proteção solar.
10	Resumir as estruturas do revestimento epitelial, como a pele, o pelo, as glândulas sebáceas e sudoríparas e a unha.	Revisão bibliográfica.	A pele é o maior órgão do corpo humano e é composta por três camadas principais: a epiderme, a derme e o hipoderme. Em cada camada, há estruturas específicas com variadas funções.
11	Analisar os aspectos da autoimagem e autoestima de idosos ativos.	Pesquisa de campo.	A maioria dos idosos apresentou autoimagem e autoestima alta, estando relacionada à percepção positiva da Aparência, capacidade funcional e social.
12	Evidenciar o efeito das radiações sobre diversas estruturas celulares e cutâneas.	Revisão bibliográfica.	As radiações solares geram espécies reativas de oxigênio, induzindo diretamente danos ao DNA.
13	Avaliar os níveis de radiação ultravioleta no solo usando o índice ultravioleta, as Doses Mínimas Eritematosas e a Dose Eritêmica Acumulada nas cidades de La Paz e Natal no período de 1997 a 2012 e a relação com a incidência de fotodermatoses nesses locais.	Pesquisa de campo.	As cidades de La Paz, Bolívia, e Natal, Brasil, possuem características geográficas, latitudinais e climáticas que constituem o principal fator para registros de IUV “extremos”, repercutindo em mais casos de fotodermatoses.
14	Evidenciar o mecanismo de ação dos raios solares no processo de envelhecimento precoce, propor maneiras de preveni-lo e tratá-lo.	Revisão bibliográfica.	Os raios UV penetram na pele e causam danos nas células e estruturas cutâneas, como colágeno e elastina.
15	Evidenciar características e efeitos das radiações ultravioletas.	Revisão bibliográfica.	A radiação ultravioleta é capaz de causar danos aos humanos devido à alta capacidade de penetração na pele humana e seu efeito cumulativo.
16	Discutir a efetividade dos cosméticos na prevenção do fotoenvelhecimento em mulheres.	Revisão sistemática.	Cosméticos obtiveram resultados significantes na prevenção do fotoenvelhecimento em mulheres.
17	Identificar as causas do fotoenvelhecimento e os processos que ocorrem na pele devido à exposição à radiação ultravioleta (UV), além de explorar os princípios ativos utilizados tanto na prevenção	Revisão bibliográfica.	As vitaminas C e E, o β -caroteno, os polifenóis do chá verde, a CoQ10, os retinóides e os AHA são princípios ativos eficazes no tratamento do fotoenvelhecimento.

	quanto no tratamento do fotoenvelhecimento.		
18	Aprimorar a compreensão do mecanismo de ação da radiação ultravioleta no envelhecimento da pele e explorar o uso da nanotecnologia na fotoproteção.	Revisão bibliográfica.	A nanotecnologia, formulações baseadas em nanopartículas, vem sendo utilizada no aperfeiçoamento de formulações cosméticas mais estáveis e com alta eficiência de penetração cutânea.
19	Estudar a nível de mecanismos de ação, eficácia e segurança, cosmeceúticos e nutracêuticos utilizados no tratamento e prevenção do fotoenvelhecimento.	Revisão bibliográfica.	Retinóides e niacinamida se mostraram seguros e eficazes na prevenção e tratamento do fotoenvelhecimento.
20	Avaliar a qualidade de vida de 39 mulheres, entre 30 e 45 anos, com fotoenvelhecimento facial grau II, submetidas à intervenção miofuncional estética, comparando-se os períodos pré e pós-intervenção.	Ensaio clínico.	Após intervenção miofuncional a fim de reduzir rugas, constatou-se aumento significativo dos escores médios do estado geral de saúde, vitalidade e aspecto emocional.
21	Verificar a associação entre os escores de qualidade de vida e autoestima em idosos na comunidade.	Análise estatística descritiva.	Os menores escores de qualidade de vida associaram-se com os piores níveis de autoestima.
22	Promover a conscientização e sensibilização das autoridades sanitárias e governantes sobre a importância do uso do filtro solar como uma medida eficaz na prevenção do câncer de pele.	Revisão bibliográfica.	Ficou evidente a necessidade de utilizar o filtro solar como uma medida preventiva contra o fotoenvelhecimento e o câncer de pele decorrente da exposição desprotegida às radiações.

Fonte: Autor do estudo (2023).

4. DISCUSSÃO

4.1 O tecido cutâneo: estrutura e funções

O tegumento ou pele, é o tecido de revestimento que cobre a superfície externa do corpo com a finalidade de proteção e isolamento dos efeitos nocivos do meio ambiente. Podendo ser dividida em três partes, sendo elas: epiderme, derme e hipoderme. A camada externa, representada pela epiderme, é composta por cinco estratos, o germinativo, o granuloso, espinhoso, lúcido e córneo. Abaixo da epiderme, encontra-se a derme, que abrange o tecido conjuntivo, estruturas vasculo-nervosas, glândulas e células do sistema imunológico. E, por fim, a hipoderme ou tecido subcutâneo, situada sob a derme, abriga as artérias e tem como função a proteção de órgãos e ossos, isolamento térmico, reserva energética e faz a conexão entre pele e fáscia muscular (JÚNIOR, 2020).

Sendo considerada o maior órgão do corpo, representa aproximadamente 16% da massa corporal total. Este órgão tem características elásticas e cores variáveis,

determinadas principalmente pela concentração de melanina e carotenóides no sangue (JÚNIOR, 2020). A melanina é produzida na camada basal da epiderme por células chamadas melanócitos, e é o principal fator que afeta a cor da pele. Contudo, sua principal função é filtrar a radiação UV da luz solar que danifica o DNA e causa o envelhecimento (PINTO, 2014).

4.2 O envelhecimento cutâneo: extrínseco e intrínseco

O envelhecimento cutâneo pode ser classificado como extrínseco ou intrínseco. O envelhecimento intrínseco ou cronológico é inevitável, gradual e previsto geneticamente. Enquanto o envelhecimento extrínseco ou fotoenvelhecimento, surge devido a fotoexposição progressiva, sob efeito danoso dos diferentes tipos de radiação ultravioleta (UV) (SANTOS et al., 2015).

