

A relação entre a educação ambiental e protetores solares naturais: uma revisão integrativa

The relationship between environmental education and natural sunscreens: an integrative review

La relación entre la educación ambiental y los protectores solares naturales: una revisión integradora

Recebido: 06/04/2020 | Revisado: 06/04/2020 | Aceito: 19/04/2020 | Publicado: 21/04/2020

Maria Paula Jahara Lobosco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3022-1440>

Universidade Federal Fluminense, Brasil

E-mail: mpjahara@yahoo.com.br

Rose Mary Costa Rosa Andrade Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6403-2349>

Universidade Federal Fluminense, Brasil

E-mail: roserosauff@gmail.com

Eliane Ramos Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6381-3979>

Universidade Federal Fluminense, Brasil

E-mail: elianeramos.uff@gmail.com

Eliane Cristina da Silva Pinto Carneiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8648-3514>

Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva, Brasil

E-mail: elianecristinaspc@gmail.com

Alessandra Cerqueira dos Santos Andrade

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7307-4604>

Universidade Federal Fluminense, Brasil

E-mail: alessandracerqueira@id.uff.br

Resumo

Educação ambiental corresponde a construção de valores essenciais voltadas para a conservação do meio ambiente, qualidade de vida e sustentabilidade e deve estar presente de forma permanente em todo nível educativo. Este artigo tem como objetivos específicos:

entender a necessidade da educação ambiental e conscientização da sua relação com a saúde de todos; Verificar os desafios da busca por novos produtos naturais para composição dos filtros solares que não agridam o ecossistema; E verificar a eficácia da Lignina, uma matéria prima derivada da madeira e sua utilização em cosméticos e filtros solares. A metodologia da pesquisa neste artigo está pautada numa revisão integrativa sobre os temas: educação ambiental, saúde e a eficácia e os danos desencadeados pelo uso de fotoprotetores solares tradicionais no ecossistema, visando analisar a relação entre eles. A radiação solar pode ter efeitos extremamente danosos sobre a pele, desencadeando neoplasias cutâneas e levando ao fotoenvelhecimento precoce, no entanto, através da utilização adequada de filtros solares, adquirimos uma das formas de fotoproteção. Evidências crescentes da fotodegradação dos protetores solares orgânicos tradicionais e o impacto dos seus derivados ao meio ambiente, nos alimentos e no ecossistema aquático como um todo, além da possível penetração dessas substâncias no extrato córneo da pele, justificam a pesquisa. Por esse motivo, protetores solares naturais estão recebendo cada vez mais atenção. Os registros decorrem de trabalhos voltados para o desenvolvimento de novas formulações e pesquisa de novas moléculas fotoprotetoras, entre elas a lignina, um polímero orgânico complexo encontrado nas paredes das plantas, com potente ação na absorção de luz Ultravioleta e um bloqueador solar de largo espectro, com boa performance quando associada aos protetores solares.

Palavras-chave: Protetor solar; Lignina; Educação ambiental; Saúde.

Abstract

Environmental education corresponds to the construction of essential values aimed at environmental conservation, quality of life and sustainability and must be present permanently throughout the educational level. This article has as specific objectives: to understand the need for environmental education and the awareness of its relationship with the health of all; Check the challenges of the search for new natural products for the composition of sunscreens that do not harm the ecosystem; And check the effectiveness of Lignin, a raw material derived from wood and its use in cosmetics and sunscreens. The research methodology in this article is based on an integrative review on the themes: environmental education, health and the efficacy and damage triggered by the use of traditional photoprotectors in the ecosystem, aiming to analyze the relationship between them. Solar radiation can have extremely harmful effects on the skin, antipfedas neoplasms and leading to early photoaging, however, through the proper use of sunscreens, we acquire one of the forms of photoprotection. Increasing evidence of the photodegradation of traditional

organic sunscreens and the impact of their derivatives on the environment, food and the aquatic ecosystem as a whole, in addition to the possible penetration of these substances into the corneal extract of the skin, justify the research. For this reason, natural sunscreens are getting more and more attention. The records stem from work aimed at the development of new formulations and research of new photoprotective molecules, including lignin, an organic complex organic polymer found in the walls of plants, with potent action in the absorption of Ultraviolet light and a wide sun block, with good performance when to the associated spectra sunscreens.

Keywords: Sunscreen; Lignin; Environmental education; Health.

