



FACULDADE IRECÊ
CURSO BACHARELADO EM FARMÁCIA

LORENA LAYNE DA CRUZ SILVA

**DETERMINAÇÃO DO FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR *in vitro* DE EXTRATOS
DAS SEMENTES DE *Amburana cearensis* A. C. SMITH**

IRECÊ-BA

2021

LORENA LAYNE DA CRUZ SILVA

**DETERMINAÇÃO DO FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR *in vitro* DE EXTRATOS
DAS SEMENTES DE *Amburana cearensis* A. C. SMITH**

Monografia apresentada à Banca de
Qualificação do Curso de Farmácia da
Faculdade Irecê, sob a orientação do Prof. Dr.
José Marcos Teixeira de Alencar Filho.

IRECÊ – BA

2021

LORENA LAYNE DA CRUZ SILVA

**DETERMINAÇÃO DO FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR *in vitro* DE EXTRATOS
DAS SEMENTES DE *Amburana cearensis* A. C. SMITH**

Monografia apresentada à Banca de
Qualificação do Curso de Farmácia da
Faculdade Irecê, sob a orientação do Prof. Dr.
José Marcos Teixeira de Alencar Filho.

BANCA EXAMINADORA

Profº Dr. José Marcos Teixeira de Alencar Filho

Faculdade Irecê - FAI

(PRESIDENTE E ORIENTADOR)

Profº Dra. Salvana Pricylla Manso Costa

Faculdade Irecê - FAI

(EXAMINADORA INTERNA)

Profº Me. Isabela Araújo e Amariz

Universidade Federal Rural do Pernambuco - UFRPE

(EXAMINADORA EXTERNA)

IRECÊ - BA

2021

DEDICATÓRIA

A Deus

Aos meus pais, **Eliene Ferreira da Cruz Silva** e **Ademilton Gomes da Silva**

Ao meu filho **Lorenzo Silva Araújo**

Ao meu esposo **João Marcos de Souza Araújo**

Ao meu irmão **Joel Victor da Cruz Silva**

AGRADECIMENTOS

A **Deus** por estar ao meu lado em todos os momentos e por me ajudar nos mais difíceis (“ *E eis que estou contigo, e te guardarei por onde quer que fores*” Gn 28:15)

À minha mãe, **Eliene Ferreira da Cruz Silva**, pelo apoio nos momentos difíceis, educação, amor e companheirismo. Esse objetivo conquistado por mim também é seu!

Ao meu pai, **Ademilton Gomes da Silva**, por todo o esforço para que estivesse nesse patamar, amor, carinho, dedicação. Esse objetivo conquistado por mim também é seu!

Ao meu esposo **João Marcos de Souza Araújo**, pelo companheirismo, amor, carinho e incentivo.

Ao meu Irmão **Joel Victor da Cruz Silva**, pelo apoio e companheirismo.

À toda minha família, Avós, sobrinhos, tios primos por todo o apoio suporte incentivo e carinho.

A **turma de farmácia 2017.2** por ter me acolhido carinhosamente e de braços abertos.

Ao meu orientador Prof. Dr. **José Marcos Teixeira de Alencar Filho** por todo o apoio, aprendizado compartilhado desde as salas de aula até a elaboração deste trabalho.

E a todos que contribuíram de forma direta ou indireta nessa conquista.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Divisão da radiação UV;

Tabela 2 – Avaliação do efeito antibacteriano da 1,2-benzopirona de *A. cearensis* frente a bactérias de importância clínica;

Tabela 3 – Avaliação do efeito antibacteriano da 4-coumarinol de *A. cearensis* frente a bactérias de importância clínica;

Tabela 4 – Ponderação empregada no cálculo do fator de proteção solar por espectrofotometria com um fator de correção igual a dez.

Tabela 5 - Média dos valores de FPS-UVB das diferentes concentrações dos extratos da *A. cearensis* em EtOH a 70% e EtOH absoluto.

Tabela 6 - Valores de FPS de extratos da *A. cearensis*.

Tabela 7 - Valores de FPS obtidos após análise de soluções com benzofenona-3.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sementes de *A.cearensis*.

Figura 2 – Compostos fotoquímicos isolados da *A. cearensis*.

Figura 3 – Curvas de absorção dos extratos de *A. cearensis* preparados em etanol 70° INPM nas concentrações de 0,25, 0,5, 0,75 e 1% (v/v).

Figura 4 – Curvas de absorção dos extratos de *A. cearensis* preparados em etanol absoluto, nas concentrações de 0,25, 0,5, 0,75 e 1% (v/v).

Figura 5 - Curvas de absorção UV da benzofenona-3 nas concentrações de 0,001, 0,005 e 0,01%.

RESUMO

A exposição à radiação ultravioleta (UV) pode causar foto envelhecimento, lesões estéticas ou mais perigosas, como os carcinomas e/ou melanomas. Os filtros solares são substâncias capazes de absorver, refletir ou refratar a radiação ultravioleta e assim proteger a pele da exposição direta da luz. Uma tendência atual da indústria cosmética é a exploração racional da biodiversidade brasileira para o desenvolvimento de produtos com componentes de origem natural, especialmente a partir de plantas. Compostos fenólicos como os flavonoides provavelmente são as substâncias presentes nas plantas responsáveis pela absorção na região do UV, devido as suas estruturas químicas. O presente trabalho teve como objetivo determinar o Fator de Proteção Solar (FPS) *in vitro* de extratos obtidos da espécie *Amburana cearensis*. Foram preparados dois extratos contendo 50 g de matéria-prima com 500 mL diferentes tipos de solventes (etanol a 70° INPM e etanol absoluto). Análises espectrofotométricas foram realizadas para determinação do FPS-UVB *in vitro*, o qual foi avaliado de acordo com o método desenvolvido por Mansur. Quando realizada a análise em espectrofotômetro UV-Vis das diferentes amostras contendo extrato de *A. cearensis*, foram obtidos gráficos com curvas de absorbância em um padrão semelhante para todas as concentrações, com leituras nas faixas de 200 a 400 nm. Em relação ao FPS-UVB o extrato com preparado com etano a 70° INPM apresentou os melhores valores, obtendo valores de $6,52 \pm 0,01$, $13,97 \pm 0,01$, $19,46 \pm 0,03$, nas concentrações de 0,5, 0,75 e 1% respectivamente o que atribui ao mesmo, ação fotoprotetora segundo a RDC nº 30 de 2012, enquanto o extrato contendo etanol absoluto apresentou valores positivos nas concentrações acima de 1%. Este estudo apresentou informações sobre a espécie *Amburana cearensis* tais como sua ação fotoprotetora, deste modo possibilitando sua utilização em preparações farmacêuticas fotoprotetoras, sendo necessária a realização de estudos futuros visando à melhoria do processo de extração e o desenvolvimento farmacotécnico das formulações com esta finalidade.

Palavras chaves: Umburana de cheiro, Fotoproteção, Espectrofotometria, Caatinga.

ABSTRACT

Exposure to ultraviolet (UV) radiation can cause photo aging, esthetic or more dangerous lesions, such as carcinomas and/or melanomas. Sunscreens are substances capable of absorbing, reflecting or refracting ultraviolet radiation and thus protect the skin from direct exposure to light. A current trend in the cosmetic industry is the rational exploration of Brazilian biodiversity for the development of products with components of natural origin, especially from plants. Phenolic compounds such as flavonoids are probably the substances present in plants responsible for absorption in the UV region, due to their chemical structures. The present work had as objective to determine the Sun Protection Factor (SPF) in vitro of extracts obtained from the species *Amburana cearensis*. Two extracts containing 50 g of raw material were prepared with 500 mL of different types of solvents (ethanol at 70° INPM and absolute ethanol). Spectrophotometric analyzes were performed to determine the FPS-UVB in vitro, which was evaluated according to the method developed by Mansur. When analyzing the different samples containing *A. cearensis* extract in a UV-Vis spectrophotometer, graphs were obtained with absorbance curves in a similar pattern for all concentrations, with readings in the ranges from 200 to 400 nm. In relation to FPS-UVB, the extract prepared with ethane at 70° INPM presented the best values, obtaining values of 6.52 ± 0.01 , 13.97 ± 0.01 , 19.46 ± 0.03 , in the concentrations of 0.5, 0.75 and 1% respectively, which gives it a photoprotective action according to RDC No. 30 of 2012, while the extract containing absolute ethanol showed positive values at concentrations above 1%. This study presented information about the *Amburana cearensis* species such as its photoprotective action, thus enabling its use in photoprotective pharmaceutical preparations, requiring further studies to improve the extraction process and the pharmacotechnical development of formulations for this purpose.

Keywords: Umburana de Cheiro, Photoprotection, Spectrophotometry, Caatinga.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVO	13
2.1. OBJETIVO GERAL	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO....	14
3.1. RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV) E FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR (FPS) 14	
3.2. METABOLITOS SECUNDÁRIOS E ATIVIDADE FOTOPROTETORA.....	16
3.3. <i>Amburana cearensis</i>: ASPECTOS BOTÂNICOS, QUÍMICOS E FARMACOLÓGICOS.....	18
4. METODOLOGIA.....	25
4.1. TIPO E LOCAL DE PESQUISA	25
4.2. AMOSTRA.....	25
4.3. OBTENÇÃO DOS EXTRATOS DAS SEMENTES DA <i>A. cearensis</i>	25
4.4. AVALIAÇÃO DO FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR UVB (FPS-UVB).....	25
4.5. ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
6. CONCLUSÕES.....	34
REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

Dependendo da intensidade, frequência e características individuais, a exposição aos raios solares pode resultar em diversos benefícios ao ser humano como bem-estar físico, mental, síntese de vitamina D, tratamento da icterícia dentre outros. Contudo, a radiação solar pode causar inúmeros prejuízos ao organismo, caso a exposição seja demasiada e sem a proteção adequada, tais como, queimaduras, eritemas, edemas, envelhecimento precoce da pele, sendo atualmente, considerados fatores precursores do câncer de pele (PINHO *et al.*, 2014).