O envelhecimento intrínseco pode ser percebido mesmo em áreas não expostas ao sol e é decorrente de fatores genéticos e mecanismos moleculares habituais aos outros órgãos, derivado de efeitos danosos a nível celular e tecidual ao longo do tempo. São reconhecidos como mecanismos de dano intrínseco, o encurtamento dos telômeros, mutações no DNA mitocondrial, estresse oxidativo, mutações genéticas e fatores hormonais, como, por exemplo, a diminuição dos níveis de estrógenos e progesterona após a menopausa (CARDOSO et al., 2014).

Quanto ao envelhecimento extrínseco, há grande associação com o fotoenvelhecimento, sendo usados, por vezes, como sinônimos (CARDOSO et al., 2014). Ainda que outros fatores externos compreendam essa classe de envelhecimento, como a exposição a partículas aerotransportadas, doenças crônicas, medicações, álcool, tabaco e outras drogas. Por via de regra, os sinais clínicos do envelhecimento extrínseco são mais notáveis às alterações intrínsecas (SANTOS et al., 2015).

4.3 Tipos de radiação solar

A radiação ultravioleta (UV) significa qualquer radiação eletromagnética ionizante com comprimento de onda entre 100 nm e 400 nm e frequência maior que a da luz visível, capaz de causar danos aos humanos devido à alta capacidade de penetração na pele humana e seu efeito cumulativo. Seu comprimento de onda considerado baixo é responsável por sua alta frequência e capacidade energética. Enquanto sua nomenclatura provém do fato da cor violeta ser a última cor visível, ou seja, a de maior frequência no espectro visível da luz (OKUNO; VILELA, 2005).

A radiação UV é subdividida em três bandas de comprimento de onda. O comprimento de onda mais longo (315 nm a 400 nm) pertence ao RUv-A, que é pouco absorvido na atmosfera. Em seguida, a RUv-B é composta por comprimentos de onda medianos (280 nm a 315 nm), sendo 95% absorvida pela camada de ozônio. Por último, representando a banda com menor comprimento de onda (100 nm a 280 nm) encontra-se a RUv-C, que é completamente absorvida pelos componentes atmosféricos (NATAL, 2017).

Outrossim, a radiação UvA, apesar de conter os comprimentos de onda mais longos e ser eficiente na indução de processos oxidativos, é a menos efetiva na produção de eritema e melanogênese. Entretanto, é capaz de induzir reações

inflamatórias na pele e danos ao DNA através da reação da radiação com o oxigênio molecular, que produz espécies reativas de oxigênio (TOFETTI, 2006)

Em contrapartida, a radiação UvB, em comparação a UvA, causa mais danos ao DNA, fotoimunossupressão, eritema, espessamento do estrato córneo e melanogênese. Sendo este raio mais intenso entre 10 e 16 horas, enquanto RUV-A mantém a mesma intensidade durante todo o dia, independente da estação do ano (TOFETTI, 2006).

A radiação UV que atinge a superfície da terra é consideravelmente inferior à que incide no topo da atmosfera. Isso se deve às diversas interações da radiação durante esse percurso. Essas interações ocorrem através da absorção da energia do feixe incidente, transformando-o em outras formas de energia; do espalhamento, que ocorre quando a energia é desviada para outras direções; e, por fim, da reflexão, quando a energia retorna a mesma direção a qual foi emitida (NATAL, 2017).

Tais interações que ocorrem na atmosfera dependem de alguns fatores, como: geográficos (latitude, altitude e tipo de superfície), temporais (horário do dia e estação do ano), atmosféricos (concentração da camada de ozônio, aerossóis e nuvens) e astronômicos (declinação solar e distância do sol). Na Atmosfera, o ozônio representa o mais importante gás responsável pela absorção da radiação solar, principalmente a UvB (NATAL, 2017).

Contudo, esses não são os únicos fatores que influenciam na penetrância da radiação da luz na pele. Há também fatores individuais, raciais e anatômicos, como a espessura da camada córnea e a quantidade de melanina (TOFETTI, 2006).

4.4 Efeitos biomoleculares da radiação solar na pele

Fisiologicamente, ocorre o envelhecimento intrínseco através de alterações a nível celular, independentemente da radiação solar, sendo que a principal característica que diferencia o envelhecimento cronológico do fotoenvelhecimento é a deposição de material amorfo na derme papilar, em vez de tecido conectivo (MONTAGNER; COSTA, 2009).

A título de exemplo, temos o reparo do DNA telomérico. Os telômeros são sequências de repetições de nucleopeptídeos encontradas nas extremidades dos cromossomos. Como a DNA polimerase não pode transcrever a sequência final das bases da fita de DNA durante a replicação, o comprimento dos telômeros diminui a cada mitose. Esse encurtamento dos telômeros tem sido associado ao envelhecimento celular (MONTAGNER; COSTA, 2009). Entretanto, a epiderme está em constante renovação graças a telomerase, uma enzima ribonucleoproteica que pode impedir o encurtamento dos telômeros (PINTO, 2014).

Porém, essa enzima diminui com o passar da idade e, além disso, a telomerase não é expressa em fibroblastos e, portanto, tem uma vida útil limitada, levando à diminuição do número de fibroblastos ao longo do tempo e à destruição de estruturas importantes, como colágeno, elastina e fibronectina (PINTO, 2014).

As fibras de colágeno, por sua vez, fornecem estrutura e integridade mecânica à derme, enquanto a elastina confere elasticidade à pele. A fibronectina pode contrair e organizar o tecido conjuntivo, promover a adesão celular no processo final de cicatrização e reepitelização, e também está envolvida principalmente na integridade da junção dermo-epidérmica (PINTO, 2014).

Além disso, graças ao envelhecimento, o sistema imunológico fica muito enfraquecido devido ao número reduzido de células de Langerhans, células T de

memória defeituosas, resposta proliferativa de linfócitos reduzida e capacidade corporal reduzida de produzir anticorpos (MONTAGNER ; COSTA, 2009).