Resumen

La educación ambiental corresponde a la construcción de valores esenciales orientados a la conservación del medio ambiente, la calidad de vida y la sostenibilidad y debe estar presente permanentemente en todo el nivel educativo. Este artículo tiene como objetivos específicos: entender la necesidad de educación ambiental y la conciencia de su relación con la salud de todos; Compruebe los desafíos de la búsqueda de nuevos productos naturales para la composición de los protectores solares que no dañen el ecosistema; Y comprobar la eficacia de Lignina, una materia prima derivada de la madera y su uso en cosméticos y protectores solares. La metodología de investigación de este artículo se basa en una revisión integradora de los temas: educación ambiental, salud y eficacia y daño desencadenados por el uso de fotoprotectores tradicionales en el ecosistema, con el objetivo de analizar la relación entre ellos. La radiación solar puede tener efectos extremadamente nocivos en la piel, neoplasias antipfedas y conducir a fotoenvejecimiento temprano, sin embargo, a través del uso adecuado de protectores solares, adquirimos una de las formas de fotoprotección. La creciente evidencia de la fotodegradación de los protectores solares orgánicos tradicionales y el impacto de sus derivados en el medio ambiente, los alimentos y el ecosistema acuático en su conjunto, además de la posible penetración de estas sustancias en el extracto corneal de la piel, justifican la investigación. Por esta razón, los protectores solares naturales están recibiendo cada vez más atención. Los registros se derivan del trabajo dirigido al desarrollo de nuevas formulaciones y la investigación de nuevas moléculas fotoprotectoras, incluyendo la lignina, un polímero orgánico orgánico complejo orgánico que se encuentra en las paredes de las plantas, con una acción potente en la absorción de la luz ultravioleta y un amplio bloqueador solar, con buen rendimiento cuando a los espectros de pantallas solares asociados.

Palabras clave: Protector solar; Lignina; Educación ambiental; Salud.

1. Introdução

Educação ambiental representa a construção de valores voltadas para a conservação do meio ambiente, a conscientização da inadequada utilização de recursos naturais e o envolvimento em ações, essenciais à qualidade de vida e a sustentabilidade (Narchi, 2019). Deve estar presente de forma permanente em todos os níveis de ensino para o desenvolvimento de indivíduos conscientes da importância de um meio ambiente ecologicamente equilibrado (Alves, 2019).

A exposição excessiva e de longa data à radiação ultravioleta (UV) pode ser extremamente danosa a pele, levando a queimaduras solares, envelhecimento precoce, neoplasias cutâneas, e contribuindo para o desencadeamento de algumas doenças como: urticárias colinérgicas, Lúpus Eritematoso Sistêmico e erupção polimórfica solar (Lee et al., 2019). Entretanto, é sabido que a radiação ultravioleta também apresenta efeitos benéficos para a saúde. Além de estimular a produção de vitamina D3 (colecalfiferol), está envolvida no metabolismo ósseo, aumentando a produção de endorfina, diminuindo os riscos de depressão e envolvendo-se na regulação do sistema imune, contribuindo de forma favorável com algumas doenças imunológicas, entre as quais a psoríase (Balogh et al, 2011).

Além do uso de roupas adequadas, os filtros solares com fator de proteção elevada, fornecem uma das formas de proteção adequada em relação as radiações solares (Lowe, 2006). Os filtros solares são classificados de acordo com seus ingredientes ativos em filtros físicos (inorgânicos) e químicos (orgânicos) (Sampaio, 2018). Os filtros solares físicos refletem ou dispersam a radiação incidente e são compostos principalmente pelo óxido de zinco e dióxido de titânio. Os químicos, por sua vez, são agentes capazes de absorver a radiação e são compostos por algumas substâncias sintéticas como o Ácido p-aminobenzoico (PABA), Benzofenonas, Cinamatos, Salicilatos (Sampaio, 2018), e o seu uso, por longo tempo, pode desencadear efeitos colaterais inesperados na pele e ao meio ambiente (Richard, 2019).

Alguns estudos destacam a permeabilidade cutânea apresentada por muitos fotoprotetores comercializados.

Hayden et al.(2005) e Vilela (2011), investigaram a permeabilidade das substâncias químicas presentes nos filtros avobenzona, padimato O, octinoxato, octocrileno e oxibenzona após aplicação tópica destes sobre o extrato córneo e comprovaram que todas as substâncias

apresentaram habilidade de penetração epidérmica com uma maior evidência para a oxibenzona.

Os filtros solares físicos têm sido implicados na geração de danos no DNA (ácido desoxirribonucleico) e estresse oxidativo (Makumire, et al., 2016). Estudos científicos apontam que os filtros químicos também são capazes de alterar o eixo hipotálamo-pituitária-tireóide (HPT) (Krause, et al., 2012), além de afetar a homeostase do eixo reprodutivo e de diversos parâmetros do desenvolvimento, como demonstrado em diferentes estudos *in vitro* e *in vivo* (Esdras, et al., 2015). Outras pesquisas apontam que a substância Oxibenzona pode levar a alterações hormonais, desencadear reações alérgicas, e demonstram relação entre seu uso e a presença de endometriose em mulheres (Richard, 2019).