Uma tendência atual da indústria cosmética é a exploração racional da biodiversidade brasileira para o desenvolvimento de produtos com componentes de origem natural, especialmente a partir de plantas (ANDRADE, 2015). Diversos insumos vegetais têm sido empregados na produção de filtros solares devido à sua ação fotoprotetora, isto porque há uma equivalência estrutural entre os filtros solares sintéticos e os naturais (RAMOS *et al.*, 1996; VIOLANTE *et al.*, 2009). Dessa forma, o uso de produtos de origem vegetal, para fotoproteção tópica ou pela ingestão na dieta constitui-se alvo importante na farmacologia atual (PEREIRA; CARDOSO 2012).

A atividade biológica de um protetor solar é avaliada por sua habilidade em proteger a pele de eritemas e edemas, reduzir o risco de queimaduras e o risco de carcinoma (TOYOSHIMA *et al.*, 2004). Alguns autores enfatizam que além de serem utilizados como protetor solar, os extratos vegetais podem apresentar atividades terapêuticas como anti-inflamatória e antioxidante, combatendo assim alguns dos danos causados pela radiação solar. Flavonoides, antocianinas e derivados do ácido cinâmico absorvem na região do UV, sugerindo a hipótese de absorção desta radiação em filtros a base de extratos vegetais (RAMOS *et al.*, 2010).

Várias espécies de plantas nativas da caatinga tais como a *Amburana cearensis*, apresentam elevadas concentrações de compostos fenólicos, tais como os flavonoides, cujo espectro de absorção ocorre com dois picos máximos, um entre 240-280 nm e outro a 300-550 nm (BOBIN *et al.*, 1995).

A. cearensis é uma planta arbórea, popularmente conhecida, no Nordeste brasileiro como “umburana-de-cheiro”, “imburana-de-cheiro”, “cumarú” e “cumarú-do-Ceará” (ALMEIDA, 2010). Encontrada naturalmente do Nordeste ao Brasil Central, em regiões de

caatinga e na floresta pluvial de Minas Gerais, no vale do Rio Doce (CUNHA *et al.*, 2003), tendo importante papel no bioma da caatinga nordestina (GAZZANELO *et al.*, 2005).

Devido às propriedades medicinais da *A. cearensis*, a casca da árvore e as sementes são utilizadas na produção de remédios populares destinados ao tratamento de afecções pulmonares, tosse, asma, bronquite, coqueluche, dor de barriga e reumatismo (BEZERRA *et al.*, 2005; SILVEIRA *et al.*, 2005). A eficácia do uso popular de *A. cearensis* é comprovada por estudos farmacológicos a partir do extrato hidro alcoólico da casca do caule e de alguns de seus constituintes químicos, os quais demonstraram atividades analgésica, broncodilatadora e anti-inflamatória (CANUTO, 2010).

Quimicamente, a casca do caule é basicamente constituída de cumarina, responsável pelo seu odor peculiar, dos flavonoides isocampferídio, campferol e afrormosina, pelos glicosídeos fenólicos amburosídeos A e B, dos ácidos fenólicos, ácido vanílico e ácido protocatecuico, além de quantidades abundantes de sacarose (CANUTO, 2006; SAUVAIN, 1999). Estudos revelaram que a cumarina, o isocampferídio e o amburosídeo A possuem efeitos anti-inflamatório, antioxidante e bronco dilatador, sendo indicados como princípios ativos da planta (CANUTO, 2010).

Devido à variedade de formulações existentes com finalidade fotoprotetora, aliado ao crescente uso clínico de extratos vegetais nestas preparações, a fim de gerar uma diminuição na incidência de problemas ocasionados pela radiação ultravioleta faz-se, portanto, de suma importância o estudo e a análise da ação fotoprotetora dos extratos hidro alcoólicos oriundos da *A. cearensis* tendo em vista que, essa espécie apresenta uma elevada concentração de compostos fenólicos e flavonoides, os quais pela literatura apresenta comprovada ação fotoprotetora, ademais a adição desses extratos em formulações fotoprotetoras resulta em uma forma mais ecológica de se alcançar esse objetivo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito fotoprotetor (in vitro) dos extratos obtidos da *A. cearensis*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Preparar dois extratos das sementes de *A. cearensis* utilizando diferentes tipos de solventes;
- Avaliar a atividade fotoprotetora espectrofotométrica dos extratos obtidos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA (UV) E FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR (FPS)

As radiações solares são necessárias para diversos processos biológicos no ser humano, plantas e animais, também podem causar danos severos à pele humana, aliado a frequência e tempo de exposição, além de outros fatores como intensidade das radiações e sensibilidade do indivíduo (MUNHOZ *et al.* 2012). Tais danos da radiação solar são causados, na sua maioria, pela região do ultravioleta (UV) do espectro eletromagnético, sendo responsáveis por causar danos como queimaduras, eritemas, edemas, envelhecimento precoce da pele e sendo implicados, atualmente, como um fator causador de câncer de pele (DUTRA *et al.* 2004).

A radiação UV é uma faixa considerada não ionizante do espectro eletromagnético compreendida entre 200-400 nm sendo subdividida em três tipos UVA, UVB e UVC, de acordo com a região do comprimento de onda, detalhadas na Tabela 1 (NASCIMENTO *et al.*, 2009). A intensidade da radiação UV na superfície terrestre possui diversos fatores de variação, tais como a poluição atmosférica, a existência de nuvens, a umidade relativa do ar, o horário do dia, a estação do ano, a altitude e a latitude (DO NASCIMENTO *et al.*, 2014).

Tabela 1. Divisão da radiação UV

Radiação UV	Comprimento de ondas (λ_{nm})	Incidência terrestre (%)
UVA I	340 – 400	95%
UVA II	320 – 340	
UVB	290 – 320	5%
UVC	200 - 290	-

Fonte: DO NASCIMENTO *et al.*, 2014

Buscando diminuir os já conhecidos danos causados pela radiação UV, a pele possui um sistema de proteção que vai da apoptose das células à mecanismos modulatórios da geração de radicais livres como a expressão gênica de antioxidantes (MELNIKOVA; ANANTHASWAMY, 2005). Porém, essa proteção isoladamente muitas vezes é insuficiente, sendo necessária a utilização de outros agentes para obtenção de um mecanismo de proteção mais eficaz (ANDRADE, 2015).

Com o objetivo de melhorar a eficácia da proteção cutânea foram desenvolvidos produtos para aplicação exógena contendo substâncias capazes de auxiliar os mecanismos de proteção da pele, denominada fotoquimioproteção, e/ou de diminuir a penetração da radiação UV na pele, denominada de protetor solar. Os protetores ou filtros solares são formulações cosméticas que contêm substâncias capazes de absorver, refletir ou refratar a radiação ultravioleta e assim proteger a pele da exposição direta da luz solar (RIBEIRO *et al.*, 2004; GIOKAS *et al.*, 2005).

Os filtros solares são divididos em dois tipos: os orgânicos, também chamados de químicos, e os inorgânicos, também conhecidos como físicos. Para um filtro ser considerado químico não basta apenas absorver a radiação UV (FLOR *et al.*, 2007). Os filtros orgânicos se caracterizam por estruturas aromáticas, substituídas em orto ou para, ou conjugadas com um grupo carbonila, normalmente com um grupo doador de elétrons e outro receptor, podendo o mesmo composto se apresentar em diferentes conformações e consequentemente apresentar diferentes comportamentos de absorção nas formulações (GAGO-FERRERO *et al.*, 2012).

Filtros solares físicos ou inorgânicos, geralmente são produtos de origem mineral, que se apresentam na forma de pós inertes e insolúveis no meio, que quando aplicados sobre a pele, formam uma barreira física promovendo a reflexão, dispersão em outras direções ou absorção da radiação ultravioleta (VIOLANTE, 2009).. Atualmente, os filtros físicos mais utilizados na cosmetologia são o óxido de zinco (ZnO) e o dióxido de titânio (TiO₂) (ANDRADE, 2015).

A fotoquimioproteção surge como uma alternativa na busca de aumentar a eficácia dos protetores solares e consiste na adição de produtos naturais isolados, normalmente de extratos vegetais, com atividade antioxidante e/ou anti-inflamatória, atuando sob os danos causados pela radiação UV (ANDRADE, 2015). Os compostos fenólicos, especialmente os taninos e flavonoides, se destacam como os principais grupos de antioxidante naturais, pois apresentam uma eficiente captação de radicais livres, além da capacidade de interromper as reações em cadeia, e isto se deve ao seu potencial de agir como doadores de hidrogênio (GAZZANI *et al.*, 2008; HIGDON; FREI, 2003; DELAZAR *et al.*, 2006).

A avaliação da atividade biológica de um protetor solar consiste na sua capacidade de proteção da pele contra eritemas e edemas, que consequentemente reduz o risco de cânceres de pele (TOYOSHIMA *et al.*, 2004; VIOLANTE *et al.*, 2009).