Ainda, a degradação de produtos oxidados também foi revelada. Essa função é desempenhada pelo proteassoma, uma protease multicatalítica cuja atividade parece diminuir ao longo da vida. Como resultado, as proteínas oxidadas são degradadas de forma incompleta, o número de agregados proteicos aumenta e as disfunções celulares aceleram, levando ao envelhecimento celular cronológico (MONTAGNER; COSTA, 2009).

A radiação ultravioleta, por sua vez, promove o estresse oxidativo de forma muito mais rápida e intensa do que no envelhecimento intrínseco, que leva a mutações genéticas no DNA, defeitos e alterações funcionais nas proteínas e peroxidação lipídica das membranas celulares, interferindo assim na sua permeabilidade (PINTO, 2014).

Em contato com o tegumento, esses raios são capazes de gerar espécies reativas de oxigênio, que ativam quinases que aumentam a expressão de fatores de transcrição de proteínas que ativam genes de enzimas chamadas de metaloproteinases, capazes de desintegrar proteínas da matriz extracelular, como colágeno e elastina, já citados anteriormente (PINTO, 2014).

O fotoenvelhecimento causa diversas alterações histológicas na pele. Na epiderme, é perceptível o afinamento da camada espinhosa e o achatamento da junção dermoepidérmica. Os queratinócitos envelhecidos se tornam resistentes à apoptose, o que propicia a carcinogênese. O número de melanócitos também se reduz, alterando-se a densidade melanocítica. Isso favorece o surgimento de efélides, hipomelanose gotada, lentigos e nevos. O efeito solar imediato sobre a pele é a hiperpigmentação cutânea com atraso na formação de nova melanina, o qual é reversível (MONTAGNER; COSTA, 2009).

4.5 Mecanismos naturais de defesa da pele ao fotoenvelhecimento

A princípio, o mecanismo de defesa mais importante da pele contra a radiação ultravioleta é mediado pela melanina. Ocorre o deslocamento dos melanossomas (grânulos de melanina) para o pólo superior das células, a fim de proteger o material genético presente no núcleo dos queratinócitos contra a radiação UV (PINTO, 2014). Para proteger o DNA contra agressões, os melanócitos produzem mais melanina, levando ao escurecimento da pele, conhecido como “bronzado”. Nessa etapa, o dano permanente e cumulativo das células já ocorreu e será visto clinicamente na forma de rugas, manchas, melanoses, queratoses e câncer de pele (TOFETTI, 2006).

A melanina também realiza o papel de filtro óptico, absorvendo a energia e estabilizando os radicais livres gerados pela radiação. Essa substância é crucial no processo de absorção da luz solar, e suas características, como quantidade e distribuição, podem variar (TOFETTI, 2006).

A categorização de Fitzpatrick é um sistema que divide o tegumento em seis fototipos diferentes, com base na quantidade de melanina presente na pele e na potencialidade de bronzear e queimar quando exposta à luz solar. O sistema varia do tipo 1, com pele extremamente clara e sensível ao sol, ao tipo 6, com pele totalmente pigmentada e naturalmente mais resistente aos efeitos deletérios do sol. No entanto, é importante salientar que mesmo as pessoas com pele mais escura precisam de proteção solar para prevenir o câncer de pele e o envelhecimento prematuro (COSTA et al., 2022).

Além disso, a pele possui um mecanismo adicional de proteção que consiste no espessamento da camada córnea. Esse processo envolve o aumento da queratinização e desidratação, o que resulta em uma barreira mais resistente que dificulta a penetração das radiações através da epiderme. É por isso que superfícies mais queratinizadas, como planta dos pés e palma das mãos são menos sensíveis aos efeitos do sol (PINTO, 2014).

A sudorese também é um sistema de defesa do tegumento, pois promove a distribuição do ácido urocânico (UCA). O UCA é um metabólito do aminoácido histidina que se encontra no estrato córneo da epiderme. A sua produção é estimulada pela radiação UVB, e possui alta capacidade de absorção de energia dentro desta faixa de radiação ultravioleta (PINTO, 2014).

Ademais, existem sistemas antioxidantes não-enzimáticos que têm a capacidade de neutralizar os radicais livres. Dentre esses antioxidantes, podemos citar a vitamina E lipossolúvel (α -tocoferol), a vitamina C hidrossolúvel (ácido ascórbico), o betacaroteno, o ubiquinol-10 (coenzima Q10), a cisteína, a glutatona e o ácido úrico. Essas substâncias são capazes de capturar os radicais livres, impedindo que causem danos às células e antecipem o envelhecimento cutâneo (PINTO, 2014).

4.6 Sinais clínicos do fotoenvelhecimento

O envelhecimento intrínseco da pele não exposta apresenta manifestações clínicas e alterações histopatológicas relativamente sutis, como atrofia e apergaminhamento, linhas de expressão sutis e coloração homogênea. Enquanto o envelhecimento causado pelo sol leva a sinais clínicos mais expressivos (CARDOSO et al., 2014).

Os sinais clínicos do fotoenvelhecimento incluem mudanças morfofuncionais na epiderme e derme, variando em gravidade dependendo do grau de fotoenvelhecimento. Esses sinais incluem a elastose, que ocorre quando a camada de colágeno é destruída e há excesso de elastina, levando à perda de firmeza da pele (PINTO, 2014). Sendo um dos sinais mais sutis do envelhecimento intrínseco da pele, a perda de elasticidade gera uma sensação de maior laxidão e xerose, que se manifesta como secura e aspereza ao toque, geralmente acompanhada por fina descamação em áreas mais acentuadas (CARDOSO et al., 2014).

A textura cutânea também é afetada, com desidratação, perda de brilho, rugosidade, poros dilatados e pele mais fina (PINTO, 2014). Outras manifestações do fotoenvelhecimento incluem comedões abertos, hiperplasias sebáceas, pseudocicatrices estelares e púrpura senil (CARDOSO et al., 2014). Ainda, pode ocorrer a telangiectasia, que são pequenos vasos sanguíneos dilatados próximos da superfície da pele ou das mucosas. Outro sinal são as hiperqueratoses, que são lesões pré-cancerígenas que podem evoluir para carcinomas basocelulares e, em casos raros, para carcinomas epidermais (PINTO, 2014).

