



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA POLITÉCNICA DE SAÚDE
JOAQUIM VENÂNCIO

Ana Beatriz Silva Pereira

**O IMPACTO AMBIENTAL DO USO DE PROTETORES SOLARES E SUAS
SUBSTÂNCIAS: um estudo sobre a atividade dos raios ultravioleta e seus efeitos no
contexto do aquecimento global e contaminação do solo marinho**

Rio de Janeiro

2021

Ana Beatriz Silva Pereira

**O IMPACTO AMBIENTAL DO USO DE PROTETORES SOLARES E SUAS
SUBSTÂNCIAS: um estudo sobre a atividade dos raios ultravioleta e seus efeitos
no contexto do aquecimento global e contaminação do solo marinho**

Monografia apresentada à Escola Politécnica de
Saúde Joaquim Venâncio – Fundação Oswaldo
Cruz (EPSJV-Fiocruz) como requisito parcial
para aprovação no Curso Técnico em
Biotecnologia.

Orientador: Marcos Vinícius Mota Machado

Coorientadora: Virginia de Lourdes Mendes Finete

Rio de Janeiro

2021

Dedico esse trabalho à minha mãe, por ser meu mais grandioso porto de segurança e amor; meu eterno exemplo de força, persistência e carinho! E ao meu pai, que me ensinou que o amor, devoção e dedicação à algo ou à alguém pode existir até mesmo nas piores circunstâncias da vida. Dedico este trabalho à todo corpo acadêmico que possa utilizar e usufruir das informações aqui contidas em prol da educação, ciência e saúde pública!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu gostaria de agradecer à Deus e a todos os santos, pois eles foram as principais presenças na vida a me dar força, inteligência, criatividade, calma, sensibilidade e intensidade para lidar com todo o meu cotidiano, não apenas durante a escrita desse trabalho, mas por todo o percurso que fiz até chegar aqui.

Agradeço principalmente à minha mãe, que nunca me deixou desistir e sempre me apoiou em todas as circunstâncias de dificuldade durante essa caminhada. Sempre me impulsionando e provocando um forte senso de persistência para a conclusão dos meus objetivos.

Agradeço imensamente a oportunidade que me foi concedida pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) de participar, evoluir e aprender, não apenas academicamente ou profissionalmente, mas como um ser humano. Também deixo minha enorme e eterna gratidão à minha escola: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio (EPSJV), sendo minha principal fonte de conhecimento, aprendizado, oportunidades e também progresso; a todos os seus profissionais, que se empenharam para o meu melhor usufruir de toda a qualidade escolar: higiene, infraestrutura, alimentação, comunicação, economia, informática, administração, dentre outros.

Também agradeço imensuravelmente ao Marcos Vinícius Mota Machado e à Virginia de Lourdes Mendes Finete, que além de professores brilhantes, foram orientadores incríveis na minha vida! Principalmente por todo apoio, dedicação, suporte e entrega, o que tornou a minha capacidade de escrita, reflexão, aprendizado e experiências ainda mais sólidas! Me proporcionando todo o apoio necessário, munidos de um grande senso de generosidade e empatia! Com certeza, a participação deles foi conclusiva para que esse trabalho se tornasse realidade.

Agradeço à todos os professores do Ensino Médio e Ensino Técnico os quais foram hiper importantes no meu desenvolvimento acadêmico como um todo, que puderam me ceder o privilégio de aprendizados totalmente diferenciados e especiais! Em especial à professora Tainah Galdino, que me concedeu grandes aprendizados de uma forma completamente extraordinária e didática, com um grande carisma que faziam de suas aulas de Biologia Molecular únicas e muito proveitosas. Também gostaria de agradecer à professora Flavia

Mendonça, por sua imensa dedicação e aptidão ao ensinar Imunologia, sua personalidade criativa e animada me concederam a oportunidade de aprender sobre a matéria de uma maneira incrível e inesquecível. Gostaria de agradecer ao professor Daniel Frota de matemática, que conciliava conhecimento, empatia, uma incrível e extrema didática e dedicação à suas aulas, um professor inesquecível! Agradeço também ao professor André Dantas de História, o qual me proporcionou enormes oportunidades de aprendizado e experiências no mundo da História, de maneiras únicas, graças à sua dedicação e grande amor visível para com o que ensinava.

Agradeço enormemente à Ana Amorim, que me incentivou fortemente a prestar a prova para a EPSJV e participar dos processos seletivos! Com certeza o apoio, incentivo e confiança que ela depositou em mim, foram imprescindíveis para eu estar aqui hoje escrevendo esse projeto!

Agradeço aos amigos que se fizeram presentes nessa caminhada desde sempre, me impulsionando ao êxito dos meus objetivos, sendo em muitos momentos, minhas principais bases para enfrentamento de muitas dificuldades no dia-a-dia, em especial ao Rodrigo Henrique que com seu imenso senso de empatia, acolhimento, doação e escuta me ajudou em momentos muito importantes e difíceis! Ao Luan Avelino, que me proporcionou o compartilhamento de diversos momentos e sentimentos divertidos os quais eu nunca esquecerei, sendo em muitos momentos uma de minhas luzes no fim do túnel em finais ou começos de dia nada favoráveis, com todo o seu bom humor e sua personalidade criativa e divertida! À Larissa Emiliano, que me proporcionou momentos genuínos de troca e compartilhamento de muitas experiências, o incentivo, a conexão, a partilha, a empatia e toda inspiração e energias positivas direcionadas a mim, além de uma personalidade extremamente divertida e intuitiva! À Giulia Brum, que me mostrou, em momentos difíceis, palavras de força e calma, me lembrando que a vida deve ser enxergada com mais leveza e descontração, principalmente em momentos de grande pressão e desânimo. Ao Pedro Vicente, por me prestar sua gentil e divertida companhia em diversos momentos, sua atenção e seus votos de confiança e incentivo direcionados a mim. Agradeço a todos aqueles que me enviaram energias positivas e torceram para a minha conquista, sempre me encorajando em momentos difíceis através de mensagens de força, persistência e amor!

Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino.

(Leonardo Da Vinci)

RESUMO

Esse trabalho se baseia no estudo sobre a atividade dos raios ultravioleta (UV) e seus efeitos no contexto do aquecimento global e contaminação do solo marinho, decorrentes da alta poluição ambiental, e seu potencial impacto à saúde de organismos aquáticos, gerada pelo uso de protetores solares. Esses cosméticos são constituídos por substâncias nocivas, capazes de afetar ecossistemas aquáticos como um todo, através de fenômenos naturais como a biomagnificação trófica, prejudicando seres vivos aquáticos, como os corais. O estudo tem grande afinidade com a questão da ecotoxicidade e do aquecimento global, uma vez que os fotoprotetores podem induzir a contaminação de mananciais hídricos e, conseqüentemente, afetar diversos sistemas aquáticos e seus seres vivos. Esse perigo não se restringe apenas ao uso de protetores solares, já que as substâncias contaminantes se encontram também na maior parte dos cosméticos e produtos de beleza, e mais desgastam a saúde ambiental do que protegem contra os raios UV. Esse trabalho tem como objetivo refletir acerca das conseqüências oriundas do uso de dermocosméticos, que são constituídos por substâncias capazes de impactar o ecossistema marinho e conseqüentemente a cadeia alimentar como um todo, culminando no branqueamento de corais. A pesquisa foi baseada na abordagem qualitativa, utilizando-se como fundamento a revisão da literatura por meio de buscas em bases de dados científicas. É importante enfatizar não apenas sobre a necessidade de mais pesquisas, que auxiliem a investigação sobre o assunto, tornando-o mais popular, mas principalmente para os usuários que buscam por proteção contra os raios solares, sobre o risco associado a essa utilização de determinados produtos cosméticos, altamente presentes em grandes e pequenos comércios.

Palavras-chave: radiação ultravioleta; protetor solar; impacto ambiental; aquecimento global; contaminação do solo marinho; bioacumulação; ecotoxicidade; bioindicadores.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura molecular da Quinina (Fonte: OLIVEIRA; SZVZERBOWSKI, 2009)..	6
Figura 2: Estrutura molecular do Antilux (2-naftol-6,8-dissulfonato de sódio) (Fonte: PubChem, NIH - National Library of Medicine, NLM, National Center for Biotechnology Information, NCBI, 2021).	7
Figura 3: Estrutura molecular do ácido p-amino benzoico (PABA).	7
Figura 4: Helena Rubinstein, 1930. Foto Mondadori Portfolio/Getty Image (Fonte: Site Culture.PL).	10
Figura 5: Camadas da pele (Fonte: Blog Pauline Lyrio Dermatologia).	12
Figura 6: Espectro eletromagnético comprimento de onda (Fonte: Wikipédia).	14
Figura 7: Emissão da radiação UV e o funcionamento da camada de ozônio (Fonte: Blog Brasil Escola).	15
Figura 8: Radiação UVA e UVB na pele humana (Fonte: Blog Luciana Maragno Dermatologia).	15
Figura 9: Como surge o câncer? (Fonte: Instituto Nacional de Câncer, INCA).	22
Figura 10: Tipos de Câncer de pele. (Fonte: Blog Biologia Net).	23
Figura 11: Estrutura química do dióxido de Titânio (TiO ₂) (Fonte: Fisher Scientific).	26
Figura 12: Estrutura química do óxido de zinco (ZnO) (Fonte: Fisher Scientific).	26
Figura 13: Estrutura química do carbonato de cálcio (CaCO ₃) (Fonte: Fisher Scientific).	27
Figura 14: Agentes de Protetores Solares. Fonte: (LATHAN, 2013 apud SILVA, 2016, p.27).	28
Figura 15: O Aquecimento Global e o Impacto na Saúde das pessoas e serviços de Saúde (Fonte: Site Médicos Sem fronteiras. – Imagem: Antonio Faccilongo).	31
Figura 16: Manifestação pelas ruas de Madri (Fonte: Jornal EL PAÍS – Imagem: Carlos Rosillo).	32
Figura 17: Manifestações aconteceram em mais de 160 países antes de conferência do clima na ONU (Fonte: BBC News Brasil).	32
Figura 18: Intensidade da energia solar nos planetas Vênus, Terra e Marte. Ilustração. (Fonte: JUNGES et al, 2018, p.128).	35
Figura 19: A Camada de Ozônio (Fonte: Site Significados.)	36
Figura 20: Recife de Corais (Fonte: Wikipedia.)	40
Figura 21: Ambiente Marinho (Fonte: REBIMAR, 2011).	41
Figura 22: Salmo Trutta (Fonte: Wikipédia).	54
Figura 23: Daphnia magna (Fonte: Wikipédia).	54
Figura 24: Print Matéria Revista VEJA (Fonte: Site Veja).	57
Figura 25: Print Matéria Revista Galileu (Fonte: Site Revista Galileu).	58
Figura 26: Projeto de Lei nº 1129/2019. Autor: Deputado Carlos Minc.	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição de alguns dos efeitos biológicos causados pela radiação UV em diferentes organismos (Fonte: Adaptado de CARDOSO, 2011. Original em: http://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/95716/297132.pdf?sequence=1) ...	17
Tabela 2: Designação de Categoria de Proteção (DCP) relativa à proteção oferecida pelo produto contra radiação UVB e UVA para a rotulagem dos Protetores Solares.....	20
Tabela 3: Principais alterações causadas por diferentes usos da terra sobre os ecossistemas aquáticos (Adaptado de Allan 2004 apud MARTINS, 2014).	45
Tabela 4: Filtros solares encontrados na água, cadeia alimentar e em fluídos biológicos. Adaptado de: GARCIA et al, 2015. Original em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/11841/2/Analytica_2015_45-54.pdf	55
Tabela 5: <i>Níveis de p-metoxicinamato de octila em ambientes aquáticos</i> . Fonte: ALMEIDA e VIEIRA, 2013.	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2,4DOHBZF - 2,4dihidroxi benzofenona

3MBC - 3metilbenzilideno cânfora

3,4MBC - 3,4metilbenzilideno cânfora

4MBC - 4metilbenzilideno cânfora

4OHBZF- 4 hidroxi benzofenona

4,4DOHBZF - 4,4dihidroxi benzofenona

ASFB - ácido sulfônico fenilbenzimidazol

BS – benzilsalicilato

BZF3 - benzofenona 3

EHPABA - etilhexildimetil aminobenzoato

FPS - Fator de Proteção Solar

FS - fenilsalicilato

HMS – homosalato

OC - octocrilano

OD-PABA - dimetilamino benzoato

OMC - octil metoxi cinamato

UV – Ultravioleta

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. METODOLOGIA	5
4. OS PROTETORES SOLARES	6
4.1 Definição e um Breve histórico do uso dos cosméticos e a sociedade	6
4.2 Os cosméticos no Brasil	11
4.3 A IMPORTÂNCIA DO USO DO PROTETOR SOLAR	12
4.3.1 A pele	12
4.3.2 As radiações solares	13
4.3.3 Desenvolvimento e a importância do uso dos protetores solares	18
4.3.4 O que é “FPS”?	20
4.3.5 O que é câncer?	21
4.3.6 O câncer de pele	23
4.4 Tipos de protetores	26
5. O IMPACTO DOS PROTETORES SOLARES NOS ECOSSISTEMAS aquáticos	29
5.1 Aquecimento global	29
5.1.1 “Nem um grau a mais, nem uma espécie a menos”	32
5.1.2 A camada de ozônio	35
5.2 O ECOSSISTEMA AQUÁTICO	38
5.2.1 Como são formados Ecosistemas segundo a teoria do “não equilíbrio”?	39
5.2.2 O que é um ecossistema aquático?	40
5.3 ECOSSISTEMA DE CORAIS	41
5.4 A POLUIÇÃO DOS ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS	45
5.5 O IMPACTO AMBIENTAL DO USO DE PROTETORES SOLARES E SUAS SUBSTÂNCIAS	49
5.5.1 Medidas Reais e Proteção Solar	56
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

1. INTRODUÇÃO

Desde muitos anos, a população humana, junto a sua evolução (seja em relação a costumes sociais, culturais e até mesmo biológicos) tornou a demanda de cosméticos muito mais expressiva, com o objetivo de aprimorar e suprir necessidades com o uso de produtos para beleza e higiene. Sendo assim, essa questão foi levada em consideração pelo mercado e grandes indústrias de cosméticos e farmacêuticas (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007).

A necessidade de consumo impulsionou a produção de novos cosméticos que atendam o desejo do ser humano de se sentir cada vez mais aceito em seu grupo social e por si mesmo. Por essa razão, segundo o site Ecycle, muitos produtos que melhoram a beleza como esmaltes, perfumes, hidratantes, bases, spray para cabelo, condicionadores, shampoos, loções pós- barbas, *BBcream* entre outros são utilizados pela maior parte da sociedade, mesmo causando grandes impactos ambientais e riscos à saúde humana. Junto a isso os avanços industriais e tecnológicos que acompanharam o desenvolvimento da humanidade tornaram-se, em um curto período de tempo, os principais fatores responsáveis pelo aumento da exposição dos corpos aos raios solares na superfície terrestre.

O sol é responsável pela emissão de radiações, como os raios UV, que conseguem penetrar na atmosfera, concebendo aos indivíduos benefícios como saúde física e mental, uma vez que estimulam fatores específicos no organismo humano, ajudando na produção de hormônios e vitaminas, além de estimular a produção de melanina, um dos principais aliados dos tratamentos contra icterícia e na realização da fotossíntese de plantas, por exemplo. Por outro lado, os raios UV são altamente prejudiciais à vida humana em períodos prolongados de tempo, sendo capazes de gerar danos ao DNA, envelhecimento precoce, problemas oculares como catarata, alterações químicas e histológica na pele, problemas imunológicos dentre outros (BALOGH, 2011 *apud* GARCIA *et al.*, 2015, p. 46).

Os protetores solares são cosméticos que contém substâncias orgânicas e inorgânicas com altas taxas de concentração de filtros dos raios UV. Existem muitas formas para que essas substâncias químicas entrem em contato com a água do mar, dentre elas temos a forma direta, que ocorre através da irregularidade e do mau tratamento das estações de esgoto e águas residuais e, indiretamente, através de banhistas em épocas de veraneio (SIERATOWICZ *et al.*, 2011).

Um fator que aponta para esse caso é que, perante a vasta divulgação para conscientização das pessoas sobre a necessidade do uso do filtro solar; eles têm sido cada vez mais preconizados pela comunidade de dermatologistas, devido à importância que deve ser dada para a proteção contra raios UV em locais tropicais e subtropicais e, principalmente, em regiões litorâneas e ribeirinhas; o que traz como resultado o aumento da exposição de fontes hídricas e conseqüentemente da cadeia alimentar geral ao risco de contaminação (GARCIA *et al.*, 2015).

Em riscos ambientais, o problema se dá na questão do impacto nos ecossistemas. Os dermocosméticos acarretaram distúrbios estrogênicos como exemplo a *Poamopyrgus antipodarum*, um caramujo da Nova Zelândia, e o *Lumbriculus variegatus*, um anelídeo; estes receberam as substâncias 3-BC e 4-MBC, logo apresentam os seguintes resultados: a expansão da produção de embriões do caramujo e o retardo da reprodução do anelídeo. O mesmo estudo aponta para a inibição do crescimento da alga verde *Desmodesmus subspicatus* através dos componentes BP3, 3-BC e 4 MBC (SCHMITT 2008 *apud* SIERATOWICZ *et al.*, 2011, p. 1312).

Ademais, muito comumente as evidências de concentrações de compostos do protetor solar vêm aumentando. Nos últimos 10 anos, cientistas vêm apontando a necessidade de mais estudos e medidas preventivas para o contato dessas substâncias, não só com a saúde humana, mas para sua concentração em águas de torneiras, residuais e de lodo de esgoto tratado, o que é perturbante, uma vez que pessoas podem ser contaminadas pela Benfozenona 4. Tal componente apresenta forte inibição dos raios UV mais utilizados pela indústria farmacêutica na produção de protetores solares e foi evidenciado em águas residuais na Espanha, junto ao ácido sulfônico fenilbenzimidazol encontrado em águas de irrigação de plantas (RICHARDSON, 2009 *apud* GARCIA *et al.*, 2015 p. 46).

A recorrência desse composto representa grandes problemas ao ser humano, uma vez que a ingestão de contaminantes apresenta riscos reais à saúde humana, chegando a provocar distúrbios como a desregulação do eixo tireoidiano e reprodutivo (MUELLER, 2003; SCHMUTZLER, 2004; MOROHOSHI, 2005; SEIDLOVA-WUTTKE, 2006; KLAMMER, 2007; MOLINA-MOLINA, 2008 *apud* GARCIA *et al.*, 2015, p. 46).

A discussão sobre o impacto produzido pelos dermocosméticos, utilizados em prol da proteção individual da pele contra os raios UV, em sua maioria, são recorrentes nos dias

atuais, não somente entre a comunidade científica, mas também na jurídica¹, uma vez que os protetores solares são produzidos com substâncias com a Benzofenona 4 (BZF 4), metóxi-benzofenona (BZF3) , (4MBC), (OMC), (EHDPABA), (OC) e principalmente a Oxibenzona que comprometem muitas questões ambientais. Pesquisas apontaram a detecção de grande acúmulo de substâncias, normalmente presentes na composição de protetores solares, em águas de torneiras, águas residuais, lodo de esgoto (GAGO-FERRERO, 2011 *apud* GARCIA *et al.*, 2015, p. 46).

Tal fato se torna inquietante, uma vez que a água direcionada ao uso da população não é tratada de forma adequada podendo haver o consumo de substâncias tóxicas presentes. Concentrações de 1,5 ug/L e 1,4 ug/L de Benfozenona 4, um filtro solar bem requisitado pela indústria cosmética para ser utilizado como ativo de protetores solares, foram encontradas em águas residuais na Espanha e afluentes e efluentes de rios (GAGO-FERRERO, 2011 *apud* GARCIA *et al.*, 2015, p. 46).

Neste trabalho pretende-se estudar a poluição ambiental gerada pelo uso de protetores solares e seus impactos à saúde de seres vivos aquáticos, como os corais.

¹ Projeto de lei nº 1129/2019; ” Ementa: proíbe a produção, importação e a comercialização de filtros solares e outros produtos cosméticos e de higiene pessoal que contenham na fórmula as substâncias Oxibenzona (Benzofenona-3) e Octinoxato” (Disponível em: [http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/scpro1923.nsf/18c1dd68f96be3e7832566ec0018d833/3e21183814f5b7ef8325845e0069b874?OpenDocument#:~:text=Art.,Oxibenzona%20\(benzofenona%2D3\)](http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/scpro1923.nsf/18c1dd68f96be3e7832566ec0018d833/3e21183814f5b7ef8325845e0069b874?OpenDocument#:~:text=Art.,Oxibenzona%20(benzofenona%2D3).)). Acesso: 03/02/2021.)