Uma das formas mais utilizadas de se avaliar a eficácia dos protetores é a determinação do Fator de Proteção Solar (FPS). De acordo com a *Food and Drug Administration* (FDA), o

FPS é determinado por uma relação matemática entre a Dose Eritematosa Mínima (DEM) da pele protegida com protetor solar, e a DEM da pele não protegida de acordo com a Equação 1. Entende-se por DEM a dose mínima de energia capaz de produzir uma vermelhidão perceptível na pele (ANDRADE, 2015). Sendo assim, se uma pessoa ficar ao sol por 10 minutos, sem nenhum produto na pele e não produz eritema, com um protetor FPS 15 este tempo poderá ser prolongado 15 vezes, isto é, 10 vezes 15, totalizando uma exposição, baseada em dados teóricos, de 150 minutos (2 horas e 30 minutos) (SANTOS,2017).

$$FPS = \frac{DEM \text{ na pele protegida}}{DEM \text{ na pele não protegida}}$$

Equação 1. Cálculo de Fator de Proteção Solar (FPS), segundo a FDA.

Os danos deletérios da pele ocorrem devido ao efeito cumulativo da radiação sobre esta por diversos mecanismos, como, por exemplo, a formação de 23 radicais livres que em grandes quantidades podem interagir com o DNA, que acaba por gerar uma perda da integridade celular e a expressão anormal de genes celulares. O entendimento dos efeitos nocivos da radiação solar UV sobre a pele vem gerando várias pesquisas, que buscam avaliar a capacidade de os compostos naturais absorverem a radiação, protegendo assim a pele contra os efeitos deletérios dos raios UV (PAULETTO *et al*, 2017).

3.2 METABOLITOS SECUNDÁRIOS E ATIVIDADE FOTOPROTETORA

O metabolismo, realizado pelos organismos vivos, é definido como o conjunto de reações químicas para sintetizar moléculas orgânicas complexas a partir de moléculas simples (GARCÍA; CARRIL, 2009). Tais estruturas complexas têm como finalidades o fornecimento de energia ao organismo, a garantia da continuidade do estado organizado e a reação biológica aos estímulos do meio ambiente (ANADRADE, 2015).

Além do metabolismo primário, representado por reações para obtenção de moléculas necessárias ao funcionamento do organismo como carboidratos, lipídeos, aminoácidos, entre outros, as plantas apresentam o metabolismo secundário. Na sua maioria, os metabólitos secundários são estruturas complexas, de baixo peso molecular e se encontram em baixas quantidades, podendo variar nos diversos grupos de plantas. Por um bom tempo, acreditava-se que os mesmos eram produtos da excreção vegetal, porém apresentam funções

ecológicas específicas nas plantas levando ao interesse de muitos pesquisadores também devido as diversas propriedades farmacológicas que possuem (PEREIRA; CARDOSO, 2012).

A quantidade e o tipo de metabólito secundário varia nas plantas de acordo com uma série de fatores como sazonalidade, temperatura, nutrientes, disponibilidade hídrica e também pela incidência de radiação UV (ANDRADE, 2015). Estruturas que contêm anéis aromáticos com substituinte doador de elétrons podem absorver a radiação UV, que ao absorvê-la excitam os elétrons das insaturações, os quais após retornarem para o estado fundamental liberam o excesso de energia absorvida em forma de calor. Deste modo existem vários produtos naturais com estruturas contendo anéis aromáticos de outras classes de metabólitos secundários, como, por exemplo, propiofenonas, lignanas, flavonoides, ácidos fenólicos, taninos, entre outros (FLOR *et al.*, 2007).

Os flavonoides constituem uma classe de fotoquímicos com extensa diversidade estrutural, cuja síntese não ocorre na espécie humana (ZUANAZZI; MONTANHA, 2004). Estão presentes em praticamente todas as famílias botânicas e já foram identificadas mais de nove mil substâncias pertencentes a este grupo (MARTENS; MITHÖFER, 2005). São bastante conhecidos quanto às suas propriedades biológicas, sendo a eles atribuídas várias funções como proteção dos vegetais contra incidência de raios ultravioleta e visível, além de ação antioxidante e inibição de enzimas (MELLO; SANTOS, 2001).

Os compostos fenólicos são substâncias facilmente encontradas na natureza, representando compostos de várias classes presentes em plantas (SVOBODOVÁ *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2010). Os polifenóis apresentam atividades como anti-inflamatória, imunomoduladora, além da capacidade de reparo do DNA, sendo os mais promissores a serem explorados como agentes fotoquimiopreventivos ideais. Estudos recentes têm demonstrado que muitos compostos fenólicos como silimarina (flavonoide), proantocianidinas (flavonóide oligomérico), delphinidina (antocianidina), entre outros, apresentam um potencial fotoprotetor contra os danos causados pela radiação UV. Alguns estudos sugerem que os efeitos fotoprotetores e a atividade anti-fotocancerígena destes metabólitos estão relacionados com a inibição de mediadores inflamatórios induzidos por UVB (ANDRADE, 2015).

Várias espécies de plantas nativas da caatinga tais como *Neoglaziovia variegata*, *Triplaris gardneriana*, *Alternanthera brasiliensis* e a *Amburana cearensis*, apresentam elevadas concentrações de compostos fenólicos. Dessa, há a possibilidade do uso dessas

espécies vegetais para o desenvolvimento de filtros solares, já que em sua composição predominam tais compostos (ANNDRADE, 2015; BOBIN et al., 1995; JOSÉ et al., 2016).

3.3 *Amburana cearensis*: ASPECTOS BOTÂNICOS, QUÍMICOS E FARMACOLÓGICOS

A.cearensis A.C. Smith pertence à família Leguminosae Papilionoideae (Fabaceae) (CANUTO, 2006), apresenta porte mediano, podendo atingir até 10 m de altura nas regiões de caatinga e até 20 m na zona da mata. A planta jovem tem suas folhas compostas, pinadas, com 5 a 9 pinas, alternas, longo pecioladas, imparipinadas e raras vezes paripinadas na mesma muda (CUNHA *et al.*, 2003).

Seu tronco é revestido por uma casca castanho escuro (GAZZANEO *et al.*, 2005; AGRA, 1996), cuja parte externa se solta em camadas finas (descasca) formando grandes manchas vermelho pardacentas e lisas. Flora em setembro e, dois meses depois, tem boa produção de frutos (vagens curtas). As sementes, em número de uma por fruto, são achatadas, oleaginosas, com manchas marrons e brancas e têm aroma forte e agradável, proporcionado pela presença de cumarina. O mesmo cheiro, embora mais fraco, está presente em todas as outras partes da planta (CANUTO, 2006; MAIA 2004).

Figura 01. Sementes de *A.cearensis*.