O envelhecimento causado pela exposição ao sol pode ser classificado em quatro tipos. O Tipo I ocorre entre 20 e 30 anos e apresenta envelhecimento inicial, sem rugas, com pigmentação leve e sem queratoses e lentigos. O Tipo II, entre 30 e 40 anos, apresenta envelhecimento inicial a moderado, rugas ao movimento, sinais de lentigos senis visíveis e queratoses palpáveis, mas não visíveis. O Tipo III, acima de 50 anos, tem envelhecimento avançado, rugas no repouso, discromias, telangiectasias e queratoses visíveis. O Tipo IV, 60 anos ou mais, apresenta

envelhecimento severo, com rugas generalizadas, coloração amarelo-acinzentada e propensão a neoplasias (SOUZA, 2012).

4.7 Consequências mais graves: carcinogênese

Além dos sinais clínicos do fotoenvelhecimento, existem consequências mais graves relacionadas à fotoexposição. A radiação UV tem a capacidade de penetrar na pele e atingir células em diferentes níveis, dependendo do comprimento de onda. Ondas mais curtas alcançam a epiderme e atingem principalmente queratinócitos, enquanto ondas mais longas alcançam também os fibroblastos da derme. Os queratinócitos podem se tornar resistentes à apoptose, permitindo assim o fluxo de alterações do DNA, aumentando o risco de carcinogênese (MONTAGNER; COSTA, 2009).

As queratoses actínicas (QAs) são lesões pré-neoplásicas relacionadas à exposição solar acumulada, que podem evoluir para o carcinoma espinocelular. Elas aparecem em regiões fotoexpostas como lesões maculares ou pequenas placas de limites mal definidos (CARDOSO et al., 2014).

O carcinoma espinocelular (CEC) é o segundo tumor cutâneo maligno mais comum, geralmente encontrado em áreas expostas, como lábios e pele. A exposição solar acumulada e a presença de queratoses actínicas são fatores de risco importantes. As lesões geralmente se apresentam como placas eritematosas com bordas irregulares e crescimento lento. Sendo a incidência maior em indivíduos com fototipos baixos que vivem em latitudes baixas. Manifesta-se normalmente por placa eritematodescamativa fixa de bordas irregulares, com aspecto psoriasiforme e crescimento lento (CARDOSO et al., 2014).

Já o carcinoma basocelular (CBC) é o câncer de pele mais comum em humanos e sua incidência aumenta com a idade. Embora a exposição solar seja um fator de risco, a relação é menos direta do que no CEC. Da mesma forma que o CEC, sua incidência é maior em fototipos baixos que vivem em latitudes baixas (CARDOSO et al., 2014).

Por fim, o melanoma é o câncer de pele mais agressivo e afeta principalmente a população jovem, mas a idade avançada é um fator de prognóstico adverso. Todos os subtipos de melanoma estão presentes em idosos, incluindo o melanoma maligno de crescimento superficial, nodular, acrolentiginoso e lentigo maligno-melanoma (CARDOSO et al., 2014).

4.8 O impacto da aparência na saúde

A definição de saúde foi ampliada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 1948, indo além do corpo físico e incluindo também as condições psicológicas, emocionais e sociais. De acordo com a OMS, saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não apenas a ausência de doenças ou enfermidades. Isso significa que a saúde ideal deve atingir um equilíbrio entre esses três parâmetros, proporcionando uma sensação de completo bem-estar em todos os aspectos da vida (OMS, 1948).

A expectativa de vida dos brasileiros tem aumentado progressivamente a cada ano. Em 2021, a expectativa de vida ao nascer para homens era de 73,6 anos e para mulheres era de 80,5 anos, de acordo com o IBGE. Nos últimos 10 anos, a população

brasileira ganhou 2,4 anos de vida. Esse aumento destaca a necessidade de estudar de maneira mais abrangente os fatores que afetam a noção global de saúde (IBGE, 2020).

A busca por uma imagem corporal que atenda aos estereótipos de beleza é um fenômeno prevalente na sociedade atual. A influência cultural sobre a percepção do corpo pode levar a visões distorcidas da aparência física. No entanto, isso não é uma novidade na história da civilização humana, já que sempre houve fascínio com a ideia de superar o envelhecimento e alcançar a juventude eterna. Com o aumento da expectativa de vida, a pressão social para manter uma aparência jovem persiste até idades mais avançadas (CARVALHO, 2014).

O processo de envelhecimento, inerente à vida, pode resultar em uma variedade de perdas que podem afetar negativamente a autoimagem e a autoestima. Sendo a autoimagem a representação que temos do nosso corpo em nossa mente, enquanto a autoestima é a atitude e o sentimento em relação a nós mesmos. O desenvolvimento destes é fundamental para o bem-estar ao longo da vida. Assim, a autoimagem está em constante mudança, e aqueles que não se adaptam a essas mudanças podem experimentar insatisfação permanente com a vida (MEURER; BENEDETT; MAZO, 2009).

A autoestima é composta de sentimentos de competência, valor pessoal, autorrespeito e autoconfiança, refletindo a capacidade de lidar com os desafios da vida (CHAIM; IZZO; SERA, 2009). De acordo com os resultados de um estudo realizado em Curitiba (PR), foi observado que menores escores de autoestima estavam associados a escores mais baixos de qualidade de vida (TAVARES et al., 2016).

Logo, as técnicas de rejuvenescimento, utilizadas para disfarçar os sinais de envelhecimento e as mudanças que ocorrem naturalmente com o passar do tempo, devido ao avanço tecnológico e a maior preocupação da população com a saúde e a aparência física, têm sido aperfeiçoadas (SOUZA, 2012).

4.9 Prevenção

4.9.1 Hidratação e limpeza diária

A prevenção do fotoenvelhecimento e da desidratação da pele passa pela fotoproteção, antioxidantes presentes em alimentos e suplementos, limpeza diária e hidratação adequada. Sendo a hidratação essencial para manter as funções relacionadas à proteção da pele e evitar o aspecto opaco, áspero e descamação. Com o envelhecimento, a pele perde a capacidade de regular o equilíbrio hídrico, tornando ainda mais importante a hidratação diária. A limpeza diária também é crucial para remover células mortas, sujeira e regular a produção sebácea (PINTO, 2014).

