

FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA - FACENE/RN

AMANNA RAQUEL CUNHA DE ALMEIDA

**TRIAGEM FITOQUÍMICA E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FOTOPROTETORA E  
ANTIOXIDANTE TOTAL DO EXTRATO DE *Euphorbia tirucalli***

MOSSORÓ/RN

2018

AMANNA RAQUEL CUNHA DE ALMEIDA

**TRIAGEM FITOQUÍMICA E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FOTOPROTETORA E  
ANTIOXIDANTE TOTAL DO EXTRATO DE *Euphorbia tirucalli***

Monografia apresentada à Faculdade de  
Enfermagem Nova Esperança de Mossoró como  
exigência parcial para obtenção do título de  
Bacharel em Biomedicina.

Orientadora: Dra. Andreza Rochelle do Vale Morais

MOSSORÓ/RN

2018

S447t

Almeida, Amanna Raquel Cunha de.

Triagem fitoquímica e avaliação da atividade fotoprotetora e antioxidante total do extrato de *Euphorbia tirucalli*/ Amanna Raquel Cunha de Almeida. – Mossoró, 2018.

52.:il.

Orientador: Prof. Dra. Andreza Rochele do Valle Morais

Monografia (Graduação em Biomedicina) – Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró.

1.Fotoproteção - antioxidação. 2. Avelós - *Euphorbia tirucalli*. 3. Biomedicina. I. Título. II. Morais, Andreza Rochele.

CDU 633.88

AMANNA RAQUEL CUNHA DE ALMEIDA

**TRIAGEM FITOQUÍMICA E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE FOTOPROTETORA E  
ANTIOXIDANTE TOTAL DO EXTRATO DE *Euphorbia tirucalli***

Monografia apresentada pela aluna AMANNA RAQUEL CUNHA DE ALMEIDA do curso de Bacharelado em Biomedicina, tendo obtido o conceito de \_\_\_\_\_ conforme a apreciação da Banca Examinadora constituída pelos professores:

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Andreza Rochelle do Vale Morais (FACENE/RN)  
Orientadora

---

Profa. Dra. Karoline Rachel Teodósio de Melo (FACENE/RN)  
Membro

---

Prof. Me. Emanuell dos Santos Silva (FACENE/RN)  
Membro

Dedico este trabalho à Deus e minha família, em especial ao meu avô José Adelino Da Cunha pela capacidade de acreditar em mim até o último fôlego de vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela Sua misericórdia, bondade e oportunidades colocadas em minha vida, independente no meu merecimento.

Aos meus pais, Rita Alves e Edilson Mendes, pelo incentivo e exemplo que sempre me proporcionaram, pelo companheirismo e amor recebidos durante toda minha vida.

Gratidão aos que torceram e me incentivaram de alguma forma, nos nomes de Maria Da Graças, Ananda Lídia, Arthur Maxson. À toda minha família por acreditar no meu potencial e compreender a minha ausência em determinados momentos.

Aos amigos pelo apoio e carinho.

À minha orientadora Dra Andreza Rochelle pela confiança, dedicação e ensino, mostrando-se sempre uma profissional admirável.

Aos membros da banca examinadora, Dra Karoline Raquel e Me Emanuell Dos Santos, assim como Dr Everton Alencar pela disponibilidade em corrigir e agregar conhecimento ao meu estudo.

Aos funcionários do laboratório de química da faculdade, bem como a direção da Faculdade Nova Esperança de Mossoró por permitir a utilização dos laboratórios para o desenvolvimento da pesquisa.

A todos, meus sinceros agradecimentos!

“Nove entre dez de meus experimentos falham e isto é considerado um resultado muito bom entre os cientistas.”

Sir Harold Kroto,  
Ganhador do prêmio Nobel de química em 1996

## RESUMO

A exposição excessiva a radiação ultravioleta (UV) acarreta diversos efeitos na pele, como envelhecimento precoce, queimaduras e até câncer. Para prevenir efeitos maléficos resultantes dessa exposição, é necessária a proteção contra os raios solares, que é feita com o protetor solar (PS). Os PS são constituídos de compostos ativos e excipientes, contém ainda do Fator de Proteção Solar (FPS) que definirá a eficácia da proteção. Extratos vegetais estão sendo usados nas formulações de protetor solar, uma vez que diversas plantas possuem princípios ativos com ação de fotoprotetora. A planta *Euphorbia tirucalli*, conhecida como Aveloz, pode apresentar atividade de proteção contra os raios solares e atividade antioxidante, sendo uma importante descoberta para ciência, estimulando novas pesquisas e o seu uso para fins terapêuticos e preventivos. Logo, este trabalho teve como objetivo obter do extrato da *Euphorbia tirucalli*, bem como realizar a triagem fitoquímica do extrato obtido, avaliar da atividade antioxidante total e capacidade fotoprotetora. Este estudo é de caráter experimental, e usou maceração a frio seguida de percolação como metodologia para obtenção do extrato. Foi realizada a triagem fitoquímica utilizando a metodologia de Barbosa (2004) que apontou a presença de taninos, fenóis, flavonoides no extrato de Aveloz. Além disso, realizou-se a avaliação da atividade antioxidante por meio do mecanismo de redução do Molibdato ( $\text{Mo}^{+6}$  a  $\text{Mo}^{+5}$ ), usando como padrão o ácido ascórbico em diferentes concentrações, contudo, o extrato apresentou valores pouco representativos, sugerindo a repetição do experimento em concentrações mais baixas. A atividade fotoprotetora foi avaliada pela metodologia de Mansur (1996) que faz relação entre a absorbância do extrato com os efeitos eritematogênico causados pela radiação UV e a intensidade da luz medida em diferentes comprimentos de onda, os resultados obtidos foram divergentes com a literatura, fazendo-se necessário a repetição do teste utilizando outra metodologia de extração. Portanto, através da pesquisa realizada foi possível apontar a presença de compostos importantes no extrato de *Euphorbia tirucalli* sendo uma boa perspectiva para a ciência, uma vez que tais constituintes são responsáveis por prevenir e tratar diversas patologias. No entanto, os testes para avaliação antioxidante e fotoprotetora necessitam ser novamente feitos, com novas metodologias e concentrações menores.

**Palavras-chave:** Protetor Solar. Extrato. Aveloz.



## ABSTRACT

Excessive exposure to ultraviolet (UV) radiation causes skin lesion, such as premature aging, burns and even cancer. In order to prevent nocive effects resulting from this exposure, protection against sun is necessary, which is done with the sunscreen (PS). The PS are composed of active compounds and excipients, it also contains the Sun Protection Factor (SPF) that will define the effectiveness of the protection. Plant extracts are being used in sunscreen formulations, since several plants have active principles with photoprotective action. The plant *Euphorbia tirucalli*, known as Aveloz, can exhibit activity against sun and antioxidant activity, being an important discovery for science, stimulating new research and its use for therapeutic and preventive purposes. Therefore, the objective of this work was to obtain from the *Euphorbia tirucalli* extract, as well as to perform the phytochemical screening of the extract obtained, to evaluate the total antioxidant activity and photoprotective capacity. This study is of experimental character, and used cold maceration followed by percolation as methodology to obtain the extract. Phytochemical screening was carried out using Barbosa (2004) methodology, which showed the presence of tannins, phenols, flavonoids in the Aveloz extract. In addition, the antioxidant activity was evaluated by means of the reduction mechanism of Molybdate ( $\text{Mo}^{+6}$  to  $\text{Mo}^{+5}$ ), using ascorbic acid in different concentrations, however, the extract presented values that were not representative, suggesting the repetition of the experiment at lower concentrations. The photoprotective activity was evaluated by the methodology of Mansur (1996) that relates the absorbance of the extract to the erythemalogenic effects caused by UV radiation and the intensity of the light measured at different wavelengths, the results obtained were divergent with the literature, repetition of the test is required using another extraction methodology. Therefore, through the research carried out it was possible to point out the presence of important compounds in *Euphorbia tirucalli* extract being a good perspective for science, since such constituents are responsible for preventing and treating various pathologies. However, the tests for antioxidant and photoprotective evaluation need to be done again, with new methodologies and lower concentrations

**Key Words:** Solar protector. Extract. Aveloz.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Camadas da epiderme e células constituintes.....	18
<b>Figura 2:</b> Diferença de penetração dos raios UV-A e UV-B.....	21
<b>Figura 3:</b> Mapeamento da irradiação solar (kWh/m <sup>2</sup> ) no Nordeste do Brasil. ....	21
<b>Figura 5:</b> Atividade dos filtros físicos.....	27
<b>Figura 6:</b> Partes aéreas da <i>Euphorbia tirucalli</i> .....	31
<b>Figura 7:</b> Localização geográfica do local de coleta.....	33
<b>Figura 8:</b> Amostras coletadas.....	37
<b>Figura 9:</b> Amostras antes (1), durante (2) e após (3) a trituração.....	38
<b>Figura 10:</b> Solução durante e após a agitação magnética.....	38
<b>Figura 12:</b> Determinação de Taninos e Fenóis (A). Determinação de Flavonóides (B). Determinação de Polissacarídeos (C).....	40

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

UV	Ultravioleta
UV-A	Ultravioleta A
UV-B	Ultravioleta B
UV-C	Ultravioleta C
PS	Protetor Solar
FPS	Fator de Proteção Solar
CPM	Câncer de Pele Melanoma
CPNM	Câncer de Pele Não Melanoma
CB	Carcinoma Basocelular
CE	Carcinoma Epidermoide
HPV	Papiloma Vírus Humano
DNA	Ácido Desoxirribonucléico
SBD	Sociedade Brasileira de Dermatologia
DOPA	3,4-di-hidroxifenilalanina
VIS	Viível
BZ-3	Benzofenona-3
MBD	4-metilbenzilideno cânfora
FDA	Agência Regulatória Norte-Americana
ERO	Espécies Reativas De Oxigênio
ERN	Espécies Reativas de Nitrogênio
CPD	Ciclobutano de pirimidina

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1 Justificativa</b> .....	<b>15</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1 Objetivos Gerais</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>17</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
<b>3.1 Sistema natural de proteção da pele</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2 Radiação Solar</b> .....	<b>19</b>
3.2.1 Radiação UV-A .....	19
3.2.2 Radiação UV-B e Radiação UV-C .....	20
3.2.3 Incidência de radiação solar no Brasil .....	21
<b>3.3 Efeitos da radiação UV sobre a pele</b> .....	<b>22</b>
3.3.1 Câncer de pele .....	22
3.3.2 Fotoenvelhecimento e fotossensibilidade .....	24
<b>3.4 Fotoprotetores</b> .....	<b>25</b>
3.4.1 Filtros químicos ou orgânicos .....	26
3.4.2 Filtros físicos ou inorgânicos .....	27
<b>3.5 Fator de Proteção Solar</b> .....	<b>28</b>
<b>3.6 Radicais livres e Proteção solar antioxidante</b> .....	<b>29</b>
<b>3.7 <i>Euphorbia tirucalli</i></b> .....	<b>30</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>33</b>
<b>4.1 Métodos experimentais</b> .....	<b>33</b>
4.1.1 Material botânico e preparo da amostra .....	33
4.1.2 Obtenção do extrato .....	34
4.1.3 Triagem fitoquímica .....	34
4.1.3.1 Determinação de Tatinos e Fenóis .....	34
4.1.3.2 Determinação de Flavonóides .....	34
4.1.3.3 Determinação de Polissacarídeos .....	35
4.1.4 Avaliação de capacidade antioxidante total .....	35
4.1.5 Avaliação da atividade fotoprotetora .....	35
<b>5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>37</b>

5.1 Obtenção do extrato.....	37
5.2 Triagem fitoquímica .....	39
5.3 Avaliação de capacidade antioxidante total.....	42
5.4 Avaliação da atividade fotoprotetora.....	43
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O contato entre o sol e a pele é essencial, porém o tipo e o tempo de exposição determinam o quanto esse contato trará danos à saúde dos indivíduos. A radiação ultravioleta (UV) é responsável pelos efeitos do sol na pele. Tais efeitos podem ser rápidos como, por exemplo, a manifestação de pigmentos, manchas, queimaduras e entre outros ou podem ser tardios como envelhecimento precoce cutâneo e a alteração das células da pele, promovendo o câncer. A maior parte das patologias e reações cutâneas fotobiológicas é resultado de exposições frequentes ao sol. Essas exposições causam diferentes mecanismos no organismo humano que podem ser benéficos, devido à frequência e intensidade baixa de radiação, como a estimulação de vitamina D promovendo a absorção de cálcio; e prejudiciais em razão do aumento do tempo e energia, como a mutação do DNA da célula acarretando o processo de neoplasia. A radiação solar é composta de espectro de comprimento de ondas que são divididas em diferentes tipos (BALOGH et al., 2011; RIBEIRO et al, 2017).