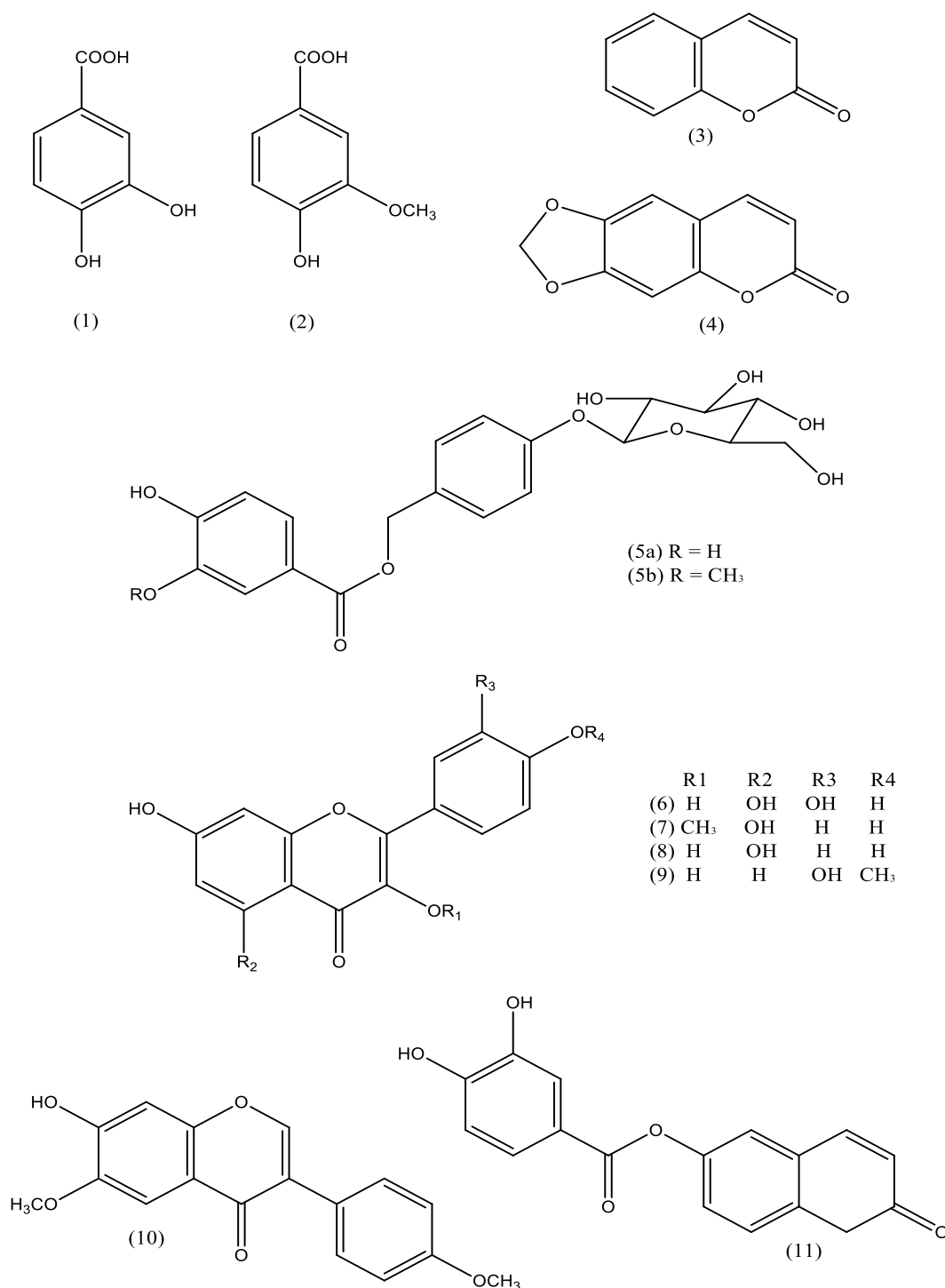


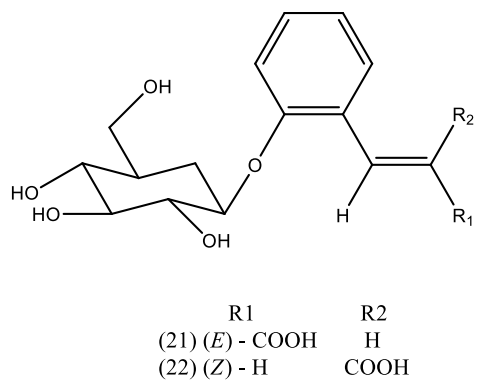
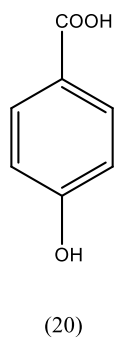
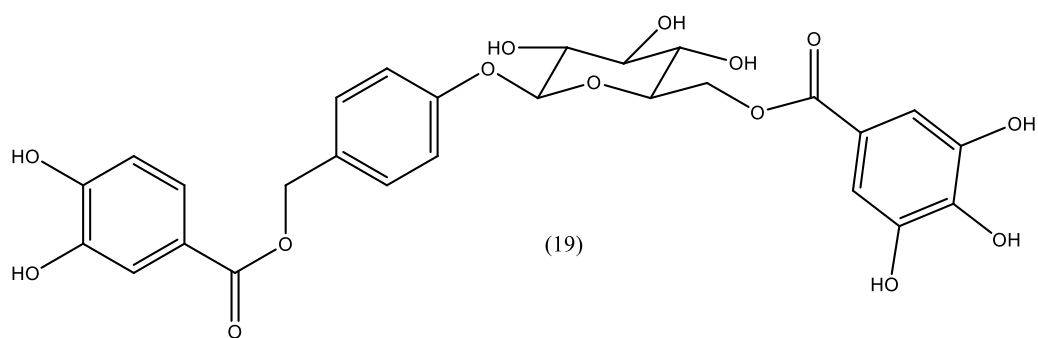
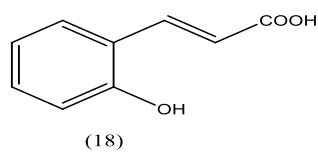
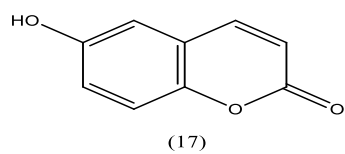
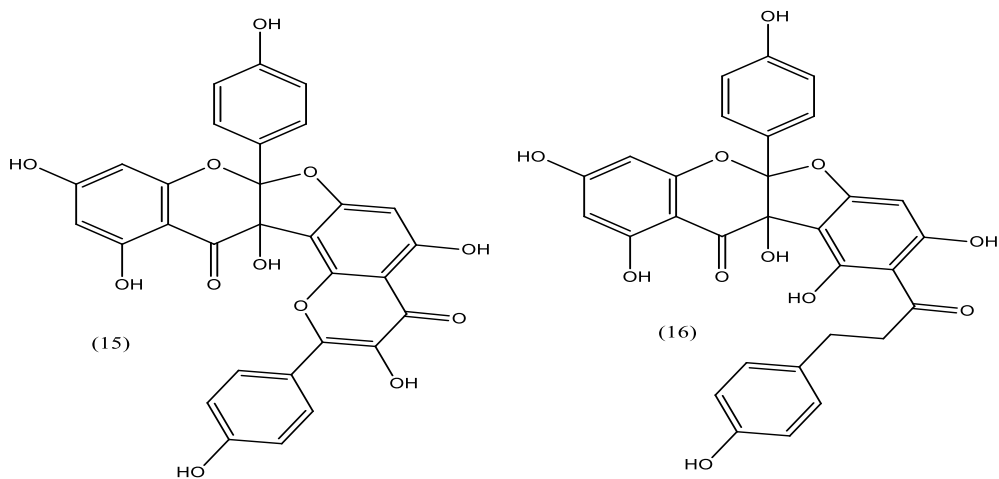
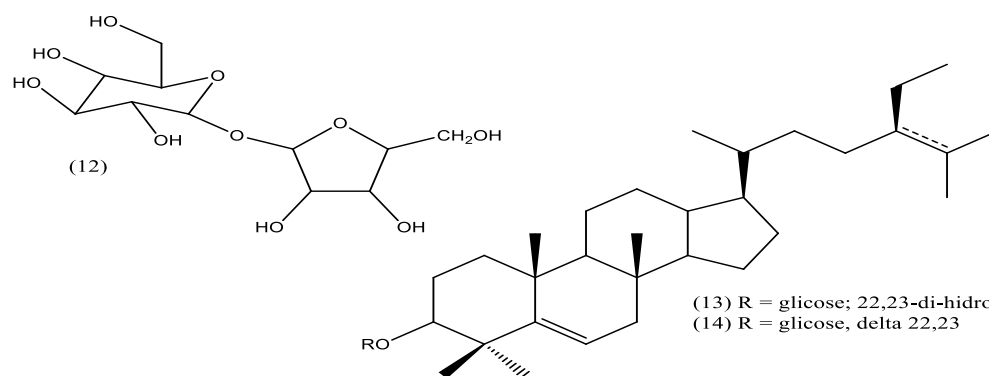
Fonte: PROJETO VERDE.

Vários metabólitos secundários foram isolados de *A. cearensis* incluindo ácido 3,4-dihidroxi-benzóico (1) (ácido protocatecuico), ácido vanílico (2), cumarina (3), aiapina (4), amburosídeo A (5a), amburosídeo B (5b) quercetina (6), isocampferídeo (7), campferol (8), 4-metoxi-fisetina (9), afrormosina (10), 3,4-dihidroxi-benzoato de 6-cumarila (11), sacarose

(12), uma mistura de β -sitosterol e estigmasterol glicosilados (13 e 14), além dos biflavonóides 15 e 16. Das sementes foram isolados a 6-hidroxicumarina (17), o ácido o-cumárico (18) e um derivado esterificado do amburosídeo (19), ácido p-hidroxi-benzóico (20), ácido (E)-o-cumárico glicosilado (21), ácido (Z)-o-cumárico glicosilado (22) (ácido o-cumarínico glicosilado) todas as estruturas estão demonstradas na figura 2 (BEZERRA *et al.*, 2005; SILVEIRA *et al.*, 2005; CANUTO, 2006).

Figura 02. Compostos fotoquímicos isolados da *A. cearensis*.





Fonte: ALMEIDA, 2010.

Os principais compostos encontrados na casca do caule da *A.cearensis* são: cumarina, responsável pelo odor peculiar, flavonoides isocampferídio, e os glicosídeos fenólicos amburosídeo A e B (LIMA, 2014), as cumarinas são benzoalfapironas, lactonas do ácido o-hidroxicinâmico (2H-1-benzopiran-2-onas), sendo o representante mais simples o composto denominado de cumarina (1,2-benzopirona) que é o esqueleto básico de todos os outros derivados e é considerado, quimicamente, como a fusão dos anéis benzeno e 1,2-pirona (OLIVEIRA; MAIOR; DRESCH, 2018).

O isocampferídio é um derivado flavônico do campferol encontrado em *A. cearensis*, *Cirsium rivulare* e *Centaurea bracteata*, dentre outras espécies, na forma livre ou glicosada. A presença de flavonoides nos vegetais parece estar relacionada com funções de defesa e de atração aos polinizadores. Inicialmente reconhecidos como os pigmentos amarelos das flores, são também encontrados nos frutos, sementes, cascas de caule e em algumas bebidas como vinho tinto (LEAL, 2006).

Pertencentes à família de glicosídeos fenólicos, os amburosídeos foram encontrados exclusivamente em *A. cearensis*. A redução do ácido *p*-hidroxi-benzoico a álcool *p*-hidroxi-benzílico leva a síntese do amburosídeo A por meio da glicosilação do éster com UDP glicose. Porém, se o ácido *p*-hidroxi-benzílico for esterificado com ácido vanílico ocorrerá produção do amburosídeo B (LIMA, 2014).

As cumarinas presentes no caule da planta são certamente responsáveis, juntamente com outras substâncias, pela ação benéfica das infusões das cascas e pela atividade broncodilatadora determinada experimentalmente, validando cientificamente o uso popular e o tratamento caseiro, principalmente em crianças e idosos (ALMEIDA, 2010).

O dicumarol, outra cumarina presente na *A. cearensis*, tem ação hipoprotrombínica, pois atua de maneira competitiva com a vitamina K, mediante ação antagônica com a enzima hepática que participa na síntese da pró-trombina (DINIZ, 1998). Na verdade, muitas atividades farmacológicas já foram atribuídas às cumarinas, tais como: hipotensiva, antimicrobiana, antiinflamatória, antitumoral, antimalárica, leishmanicida e anti-chagásica (ALVEZ *et al.*, 2016).

Estudos farmacológicos determinaram que a 1,2-benzopirona e 4-coumarinol, cumarinas existentes na *A. cearensis*, apresentam efeito antimicrobiano para as linhagens Gram positivas e Gram negativas onde a concentração inibitória mínima que variam entre 6,75 µg/mL e 200 µg/mL e as bactérias de origem clínica se mostram mais sensíveis as

cumarinas do que as linhagens padrão (ALVEZ *et al.*, 2015) conforme pode ser verificado nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Avaliação do efeito antibacteriano da 1,2-benzopirona de *A. cearensis* frente a bactérias de importância clínica.