Outros aspectos da fotodegradação dos protetores solares orgânicos revisados por Santos et al. (2012) foi o impacto dos seus derivados ao meio ambiente. Evidências dos filtros solares como contaminantes em concentrações alarmantes e crescentes nos alimentos e no ambiente como um todo justificam a preocupação de comunidades científicas. Substâncias degradantes de protetores solares têm sido encontrados no ecossistema aquático (Fent, et al., 2010), bem como há indícios da presença destas substâncias em água de torneira, águas residuais e efluentes de rio (Richardson, 2009). O fato é preocupante, pois caso não haja tratamento adequado, dado o risco de seu uso na irrigação de alimentos, pode ocorrer a contaminação destes, representando risco da exposição humana, por via alimentar, após sua ingestão (Gago-Ferrero et al., 2011).

Por esse motivo, recentemente, protetores solares naturais estão recebendo cada vez mais atenção. Os registros decorrem de trabalhos voltados para o desenvolvimento de novas formulações e pesquisa de novas moléculas fotoprotetoras (Guaratini, et al., 2009). Produtos naturais como óleo de café verde, extratos de *Carica papaya*, rosa *Kordesii* e *helichrysum arenarium*, comprovaram suas funções na proteção contra a radiação. Muitas substâncias naturais têm boas propriedades antioxidantes, no entanto, a maioria não pode bloquear todo o espectro de luz ultravioleta e a extração de ingredientes ativos a partir de matérias-primas é dispendioso e o volume de produção comercial é limitado (Chiari, et al., 2014).

Na atualidade, vários estudos têm sido realizado sobre a adição da lignina, um polímero orgânico complexo derivado da madeira, aos cosméticos, em especial aos protetores solares, com resultados satisfatórios. Este polímero apresenta-se como potente absorvente de luz Ultravioleta e um bloqueador solar de largo espectro, com boa performance quando associada aos protetores solares, aumentando drasticamente o seu fator de proteção (Qian et al., 2015).

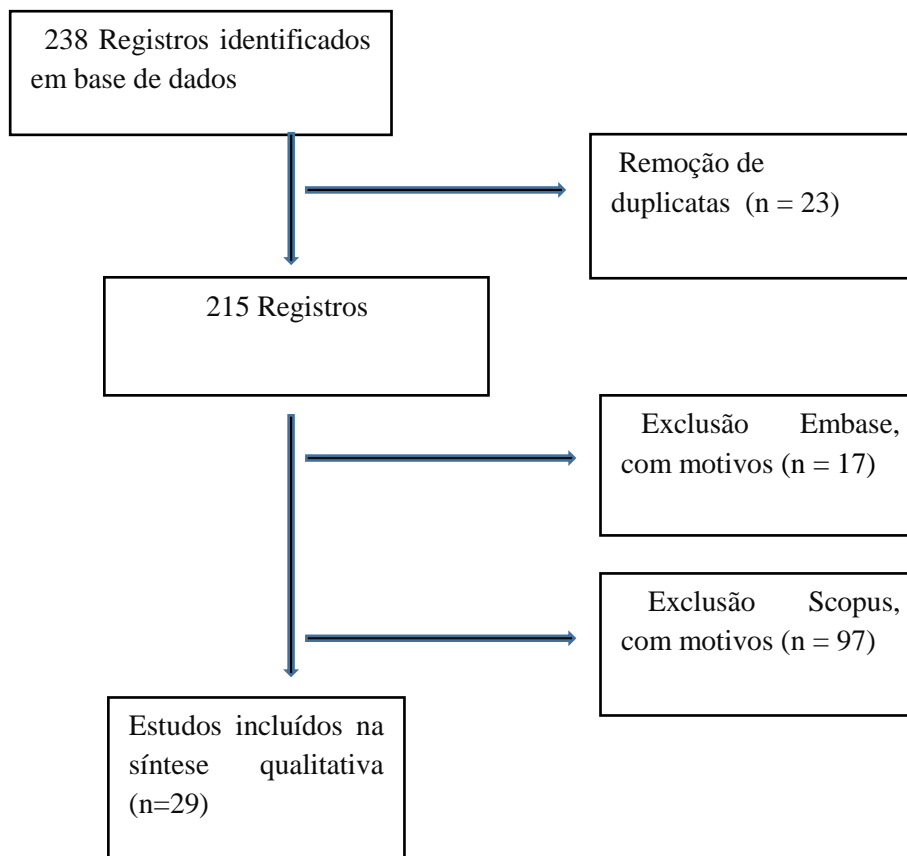
A pesquisa tem entre seus objetivos específicos: entender a necessidade da educação ambiental em todos níveis de ensino e conscientização da sua relação com a saúde de todos; Expor os desafios da busca por novos produtos naturais para composição dos filtros solares que não agridam o ecossistema; E verificar a eficácia da Lignina, uma matéria prima derivada da madeira e sua utilização em cosméticos e filtros solares, analisando as condições e desafios enfrentados para o desenvolvimento de filtros solares naturais não danosos ao meio ambiente.