Existem dois tipos de radiações que não são bloqueadas pela camada de ozônio e possibilitam lesões de pele, que são a radiação UV-A e a radiação UV-B. A primeira pode chegar até camadas profundas da pele afetando o tecido conjuntivo, enquanto que a segunda atinge a pele mais superficialmente, mas devido possuir alta energia pode causar danos imediatos e tardios. Os efeitos da radiação UV na pele são cumulativos e podem promover a formação de espécies reativas de oxigênio causando modificações celulares, muitas vezes gerando efeitos irreversíveis. O tipo UV-B tem maior capacidade de alterar o DNA das células da pele com a produção de fotoprodutos e dímeros ciclobutano de pirimidina que estão envolvidos no processo de mutações nas células epidérmicas que resulta em células cancerígenas. Caso a frequência de prejuízos for excedente à capacidade de reparação do DNA há maior possibilidade de formação de tumor. (COSTA, DALL'IGNA, 2018; HAYASHIDE et al, 2010; SIMIS, SIMIS, 2006).

O tipo de câncer mais frequente, no Brasil, é o de pele não melanoma, responsável por 30% de tumores malignos registrados no território brasileiro. São esperados 165.580 novos casos, destes 85.170 em homens e 80.410 em mulheres para o ano de 2018. O câncer de pele não melanoma (CPNM) pode apresentar diferentes linhagens de tumores, isso se explica pela característica desse órgão ser heterogêneo, sendo assim, o carcinoma basocelular e o carcinoma epidermoide são detectados frequentemente. Este tipo de neoplasia, se descoberta precocemente, tem grande possibilidade de obtenção de cura (INCA 2018)

Ademais, o estresse oxidativo causado devido à exposição excessiva aos raios solares provoca danos no sistema imune cutâneo que gera um estado de imunossupressão local modificando o sistema de defesa contra o tumor. Existem substâncias antioxidantes que quando em baixas concentrações, comparada com o substrato oxidável, elimina ou previne a oxidação do substrato. Portanto, antioxidantes são compostos com capacidade de proteger os sistemas biológicos de danos ou reações que estimulam a oxidação de células e macromoléculas. Eles são capazes de impedir e diminuir os danos causados pelos radicais livres nas células, esta função pode ser encontrada em espécies vegetais, sendo assim o uso de extratos vegetais com capacidade antioxidante é de grande utilidade na prevenção de doenças como o câncer de pele. De modo específico, os fotoprotetores são utilizados atualmente com o objetivo de tratar e prevenir os danos à pele causados pela radiação (FREITAS, 2014).

A fotoproteção previne danos à pele que poderiam ser causados pela exposição a radiações ultravioletas, como relatam diversos estudos. Existem tipos diferentes de fotoproteção, como por exemplo, o filtro solar, as roupas, os acessórios e a exposição responsável. Os filtros solares protegem a pele dos raios solares, sendo classificados em químicos e físicos; estes se diferenciam de forma que os químicos absorvem os raios ultravioletas e os físicos os refletem. Além disso, o uso de extratos vegetais em formulações de cosméticos é crescente, devido a grande variedade de plantas medicinais com capacidade de prevenção e cura de doenças. (COSTA; DALLIGNA, 2018; SANTOS, HOBMEIR, 2017; SILVA, 2008).

A maioria da população de países em desenvolvimento utiliza plantas medicinais e extratos vegetais buscando efeito de cura ou prevenção de patologias. No Brasil, essa prática se torna muito mais fácil e comum, pois a região proporciona uma variedade vegetal extensa e a população não necessita de alto custo financeiro para a obtenção das plantas. A medicina alternativa usando plantas em terapias e curas de patologias é tão antigo quanto a espécie humana. Atualmente, ainda é possível encontrar, com frequência, plantas medicinais sendo comercializadas em feiras livres e até mesmo achadas em quintais de residências (IANCK et al, 2017; MACIEL et al., 2002).

As plantas do gênero *Euphorbia*, principalmente a espécie *Euphorbia tirucalli*, têm tido relevância quando são utilizadas na medicina popular, pois possui propriedades como: antivirais, antimicrobiano, anticancerígenas, cicatrizante, antiúlceras, anti-helmínticos e antissifilíticos. *Euphorbia tirucalli* L. (*Euphorbiaceae*) é popularmente conhecida, no Brasil,

como “AVELOZ”. A Aveloz é uma planta muito ocorrente no Nordeste brasileiro, porém é originalmente uma espécie Africana. Pode medir até 7 metros de altura e 15 centímetros de diâmetro possuem galhos duros e cilíndricos. É utilizada com frequência pela população brasileira e sem discriminação como tratamento complementar contra o câncer e outras patologias, como a AIDS, asma e sífilis. (ALVES, 2012; SANTOS, 2013)

Além de todas estas características, alguns estudos apontam que o extrato da Aveloz possui a propriedade fotoprotetora, sendo seu uso sugerido em aplicações preventivas (ORLANDA, VALE, 2015). Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho é obter o extrato da Aveloz pelo método de maceração a frio seguida de percolação das partes, realizar triagem fitoquímica do por ensaios colorimétricos extrato obtido e determinar a capacidade antioxidante e a atividade fotoprotetora.

### **1.1 Justificativa**

Devido ao brasileiro se expor ao sol de forma inadequada, sem proteção e sem conhecimento de riscos à saúde, o índice de casos novos de câncer de pele cresce a cada dia. A exposição solar sem responsabilidade pode acarretar diversos problemas, como o envelhecimento cutâneo precoce, fotoalergia, fototoxicidade e neoplasias. Visando a prevenção de tais problemas, o uso de protetor solar é indispensável.

A planta *Euphorbia tirucalli* pode apresentar a atividade fotoprotetora em seu extrato, sendo um benefício para os indivíduos, uma vez que muitos extratos vegetais estão sendo inseridos em composições de cosméticos, como no protetor solar. O Brasil é um país rico em biodiversidade, logo, a prática de utilizar plantas na prevenção e tratamento de doenças se torna mais comum, não sendo necessário o alto custo financeiro. Devido a variabilidade fitoquímica das plantas é importante estudá-las em diferentes solos e regiões.

Sendo assim, faz-se necessário pesquisar os compostos presentes na planta, a capacidade de ação antioxidante e a propriedade de proteção aos raios solares do extrato da planta *Euphorbia tirucalli* localizada no interior no Rio Grande Do Norte/Brasil, que pode ser útil em composições de protetor solar visando à prevenção de danos a pele devido à exposição ao Sol.

Dito isto, o resultado do presente estudo será extremamente importante, visto que o extrato poderá conter a capacidade de proteção contra os raios solares, bem como ter a atividade antioxidante e posteriormente ser usado em cosméticos, prevenindo o câncer de pele e afecções



relacionadas à exposição solar. Além disso, os resultados poderão indicar o melhor uso da planta na medicina alternativa com o objetivo de cura e profilaxia.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivos Gerais**

Realizar triagem de constituintes químicos capazes de agir na prevenção e tratamento de doenças e analisar a atividade de proteção aos raios solares do extrato hidroalcoólico da planta *Euphorbia tirucalli*, bem como sua atividade antioxidante.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Obter o extrato da planta coletada na praia de São Cristóvão/RN, usando a metodologia de extração por maceração a frio seguido de percolação das partes aéreas da planta;
- Indicar a presença de compostos químicos do extrato obtido por meio de uma triagem fitoquímica;
- Analisar capacidade antioxidante total, pela redução do  $\text{Mo}^{+6}$  a  $\text{Mo}^{+5}$ ;
- Avaliar *in vitro* a atividade de proteção aos raios solares, mediante varredura em espectro de absorção nas regiões UV-A e UV-B;

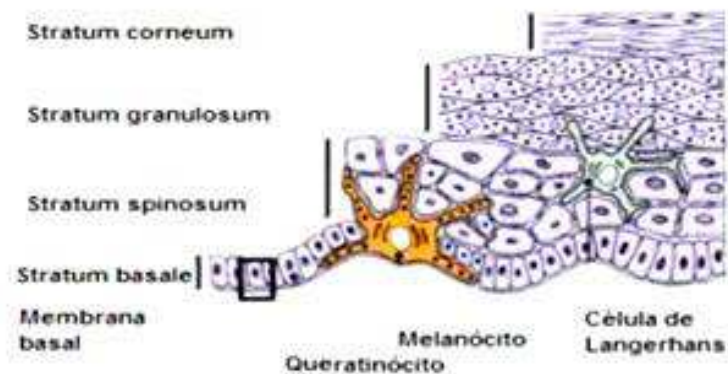
### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Sistema natural de proteção da pele

O sistema tegumentar é composto pela pele e seus anexos e tem a função de revestir o corpo, protegendo-o de perda de água, atrito, infecção de microrganismos e radiação ultravioleta. Além disso, tem função na assimilação sensorial, na regulação térmica, na síntese de vitamina D, na secreção de lipídios protetores e excreção de íons. A pele é o maior órgão do corpo humano e é constituída de algumas camadas: epiderme, derme e hipoderme (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2013).

A pele desenvolve processos físico-químicos complexos e preparados para proteger o organismo de invasão de agressores externos. A epiderme é composta por células distintas devido à morfologia, grau de maturação e nível de profundidade. Esta camada ainda contém cinco estratos, são eles: córnea, lúcida, granulosa, espinhosa e basal. Dentre as células constituintes da epiderme estão os melanócitos, células que possuem pigmentos de melanina tendo a função protetora contra radiação ultravioleta (BARBOSA, 2011).

**Figura 1:** Camadas da epiderme e células constituintes.



Fonte: (BARBOSA, 2011)

Os melanócitos, localizados na camada basal, têm característica de serem arredondados com extensos prolongamentos, citoplasma claro e núcleo de formado oval. São chamadas de melassomas quando estão em vesícula membranosas, estas oxidam a tirosina em 3,4-dihidroxi-fenilalanina (DOPA) por meio da enzima tirosinase e convertem a DOPA em melanina, sendo de cor pardo-amarelo ou marrom-escuro. Através da fagocitose dos prolongamentos, os grãos de melanina são postos nas células localizadas no extrato basal e espinhoso. Assim, o

conteúdo da melanina é concentrado sobre o núcleo, com isso consegue proteger o DNA da radiação UV (MONTANARI, 2016).

### 3.2 Radiação Solar

A radiação solar é conceituada como a energia que o Sol libera sendo propagada como energia eletromagnética. Esse tipo de energia tem relação com cargas elétricas velozes que propagam energia, ou seja, está relacionado com as modificações pontuais do campo elétrico que causa uma alteração no campo magnético. Dessa forma, o campo elétrico desequilibra de maneira perpendicular ao campo magnético formando uma propagação radialmente. Todas as faixas espectrais da radiação eletromagnética são as consequências da interação do campo elétrico com o magnético e se diferenciam dependendo do tipo de contato com a matéria. Assim, existem diferentes regiões de espectro eletromagnético: Raios  $\gamma$ , Raios-X, Raios Ultravioletas (UV), Visível (VIS), Infravermelho, Micro-ondas ou Ondas de rádio (GÓMEZ et al., 2018).

Conforme o Quadro 1, a radiação solar é composta de espectro de comprimento de ondas que começa no Infravermelho (faixa invisível), passando pelas faixas visíveis e findando na radiação UV (NEVES, 2017).

**Quadro 1:** Faixas de espectro da radiação solar.

Faixa Invisível	Faixa Visível						Faixa Invisível
Ultravioleta	Violeta	Azul	Verde	Amarelo	Laranja	Vermelho	Infravermelho
100 1700	400	425	490	575	585	650	800
Comprimento de onda ( $\lambda$ ) nm							

Fonte: Adaptado de NEVES, 2017.

Os raios infravermelhos são responsáveis por 54,3% de toda a radiação que alcança a Terra, 39% é luz visível e, aproximadamente, 6% são os raios UV. A radiação UV é dividida em: UV-A (320 a 400 nm), UV-B (280 a 320 nm) e UV-C (100 a 280 nm) (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007; NEVES, 2017).

