



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS DE SOBRAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

VERÔNICA SILVA DE BRITO

**AVALIAÇÃO DA TOXIDADE E DO POTENCIAL FOTOPROTETOR E
ANTIOXIDANTE DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO BRUTO DE HASTES DE
Cereus jamacaru DC, CACTACEAE.**

SOBRAL – CE

2013

VERÔNICA SILVA DE BRITO

AVALIAÇÃO DA TOXIDADE E DO POTENCIAL FOTOPROTETOR E
ANTIOXIDANTE DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO BRUTO DE HASTES DE
Cereus jamacaru DC, CACTACEAE.

Dissertação submetida à Coordenação de
Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia
da Universidade Federal do Ceará, como
requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Biotecnologia.

Orientador:

Prof. Dr. Ricardo Pires dos Santos

SOBRAL – CE

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca do Curso de Medicina – *Campus* de Sobral

-
- B877a Brito, Verônica Silva de.
Avaliação da toxicidade e do potencial fotoprotetor e antioxidante do extrato hidroalcoólico bruto de hastes de *Cereus jamacaru* DC, cactaceae. / Verônica Silva de Brito. – 2013.
68 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Curso de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Sobral, 2013.
Área de Concentração: Biotecnologia.
Orientação: Prof. Dr. Ricardo Pires dos Santos.
1. Cactaceae. 2. Fator de proteção solar. 3. Antioxidantes I. Título.

CDD 660.6

VERÔNICA SILVA DE BRITO

AVALIAÇÃO DA TOXIDADE E DO POTENCIAL FOTOPROTETOR E
ANTIOXIDANTE DO EXTRATO HIDROALCOÓLICO BRUTO DE HASTES DE
Cereus jamacaru DC, CACTACEAE.

Dissertação submetida à Coordenação do
Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia, da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para a obtenção do grau de mestre em
Biotecnologia.

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Pires dos Santos (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. João Batista Cajazeiras
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Prof. Emmanuel Silva Marinho
Secretaria de Educação do Estado do Ceará (SEDUC)

Dedico este trabalho aos meus pais Maria Rodrigues e Raimundo Salustino, e meus irmãos Mônica e Jonas, em agradecimento pela imensa força e apoio sempre presentes.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por pela sua providência sempre presente na minha vida, especialmente para a conclusão desse trabalho, me presenteando com perseverança, coragem e fé.

Aos meus pais, que são as pessoas mais importantes da minha vida, a eles agradeço por todo esforço, compreensão, durante a trajetória da minha vida estudantil.

A meu irmão Jonas, não só pelo incentivo, mas por toda ajuda nos momentos difíceis, que fizeram desse projeto uma realidade.

A minha irmã Mônica que participou de toda a trajetória da minha vida em especial desse trabalho, a quem devo grande parte dessa realização, agradeço pela paciência e empenho;

A minha querida turma de irmãs de batalhas e verdadeiras amigas Viviane, Nágila, Joice, Joseíres, Telma e Jéssica agradeço pela preocupação e companheirismo de sempre;

Ao meu namorado, Robson Moraes por todo amor, carinho e disponibilidade para ajudar sempre que necessário;

Agradeço minha segunda família Focolare que esteve presente em minha vida espiritual com grande unidade, obrigado a todos em nome de Thiago, Nágila Nascimento, Dulce, Samara, Ivam e Edcarlos;

Aos meus queridos amigos Wagner e Leidy e Daniel pelo carinho de sempre e bela amizade;

Ao meu amigo Hélio, meu muito obrigada por ter feito parte da minha vida estudantil, colaborando e incentivando sempre;

Ao Prof. Gustavo Hitzschky Fernandes Vieira (*In memoriam*) pela orientação e acompanhamento dos primeiros passos dados na pesquisa científica, que DEUS o conceda junto dele;

Aos professores Doutores Betânia Andrade e Murilo, pela disponibilização dos laboratórios na Universidade Vale do Acaraú-UVA, obrigada também pelas sugestões, e motivação que contribuíram imensamente para a conclusão deste trabalho;

Ao Programa de Pós Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Ceará, *campus* de Sobral representado pelos docentes e funcionários;