2. Metodologia

Trata-se de uma revisão integrativa, enquadrando o presente estudo na modalidade qualitativa. As buscas foram realizadas em 16 de outubro de 2019 em três bases de dados: MEDLINE (via PUBMED), EMBASE e SCOPUS. A estratégia de busca no MEDLINE (via Pubmed) incluiu descritores do vocabulário controlado e termos livres para recuperação em título e resumo. Truncagens foram usadas para aumentar a sensibilidade da busca. Foram associados termos relacionados à lignina (intervenção) e protetor solar (problema). Não foram aplicados filtros de desenho de estudo, idioma ou faixa etária. Em EMBASE, estratégia de busca foi realizada por meio de mapeamento de termos sinônimos e preferidos (vocabulário Emtree) da base de dados incluindo. Foi aplicado filtro de tipo de estudo, selecionando artigos, artigos de revisão e artigos no prelo. Excluiu-se os registros MEDLINE incluídos na base de dados, evitando duplicidades. A base SCOPUS foi a fonte de informação multidisciplinar selecionada para revisão com uso de termos livres nos campos título, resumo e palavras-chave. Foi possível recuperar com as estratégias de busca 238 registros, sendo identificadas 23 duplicatas. Após remoção dos registros duplicados, o estudo parte com 215 referências para análise e seleção.

Fluxograma

Contexto: Foram associados termos relacionados à lignina (intervenção) e protetor solar (problema).



De acordo com o fluxograma restaram 29 artigos. Os demais foram excluídos por não tratarem especificamente da lignina associada aos filtros solares e cosméticos ou por não se inserirem no contexto relatado.

Estratégia de busca em MEDLINE (VIA PUBMED):

(Sunscreening Agents[mh] OR Sun Protection Factor[mh]
OR sunscreen*[tiab] OR photoprotect*[tiab] OR sun
protection[tiab]) AND (Lignin[mh] OR lignin*[tiab]) = 124

Estratégia de busca em EMBASE:

('sunscreen'/exp OR 'anti sunburn preparation':ti,ab OR 'antisunburn
agent':ti,ab OR 'sun burn protective agent':ti,ab OR 'sun cream':ti,ab OR 'sun
protection factor':ti,ab OR 'sun protective agent':ti,ab OR 'sun protective
factor':ti,ab OR 'sun screen':ti,ab OR 'sunburn oil':ti,ab OR 'sunburn protecting
agent':ti,ab OR 'suncream':ti,ab OR 'sunscreen':ti,ab OR 'sunscreen
agent':ti,ab OR 'sunscreen product':ti,ab OR 'sunscreen products':ti,ab OR

'sunscreening agents':ti,ab) AND ('lignin'/exp OR 'lignin' OR 'lignine') AND [embase]/lim NOT ([embase]/lim AND [medline]/lim) AND ('article'/it OR 'article in press'/it OR 'review'/it) = 17

Estratégia de busca em SCOPUS:

TITLE-ABS-KEY ((sunscreen* OR "sun screen" OR photoprotect* OR "sun protection" OR "UV protection" OR antisunburn OR suncream) AND lignin) = 97

3. Resultados e Discussão

A amostra final desta revisão foi constituída por 29 artigos científicos, selecionados pelos critérios de inclusão previamente estabelecidos. Os demais foram excluídos por não tratarem especificamente da lignina associada aos filtros solares e cosméticos ou por não se inserirem no contexto do texto.

Dos 29 artigos foram selecionados 5 artigos que descrevem de forma específica as contribuições da Lignina quando inseridas em filtros solares, estando descritas no Quadro 1:

Quadro 1: A Lignina e suas contribuições.