Linhagem Bacteriana	Concentração Inibitória Mínima (CIM – µg/mL)
<i>Bacillus subtilis</i> CCT 0516	25
<i>Escherichia coli</i> ATCC 2536	100
<i>Escherichia coli</i> 101	50
<i>Escherichia coli</i> 104	50
<i>Escherichia coli</i> 108	6,75
<i>Escherichia coli</i> 110	6,75
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 8027	200
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 23242	200
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 23243	100
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 25925	100

Fonte: ALVES *et al.*, 2015

Tabela 3. Avaliação do efeito antibacteriano da 4-coumarinol de *A. cearensis* frente a bactérias de importância clínica.

LINHAGEM BACTERIANA	Concentração Inibitória Mínima (CIM – µg/mL)
<i>Bacillus subtilis</i> CCT 0516	25
<i>Escherichia coli</i> ATCC 2536	200
<i>Escherichia coli</i> 101	200
<i>Escherichia coli</i> 104	100
<i>Escherichia coli</i> 108	100
<i>Escherichia coli</i> 110	100
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 8027	200
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 23242	200
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 23243	200
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 25925	200

Fonte: ALVEZ *et al.*, 2015

O bergapteno e o psoraleno, derivados furocumarínicos, isolados também do extrato da *A. cearensis*, apresentam atividade fotossensibilizante e promove a pigmentação cutânea, sendo usado no tratamento do vitiligo. Seu efeito anti-inflamatório parece estar relacionado com a inibição da migração de neutrófilos e do aumento da permeabilidade vascular no foco inflamatório (ALMEIDA, 2010).

Os glicosídeos fenólicos identificados na *A. cearensis*, amburosídeo A e B, com moderada atividade biológica, mostraram atividade antimalárica, antiprotzoária, antifúngica e antibacteriana *in vitro* (CANUTO, 2007). Estudos realizados com o amburosídeo A comprovaram ação neuroprotetora, atuando como antioxidante no teste da neurotoxicidade induzida pela oxidopamina (6-OHDA, sendo sugestivo seu efeito benéfico na terapêutica de doenças neurodegenerativas semelhantes à Doença de Parkinson (ALVEZ *et al.*, 2015).

O amburosídeo A apresenta propriedade hepatoprotetora no modelo da toxicidade do fígado induzida por tetracloreto de carbono em ratos. Este efeito pode ser atribuído, em parte, pela redução da atividade da peroxidativa hepática, assim como pela restauração significativa da atividade da catalase, que estão amplamente relacionadas à sua propriedade antioxidante. Estes efeitos estão relacionados à presença de grupamentos hidroxila da estrutura do amburosídeo A, como já foi observado em outros fenóis naturais (LEAL *et al.*, 2008).

O isocampferídeo, seu principal flavonoide, possui atividade broncodilatadora, dose-dependente, e atuam de forma inespecífica na inibição de contrações, em traqueias de cobaias, induzidas pelo carbacol e histamina (ALMEIDA, 2010). O amburosídeo A e o isocampferídeo também possuem atividade anti-inflamatória devido à capacidade de reduzir a degranulação de neutrófilos e a secreção de mediadores inflamatórios como o fator de necrose tumoral (TNF- α) (LEAL *et al.*, 2009). Além disso, alguns estudos sugerem que a presença de taninos pode estar relacionada com o efeito analgésico e antiedematogênico dessa espécie (ALVEZ *et al.*, 2016).

Um estudo realizado por Andrade (2015) demonstrou que espécies nativas da Caatinga, utilizadas popularmente para tratar processos inflamatórios, apresentaram um bom potencial fotoprotetor com possibilidade de utilização das mesmas em preparações farmacêuticas de mesma finalidade. Dentre os metabólitos secundários testados, as cumarinas se destacaram por apresentar correlação com a atividade fotoprotetora, indicando uma contribuição significativa deste grupo de metabólitos para tal atividade.

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO E LOCAL DE PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa laboratorial de cunho exploratório que foi realizada nas instalações do laboratório de Bioquímica da Faculdade Irecê (FAI) e do laboratório Central de Análise de Fármacos, Medicamentos e Alimentos da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

4.2 AMOSTRA

Para a obtenção dos extratos foi utilizado como matéria vegetal às sementes da *Amburana cearensis* adquiridas comercialmente em um armazém destinado ao comércio de produtos naturais.

4.3 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS DAS SEMENTES DA *A. cearensis*

A metodologia empregada nessa pesquisa para obtenção de extratos fluidos ocorreu por meio de maceração, anteriormente descrita por Violante *et al.* (2009). Para a preparação dos extratos foram pesados em uma balança semi-analítica 100 g de matéria-prima vegetal e logo após as sementes passaram por um processo de trituração por moagem. Em seguida, em dois béqueres diferentes, pesou-se 50 g de material vegetal em cada. No primeiro béquer foram vertidos 500 mL de etanol absoluto, e no segundo béquer 500 mL de etanol 70° INPM (EtOH70). Ambos os extratos continham a proporção 1:10, ou seja, 10 mL de solvente para cada 1 g de material vegetal.

O processo de extração ocorreu por um período de 14 dias, a temperatura ambiente. Passado este período, as soluções extrativas foram filtradas em filtros de papel e armazenadas sob refrigeração.

4.4 AVALIAÇÃO DO FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR UVB (FPS-UVB) *in vitro*.

A determinação do FPS-UVB *in vitro* dos extratos fluidos teve como base uma metodologia descrita por Dutra *et al.* (2014) por meio da leitura espectrofotométrica de suas soluções diluídas. Foram preparadas soluções dos extratos nas concentrações de 0,25, 0,50,

0,75 e 1% (v/v) em etanol absoluto. Após a diluição, realizou-se uma varredura no espectrofotômetro de UV-Vis com intervalo de varredura de 200 a 400 nm, contra um branco composto por etanol absoluto. Foram utilizadas cubetas de quartzo com caminho ótico de 1 utilizando-se os dados de absorção na faixa de 290 a 320 nm (UVB), com intervalo de 5 nm (DUTRA *et al.* 2014). O cálculo do FPS-UVB foi obtido pela Equação 2, segundo Mansur *et al.* (1986) com utilização dos dados padronizados presentes na Tabela 4 (VELASCO *et al.* 2011).

$$\text{Equação 2. } FPS = E \cdot \sum_{290nm}^{320nm} EE(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot Abs(\lambda)$$

Onde:

FC = fator de correção;

EE (λ) = efeito eritematogênico da radiação de comprimento de onda (λ);

I (λ) = intensidade de luz solar no comprimento de onda (λ);

Abs (λ) = leitura espectrofotométrica da absorbância da formulação em solução no comprimento de onda (λ).

Tabela 4. Ponderação empregada no cálculo do fator de proteção solar por espectrofotometria com um fator de correção igual a dez.

λ (nm)	EE (λ) x I (λ)
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,0180
	1,0000

Fonte: Velasco *et al.* 2011.

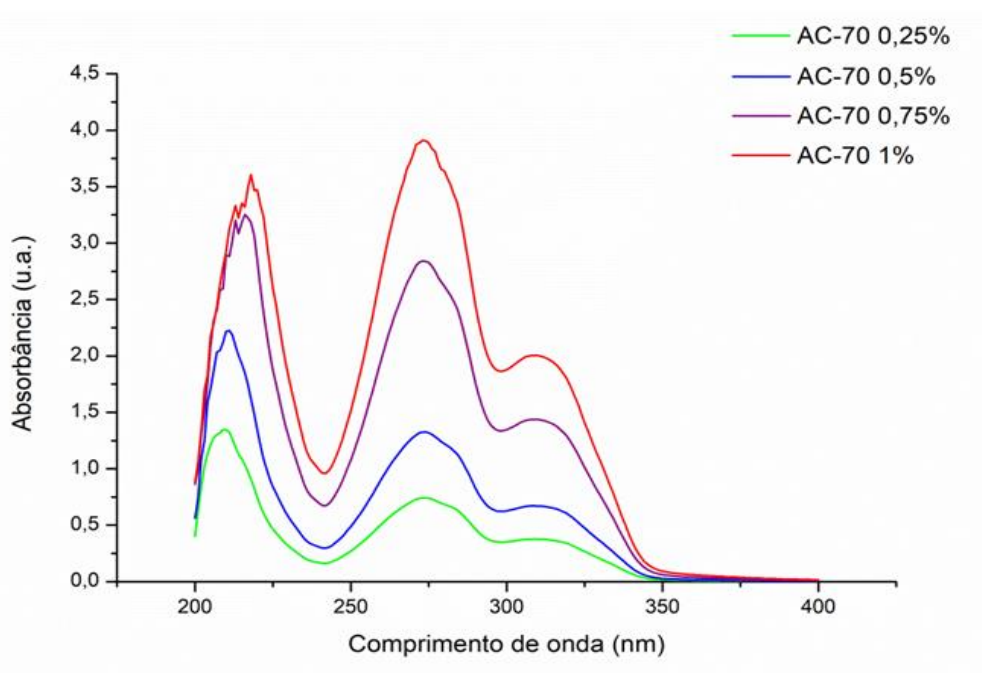
4.5 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

Todas as amostras foram realizadas em triplicata. Todos os dados obtidos foram expressos em média $\pm$ desvio padrão da média e os gráficos foram construídos utilizando o programa Origin 8.0, e as análises estatísticas realizadas nos programas Graph-Pad Prism 6.0. Para comparação dos valores de FPS-UVB das amostras foram utilizadas soluções contendo Benzofenona-3.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quando realizada a análise em espectrofotômetro UV-Vis com intervalo de varredura de 200 a 400 nm das diferentes amostras contendo extrato de *A. cearensis*, foram obtidos gráficos com curvas de absorbância em um padrão semelhante para todas as concentrações, conforme podem ser observadas nas figuras 3 e 4.