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O ecossistema tem sofrido bastante com a demanda consumista do ser humano. Por essa razão, o presente trabalho busca apresentar pesquisas realizadas sobre os impactos causados ao meio ambiente, com foco em cosméticos utilizados contra os raios UV, que começaram a ser utilizados para proteção da pele, haja vista as intensas emissões de gases na camada de ozônio que fazem com que os raios UV adentrem a camada terrestre de maneira cada vez mais frequente, acarretando vários efeitos negativos ao planeta como um todo, através do Aquecimento Global. As substâncias presentes nesse dermocosmético são capazes de impactar o ecossistema marinho e conseqüentemente a cadeia alimentar como um todo, prejudicando a microflora e culminando, por exemplo, no branqueamento de corais. Além disso, este trabalho pretende refletir acerca das conseqüências oriundas de tal prática.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Refletir sobre o que causou a necessidade de uso dos protetores solares;
- 2) Evidenciar o impacto causado pelas substâncias do filtro solar na cadeia alimentar como um todo por meio do contato com mananciais hídricos;
- 3) O impacto à saúde ambiental de corais causado por substâncias presentes em protetores solares, as quais influenciam seu branqueamento.

3. METODOLOGIA

O trabalho foi baseado na abordagem qualitativa. Utilizou-se como fundamento da pesquisa a revisão da literatura, por meio da busca nas bases de dados científicas *SciELO*, *PePSIC*, *Lilacs* e *Google Acadêmico*, para a apresentação de cada objetivo específico. A busca teve como referência os seguintes descritores: radiação ultravioleta; protetor solar; impacto ambiental; aquecimento global; contaminação do solo marinho; bioacumulação; ecotoxicidade; bioindicadores.

4. OS PROTETORES SOLARES

4.1 DEFINIÇÃO E UM BREVE HISTÓRICO DO USO DOS COSMÉTICOS E A SOCIEDADE

Os filtros solares se baseiam nos mecanismos de absorção e/ou reflexão para diminuir os impactos da luz UV, ao contato com a pele. Em 1928 aconteceu a primeira comercialização de protetor solar nos Estados Unidos; entretanto, foram necessários 50 anos após esse evento para que o FDA (*Food and Drug Administration*) categorizasse os filtros solares, aprovando a disseminação de conteúdos e informações sobre os produtos, como acontece atualmente (SOUZA *apud* TOFETTI et al., 2006, p. 61).

O surgimento dos filtros solares se deu, mais especificamente, a partir do momento em que a possibilidade de precaver eritemas foi observada na utilização de algumas substâncias, como sulfato de quinina (Figura 1) acidificado e, posteriormente, a descoberta do Antilux (2-naftol-6,8- dissulfonato de sódio) (Figura 2) (URBACH, 2001 *apud* ARAÚJO; SOUZA, 2008, p. 2).

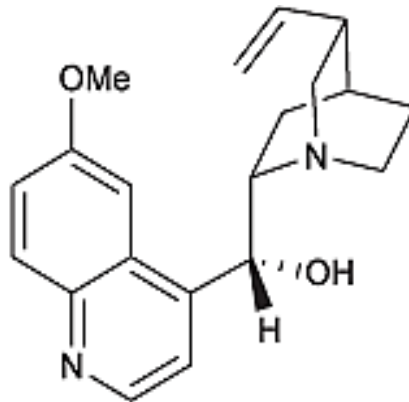


Figura 1: Estrutura molecular da Quinina (Fonte: OLIVEIRA; SZVZERBOWSKI, 2009).

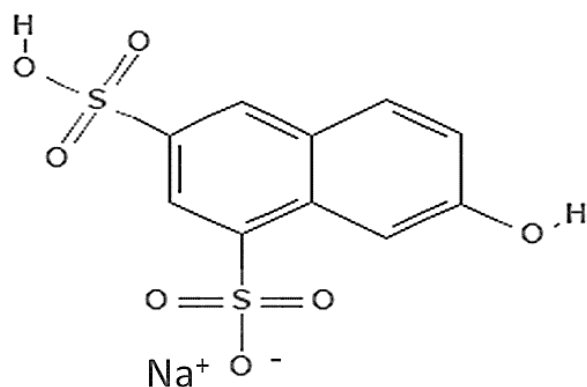


Figura 2: Estrutura molecular do Antilux (2-naftol-6,8-dissulfonato de sódio) (Fonte: PubChem, NIH - National Library of Medicine, NLM, National Center for Biotechnology Information, NCBI, 2021).

A popularização do protetor solar aconteceu após a Segunda Guerra Mundial, no século 20, com a utilização do componente ácido p-amino benzoico (PABA) (Figura 3) (SHAATH *apud* ARAÚJO; SOUZA, 2008, p.2).

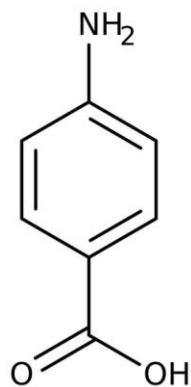


Figura 3: Estrutura molecular do ácido p-amino benzoico (PABA).
(Fonte: Fisher Scientific, 2021).

Preocupações com os cuidados da pele foram datadas desde as antigas civilizações africanas, as quais tinham fortes laços místicos em relação ao sol. Essas populações tratavam o sol como uma divindade e também utilizavam a exposição solar para princípios medicinais. Em 7800 a.C., a data mais antiga dos primeiros protetores solares em potencial já apontada, utilizava-se, no Egito, preparações a base de mamona, junto à um “kit egípcio” a base de extrato de magnólia, jasmim e óleo de amêndoa que, segundo historiadores, eram destinados a inibição de raios UV e como uma forma de hidratar pele e cabelo (LINARDI, 2009 *apud* VARGA et al., 2018, p.351).

Da mesma forma, há relatos sobre a proteção solar na Grécia de 400 a.C. em meio aos jogos olímpicos, onde os atletas passavam sobre a pele um composto de óleo de oliva e areia com objetivo de se protegerem dos raios solares (LINARDI, 2009 *apud* Congresso Nacional de Educação, 2015).

A proteção solar e a exposição solar foram fatores-chave para a evolução humana, uma vez que foram os principais meios de vida na história da terra; as plantas, assim como as diversas vegetações, dependiam quase que exclusivamente da radiação solar, de sua luz, para gerar energia e se estabelecerem. O fato da importância do sol e seus raios solares, na história evolutiva da humanidade, também se agregou a partir da descoberta de fósseis antigos, onde o sistema e mecanismo de vida de alguns seres aquáticos da época, que se baseavam somente em modo aquático (ou seja, viviam restritamente na água), foi modificado apenas no momento em que a camada de ozônio cobriu a Terra, visto que naquela época, o planeta possuía pouco oxigênio e baixa camada de ozônio, essa última ocasionando a baixa quantidade de seres vivos terrestres, pelo maior adentramento dos raios Ultravioleta (UV) na Litosfera. Em outras palavras, no começo do mundo, a vida biológica era basicamente improvável na Terra (LIM e DRAELOS, 2009).

O termo “Beleza” se faz presente em diversas experiências sociais; seu conceito se define em costumes que ao longo do tempo podem ser alterados baseando-se em fatores como práticas culturais e religiosas. Diversas populações, com ênfase nas mais antigas, vieram, com o passar dos anos, utilizando produtos minerais vegetais, de procedência animal e, mais tarde, os sintetizados quimicamente, fazendo com que a necessidade de cuidados, principalmente com a pele, exercesse grande influência econômica e nas indústrias químicas e farmacêuticas. Juntamente a esse fato, tem-se a descrição da Organização

Mundial da Saúde (OMS), que coloca a saúde como uma condição em que o indivíduo, além de não apresentar doenças ou demais enfermidades, precisa estar em pleno estado de bem-estar físico, social e mental. Assim, a beleza pode auxiliar na obtenção do bem-estar, com a preservação de aspectos superficiais do corpo, através de determinadas vertentes de padronizações sociais vigentes em determinadas épocas e espaços (GONZALEZ et al., 2017).

A ideologia de “beleza” é tão popular, que existem evidências históricas da utilização de utensílios e substâncias destinadas ao tratamento de aspectos físicos humanos superficiais e de higiene pessoal datadas desde o ano 4000 a.C, originando o conceito de “hábil em embelezar” para a palavra “cosméticos” (do grego *kosmeticós*), por exemplo: os egípcios utilizavam gordura vegetal e animal, cera de abelhas, leite e mel na produção de loções para pele. O uso de pó de Kajal e as demais formas de pigmentação da pele juntamente com água de carbonato, foram geralmente utilizadas no Rio Nilo, por mulheres (PANDOLFO, 2010 *apud* SILVA, 2016, p.27).

A fabricação de sabões pelos povos gregos e romanos, era feita com extratos vegetais como óleos retirados de pinhos, olivas e minerais alcalinos, os quais obtinha-se a partir do processo de moagem de rochas. A produção da primeira base capaz de assegurar substâncias coloridas emitidas pelo dióxido de titânio, foi realizada pelo médico Claudio Galeno, no Império Romano de 150 a.C., com a síntese de produtos como a cera de abelhas e “*Ungentum Refrigerans*”, um creme que promovia sensações refrescantes quando em contato com a pele (PANDOLFO, 2010; GALEMBECK e CSORDAS, 2011 *apud* SILVA, 2016, p.27).

Contudo, o uso de dermocosméticos produzidos e utilizados por essas populações, também podiam acarretar riscos à saúde; técnicas como a utilização de pigmentação natural, óleos vegetais e minerais levaram muitos atores do teatro romano ao óbito por meio de intoxicações pelo chumbo e mercúrio (GALEMBECK e CSORDAS, 2011 *apud* SILVA, 2016, p.27).

Embora os séculos 17 e 18 de Paris vigorassem com o suposto comércio de pomadas, águas aromáticas, cosméticos e sabonetes, assim como diversos outros artigos destinados ao cuidado de beleza -bem como a criação do produto conhecido até os dias atuais como “água de colônia”, por Giovanni Maria Farina em uma cidade alemã conhecida como Colônia, no ano de 1725- foi apenas no século 20 a inauguração das primeiras indústrias de cosméticos

trazendo Helena Rubinsteins (Figura 4) como pioneira no campo, responsável por revolucionar a área graças a adição de novos conceitos, pesquisas e formulações muito bem aceitas pela sociedade, as quais teriam agregações futuramente à gama da indústria cosmética mundial, utilizadas para o cuidados de beleza tradicional, como por exemplo: combate às consequências da exposição dos raios solares e do vento na pele e rugas, constituindo em 1902 um estabelecimento focado na promoção de beleza, pautado em cosmética e dermatologia (DE QUEIROZ *et al*, 2013 *apud* SILVA, 2016, p.28).



Figura 4: Helena Rubinstein, 1930. Foto Mondadori Portfolio/Getty Image (Fonte: Site Culture.PL).

Em 1970 houve o emprego de aparelhos de laser, ácidos (retinoico e glicólico) para o tratamento e prevenção de rugas e manchas, e a tomada do mercado mundial pelos protetores solares. A década de 1990 trouxe os cosméticos aplicáveis para diversas funções: batons com filtro solar, assim como loções de hidratação superficial com potencial de prevenir o envelhecimento da pele. O século 21 trouxe maior consolidação ao termo e a indústria de cosméticos, uma vez que os efeitos benéficos após as diversas utilizações de loções e demais substâncias as quais promoviam o bem-estar e saúde, podia ser notado como um fato por seus usuários, o que conseqüentemente gerou a designação “cosmecêutico”: produtos desenvolvidos a partir da utilização de grandes campos tecnológicos avançados, que promovem ações fisiológicas comprovadas (SIMILI e SOUZA, 2015 *apud* SILVA, 2016, p.28).

4.2 OS COSMÉTICOS NO BRASIL

Através da RDC N° 211, 14, jun. 2005, a ANVISA descreveu produtos de higiene, cosméticos e perfumes como sendo composições produzidas a partir de ingredientes sintéticos ou naturais, de uso tópico em diferentes partes específicas da pele humana, tal como; cabelo, pele, unhas, órgãos, lábios, genitália externa, dentes e membrana mucosa da boca, com o objetivo de conservar a higiene, adicionar um novo odor ou aprimorar a aparência visual de tal. Sendo assim, shampoos, sabonetes, condicionadores, desodorantes etc., fazem parte de elementos utilizados para higiene pessoal, enquanto que maquiagens, bronzeadores e protetores solares, cremes para rosto e corpo e produtos de cabelo fazem parte da categoria “cosméticos”.

A primeira fábrica brasileira de cosméticos é a Natural, instituída em 1969, reconhecida de 2001 até os dias atuais como a maior empresa nacional de cosméticos, oferecendo abordagens e inovações personalizadas para o público: produtos específicos para o clima úmido vigente no Brasil (AYRES, 2016 *apud* SILVA, 2016, p. 29).

Avon e L’Oréal foram inauguradas apenas em 1950, graças a política de incentivo, com a venda de cosméticos destinadas inteiramente para mulheres (GALEMBECK e CSORDAS, 2011 *apud* SILVA, 2016, p.27). Assim contando também com o surgimento de, mais tarde, empresas como “O boticário”, fundada em 1977 em Curitiba (GRUPO O BOTICÁRIO, 2012 *apud* SILVA, 2016, p. 29).

No ano de 1984 foram lançados no Brasil os primeiros protetores solares, os quais admitiam FPS de 4, 8 e 15. Cinco anos após, protetores solares com maiores FPS (20, 25 e 30) foram instaurados e em 1991 foram adicionadas substâncias com potencial de promover proteção contra os raios UVA e UVB (TEMPERINI, 2015 *apud* SILVA, 2016, p.25).

O ramo de cosméticos e higiene pessoal vem apresentando elevações no Brasil, pois é um dos setores que mais empregam direta e indiretamente. Segundos índices divulgados, o campo industrial de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos foi o mais rentável dentre todos os outros setores industriais até 2014. Nos últimos 20 anos, o campo apresentou elevação média de 11,4% no deflacionado composto, ultrapassando o faturamento “*ex-factory*”, líquido de impostos sobre venda, ou seja, um acúmulo de 27,2 bilhões ao longo de 10 anos entre 2005 e 2015 (Associação Brasileira de Indústria de Higiene Pessoal e Cosméticos, 2016 *apud* SILVA, 2016, p.30).

4.3 A IMPORTÂNCIA DO USO DO PROTETOR SOLAR

4.3.1 A pele

A pele é o maior órgão do corpo humano e, biologicamente, é encarregada de nutrir, como também regular a temperatura corporal, sendo a principal mediadora em relação a absorção, seja essa absorção excessiva ou benéfica, de determinadas quantidades de gases e/ou raios solares (TOFETTI e OLIVEIRA, 2006).

A pele é um órgão ao qual compreende-se 3 estruturas principais: epiderme, derme e hipoderme (Figura 5).

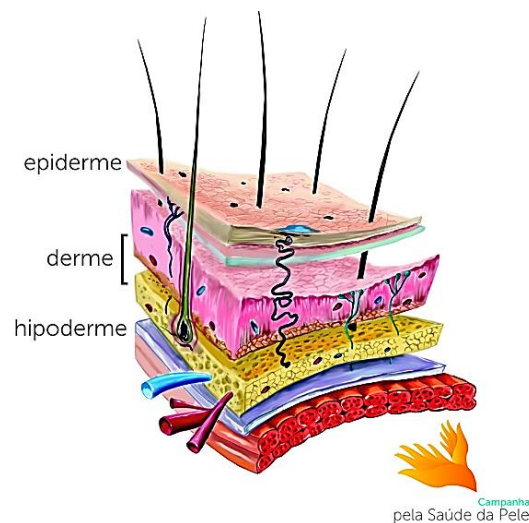


Figura 5: Camadas da pele (Fonte: Blog Pauline Lyrio Dermatologia).

A epiderme, nosso “primeiro” órgão de proteção contra radiações solares (UV), energia elétrica, invasão de antígenos e elementos tóxicos, é o órgão responsável pela manutenção e armazenamento de líquidos e eletrólitos e seu principal mecanismo de funcionamento é a realização de diferenciações celulares com o objetivo de exercer anteparo, já que é uma célula protetora, juntamente com a produção e condensação de melanina e queratina. A derme, produzida através de mucopolissacarídeos ácidos que são responsáveis pela estabilização da epiderme à derme, é constituída de estruturas como elastina e colágeno. E a hipoderme é uma camada formada por um tecido gorduroso, a qual armazena em si a rede vascular profunda, projetado para proteger o corpo humano contra eventuais lesões e

promover estabilidade em situações de grande variabilidade térmicas (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999 *apud* TOFETTI e OLIVEIRA, 2006).

4.3.2 As radiações solares

A luz é uma radiação de ondas eletromagnéticas, constituídas pela junção de um campo eletromagnético e um campo elétrico perpendiculares, irresolutos (reduzem e aumentam as próprias intensidades durante a liberação dos raios) e perpassados ao meio de si mesmos. Diferentemente de outros tipos de ondas, como a sonora, a radiação eletromagnética não se torna dependente de um meio material para de proliferar, ou seja, são capazes de serem multiplicadas até mesmo no vácuo. Radiações Eletromagnéticas são classificadas cientificamente através das grandezas de “comprimento de onda” (λ): intervalo entre duas ondas sucessivas (nm) e frequência: quantidade de ciclos que ultrapassam um mesmo marco por segundo, durante a propagação luminosa. O espectro eletromagnético solar é conhecido por sua vasta gama de projeção luminosa, ou seja, o sol emite energia na maioria dos comprimentos de onda conhecidos (SILVA; MACHADO *et al*, 2015, p.221).

A diversidade entre os tipos de ondas se dá por cada uma de suas designações específicas; onda eletromagnéticas emitem de 400 à 700 nm, sendo intituladas como “ondas do espectro visível/luz invisível”, essas são responsáveis por permitir a visão humana em relação a objetos, por exemplo. Ou, como comprimentos de 1 à 1000 metros desempenham papel em transmissões midiáticas (televisão e rádios) (SILVA; MACHADO *et al*, 2015, p.221).

Existe um espectro eletromagnético que indica as diferentes designações das diversas faixas de comprimento de onda (Figura 6).

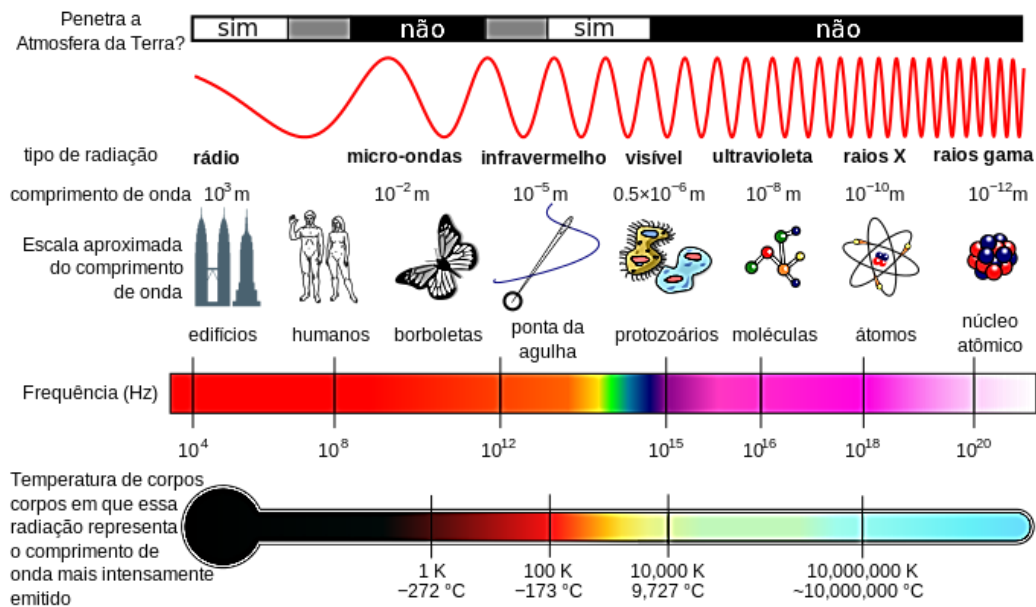


Figura 6: Espectro eletromagnético comprimento de onda (Fonte: Wikipédia).

A distribuição espectral da radiação solar pode ser notada em até aproximadamente 48% da faixa do infravermelho e 44% na visível, 7% faixa ultravioleta e 1% raios-x, raios gama, ondas de rádio e micro-ondas (CORRÊA, 2014 *apud* SILVA; MACHADO *et al*, 2015, p.222).