#### 3.2.1 Radiação UV-A

Enquanto boa parte dos raios UV-B e UVC são absorvidos pelo ozônio (composto que possui função de fotoabsorção, dependendo de temperatura, tempo, altitude e longitude) presente na cama de ozônio, a passagem dos raios UV-A é totalmente liberada. Essa passagem

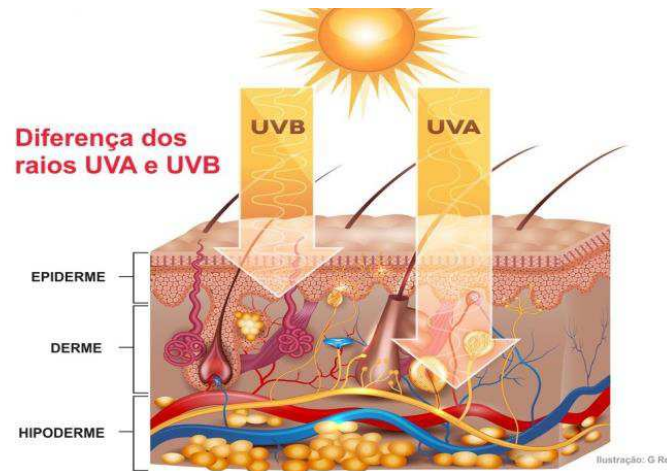
é ainda mais fácil quando há degradação da camada de ozônio resultado da poluição. Os raios UV-A possuem de 320 a 400 nm, como o comprimento da onda correspondem à possibilidade de penetração dos raios UV e é de proporções inversas ao volume energético de radiação, entende-se que a radiação UV-A tem ondas longas, logo não é absorvida pela atmosférica e chega com facilidade na superfície do planeta e tem maior possibilidade de atingir a derme. Por penetrar a derme tem capacidade de bronzear e, por isso, é o raio que mais causa fotoenvelhecimento (MELO; RIBEIRO, 2015).

### 3.2.2 Radiação UV-B e Radiação UV-C

A radiação UV-B é absorvida pelo ozônio, cerca de 90%, porém, como resultado do uso de substâncias que emitem átomos de cloro que reagem com esse composto, nas últimas décadas houve um decréscimo da camada de ozônio. A cada década ocorre a redução de 2% da camada. É confirmado que a cada 1% de degradação da camada de ozônio há o avanço de 1 a 2% dos raios UV-B atingindo a superfície da Terra, com isso aumenta o número de casos de câncer de pele, pois há riscos de alterações no DNA das células. Estes raios são constituídos de alta energia que pode causar queimaduras na pele e estimular o envelhecimento cutâneo, além de inibir a resposta imunológica da pele sendo considerado o raio mais nocivo (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007; NEVES, 2017).

Os raios UV-C têm maior potencial de lesionar os seres vivos, uma vez que possui elevada quantidade de energia. Nenhum raio UV-C consegue atingir a superfície da Terra, pois ocorre a absorção pelo oxigênio e pelo ozônio. Porém, os raios UV-A e UV-B são emitidos aos seres vivos e os efeitos da exposição a essa radiação são maléficis à pele. A figura 2 demonstra a diferença de penetração desses raios na pele. Logo, faz-se necessário o uso diário de protetores para barrar tal radiação, evitando possíveis patologias (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007).

**Figura 2:** Diferença de penetração dos raios UV-A e UV-B

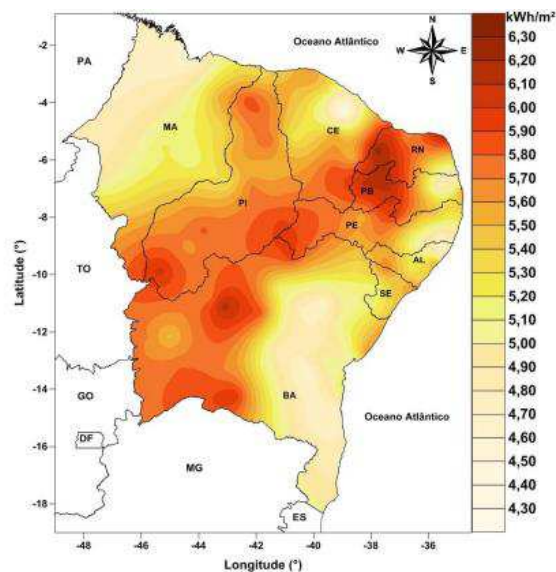


Fonte: <https://www.medicinamitoseverdades.com.br/blog/diferenca-dos-raios-uva-e-uvb>

### 3.2.3 Incidência de radiação solar no Brasil

No Brasil, o fluxo de radiação é, relativamente, de valores próximos em todas as regiões geográficas. Porém, o fluxo de radiação solar do Brasil é maior quando comparado com outros países da Europa. A região Nordeste tem maiores valores de irradiação (de 5 kWh/m<sup>2</sup> a 6 kWh/m<sup>2</sup>), tendo maior média e menor variabilidade anual quando comparado com outras regiões. Já os menores valores de irradiação global (de 4 kWh/m<sup>2</sup> a 5 kWh/m<sup>2</sup>) são observado na região Sul (MARTINS et al., 2006). A Figura 3 apresenta os níveis de irradiação solar no Nordeste brasileiro.

**Figura 3:** Mapeamento da irradiação solar (kWh/m<sup>2</sup>) no Nordeste do Brasil.



Fonte: (LIMA, 2015)

Estudos mostram que o Nordeste brasileiro tem altos índices de irradiação solar, isso se explica pela baixa nebulosidade, afetando mais o Sertão. É observado que os mais altos índices de irradiação solar são no Sertão. Na faixa litorânea, os maiores valores de irradiação solar são observados no Nordeste, principalmente no estado do Rio Grande do Norte. Além disso, a irradiação solar varia de maneira temporal, associando variações com fenômenos da região. Logo, algumas áreas podem receber a radiação solar de maneira mais forte, podendo aumentar essa intensidade em determinadas épocas do ano (LIMA, 2015).

### **3.3 Efeitos da radiação UV sobre a pele**

As ações da pele em resposta a exposição solar, é dividida em: aguda ou imediata e crônica ou tardia. As agudas são conceituadas como eritemas, bronzeamento e entre outras, elas se desenvolvem e somem a curto espaço de tempo. As crônicas tem apresentação gradual e em longo prazo, como fotoenvelhecimento e câncer de pele. A exposição à radiação UV é a causa ambiental que mais atinge a pele e a saúde humana. Estudos apontam que, em média, até os 18 anos de vida um indivíduo chega a 25% de exposição solar total. Isto se explica pela frequência e intensidade de exposição nessa etapa da vida, onde 50% a 80% da radiação são responsável pelos efeitos cumulativos provenientes da radiação UV (BATISTA et al., 2013).

A exposição prolongada e excessiva também causa o estresse oxidativo nas células da pele, tal evento pode ocorrer de diferentes métodos, como por exemplo, o aumento de produção de oxidantes em decorrência da exposição à radiação UV. O estresse oxidativo pode causar prejuízos no DNA, proteínas, lipídios e carboidratos (FREITAS,2014).

#### **3.3.1 Câncer de pele**

A neoplasia mais diagnosticada no território brasileiro é o câncer de pele não melanoma (CPNM). Esta corresponde a 30% de lesões malignas registradas. Porém, se diagnosticada previamente, tem grande possibilidade de cura. O tipo não melanoma, apesar de possuir alta taxa de incidência, é caracterizado por baixo índice de mortalidade. Pra o ano 2018 são denunciados 165.580 novos casos, dos quais 85.170 em homens e 80.410 em mulheres (INCA 2018).

De acordo com a Sociedade Brasileira de Dermatologia (2018), o CPNM é definido como o crescimento sem controle e anormal das células constituintes da pele. Essa expansão

descontrolada provoca o desenvolvimento de células cancerígenas. Dependendo da forma e o tipo de célula atingida, pode se desenvolver diversos tipos diferentes de câncer, os mais frequentes são os carcinomas basocelulares (CB) e epidermoide ou espinocelulares(CE). Diferente dos carcinomas, o melanoma é um tipo de câncer de pele (CP) considerado raro e mais agressivo, tornando-se letal na maioria dos casos.

O Carcinoma Basocelular possui maior incidência e surge nas partes do corpo onde há maior exposição aos raios solares, como orelhas, face, couro cabeludo e outras regiões. O acometimento do CB é relacionado com a quantidade e tipo de exposição solar e idade do indivíduo. Ou seja, quanto mais velho e mais exposto ao sol maior a possibilidade de ser humano desenvolver o CB. Esse tipo de lesão tem origem nas células basais, motivo pelo qual foi nomeado como basocelular. As células são atingidas na camada mais íntima da pele, porém, caso sejam tratadas precocemente tem grande perspectiva de cura. A categoria mais comum de CB é o nódulo-ulcerativo caracterizado como papila vermelha com crosta central apresentando brilho e sangramentos recorrentes (SBD, 2018; SILVA; DIAS, 2017).

Responsável por 20% dos casos de CPNM, o Carcinoma Espinocelular (CE) tem origem na fase escamosa da epiderme. A mutação do gene p53 é a base molecular mais importante do CE e o principal fator etiológico é a radiação ultravioleta (UV), dessa forma todas as regiões expostas à radiação UV têm possibilidade de desenvolver este tipo de lesão. Olhos e cabelos claros, infecção pelo Papiloma Vírus Humano (HPV), imunossupressão, úlceras crônicas são outras causas do acometimento do CE. Mais diagnosticado em homens, o CE apresenta-se com coloração avermelhada denominadas, geralmente, como machucados ou úlceras descamativas, grossas, de difícil cicatrização e rara ocorrência de sangramento (OLIVEIRA et al., 2018).

O Câncer de Pele do tipo Melanoma (CPM), apesar de ser menos periódico, geralmente, tem prognóstico ruim, mas caso seja tratado inicialmente pode ter boa resposta terapêutica. Além disso, tem alta possibilidade de metástase e índice de letalidade avançado. São esperados, para 2018, 6.260 novos casos de CPM. Representa 3%, apenas, dos tumores malignos registrados no país. O CPM é originado nos melanócitos, células produtoras de melanina. Geralmente, surgem em locais do corpo com mais exposição à radiação solar. A lesão pode parecer com sinal de pele ou pinta de cor acastanhada ou negra, em geral, muda de formato, tamanho e cor, podendo ocorrer sangramentos. Indivíduos de pele clara e com frequente exposição à radiação solar com fototipos I e II tem mais probabilidade de adquirir a patologia (INCA 2018; SBD, 2018).



De acordo com o Instituto Nacional do Câncer (INCA), o tratamento mais apropriado para o CPNM é a cirurgia. No CB com pouca expansão é possível tratar com soluções medicamentosas de uso tópico ou radioterapia, já no CE o tratamento principal é a cirurgia seguida de sessões de radioterapia. Para o CPM a cirurgia é o tratamento mais indicado, mas dependendo do estágio da doença a radioterapia e a quimioterapia é capaz de tratar o câncer. O CPM, por ser muito agressivo, tem grande possibilidade de metástase (migração das células cancerígenas para outros órgãos), sendo assim na maioria dos casos não há possibilidade de cura, logo o tratamento é focado no alívio dos sintomas e melhor qualidade de vida do paciente.

### 3.3.2 Fotoenvelhecimento e fotossensibilidade

Além das neoplasias citadas, segundo a Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD) a exposição ao sol pode desencadear outros problemas à pele das pessoas, como a fotossensibilidade. Caracterizada como uma resposta anormal da pele, induzida por substâncias químicas, a uma exposição solar ou fonte de luz artificial, a fotossensibilidade pode ser identificada como lesões em áreas atingidas ou em outras áreas do corpo não atingidas pelo sol ou luz artificial. Essa reação pode ser vista 30 minutos após a exposição ou dias depois e é classificada em dois tipos: fotoalérgica e fototóxica. A primeira é infrequente, acontece quando há uma interação entre substâncias químicas usadas pelo indivíduo com a radiação UV provocando uma alteração na pele e formando outras substâncias. Com isso, o corpo reage atacando as novas moléculas formadas na pele, essa reação demora de um à três dias para ser vista e pode espalhar por todo o corpo. A reação fototóxica é o resultado da relação de energias advindas de compostos que provocam fotossensibilidade com exposição à luz, seja solar ou não, como por exemplo a interação entre o limão com o sol. Os danos são vistos no local onde houve a exposição, ou seja, afeta apenas a área exposta, porém, pode permanecer por longo espaço de tempo. O tratamento para ambas as reações é o uso de medicamentos por via oral ou uso tópico, sob prescrição médica.