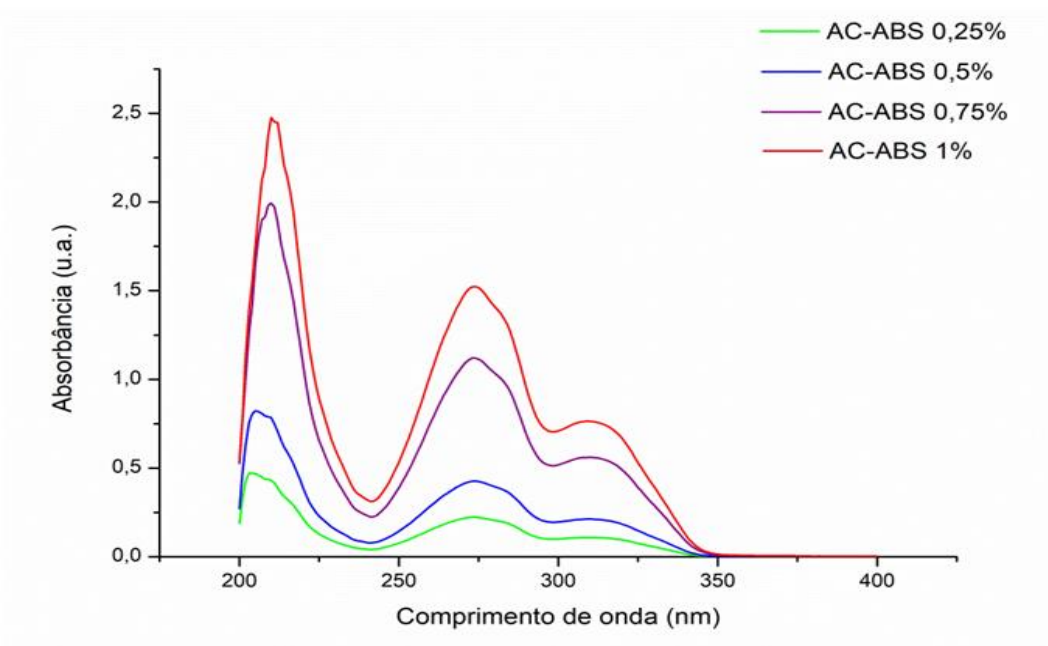
Figura 3. Curvas de absorção dos extratos de *A. cearensis* preparados em etanol 70° INPM nas concentrações de 0,25, 0,5, 0,75 e 1% (v/v).



Fonte: Autoria própria.

Ao realizar a análise dos gráficos resultantes da leitura em espectrofotômetro UV-Vis das amostras contendo extrato de *A. cearensis* em etanol 70° INPM, observou-se um pico em 210 nm, outro em 273 nm, ambos na faixa UVC, e um terceiro pico em 310 nm, sendo esse último de grande importância visto que está localizado na região de faixa UVB. Quanto aos valores de absorbância observa-se os resultados no extrato com concentração de 1%, o qual no primeiro pico obteve um valor de absorbância de 3,6 u.a., no segundo pico apresentou absorbância de 4,0 u.a. e no último pico observou-se absorbância de 2,0 u.a.

Figura 4. Curvas de absorção dos extratos de *A. cearensis* preparados em etanol absoluto, nas concentrações de 0,25, 0,5, 0,75 e 1% (v/v).



Fonte: Autoria própria.

Quando analisado o gráfico resultante da análise das soluções do extrato preparado com etanol absoluto, observou-se uma curva semelhante para todas as amostras, com picos de absorção em 210 nm, outro em 274 nm, e um ultimo pico em 309 nm. Os dois primeiros picos estão dentro da faixa de radiação UVC e este ultimo em faixa UVB. Dentre as amostras, a que apresentou maiores valores de absorbância era aquela preparada na concentração de 1%, a qual teve valor de absorbância no primeiro pico de 2,5 u.a, no segundo pico apresentou uma absorbância de 1,5 u.a. e no ultimo pico observou-se um valor de absorbância de 0,75 u.a.

Quando comparados, nota-se que ocorreu uma discrepância significativa entre os valores de absorbâncias de ambos os extratos nas mesmas concentrações, essas diferenças principalmente no pico compreendido dentro da faixa UVB, interferiram consideravelmente nos valores de FPS das amostras. Essa disparidade pode estar associada ao tipo de solvente utilizado em cada extração.

Quanto ao FPS, a espécie *A. cearensis* apresentou melhores resultados quando analisado a amostra do extrato contendo EtOH70 o qual obteve valores FPS-UVB de $19,46 \pm 0,03$, $13,97 \pm 0,01$, $6,52 \pm 0,01$ e $3,67 \pm 0,01$, nas concentrações de 1%, 0,75%, 0,50% e 0,25%, respectivamente, como mostra a Tabela 5. Enquanto as soluções do extrato de *A.*

cearensis em EtOH absoluto apresentou valores de FPS-UVB de $7,41 \pm 0,01$ (1% v/v), $5,42 \pm 0,01$ (0,75% v/v), $2,05 \pm 0,01$ (0,50% v/v) e $1,05 \pm 0,01$ (0,25% v/v).

Tabela 5. Valores de FPS-UVB das amostras com diferentes concentrações dos extratos da *A. cearensis* em EtOH70 e EtOH absoluto (média desvio $\pm$ padrão).

[%]	AC-70	AC-ABS
0,25	$3,67 \pm 0,01$	$1,05 \pm 0,01$
0,5	$6,52 \pm 0,01$	$2,05 \pm 0,01$
0,75	$13,97 \pm 0,01$	$5,42 \pm 0,01$
1	$19,46 \pm 0,03$	$7,41 \pm 0,01$

Fonte: Autoria própria.

De acordo com a RDC nº 30, de 1 de junho de 2012, um protetor solar deve possuir um FPS com valor de no mínimo seis (6) para apresentar uma baixa proteção para peles pouco sensíveis a queimaduras solar. As formulações que contêm FPS entre 15,0 e 29,9 são os de média proteção e os que possuem FPS acima de 30 são classificados como produtos de alta proteção.

Segundo a metodologia de determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria proposta por Mansur *et al.* (1986), o extrato de *A. cearensis* em EtOH70% nas concentrações acima de 0,5% apresentam valores superiores a seis (6). Esses resultados demonstram a presença de atividade fotoprotetora. Visto que a regulação permite a utilização de uma concentração de filtros orgânicos de até 15% em formulações cosméticas, esses valores de FPS podem ser muito superiores em concentrações mais elevadas (BRASIL, 2016).

Além de possuir valores significativos de FPS-UVB, o extrato de *A. cearensis* em EtOH70 demonstrou leituras de absorbância nas faixas de UVC e UVB além apresentar um pico de absorção máximo próximo a 290 nm, conforme mostra o figura 1. Este resultado é de fundamental importância visto que o pico de absorção ficou na faixa da radiação UVB (290-320 nm), o que justifica a utilização desse extrato em concentrações maiores ou iguais a 1% em produtos fotoprotetores.

O gráfico contendo a absorbância do extrato de *A. cearensis* em EtOH absoluto (figura 4) revela que houve um pico de absorbância máxima no comprimento de onda de 210 nm, e um segundo pico no comprimento de 290 nm o que atribui a esse extrato uma ação fotoprotetora, entretanto somente soluções acima de 1% apresentam FPS superiores a seis.

Tais leituras demonstram uma faixa de absorbância que varia de 200 a 350 nm, por conseguinte, leituras dentro das faixas de radiação UVC e UVB.

Quando relacionados os resultados dos FPS obtidos de ambos os extratos, constata-se que as amostras que contém extrato de *A. cearensis* com EtOH70 apresentaram valores significativos de FPS-UVB em concentrações menores, visto que o extrato com EtOH absoluto apresentou resultados de FPS acima de 6 apenas nas concentrações igual ou maiores que 1%, e as amostras contendo extrato em EtOH70 apresentaram ação fotoprotetora nas concentrações igual ou superiores a 0,5%.

Tais resultados estão diretamente relacionados ao tipo de solvente utilizado na extração e a sua polaridade, características que podem afetar a transferência de elétrons e de átomos de hidrogênio, que é primordial na extração de polifenóis (DA COSTA, 2021). Outro fator importante é que extrações que utilizam solventes polares acabam extraindo os bioativos como flavonoides, taninos e saponinas (SILVA, 2019). Fato que foi observado nos resultados do presente estudo, no qual os maiores valores de FPS-UVB foram detectados no extrato preparado com a mistura de solventes com maior concentração aquosa, por conseguinte é mais polar.

A partir dos resultados, pode-se entender que o melhor solvente para extrair metabólitos secundários que apresentam ação fotoprotetora no presente estudo foi o EtOH70. Logo, os resultados obtidos podem ser relevantes visto que, pesquisas recentes indicam que há uma correlação entre atividade fotoprotetora e o teor de compostos fenólicos, como os flavonoides. À medida que aumentam esses teores nas amostras, há o aumento no percentual da ação fotoprotetora (ANDRADE, 2015).

Alguns estudos com plantas medicinais da Caatinga apontam a presença de compostos fenólicos em várias espécies deste bioma, sendo um indicativo de que estes compostos podem estar relacionados com muitas das atividades terapêuticas atribuídas popularmente a estas espécies (MONTEIRO *et al.*, 2006; ALENCAR *et al.*, 2009). Araújo e colaboradores (2008) também evidenciaram o quantitativo de taninos e flavonoides de diversas espécies da Caatinga relacionando estes com uso popular.