O sol é responsável pela emissão da radiação ultravioleta, UV (Figura 7) que possui como característica comprimentos de onda na faixa entre 1 a 400 nanômetros. O organismo humano é habilitado para detectar essas radiações de espectro solar de variadas maneiras: o Raio infravermelho pode ser sentido na forma de calor, radiação visível através da projeção de cores, que é detectada no sistema óptico, e a radiação ultravioleta, que se dá através de reações fotoquímicas. Existem três tipos de frequências de radiação solar UV sendo elas, a UVA, que possui frequência de 315 a 400 nanômetros, a UVB de 280 a 315 nanômetros e a UVC, de 100 a 280 nanômetros (GOUVÊA *et al.*, 2014).

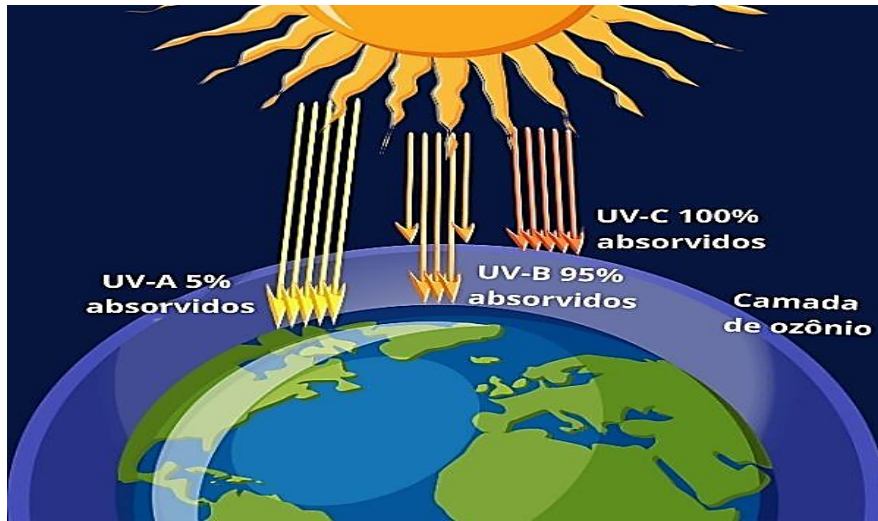


Figura 7: Emissão da radiação UV e o funcionamento da camada de ozônio (Fonte: Blog Brasil Escola).

A frequência de radiação UVA causa baixa vasodilatação capilar (eritemas) e penetra mais intensamente na pele do que a frequência UVB (Figura 8). Sua principal atividade biológica é a indução de bronzeamento, por meio da obumbração (escurecimento) da melanina por parte da fotoxidação da leucomelanina (células da camada externa da epiderme) (DE PAOLA e RIBEIRO, 1998 *apud* FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007, p.153).

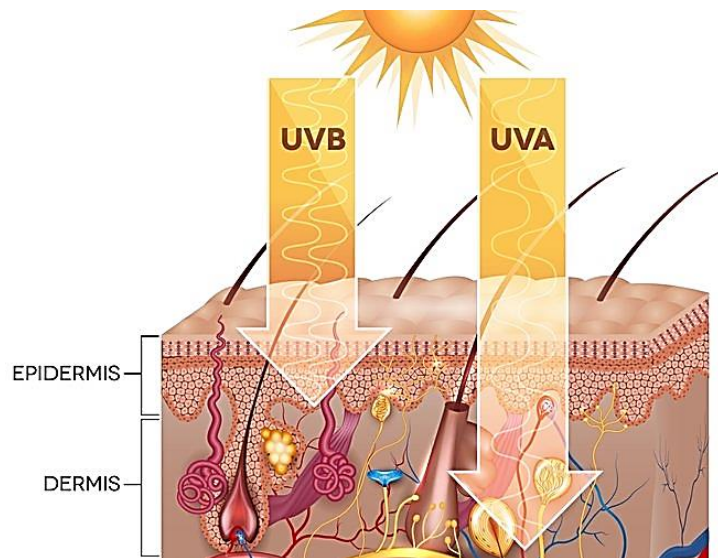


Figura 8: Radiação UVA e UVB na pele humana (Fonte: Blog Luciana Maragno Dermatologia).

Em comparação à UVB, a radiação UVA, capaz de provocar câncer de pele e formar radicais livres, encontra-se em maior quantidade na camada terrestre em uma concentração de 95% a mais que a UVB (OSTERWALDER; LUTHER; HERZOG, 2000 *apud* FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007, p.153-154).

A radiação UVB possui capacidade de atingir homogeneamente todo o plano terrestre ao ultrapassar a atmosfera. Sua extensa energia e frequência possuem o potencial de causar queimaduras solares, propiciando a conversão de ergosterol em Vitamina D, culminando no envelhecimento precoce das células (RÚVOLO, 1997; STEINER, 1995 *apud* FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007, p.154). Essa radiação quando em contato recorrente com a epiderme, possui a capacidade de danificar o DNA e suprimir respostas do sistema imunológico da pele, agregando-se, assim, ao maior risco de mutações letais como o câncer de pele, por meio de um sistema de operação biológica que diminui as chances de a mutação ser identificada e destruída pelo sistema de imunidade da pessoa (STREILEIN; TAYLOR; VINCEK; KURIMOTO; SHIMIZU, 1994 *apud* FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007, p.154).

A radiação UVC também possui grandes taxas de energia, sendo drasticamente maléfica aos seres (STEINER, 1995; STREILEIN; TAYLOR; VINCEK; KURIMOTO; SHIMIZU *et al*, 1994 *apud* FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007, p.154), uma vez que, pela contaminação da camada de ozônio, o oxigênio e ozônio tiveram seu potencial de diminuir os efeitos da radiação UVB e inibição total da UVC, consideravelmente, diminuídos. Com a maior facilidade de penetração no plano terrestre, o raio UVB, acerca de seus malefícios, intensificou a incidência de câncer de pele. A partir dessa maior exposição das pessoas à radiação UVB e, conseqüentemente ao câncer de pele, protetores solares foram fabricados (há cerca de 60 anos) com o objetivo inicial de inibir apenas a radiação UVB e transigir o bronzeamento da pele pelo raio UVA (ROY *et al*, 1995; GILES *et al*, 1995; MARKS *et al*, 1995 *apud* FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007).

A descrição de alguns dos efeitos biológicos causados pela radiação UV, em diferentes organismos, é apresentada na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Descrição de alguns dos efeitos biológicos causados pela radiação UV em diferentes organismos (Fonte: Adaptado de CARDOSO, 2011. Original em: <http://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/95716/297132.pdf?sequence=1>)

Radiação UV	Efeitos da Radiação UV	Organismos afetados	Referências
UV-C	Esterilizante (lâmpadas germicidas)	Bactérias	MURACA et al., 1987 2011; Schenk et al., 2011 apud CARDOSO, 2011
	Desinfecção em estações de tratamento de água potável	Cianobactérias e dinoflagelados	Tao et al., 2010 apud CARDOSO, 2011.
UV-B	Queimadura na pele e inflamação dolorosa na córnea	Humanos	Nigel e Gwynn-Jones, 2003; Maverakis et al., 2010 apud CARDOSO, 2011.
	Danos ao DNA pela produção de fotoprodutos e por reações de fotossensibilização	DNA de bactérias e ouriço do mar	Cadet et al., 2005; Lesser, 2006; Schuch e Menck, 2010 apud CARDOSO, 2011.
	Atraso no crescimento devido ao <i>up</i> ou <i>down regulation</i> de genes envolvidos na replicação, processos de reparo do DNA e chaperonas	Zooplâncton	Kim et al., 2011 apud CARDOSO, 2011.
	Efeitos negativos na sobrevivência e crescimento	Protozoários marinhos e dulcícolas	Bancroft et al., 2007 apud CARDOSO, 2011.
	Alterações morfológicas externas e na pigmentação dos olhos; baixo índice mitótico; estresse oxidativo	Crustáceos	Nazari et al., 2010 apud CARDOSO, 2011.
	Efeitos subletais em embriões, larvas e adultos e morte de embriões	Anfíbios	Blaustein e Belden, 2003 apud CARDOSO 2011
	Produção de espécies reativas de oxigênio, causando estresse oxidativo e danos a lipídios e proteínas	Peixes e humanos	Sinha e Häder, 2002; Groff et al., 2010; Maverakis et al., 2010 apud CARDOSO, 2011.
	Síntese de vitamina D3	Humanos	Webb e Holick, 1988; Maverakis et al., 2010; Schaumburg et al., 2010 apud CARDOSO, 2011.

	Produção fotodinâmica de radicais de hidroxila na célula, causando quebras e ligações cruzadas no DNA	DNA de bactérias	Peak e Peak,1990; Cadet et al., 2005 apud CARDOSO, 2011.
	Fonte de energia para fotossíntese	Plantas	Diffey, 1991; Nigel e Gwynn-Jones, 2003 apud CARDOSO, 2011.
UV-A	Estresse nos componentes dos olhos e hemolinfa	Crustáceos	El-Bakary e Sayed, 2011 apud CARDOSO, 2011.
	Fotorreativação, diminuindo o número de CPD em embriões	Microcrustáceos e peixes	Applegate e Ley, 1988; Naganuma et al., 1997; Sinha e Häder, 2002; Dong et al., 2008 apud CARDOSO, 2011
	Detectada pelos fotorreceptores dos olhos	Invertebrados e vertebrados	Nigel e Gwynn-Jones, 2003 apud CARDOSO, 2011.
	Supressão do sistema imune	Humanos	Damian et al., 1997 apud CARDOSO, 2011
	Absorvida por proteínas e cromóforos; estimulação de processos biológicos; fotoenvelhecimento, fotodermatoses e fotocarcinogênese	Humanos	Krutmann, 2000; Nigel e Gwynn-Jones, 2003; Maverakis et al., 2010 apud CARDOSO, 2011.

4.3.3 Desenvolvimento e a importância do uso dos protetores solares

O desenvolvimento de pesquisas nesse ramo admitiu que, para a proteção integral da pele, a formulação de um filtro solar contra a radiação UVA e UVB era necessária, pois um novo dermocosmético deveria protegê-la contra qualquer intensidade de radiação solar, criando um novo parâmetro que definia o conceito criado pelos novos protetores. Então, ele deveria advertir quanto a qualquer concentração radioativa potencialmente lesiva ao tecido, reduzindo o risco de queimaduras, conseqüentemente prevenindo alterações inelutáveis no organismo (ZIEGLER; JONASON; LEFFETI *et al*, 1994; ANANTHASWSMY *et al*, 1997 *apud* FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007, p.154).

Assentiu-se, então, que a proteção da pele deve acontecer de forma química e fotoquimicamente inerte em relação aos raios UV, ou seja, baseando-se em um complexo de conversão de energias que assegura nenhum tipo de manifestações adversas à pele (SCHUELLER e ROMANOWSKI, 2000 *apud* FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007, p.154).

A exposição aos raios solares pode causar doenças fotobiológicas em determinadas condições ambientais (como sombra) e contextos geográficos (altitude e longitude), como

época do ano (inverno, primavera, verão ou outono), circunstâncias atmosféricas, estado atmosférico e horário; por exemplo: entre o horário de 10 às 17 horas há a ocorrência de raios mais lesivos (PETRI, 2005 *apud* TOFETTI et al., 2006, p.61). O raio UVB, mais conhecido por causar mais danos celulares na pele, é transmitido mais intensamente entre as 10 e 16 horas, já a intensidade do raio UVA se propaga de forma intensa durante todo o dia, não mudando nunca (SBCD, 2005 *apud* TOFETTI et al., 2006, p.61).

Através das células da epiderme a pele humana se torna capaz de absorver a radiação solar de forma parcial, onde a luz visível e os raios ultravioletas possuem a mesma capacidade de atravessar a pele (por volta de 0,6 nm de profundidade). Fatores individuais relacionados a anatomia, raça e região também servem de parâmetro para menção da penetração solar. A melanina, o principal mecanismo de defesa contra os raios solares adotado pelo organismo humano, funciona de modo a detectar a energia e balancear os radicais livres provocados pelo contato dos raios na pele. (SOUZA, 2004 *apud* TOFETTI et al., 2006, p.61).

O uso de fontes artificiais de radiação ultravioleta ficou cada vez mais popular no ramo da estética trazendo cada vez mais novas invenções as quais têm a ver com a “inovação” comportamental na cultura e vida do ser humano. Se antes um indivíduo só conseguia se bronzear através dos raios solares diretamente, indo à praia ou subindo à laje, por exemplo, agora ele poderá, com o auxílio de um profissional, realizar esse procedimento através de lâmpadas específicas, pois acreditam-se em sua maior “segurança” para o procedimento. No aspecto de maior segurança, acreditava-se que as lâmpadas emitiam apenas os raios UVA (maior comprimento). Porém, novos estudos comprovaram a emissão da radiação UVA fortemente vinculada com a radiação UVB, responsáveis pela reprodução de melanomas. Juntamente com a maior disseminação das práticas estéticas de bronzeamento artificial, ocorre o fenômeno chamado por “o paradoxo dos filtros solares”: pessoas que utilizam uma maior quantidade de protetor solar, correm mais riscos de se queimar em relação às pessoas que não utilizam protetor solar (MECKIE e HOLE, 1996 *apud* SOUZA; FISCHER et al., 2004).

4.3.4 O que é “FPS”?

Os protetores solares possuem um parâmetro para medir sua eficácia em relação a proteção contra os raios solares conhecido como valor “Fator de Proteção Solar” (FPS). O FPS funciona de modo a estipular a quantidade de tempo que podemos nos expor aos raios solares com o uso de um determinado protetor solar, sem a promoção de queimaduras (MANSUR et al, 1986 *apud* FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007, p.157).

A Resolução RDC N° 30 de 1º de Junho de 2012, determina que a dose mínima de eritemas (DMEp) causados em regiões protegidas da pele com filtro solar, em relação a eritemas provocados na mesma pele desprotegida contra os raios solares (DMEnp), forma a razão que definirá o FPS de cada produto, tal que (SILVA, 2016, p.25):

$$\frac{\text{Dose Mínima Eritematosa protegida (DMEp)}}{\text{Dose Mínima Eritematosa não protegida (DMEnp)}} = \text{Fator de Proteção Solar}$$

Cada tipo de pele terá seu FPS específico, como mostra a tabela 2 a seguir, categorizada pela ANVISA e FDA:

Tabela 2: Designação de Categoria de Proteção (DCP) relativa à proteção oferecida pelo produto contra radiação UVB e UVA para a rotulagem dos Protetores Solares.

Indicações adicionais não obrigatórias na rotulagem	Categoria indicada no rótulo(DCP)	Fator de proteção solar medido(FPS)	Fator mínimo de proteção UVA (F P U VA)	Comprimento de onda crítico mínimo
«Pele pouco sensível a queimadura solar»	«BAIXA PROTEÇÃO»	6,0 -14,9	1/3 do fator de proteção solar indicado na rotulagem	370 nm
«Pele moderadamente sensível a queimadura solar»	«MÉDIA PROTEÇÃO»	15,0-29,9		
«Pele muito sensível a queimadura solar»	«ALTA PROTEÇÃO»	30,0-50,0		
«Pele extremamente sensível a queimadura solar»	«PROTEÇÃO MUITO ALTA »	Maior que 50,0 e menor que 100		

Fonte: ANVISA, RDC N° 30 de Junho de 2012; FDA, 2007. Acesso em: 05 de Mar. 2021.

Através desse cálculo é possível compreender situações típicas, como por exemplo; um indivíduo com baixa quantidade de melanina, de pele clara, poderá se expor aos raios solares por apenas 20 minutos sem nenhum tipo de proteção, porém, ao utilizar um protetor solar de, por exemplo, 15 FPS, o tempo à exposição solar que esse indivíduo pode ter, aumenta em aproximadamente 300 minutos, já que 20 minutos multiplicado por 15 taxas de FPS, produz 300 minutos de proteção ($20 \times 15 = 300$) (FLOR et al, 2007 *apud* SILVA, 2016, p.26).

A Sociedade de Dermatologia (2014), condena os atuais mecanismos para determinação do conceito de FPS, perante a recomendação da quantidade de aplicação de filtros solares na pele os quais avaliam a funcionalidade do FPS ; os usuários de dermocosméticos para proteção solar não utilizam a quantidade suficiente do produto para promover proteção suficiente contra os raios UV (WOLF, 2001 *apud* LOPES, 2014, p.18), o que leva baixo entendimento e erro dos consumidores em relação a real aplicação e efetividade do produto aplicado. Tal questão sendo solucionada de modo que os fabricantes de filtros solares realizem testes utilizando consistências mais realistas em relação a utilização dos consumidores, passando medidas de $2\text{mg}/\text{cm}^2$ para $0,5\text{-}1\text{mg}/\text{cm}^2$ (WOLF, 2001; FLOR et al, 2008 *apud* LOPES, 2014, p.18

4.3.5 O que é câncer?

Cientificamente conhecido como ‘Neoplasia’, o câncer é uma doença causada por danos específicos em uma determinada célula (exemplo: radiação solar frequente na pele.), ao qual afeta o crescimento e desenvolvimento desequilibrado de células transformadas, ou seja, células que perderam sua originalidade genética e morfológica, a partir de modificações químicas ou biológicas específicas, causando danos à um tecido celular específico (ALMEIDA et al., 2005).

Quando não controladas pelo sistema imunológico, essas células cancerígenas se multiplicam em grande velocidade e de forma não natural, passando a se acumularem uma sobre a outra formando um tumor (Figura 9), um processo que exige anos para ser consolidado/reconhecido como câncer de fato. Dois termos são utilizados para designarem o nível de gravidade de cada desenvolvimento tumoral específico; o estágio inicial, onde o

paciente tem apenas um tumor maligno e o estágio avançado onde a possibilidade de o tumor ter se espalhado para regiões mais próximas e sensíveis, como o linfonodo, é maior (SILVA et al., 2006).

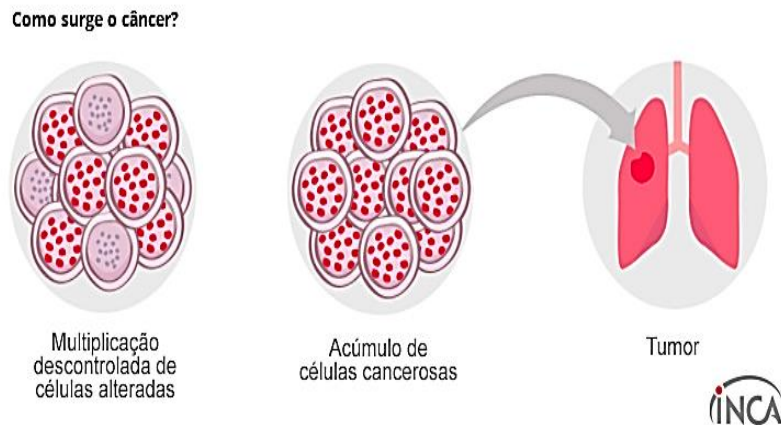


Figura 9: Como surge o câncer? (Fonte: Instituto Nacional de Câncer, INCA).

Existem, conhecidos até os dias de hoje, 200 tipos de cânceres que correspondem a cada região específica do corpo humano, os quais a classificação depende diretamente do quanto ele é capaz de adentrar tecidos e órgãos próximos ou distantes (ALMEIDA et al., 2005).

O Câncer pode surgir através de antecedentes hereditário ou do meio em relação ao indivíduo (SPENCE e JONHSTON, 2001 *apud* ALMEIDA et al,2005)., ou seja, culturalmente com o meio ambiente e o seu próprio estilo e costume de vida e também em relação ao consumo de determinados alimentos e medicamentos. Isso quer dizer que, a partir de uma determinada escolha em detrimento de como o homem escolherá levar sua vida, ele poderá desenvolver um determinado tipo de câncer. (ALMEIDA et al., 2005).

A proliferação tumoral funciona de modo a ativar o proto-oncogenes, um gene exclusivo que em condições naturais e saudáveis, habita as células humanas na sua forma inativa. A questão é que, quando ativados, mudam de proto-oncogene para oncogene. O oncogene é o principal precursor da transformação das células normais em células tumorais malignas (SPENCE e JONHSTON, 2001; INCA, 2003 *apud* ALMEIDA et al,2005). Ao agirem e se replicarem de forma diferente das demais células, o próprio organismo, que não reconheceu a formação tumoral, identifica a carência de novas ligações de vias sanguíneas

para que essas mesmas células tumorais sejam alimentadas (tal processo conhecido como angiogênese). Conforme a conservação e constância da massa celular tumoral vai crescendo, dá-se a iniciação a formação do tumor maligno que vai se acumulando e a probabilidade de migração dessa célula anormal para tecidos próximos tende a aumentar, levando-as a invadir tecidos do vaso sanguíneo e tecido linfático, possibilitando cada vez mais o fenômeno conhecido como metástase (SPENCE e JONHSTON, 2001; INCA, 2003 *apud* ALMEIDA et al, 2005). Durante esse processo e com o passar do tempo, as células tumorais começam a substituir as células normais dos organismos, com muito menos especificidade para o comprimento de determinadas funções e isso resulta na perda de função dos tecidos invadidos, levando a falência ou até a morte em casos mais graves do paciente (SPENCE e JONHSTON, 2001 *apud* ALMEIDA et al., 2005).