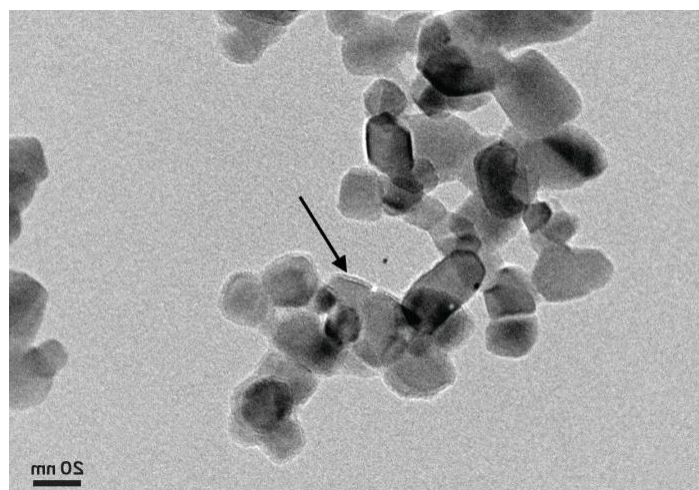
Título	Autores	Periódicos	Considerações
Improving the Sunscreen Properties of TiO ₂ through an Understanding of Its Catalytic Properties..	Morsella M, d'Alessandro N, Lanterna AE, Scaiano JC	ACS Omega. 2016;1(3):464-9	Revestimento de lignina para extinguir a atividade fotocatalítica de nanopartículas de dióxido de titânio presente nos protetores solares.
Laccase-Catalyzed Synthesis of Low-Molecular-Weight Lignin-Like Oligomers and their	Lim J, Sana B, Krishnan R, Seayad J, Ghadessy FJ, Jana S, et al.	Chem Asian J. 2018;13(3):284-91.	A lignina possui uma capacidade notável de bloquear a luz UV e mostra boa fotoestabilidade em

Application as UV-Blocking Materials.			experimentos
Encapsulating TiO ₂ in Lignin-Based Colloidal Spheres for High Sunscreen Performance and Weak Photocatalytic Activity.	Li Y, Yang D, Lu S, Qiu X, Qian Y, Li P.	ACS Sustainable Chemistry and Engineering. 2019;7(6):6234-42	Verificou-se que todos os tipos de lignina estudados neste trabalho têm um efeito sinérgico geral com ativos de filtro solar na loção comercial
Lignin for white natural sunscreens	Lee SC, Tran TMT, Choi JW, Won K..	Int J Biol Macromol. 2019;122:549-54.	Embora a lignina, um polímero aromático abundante das plantas, seja um agente natural de triagem UV, sua cor escura desfavorável dificulta suas aplicações de alto valor agregado em filtros solares e cosméticos.
Lignin: um protetor solar inspirado na natureza para protetores solares de amplo espectro.	Yong Qian, Xueqing Qiu e Shiping Zhu	<i>Green Chem.</i> 2015, 17, 320-324	Após a Lignina ser adicionada ao protetor solar observa-se melhorias significativas na absorção ultravioleta (UV), mostrando-se que o efeito protetor solar do fator de proteção solar (FPS) 15 pode chegar ao de FPS 30 com a adição de lignina.

Observa-se através do Quadro que embora a lignina, seja um agente de absorção natural da luz ultra violeta, e apesar de apresentar um efeito sinérgico quando associado a

protetores solares, sua cor escura é desfavorável e dificulta suas aplicações cosmeceuticas (Lee, et al., 2019). Recentemente foi evidenciado que os resíduos de lignina podem proteger de forma sustentável o protetor solar à base de titânio, danosos para a pele (Morsella, et al., 2016). O dióxido de titânio (TiO_2) é um protetor solar físico poderoso, mas sua forma cristalina reage à luz solar e produz radicais livres que podem danificar a pele. (Lim, et al., 2018). Para extinguir esta atividade fotocatalítica, cobrem-se as partículas de TiO_2 com sílica, alumina, preservando suas propriedades de bloqueadores solares. Um novo estudo introduz uma alternativa mais sustentável, encapsulando partículas de TiO_2 com a lignina, nesta forma protegendo de forma sustentável o protetor solar à base de titânio (Morsella, et al., 2016). (Figura 1)

Figura 1: Uma camada fina de lignina (flecha) cobre as nanopartículas de dióxido de titânio podendo ser um aditivo sustentável para os filtros solares.



Crédito: ACS Omega (Morsella, 2016)

A lignina pertence a uma classe de polímeros altamente fenólicos que ajudam as plantas em sua estrutura física e possuem uma biomassa rica em anéis aromáticos na natureza, devido à sua unidade de fenilpropano básico (Tan, et al., 2009). É um polímero que além de ser um bloqueador solar natural de amplo espectro, apresenta uma capacidade de eliminar radicais livres de grupos fenólicos, com excelente propriedade antioxidante (Dizhbite, et al., 2004). Cerca de cinquenta milhões de toneladas de lignina são gerados anualmente através da produção de papel, polpa de madeira, cana-de-açúcar e outros materiais. Entretanto, nunca tinha sido contemplado seu uso como filtros solares e antioxidantes em produtos cosméticos e/ ou farmacêuticos, devido a preocupações quanto a sua segurança (Garcíaa, et al., 2012).