O envelhecimento cutâneo é o modo frequente no qual ocorre à mudança na forma, funcionalidade e composição das moléculas do corpo, e pode ser estimulado com a exposição solar sendo considerado um efeito maléfico do contato com a radiação UV. Pode ser dividido em: envelhecimento intrínseco cutâneo que é um processo natural e cronológico do organismo e envelhecimento extrínseco, também denominado de fotoenvelhecimento que é o processo causado pela exposição aos raios solar. O envelhecimento causado por fatores ambientais, como o contato com radiação solar, causa danos maiores e mais agressivos à pele intensificando o processo de envelhecimento natural (BARONI et al., 2012; RIBEIRO et al., 2017).

Devido à pele ser um órgão exposto, há um contato maior e frequente com o sol. O envelhecimento causado por esse contato é capaz de alterar a pigmentação, causar rugas, provocar manchas e causar atrofia neste órgão. Esses efeitos são explicados pela constrição de uma das cinco camadas da epiderme, a espinhosa, e a depressão do ponto de junção da derme e epiderme. Dessa forma, ocorre uma atenuação das células de Langerhans que são encarregadas pela imunidade da pele. Assim, os queratinócitos envelhecidos não irão sofrer apoptose e ficarão predispostos a alterações no DNA, fator primordial no desenvolvimento de células cancerígenas. Os melanócitos, por sua vez, também diminuem e modificam a densidade da melanina. A exposição solar rápida a pele causa a hiperpigmentação cutânea, retardando a produção uma melanina nova, esse efeito pode ser revertido. Porém, a exposição demorada ao sol, é capaz de causar modificações absolutas na quantidade e distribuição da melanina, pigmento essencial para proteção (COSTA, MONTAGNER, 2014).

Além da exposição responsável ao sol, o uso de PS é uma prática fundamental na prevenção de neoplasias de pele, fotossensibilidade, fotoenvelhecimento e outros efeitos ruins. Os PS tem o objetivo de filtrar os raios UV, evitando os efeitos causados por eles. (SILVA et al., 2015)

### **3. 4 Fotoprotetores**

A camada de ozônio é responsável por impedir a passagem ou filtrar a radiação UV, bloqueando os raios com comprimento de onda menor que 200 nm. Com a degradação da camada de ozônio, devido à poluição, os níveis de radiação UV-A, UV-B, UV-C e Infravermelha tem crescendo substancialmente. Tendo em vista os prejuízos à saúde causados por essa radiação e com o aumento do número de casos novos de câncer de pele e doenças dermatológicas, o uso adequado de fotoprotetores é essencial, uma vez que são eficientes contra os efeitos nocivos destes raios. Existem vários tipos de PS, que se diferenciam por suas funções de dispensar, refletir ou absorver os raios (RENNÓ; RENNO; NASSIF, 2014).

Os PS, segundo suas constituições químicas, características físicas dos princípios ativos, têm o objetivo de amenizar os efeitos nocivos causados pelos feixes UV. São classificados em orgânicos ou químicos aqueles que possuem propriedade de absorção e inorgânicos ou físicos aqueles que são capazes de dispensar e refletir. Os orgânicos possuem em suas constituições compostos de origem orgânica e os inorgânicos possuem óxidos metálicos. Em geral, os químicos protegem a pele por meio da absorção da radiação e os físicos pela reflexão. Existem, no entanto, filtros com a propriedade química de absorção e são capazes de refletir a radiação,

sendo considerado um filtro de função física, também. (FERREIRA; OLIVEIRA; BARZOTTO, 2017).

Os PS são constituídos de compostos ativos e veículos, e o Fator de Proteção Solar (FPS) somado as propriedades físico-químicas definirá a sua eficácia. Precisa ser seguro, econômico e estável, com isso entende-se que a eficiência do produto depende da sua formulação. São usados como base dessas formulações os géis, emulsões e cremes. As emulsões podem ser formadas de filtros hidrossolúveis ou lipossolúveis. Conseguir manter, por longo espaço de tempo, estáveis os tipos de emulsões usadas nas formulações dos PS é um desafio a ser solucionado, uma vez que possuem em suas constituições formas cosméticas emulsionadas, e nelas existem substâncias que reagem com os raios solares. Geralmente, soluções são utilizadas de forma errada, muitas vezes em condições de alta exposição ao calor e a luz. Esse problema pode ser solucionado quando existe escolha elaborada e eficaz nas substâncias que irão constituir as formulações (FERREIRA; OLIVEIRA; BARZOTTO, 2017; MILESI; GUTERRES, 2002).

#### 3.4.1 Filtros químicos ou orgânicos

Estes são constituídos por moléculas orgânicas que tem potencial de absorver a radiação UV que possuem alta energia, e altera-la para energias mais baixas, sem o poder de causar danos aos indivíduos. De modo geral, são ativos aromáticos associados a grupos carboxílicos, que podem possuir no arranjo orto ou para no anel aromático um doador de elétrons, como amina ou metoxila. Com a absorção da radiação UV ocorre o estímulo do orbital molecular adicionado com maior energia com o orbital molecular vazio de menor energia. Assim, quando há o retorno de suas formas fundamentais, soltam a energia absorvida em forma de calor ou luz. Isso é explicado por possuírem várias duplas ligações, tanto no anel aromático como na cadeia linear. Dessa maneira, os filtros orgânicos absorvem a radiação maléfica e transforma-a em energia inócua à saúde (Figura 4). Os filtros químicos mais utilizados são: Benzofenona-3(BZ-3), 4-metilbenzilideno cânfora (MBC) e 4-metoxicinamato-2-etilhexila (OMC).

Tais compostos podem ser divididos em filtros, o UV-A que barra a radiação UV-A, filtro UV-B que protege contra os raios UV-B e existe, ainda, filtro de maior espectro que possuem a capacidade de defesa ante os raios UV-A e UV-B. Os filtros orgânicos são considerados eficazes na estabilidade fotoquímica, com espalhamento, fáceis dissoluções, apresentam resistência ao contato de líquidos, como água e não devem causar alergia e irritabilidade (BALOGH et al.,2011; FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007).

**Figura 4:** Atividade do filtro orgânico

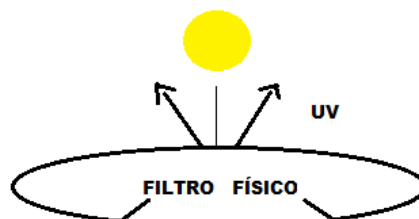


Fonte: Adaptado de NEVES, 2017.

### 3.4.2 Filtros físicos ou inorgânicos

Os PS que possuem em suas composições os óxidos de ZnO, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, são considerados filtros inorgânicos e têm como principal função refletir os raios de maneira que forma uma barreira protetora. Devido à baixa capacidade de irritabilidade, é visto como o tipo de filtro mais seguro e eficiente, recomendado para uso de pessoas com muita sensibilidade como crianças e pessoas em tratamento de doenças dermatológicas, pois possuem boa estabilidade e não reagem com filtros orgânicos sendo considerados não tóxicos. Este tipo é composto de partículas mínimas, obtém mais efeito se essas partículas forem do tamanho do raio que se quer espalhar. São visíveis devido a uma camada opaca criada pelo filme das partículas na pele. Assim, uma desvantagem para o mercado de cosméticos é o desenvolvimento de aspecto opaco de cor branca quando aplicado na pele, possibilitando a transferência para roupas e acessórios, além disso, pode estimular a formação de microcomedões, com risco de não eficácia da fotoproteção (BALOGH et al.,2011; FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007)

**Figura 5:** Atividade dos filtros físicos.



Fonte: Adaptado de NEVES, 2017.

### 3.4.3 Fotoproteção por roupas e acessórios

É bastante importante o uso de vestimentas fotoprotetoras, pois nem todos os tipos de tecidos protegem adequadamente contra a radiação UV. A função de proteger dependerá do tipo de tecido, cor, modelo e métodos de confecção. As cores escuras potencializam de três a cinco vezes o fator de proteção do tecido, no entanto, o fator de proteção diminui com o alargamento do tecido e umidade. Os tecidos que têm maior função de proteção são: lã, poliéster, nylon e seda. Existem, também, acessórios com propriedade de fotoproteção, como bonés e óculos escuros. Indivíduos de todas as idades devem fazer uso desses recursos visando à prevenção de câncer de pele e doenças dermatológicas. Os bonés devem ser de visera ampla para que cubra rosto e pescoço. A Academia Americana de Oftalmologia indica que as lentes dos óculos escuros protejam 99% da radiação UV-A e UV-B. Além disso, lugares com sombra e arborizados, também, são capazes de reduzir os danos causados pelos raios solar diretamente, indiretamente existem raios emitidos ao redor destes locais com sombra, sendo assim, não há total proteção. (SÁNCHEZ; DELAPORTE, 2008)

### 3.5 Fator de Proteção Solar

Considerado o dado determinante para medir a eficácia de um filtro solar, o Fator de Proteção Solar (FPS) é utilizado universalmente. Friedrich Ellinger, em 1934, fez a primeira descrição a respeito da ação protetora dos protetores solar, utilizando a Dose Eritematosa Mínima da pele com e sem proteção nos respectivos antebraços, usando lâmpada de mercúrio e um coeficiente de proteção que era relatado uma vez que a proteção aumentava. Posteriormente, foi criado o “Fator de Schulze” tendo como autor Rudolf Schulze que sugeriu calcular o fator de proteção em que era fracionado o tempo de exposição necessário para causar eritema com o protetor e o tempo de exposição necessário para induzir eritema sem protetor, utilizando feixes de lâmpadas com espectro de radiação aproximado aos raios solares. Apenas em 1974 surgiu o termo Fator de Proteção Solar (FPS), que é uma designação moderna do “Fator de Schulze”. Logo, o FPS passou a ser usado universalmente, porém, não havia padronização do método. Sendo assim, em 1978, a Agência Regulatória Norte-Americana FDA apresentou a primeira normatização de FPS (SCHALKKA; REIS, 2011).

FPS é conceituado pela Agência Regulatória Norte-Americana FDA como a razão numérica entre a Dose Eritematosa Mínima da pele com protetor solar (Que deve ser aplicado  $2 \text{ mg/cm}^2$ ) e a Dose Eritematosa Mínima da pele sem proteção. Segundo a legislação vigente, a determinação do FPS de um produto é necessária que seja feita *in vivo*. Assim, para que um produto tenha seu FPS determinado, é necessário que um grupo de 20 pessoas voluntárias de diferentes fototipos seja submetido à aplicação de doses de radiação UV advindas de luz

artificial, as doses são feitas em área da pele protegida com o produto em estudo (na quantidade de  $2 \text{ mg/cm}^2$ ) e outra parte não protegida. Depois de 16 até 24 horas das doses recebidas é feita a leitura da Dose Eritematosa Mínima das áreas e realizado o cálculo de divisão. O FPS do produto a partir da média de todos os voluntários submetidos ao estudo (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2002; SCHALKA; REIS, 2011).

O FPS é o principal indicador de proteção que um produto pode apresentar, analisando o tempo de exposição solar e comparando com exposição sem proteção. Então, se um produto oferece FPS 30, quer dizer que é preciso uma exposição solar 30 vezes maior para causar eritema, quando contrastado com a exposição sem uso do produto. No entanto, estudos apontam que o usuário de protetor solar aplica o produto em quantidade bastante inferior a  $2 \text{ mg/cm}^2$ , cerca de 0,39 a  $1,3 \text{ mg/cm}^2$ , isso implica em uma redução do filme protetor, devido as irregularidades da superfície da pele. Logo, Osterwalder e Herzog afirmam que se não houver aplicação uniforme e em quantidade insuficiente o melhor fotoprotetor não irá oferecer proteção eficiente. Isto é, o valor do FPS é relativo de acordo com as condições de aplicação, uma vez que é indiferente o FPS 30 e 35 se, na prática, não é feito o uso adequado. A tabela abaixo mostra as categorias de protetor solar de acordo com o FPS (SCHALKA; REIS, 2011):

**Quadro 2:** Níveis de proteção segundo o valor de FPS

Nível de proteção	FPS
Máximo	>50
Alto	30-50
Médio	15-30
Baixo	2-15

Fonte: Adaptado de SCHALKA; REIS, 2011.

Para determinação de FPS existe, também, teste laboratorial *in vitro*, que é feito por meio de espectrofotometria sendo uma alternativa simples e viável. Além disso, outros métodos aprimorados podem ser encontrados, estes necessitam de reagentes sofisticados como o teste de bloqueio da supressão de síntese de DNA (ROCA; MOREIRA; MOREIRA, 2011).