4.3.6 O câncer de pele

Carcinoma basocelular, carcinoma espinocelular e melanoma são os tipos mais ocorrentes de câncer de pele (Figura 10), provocado em consequência da exposição descontrolada aos raios solares ((RUBIN et. al., 2006; ARMSTRONG & KRICKER, 2001; INCA, 2014 *apud* SILVA, 2016, p11).

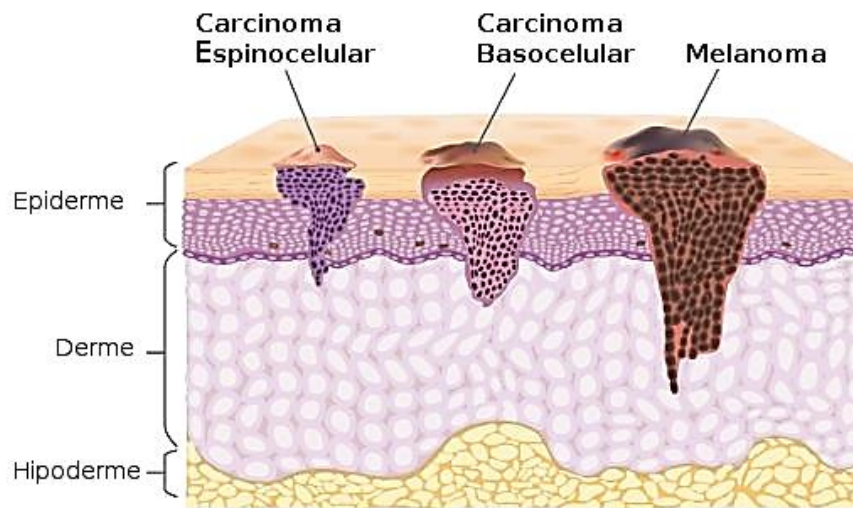


Figura 10: Tipos de Câncer de pele. (Fonte: Blog Biologia Net).

A radiação UVA é que possui maior capacidade de emissão radioativa, mas entre os raios UVB e UVC, ela é que mais proporciona processos oxidativos quando em contato com a pele humana (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1994; YOUNG, 1997 *apud* SOUZA; FISCHER, 2004, p.590), mesmo sendo a que menos causa processos em relação a produção de eritemas e melanogênese, através de sua absorção, há a interação dela com moléculas de oxigênio no determinado meio, as quais promovem danos no DNA e processos inflamatórios na pele, por mediante as chamadas “espécies reativas”² (PATHAK e FITZPATRICK, 1993 *apud* SOUZA; FISCHER, 2004, p.589).

A geração de espécies reativas de oxigênio em larga escala causada pela radiação UVB e excitação tecidual promovida pela radiação UVA são um dos exemplos sobre como a radiação solar poder prejudicar o tecido biológico humano. Os danos de cunho oxidativos são regulados pela melanina. Além disso, quando uma célula/camada tecidual biológica é exposta com antecedências ao raio UVA, ela tem mais probabilidade de sofrer danos oxidativos do que tecidos que não passaram pela pré exposição (KVAM; TYRRELL, 1999 *apud* SOUZA; FISCHER, 2004, p.590). Lesões diretas ao DNA são restaurados pelo mecanismo biológico “excisão-reparo de nucleotídeos”³ (SOUZA; FISCHER et al, 2004).

O Ácido desoxirribonucleico, mais conhecido como DNA, é fundamental para a manutenção, não apenas do corpo da maioria dos seres vivos, mas de diversos ecossistemas, pois é imprescindível no quesito de transcorrer informações genéticas das células de determinados organismos, não apenas para a manutenção celular de características específicas que acompanharão as futura gerações, mas para o funcionamento íntegro de cada estrutura biológica de determinados seres vivos em seus habitats (FRIEDBERG, 2003 *apud* BERRA, 2008, p.17). No ser humano, uma das formas mais específicas de funcionamento do DNA é a transferência de informações, de forma correta, entre uma geração e outra, onde o material desse ácido deve permanecer fiel à origem de sua estrutura. Entretanto, nos dias

²Para a realização de processos químicos e biológicos, como a oxidação, para a manutenção/obtenção de energia metabólica de tecidos celulares e materiais orgânicos é necessário Oxigênio. Quando quantidades entre 2 a 5% de Oxigênio são consumidas e reduzidas, há a produção de diferentes substâncias químicas com alta reatividade chamadas então de “espécies reativas do Oxigênio” ou também através da sigla “ERO”. Essas espécies reativas de Oxigênio possuem capacidade para danificar tecidos e quando em grandes quantidades, podem também lesionar organelas celulares, ácidos nucleicos (dano ao DNA), proteínas e lipídeos (SILVA; GONÇALVES, 2010).

³ Sistema biológico bastante conhecido por reparar danos no DNA que são produzidos pela radiação ultravioleta (BERRA, 2008).

atuais há o conhecimento de que, mesmo em sua máxima constância química, biológica e metabólica pode ocorrer, em condições não necessariamente tão específicas e devido a sua grande proatividade/dinamização celular, danos estruturais ao tecido. As lesões celulares causadas no ácido desoxirribonucleico podem desencadear processos prejudiciais em sua transcrição para RNA e replicação, posteriormente, a partir da causa do dano, gerar processos como a mutagênese e morte celular, como também variabilidade genômica e câncer em casos mais graves (DE BOER et al, 2000 *apud* BERRA, 2008, p.17).

Desemparelhamento das bases, exclusão do grupo amino, alteração de bases do DNA, perdas de bases do DNA são algum dos exemplos do que pode ocorrer durante o processo de metabolização do ácido desoxirribonucleico, já que esse processo produz mudanças espontâneas no funcionamento da célula, os quais podem afetar e compromissar seu funcionamento correto. A perda do grupo amino, nas bases de adenina, citosina e guanina é um dos exemplos de mutação espontânea no ácido desoxirribonucleico, ocorre em reações estimuladas pela alteração temperatura ou pH (HOEIJMAKERS, 2001 *apud* BERRA, 2008, p.17), ou seja, mesmo sendo fundamentais para a manutenção de diversos organismos e sistemas biológicos, no que se diz respeito aos processos evolutivos, a mutação pode ser nociva (FRIEDBERG et al, 2006 *apud* BERRA, 2008), uma vez que mecanismos de recuperação ou reparo do DNA possuem grande complexibilidade e baixas chances de reparo -esse motivo por sua vez, sendo uma das principais causas de melanoma- (LANDI; BACCARELLI; TARONE et al, 2002 *apud* SOUZA; FISCHER et al, 2004, p.590).

No DNA, diferentemente de mutações coordenadas espontaneamente pelo próprio organismo, há a indução mutagênica estimulada por agentes químicos e físicos que induzem o mecanismo metabólico celular a operar de forma a desestabilizar a estrutura molecular do ácido desoxirribonucleico. As radiações, principalmente as ionizantes (IR), são uma entre as principais fontes naturais a qual tem capacidade de produzir lesões moleculares em diversas partes do organismo, através de agentes físicos (KOBAYASHI et al., 2008 *apud* BERRA,2008), mas graças a convivência dos seres e organismos em relação à genotoxicidade da luz solar, datada desde os primórdios da evolução dos seres vivos no planeta terra, a radiação UV se tornou a pioneira determinante para os estudos sobre a importância biológica do sol e seus impactos (CALLEGARI et al., 2007; FRIEDBERG et al., 2006 *apud* BERRA, 2008, p.19).

A cada ano, cerca de 1% das 1 milhão de pessoas que adquirem carcinoma epitelial morrem ao sofrerem exposição irregular aos raios solares em áreas específicas do corpo, normalmente locais onde a pele entra em contato com a luz solar com mais frequência e intensidade, como os tecidos epiteliais do rosto, cabeça, mãos e pescoço (SAX, 2000 *apud* DUTRA et al., 2004).

4.4 TIPOS DE PROTETORES

Atualmente, existem 2 tipos de protetores solares: os orgânicos, que absorvem os raios ultravioleta ou inorgânicos que os repelem, através de óxidos metálicos (MULLIKEN et. al., 2012; SILVA et al., 2014 *apud* SILVA, 2016, p.27), podendo variar também entre composições químicas e físicas ou composições naturais. Nota-se que as categorias “orgânico e inorgânico” dependem, entre demais condições, do tamanho partículas presentes no protetor inorgânico para a efetivação do evento de reflexão e difusão (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007, p.154).

Os filtros minerais orgânicos são excelentes refletores de luz, todavia, suas características físicas na pele são indesejáveis dentro o conceito de cosmético, pois deixam resíduos opacos e brancos. A fim de tornar um protetor solar acessível em termos cosméticos, é imprescindível a utilização de partículas de 20 a 50 nanômetros de dióxido de titânio (TiO₂) (Figura 11) e óxido de zinco (ZnO) (Figura 12) (SERPONE et. al., 2007 *apud* LOPES, 2014, p.20).



Figura 11: Estrutura química do dióxido de Tirânio (TiO₂) (Fonte: Fisher Scientific).



Figura 12: Estrutura química do óxido de zinco (ZnO) (Fonte: Fisher Scientific).

Os filtros solares físicos ou inorgânicos funcionam como uma capsula protetora (STEINER, 2012 *apud* CABRAL; PEREIRA; PARTATA, 2013, p.108), produzidas por meio das substâncias: carbonato de cálcio (CaCO_3) (Figura 13) talco, óxido de ferro (FeO_3), caulim ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2$) e petrolato vermelho, tendo como principal o Óxido de Zinco (ZnO) e Dióxido de Titânio (TiO_2) (FONSECA e PRISTA, 2000 *apud* CABRAL; PEREIRA; PARTATA, 2013, p.108).

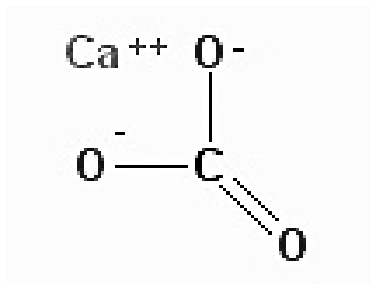


Figura 13: Estrutura química do carbonato de cálcio (CaCO_3) (Fonte: Fisher Scientific).

Tais elementos apresentam características de baixo teor alergênico; conseqüentemente, são preferidos para produção de cosméticos infantis, uso diário e pessoas com sensibilidade de pele (RIBEIRO, 2010 *apud* CABRAL; PEREIRA; PARTATA, 2013, p.108).

Essa classe de filtros solares formada por moléculas orgânicas, integradas basicamente de compostos aromáticos com grupos carboxílicos, possuem a capacidade de captar radiações de alta energia (Raios Ultravioleta) e, conseqüentemente, converte-os em cargas energéticas menores e não-prejudiciais ao ser humano.

As substâncias físicas funcionam de modo a impermeabilizar a pele contra os raios solares, dispersando grande taxa energética dos fótons incidentes na pele (MOURA, 2011 *apud* CABRAL; PEREIRA; PARTATA, 2013, p.108).

As principais substâncias utilizadas como protetores solares, estão representadas na Figura 14.

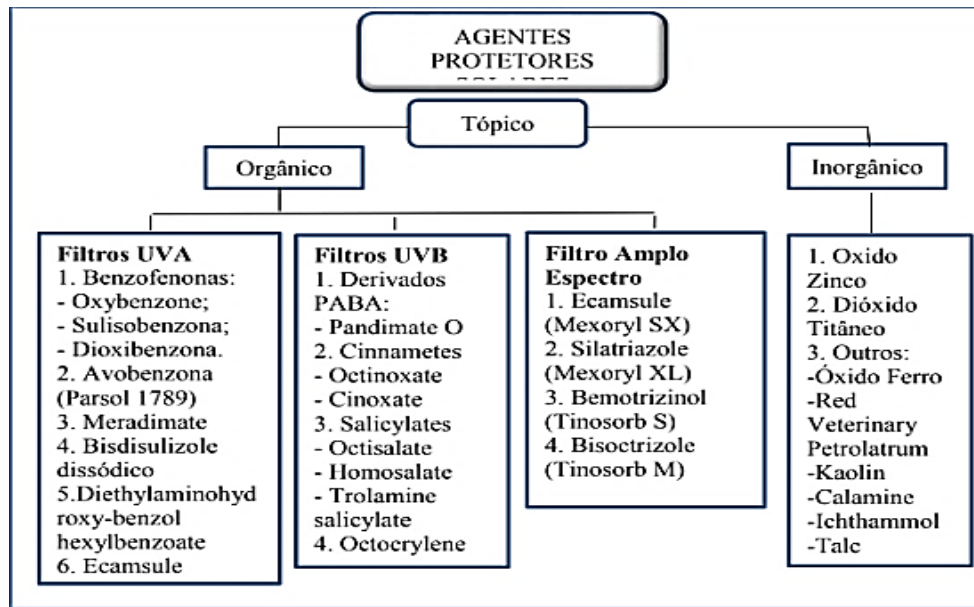


Figura 14: Agentes de Protetores Solares. Fonte: (LATHAN, 2013 apud SILVA, 2016, p.27).

Estudos apontaram maior taxa de absorção semicondutora de raios solares UV por partículas de Dióxido de Titânio (TiO_2) e Óxido de Zinco (ZnO), sendo essa a justificativa para o maior índice de sua utilização, uma vez que, partículas inorgânicas possuem a capacidade de dispersar a radiação na região do visível e Ultravioleta (UV), dando aos produtos desse segmento características sólidas de maior eficiência e incorporação na fabricação de cosméticos que promovem proteção contra os raios solares (SALGADO; GALANTE; LEONARDI, 2011 *apud* CABRAL; PEREIRA; PARTATA, 2013, p.108).

Mesmo com a diferenciação de funções dos 2 tipos de filtros, existem atualmente no mercado, protetores solares químicos que, funcionam não apenas pela absorção, mas também reflexão da radiação solar; como é o caso do *Methylene Bis-Benzotriazolyl Tetramethylbutylphenol* – MBBT”, Tinosob® M, trazido ao mercado pela “Ciba Especialidades Químicas”, apresentando características de protetores químicos e físicos (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007, p.154).

5. O IMPACTO DOS PROTETORES SOLARES NOS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

5.1 AQUECIMENTO GLOBAL

O aquecimento global é compreendido na literatura como sendo um acontecimento natural climático, de larga extensão, ou ainda explicado como a alta de temperatura média superficial global, que cresce por meio de predeterminantes como, disposição química e física da atmosfera, atividades naturais de emissão e movimento do magma em forma de lava para a superfície terrestre (vulcanismo), ação solar e movimentos das placas tectônicas (tectonismo), conhecidos como fatores internos. Há também os fatores externos, provocados a partir da ação humana, tendo como um de seus fortes exemplos os lançamentos de gases-estufa na camada estratosférica, por refinarias, queimadas e motores, provenientes do uso de combustíveis fósseis, como carvão e derivados de hidrocarbonetos, sendo as principais substâncias o dióxido de Carbono (CO_2) e o metano (CH_4) (SILVA e PAULA, 2009, p.43).

Ozônio (O_3), Óxido Nitroso (N_2O), Metano (CH_4), Clorofluorcarbono ($\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$), Dióxido de Carbono (CO_2) e também o vapor de água (H_2O) são pertencentes a classe de gases-estufa (gases responsáveis pelo efeito estufa). Uma vez que captam as energias infravermelhas emitidas pela superfície terrestre, esses gases as refletem novamente para a Terra, fazendo com que a camada superficial aqueça e conseqüentemente tornando diversos modos de vida, conhecidos hoje, possíveis de existir no planeta, uma vez que se passa a receber duas vezes mais quantidades de carga energética propagada pela atmosfera. Tal efeito que por sua vez, ultrapassa a carga de energia emitida pelo Sol, chegando a 30°C (SILVA e PAULA, 2009, p.43).

O conhecido “vapor de água troposférico” é o gás mais importante em quesitos da formação do efeito-estufa; é constituído através de fenômenos como evaporação e fumaças exaladas por vulcões (IPCC, 1990 apud SILVA e PAULA, 2009, p.44).

Dados retirados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas em 2007, apontaram um crescimento de 35,35% da concentração atmosférica global de CO₂, no ano de 2005. Como também aumento de 148% na concentração atmosférica global de CH₄ entre os anos de 1990 à 2005, juntamente como aumento de 18,15% de concentração de N₂O datada no mesmo ano (SILVA e PAULA, 2009, p.44).

Nos últimos 50 anos, a grande taxa do aquecimento global, foi notada a partir de gases poluentes, provindo da ação humana, lançadas na atmosfera, assim como a alta média da sensação térmica global de 0,85 °C notada nos continentes, 0,55 °C nos oceanos e 0,7 °C no Planeta Terra. Também é previsto, através de índices e modelos matemáticos, que entre os anos de 1990 e 2100 haverá aumento do nível médio das águas marinhas em meio a 9 e 88cm, e a escala de 1,1 à 6,4 °C da temperatura superficial global (IPCC, 2007 apud SILVA e PAULA, 2009, p.44).

Ressalta-se sobre ampliação dos níveis do mar e seus riscos e impactos socioeconômicos: Salinização de água potável presentes não somente na superfície, mas também nos subsolos, risco de inundação de ilhas planas (estima-se a perda de 2 mil entre as 17,5 mil ilhas, no arquipélago da Indonésia), portos e terras agrícolas, enchentes e secas, aumento no impacto causado por fenômenos naturais, como o *El Niño* e a estiagem na Amazônia (LEFAL, 2002 apud SILVA e PAULA, 2009, p.45).

Fortemente definidos por Revoluções Industriais e Tecnológicas, os últimos três séculos, foram reconhecidos pelas invenções de métodos e inovações produtivas, as quais aceleraram o aumento da produtividade industrial e comercial em escala mundial. Tal crescimento e implementação na velocidade produtiva impulsionavam cada vez mais a necessidade de geração de capital, trazendo, conseqüentemente, fortes impactos à sociedade inserida nesse modelo produtivo, (MALTHUS, 1998; JEVONS 1865 apud MUELLER, 1998 apud OLIVEIRA; MEDEIROS; TERRA; QUELHAS, 2012, p.70), como disparidade entre as camadas sociais, acumulações de riquezas, desemprego e grandes prejuízos no meio ambiente (CARSON, 1962 apud OLIVEIRA; MEDEIROS; TERRA; QUELHAS, 2012, p.71).

A partir da iniciativa, provinda em 1968, através de apontamentos de estudos científicos globais, realizados para compreender os cuidados relacionados aos recursos

naturais e crescimento demográfico, e pautados também em consumo consciente e políticas ambientais e de empresas, por meio da Instituição denominada como “Clube de Roma”, surgiu a Conferência Mundial do Meio Ambiente Humano, realizada em junho de 1971, em Estocolmo. Tal evento concebeu como tema principal “A poluição ocasionada por Indústrias” (REIGOTA, 2006 apud MUNIZ-MARCHIORETO, 2010, p. 9).

Esse contexto político-socioambiental, trouxe juntamente, para mais perto de discussões, a inconformidade das populações diante da situação, através não apenas de estudos e pesquisas que gerassem modelos mais justos e inteligentes, para que tais danos se aliassem de forma mais amigável em relação às interações humanas com o meio ambiente (OLIVEIRA; MEDEIROS; TERRA; QUELHAS, 2012, p.70) através de convenções, Protocolos e Tratados, como o de Kyoto⁴ (ZIMMERMANN e SCHONS, 2009), mas também da maior comoção e constatação de danos reais à integridade humana (Figura 15).



Figura 15: O Aquecimento Global e o Impacto na Saúde das pessoas e serviços de Saúde (Fonte: Site Médicos Sem fronteiras. – Imagem: Antonio Faccilongo).

⁴ O protocolo de Kyoto se trata de um acordo ambiental assinado na 3ª Conferência da Partes das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, promovido em Kyoto, no Japão, no ano de 1997. Com o objetivo de diminuir e monitorar as emissões de gases-estufa (AGENCIA SENADO, 2005).

5.1.1 “Nem um grau a mais, nem uma espécie a menos”

Ainda considerando o contexto político-socioambiental, é importante destacar também a ocorrência de diversas manifestações populares (Figura 16).



Figura 16: Manifestação pelas ruas de Madri (Fonte: Jornal EL PAÍS – Imagem: Carlos Rosillo).

Um pronunciamento popular reivindicando medidas contra as mudanças climáticas ocorreu em 2014, em 160 países. A manifestação, ocorrida dias antes da Conferência do Clima da Organização das Nações Unidas (ONU), foi chamada de “*People's Climate March*” (Caminhada pelo Clima, no Brasil), e reivindicava a diminuição de emissões de carbono antes do início da conferência do clima da ONU (Figura 17).