Um estudo feito por Andrade e colaboradores em 2015, realizou a análise de metabólitos secundários de diferentes espécies vegetais encontradas na caatinga. Dentre as espécies estudadas estava a *A. cearensis*, a qual apresentou um valor de fenóis totais de $221,56 \pm 18,12$ mg/g, taninos totais de $192,20 \pm 22,17$ mg/g, flavonoides totais de $141,45 \pm$

20,73 mg/g e cumarinas totais de $461,40 \pm 33,84$ mg/g. Dentre as 15 espécies analisadas nesse estudo a *A. cearensis* foi a que apresentou maior concentração de cumarinas.

Ainda nesse estudo, Andrade e colaboradores (2015) obtiveram valores de FPS de extratos alcoólicos destas espécies estudadas, utilizando o mesmo princípio de leitura espectrofotométrica descrita por Mansur (1986), com faixa de absorção em 200 a 400 nm. As soluções foram diluídas nas concentrações de 5, 25, 50 e 100 mg/L, e os resultados obtidos dos extratos de *A. cearensis* estão expostos na tabela 6.

Tabela 6. Valores de FPS de extratos da *A. cearensis*.

Concentrações	FPS-UVB
5 mg/L	$0,42 \pm 0,01$
25 mg/L	$1,96 \pm 0,04$
50 mg/L	$3,89 \pm 0,04$
100 mg/L	$7,61 \pm 0,1$

Fonte: ANDRADE, 2015.

Este estudo demonstrou que espécies nativas da Caatinga, tais como *A. cearensis*, apresentaram um bom potencial fotoprotetor com possibilidade de utilização das mesmas em preparações cosméticas de mesma finalidade. Dentre os metabólitos secundários testados, as cumarinas se destacaram por apresentar correlação com a atividade fotoprotetora, indicando uma contribuição significativa deste grupo de metabólitos para tal atividade (ANDRADE, 2015).

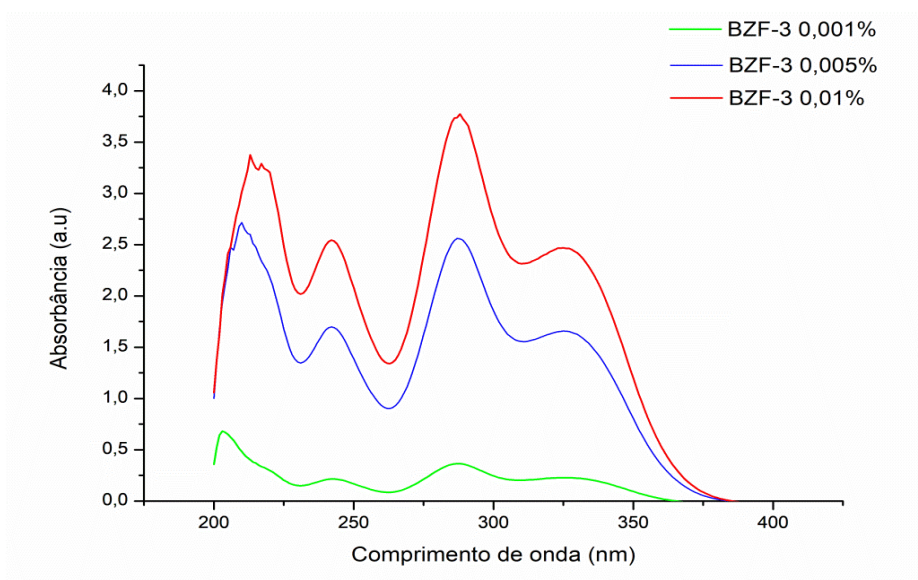
À vista disso, os resultados descritos por Andrade (2015), solidificam os resultados obtidos no presente estudo, visto que ambos encontraram um bom potencial de atividade fotoprotetora em extratos obtidos da *A. cearensis*. Assegurando desta maneira a utilização de extratos dessa espécie em formulações cosméticas com finalidade fotoprotetora.

Entre as substâncias aprovadas pela ANVISA na RDC nº 69 de 23 de março de 2016, está a benzofenona e seus derivados. Apesar de listadas no documento e possuírem uma boa estabilidade fotoquímica, além de elevados valores de FPS mesmo em baixas concentrações, essas substâncias fazem parte de um grupo que apresentam uma baixa tolerabilidade, podendo assim estar relacionadas a diversas respostas alérgicas. Por conseguinte, a utilização de altas

concentrações de BZF-3 se torna inviável devido ao alto risco de lesões cutâneas em decorrência da sua toxicidade (BRASIL, 2016).

Inicialmente, o presente estudo usaria como parâmetro de comparação dos valores de FPS-UVB, uma solução controle contendo Benzofenona-3 (BZF-3) nas mesmas concentrações de extratos das amostras analisadas. Entretanto não foi possível a realização das leituras das soluções em concentrações elevadas de BZF-3, deste modo soluções em menores concentrações foram feitas e as leituras realizadas, tais resultados estão expostos na figura 5, os valores FPS-UVB dessas soluções estão dispostos na tabela 7.

Figura 5. Curvas de absorção UV da benzofenona-3 nas concentrações de 0,001, 0,005 e 0,01%.



Fonte: Autoria própria.

Tabela 7. Valores de FPS-UVB para benzofenona-3.

[%]	BZF-3
0,001	2,28 ± 0,01
0,005	17,37 ± 0,01
0,01	25,78 ± 0,01

Fonte: Autoria própria.

No momento em que analisado o gráfico, observa-se a presença de cinco picos distintos, sendo o primeiro no comprimento de onda de 213 nm, o segundo muito próximo em 224 nm, o terceiro em 242 nm, o quarto pico teve comprimento de onda de 288 nm e o ultimo denotou comprimento de onda de 325 nm. Em decorrência dos resultados obtidos pode-se afirmar que a BZF-3 apresenta fotoproteção UV-A, UV-B e UV-C. Visto que a mesma apresentou leituras dentro das três faixas de radiação UV.

Quando comparados os gráficos de absorção da BZF-3 e dos extratos hidro alcóolicos da *A. cearensis* nota-se que alguns picos apresentaram valores de comprimento de onda muito próximos, exemplificando, o primeiro pico de BZF-3 teve comprimento de 213 nm e ambos os extratos apresentaram picos em 210 nm, o extrato contendo etanol 70 INPM e o extrato com etanol absoluto apresentaram um segundo pico nos comprimentos de onda de 273 nm e 274 nm respectivamente, enquanto a benzofenona-3 apresentou um pico com comprimento de 288 nm.

Essa proximidade de valores possui grande relevância para o presente estudo visto que mesmo em concentrações muito diferentes os gráficos apresentaram picos em comprimento de ondas muito próximos, por conseguinte padrões parecidos o que consolida os valores de FPS-UVB obtidos das amostras dos extratos de *A. cearensis*, visto que a Benzofenona-3 possui ação fotoprotetora comprovada.

6 CONCLUSÕES

Foi possível analisar que o extrato que apresentou melhores valores de FPS-UVB, foi o que possuía como solvente o EtOH70, o qual apresentou resultados positivos na concentração de 0,5%. Já o extrato com EtOH absoluto apresentou ação fotoprotetora em concentrações acima de 1%. Tais resultados decorrem da maior polaridade apresentada pelo EtOH70 quando comparado com o EtOH absoluto.

Diante dos dados supracitados conclui-se que o presente estudo constatou a presença significativa de ação fotoprotetora nos extratos oriundos da espécie *A. cearensis*, popularmente conhecida por sua ação farmacológica, possibilitando assim que os mesmos sejam utilizados em formulações com finalidade fotoprotetora, já que ambos apresentaram valores significativos nas concentrações maiores ou iguais a 1%.

Ademais, processos de aprimoramento das técnicas de extração e a utilização de outras partes da planta são interessantes para aquisição de maiores teores de metabólitos secundários e consequentemente aumento da atividade desejada.

REFERÊNCIAS

- AGRA, M. F. **Plantas da medicina popular dos cariris velhos**, Paraíba, Brasil. João Pessoa, Editora União, 1996.
- ALENCAR, N.L.; ARAÚJO, T.A.S.; AMORIM, E.L.C.; ALBUQUERQUE, U.P. Can the Apparency Hypothesis explain the selection of medicinal plants in an area of caatinga vegetation? A chemical perspective. **Acta Botanica Brasilica**. v. 23, p. 908-909, 2009.
- ALMEIDA, J.R. G. S *et al.* **Amburana cearensis: uma revisão química e farmacológica**. 2010.
- ALVES, H. B.; ALVES, F.R. A. ASPECTOS QUÍMICOS E FARMACOLÓGICOS DO CUMARU (AMBURANA CEARENSIS): UM FITOTERÁPICO PRÓPRIO DO SEMIÁRIDO. In: **I congresso Internacional da Diversidade do Semiárido**. 2016.
- ALVES, R. E *et al.* **Investigação dos efeitos antibacteriano e citotóxico de cumarinas**. 2015.
- ANDRADE, Bruno de Almeida. **Atividade fotoprotetora in vitro de espécies medicinais da caatinga pernambucana e incorporação em gel dermatológico**. 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- ARAÚJO, T.A.S. *et al.* A new approach to study medicinal plants with tannins and flavonoids contents from the local knowledge. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 120, n. 1, p.72-80. 2008
- BRASIL. Resolução –RDC N° 30 de 1° de junho de 2012. Aprova o Regulamento Técnico Mercosul sobre Protetores Solares em Cosméticos e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 4 jun. 2012.
- BRASIL. Subsecretaria de Vigilância à Saúde. Diretoria de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 11, de março de 2016**.
- BEZERRA, A. M. E.; CANUTO, K. M.; SILVEIRA, E. R. Estudo fitoquímico de espécimens jovens de *Amburana cearensis* A.C. Smith. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA**, 29., 2005, Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia: 2005. 2p.
- BOBIN, M.F.; RAYMOND, M.; MARTINI, M.C. **Propriedades de absorção UVA/UVB de produtos naturais**. *Cosmetics ; Toiletries*. v. 7, p. 44-50, 1995.
- CANUTO, K. M. **Aspectos químicos do estudo interdisciplinar (Química-Agronomia-Farmacologia) de Amburana cearensis** AC Smith, 2007.
- CANUTO, K. M.; SILVEIRA, E. R. Constituintes químicos da casca do caule de *Amburana cearensis* AC Smith. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1241-1243, 2006.
- CANUTO, K. M.; SILVEIRA, E. R.; BEZERRA, A. M. E. Estudo fitoquímico de espécimens cultivados de cumaru (*Amburana cearensis* AC Smith). **Química Nova**, v. 33, n. 3, p. 662-666, 2010.