### 3.6 Radicais livres e Proteção solar antioxidade

O maior órgão do corpo humano é a pele, ela tem grande importância na relação entre o ambiente e o organismo tendo função de proteção contra agentes físicos, químicos, e microrganismos agressores capazes de modificar a forma e o funcionamento da pele, em virtude

da formação de espécies reativas de oxigênio (ERO) e nitrogênio (ERN). Para manter a homeostasia das células essas espécies são muito importantes desde que haja o controle na formação e remoção delas. Porém, quando há um desequilíbrio deste mecanismo é gerado um estado pró-oxidante resultando em estresse oxidativo. Os radicais livres são moléculas ou átomos que apresentam elétrons não pareados nos orbitais mais externos, com isso são instáveis e reativos que tendem a se ligar com moléculas vizinhas, gerando estresse oxidativo capaz de causar danos às células (FREITAS, 2014; LADEIRA; OLIVEIRA; SILVA, 2013).

A exposição prolongada a radiação UV é um risco potencial para câncer de pele. A radiação UV-B é mais eficaz em modificar o DNA com a produção de fotoprodutos e dímeros ciclobutano de pirimidina (CPD), estes participam das mutações nas células epidérmicas e resultando em células cancerígenas. Se a constância de danos for superior a capacidade de reparação do DNA pode gerar o tumor. O estresse oxidativo causado pela exposição prolongada ao sol provoca efeitos no sistema imune cutâneo que leva a um estado de imunossupressão local que altera o sistema de defesa contra o tumor (FREITAS, 2014).

Uma substância antioxidante é conceituada como aquela que quando está em baixas concentrações, comparada com o substrato oxidável, destrói ou previne a oxidação do substrato. Assim, antioxidantes são compostos capazes de proteger os sistemas biológicos de danos ou reações que induzem a oxidação de células e macromoléculas. Os antioxidantes são responsáveis de impedir e diminuir os danos causados pelos radicais livres nas células (FREITAS, 2014).

Vários cosméticos, visando diminuir e prevenir o fotoenvelhecimento apresentam compostos antioxidantes. A proteção está nos polifenóis que estão presentes em vegetais e apresentam funções antioxidantes, anti-inflamatória e imunomodulatórias. Logo, são procurados compostos naturais visando à prevenção de doenças incluindo o câncer de pele (FREITAS, 2014).

### **3.7 *Euphorbia tirucalli***

O manejo de componentes naturais visando promover benefícios no tratamento e prevenção de doenças é um costume primitivo. Além de fins farmacêuticos as plantas eram usadas, pelos povos antigos, em rituais religiosos e na alimentação. No decorrer dos anos, a utilização de plantas foi se expandindo por todos os povos do planeta, sendo necessário o conhecimento específico de cada composto ativo. O termo farmacognosia se conceitua como a ciência que pesquisa o uso de compostos naturais com finalidade terapêutica e teve surgimento

no ano de 1815. Futuramente, denominou-se a fitoterapia como o tratamento por meio de plantas, uma vez que foi possível distinguir plantas benéficas e tóxicas (RIBEIRO; GUIMARÃES, 2013).

O Brasil é considerado um país com imensa variedade vegetal em território. Conhecida, popularmente, como Aveloz a *Euphorbia tirucalli* L. (*Euphorbiaceae*) da espécie *Euphorbia*, têm tido destaque quando são utilizadas na medicina popular, pois possui propriedades como: antivirais, antimicrobiano, anticancerígenas, cicatrizante, antiúlceras, anti-helmínticos e antissifilíticos. Esta planta é de origem Africana, porém foi transportada para países com característica tropical. Fisicamente, a Aveloz possui galhos rígidos de forma cilíndrica e vertical (figura 6), e consegue alcançar vários metros, 15 centímetros de diâmetro. A particularidade principal da planta é o látex presente nos galhos duros (SANTOS et al., 2013).

**Figura 6:** Partes aéreas da *Euphorbia tirucalli*.



Fonte: Do autor (2018)

As plantas da espécie *Euphorbiaceae* demonstram como característica frequente uma seiva de aspecto leitoso em caule, galho e folha, denominado por látex. Tal látex é extraído de qualquer porção da planta do gênero *Euphorbia*, sendo considerado bastante tóxico, podendo provocar diversos efeitos maléficos como cegueira quando em contato com os olhos, reação inflamatória e necrose de tecidos. Porém, além de constituintes tóxicos no látex existem outros



componentes que promovem atividades farmacológicas, por exemplo, enzimas proteolíticas. Ele é composto pelos seguintes princípios ativos: caouthouc (6,4%) ( substância cáustica), princípio amargo, albumina (0,7%), avelosina (0,9%), proteína, 12-O-(2Z)(4E)-octadienoil-4-deoxiforbol/ L-13 acetato, euphol, euphorbol,, euphorona, isoeuphoral, taraxasterol, tirucalol, ácido cítrico, glicose, kamepferol, ácido málico, acetato de sapogenina, ácido succínico, ácido 3,3'-di-O-metileláico, ácido beta-sitosterol eláico, hentriacontanol, taraxerina, triterpenos, hidrocarboneto, ácido orgânico, ácido eláico, euphone, glicosehentriacontanol, taraserina. Alguns desses princípios ativos promovem atividades biológicas comprovadas cientificamente, como anticancerígena (para vários tipos de câncer de forma específica), antitumoral, antimutagênica, antibacteriana, anticéptica, desinfetante, anti-inflamatória e outras (BATISTA, 2014; COSTA, 2011).

Segundo Orlanda (2014), o extrato etanólico da Aveloz apresenta açúcares redutores, alcaloides, compostos fenólicos, taninos, flavonoides, saponinas e entre outras propriedades. Além disso, o mesmo estudo demonstra que o extrato efeito fotoprotetor sugerindo possível aplicação preventiva.

Devido à ação fotoprotetora, muitos extratos de vegetais estão sendo usados em formulações de cosméticos, especificadamente protetor solar. Portanto, para que isso aconteça é necessário que possuam ativos semelhantes aos de protetores solar químicos sintéticos. A presença de flavonoides contribui para que haja atividade terapêutica e preventiva como, por exemplo, fotoprotetora de raios UV. Os vegetais que possuem alcaloides apresentam várias funções como a proteção contra a radiação ultravioleta, pois são compostos nitrogenados farmacologicamente ativos e a maioria deles têm núcleos aromáticos altamente absorventes de radiação UV. Os extratos que possuem taninos, possivelmente, contem ação fotoprotetora. Posto isso, e diante da escassez de estudos voltados a ação fotoprotetora do extrato de Aveloz, este estudo visa pesquisar os compostos presentes na planta e identificar a atividade de fotoproteção da mesma, bem como a capacidade antioxidante total (VIOLANTE et al., 2009).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Métodos experimentais

#### 4.1.1 Material botânico e preparo da amostra

A espécie vegetal foi coletada em terreno próximo a praia de São Cristóvão, localizada no município de Areia Branca, distante a 59 km de Mossoró, no estado Rio Grande Do Norte no Nordeste Brasileiro. A pesquisadora coletou as partes aéreas da planta portando equipamentos de proteção individual (EPI's), como luvas, óculos e bota, uma vez que o látex da planta poderia causar cegueira e irritação. Logo após houve a separação das partes aéreas coletadas em três grupos (Amostra 1, amostra 2 e amostra 3), devido o experimento ser feito em triplicata. Para obter o extrato foi necessário que as amostra fossem preparadas, assim elas foram lavadas 3(três) vezes com água destilada, depois ficaram imersas em álcool a 70% por 5 minutos e depois repetiu-se as 3 lavagens, 3 minutos cada lavagem. Para aperfeiçoar o processo de secagem e trituração, as partes aéreas da planta foram cortadas em pedaços menores. Abaixo se encontra a localização geográfica do local onde foi coletado a planta, exatamente na marcação do alfinete (VARRICCHIO et al., 2008).

**Figura 7: Localização geográfica do local de coleta.**



Fonte: Google Maps

Feita a limpeza, as amostras foram submetidas ao processo de secagem. Logo, as plantas foram secas por meio da exposição solar supervisionada, durante 48 horas, devido ao alto nível de densidade. As amostras secas foram trituradas em moinho de facas (TE-650 tipo Willye) no laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal Rural Do Semi-Árido – UFERSA campus Mossoró/RN, foi obtido bastante quantidade de planta triturada para cada amostra, visto que o estudo foi feito em triplicata (OZANSKI, MORAIS, ANDRADE, 2013; ORLANDA; VALE, 2015).

#### 4.1.2 Obtenção do extrato

Utilizou-se maceração a frio seguido de percolação das partes como metodologia de extração. Inicialmente, pesou-se 30g da amostra triturada. Em um Becker, a amostra foi submetida à agitação magnética durante 17 dias, em 250 mL de solução de Etanol: H<sub>2</sub>O (70:30), à temperatura ambiente e ao abrigo da luz, vedado com papel alumínio. Após esse período, o obtido foi filtrado em papel filtro e posteriormente submetido a filtração a vácuo. A amostra foi concentrada em rotaevaporador (Quimis) à 70°C, e submetida, posteriormente, a aquecimento durante poucos minutos, visando evaporação de resíduos de álcool que por ventura tenha permanecido. (FARMACOPEIA BRASILEIRA, 2010; OZANSKI, MORAIS, ANDRADE, 2013; ORLANDA; VALE, 2015)

#### 4.1.3 Triagem fitoquímica

A identificação de compostos do extrato etanoico da *Euphorbia tirucalli* foi feita de maneira qualitativa utilizando os métodos de Barbosa et al. (2004), Silva et al. (2013). Foi feita pesquisa de: tatinos e fenóis, flavonoides e polissacarídeos.

##### 4.1.3.1 Determinação de Tatinos e Fenóis

Para comparação dos resultados dessa reação foi necessário a realização do teste branco, que correspondeu a 5 mL de água e uma a duas gotas de solução alcoólica de Cloreto de ferro III (FeCl<sub>3</sub>) a 1%. A reação de determinação de tatinos e fenóis consistiu em diluir 2 mg do extrato em 5 mL de água destilada, em seguida foi feita a filtração e adicionou-se duas gotas da solução alcoólica de FeCl<sub>3</sub> a 1%.

##### 4.1.3.2 Determinação de Flavonóides

Preparou-se a dissolução de 2 mg do extrato em 10 mL de Metanol e filtrou-se. Em seguida, foi adicionado 5 gotas HCL concentrado e raspas de Magnésio.

#### 4.1.3.3 Determinação de Polissacarídeos

Para esta reação realizou-se a diluição de 2 mg do extrato em 5 mL de água destilada, com posterior adição de 2 gotas de lugol.

#### 4.1.4 Avaliação de capacidade antioxidante total

Preparou-se duas soluções reagentes com 28 mM de fosfato de sódio (Reagente 1), 0,6 M de ácido sulfúrico e 4 mM de molibdato de amônia (Reagente 2). O primeiro reagente correspondeu a 33,3 mg de fosfato de sódio em 10 mL de água destilada e o segundo foi preparado com 1,232 mg de molibdato com 12,5 de água e 3,3 mL de ácido sulfúrico puro até completar 25 mL no balão volumétrico.

Como controle positivo foi preparada uma solução padrão com ácido ascórbico nas concentrações de 10 mg/mL, 1 mg/mL e 0,1 mg/mL e feito uma curva para as concentrações de 0,01, 0,05, 0,10, 0,15, 0,20 e 0,25 mg/mL.

Para a amostra teste foi feita uma solução mãe na concentração de 1 mg/mL e para análise colocou-se nos tubos de eppendorfes 100 µL dessa solução, 100 µL do reagente 1 e 100 µL do reagente 2 e 1000 µL de água destilada. O mesmo foi feito nas amostras do padrão e no branco. Os tubos foram mantido a 100°C em estufa de ar circulante durante 90 minutos, obteve-se como resultado a formação de uma solução esverdeada e após 30 minutos foram realizadas as leituras das amostras em espectrofotômetro em um comprimento de onda de 695 nm (PRIETO; PINEDA; AGUILAR. 1999).

#### 4.1.5 Avaliação da atividade fotoprotetora

Para avaliar a atividade de fotoproteção *in vitro* foi feita uma diluição da amostra em álcool etílico absoluto em uma concentração de 0,2 µL/mL, sendo assim foi diluído 10 µL de extrato em 50 mL de álcool e realizado a leitura no espectrofotômetro digital com faixa UV (IL.-592-Kazuaki) com os comprimentos de onda de 290 a 320 nm nas regiões UV-A e UV-B. Utilizou-se como branco o álcool etílico absoluto. (MANSUR, et al, 1986; ORLANDA; VALE, 2015;).