Figura 17: Manifestações aconteceram em mais de 160 países antes de conferência do clima na ONU (Fonte: BBC News | Brasil).

Manifestações de estudantes no ano de 2019, contra a abstenção governamental sobre a importância das mudanças climáticas, foram relatadas nos mais diversos jornais espalhados pelo mundo. O Evento “*Friday for future*”, que se inspira em uma greve estudantil, com o propósito de parar atividades durante todas as sextas-feiras. Sidney, Copenhague, Londres, Berlim, Roma, Hong Kong, Madri, Barcelona, Valência e Sevilha, milhares de integrantes do corpo estudantil se reúnem com o propósito de reivindicar o Acordo de Paris, plano traçado por diversos países para frear o aumento da temperatura, mantendo-a entre 1,5 e 2,0 graus, através do corte de emissão de gases-estufa de dentro da economia mundial, ao qual governos se comprometeram (PLANELLES, 2019).

A influência das revoluções tecnológicas e comerciais no desenvolver do aquecimento global é um fato (CARSON, 1962 *apud* OLIVEIRA; MEDEIROS; TERRA; QUELHAS, 2012, p.71), e seus riscos transcendem as camadas políticas e econômicas, afetando principalmente a sociedade por meio de mudanças e impactos nos fenômenos climáticos externos, os quais passam a acontecer com maior periodicidade e força, assim como o aumento da temperatura, contaminação do ar, alteração no modelo de doenças infecciosas somadas a incerteza nutricional e até mesmo em contradições sobre o direitos ao acesso à água potável⁵ (Médicos Sem Fronteiras, 2019).

A criação de um novo ciclo da água é prevista como uma das consequências do aquecimento global, uma questão alarmante, já que tal acontecimento traz consigo para além de impactos diretos na natureza, como a fragilização de biodiversidades terrestres, a inibição do acesso à água entre pessoas e povos, contraditório ao fato de tal recurso ser um bem comum à humanidade - mesmo este sendo um problema já fatídico para inúmeras pessoas no planeta. Mesmo o degelo, também provocado pelo aquecimento global, é incapaz de prover

⁵ “O direito humano à água é um direito de todos os humanos e o exercício desse direito pode variar em função de diversas condições como a disponibilidade para que o abastecimento de água a cada pessoa seja permanente e suficiente para os usos pessoais e domésticos. A quantidade de água disponível para cada pessoa deve corresponder às diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS), não descartada a possibilidade de que alguns indivíduos necessitem de recursos de água adicionais por razões de saúde, condições de trabalho e do clima. A água deve ser de boa qualidade e salubre e não conter microorganismos ou substâncias químicas ou radioativas que ameacem a saúde humana. Finalmente, deve haver acessibilidade física e econômica à água, independente da condição financeira das pessoas (Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional Presidência da República, 2014).

acesso à água por longo prazo, ou seja, ainda com tal fato, o recurso torna-se limitado, o que possibilita a previsão de escassez de água à humanidade, concomitantemente com os processos de desertificação⁶ (ZIMMERMANN e SCHONS, 2009, p.84).

Pessoas mais pobres de países subdesenvolvidos, com pouco poder subsidiário, crianças, grávidas, idosos e pessoas já com algum tipo de doença são mais pré-dispostas à infecções respiratórias também relacionadas ao calor, as quais são acentuadas com as mudanças climáticas (Médicos Sem Fronteiras, 2019).

O aumento de casos de doenças, principalmente as que possuem mosquitos e carrapatos como vetores, também foram registrados entre os anos de 2013, 2014 e 2015. A equipe de médicos sem fronteiras registrou consideráveis crescimentos nos casos de malária em regiões da África Subsaariana, assim como alta no número de hepatite, cólera e gastroenterite viral; doenças disseminadas através do contato com a água contaminada e alimentos, tais eventos tendo como um de seus fatores o aumento do clima (Médicos Sem Fronteiras, 2019).

Evidências históricas contam que, os primeiros estudos em relação a concepção de temperatura no planeta terra, foram datados entre 1768 e 1830 pelo cientista francês Jean Baptiste Fourier, o qual constatava o sol como o responsável pelo principal meio de emissão energética na Terra. O conceito de Fourier, definia-se na lógica de que, se na terra era possível receber energias provindas do Espaço, tais como o Sol, era também presumível que o planeta poderia emanar energias de volta a ele, para não exceder à grandes quantidades de calor, adquirindo temperaturas cada vez mais altas com o passar do tempo. Conceituando assim a chamada “temperatura de equilíbrio (Te)”, onde o aporte energético abstraído resulta no índice energético o qual fora transferido (PIERREHUMBERT, 2004 *apud* JUNGES et al., 2018, p.128).

⁶ Para o Professor Doutor Aldrin Martin Perez-Marin, “ [...] No âmbito da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (UNCCD) a desertificação é definida como um processo de degradação das terras que ocorre essencialmente nas áreas que se situam nas zonas áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas entendidas como “*Todas, com exceção das polares e subpolares, nas quais a razão entre a precipitação anual e a evapotranspiração potencial está compreendida entre 0,05 e 0,65*”. Tal processo resultaria das variações climáticas e as atividades humanas.” (PEREZ-MARIN, 2018).

Os planetas com atmosfera substancial possuem capacidade de absorver suas próprias emissões de energia, através de sua atmosfera, sem deixa-las transpassar até o exterior (Figura 7) (GOODY e WALKER, 1996, p.43 *apud* JUNGES et. al., 2018, p.130). Dentre o sistema solar, a única forma de deslocamento de energia entre Sol e planetas é por meio da propagação de ondas eletromagnéticas, devido ao vácuo (JUNGES et al., 2018, p.128).

A Luminosidade do Sol e Distância dos planetas até o Sol (Figura 18) são utilizadas como um dos fatores para medir a quantidade e força, velocidade e quantidade de carga energética, entre o Sol e os planetas presentes em seu sistema solar (GOODY e WALKER, 1996, p.43 *apud* JUNGES et. al., 2018, p.128).

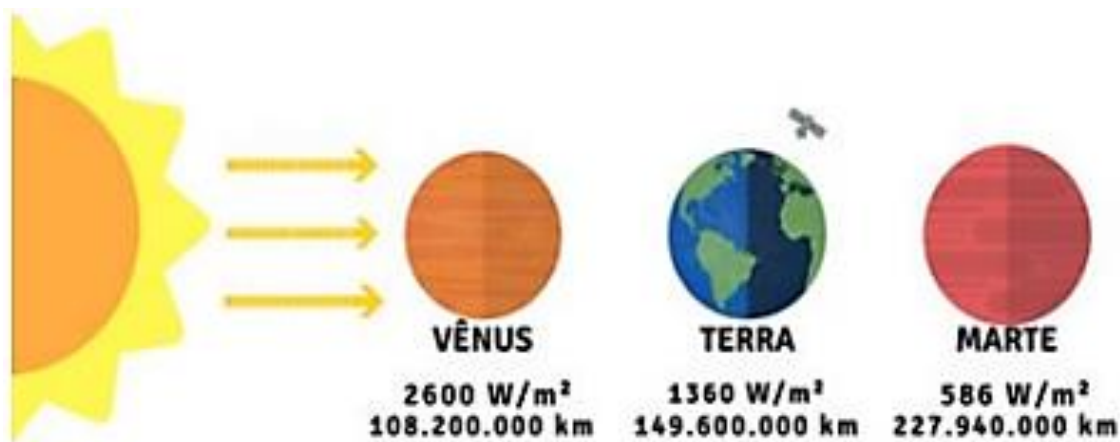


Figura 18: Intensidade da energia solar nos planetas Vênus, Terra e Marte. Ilustração. (Fonte: JUNGES et al, 2018, p.128).

5.1.2 A camada de ozônio

O adentramento da radiação ultravioleta na Terra se dá por vários fatores: horário, estação do ano, latitude e altitude, cobertura de nuvens, reflexão dos raios na superfície e por fim, como um de nossos instrumentos de estudo para esse tema, o Ozônio Estratosférico ou O_3 (CARDOSO, 2011 *apud* SOUSA, 2013. p.10), que é responsável pela composição da chamada “camada de ozônio” (Figura 19) situada sobre a superfície da Terra, a qual promove equilíbrio entre as duas naturezas de formação e separação do O_3 (SOUSA, 2013, p. 10).

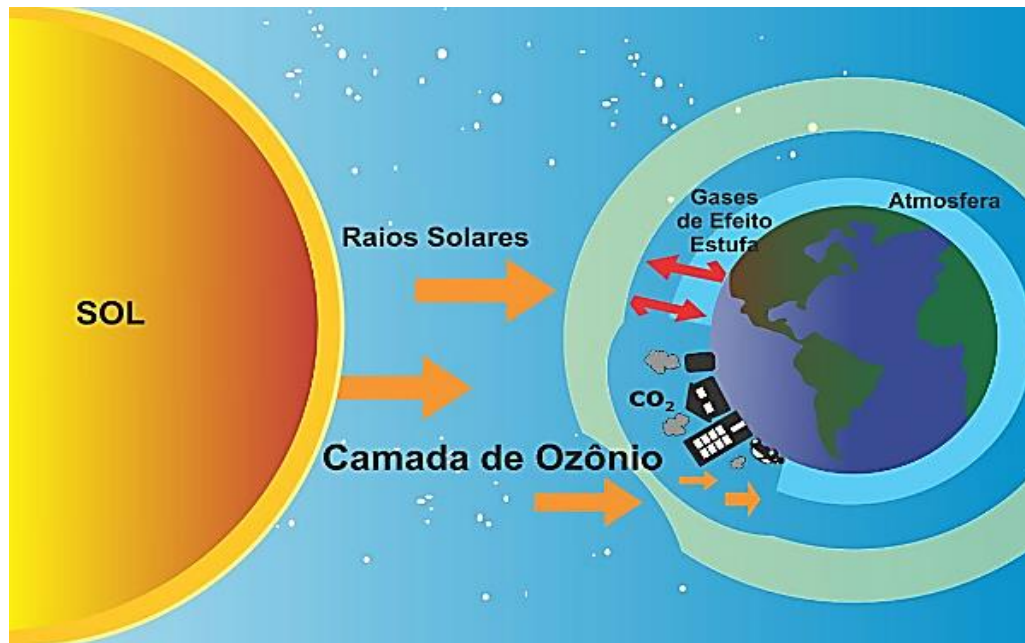


Figura 19: A Camada de Ozônio (Fonte: Site Significados.)

A Camada de Ozônio é a faixa estratosférica mais importante para a terra, por nos proteger dos raios Ultravioleta. Ela é formada através do fenômeno de reionização, o qual consiste na atividade do oxigênio (O_2) molecular presente na alta-atmosfera com os raios UV, dividindo o oxigênio atômico entre o oxigênio molecular, para a formação do O_3 . Essa Ozonosfera criada atua de modo a diminuir os efeitos do adentramento dos raios UV, através de diversas reações bioquímicas (SOUSA, 2013, p. 19).

O ano de 1970 foi marcado pela descoberta da diminuição da camada de ozônio. Através do Satélite Nimbus 7, o qual delatou a existência de um buraco, mais tarde constatado pela forte presença de clorofluorcarbonetos (CFC's), um gás-estufa lançado para a atmosfera (MUNIZ-MARCHIORETO, 2010, p.27).

Algumas pesquisas apontam para a gravidade da formação do buraco na camada de ozônio em prejuízos mais profundos que o próprio câncer de pele nos seres humanos, uma vez que moléculas orgânicas podem ser afetadas através de mudanças drásticas

impulsionadas pela exposição ao raio UV e ligações químicas secundárias, nocivas aos seres vivos. Um dos exemplos dos principais organismos afetados é o fitoplâncton, presente na superfície dos mares. A morte de tais organismos, gera a incapacidade de extração do dióxido de carbono da atmosfera, contribuindo mais ainda para o aquecimento global (SOUSA, 2013, p.21).

Isso nos leva a conclusão de que, pelo menos nessa situação, o aquecimento global gera mais aquecimento global: quanto maiores forem os efeitos do impacto gerado à esse sistema, maiores são, não apenas os impactos gerados, mas também, os impactos já pré estabelecidos, que geram cada vez mais danos e respostas prejudiciais à vida na terra. Esse fenômeno é tão importante, que gera uma espécie de “efeito dominó”. A morte dos fitoplânctons, leva a morte do “krill”⁷, que por sua vez leva a morte de peixes, e assim sucessivamente (SOUSA, 2013, p.21).

Um outro exemplo, são as pesquisas com levantamentos realizados por volta dos anos de 1994 e 1999, de dados coletados por meio de satélites com sensores gravimétricos durante 2 anos e meio, também fundamentais para a constatação do derretimento de 1,8 mm ao ano da segunda maior fonte de água doce mundial: as geleiras de Groenlândia, o que ao longo de 110 anos, levaria ao aumento dos níveis do mar de 3 à 4 m, segundos perspectivas de danos causados pelo aquecimento global, até 2100 (OVERPECK et. al., 2006 *apud* SILVA e PAULA, 2009, p.45).

⁷ “O Krill é um pequeno crustáceo, similar ao nosso camarão, habitante do oceano austral. Sua biomassa alcança 380 milhões de toneladas. Ele tem papel chave na cadeia de vida marinha. O Krill se alimenta de um tipo de plâncton e, por sua vez, passa a ser alimento preferido de pinguins, focas e baleias [...]” (MESQUITA, 2019).

5.2 O ECOSSISTEMA AQUÁTICO

O ecólogo inglês Sir Arthur G. Tansley, surgiu em 1935 com um dos primeiros conceitos que definiria o termo “ecossistema” (ODUM e BARRET, 2007, p. 18 apud RAMOS e AZEVEDO, 2010, p.2).

Ecologia é um termo ao qual se destina a definir o estudo de seres vivos acerca de uma determinada comunidade biológica e suas interações e influências com o meio físico (habitat), a qual origina a um campo básico de estudo conhecido como Ecossistema, compostos por complexos bióticos e abióticos aos quais se dividem entre micro e macro ecossistemas, nos quais fenômenos de alto ou pequeno porte definem o tipo de classificação do meio; assim podemos definir “ecossistema” como um espaço onde há interação entre o meio terrestre ou aquático e os organismos vivos que habitam nele (RAMOS e AZEVEDO, 2010, p.2).

Os sistemas ecológicos são compreendidos dentre excedentes complexos de eventos e pré-disposições responsáveis por definir e demarcar determinados arranjos neles presentes, nos remetendo à conceitos como “sistemas ecológicos abióticos”, os quais se definem através da estruturação físico-químico do ambiente, como luz solar, pressão, água, temperatura, salinidade, umidade do ar, presença de minerais e compostos inorgânicos (nutrientes) e “sistemas ecológicos bióticos” que se classifica em decorrer da presença e participação dos organismos vivos no meio (predadores, parasitas e competidores). Os ecossistemas podem ser reconhecidos como complexos bióticos, uma vez que se constituem através do elo entre a formação de vegetais em detrimento dos organismos vivos ali presentes; o clímax que origina por consequência o Bioma terrestre ou aquático (RAMOS e AZEVEDO, 2010, p.2)

Estudos sobre o impacto da biodiversidade no mecanismo e desenvolvimento de ecossistemas pautaram notáveis temas da literatura ecológica (HOOPER et al. 2005, BALVANERA et al. 2006, CALIMAN et al. 2010 apud LANARI e COUTINHO, 2010) passando a representar o marco de um novo tópico na Ecologia a ser interpretado. O conceito de “ecossistemas” abrange saberes científicos os quais há conhecimento em meios aos elos existentes entre determinados organismos em seus habitats (TOWNSEND et al., 2006, p. 24 apud VIGLIO e FERREIRA, 2013, p.2), tal considerado como sendo um dos principais fundamentos do ambientalismo contemporâneo (MCINTOSHI, 1985; MOORE, 1987;

NICHOLSON, 1989; YEARLEY, 1989; RUBIN, 1994; HANNIGAN, 1995; SCOONES, 1999 apud VIGLIO e FERREIRA, 2013, p.2).

Esse modelo ecossistêmico da ecologia, dentro o contexto do funcionamento da natureza, com sistemas autorregulados que integram equilíbrio entre si, adquiriu mais espaço e impacto entre as ideologias ambientalistas nas últimas décadas, onde a discussão sobre a teorização de definição de determinados fenômenos, principalmente em relação ao equilíbrio e autorregulação hipoteticamente atuante nos biomas, é questionada por diversos estudiosos da área, como Thomas Khun (VIGLIO e FERREIRA, 2013, p.2),

As definições ecossistêmicas nos quesitos heterogênicos e plurais (MCINSTOSHI, 1987; DIAMOND; CASE, 1986; GOLLEY, 1993 apud VIGLIO e FERREIRA, 2013, p.2), utilizadas por Rachel Carson e Garret Hardin, foram tidas como insuficientes, trazendo ao tema, diversas abordagens, teorias e conceitos ao longo da história (VIGLIO e FERREIRA, 2013, p.2). Mas foi apenas em 1970 onde assumiu-se a necessidade de um conceito teórico chave, canalizado pelo consentimento do “não equilíbrio”, tal teoria respaldada no campo de propriedade de sistemas não lineares, a qual dissente da concepção de existência de um ponto contínuo e equilibrado, onde há um estado de clímax entre os sistemas ecológicos (VIGLIO e FERREIRA, 2013, p.4).

Em meio a teoria do “não equilíbrio” há a subdivisão de conceitos, como o Conceito de Múltiplos Estados Estáveis (Sistemas Não Lineares com Mais de Um Equilíbrio) e Sistemas Estocásticos não Equilibrados sem Mecanismo Regulatório Simples (SCOONES, 1999 apud 4). Um exemplo prático é em questão aos estudos atuais sobre Ecologia Vegetal, que destacam a não existência de equilíbrio entre as condições ambientais, mas sim à averiguação de implicações recorrentes e a alteração continuar em escala de tempo e espaço da vegetação (GLENN-LEWIN et al., 1992 apud VIGLIO e FERREIRA, 2013, p.5).

5.2.1 Como são formados Ecossistemas segundo a teoria do “não equilíbrio”?

Os fenômenos em meio aos ecossistemas, são classificados como sendo parte do próprio mecanismo de funcionamento em sistemas ecológicos, os quais podem acontecer de maneira antropológica ou natural, como queda de árvores, alterações climáticas ou morte de espécies. Sendo assim, o entendimento sobre os sistemas ecológicos precisa de embasamento

sobre clima, mudanças naturais, histórico do uso do solo etc., ou seja, a necessidade de do saber sobre a contingência histórica a qual resultou em diversos modelos paralelos de impacto à uma variante de processos em várias escalas (WALLINGTON et al., 2005 apud VIGLIO e FERREIRA, 2013, p.5).

5.2.2 O que é um ecossistema aquático?

Ecossistemas aquáticos são divididos em duas categorias: Ecossistemas Aquáticos de água salgada (talássicos), sendo os mares e oceanos e ecossistemas aquáticos de água doce. Os talássicos representam a maior porção de ocupação da biosfera, correspondendo à cerca de 72% (370 milhões de quilômetros quadrados) da superfície terrestre. Uma de suas principais características correspondem a salinidade (35 g por litro) majoritária de cloreto de sódio (NaCl) dissolvido no meio; temperatura que varia de 2°C a 32°C e profundidade de aproximadamente 600m ou mais (2,5°C). A Fauna desse ecossistema se classifica basicamente entre os Cefalópodes: animais que se tem como estratégia a utilização de conchas internas ou externas, como moluscos e polvos; cnidários: organismos vivos que sobrevivem de forma fixa ou de modo a se arrastar no fundo do mar através de correntes marinhas, como os corais e as medusas (Figura 20) e os Equinodermos: espécie que apresenta como característica principal placas calcárias que recobrem o corpo em forma de esqueleto de espinhos esternos, como as estrelas do mar e ouriços (RAMOS e AZEVEDO, 2010, p.2).



Figura 20: Recife de Corais (Fonte: Wikipedia.).

O ecossistema de água salgada é dividido em regiões, tais quais: Região de Sistema litoral/Continental: delimitado entre a praia até a plataforma continental (200m). A luz que adentra nesse espaço possibilita diversas formas de vida (Figura 21). Região de sistema abissal ou região de fundos: Possui profundidade mais elevada e a presença de organismos vivos torna-se mais complexa. Região Eufótica: Fortemente iluminada pela penetração de até 80 m dos raios solares, o que proporciona a predominância de algas. Região Distófica: Diminuição da penetração dos raios luminosos a partir de 200 m. Região Afótica: Nenhuma entrada de luz e há a ausência de vida vegetal, onde predominam animais carnívoros (RAMOS e AZEVEDO, 2010, p.4).