Ugartondo et al. ao testarem a citotoxicidade das células de quatro tipos de lignina industrial verificaram segurança na utilização destes produtos (Ugartondo, et al., 2008) respondendo parte das dúvidas a respeito da segurança de lignina para potencial aplicação da mesma em cosméticos e produtos farmacêuticos. (Tortora, et al., 2014). No experimento desenvolvido por Yong Qian, et Al (Li, et al., 2019), e publicado no journal the Royal Society of Chemistry, 2014, foram utilizados como materiais lignina alcalina purificada de tamanhos variados e ao exporem esses filtros solares com lignina á radiação UV durante duas horas, a absorção de UV nas áreas UVA e UVB aumentava várias vezes, como mostrado na (Figura 2). (Lee, et al., 2019)

Figura 2: Absorção de UV, dados retirados de Yong Qian, et al.(2015).

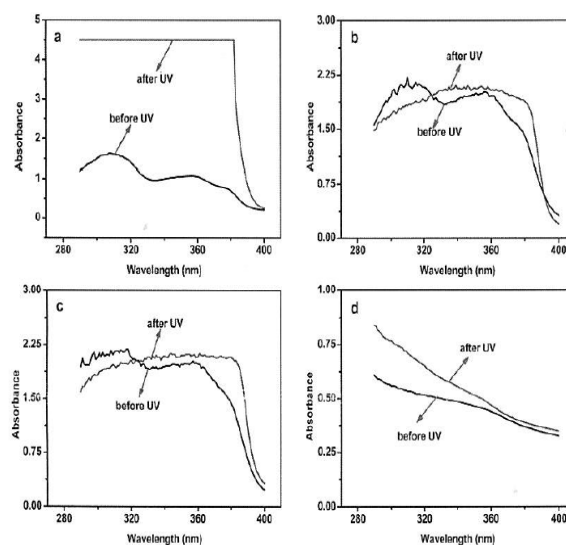


Fig. 3 UV absorbance of the sunscreens before and after 2 h UV radiation: (a) SPF 15-L + 10 wt% lignin; (b) SPF 15-L; (c) SPF 30-L; (d) Cream-L 10 wt% lignin.

4. Educação Ambiental

Através de contribuições na perspectiva freiriana, com base nas obras: Pedagogia da Autonomia, Pedagogia da Indignação, Pedagogia do Oprimido e Educação como Prática da Liberdade, verifica-se preocupações do educador Paulo Freire com a Educação Ambiental, na forma como o sujeito se relaciona e torna-se parte do mundo, da cultura e da natureza. (Dickmann & Ruppenthal, 2017)

Paulo Freire é o educador apropriado para subsidiar essa discussão acerca da educação ambiental, consolidando nas atitudes cotidianas, pensamentos e ações, capazes de promover transformações políticas, econômicas e sociais. (Sato, 2001)

No livro “Pedagogia da Indignação” Freire afirma:

Urge que assumamos o dever de lutar pelos princípios éticos mais fundamentais como do respeito à vida dos seres humanos, à vida dos outros animais, à vida dos pássaros, à vida dos rios e das florestas. Não creio na amorosidade entre homens e mulheres, se não nos tornamos capazes de amar o mundo. A ecologia ganha uma importância fundamental neste fim de século. Ela tem de estar presente em qualquer prática educativa de caráter radical, crítico ou libertador. (Freire, 2000, p 67)

Através das obras de Paulo Freire evidencia-se uma educação ambiental crítica, embasada em princípios que fortalecem a formação de cidadãos que valorizam a vida, que respeitam ao mundo, e cujas práticas diárias, contribuem para os impactos socioambientais planetários. O sentimento de responsabilidade de Freire com o mundo e com a humanidade, é a base da educação ambiental. A educação ambiental crítica caracteriza-se pela percepção do mundo e compromisso em transformá-lo, promovendo a vida.

Destaca-se através desta revisão “integrativa” a importância na busca por novos produtos naturais para composição de filtros solares que não agridam o ecossistema, tendo destaque os polímeros, em especial a Lignina que representa uma classe de materiais disponíveis para aplicações em diversas áreas, inclusive a farmacêutica. A aplicação da Lignina empregada como excipientes farmacêuticos mostra-se eficaz para a formulação de cosméticos, em especial aos filtros solares e seu emprego vem crescendo à medida que a cosmetologia ganha espaço como ciência (Villanova, et al., 2010).