4.9.2 Protetores solares

Os fotoprotetores são substâncias que protegem a pele dos efeitos nocivos da radiação UV, seja por absorção, dispersão ou reflexão. A qualidade do fotoprotetor é avaliada pelo seu FPS e suas propriedades físico-químicas, como estabilidade ao calor e hipoalergenicidade. O FPS é determinado pela comparação do tempo que a

pele leva para queimar com e sem o filtro solar. Por exemplo, um FPS 15 prolonga o tempo de exposição ao sol em 15 vezes (TOFETTI, 2006).

O Centro Internacional de Pesquisa do Câncer da OMS destaca a importância da relação entre a aplicação adequada do filtro solar e a eficácia do FPS, com base em vários estudos. Para alcançar o nível de proteção declarado, os protetores solares devem ser aplicados em quantidades semelhantes às utilizadas nos testes, ou seja, 2mg/cm³, o que equivale a cerca de 6 colheres de chá de loção (aproximadamente 36 gramas) para o corpo de um adulto médio (PINTO, 2014). É importante lembrar que os filtros solares devem ser reaplicados a cada 3-4 horas (TOFETTI, 2006).

Um bom protetor solar deve proteger contra as radiações UVB e UVA, ser prático e econômico para incentivar o uso frequente e ser agradável ao toque. A forma do produto é importante na sua eficácia, cosmética e aceitação pelo público (PINTO, 2014).

Os filtros solares químicos, também conhecidos como orgânicos, são compostos por estruturas aromáticas conjugadas com um grupo carbonila. Essa composição permite que eles absorvam os raios UV de alta energia e os liberem como calor, evitando que os raios prejudiciais alcancem a pele. Ao retornar ao estado estável, eles recuperam a capacidade de absorver a radiação UV repetidamente, tornando-os fotoestáveis. Por outro lado, os filtros físicos ou inorgânicos são partículas minerais, principalmente dióxido de titânio (TiO₂) e óxido de zinco (ZnO), capazes de refletir, dispersar ou absorver a radiação UV que atinge a superfície da pele (PINTO, 2014).

Os protetores solares inorgânicos atuam como uma barreira, refletindo ou dispersando a radiação UV que incide sobre a pele através de um mecanismo óptico, por isso são conhecidos como protetores físicos. Essa categoria inclui apenas protetores solares opacos, que são frequentemente usados em combinação com filtros solares orgânicos em formulações comerciais (CABRAL; PEREIRA; PARTEATA, 2013).

As principais características dos protetores solares inorgânicos são a baixa ou ausente permeabilidade cutânea e a alta fotoestabilidade, o que confere uma proteção prolongada, reduzindo a necessidade de reaplicação. A baixa permeabilidade também impede a toxicidade, sendo ideal para pessoas alérgicas. No entanto, essa propriedade impede a absorção dos compostos, o que pode resultar na fácil remoção do produto em caso de suor ou contato com a água, formação de resíduos brancos opacos na pele, promovendo a comedogênese, e transferência para o vestuário, causando diminuição da eficácia da proteção solar (GREGÓRIO et al., 2018).

Os filtros solares químicos absorvem cerca de 95% da radiação UV nos comprimentos de onda de 290 a 320nm, conhecidos como o espectro UV que causa queimaduras solares e envelhecimento da pele. Ao contrário dos filtros físicos, os químicos formam uma camada transparente após a aplicação, conferindo uma cosmética mais agradável. Sua estrutura molecular permite que absorvam a radiação UV de alta energia e convertam em radiação inofensiva de baixa energia. Esse processo permite que elétrons presentes em orbitais de menor energia absorvam radiação UV e sejam excitados para orbitais de energia mais elevada, convertendo as radiações de alta energia e pequenos comprimentos de onda, altamente prejudiciais, em radiações de menor energia e comprimentos de onda mais elevados (CABRAL; PEREIRA; PARTEATA, 2013).

O mecanismo de ressonância permite que o processo seja repetido várias vezes. Filtros orgânicos podem ser subdivididos em filtros UVA, UVB e filtros de amplo espectro (UVA e UVB) (GREGÓRIO et al., 2018).

É importante destacar a distinção entre os termos "Protetor Solar" e "Filtro Solar". Embora sejam frequentemente utilizados como sinônimos, eles têm diferenças significativas. O filtro solar é a substância que bloqueia diretamente os raios solares e é incorporado ao protetor solar, que é a formulação cosmética que contém excipientes, fragrâncias e outros componentes (BENTO, 2015).

4.9.3 Barreiras físicas como proteção solar

Para proteção solar adequada, é recomendado usar chapéus, guarda-sóis, óculos escuros e maquiagem, reaplicando a cada duas horas. Além disso, é importante evitar a exposição prolongada ao sol e usar roupas protetoras para prevenir o fotoenvelhecimento e câncer de pele. Tecidos mais grossos, como lã e materiais sintéticos, oferecem maior proteção solar, enquanto algodão e linho possuem baixa proteção. A lycra pode bloquear 100% dos raios UV (COSTA et al., 2022).

4.9.4 Fotoprotetores orais

Ainda, existem várias substâncias com potencial de fotoproteção por via oral, incluindo carotenóides, polifenóis e vitaminas. Diferentes frutas e vegetais contêm carotenóides, tais como licopeno, encontrado no tomate, e betacaroteno, encontrado na cenoura. Os mecanismos associados ao consumo oral dessas substâncias incluem proteção contra a radiação UV por meio de efeitos antioxidantes, absorção direta de luz, efeitos anti-inflamatórios e imunomoduladores, através da sua conversão em vitamina A pelo organismo (BUZANELLO, 2022).

Os polifenóis são compostos orgânicos antioxidantes, encontrados em extrato de *Polypodium leucotomos* e chá verde (*Camellia sinensis*), que apresentam efeitos benéficos na prevenção de danos causados pela exposição aos raios UV, incluindo proteção contra pigmentação, danos celulares e inflamações (BUZANELLO, 2022).