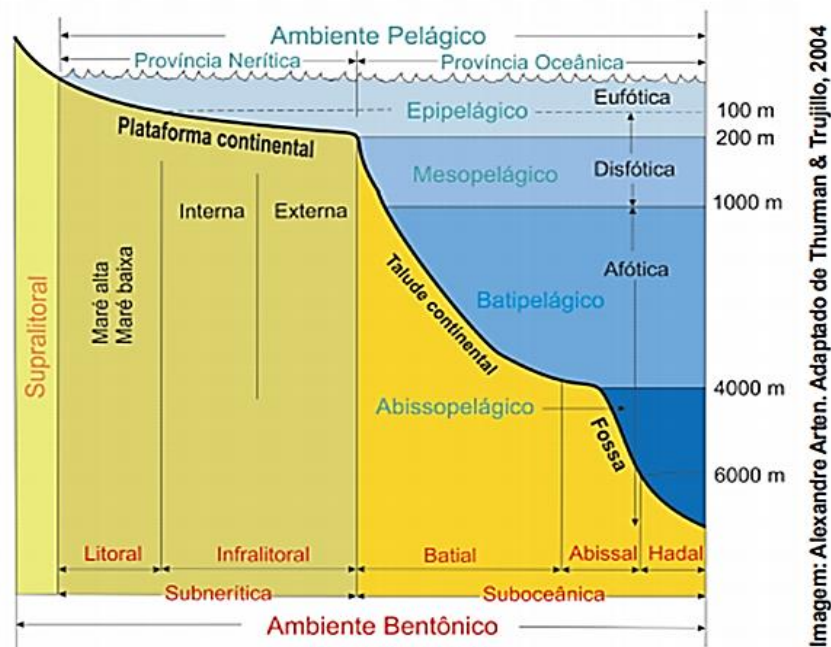


Figura 21: Ambiente Marinho (Fonte: REBIMAR, 2011).

5.3 ECOSSISTEMA DE CORAIS

Os recifes de corais são conhecidos como um dos ecossistemas marinhos mais abrangentes e diversos, por consequência de sua extensa densidade de biodiversidade entre ademais ecossistemas (ADEY, 2000 *apud* FERREIRA e MAIDA 2006). Embora integridade de tal organismo gere consequências expressiva à vida humana no geral, onde estima-se que, em países subdesenvolvidos, 500 mil pessoas utilizem os benefícios prestados através da manutenção

dos recifes de corais a saúde dos ecossistemas de corais vem decaindo (WILKINSON, 2002 *apud* FERREIRA e MAIDA 2006).

Estima-se que cerca de 27% dos recifes de corais, até o ano de 2006 foram degradados de maneira irreversível, trazendo a previsão de constantes perdas e impactos a esse nível nos próximos 30 anos (CÉSAR et al., 2003 *apud* FERREIRA e MAIDA 2006). Tais fatos, trazem a prerrogativa perante a importância da necessidade de monitoramento dos recifes de corais, no contexto global dos fenômenos de branqueamento, ao qual vem prejudicando tais organismos no mundo afora juntamente a análise perante o impacto do aquecimento global (FERREIRA e MAIDA 2006).

Em 1997 surgiu a Rede Global de Monitoramento de Recifes de Coral (GCRMN) das Nações Unidas, lançada através da evidência perante a importância do monitoramento de tal sistema, juntamente com a percepção de que esse organismo é o mais prejudicado não apenas e principalmente através dos avanços de impactos causados pelo Aquecimento Global, por mudanças climáticas, mas também por meio de atividades antropológicas, como pesca, poluição e uso inadequado do solo. O Atlântico Sul é o único sistema recifal do Brasil, ao longo de uma projeção de 3000km de extensão de sua costa nordeste.

No ano de 2001 iniciou-se o projeto conhecido como "Monitoramento dos Recifes de Coral do Brasil", financiado pela PROBIO-MMA, objetivando a efetivação de eixos para implantar um sistema de nacional de monitoramento para os recifes de coral no Brasil, através da utilização do método "*Reef Check*", que tem seus métodos de funcionamento fundamentados em calcular/estimar a quantidade de seres vivos indicadores, juntamente à apuração "cobertura relativa de substrato através do censo visual subaquático" (FERREIRA e MAIDA 2006).

Os recifes de coral podem ser encontrados em até 100 países e territórios dentre os trópicos e calcula-se que atividades como pesca, turismo e proteção costeira sejam uma de 375 bilhões de contribuições de bens e serviços (WILKINSON, 2002 *apud* FERREIRA e MAIDA 2006).

A forte característica de vasta biodiversidade é um fator importante para a evolução de muitos sistemas de defesa e contra-ataque químico dos seres, onde muitos representam importância farmacológica. Assim também como a baixa estimativa perante o conhecimento sobre os recifes de coral; apenas uma pequena fração de sua biodiversidade é conhecida, o que

se soma com o potencial não concretizado do potencial farmacológico existente por de trás do não conhecimento de tal sistema (ADEY, 2000 *apud* FERREIRA e MAIDA 2006).

Grandes taxas de carbono lançados na atmosfera foram apontadas como sendo uma das principais causas de branqueamento de corais, por incidência da alta das temperaturas do mar e eventos como El Niño (HOEGHE-GULDEBERG e HOEGHE-GULDEBERG, 2004; STONE et al., 1999 *apud* FERREIRA e MAIDA 2006), juntamente com impactos provocados por atividades praticadas pelo ser humano: Estipula-se que o ecossistema de coral já tenha um histórico de degradação pré-datado desde 1900 que vem piorando até os dias atuais, alertando as competências governamentais e científicas mundialmente perante do possível colapso dos ambientes recifais, apontando estimativas de piora dentro o sistema no decorrer dos próximos 30 ou 50 anos (HOEGHE-GULDEBERG e HOEGHE-GULDEBERG, 2004 *apud* FERREIRA e MAIDA 2006).

O ramo de estudo geomorfológico denomina um recife de coral como sendo uma estrutura rochosa, rígida, resistente à ação mecânica de ondas e correntes marinhas, além de organismos vivos detentores de esqueleto calcário, como animais e vegetais (LEÃO, 1994 *apud* ZIMBERBERG, 2016).

Em equivalência à classificação biológica, que explica o sistema de corais como sendo providos através da ação de populações de organismos de corais. Os corais apresentam estrutura tridimensional biogênica e é formado através da afluência de esqueletos de alguns organismos aquáticos e do funcionamento estrutural existente entre diversos modos de vida, os quais formam uma cadeia de associações complexas, caracterizadas por fenômenos de sucessão; em algumas regiões de recifes crescimento pode adotar medidas exponenciais, chegando até a atingir proporções maiores que ao dos próprios corais (ZIMBERBERG et al., 2016).

A associação simbiótica entre corais e algas unicelulares (zooxantelas) é o que promove sua manutenção na estruturação de recifes coralíneos de água rasa, esse fenômeno ocorre de modo em que o coral hospedeiro troca Gás Carbônicos (CO_2) e nutrientes inorgânicos (excretados por animais) com a zooxantela simbiote, a qual possibilita ao coral, nutrientes produzidos pelo processo de fotossíntese, como o carbono orgânico em forma de glicerol e oxigênio (O_2). Para além de tal efeito, essas algas também ampliam sua taxa de

calcificação entre 400 e 2.000 hectares de estruturas carbonáticas por ano, juntamente com supressão da demanda energética (ZIMBERBERG et al., 2016).

A importância desse tipo de ecossistema é proporcionada em formas e termos físicos, como por exemplo: proteção exercida às regiões costeiras, devido a ação de ondas e tempestades, em diversas áreas do litoral brasileiro, sua grande bagagem de biodiversidade, turismo e manutenção de cadeia alimentar, além do fornecimento de recursos para a área farmacológica, uma vez que diversas espécies recifais produzem inúmeras substâncias químicas. Haja vista sua grande especialização biológica, os sistemas de corais são altamente vulneráveis aos impactos provocados e distúrbios ambientais, dados apontam que, pelo menos 19% dos recifes de coral existentes pelo mundo, possam já ter sido funcionalmente perdidos e que 35% se encontrará, nos próximos 40 anos, em situações igualmente não favoráveis à sua sobrevivência (WILKINSON et al., 2008).

Os diversos efeitos proporcionados a biota coralífera pela poluição e despejos irregulares trazem estudos que apontam no Brasil má condição de recifes localizados à 5km da costa, em comparação aos que se encontram mais longe, resultados potencialmente obtidos através da alta de sedimentação, acúmulo de nutrientes e bioerosão costeira (ZIMBERBERG et al., 2016). Além da extinção de um dos principais recintos ambientais para a maioria dos organismos vivos que se beneficiam dos corais no geral, como os peixes.

Contudo, os maiores impactos ao ecossistema de coralífero se dá por parte da prática de pesca de arrasto realizada pela indústria da pesca, a qual consiste na utilização de uma rede pesada que é arrastada no fundo do oceano, com o objetivo de capturar tudo em seu caminho. Tal atividade vem chamando a atenção de pesquisadores, uma vez que um de seus principais impactos ao ambiente marinho se resume na captura acessória e destruição de leitões de água rasa; No pacífico norte a atuação da pesca de arrasto representa aproximadamente apenas 18 % de aproveitamento das capturas anuais e 82% de capturas descartadas regionais, podendo chegar a uma margem de até 90% de capturas acessórias dentro da rede. A pesca de arrasto progride cada vez mais com suas consequências na estrutura sedimentar e biodiversidade benthica, um risco imprevisível ao ambiente aquático, uma vez que resulta na transformação de uma alta porção do fundo do mar em “desertos de

fauna”, com paisagens ecossistêmicas completamente destruídas (ERICKSON-DAVIS, 2014).

Os impactos provocados no solo marinho, ocorrem por meio do despejo irregular de poluentes químicos lançados no ambiente, proferidos de diversas fontes emissoras: derramamento de dejetos químicos e esgoto doméstico, lixo tóxicos industriais, drenagem agrícola e irregularidade no contato de esgoto em rios e mares (ARIAS et al., 2007 *apud* MONTANHA et al., 2011).

Melhores padrões de qualidade da água são imprescindíveis para a promoção da vida marinha, tendo-se em vista que a sua necessidade de qualidade não necessariamente se refere a exigência de um padrão comum sobre um suposto grau de pureza absoluto, mas sim à um modelo mais aproximado do seu estado antes de entrar em contato com o ser humano, sofrendo variações por meios antropológicos (SILVEIRA, 2007 *apud* MONTANHA et al., 2011).

5.4 A POLUIÇÃO DOS ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

O relacionamento do ser humano em relação ao modo de utilização das terras e da natureza em um todo, se destaca como sendo o risco fundamental, que ameaça a estabilidade ecológica dos ecossistemas aquáticos, onde promove alterações no habitat, qualidade de água e biota, tal resultando em diversas alterações ambientais (Tabela 3) (MARTINS et al., 2014).

Tabela 3: Principais alterações causadas por diferentes usos da terra sobre os ecossistemas aquáticos (Adaptado de Allan 2004 *apud* MARTINS, 2014).

Alterações Ambientais	Efeito no Ambiente na Fauna	Exemplos de Atividades antrópicas
Alterações Hidrológicas	Influência no equilíbrio entre fenômenos como evapotranspiração e escoamento superficial: Aumento na frequência e impacto de enchentes Erosão de margens de corpos d’água: alta no transporte de sedimentos e contaminantes. Diminuição da diversidade local: modificação ou desaparecimento parcial de habitats. Modificação ou destruição total de habitats: substituição e/ou desaparecimento total da fauna pré-existente.	Desmatamento Hidrelétricas Mineração Canalização

Contaminação	<p>Aumento da concentração de elementos químicos presentes naturalmente nos ambientes aquáticos e introdução na água, sedimentos e tecidos da fauna de elementos químicos exógenos ao sistema;</p> <p>Promove efeito não letal sobre a biota, como deformidades nos organismos, alteração quantitativa e surgimento de insetos, baixa na taxa de crescimento e reprodução de organismos;</p> <p>Acúmulo de contaminantes em cadeias alimentares: dificuldade na utilização de recursos pesqueiros.</p> <p>Aumento na taxa de mortalidade;</p> <p>Diminuição da biodiversidade da microbiota local.</p>	<p>Derramamento de Petróleo</p> <p>Indústria</p> <p>Mineração</p> <p>Urbanização</p> <p>Agricultura</p>
Assoreamento	<p>Aumento da turbidez, correntezas e erosão, prejudicando a qualidade do substrato para os perifítons: Diminuição da produção primária e modificação de cadeias alimentares;</p> <p>Redução da heterogeneidade do leito de sistemas aquáticos: homogeneização da comunidade biológica.</p>	<p>Agricultura</p> <p>Desmatamento</p> <p>Hidrelétrica</p> <p>Mineração</p> <p>Urbanização</p>
Enriquecimento com Nutrientes	<p>Aumento da produção autotrófica, especificamente com o aumento da entrada de luz, modificando a composição das comunidades;</p> <p>Alteração de habitats, com aumento da densidade de micrófitas, a qual beneficia as populações associadas e interfere na relação predador-presa;</p> <p>Aumento na densidade de cianobactérias e na probabilidade de ocorrência de linhagens tóxicas, comprometendo o uso da água para abastecimento público e o consumo do pescador;</p> <p>Aumento na taxa de decomposição, com diminuição nas concentrações de oxigênio dissolvido na água e consequente substituição de espécies sensíveis pelas mais tolerantes à redução de oxigênio.</p>	<p>Agricultura</p> <p>Hidrelétrica</p> <p>Indústria</p> <p>Urbanização</p> <p>Aquicultura</p>
Retirada da vegetação ripária	<p>Redução do sombreamento, o qual resulta na maior possibilidade de contato com a luz solar, aumentando a temperatura dos corpos d'água e o favorecimento de crescimento de macrófitas aquáticas e algas;</p> <p>Aumenta na Instabilidade das margens e entradas de material vegetal alóctone;</p> <p>Redução na retenção de sedimentos, nutrientes e contaminantes;</p> <p>Redução /eliminação dos grupos tróficos que se alimentam de matéria orgânica particulada grossa.</p>	<p>Agropecuária</p> <p>Desmatamento</p> <p>Hidrelétrica</p> <p>Mineração</p> <p>Urbanização</p>

Alteração Biológica	Ocupação de habitats por espécies exóticas: Deslocamento e desaparecimento local de populações nativas e consequente alteração na estrutura de comunidades; Alteração na relação predador-presa; Espécies exóticas filtradas ao atingirem grandes densidades: possível ocorrência de alteração na concentração química aquática	Bioinvasão
------------------------	---	------------

A poluição ambiental aquática, embora seja baseada em contextos históricos, pré-datada desde o início da história de civilizações humanas, só recebeu a devida atenção de interesses globais, no momento em que o limite de tal fator foi interpretado, permitindo o entendimento sobre as consequências adversas que poderiam ser geradas para esses ecossistema e seus organismos vivos, mesmo sendo fato o conhecimento sobre o aumento de produções abusivas potencialmente poluidoras por parte de determinados países (SHAHIDUL ISLAM e TANAKA, 2004 *apud* FREIRE et al., 2008).

Os processos de industrializações e urbanizações sucedidos nas últimas décadas, acarretaram impacto significativamente negativos a estes ecossistemas. Tais, frutos das atividades agrícolas, industriais, urbanas e domésticas, produzem danos e riscos aos ecossistemas aquáticos através da produção de contaminantes expelidos para o meio, em escala inexpressiva em relação a respostas acerca das consequências negativas às diversas espécimes presentes no solo aquático, tais potencialmente produzidas por meio de substâncias tóxicas (FREIRE et al., 2008).

Além disso, o uso de aproximadamente um terço da água doce acessível, ocorre juntamente com a questão da liberação de diversas substâncias potencialmente contaminantes expelidas na mesma água que chega à rios, lagos, oceanos e nascentes, contaminando-os com substâncias químicas em larga escala de toxicidade. Através dessas atividades, concomitantemente com outros fenômenos antropológicos, tais como derramamentos de óleos, gasolina e outras substâncias, os quais resultam no mesmo problema de potenciais contaminantes aquáticos (FENT, 2004 *apud* FREIRE et al., 2008).

Extremamente nocivas aos ecossistemas aquáticos, as fontes de poluição representam risco real à biodiversidade desses ambientes e podem ultrapassar áreas de seus pontos iniciais de descarga, chegando até em locais sem a presença de interação humana (biomagnificação

trófica) (SARKAR et al., 2006 *apud* FREIRE et al., 2008), destacando-se o evento do encontro de Bifenilas Policloradas (PCBs) em ursos polares (HOOLSBECK LUDO et al., 1999 *apud* FREIRE et al., 2008).

A variação do estado natural da água pode trazer consequências para os ecossistemas aquáticos no geral, tais como reduzir ou impedir a entrada dos raios solares pela turbidez ou aumento de temperatura, baixa na disposição de Oxigênio dissolvido, provocar a substituição da produção primária de fonte de alimentação por matérias orgânicas, trazendo a consequente diminuição da disponibilidade de espaços ecológicos juntamente com a previsível instabilidade sistêmica. Por tal motivo, o monitoramento de sistemas aquáticos funciona de modo a ser analisado por meio da taxa de diversidade de seus organismos, para o acompanhamento facultativo da água: onde há maior diversidade, há menos impactos ambientais antropológicos (SILVEIRA, 2007 *apud* MONTANHA et al., 2011).

As fontes de poluição pontuais e não-pontuais são termos utilizados como parâmetro entre dois dos principais meios de avaliação de ecotoxicidade do solo marinho; o meio direto, poluição pontual, (despejo irregular de esgoto industrial e doméstico) e, não pontual como precipitação atmosférica e escoamentos agrícolas e urbanos, o que nos traz a reflexão sobre a disposição dos animais aquáticos à xenobióticos; substâncias potencialmente estranhas aos organismos marinhos, como pesticidas, flavonóides, bifenilas policlorada, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e pesticidas (RODRIGUES, 2003 *apud* MONTANHA et al., 2011).

Um dos efeitos mais estudados em meio à poluição é a bioacumulação, o qual define-se através de componentes tóxicos que atingem cadeias alimentares como um todo até chegar ao ser humano como consequências recreativas ou irrigatórias (MASSARO, 2006 *apud* MONTANHA et al., 2011), fato que legitima os processos e técnicas utilizados para localizar e determinar concentrações de tais poluentes, aos quais objetivam a preservação de espécies e asseguram um ambiente saudável, não apenas para o homem, através da alimentação, lazer ou abastecimento de água, mas também para a maior quantidade dos seres que sobrevivem em ecossistemas aquáticos (PIMPÃO, 2006 *apud* MONTANHA et al., 2011).

A descoberta sobre os fundamentos de biomonitoramento foram um marco para a legislação brasileira, uma vez que, a percepção de que organismos vivos poderiam ser utilizados como potenciais detectores de ameaças aos ecossistemas; parâmetro foram

instituídos, onde diretrizes foram adicionadas no que se diz respeito à conservação de ecossistemas aquáticos. Dentre elas, destaca-se a lei 9.433/97, a qual responde a Política Nacional de Recursos Hídricos, a Conama 274/00; correspondente aos padrões de qualidade e balneabilidade, a Portaria 518: padrão de potabilidade da água (Ministério da Saúde) e a Resolução Conama 357/05: classificação de corpos de água em detrimento de suas utilizações, com estabelecimento de parâmetros para lançamento de cada tipo de efluentes para cada classe. Entretanto, além de tais medidas, os problemas em relação de poluição ainda são reais, uma vez que nenhuma das diretrizes se desloca em direção à padronização dos métodos a serem utilizados nas técnicas de monitoramento biológicos (BUSS et al., 2008).

5.5 O IMPACTO AMBIENTAL DO USO DE PROTETORES SOLARES E SUAS SUBSTÂNCIAS

A vigente exploração de recursos humanos, juntamente com as evidências de concentrações de substâncias de cosméticos, como o protetor solar, vêm aumentando nos últimos 10 anos. Cientistas vêm apontando a necessidade de mais estudos e medidas preventivas para o contato dessas substâncias, não só com a saúde humana, mas para sua concentração em águas de torneiras, residuais e de lodo de esgoto tratado (RICHARDSON, 2007).

O consumo de protetores solares no Brasil em 2010, produziu gastos de 1,1 bilhões de dólares, equiparados aos 8,2 milhões de dólares gastados no mundo a fora, com produtos de proteção solar. A utilização de dermocosméticos apresentou alta entre os anos de 2004 e 2009, chegando a dobrar (ABIHPEC, 2010 *apud* ALMEIDA e VIEIRA, 2013).

Junto com a maior evidenciação, por parte das autoridades de saúde em relação à prevenção do câncer de pele, através da utilização de substâncias eficazes para a proteção solar, o que proporciona o aumento das taxas de produção de tais substâncias, cada vez mais expressivas ao longo dos anos.