5. Considerações Finais:

O interesse sobre o tema educação ambiental e saúde apresenta constante crescimento, pois ambas caminham juntas. Há a necessidade de se iniciar um processo de educação ambiental, com uma sociedade mais consciente de seus deveres para com o meio ambiente e ciente da relação entre meio ambiente e saúde.

Evidências crescentes dos filtros solares nos alimentos e no ambiente, solo e ecossistema aquático como um todo justificam a preocupação da comunidade científica e a necessidade do desenvolvimento de estudos de investigações, voltadas ao monitoramento da contaminação de alimentos e água, garantindo a saúde e segurança do meio ambiente e da população. As pesquisas de novas moléculas fotoprotetoras se torna um vasto campo de atuação científica. Após testarem a citotoxicidade da lignina, descobriu-se que os produtos

são seguros, resolvendo as dúvidas para potencial aplicação em cosméticos e produtos farmacêuticos.

Referências

Alves, V. S. S. (2019), Um olhar geográfico sobre a educação ambiental empresarial no supermercado Pão de Açúcar, Teresina PI, *Revista de educação ambiental*, ISSN - 1413-8638 E-ISSN - 2238- 5533 v. 24, n.1 <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/viewFile/8008/5845>

Balogh, T. S., Velasco, M. V. R., Pedriali, C. A., Kaneko, T. M., & Baby, A.R. Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. *An Bras Dermatol.* 2011;86(4):732-42. <https://pt.scribd.com/document/407658624/v86n4a16-pdf>

Chiari B. G., Trovatti E., Pecoraro E., Corrêa Cicarelli M. A. R., Ribeiro S. J. L. and Isaac V. L. B., (2014) *Ind. Crops Prod.*, 2014, 52, 389-393. <https://doi.org/10.1590/S1984-82502015000100002>

Dickmann, I., & Ruppenthal S. (jul. 2017) *Revista de Ciências Humanas - Educação | FW | v. 18 | n. 30 | p. 117-135* <http://www.revistas.fw.uri.br/index.php/revistadech/article/viewFile/2582/2309>

Dizhbite, T., Telysheva, G., Jurkjane V. and Viesturs U. (2004) *Bioresour. Technol.*, 95, 309-317. doi: 10.1016/j.biortech.2004.02.024

Esdras Barbosa Garcia; Tiago Savignon Cardoso Machado; Fausto Klabund Ferraris, Fabio Coelho Amendoeira, (jun/jul 2015) Contaminação ambiental e da cadeia alimentar com filtros solares: um potencial risco à saúde humana, *revista analytica* • nº 77 https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/11841/2/Analytica_2015_45-54.pdf

Fent K, Kunz PY, Zenker A, Rapp M. (2010) A tentative environmental risk assessment of the UV-filters 3-(4-methylbenzylidene-camphor), 2-ethylhexyl-4-trimethoxycinnamate, benzophenone-3, benzophenone-4 and 3-benzylidene camphor. *Mar Environ Res*; 69 Suppl:S4-6. doi: 10.1016/j.marenvres.2009.10.010

Freire, P. (2000), *Pedagogia da indignação*, 1 edição, editora UNESP, pg 67

Gago-Ferrero P, Diaz-Cruz MS, Barcelo D. (2011, aug) Occurrence of multiclass UV filters in treated sewage sludge from wastewater treatment plants. *Chemosphere*; 84(8):1158-65. doi: 10.1016/j.chemosphere.2011.04.003.

Guaratini, T.; Collejon, D. R.; Pires, D. C.; Lopes, J. N. C.; Lima, L. M.; Neto, D. et al., (2009) Fotoprotetores derivados de produtos naturais: perspectivas de mercado e interações entre o setor produtivo e centros de pesquisa. *Química Nova*, 32, 717. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000300015>

Garcíaa A., Alriolsa M. G., Spignob G. na Labid J., (2012) *Biochem. Eng. J.*, 67, 173-185. <https://doi.org/10.1039/C4GC01333F>

Hayden, C. G. J.; Cross, S. E.; Anderson, C.; Saunders, N. A.; Roberts, M. S. (2005) Sunscreen Penetration of Human Skin and Related Keratinocyte Toxicity after Topical Application. *Skin Pharmacology and Physiology*, 18, 170. <https://doi.org/10.1289/ehp.11269>

Krause M, Klit A, Blomberg Jensen M, Soeborg T, Frederiksen H, Schlumpf M, et al. (2012, jun) Sunscreens: are they beneficial for health? An overview of endocrine disrupting properties of UV-filters. *Int J Androl.*;35(3):424-36. <https://dx.doi.org/10.4103%2F1008-682X.122197>