Também, a nicotinamida, derivado da vitamina B3, possui efeitos reparadores de DNA e anti-inflamatórios. É promissora como fotoprotetor e na prevenção de câncer de pele não melanoma. Enquanto a vitamina D pode ser obtida através da exposição solar, mas os malefícios dessa exposição podem prejudicar a saúde da pele. Assim, a suplementação e a dieta são alternativas mais atraentes para alcançar os níveis necessários de vitamina D. Sua deficiência está relacionada a problemas dermatológicos, e sua função é ajudar a reduzir os danos causados pelos raios UV (BUZANELLO, 2022).

4.10 Tratamentos

4.10.1 Formulações cosméticas tópicas que contêm ativos que retardam o fotoenvelhecimento

Os produtos cosméticos são definidos como qualquer substância ou mistura que é aplicada nas partes externas do corpo humano, como a pele, cabelo, unhas, lábios e órgãos genitais externos, bem como nos dentes e mucosas bucais, com o

objetivo de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência, protegê-los, mantê-los em bom estado ou corrigir odores corporais (PINTO, 2014). A seguir, serão apresentados os antioxidantes utilizados em formulações tópicas que oferecem melhores efeitos contra os sinais clínicos do fotoenvelhecimento.

Os retinóides são compostos naturais ou sintéticos derivados da vitamina A. Na pele, o retinol é oxidado a retinaldeído, que por sua vez é oxidado em ácido retinóico, a forma biologicamente ativa da vitamina A. Em relação à hiperpigmentação, o ácido retinóico atua promovendo a sua redução através da renovação celular epidérmica. Isso acontece porque o tempo de contato entre queratinócitos e melanócitos é reduzido, o que acelera a perda de pigmento pelo processo de proliferação epidérmica. Para as linhas finas e rugas, o ácido retinóico pode reduzi-las ao aumentar a capacidade da epiderme de acumular água através da estimulação da síntese de glicosaminoglicano (GAG) e estimulação da síntese de colágeno através do fator de crescimento transformador beta (TGF- β), que é uma proteína que controla a proliferação e diferenciação celular (SILVA, 2015).

Além disso, acredita-se que o ácido retinóico possa retardar ou prevenir a degradação adicional da matriz dérmica, inibindo as enzimas que quebram o colágeno e que causam estresse oxidativo. Em relação à aspereza da pele, o ácido retinóico se liga aos seus receptores, que por sua vez se ligam a genes específicos na diferenciação e proliferação celular, afetando a transcrição dos genes que promovem o retorno da célula epidérmica e, portanto, ocorre uma renovação celular (SILVA, 2015).

Ainda, o ácido retinóico ou tretinoína é considerado o mais potente composto para o tratamento do fotoenvelhecimento, mas devido à baixa tolerância, só é utilizado em manipulados. O retinol é menos potente que o ácido retinóico e retinaldeído, mas melhor tolerado, permitindo sua utilização em cosméticos. O retinaldeído é uma forma intermediária na conversão do retinol em ácido retinóico. Geralmente, doses tópicas abaixo de 1% são suficientes para produzir efeitos significativos dos retinóides (PINTO, 2014).

Pesquisas compararam a eficácia de dois cremes contendo ácido retinaldeído (RAL) no tratamento de pele fotoenvelhecida em mulheres entre 25 e 40 anos. O creme com RAL 0,1% apresentou melhorias no índice de melanina, além de melhorias texturais, aumento na hidratação e diminuição da perda transepidérmica de água. O uso de cosméticos contendo retinol, ácido glicólico e tretinoína também se mostrou eficaz na melhora de rugas, linhas finas, flacidez, viço e textura da pele em cerca de metade das mulheres após o uso semanal. A aplicação de ácido glicólico aumentou a espessura da pele em cerca de 25%, melhorou a qualidade das fibras elásticas e aumentou a densidade do colágeno. A tretinoína, considerada o tratamento padrão ouro no fotoenvelhecimento, reduziu a pontuação média do fotoenvelhecimento em 20% (PEREIRA; MESQUITA; OLIVEIRA, 2021).

Também, alguns artigos científicos têm mostrado que a niacinamida pode atuar como um antioxidante, melhorando a função de barreira da pele, reduzindo hiperpigmentação, linhas finas e rugas, vermelhidão, palidez e melhorando a elasticidade. A niacinamida é capaz de reforçar a barreira epidérmica através da regulação da síntese de ceramidas e outros lipídios, bem como da estimulação e diferenciação dos queratinócitos, resultando em uma barreira mais resistente, redução da perda de água transdérmica, aumento da umidade na camada córnea e consequente redução do envelhecimento celular. Por isso, é frequentemente usada em produtos cosméticos para peles secas e atópicas (SILVA, 2015).

Outrossim, a niacinamida tem o potencial de reduzir a palidez cutânea que acompanha o envelhecimento devido à glicação de proteínas da pele, conhecida como reação de Maillard. Essa reação pode resultar em proteínas que conferem uma cor castanho-amarelado à pele. Enquanto NADH e NADPH são antioxidantes e seus níveis podem ser aumentados com a niacinamida, inibindo processos oxidativos. Ainda, a niacinamida pode ajudar a reduzir linhas finas e rugas de várias maneiras, incluindo aumentando a produção de colágeno e outras proteínas importantes para a barreira da pele. Por fim, quanto à hiperpigmentação, a niacinamida pode ajudar a reduzi-la inibindo a transferência de melanossomas para os queratinócitos circundantes. Um estudo mostrou que o uso de um hidratante contendo 5% de niacinamida pode resultar em uma inibição de 35-68% na transferência de melanossomas (SILVA, 2015).

Já a Coenzima Q10 (CoQ10), também conhecida como ubiquinona, é um antioxidante presente em todas as células do corpo humano como parte da cadeia respiratória e também em alimentos, como peixes e frutos do mar. Estudos demonstraram que a CoQ10 pode inibir a expressão da enzima collagenase após a exposição à radiação UVA. Embora haja poucos estudos sobre o efeito tópico da CoQ10, ela é frequentemente utilizada em produtos cosméticos (PINTO, 2014).