A discussão sobre o impacto produzido pelos dermocosméticos, utilizados em prol da proteção individual da pele contra os raios Ultravioletas (UV), em sua maioria, são

recorrentes nos dias atuais, entre a comunidade científica (GARCIA *et al.*, 2015), uma vez que os protetores solares são produzidos com substâncias como a benzofenona-3 ou Oxibenzona ($C_{14}H_{12}O_3$) e o p-metoxicinamato de octila ($C_{18}H_{26}O_3$), os quais representam grandes problemas ao meio ambiente (ALMEIDA e VIEIRA, 2013).

Essas substâncias possuem diferentes formas de contato com o ambiente: práticas de despejo irregular de resíduos e substâncias por indústrias no ramo de natação e banho, assim como sobras residuais presentes em recipientes, mal reutilizados e tratados de maneira incorreta em estações de tratamento de água (POIGER *et al.*, 2004 *apud* ALMEIDA e VIEIRA, 2013).

Embora muito comuns nas formulações específicas para dermoprotetores, tais substâncias também se fazem presentes em formulações de outros produtos destinados a cuidado e higiene pessoal, assim como também, receptáculos de alimentos plásticos, medicamentos, produtos têxteis e produtos destinados à manutenção da fotodegração de polímeros e pigmentos de veículos (GAGO-FERRERO *et al.*, 2012 *apud* ALMEIDA e VIEIRA, 2013).

Pesquisas apontaram a presença de filtros solares situados em sítio ambiental, o que leva ao questionamento de bioacumulação, respaldado no fato da composição por substâncias químicas e físicas dos cosméticos, potencialmente resultando em acúmulos sedimentares, onde aloja-se majoritariamente em organismos bentônicos (ALMEIDA e VIEIRA, 2013).

Nota-se que é necessário adotar vasta atenção aos registros científicos sobre os dados de concentração de benzofenona-3 ou Oxibenzona ($C_{14}H_{12}O_3$) e o p-metoxicinamato de octila ($C_{18}H_{26}O_3$) em amostras de água de até 4 mg/L, levando a conclusão da presença de filtros solares não apenas em água doce, mas também em ecossistemas marinhos (KAISER *et al.*, 2012 *apud* ALMEIDA e VIEIRA, 2013).

Visando legitimar a questão, faz-se necessária a exatidão na quantificação de tais substâncias assim também como a imprescindível análise dos potenciais efeitos e impactos nos organismos que entraram em contato com as substâncias (ALMEIDA e VIEIRA, 2013) e o levantamento de dados e estatísticas que visem o monitoramento da fauna, o qual determinará condições homeostáticas no ambiente natural concomitante a utilização de técnicas de biomonitoramento, as quais viabilizam ações corretivas em relação à impactos

externos, como por exemplo, o adentramento de ($C_{14}H_{12}O_3$) e ($C_{18}H_{26}O_3$) nos espaços marinhos. (MONSERRAT et al, 2007 *apud* FREIRE et al., 2008).

Essa metodologia não admite apenas o uso de métodos como a análise química de amostras ambientais, uma vez que possuem perfil inapropriado na aplicação sobre indicação e predição de eventos deletérios produzidos por substâncias lesivas à biota (BARSIELE et al., 2006; CAJARAVILLE et al., 2000 *apud* FREIRE et al., 2008).

Sendo assim, busca-se os efeitos de tais substâncias em organismos vivos de determinado ecossistema (WELLS et al., 2001 *apud* FREIRE et al., 2008), onde marcadores biológicos ou biomarcadores se fazem úteis para a avaliação dos níveis de qualidade e saúde da biota, identificando sinais negativos ou poluentes capazes de gerar algum tipo de impacto (FUENTES-RIOS et al., 2005).

Em tal caso, se faz necessário a adoção de requisitos do estudo genético, uma vez que a exposição dos organismos à tais compostos capacita a mudança na estrutura e disposição cromossômica ou das bases de DNA (AL-SABTI; METCALFE, 1995 *apud* ALMEIDA e VIEIRA, 2013); o ensaio “cometa” é o mais utilizado nesse caso, aferido de técnica rápida, visual e sensível que analisar os potenciais danos causados no DNA entre diversas células dentre qualquer população celular eucariota, possibilitando resultados em um único dia a partir de até mesmo pequenas porções de amostras utilizadas (MCKELVEY-MARTIN et al., 1993 *apud* ALMEIDA e VIEIRA, 2013).

Temos assim, a utilização das duas técnicas (biomonitoramento e métodos tradicionais; físico-químicos) como imprescindíveis na determinação de ecotoxicidade do solo marinho uma vez que a utilização das duas técnicas impulsiona o potencial de constatação de fontes e determinação de fatores potencialmente estressores dentro dos sistemas aquáticos; métodos de análise química e física são utilizados para rastrear os tipos de intensidades e fatores, dando perspectivas sobre apenas no que tange indiretamente as consequências nos organismos vivos, e as técnicas de biomonitoramento presta análises perante os efeitos de potenciais estressores sistêmicos, com resultados qualitativos e quantitativos em relação ao distúrbio causado (BUSS; OLIVEIRA; BAPTISTA, 2008).

A vasta evidência de poluição marinha, nos traz a percepção perante as variantes presenças de tipos de protetores solares orgânicos em alimentos e água, o que representa

perigos não apenas à saúde humana (PINTO, 2010; SHRIVASTAVA, 2013; MAKUMIRE, 2014 *apud* GARCIA et al, 2015), mas também aos ecossistemas aquáticos, uma vez que os filtros solares possuem potenciais danos a para a integridade de organismos marinhos e à cadeia alimentar humana, tendo em vista que a presença de tais substâncias se faz presente na composição de diversos produtos disponíveis no comércio, nos trazendo a reflexão em relação ao custo benefício do uso de protetores solares que podem promover mudanças perigosas em sistemas.

A discussão sobre o assunto já chega as diretrizes da Vigilância Sanitária, pois o fácil acesso à tais produtos vêm atrelado ao seu alto potencial de desregular o sistema endócrino, através de substâncias utilizadas em sua formulação que foram detectadas em ecossistemas como o solo e a água (GARCIA et al, 2015).

O expressivo desenvolvimento industrial trouxe consigo grandes repertórios de componentes químicos encontrados na cadeia humana e no meio ambiente, tais quais produtos de cuidado pessoal, que influênciam, através de impactos negativos diversos organismos aquáticos em consequência de sua constância em água e alimentos (PEARCE, 2009; YE, 2005; BUSER, 2006; SCHLUMPF, 2008; RICHARDSON, 2009; DIAZ- -CRUZ, 2012) *apud* GARCIA et al, 2015).

A decorrência perante o incentivo de utilização diária e importância de protetores solares por meio da comunidade dermatológica significa um potencial alta na contaminação de mananciais hídricos e consequentemente na cadeia alimentar como um todo, uma vez que a utilização do filtro é preconizada em regiões tropicais e subtropicais, em especial às regiões ribeirinhas, devido à importância da fotoproteção nessas localizações geográficas (BALOGH, 2011 *apud* GARCIA et al, 2015).

A preocupação da sociedade científica perante o tema acompanha o crescimento da constatação de substâncias contaminantes em concentrações altíssimas e escalares no ambiente aquático e consequentemente em alimentos (FENT, 2010 *apud* GARCIA et al, 2015).

Pesquisas vem apontando para a presença de compostos em águas de torneira, águas residuais e logo de esgoto tratado (GAGO-FERRERO, 2011 *apud* GARCIA et al, 2015), tornando a questão mais legítima, já que o tratamento inadequado dessas águas, representa

riscos a integridade de organismos, tal que a detecção de compostos como a Benzofenona 4 ($C_{14}H_{12}O_6S$), filtro muito conhecido pelo comércio farmacêutico na produção de protetores solares, foi constatado em águas residuais na Espanha dentre porções de 1,5 ug/L em afluentes e 1,4 ug/L em efluentes de rios (GAGO-FERRERO, 2011 *apud* GARCIA et al, 2015).

Ácido Sulfônico fenilbenzimidazol ($C_{13}H_{10}N_2O_3S$), também utilizado como filtro solar, foi detectado em altas escalas em águas de irrigação de plantas, que variam entre 2,5 ug/L (afluente) e 2,7 ug/L (efluentes) em rios (RICHARDSON, 2009 *apud* GARCIA et al, 2015). O que justifica a presença de tais contaminantes na cadeia alimentar humana, uma vez que essas águas são vastamente utilizadas em sistemas de irrigação de alimentos (GARCIA et al, 2015).

Outros levantamentos estatísticos contam com a contextualização de épocas do ano como Verão, onde foram encontradas maiores evidências de substâncias fotoprotetores como octocrileno ($C_{24}H_{27}NO_2$) e 4 metilbenzilideno cânfora (MBC), muito utilizadas em cosméticos, em lagos da Alemanha sobre taxas de 250 e 148 ng/L (CAROU, 2009 *apud* GARCIA et al, 2015) sem nenhum tipo de parâmetros de limites seguros pré-definidos no adentramento de tais composto no ecossistema geral (GARCIA et al, 2015).

Estudos para o acompanhamento da invasão de tais substâncias que provocam consequências negativas ao adentrar em ecossistemas, vem crescendo; pesquisas atestam a presença de aproximadamente 34 ug/Kg a 880 ug/ Kg de concentração de octilmetoxicinamato (OMC) em locais específicos de coleta e 2 a 5 ug/Kg de octocrileno do solo nigeriano (ARUKWE, 2012 *apud* GARCIA et al, 2015).

Assim como a presença do fungicida benzimidazólico metil-2-benzimidazole-carbamato (MBC) e octocrileno, em amostras coletadas em rios da Suíça, concentrados entre 1800 à 2400 ng/g no tecido muscular de peixes da espécie *Salmo trutta* (Figura 22) (BUSER, 2006 *apud* GARCIA et al, 2015), tais componentes que podem entrar em contato com o humano através da alimentação de pescado. Foi constatado também a presença de octilmetoxicinamato ($C_{18}H_{26}O_3$) (OMC) em níveis de até 337 ug/Kg no tecido adiposo do

macro invertebrado *Daphnia magna* (Figura 23) e em peixes (FENT, 2010 *apud* GARCIA et al, 2015).



Figura 22: *Salmo Trutta* (Fonte: Wikipédia).

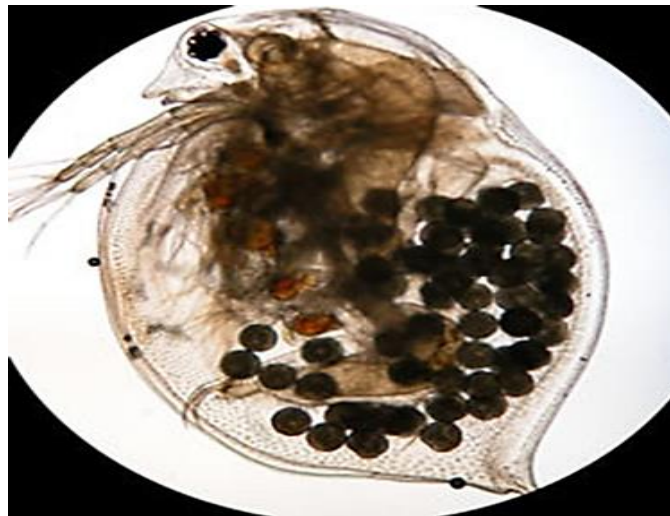


Figura 23: *Daphnia magna* (Fonte: Wikipédia).

O problema de contaminação também se expande para as aves mergulhadoras, onde foi encontrado duas vezes mais acúmulo de octilmetoxicinamato (OMC). No Brasil foi detectado, na faixa litorânea do Rio Grande do Sul até o Espírito Santo, a presença de octocrileno em elevadas concentrações no fígado de golfinhos *Pontoporia blainville*, na proporção de 90 a 780 nanogramas por grama lipídica do animal, o que assustou

pesquisadores que esperavam encontrar valores menores que e 23 ng/g (parâmetro que definiram como limite de detecção técnica), no material coletado entre os anos de 1994 e 2009 (GAGO-FERRERO, 2013 *apud* GARCIA et al, 2015) (Tabela 4).

Tabela 4: Filtros solares encontrados na água, cadeia alimentar e em fluídos biológicos. Adaptado de: GARCIA et al, 2015. Original em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/11841/2/Analytica_2015_45-54.pdf

Filtro Solar	Local Encontrado	Referência
ASFB	Água de tratamento de plantas na Espanha	(RICHARDSON et al., 2009 <i>apud</i> GARCIA et al, 2015)
BZF3, 4MBC, OMC, OD-PABA, OC	Água de torneira na Espanha	(DÍAZ-CRUZ et al., 2012)
BZF3, 4MBC, OMC, OC, EHD PABA, 4OHBZF, 2,4DIOHBZF e 4,4DOHBZF	Água residual e lodo de esgoto tratado na Espanha	(GAGO-FERRERO et al., 2011 <i>apud</i> GARCIA et al, 2015)
OC e MBC	Lagos na Alemanha	(CAROU et al., 2009 <i>apud</i> GARCIA et al, 2015)
BZF3, 4MBC, OMC, OD-PABA, OC	Ecossistema aquático na Suíça.	(FENT et al., 2010 <i>apud</i> GARCIA et al, 2015)
OC e MBC	Tecido muscular de peixes Salmo trutta em rios da Suíça	(BUSER et al., 2006 <i>apud</i> GARCIA et al, 2015)
OMC	Peixes e aves mergulhadoras na Suíça	(FENT et al., 2010 <i>apud</i> GARCIA et al, 2015)
OC	Golfinhos no Brasil	(GAGO-FERRERO et al., 2013 <i>apud</i> GARCIA et al, 2015)

5.5.1 Medidas Reais e Proteção Solar

O octilmetoxicinamato (OMC) é um dos filtros solares mais utilizados no meio, trazendo pesquisas que buscam identificar seu acumulo/impacto no meio ambiente, em diversos locais espalhados pelo mundo (Tabela 5).

Tabela 5: Níveis de *p*-metoxicinamato de octila em ambientes aquáticos. Fonte: ALMEIDA e VIEIRA, 2013.

Matriz		Localização	MCO	Referência
Planta de tratamento de esgoto	Afluente	Suíça	0,5-19	Balmer <i>et al.</i> 2005
		Alemanha	1,732	Rodil <i>et al.</i> 2009
	Efluente	Suíça	<0,010-0,1	Balmer <i>et al.</i> 2005
		Alemanha	Nd	Rodil <i>et al.</i> 2009
		Japão	0,012	Kameda <i>et al.</i> 2011
Lodo de Esgoto	Suíça	0,010-0,390	Plagellat <i>et al.</i> 2006	
Águas superficiais	Riacho	Japão	0,021-0,260	Kameda <i>et al.</i> 2011
	Lago	Japão	0,018	Kameda <i>et al.</i> 2011
	Rio (altamente poluído)	Japão	0,125-1,040	Kameda <i>et al.</i> 2011
	Rio (moderadamente poluído)	Japão	0,012-0,91	Kameda <i>et al.</i> 2011
Águas recreacionais	Piscinas	Grécia	0,0045	Giokas <i>et al.</i> 2004
		Grécia	0,0038-0,0044	Lambropoulou <i>et al.</i> 2002
	Lagos	Suíça	0,002-0,026	Poiger <i>et al.</i> 2004
Alemanha		3,009	Rodil <i>et al.</i> 2009	
Água do Mar	Oceano Pacífico (microcamada)	Polinésia	0,013-0,092	Goksoyr <i>et al.</i> 2009
Sedimentos	Rio (altamente poluído)	Japão	0,0022-0,0096	Kameda <i>et al.</i> 2011
	Rio (moderadamente poluído)	Japão	0,0038-0,030	Kameda <i>et al.</i> 2011

(Amostras aquosas e sólidas estão expressas em $\mu\text{g.L}^{-1}$ e $\mu\text{g.g}^{-1}$ em peso seco, respectivamente.)

O risco averiguado pela sociedade científica resultou em fatos consolidados no mundo, tal como ilustrado nessa matéria “Havaí proibirá protetores solares para proteger corais” da revista Veja, de Sabrina Brito, publicado em 20 de Agosto de 2018 (Figura 24), onde é constatada a atitude tomada por autoridades do Havaí em relação aos vetos de utilização de Filtros Solares a partir de 2021, que possuam em suas composições as substâncias Octinoxato ($C_{18}H_{26}O_3$) e Oxibenzona ($C_{14}H_{12}O_3$) durante 3 anos no Estado Americano, como medida de proteger os corais, respaldado no perigo que tais compostos representam aos organismos, aos quais uma vez “branqueados” sofrem com alterações em suas estruturas físicas, chegando ao longo do efeito cascata de destruição ao impactar de forma estrutural na vida marinha.



Figura 24: Print Matéria Revista VEJA (Fonte: Site Veja).

Embora festejado por ambientalistas, a medida preocupou a sociedade dermatológica, com a potencial legitimação do não uso de protetores solares da população, o que poderia resultar em altas no índice de desenvolvimento de câncer de pele na região e impactos negativos à saúde pública (BRITO, 2018).

Em uma de suas publicações, a Revista Galileu faz levantamento de dados sobre os riscos que substâncias de protetores solares representam aos corais, em específico a Oxibenzona que atrapalha o desenvolvimento dos recifes através de danos causados ao DNA do organismo: “A oxibenzona, substância química presente no produto, prejudica os corais em quase todas as formas imagináveis: ele atrapalha o seu crescimento, danifica seu DNA e

colabora para o branqueamento dos corais – quando isso ocorre o coral perde sua coloração viva e sua superfície de cálcio branco é exposta, sinal de que as zooxantelas, algas unicelulares responsáveis pela alimentação do coral, estão morrendo.”, bem como também expandem a observação para as larvas presentes nos corais (Plântulas), que podem perder sua funcionalidade (vagar pelo oceano), uma vez que fiquem presas em seus próprios esqueletos levando a interrupção do ciclo reprodutivo da espécie: “a oxibenzona ‘transforma a mobilidade das plântulas em algo deformado e estático’” juntamente ao índice apontado perante as 14 mil toneladas de protetor solar despejadas no solo marinho de coral todos os anos (Figura 25) (Revista Galileu, 2015).



Figura 25: Print Matéria Revista Galileu (Fonte: Site Revista Galileu).

No Brasil foi levantado um projeto de Lei (Figura 26) com o intuito de proibir a produção, importação ou comercialização de dermocosméticos que contenham Oxibenzona (benzofenona-3) e Octinoxato na composição.

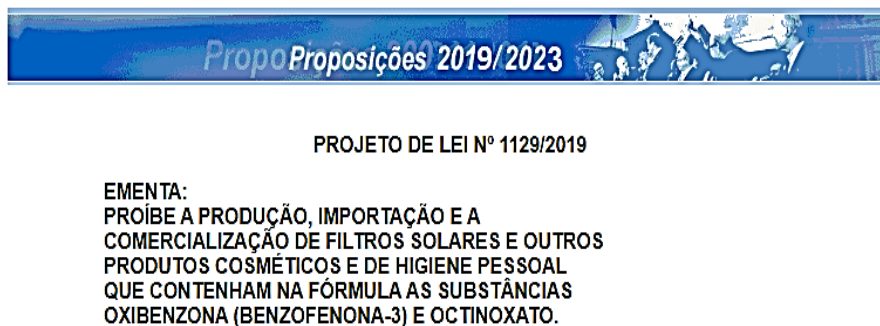


Figura 26: Projeto de Lei nº 1129/2019. Autor: Deputado Carlos Minc.

Dentre os artigos, do Projeto de Lei nº 1129/2019:

“Art. 1º - Fica proibido, no Estado do Rio de Janeiro, a produção, a importação e a comercialização de filtros solares, perfumes, hidratantes, esmaltes, bases, shampoos e outros produtos cosméticos e de higiene pessoal que contenham na fórmula a substância Oxibenzona (benzofenona-3).

Art. 2º - O Órgão Estadual Competente adotará as medidas que se fizerem necessárias para recolher os produtos referidos no Artigo 1º da presente Lei já produzidos e/ou adquiridos por instituições públicas e/ou privadas, comerciantes, produtores e usuários, para destinação final adequada dos produtos e embalagens.

Art. 3º - O não cumprimento do disposto nesta Lei é considerado infração ambiental e sujeitará o infrator às penalidades previstas na Lei 3.467, de 14 de setembro de 2000.

Art. 4º - As despesas decorrentes da aplicação desta lei correrão por conta de dotações orçamentárias próprias, suplementadas se necessário.

Art. 5º - O Poder Executivo regulamentará a presente Lei no prazo de 90 (noventa) dias, contados a partir da data de sua publicação.