Para calcular do fator de proteção solar (FPS), a média das absorbâncias (n=3) foi agregada na equação 1, onde os valores que foram utilizados para cada comprimento de onda estão no quadro 3.

## Equação 1

$$FPS = FC. \sum_{290}^{320} EE(\lambda). I(\lambda). Abs(\lambda)$$

Na equação acima, FC = Fator de Correção (igual a 10); EE ( $\lambda$ ) = efeito eritematogênico da radiação solar em cada comprimento de onda  $\lambda$ ; i ( $\lambda$ ) = intensidade da luz solar no comprimento de onda; Abs ( $\lambda$ ) = leitura espectrofotométrica da absorvância da amostra em cada comprimento de onda. (MEDINA; LOUCHARD; GONÇALVES, 2015; ORLANDA.; VALE, 2015)

**Quadro 3:** Relação do EExI para os comprimentos de onda de 290 a 320nm.

Comprimento de onda (nm)	EE x I normalizado, valores relativos
290	0.0150
295	0.0817
300	0.2874
305	0.3279
310	0.1864
315	0.0839
320	0.0180
Total	1

Fonte: Mansur et al. (1986).

## 5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1 Obtenção do extrato

Para obtenção do extrato foi realizado a coleta da amostra, como pode ser vista na figura 8 e em seguida as partes coletadas foram submetidas a lavagem. Visando melhorar a secagem e trituração, as plantas foram cortadas em frações menores. Todo o estudo foi realizado em triplicata.

**Figura 8:** Amostras coletadas.



As plantas cortadas foram secas, durante 48 horas pela exposição ao sol. Após total secagem, observou-se a mudança de coloração, de verde para marrom, isso devido à perda de constituintes vegetais. Logo após, foram trituradas em moinho de facas (TE-650 tipo Willye) e peneira 20 mesh, por isso, obteve-se um tamanho pequeno de partículas. A imagem 9 mostra as amostras antes, durante e após a trituração.

**Figura 9:** Amostras antes (1), durante (2) e após (3) a trituração.



A partir do triturado, realizou-se o processo de extrato (Figura 10) durante 17 dias. Como pode ser observado, inicialmente a solução era líquida e após dos 17 dias em agitação magnética apresentou um aspecto viscoso com indicação de evaporação do álcool, além disso podia ser visto duas fases da solução, líquida e sólida.

**Figura 10:** Solução durante e após a agitação magnética.



Após a filtração, foi feita a concentração da amostra. O extrato etanólico da *Euphorbia tirucalli* (Figura 11) apresentou coloração amarronzada e odor discreto.

**Figura 11:** Extrato de *Euphorbia tirucalli*.

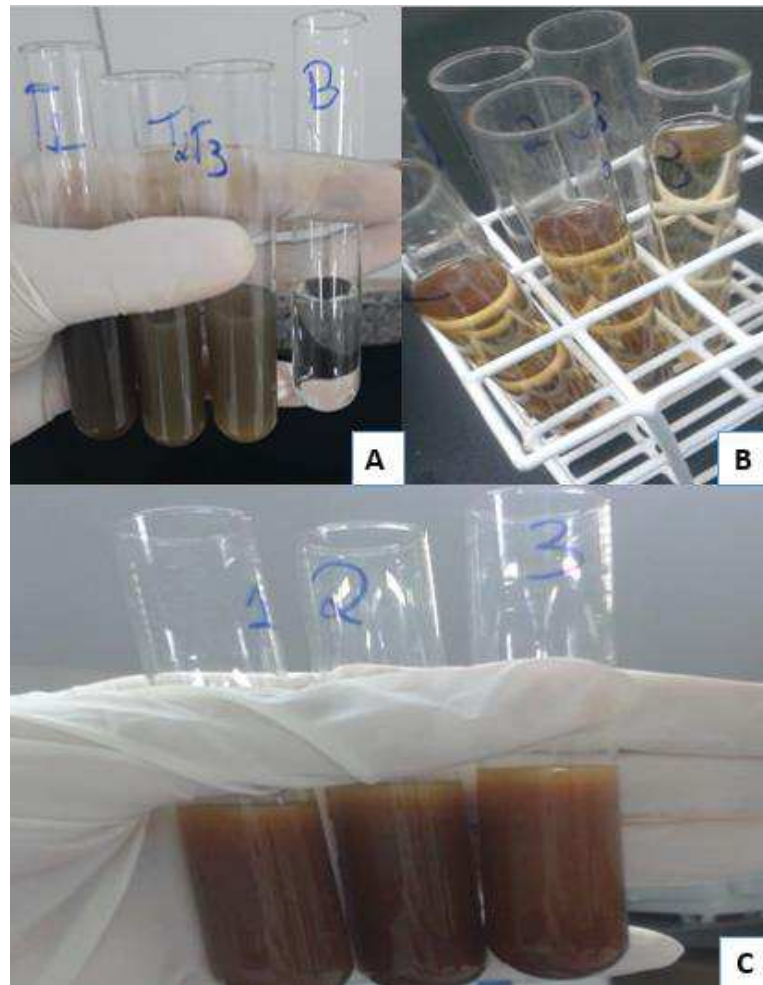


## 5.2 Triagem fitoquímica

A identificação de constituintes químicos da planta *Euphorbia tirucalli*, foi feita a partir da análise do extrato bruto hidroalcoólico, por meio de reações químicas colorimétricas. De acordo com a metodologia de Barbosa (2004), a pesquisa de Taninos e fenóis considera toda mudança de cor como resultado positivo. Para a determinação de flavonóides considera-se resultado positivo o aparecimento da coloração rosa/laranja. A reação de determinação de polissacarídeos julga positivo quando revela-se a cor azul na solução. Portanto, os ensaios foram feitos com o objetivo de analisar a presença ou ausência desses compostos (Figura 12).



**Figura 12:** Determinação de Taninos e Fenóis (A). Determinação de Flavonóides (B). Determinação de Polissacarídeos (C).



Através da Figura 12 pôde-se verificar que as amostras apresentaram as cores: verde escuro, rosa e marrom, o que comprova a presença de taninos, fenóis e flavonóides e a ausência de polissacarídeos, resultado este que pode ser visualizado na Tabela 1.

**Tabela 1:** Compostos químicos do extrato etanólico de *Euphorbia tirucalli*. (Presença+ / ausência -)

COMPOSTOS QUÍMICOS	RESULTADOS
Taninos e fenóis	+
Flavonóides	+
Polissacarídeos	-

A partir da triagem fitoquímica do extrato de *Euphorbia tirucalli*, pode-se observar reações colorimétricas sugestivas da presença de compostos taninos e fenóis. Logo, observou-se conformidade com a literatura disponível, visto que Orlanda (2015) relata a presença desses constituintes no extrato estudado.

Além disso, as amostras obtiveram coloração escura verde, que aponta a presença de taninos catéquicos ou condensados. Plantas que contêm taninos são utilizadas na medicina popular no tratamento de várias patologias, como diarreia, hipertensão arterial, reumatismo, feridas, queimaduras, problemas renais e estomacais. Aponta-se que as atividades farmacológicas são explicadas pela complexação com íons metálicos, atividade antioxidante e sequestradora de radicais livres, poder de complexar moléculas incluindo proteínas e polissacarídeos. Estudos indicam que vários taninos tem capacidade de captar radicais, interceptando o oxigênio ativo formando radicais estáveis, como o bloqueio da peroxidação de lipídeos em mitocôndrias hepáticas. Dessa maneira, os taninos tem importância na prevenção e no tratamento de patologias, como as causadas pela peroxidação de lipídeos (BARBOSA et al, 2004; SIMÕES et al, 2010).

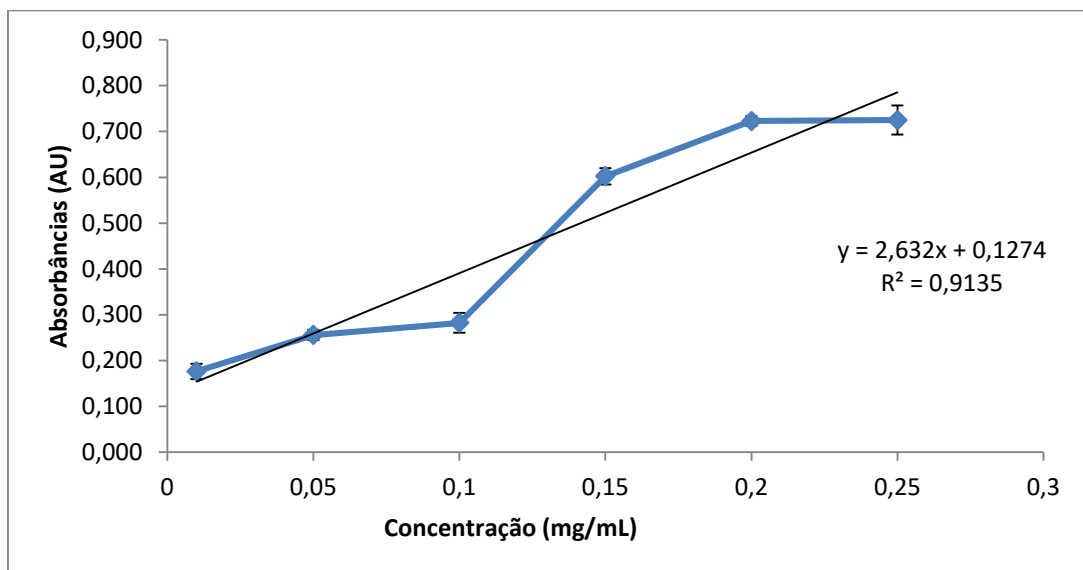
Em concordância com a literatura, as três reações indicam a presença de flavonóides no extrato da planta estudada, pois segundo Barbosa et al (2004) o aparecimento de coloração rosa/laranja caracteriza uma reação positiva. Os flavonóides podem agir na propagação e formação de radicais livres, sendo importante na atividade antioxidante. A atividade anti-inflamatória de flavonóides comprovada pela inibição de diversas enzimas. Além de diversas outras ações, como antimicrobiana, hormonais, antialérgica e outras. (NASCIMENTO et al., 2011; SIMÕES et al, 2010).

Na determinação de polissacarídeos, a reação foi considerada negativa pois apresentou coloração marrom e apenas seria positiva se estivesse azul. Os estudos de Vale (2011) e Orlanda (2015), apontam a ausência de compostos polissacarídeos, conforme o resultado das reações feitas no presente experimento (BARBOSA et al, 2004). De acordo com Pereira (2011), os polissacarídeos contribuem na ação anti-inflamatória atuando diretamente ou indiretamente nos neutrófilos. Ademais possui ação antitumoral inibindo células cancerígenas e diminuindo a incidência de metástase.

### 5.3 Avaliação de capacidade antioxidante total

Para determinar a atividade antioxidante total foi utilizado a metodologia de Prieto; Pineda; Aguilar (1999), utilizou-se ácido ascórbico como controle positivo em diferentes concentrações a fim de se construir uma curva de calibração para que seja identificado a concentração da amostra que possui a ação antioxidante. O gráfico 1 relaciona as absorvâncias encontradas e as concentrações utilizadas.

**Gráfico 1:** Curva padrão de ácido ascórbico.



A curva padrão foi realizada em triplicata, apresentando coeficiente de variação de seus pontos de 9,5 à 1,5, que expressam ótima precisão do experimento, segundo Ferreira (1991).

A relação linear entre a concentração e a absorbância é explicada pela equação  $y=2,632x + 0,1274$ , apresentando um valor de  $R^2$  de 0,9135. O valor de  $R^2$  corresponde ao coeficiente de determinação que é indicado em porcentagem e varia entre 0 e 1, ou seja, 91% das variáveis dependentes conseguem ser explicadas por esse modelo. Logo, quanto maior o valor  $R^2$  mais explicativo se torna o modelo, sendo assim, o modelo apresentado no presente teste consegue expor a relação entre os valores coletados. A tabela 2 expõe os valores das absorvâncias das amostras testes, desvios padrões e coeficientes de variação.