De forma semelhante, as vitaminas C e E são amplamente utilizadas como antioxidantes em formulações tópicas e orais com propriedades clareadoras da pele. Além da sua atividade antioxidante, essas vitaminas também possuem atividade anti-melanogênica, o que potencializa o efeito clareador no tratamento da hiperpigmentação. A vitamina E, em sua forma mais ativa, α -tocoferol, ajuda a interromper as reações de radicais na pele. Por outro lado, a vitamina C ou ácido ascórbico, encontrada em groselha, pimenta vermelha e verde e alimentos cítricos, também elimina os radicais livres, além de inibir a ação da tirosinase, já explanada anteriormente (BERNARDO, 2018).

Recentemente, o Ácido Hialurônico (AH) foi introduzido em nutricosméticos. Ele tem ação hidratante, revitalizante e anti-rugas. O AH é encontrado principalmente na pele e ajuda a reter mais de 1000 vezes o seu peso em água dentro das células da pele, tornando-o um excelente hidratante. Na derme, ele regula o equilíbrio hídrico, a pressão osmótica, a troca de íons e atua como um filtro, além de estabilizar as estruturas da pele por interações eletrostáticas. Tudo isso resulta em uma pele mais suave e com menos rugas (PINTO, 2014).

Anteriormente, a hidroquinona era considerada o padrão-ouro no tratamento da hiperpigmentação, mas devido aos seus efeitos adversos, como o risco de despigmentação permanente e o cronose exógena após uso prolongado, caracterizada por hiperpigmentação sintomática, eritema, pápulas e nódulos nas áreas expostas ao sol e descoloração das unhas, outras opções são preferidas.

Por fim, formulações despigmentantes contendo ácido azelaico são geralmente utilizadas em concentrações de 15-20%, sendo equivalente à Hidroquinona a 4% no tratamento da hiperpigmentação. Ele atua por meio de ligação de grupos amina e carboxilo ao centro ativo da tirosinase, interferindo com a síntese de DNA e atividade mitocondrial em melanócitos hiperativos e anormais. O uso combinado de agentes despigmentantes com outras substâncias, como ácido glicólico e Tretinoína, é frequente e pode potencializar sua ação (BERNARDO, 2018).

4.10.2 Procedimentos invasivos

Os procedimentos estéticos invasivos têm como objetivo melhorar a aparência da pele através da remoção de camadas superficiais e estímulo à produção de colágeno. A seguir, serão abordadas diversas técnicas que ajudam a retardar o envelhecimento da pele causado pelo sol.

O peeling químico é um método que remove as camadas superficiais da pele, induzindo uma pele uniforme e apertada através dos mecanismos de regeneração e reparação após a inflamação da epiderme e derme. Os peelings químicos podem ser classificados em superficiais, de profundidade média e profundos. Nos peelings superficiais, são utilizados ácidos alfa-hidroxiácidos (AHA) e ácido tricloroacético (TCA) em concentrações de 10-30%, que esfoliam as camadas da epiderme até à camada basal; nos de profundidade média é utilizado TCA em concentrações de 30-50%, atingindo a derme superior; e nos peelings profundos são utilizados TCA em concentrações superiores a 50% ou fenol, pois penetram mais profundamente na derme. Após várias semanas, ocorre um aumento no teor de fibras de colágeno e elastina, água e glicosaminoglicanos na derme, resultando em uma melhoria da elasticidade e das rugas da pele (BENTO, 2015).

A microdermoabrasão é um tipo de esfoliação mecânica da pele que utiliza um sistema que lança um fluxo de microcristais de óxido de alumínio na superfície da pele, através de vácuo controlado. Esse processo causa efeitos benéficos no tecido cutâneo, como atenuação de rugas superficiais, textura fina e saudável e diminuição de manchas epidérmicas. Enquanto os sistemas de laser são técnicas de rejuvenescimento não ablativas indicadas na prevenção do envelhecimento da pele. Eles geram radiação eletromagnética com características próprias e penetram profundamente na pele, atingindo o pigmento da junção dermoepidérmica, o colágeno, as fibras elásticas e os vasos da derme (BENTO, 2015).

Também, as injeções regulares de Toxina Botulínica podem retardar o processo de envelhecimento, pois produzem a denervação química temporária bloqueando a liberação pré-sináptica de acetilcolina na junção neuromuscular, relaxando a musculatura subjacente e prevenindo a formação de rugas. Quanto às injeções com Ácido Hialurônico, essas podem preencher rugas e restaurar o volume facial, atenuando os sinais de envelhecimento. Além desses procedimentos, a Terapia Fotodinâmica Tópica (PDT) também pode melhorar rugas finas, hiperpigmentação e aspereza da pele, regulando a produção e a promoção de proliferação epidérmica de colágeno (BENTO, 2015).

Vários estudos demonstraram que o oxigênio é um componente importante no rejuvenescimento da pele, incluindo o tratamento do fotoenvelhecimento. Desta maneira, a oxigenoterapia hiperbárica (OHB) foi encontrada para atenuar a formação de rugas devido à radiação UV, inibindo as metaloproteinases da matriz (MMPs) envolvidas na promoção da angiogênese da pele. O tratamento com OHB aumenta a elasticidade da pele e estimula a produção de colágeno, o que leva à redução de rugas e melhora a textura da pele. Acredita-se que o oxigênio natural aumenta o metabolismo celular e é, portanto, usado no tratamento da pele envelhecida. Finalmente, conclui-se que existem diversas técnicas disponíveis para retardar o processo de fotoenvelhecimento cutâneo (BENTO, 2015).

5. CONCLUSÃO

Em conclusão, o fotoenvelhecimento é um processo inevitável que ocorre em todos os indivíduos. Contudo, foram expostas diversas formas de prevenir e tratar os sinais do envelhecimento da pele causados pelo sol. Por meio desse estudo, depreende-se que a autoestima tem um papel crucial na saúde e bem-estar das pessoas, principalmente quando se trata de imagem corporal e autoconfiança, tornando importante que os indivíduos saibam que existem alternativas para melhorar a saúde e a aparência da pele.

Logo, é fundamental que os profissionais da área da saúde possuam um conhecimento amplo sobre as opções de prevenção e tratamento disponíveis. Isso permitirá que eles transmitam informações aos pacientes, capacitando-os a tomar decisões de maneira mais segura.