Art. 6º - Esta lei entrará em vigor na data de sua publicação”

(Plenário Barbosa Lima Sobrinho em 25 de setembro de 2017).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a importância da utilização de protetores solares seja amplamente divulgada e preconizada pela comunidade dermatológica, uma vez que há aumento nos índices de registros nas ocorrências de câncer de pele, principalmente em países tropicais e subtropicais como o Brasil - devido aos impactos produzidos na Camada de Ozônio pelo Aquecimento Global - tal fato nos traz a necessidade de reflexão sobre os potenciais prejuízos causados pelo registro da alta de índices das atividades antropológicas, que influenciam negativamente o ecossistema marinho.

Essas atividades acarretam consequências em diversos organismos, em específico o branqueamento de corais, provocado pela utilização de protetores solares com substâncias nocivas, que deprezam o funcionamento de diversos sistemas como um todo, até se encontrarem na cadeia de alimentação humana, por meio de fenômenos como a bioacumulação.

Por esses motivos, o presente estudo do tema se faz importante, pois amplia os resultados de pesquisas feitas na área ambiental, bem como mobiliza boa parte da população para os problemas gerados a partir de uma prática, rotulada como cuidado para com a saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Diogo Albuquerque de; VIEIRA, Marjorie Emanoeli Lopes. Avaliação preliminar da genotoxicidade de filtro solar comercial em *Astyanax* sp. 2013. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1955/1/CT_COQUI_2013_1_03.pdf> . Acesso em: 03, Abr. 2021.

ALMEIDA, Diogo Albuquerque de; VIEIRA, Marjorie Emanoeli Lopes. AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA GENOTOXICIDADE DE FILTRO SOLAR COMERCIAL EM *Astyanax* sp. Trabalho de conclusão de curso do Curso (Bacharelado em Química Tecnológica com Ênfase em Química Ambiental) – UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. Paraná, p. 11-43. 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1955/1/CT_COQUI_2013_1_03.pdf> . Acesso em: 10 Abr. 2021.

ALMEIDA, Vera Lúcia de et al. Câncer e agentes antineoplásicos ciclo-celular específicos e ciclo-celular não específicos que interagem com o DNA: uma introdução. **Revista Quím. Nova**, São Paulo , v. 28, n. 1, p. 118-129, Feb. 2005 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000100021&lng=en&nrm=iso>. access on 07 Nov. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000100021>

ARAÚJO, T. S de; SOUZA, S. O. de. Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta. **Rev. Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 4, n. 11, p. n/d, Ago. 2008. Disponível em: <<https://scientiaplena.emnuvens.com.br/sp/article/view/721>> Acesso em 03 Fev. 2021.

BATISTA, Tatiana Santos de Araújo; SOUZA, Susana Oliveira de. Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta. **Revista Scientia Plena**, São Cristóvão, v. 04, n. 11, ago., 2008. Available from <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/721/374>>. access on 12 Nov. 2020.

BERRA, Carolina Maria. **Estudo de reparo de DNA por excisão de nucleotídeos em lesões oxidativas em células de mamíferos**. 2008. 41 f. Tese (Doutorado em microbiologia) – Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Blog Brasil Escola. **Funcionamento da camada de ozônio**. s/d. Ilustração. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/camada-de-ozonio.htm>> Acesso em: 06 jan. 2021.

Blog Luciana Maragno Dermatologia. **Radiação UVA e UVB na pele humana**. 28 abr. 2019. Ilustração. Disponível em: < <https://www.lucianamaragno.com/blog-posts/2019/4/vamos-aprender-um-pouco-sobre-radiao-ultra-violeta>> Acesso em: 06 jan. 2021.

Blog Pauline Lyrio Dermatologia. **Camadas da pele.** s/d. Ilustração. Disponível em: <<https://www.paulinelyrio.com.br/post/2016/09/21/camadas-da-pele>> Acesso em: 07 jan. 2021.

BRITO, Sabrina. Havaí proibirá protetores solares para proteger corais. Veja, 20 ago 2018. Ciência. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/ciencia/havai-proibira-protetores-solares-para-proteger-corais/>>. Acesso em: 10 Abr. 2021

BUSS, Daniel F. et al., **MONITORAMENTO BIOLÓGICO DE ECOSISTEMAS AQUÁTICOS CONTINENTAIS.** Oecologia Brasiliensis, Manguinhos – RJ, 12 (3), p. 339-345, 2008.

CABRAL, Lorena Dias da Silva; PEREIRA, Samara de Oliveira; PARTATA, Anette Kelsei. **FILTROS SOLARES E FOTOPROTETORES – UMA REVISÃO.** *Infarma - Ciências Farmacêuticas*, [S.l.], v. 25, n. 2, p. 107-110, aug. 2013. ISSN 2318-9312. Disponível em: <<http://revistas.cff.org.br/?journal=infarma&page=article&op=view&path%5B%5D=447>>. Acesso em: 04 mar. 2021. doi:<http://dx.doi.org/10.14450/2318-9312.v25.e2.a2013.pp107-110>.

CALLISTO, Marcos; JUNIOR, José Francisco Gonçalves; MORENO, Pablo. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores. **CID, NUVELHAS – Projeto Manuelzão.** Belo Horizonte, MG. P. 1-12, 22, Ago. 2018. Disponível em: <<https://manuelzao.ufmg.br/biblioteca/invertebrados-aquaticos-como-bioindicadores/#:~:text=Alguns%20invertebrados%20aqu%C3%A1ticos%20podem%20indicar,causas%20de%20um%20problema%20ambiental.>> Acesso em: 28, março, 2021.

CARDOSO, Valquíria Machado. **Efeitos da radiação ultravioleta-A e ultravioleta-B sobre os embriões do camarão de água-doce Macrobrachium olfersi (Crustacea, Decapoda) e o papel da radiação ultravioleta-A na fotorreativação.** 2011. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Biologia Celular e do Desenvolvimento. Universidade de Federal de Santa Catarina, MG.

Congresso Nacional de Educação, 2., 2015, Campinas Grande, **Anais Eletrônicos...** Campinas Grande, Realizeventos científicos e editora, 2015, 11 p., Disponível em: <<https://docplayer.com.br/11616299-Diagnostico-das-concepcoes-previas-sobre-o-tema-protetor-e-bloqueador-solar-e-sua-relacao-com-o-ensino-de-quimica.html>> Acesso em: 03 fev. 2021.

DUTRA, Elizângela Abreu et al . Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry. **Rev. Bras. Cienc. Farm.**, São Paulo , v. 40, n. 3, p. 381-385, Sept. 2004 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-93322004000300014&lng=en&nrm=iso>. access on 04 Nov. 2020. <https://doi.org/10.1590/S1516-93322004000300014>.

ECYCLE, E. **Oxibenzona: composto tóxico está presente em protetor solar.** Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/2226-oxibenzona-protetor-solar>>. Acesso em: 23 nov. 2019.

ERICKSON-DAVIS, Morgan. Pesca de arrasto: o destrutivo método de pescaria está transformando os leitos dos oceanos em “desertos”. **MONGABAY** | Notícias Ambientais para informar e transformar, 8, jun. de 2014. Disponível em: <<https://brasil.mongabay.com/2014/07/pesca-de-arrasto-o-destrutivo-metodo-de-pescaria-esta-transformando-os-leitos-dos-oceanos-em-desertos/>>. Acesso em: 30 abr. de 2021.

FERREIRA, Beatrice Padovani; MAIDA, Mauro. MONITORAMENTO DOS RECIFES DE CORAL DO BRASIL: Situação Atual e Perspectivas. Brasília – DF. 2006.

FLOR, J; DAVOLOS, M. R.; CORREA, M. A. Protetores solares. **Química Nova**, v. 30, n.1, p. 153–158, fev. 2007.

FREIRE, Marina Moreira et al. Biomarcadores na Avaliação da Saúde Ambiental dos Ecossistemas Aquáticos. **Oecol. Bras**, Rio de Janeiro (RJ), v. 12, n. 3, p. 347-354, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/40836287_Biomarcadores_na_avaliacao_da_saude_ambiental_dos_ecossistemas_aquaticos>. Acesso em: 15 março, 2021.

GARCIA, Esdras Barbosa; MACHADO, Tiago Savignon Cardoso; FERRARIS, Fausto Klabund; AMENDOEIRA, Fabio Coelho. Contaminação ambiental e da cadeia alimentar com filtros solares: um potencial risco à saúde humana. **Revista Analytica**, Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v.77, p. 45- 54, junho/2015. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/11841/2/Analytica_2015_45-54.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2019

GARCIA, Esdras Barbosa; MACHADO, Tiago Savignon Cardoso; FERRARIS, Fausto Klabund; AMENDOEIRA, Fabio Coelho. Contaminação ambiental e da cadeia alimentar com filtros solares: um potencial risco à saúde humana. **Revista Analytica**, Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v.77, p. 45- 54, junho/2015. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/11841/2/Analytica_2015_45-54.pdf>. Acesso em: 10, Abr. 2021.

GONZALEZ MINERO, Francisco José; BRAVO DIAZ, Luis. History and present of skin care products, cosmetics and fragrances. Especially those derived from plants. **Ars Pharm**, Granada, v. 58, n. 1, p. 5-12, março 2017. Disponible en <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2340-98942017000100005&lng=es&nrm=iso>. accedido en 08 feb. 2021. <http://dx.doi.org/10.4321/s2340-98942017000100001>.

GOUVÊA, M. M. et al. Aplicação da radiação ultravioleta como forma de contribuição para a química verde e construção de um reator fotoquímico alternativo e de baixo custo, para pré-tratamento de amostras. **Química Nova**, v.37 n.2, p. 337-343, abr. 2014.

JUNGES, Alexandre Luis; SANTOS, Vinícius Yuri; MASSONI, Neusa Teresinha; SANTOS, Francineide Amorim Costa. Efeito Estufa e Aquecimento Global: Uma Abordagem Conceitual A partir da Física Para Educação Básica. **Experiências em Ensino de Ciências** V.13, No.5, p. 128. 23 Nov. 2018. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/333609522_Efeito_estufa_e_aquecimento_global_uma_abordagem_conceitual_a_partir_da_Fisica_para_a_educacao_basica Acesso em: 07 Mar. 2021.

LIM, Henry W.; DRAELOS, Zoe Diana. **Clinical Guide To Sunscreen na Protection**. New York, NY: Informa Healthcare USA, Inc, 2009.

LOPES, Pamela Puerta; **PROTEÇÃO SOLAR; O Papel da Vitamina D**. 2014. p.18-20. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. Lorena, SP. 2014

MANTANHA, Francisco Pizzolato et al. **DEGRADAÇÃO DE AMBIENTES AQUÁTICOS POR EXPOSIÇÃO A COMPOSTOS QUÍMICOS**. Revista científica eletrônica de medicina veterinária, Garça – SP, n. 17, Jul., 2011. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/EYehChKPyqmqtA_2013-6-27-15-27-44.pdf>.

MARTINS, Renato Tavares; OLIVEIRA, Vivian Campos; SALCEDO, Ana Karina. **Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia**. Edição:1. Manaus, Am. Editora INPA, 2014.

MESQUITA, João Lara. **Krill e seu papel como sumidouro de dióxido de carbono**. Estadão, 22 Outubro, 2019. Vida Marinha - Crustáceos. Disponível em: <<https://marsemfim.com.br/krill-e-seu-papel-como-sumidouro-de-dioxido-de-carbono/>>. Acesso em: 15 março, 2021.

MUNIZ-MARCHIORETO, Renata. **AQUECIMENTO GLOBAL: Uma Investigação da Representações Sociais e Concepções de Alunos da Escola Básica**. 2010. 166 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, Lucas Rebello de et al . Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. **Prod.**, São Paulo , v. 22, n. 1, p. 70-82, 2012 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132012000100006&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 09 mar. 2021. Epub 10-Nov-2011. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132011005000062>.

OLIVEIRA, Alfredo Ricardo Marques; SZCZERBOWSKI, Daiane. **Quinina: 470 anos de história, controvérsias e desenvolvimento**. Química Nova, v.32, n.7, São Paulo, 2009.

PEREIRA, Elenita Malta. Sensibilidade ecológica e ambientalismo: uma reflexão sobre as relações humanos-natureza. **Sociologias**, Porto Alegre , v. 20, n. 49, p. 338-366, Dec. 2018 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-45222018000300338&lng=en&nrm=iso>. access on 21 Mar. 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/15174522-02004921>.

PEREZ-MARIN, Aldrin Martin. Processos de Desertificação: Conceitos, Características e Causas. [Entrevista concedida ao Instituto Nacional do Semiárido]. **Instituto Nacional do Semiárido**. 11, junho, 2018.

PLANELLES, Manuel. **O Grito dos Jovens Contra a Mudança Climática se Trona Global**. EL PAÍS, Madri, 15, março, 2019. Mudança Climática Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2019/03/15/internacional/1552653279_352247.html>. Acesso em: 10, março, 2021.

RAMOS, Maria das Graças Ouriques; AZEVEDO, Márcia Rejane de Queiroz Almeida, **Ecosistemas Aquáticos**. n/d. – Campina Grande; Natal: EdUEPB; EDUFRN Editora da UFRN, 2010. Disponível em: <http://www.ead.uepb.edu.br/arquivos/cursos/Geografia_PAR_UAB/Fasciculos%20-%20Material/Ecosistemas_Brasileiros/Eco_Bra_A04_MD_GR_230610.pdf>. Acesso em: 03 Abr. 2021. Acesso em: 03 Abr. 2021.

RICHARDSON, S. D. Water analysis: emerging contaminants and current issues. **Analytical Chemistry**, v. 79, n. 12, p. 4295–4323, 15 jun. 2007.

Sem Autor: **Direitos Humanos à água**. Planalto.Gov, 2014. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/consea/comunicacao/artigos/2014/direito-humano-a-agua>>. Acesso em: 09, março, 2021.

Sem Autor: **Manifestações pelo Clima se Espalham pelo mundo**. BBC News | Brasil, 2014. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/09/140921_manifestacoes_clima_cc>. Acesso em: 15, março, 2021.

Sem Autor: O Aquecimento Global E O Impacto Na Saúde Das Pessoas E Serviços De Saúde. Médicos Sem Fronteiras, 2019. Disponível Em: <<https://www.msf.org.br/noticias/o-aquecimento-global-e-o-impacto-na-saude-das-pessoas-e-servicos-de-saude>>. Acesso Em: 09, março, 2021.

Sem Autor: **Tratado de Kyoto**. Agência Senado, 2005. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/noticias/especiais/especial-cidadania/aquecimento-global/tratado-de-kyoto>>. Acesso em: 09, março, 2021.

Seu protetor solar está matando os recifes de corais. Revista Galileu, 22. Out. 2015. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2015/10/seu-protetor-solar-esta-matando-os-recifes-de-corais.html>>. Acesso em: 10 Abr. 2021.

SIERATOWICZ, A. et al. Acute and chronic toxicity of four frequently used UV filter substances for *Desmodesmus subspicatus* and *Daphnia magna*. **Journal of Environmental Science and Health, Part A**, v. 46, n. 12, p. 1311–1319, out. 2011.

SILVA, Andreza Amaral da; GONCALVES, Roberto Calderon. Espécies reativas do oxigênio e as doenças respiratórias em grandes animais. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 994-1002, Apr. 2010. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-

84782010000400040&lng=en&nrm=iso>. access on 08 Jan. 2021. Epub Mar 26, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010005000037>.

SILVA, Elizabet Saes Da. **USO DE PROTETORES SOLARES E RISCO DE CÂNCER DE PELE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande – UFRG. Rio Grande. P. 25. 2016.

SILVA, Geverson Façanha Da. **PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE COSMÉTICOS A PARTIR DE ATIVOS VEGETAIS DA AMAZÔNIA**. Tese (Pós-Graduação) - Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Manaus. p. 171. 2016.

SILVA, Luiz Antonio Santini Rodrigues et al. **A Situação do câncer no Brasil**. Rio de Janeiro - RJ. Instituto Nacional de Câncer -INCA Coordenação de Prevenção e Vigilância - Conprev, 2006.

SILVA, R. W. da C.; PAULA, B. L. de. Causa do aquecimento global: antropogênica versus natural. **Terrae Didática**, Campinas, SP, v. 5, n. 1, p. 42–49, 2015. DOI: 10.20396/td.v5i1.8637501. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8637501>. Acesso em: 7 mar. 2021.

SILVA, R.R.; MACHADO, P. F. L.; ROCHA, R. J.; SILVA, S C. F.. A Luz e os Filtros Solares: Uma Temática Sociocientífica. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro – Niterói, v. 7, n. 1, p.218-241, Nov. 2014. Disponível em: < <http://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/975>>. Acesso em: 04 de Mar. 2021. DOI: **10.5935/1984-6835.20150011**

Site Culture.PL. **Helena Rubinstein, 1930, photo: Mondadori Portfolio/Getty Image**. 21 Dez. 2018. Foto. Disponível em: < <https://culture.pl/en/article/helena-rubinstein-empresario-of-the-beauty-business>> Acesso em: 02 jan. 2021.

Site GovBR. **Agentes de Protetores Solares**. Fonte: (LATHAN, 2013 *apud* SILVA, 2016, p.27). Mapa Mental. Disponível em:< <https://ppgsp.furg.br/noticias/2-sem-categoria/194-dissertacao-elizabet-saes-da-silva>> Acesso em: 05 de mar. 2021.

Site LUME, repositório digital – UFRGS. Efeito Estufa e Aquecimento Global: Uma Abordagem Conceitual A partir da Física Para Educação Básica. Dez. 2018, Vol. 13, n. 5, p.128. Ilustração. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/333609522_Efeito_estufa_e_aquecimento_global_uma_abordagem_conceitual_a_partir_da_fisica_para_a_educacao_basica Acesso em: 07 Mar. 2021.

Site Significados. **Camada de Ozônio**. Ilustração. Disponível em: < <https://www.significados.com.br/camada-de-ozonio/>> Acesso em: 15 março. 2021.

Site Wikipédia, a enciclopédia livre. **Espectro eletromagnético comprimento de onda**. 12 Jul. 2015. Ilustração. Disponível

em:<https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_eletromagn%C3%A9tico#/media/Ficheiro:Espectro_EM_pt.svg> Acesso em: 02 jan. 2021.

Site Wikipedia. **Recife de Coral**. 09, Jan., 2021. Imagem. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Recife_de_coral> Acesso em: 03 Abr. 2021.

SOUSA, Sofia Alves De. **A radiação ultravioleta nos ecossistemas aquáticos e seus impactos nas diferentes espécies:- uma revisão bibliográfica**. 2013. 42 f. Monografia (Revisão Bibliográfica) – Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG.

SOUZA, Sonia R P de; FISCHER, Frida M; SOUZA, José M P de. Bronzeamento e risco de melanoma cutâneo: revisão da literatura. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 588-598, Aug. 2004. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102004000400018&lng=en&nrm=iso>. access on 06 Jan. 2021. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102004000400018>.

TOFETTI, Maria Helena de Faria Castro et al. A importância do uso do filtro solar na prevenção do fotoenvelhecimento e do câncer de pele. **Revista Científica da Universidade de Franca**, Franca (SP), v. 6, n. 1, p. 59–66., jan. / abr. 2006. Available from <<http://publicacoes.unifran.br/index.php/investigacao/article/view/183>>. access on 05 Nov. 2020. <https://doi.org/10.26843/investigacao.v6i1.183>

VARGAS, R. N.; FAUSTINO, G. A. A.; FERNANDES, F. S.; BENITE, A. M. C. Protetores solares, pele negra e mídia em aulas de química. **SER Social**, v. 20, n. 43, p. 348-371, 13 nov. 2018.

VIGLIO, José Eduardo; FERREIRA, Lucia da Costa. O Conceito de Ecossistema, a Idéia de Equilíbrio e o Movimento Ambientalista. **Caderno Eletrônico de Ciências Sociais**, Vitória, v.1, n. 1, p.1-17, 09 jun. 2013. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5655916.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2021.

XAVIER, Joaquim. ELEMENTOS DA TEORIA GERAL DOS SISTEMAS E OUTROS CONCEITOS. **UFBA NOVA**, Salvador Bahia, p.1-17, maio, 2011. Disponível em: <http://www.twiki.ufba.br/twiki/pub/IGeo/BibliotecaAcervo/Elem-TeorGeral_dos_Sistemas.pdf> Acesso em: 27, mar., 2021.

ZILBERBERG, Carla; ABRANTES, Douglas Pinto; MACHADO, Joseane Marques Laís Feitosa et al., **CONHECENDO OS RECIFES BRASILEIROS – REDE DE PESQUISA CORAL VIVO**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, UFRJ, 2016.

ZIMMERMANN, Roque; SCHONS, Selma Maria. Aquecimento Global e Impacto nas Águas. **Revista Filosofazer**, Passo Fundo (RS), n. 34, jan./jun. 2009. Disponível em: <<http://ri.uepg.br/riuepg/handle/123456789/507>> Acesso em; 09, março, 2021.