CUNHA, M. C. L.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* (Arr. Cam.) AC Smith-Cumaru-Leguminosae Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 89-96, 2003.

DA COSTA, N.B. *et al.* Obtenção do perfil químico de extratos das folhas do cajueiro (*Anacardium occidentale*) a partir de diferentes solventes. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e40110817473-e40110817473, 2021.

DELAZAR, A.; TALISCHI, B.; NAZEMIYEH, H.; REZAZADEH, H.; NAHAR, L.; SARKER, S. D. Chrozophorin: a new acylated flavone glucoside from *Chrozophora tinctoria* (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 16, n. 3, p. 286-290, 2006.

DINIZ, M. F. F. M. *et al.* Memento Fitoterápico: As plantas como alternativa terapêutica: aspectos populares e científicos. **Universitária/UFPB**, p. 119-122, 1998.

DO NASCIMENTO, Luciano F.; DOS SANTOS, Elisabete P.; DE AGUIAR, Alcino P. Fotoprotetores orgânicos: Pesquisa, inovação e a importância da síntese orgânica. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 2, p. 190-223, 2014.

DUTRA, Elizângela Abreu *et al.* Determinação do fator de proteção solar (FPS) de protetores solares por espectrofotometria no ultravioleta. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 40, n. 3, p. 381-385, 2004.

FLOR, J.; DAVOLOS, M.R.; CORREA, M.A. Protetores Solares. **Química Nova**. v. 30, p. 153-158, 2007.

GARCÍA, A.A; CARRIL, E.P-U. Metabolismo secundario de plantas. **Reduca (Biología)**. v. 2, n. 3, p. 119-145, 2009.

GAZZANEO, L. R. S.; DE LUCENA, R. F. P.; DE ALBUQUERQUE, U. P. Conhecimento e uso de plantas medicinais por especialistas locais em uma região de Mata Atlântica do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine** , v. 1, n. 1, pág. 9, 2005.

GAZZANI, G.; PAPETTI, A.; DAGLIA, M.; BERTÈ, F.; GREGOTTI, C. Protective activity of water soluble components of some common diet vegetables on rat liver microsomes and the effect of thermal treatment. **Journal of Biology and Chemistry**, v.46, p.4123-4127, 2008.

GIOKAS, D.L.; SAKKAS, V.A.; ALBANIS, T.A.; LAMPROPOULOU, D.A. Determination of UV-filter residues in bathing Waters by liquid chromatography UV-diode array and gas chromatography-mass spectrometry after micelle mediated extraction-solvent back extraction. **Journal of Chromatography A**. v.1077, p.19-27, 2005.

HIGDON, J. V.; FREI, B. Tea catechins and polyphenols: health effects, metabolism and antioxidant functions. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.43, n.1, p.89-143, 2003.

JOSÉ, M.T.D.A.F. *et al.* Flavonóides como agentes fotoprotetores: Uma revisão sistemática. **J Med Plants Res**, p. 10, 2016.

LEAL, L. K. A. M *et al.* Protective effects of amburoside A, a phenol glucoside from *Amburana cearensis*, against CCl₄-induced hepatotoxicity in rats. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2008.

LEAL, L. K. A. M. **Contribuição para a validação do uso medicinal de *Amburana cearensis* (cumaru): estudos farmacológicos com o isocampferídio e o amburosídio**, 2006.

LEAL, L. K. A. M. *et al.* Effects of amburoside A and isokaempferide, polyphenols from *Amburana cearensis*, on rodent inflammatory processes and myeloperoxidase activity in human neutrophils. **Basic & clinical pharmacology & toxicology**, v. 104, n. 3, p. 198-205, 2009.

LIMA, M. V. **Avaliação de diferentes técnicas de extração do glicosídeo fenólico bioativo amburosídio A, a partir da casa do caule de camuru (*Amburana cearensis*)**, 2014.

MAIA, G. N.. **Caatinga árvores e arbustos e suas utilidades**. Leitura & Arte, 2004.

MANSUR, João de Souza *et al.* Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. **An. Bras. Dermatol**, p. 121-4, 1986.

MARTENS, S.; MITHÖFER, A. Flavonas e síntese de flavonas. **Phytochemistry**. v. 66, n. 20, p. 2399-2407, 2005.

MELLO, J. P. C.; SANTOS, S. C. Taninos. In: **Farmacognosia: da planta ao medicamento**; Simões, C. M. O.; Schenckel, E. P. (Orgs.). Ed. UFSC: Porto Alegre; 3^a ed., 2001. p. 527-554.

MELNIKOVA, V.O; ANANTHASWAMY, H.N. Cellular and molecular events leading to the development of skin cancer. **Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**. v. 571, n. 1-2, p. 91-106, 2005.

MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, U.P.; LINS-NETO, E.M.F.; ARAÚJO, E.L.; AMORIM, E.L.C.. Use patterns and knowledge of medicinal species among two rural communities in Brazil's semi-arid northeastern region. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 105, p. 173–186, 2006.

MUNHOZ, V.M.; LONNI, A.A.S.G; MELLO, J.C.P.; LOPES, G.C. Avaliação do fator de proteção solar em fotoprotetores acrescidos com extratos da flora brasileira ricos em substâncias fenólicas. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**. v. 33, n. 2, p. 225-232, 2012.

NASCIMENTO, C.S.; NUNES, L.C.C; LIMA, A.A.N; JÚNIOR, S.G.; NETO, P.J.R. Incremento do FPS em formulação de protetor solar utilizando extratos de própolis verde e vermelha. **Revista Brasileira de Farmácia**. v. 90, n. 4, p. 334-339, 2009.

OLIVEIRA, L. F.; MAIOR, J. F. A.S.; DRESCH, R. R. **FARMACOGNOSIA PURA**. 1^a. ed. Porto Alegre: SAGAH, 2018. v. único. ISBN 978-85-9502-752-7.

PAULETTO, G. *et al.* **Novas alternativas terapêuticas para prevenção do câncer labial com produtos à base de extratos naturais com potencial fotoprotetor: uma revisão de literatura**. RFO, Passo Fundo, v. 22, n. 3, p. 378- 384, set./dez. 2017.

PEREIRA, R.J; CARDOSO, M.G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. v. 3, n. 4, p. 146-152, 2012.

PINHO, José et al. Determinação do fator de proteção solar (in vitro) de produtos magistrais na forma de gel. avaliação dos aspectos sensoriais e físicoquímicos. **HU rev**, p. 81-88, 2014.

RAMOS, M.F.S.; SANTOS, E.P.; BIZARRI, C.H.; MATTOS, H.A.; PADILHA, M.R.; DUARTE, H.M. Preliminary studies towards utilization of various plant extracts as antisolar agents. **International Journal of Cosmetics Science**. v. 18, n. 3, p. 87-101, 1996.

RIBEIRO, R. P.; SANTOS, V. M.; MEDEIROS, E. C.; SILVA, V. A.; VOLPATO, N. M.; GARCIA, S. Avaliação do Fator de Proteção Solar (FPS) in vitro de produtos comerciais e em fase de desenvolvimento. **Infarma**. v.16, n.7-8, p.83-86, 2004.

SAUVAIN, M. *et al.* Bioactive phenolic glycosides from *Amburana cearensis*. **Phytochemistry**, v. 50, n. 1, p. 71-74, 1999.

SILVA, M.L.C.; COSTA, R.S.; SANTANA, A.S.; KOBLITZ, M.G.B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SILVEIRA, E. R.; PESSOA, O. D. L. **Constituintes micromoleculares de plantas do nordeste com potencial farmacológico: com dados de RMN 13C**, 2005.

SVOBODOVÁ, A.; PSOTOVA, J.; WALTEROVA, D. Natural phenolics in the prevention of UV-induced skin damage. A review. **Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacký**. v. 147, n. 2, p. 137-145, 2003.

TOYOSHIMA, M.; HOSODA, K.; HANAMURA, M.; OKAMOTO, K.; KOBAYASHI, H.; NEGISHI, T. Alternative methods to evaluate the protective ability of sunscreen against photo-genotoxicity. **Journal Photochemistry and Photobiology B**. v. 73, n. 1-2, p. 59-66, 2004.

VELASCO, Maria Valéria Robles *et al.* Novas metodologias analíticas para avaliação da eficácia fotoprotetora (*in vitro*)—revisão. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 32, n. 1, 2011.

VIOLANTE, Ivana MP *et al.* Avaliação in vitro da atividade fotoprotetora de extratos vegetais do cerrado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, p. 452-457, 2009.

ZUANAZZI, J. A. S.; MONTANHA, J. A. Flavonoides. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANM, G.; MELLO, J. C. P. de, MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5ª edição, rev. e amp. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, cap. 23, p. 577-614, 2004.