Lee SC, Tran TMT, Choi JW, Won K. (2019). Lignin for white natural sunscreens. *Int J Biol Macromol*, 122:549-554.6. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.10.184

Li Y, Yang D, Lu S, Qiu X, Qian Y, Li P. (2019) Encapsulating TiO₂ in Lignin-Based Colloidal Spheres for High Sunscreen Performance and Weak Photocatalytic Activity. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*;7(6):6234-42. doi: 10.1021/acssuschemeng.8b06607

Lim J, Sana B, Krishnan R, Seayad J, Ghadessy FJ, Jana S, et al. (2018) Laccase-Catalyzed Synthesis of Low-Molecular-Weight Lignin-Like Oligomers and their Application as UV-Blocking Materials. *Chem Asian, J.*;13(3):284-91. Doi: 10.1002/asia.201701573

Lowe, N. J. (2006) An overview of ultraviolet radiation, sunscreens, and photo-induced dermatoses, *Dermatol. Clin.*, 24, 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.det.2005.08.001>

Makumire S, Chakravadhanula VS, Kollisch G, Redel E, Shonhai (2014, may 16) A. Immunomodulatory activity of zinc peroxide (ZnO(2)) and titanium dioxide (TiO(2)) nanoparticles and their effects on DNA and protein integrity. *Toxicol Lett.*;227(1):56-64. doi:10.4172/2324-8777.S2-005

Morsella M, d'Alessandro N, Lanterna AE, Scaiano JC. (2016) Improving the Sunscreen Properties of TiO₂ through an Understanding of Its Catalytic Properties. *ACS Omega* ; 1(3):464-9. doi: 10.1021/acsomega.6b00177

Narchi, N. E. (2019) A praia onde aprendi a mergulhar: Desapropriação marinha e perda de conhecimento holístico em escala local, *Revista de educação ambiental*, ISSN- 1413-8638 E-ISSN - 2238-5533 v. 24, n. 1. DOI: [10.14295/ambeduc.v24i2.9481](https://doi.org/10.14295/ambeduc.v24i2.9481)

Richard, E. G. (2019, july) Sun protection clothing guide: Shield your skin without sunscreen, <http://www.rodalenews.com/sun-protectionclothing>.

Richardson SD (2009 jun) Water analysis: emerging contaminants and current issues. *Anal Chem.* 15;81(12):4645-77. <https://doi.org/10.1021/ac9008012>

Sampaio, S. A. P.; Rivitte E. A. (2018) Fisiopatologia cutânea. In: *Dermatologia*. 4. Ed. São Paulo: Artes médicas.

Santos, A. J. M.; Miranda, M. S.; Silva, J. C. G. E. (2012) The degradation products of UV filters in aqueous and chlorinated aqueous solutions. *Water Research*, 46, 3167. [CrossRef] [PubMed] doi: 10.1016/j.watres.2012.03.057

Sato, M. (2001) Apaixonadamente Pesquisadora em Educação Ambiental. In: *Educação Teoria e Prática*, Rio Claro, v. 9, n. 16/17, p. 24-35. <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=108>

Tan S. S. Y., MacFarlane D. R., Upfal J., Edye L. A., Doherty W. O. S., Patti A. F. et al., (2009) *Green Chem.*,11, 339-345. <https://doi.org/10.1039/B815310H>

Tortora M., Cavalieri F., Mosesso P., Ciaffardini F., Melone and Crestini C., (2014) *Biomacromolecules*, 15, 1634-1643. doi: 10.1021/bm500015j.

Ugartondo V., Mitjans M. and Vinardell M. P., Bioresour. (2008) *Technol.*, 99, 6683-6687. doi: 10.1016/j.biortech.2007.11.038

Villanova J. C., Oréface R. L., & Cunha A. S., (2010) *Polímero ciência e tecnologia*. Vol 20, num 1, PP 51-64. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282010005000009>

Vilela, F. M. P.; Fonseca, Y. M.; Vicentini, F. T. M. C.; Fonseca, M. J. V.; Amaral, M. P. H. (2011) Determination of three ultraviolet filters in sunscreen formulations and from skin penetration studies by high-performance liquid chromatography. *Química Nova*, 34, 879. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000500026>

Yong Qian, Xueqing Qiu e Shiping Zhu, (2015) Lignin: um protetor solar inspirado na natureza para protetores solares de amplo espectro, *Green Chem.* 2015, 17, 320-324. <https://doi.org/10.1039/C4GC01333F>

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Maria Paula Jahara Lobosco – 20%

Rose Mary Costa Rosa Andrade Silva – 20%

Eliane Ramos Pereira – 20%

Eliane Cristina da Silva Pinto Carneiro – 20%

Alessandra Cerqueira dos Santos Andrade – 20%