**Tabela 2:** Absorbâncias das amostras para avaliação da atividade antioxidante total do extrato de Aveloz

Amostras	1	2	3	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de variação
Absorbâncias	0,105	0,068	0,086	0,086333	0,012	14,41

De acordo com as absorbâncias encontradas somado ao fato das amostras apresentarem coloração esverdeada, foi observado que o extrato indica provável capacidade de redução do  $Mo^{+6}$  a  $Mo^{+5}$ . Contudo, os valores das absorbâncias foram menores do que os valores da curva padrão, apontando a necessidade de alterar a determinação da curva padrão para concentrações menores, possibilitando a comparação dos valores de absorbâncias das amostras com os valores do padrão em concentrações menores. Além disso, o presente trabalho relata a presença de compostos como taninos e flavonoides, que são responsáveis pela capacidade antioxidante do extrato, como mostrado em diversos estudos (SILVA et al., 2010; SOUSA et al., 2007; ORLANDA; 2015; VIOLANTE et al., 2008).

Os resultados foram compatíveis com o estudo de Lima (2017), que avaliou a atividade antioxidante do extrato de Aveloz por sequestro de radicais livres em diferentes concentrações e apontou possível atividade antioxidante do extrato de *Euphorbia tirucalli*, porém reforçou a necessidade de repetição do teste em concentrações menores. A proposta de investigar compostos fenólicos e avaliar a atividade antioxidante é de grande valia para a ciência, pois há a capacidade dessas substancias de sequestrar radicais livres que são prejudiciais à saúde dos seres humanos (LIMA, 2017).

#### 5.4 Avaliação da atividade fotoprotetora

Para avaliar a capacidade de fotoproteção utilizou-se os métodos de Orlanda (2015), na concentração 0,2  $\mu$ L/mL e feita a leitura em espectrofotômetro em diferentes comprimentos de ondas. O quadro 4 apresenta os resultados das absorbâncias das amostras em triplicata.

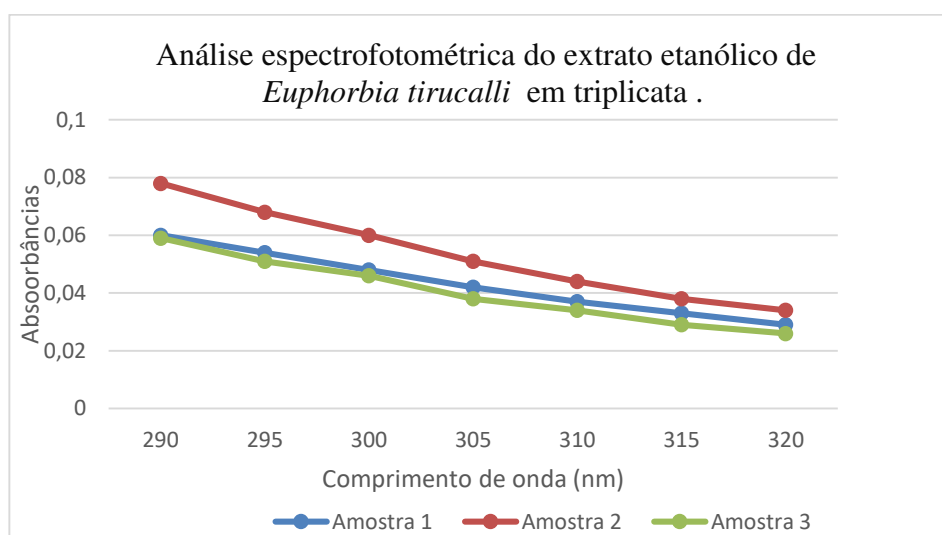
**Quadro 4:** Relação do EEx1 para os comprimentos de onda de 290 a 320 e os resultados das absorbâncias das amostras em triplicata.

Comprimento de onda (nm)	EEx1	Abs. da amostra 1	Abs. da amostra 2	Abs. da amostra 3
290	0,0150	0,060	0,078	0,059
295	0,0817	0,054	0,068	0,051
300	0,2874	0,048	0,060	0,046

305	0,3279	0,042	0,051	0,038
310	0,1664	0,037	0,044	0,034
315	0,0839	0,033	0,038	0,029
320	0,0180	0,029	0,034	0,026
Total	1			

No gráfico 2 observou-se que os resultados apresentaram valores muito poucos representativos, visto que os comprimentos de onda de 290 á 320 correspondem a faixa de radiação UV e as absorbâncias encontradas foram, relativamente, baixas quando comparado com outros estudos. A pesquisa de Orlanda (2015) demonstra que as absorbâncias encontradas nessa faixa foram altas, utilizando a mesma concentração da presente pesquisa.

**Gráfico 2:** Análise espectrofotométrica do extrato etanólico de *Euphorbia tirucalli* em triplicata.



A determinação do FPS foi feita utilizando a equação 1 proposta por Mansur (1996), relacionando a absorbância do extrato com o efeito eritematígeno da radiação solar e a intensidade da luz. Esse método avalia o extrato em estudo conforme a altura, largura e localização na curva de absorção dentro do espectro do ultravioleta, e apesar de ser uma pesquisa *in vitro*, estudos apontam que há uma boa equiparação com os teste *in vivo* (Ferrari, 2002; Santos et al., 1999). No quadro 5 é possível visualizar os resultados da determinação de FPS das amostras.

**Quadro 5:** Determinação do Fator de Proteção Solar do extrato de *Euphorbia tirucalli*.

Amostra	1	2	3
FPS	0,430663	0,526943	0,39971

Os fatores de proteção solar encontrados tiveram pouca representatividade, pois de acordo com a RDC 30, de 01 de junho de 2012, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2012), o extrato só poderia ser usado como protetor de tivesse, no mínimo, FPS 06. A pesquisa de Orlanda (2015) apresentou resultados satisfatórios, nela foram usadas concentrações de 0,01 a 0,1  $\mu\text{g/mL}$  e obteve valores de FPS 6, 8, 12, 15, 19. Ou seja, os resultados encontrados nessa pesquisa foram divergentes com a literatura.

Na presente pesquisa foi comprovado por meio de reações químicas a presença de flavonoides no extrato de Aveloz, os flavonoides são metabólitos secundário presentes em grande quantidade no reino vegetal. Esta e outras substâncias encontradas nas plantas, como alcaloides têm função de proteção contra ações de raios UV e microrganismos como vírus e bactérias. Contudo, observou-se um interferente importante no processo de secagem das amostras. A secagem ocorreu sem controle de temperatura, pois optou-se em fazer uma secagem ao ar livre com vigilância, porém como não houve controle da temperatura a irradiação solar pode ter alterado a constituição química do material, comprometendo as análises de atividade de fotoproteção e antioxidante (SIMÕES et al, 2010).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de uma pesquisa qualitativa foi apontado a presença de compostos taninos, fenóis e flavonóides indicando que a planta pode apresentar as ações antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana, além de atuar no tratamento de patologias do sistema renal e estomacal, ademais pode ter relações com a proteção contra a radiação UV. Contudo, é importante a realização de uma análise quantitativa. Sendo assim, aponta-se propriedades importantes para o extrato de Aveloz. Além disso, foi possível fazer a avaliação da atividade antioxidante do extrato e então concluir, tendo como base os resultados atingidos, a provável presença de constituintes que contribuem para essa capacidade, uma vez que formou-se uma solução esverdeada sendo uma indicação de resultado positivo para a metodologia. No entanto, reforça-se a necessidade de repetir o experimento de capacidade antioxidante total em concentrações menores. Todavia, a capacidade de fotoproteção não foi identificada nesse estudo, porém aponta-se a importância de repetir o teste usando outra metodologia de extração, incluindo o processo de secagem com controle de temperatura.

Posto isto, os resultados alcançados incentivam a continuação da pesquisa dos compostos do extrato de Aveloz, a fim de identificar novas propriedades farmacológicas de constituintes, bem como aperfeiçoar metodologias de extração dessa planta para comprovação de aplicações terapêuticas como a atividade de fotoproteção.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução - RDC nº 237, de 22 de agosto de 2002. Aprova o regulamento técnico sobre protetores solares em cosméticos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 26 ago. 2002.
- ALVES, Elcio Moreira; NEPOMUCENO, Júlio César. **Avaliação do efeito anticarcinogênico do látex do avelós (*Euphorbia tirucalli*), por meio do teste para detecção de clones de tumor (warts) em *Drosophila melanogaster***. Patos de Minas, dez. 2012.
- ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico Mercosul sobre Protetores Solares em Cosméticos – RDC 30 de 1º de Junho de 2012.
- ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Farmacopeia Brasileira, volume 1. 5ª Ed. Brasília, 2010b.
- BALOGH, Tatiana Santana et al. Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, [s.l.], v. 86, n. 4, p.732-742, ago. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0365-05962011000400016>.
- BARBOSA, Fernanda de Souza. **MODELO DE IMPEDÂNCIA DE ORDEM FRACIONAL PARA A RESPOSTA INFLAMATÓRIA CUTÂNEA**. 2011. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Biomédica, Ufrj, Rio de Janeiro, 2011.
- BARBOSA, Wagner Luiz Ramos et al. Manual para Análises Fitoquímica e Cromatografia de Extratos vegetais. **Revista Científica da UFPA**, Belém/PA, v. 4, 2004. Disponível em: <[http://www.ufpa.br/rcientifica/didaticos\\_cientificos/pdf\\_textos/abord\\_fitoquimica.pdf](http://www.ufpa.br/rcientifica/didaticos_cientificos/pdf_textos/abord_fitoquimica.pdf)>. Acesso em: 18 maio 2018
- BARONI, Eloina do Rocio Valenga et al. Influence of aging on the quality of the skin of white women: the role of collagen. **Acta Cirurgica Brasileira**, [s.l.], v. 27, n. 10, p.736-740, out. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-86502012001000012>.
- BATISTA, E.K.F., SANTOS, K.K.S., VIANA, G.E.N., SOUSA, J.M., BATISTA, M, C,S. **Avaliação do efeito de formulações com o látex da *Euphorbia tirucalli* na terapêutica tópica de feridas cutâneas: aspectos clínicos e histopatológicos**. 2014. Medicina Veterinária, Recife, v.8, n.2, p.1-11
- BATISTA, Thais et al. Avaliação dos cuidados de proteção solar e prevenção do câncer de pele em pré-escolares. **Rev Paul Pediatr**, Tubarão-sc, v. 31, n. 1, p.17-23, 2013.
- BERNARDES, Natália Ribeiro et al. Quantificação dos Teores de Taninos e Fenóis Totais e Avaliação da Atividade Antioxidante dos Frutos de Aroeira. **Vértices**, Campos dos Goytacazes-rj, v. 13, n. 3, p.117-128, dez. 2011.
- BORGHETTI, Greice Stefani; KNORST, Miriam Teresinha. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de loções O/A contendo filtros solares. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, Passo Fundo/rs, v. 42, n. 4, p.531-537, dez. 2006.



CADIOLI, Luiz Paulo; SALLA, Luzia Dizulina. Nanotecnologia: um estudo sobre seu histórico, definição e principais aplicações desta inovadora tecnologia. **Ciências Exatas e Tecnologia**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.98-105, set. 2006. Disponível em: <<http://www.pgsskroton.com.br/seer/index.php/rcext/article/view/2403/2306>>. Acesso em: 02 maio 2018.

COSTA, Bárbara; DALL'IGNA, Dhébora Mozena. A IMPORTÂNCIA DO USO DO FILTRO SOLAR NA PREVENÇÃO DE DANOS NA PELE. **Uniplac**, [s.i], v. 6, n. 1, 2018. COSTA, L.S. **Estudo do uso do Aveloz (*Euphorbia tirucalli*) no tratamento de doenças humanas: uma revisão**. 2011. Universidade Estadual Da Paraíba.

DAUDT, Renata M. et al. A nanotecnologia como estratégia para o desenvolvimento de cosméticos. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 65, n. 3, jul. 2013. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252013000300011&script=sci\\_arttext](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252013000300011&script=sci_arttext)>. Acesso em: 02 maio 2018.

DAVOLOS, Marian Rosaly; CORREA, Marcos Antonio. PROTETORES SOLARES. **Química Nova**, Araraquara - Sp, Brasil, v. 30, n. 1, p.153-158, fev. 2007.

DUARTE, Amon Vitorino et al. PROGRESSOS DA NANOTECNOLOGIA NO TRATAMENTO TUMORAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. **Id On Line Revista de Psicologia**, [s.l.], v. 12, n. 40, p.2-5, 10 mar. 2018. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/idonline.v12i40.1055>.