O médico tem papel preponderante na implementação de medidas de intervenção. É essencial promover programas de conscientização sobre os riscos da exposição ao sol e educar o público sobre medidas de proteção solar, detecção precoce do câncer de pele e prevenção do fotoenvelhecimento. Além disso, garantir o acesso a serviços de saúde de qualidade, incluindo dermatologistas e nutricionistas, sendo fundamental oferecer prevenção e tratamento adequados.

Ainda, serviços de apoio emocional, como aconselhamento e terapia, são importantes para auxiliar as pessoas a lidarem com os efeitos emocionais do fotoenvelhecimento. Campanhas de marketing positivo podem ajudar a combater o estigma social associado ao envelhecimento e à aparência da pele.

Por fim, a pesquisa e o desenvolvimento contínuo são primordiais para aprimorar os tratamentos e tecnologias disponíveis, proporcionando melhores resultados aos pacientes.

6. REFERÊNCIAS

BENTO, B. S. **Fotoenvelhecimento cutâneo: processo, produtos**. 2015. Dissertação - Mestrado em Ciências Farmacêuticas, Egas Moniz School of Health and Science, [S. l.], 78 p, 2015.

BERNARDO, A. L. F. **Alterações Pigmentares no Fotoenvelhecimento Cutâneo**. 2018. 69 p. Monografia - Mestrado em Ciências Farmacêuticas, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2018.

BUZANELLO, A. E. Identificação de Substâncias com Potencial de Fotoproteção. In: **XXX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 2022, Ijuí, Rio Grande do Sul, Brasil.

CABRAL, L D. S.; PEREIRA, S. D. O.; PARTEATA, A. K. Protetores solares e compostos fotoprotetores - uma revisão. **Infarma - Ciências Farmacêuticas**, [s. l.], v. 25, ed. 2, p. 107-110, 2013.

CARDOSO, J. C., FIGUEIREDO, A. **Geriatrica Fundamental. Saber e Praticar**. 1. ed. São Paulo, Brasil: Lidel, 2014. cap. 28, p. 275-284.

CARVALHO, M. F. S. **Fotoenvelhecimento da pele: fisiopatologia molecular e prevenção**. 2014. Dissertação - Mestrado em Ciências Farmacêuticas, Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal, 2014.

CHAIM, J.; IZZO, H.; SERA, C. T. N. Cuidar em saúde: satisfação com imagem corporal e autoestima de idosos. **O Mundo da Saúde São Paulo**, São Paulo, Brasil, v. 33, ed. 2, p. 175-181, 2009.

COSTA, D. P. *et al.* O uso do protetor solar na prevenção do fotoenvelhecimento. **Faculdade ITH**, [s. l.], 2022.

GREGÓRIO, E. L. *et al.* Estratégias fotoprotetoras contra fotocarcinogênese e fotoenvelhecimento. **International Journal of Nutrology**, Rio de Janeiro, Brasil, v. 11, ed. 2, p. 56-60, 2018. DOI 10.1055/s-0038-1669406.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Brasileiro de 2019. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

JÚNIOR, B. J. D. N. **Anatomia humana sistemática básica**. 1. ed. Petrolina, Pernambuco, Brasil: UNIVASF, 2020. 230 p. v. 1. ISBN 978-65-991384-4-7.

MEURER, S. T.; BENEDETT, T. R. B.; MAZO, G. Z. Aspectos da autoimagem e autoestima de idosos ativos. **Motriz: Revista de Educação Física**, [s. l.], v. 15, ed. 4, p. 788-796, 2009.

MONTAGNER, S.; COSTA, A. Bases biomoleculares do fotoenvelhecimento. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, [s. l.], v. 84, ed. 3, p. 263-269, 2009.

NATAL, J. R. C. **Características da Radiação Ultravioleta Solar e seus efeitos na saúde humana nas cidades de La Paz – Bolívia e Natal - Brasil**. Orientador: José Henrique Fernandez. 2017. 110 p. Tese (Doutorado em Ciências Climáticas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Rio Grande do Norte, Brasil, 2017.

NEGREIROS, K. O. D. A. *et al.* Exposição ao sol e envelhecimento cutâneo. In: COSTA, H.; JUNIOR, F. F. D. C. **Dermatologia: Delineando a pesquisa clínica e preventiva**. [S. l.: s. n.], 2022. cap. 4, p. 31-37.

OKUNO, E.; VILELA, M. A. C. **Radiação ultravioleta: Características e Efeitos**. 1. ed. [S. l.]: Livraria da Física, 2005. 78 p. v. 1. ISBN 9788588325319.

OMS- Organização Mundial de Saúde, 1947.

PEREIRA, C. B. D. S.; MESQUITA, I. M. L.; OLIVEIRA, L. M. N. A cosmetologia na prevenção do fotoenvelhecimento em mulheres adultas / Cosmetology in the prevention of photoaging in adult women. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 6, p. 62271–62281, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n6-551.

PINTO, M. S. S. **Fotoenvelhecimento: Prevenção e Tratamento**. 2014. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade do Algarve, [S. l.], 2014.

SANTOS, A. P. R. *et al.* Aplicação da Nanotecnologia no Envelhecimento. **Atas de Ciências da Saúde**, São Paulo, Brasil, v. 3, ed. 2, 2015.

SILVA, B. D. C. C. **Segurança e eficácia de Cosmecêuticos e Nutracêuticos utilizados na prevenção e retardamento do fotoenvelhecimento da pele**. 2015. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade do Algarve, Faro, Portugal, 2015.

SOUZA, C. B. **Qualidade de vida de mulheres com fotoenvelhecimento facial grau II submetidas à intervenção miofuncional estética**. 2012. 152 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Goiás, Brasil, 2012.

TAVARES, D. M. D. S. *et al.* Qualidade de vida e autoestima de idosos na comunidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 21, ed. 11, p. 3557-3564, 2016. DOI 10.1590/1413-812320152111.03032016.

TOFETTI, M. H. D. F. C. A importância do uso do filtro solar na prevenção do fotoenvelhecimento e do câncer de pele. **Investigação – Revista Científica da Universidade de Franca**, [s. l.], v. 6, ed. 1, p. 59-66, 2006. DOI <https://doi.org/10.26843/investigacao.v6i1.183>.