FERRARI, M. Desenvolvimento e avaliação da eficácia fotoprotetora de emulsões múltiplas contendo metoxicinamato de etilexila e óleo de andiroba (*Carapa guyanensis*). 2002. 142f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto.

Ferreira PV (1991) Estatística experimental aplicada à agronomia. Maceió, EDUFAL.

FERREIRA, Fabiana Sari; OLIVEIRA, Simone Maria Menegatti de; BARZOTTO, Ionete Lúcia Milani. Avaliação in vitro do fator de proteção solar de protetores solares manipulados em um município do Paraná. **Boletim Informativo Geum**, Paraná, v. 8, n. 2, p.8-15, jun. 2017.

FLOR, Juliana; DAVOLOS, Marian Rosaly; CORREA, Marcos Antonio. Protetores solares. **Química Nova**, [s.l.], v. 30, n. 1, p.153-158, fev. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422007000100027>.

FLORES, Fernanda Cramer et al. Nanostructured systems containing an essential oil: protection against volatilization. **Química Nova**, [s.l.], v. 34, n. 6, p.968-972, 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422011000600010>.

FREITAS, Betânia de Jesus e Silva de Almendra. **POSSÍVEIS MARCADORES DE ESTRESSE OXIDATIVO PARA CÂNCER DE PELE NÃO MELANOMA: EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE VITAMINA C, E E MINERAL ZINCO EM INDIVÍDUOS QUE TIVERAM CÂNCER DE PELE NÃO MELANOMA**. 2014. 218 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Médicas, Unicamp, Campinas-sp, 2014.

GÓMEZ, J.m. Rodríguez et al. A irradiância solar: conceitos básicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 40, n. 3, p.1-15, 26 mar. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0342>.

HAYASHIDE, Juliana Midori et al. DOENÇAS DE PELE ENTRE TRABALHADORES RURAIS EXPOSTOS A RADIAÇÃO SOLAR. ESTUDO INTEGRADO ENTRE AS ÁREAS DE MEDICINA DO TRABALHO E DERMATOLOGIA. **Revista Brasileira Medicina do Trabalho**, São Paulo, v. 8, n. 2, p.97-105, ago. 2010.

IANCK, Melissa de Araujo et al. CONHECIMENTO E USO DE PLANTAS MEDICINAIS POR USUÁRIOS DE UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE NA REGIÃO DE COLOMBO - PR. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, Colombo, v. 11, n. 8, 2017.

INCA (Instituto Nacional de Câncer José de Alencar Gomes da Silva). ESTIMATIVA/2018: incidência de câncer no Brasil. Ministério da Saúde, 2018.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. Histologia básica: texto e atlas. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. p. 354.

LADEIRA, Ariane Dalan da Silva; OLIVEIRA, Gustavo da Silva; SILVA, Vânia Rodrigue Leite. Mecanismos de proteção solar. **Cosmetics & Toiletries**, Brasil, v. 25, n. 1, p.34-38, dez. 2013.

LIMA, Francisco José Lopes de. **PREVISÃO DE IRRADIAÇÃO SOLAR NO NORDESTE DO BRASIL EMPREGANDO O MODELO WRF AJUSTADO POR REDES NEURAIS ARTIFICIAIS (RNAs)**. 2015. 251 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2015.

MACIEL, Maria Aparecida M. et al. PLANTAS MEDICINAIS: A NECESSIDADE DE ESTUDOS MULTIDISCIPLINARES. **Quim. Nova**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 3, p.429-438, fev. 2002.

MANSUR, J.S. et al. Correlação entre a determinação do fator de proteção solar em seres humanos e por espectrofotometria. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, v.61, p.67-172, 1986.

MARTINS, Fernando R. et al. MAPEAMENTO DOS RECURSOS DE ENERGIA SOLAR NO BRASIL. Trindade, 2006.

MEDINA, Cristianne Oliveira; LOUCHARD, Bianca Oliveira; GONÇALVES, Tamara. Análise espectrofotométrica da atividade fotoprotetora in vitro de extratos das folhas de *Byrsonima sericea*. **Rev Ciênc Farm Básica Apl**, Fortaleza, Ce, p.391-398, 2015.

MELO, Mayara Motta; RIBEIRO, Clarissa Santos de Carvalho. Novas Considerações sobre a Fotoproteção no Brasil: Revisão de Literatura/New Considerations on the Photoprotection in Brazil. **Revista Ciências em Saúde**, [s.l.], v. 5, n. 3, p.80-97, 30 set. 2015. *Revista Ciências em Saude*. <http://dx.doi.org/10.21876/rcsfmit.v5i3.375>.

MILESI, Sabrine da S.; GUTERRES, Silvia Stanisçuaski. Fatores determinantes da eficácia de fotoprotetores. **Caderno de Farmácia**, Porto Alegre, Rs, Brasil, v. 18, n. 2, p.81-87, dez. 2002.

MONTAGNER, Suelen; COSTA, Adilson. Bases biomoleculares do fotoenvelhecimento. *Anais Brasileiro de Dermatologia*. V. 84, n. 3, p. 263- 268, Ano 2009. São Paulo. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 17 ago. 2014.

MONTANARI, Tatiana. **Histologia Texto, atlas e roteiro de aulas práticas**. 3. ed. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 2016. 231 p. 269, n. 2, p.

NASCIMENTO, Juliana Couto et al. Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH e doseamento de flavonóides totais em extratos de folhas da *Bauhinia variegata* L. **Rev. Bras. Farm**, Belo Horizonte, Mg, Brasil, v. 4, n. 92, p.327-332, nov. 2011.

NEVES, Raiane Aparecida Lopes. **Desenvolvimento de metodologia eletroanalítica para quantificação de filtros solares em cosméticos usando eletrodos modificados**. 2017. 100 f. Monografia (Especialização) - Curso de Química, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

OLIVEIRA, Ramille Gonçalves et al. CARCINOMA ESPINOCELULAR DE PELE COM METÁSTASE LINFONODAL: RELATO DE CASO E REVISÃO DE LITERATURA. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, [s.i], v. 12, n. 40, p.1-10, jan. 2018.

ORLANDA, J. F. F.VALE, V. V. **ANÁLISE FITOQUÍMICA E ATIVIDADE FOTOPROTETORA DE EXTRATO ETANÓLICO DE *EUPHORBIA TIRUCALLI* LINNEAU (EUPHORBIACEAE)** . *Rev. Bras. Pl. Med.*, Campinas, v.17, n.4, supl. I, p.730-736, 2015.

OZANSKI, G.D. MORAIS, F. A. LADISLAU, R.S. ANDRADE, R. D. A. **ANÁLISE DO LÁTEX DE *EUPHORBIA tirucalli* POR CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA**. Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (IFGoiano - Campus Rio Verde), 2013

PEREIRA, Lívia de Paulo. **ATIVIDADE ANTI-INFLAMATÓRIA DE POLISSACARÍDEOS ISOLADOS DAS PLANTAS *Caesalpinia ferrea* E *Azadirachta indica***. 2011. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Acadêmico em Ciências Fisiológicas, Universidade Estadual do Ceará – Uece, Fortaleza-ceará, 2011.

PRIETO, P.; PINEDA, M.; AGUILAR, M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry*, v. 269, n. 2, p. 337-341, 1999.

RENNÓ, Fernanda Cunha; RENNO, Raquel Cunha; NASSIF, Priscila Wolf. **ATUALIZAÇÃO EM FOTOPROTETORES UPDATE ON SUNSCREENS**. **Revista Uningá Review**, Maringá, Paraná, Brasil, v. 18, n. 3, p.56-61, jun. 2014.

RIBEIRO, Carla et al. Proteção solar: Conhecimentos e hábitos na população pediátrica. **Nascer e Crescer**, Oliveira de Azeméis, Portugal, v. 26, n. 01, p.1-5, mar. 2017.

RIBEIRO, Karine da Silva; GUIMARÃES, André Luis de Alcantara. O uso de medicamentos à base de plantas medicinais por médicos do SUS no município de Teresópolis/RJ. **Revista Agrogeoambiental**, Teresópolis/rj, v. , n. 1, p.61-65, ago. 2013. Disponível em: <<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/viewFile/581/472>>. Acesso em: 05 maio 2018.

SÁNCHEZ, Dr Gregório Martínez; DELAPORTE, Dra Rosemeres Horwat. **Sol e saúde: Fotoproteção**. São Paulo: Pharmabooks, 2008.

SANTOS, C. S. HOBMEIR, A. K. T. PROTETOR SOLAR: UM ALIADO NA PREVENÇÃO DE EFEITOS CAUSADOS PELOS RAIOS NOCIVOS DO SOL. *Rev Sobre Tudo*. N. 01,2017.

SANTOS, E.P. et al. In vitro and in vivo determinations of sun protection factors of sunscreen lotions with octylmethoxycinnamate. *International Journal of Cosmetic Science*, v.21, p.1-5, 1999

SANTOS, Orlando José dos et al. Cicatrização gástrica com uso do extrato da *Euphorbia Tirucalli* L.: estudo em ratos. **Arq. Bras. Cir. Dig.**, São Paulo, v. 26, n. 4, dez. 2013.

SCHALKA, Sergio; REIS, Vitor Manoel Silva dos. Fator de proteção solar: significado e controvérsias. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, [s.l.], v. 86, n. 3, p.507-515, jun. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0365-05962011000300013>.

SILVA, A. A. MEDIDAS DE RADIAÇÃO SOLAR ULTRAVIOLETA EM BELO HORIZONTE E SAÚDE PÚBLICA. *Revista Bras. Geof.* São Paulo, vol.26, n.4, Oct./Dec. 2008.

SILVA, André L. Araújo et al. A importância do uso de protetores solares na prevenção do fotoenvelhecimento e câncer de pele. **Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia**, Juazeiro do Norte (ce), Brasil, v. 3, n. 1, p.2-8, ago. 2015.

SILVA, Débora Granemann e et al. Influence of particle size on appearance and in vitro efficacy of sunscreens. **Brazilian Journal Of Pharmaceutical Sciences**, [s.l.], v. 49, n. 2, p.251-261, jun. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1984-82502013000200007>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1984-82502013000200007&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-82502013000200007&lang=pt)>. Acesso em: 02 maio 2018

SILVA, Livia S.; MONTEIRO, Mariana S.. Safety Evaluation of the Nanoparticles of Titanium Dioxide and Zinc Oxide in Antissolar Formulations. **Revista Virtual de Química**, [s.l.], v. 8, n. 6, p.1963-1977, 2016. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20160133>.

SILVA, M.L.C. et al. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, v.31, n.3, p.669-682, 2010.

SILVA, R. M. F. et al. Caracterização físico-química e análises por espectrofotometria e cromatografia de *Peperomia pellucida* L. (H. B. K.). **Rev. Bras. Pl. Med**, Campinas, v. 15, n. 4, p.717-726, 2013.

SILVA, Ricardo Dias da; DIAS, Meyre Aparecida Inácio. Incidência do carcinoma basocelular e espinocelular em usuários atendidos em um hospital de câncer. **Revista Família, Ciclos de Vida e Saúde no Contexto Social**, [s.l.], v. 5, n. 2, p.228-235, 11 abr. 2017. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. <http://dx.doi.org/10.18554/refacs.v5i2.1681>.

SIMIS, T. SIMIS, D. R. C. DOENÇAS DA PELE RELACIONADAS À RADIAÇÃO SOLAR. Rev. Fac. Cienc. Méd. Sorocaba, v.8, n.1. p 1-8,2006.

Sociedade Brasileira de Dermatologia – SBD MCMXII. Problemas da Pele Copyright 2017

SOUSA, C.M.M. et al. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. Química Nova, v.30, n.2, p.351-355, 2007.

SOUZA, Marjoele Braga de; COLOME, Leticia Marques. NANOTECNOLOGIA APLICADA AOS COSMÉTICOS. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, Brasil, v. 7, n. 2, p.1-2, fev. 2015.

VARRICCHIO, M.C.B.N. et al. CULTIVO IN VITRO DE *Euphorbia tirucalli* (AVELOZ), AVALIAÇÃO DA CONSTITUIÇÃO QUÍMICA DO LÁTEX, EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE CULTIVO, E TESTE DE ATIVIDADE LARVICIDA E JUVENILIZANTE EM AEDES AEGYPT. **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 2, n. 1, jan. 2008.

VIOLANTE, Ivana M. P. et al. Avaliação in vitro da atividade fotoprotetora de extratos vegetais do cerrado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s.l.], v. 19, n. 2, p.452-457, jun. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-695x2009000300020>.