Ao Prof.Dr. Ricardo Pires dos Santos, meu orientador, obrigada pela disponibilidade e paciência, pelas sugestões, e ensinamentos que possibilitaram a realização desse trabalho, e muito contribuíram para minha formação acadêmica e formação profissional, por ser um excelente pesquisador, tenho muito orgulho de ter sido sua orientanda;

Ao Prof.Dr. Edson Holanda Teixeira pela disponibilidade do laboratório (LIBS) para realização de trabalhos;

Ao Prof.Dr. Benildo Sousa Cavada do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular/UFC, Laboratório de Moléculas Biologicamente Ativas (BIOMOL) por ter concedido seu Laboratório para realização dos testes de toxicidade em *Artemia salina*;

Ao aluno de doutorado em Bioquímica/UFC Mayron Alves de Vasconcelos a mestre de Engenharia de Pesca/UFC Suzete Roberta da Silva pelo empenho e dedicação em realizar os testes de toxicidade em *Artemia salina*;

Ao Dr. Victor Alves Carneiro e Vassilipe (Vavá) pelas sugestões, dicas e ensinamentos para que esse trabalho fosse concretizado;

A mestre Francisca das Chagas de Sousa Alves por ter participado de toda a minha trajetória no mestrado, obrigado pela grande ajuda;

A técnica do LIBS e também mestranda Rafaela Mesquita Bastos e Érika de Menezes Rabelo pela amizade e companheirismo;

A mestranda Denize do Laboratório de Bioquímica /UFC/FAMED por ter se disponibilizado em realizar as liofilizações das amostras e por palavras de ânimo;

A equipe do laboratório LAEE do Instituto Federal do Ceará (IFCE), por disponibilizar a estufa para secagem de material vegetal, meu muito obrigada;

Ao laboratório de química orgânica da Universidade vale do Acaraú-UVA na pessoa do Prof. Dr. Elcio, pela disponibilização do rotoevaporador sempre que necessário;

Enfim a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização desse trabalho, sintam-se sinceramente agradecidos por mim.

Não há rosas sem espinhos, porém para quem
crê, não há espinhos sem rosas.

Chiara Lubich.

RESUMO

As cactáceas são compostas por um grupo de plantas abundantes nas regiões do semiárido. Demonstram bastante especificidade com relação ao seu habitat e possuem uma série de adaptações morfológicas e fisiológicas que permitem a sua sobrevivência em ambientes com déficit em nutrientes e água, além de suportar intensa radiação solar (FPS). Dessa forma o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do Fator de Proteção Solar possivelmente presente em hastes de *Cereus jamacaru*, verificar a sua porcentagem de atividade antioxidante, testar a toxicidade através do teste preliminar com *Artemia salina* e verificar a composição química do extrato através do infravermelho. Primeiramente foi preparado o material vegetal de *Cereus jamacaru* resultando em extrato bruto, derivado de coletas durante o dia (11h) e coletas durante a noite (23h). Após isso foi realizado extrações com etanol a 70% e 95% v/v para ambos os horários de coleta. Resultando em: ECD 95%, ECD 70%, ECN 95% e ECN 70%. Os espectros no infravermelho foram verificados tanto para o extrato bruto, quanto para as frações liofilizadas, as bandas de absorção foram obtidas em comprimento de onda na faixa de 4000 a 400 cm^{-1} . Para o teste de FPS *in vitro*, as amostras foram diluídas até a concentração final de 0,2 mg/mL, e as absorbâncias determinadas na faixa de 220 a 450 nm, com intervalos de 2 nm. A atividade antioxidante foi avaliada através do método de sequestro de radicais livres DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila), sendo realizados testes para as quatro amostras nas concentrações de 5 a 2000 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ em triplicata. As leituras das absorbâncias foram realizadas a 517 nm. A partir do resultado foi calculado a porcentagem de atividade antioxidante (AA%). Todas as amostras foram submetidas ao teste de toxicidade com *Artemia salina*, nas seguintes concentrações de (1000, 500, 250, 125 e 62,5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$). Logo após verificada a mortalidade dos náuplios com 24 e 48h. Com relação ao infravermelho foram verificados picos de absorção diferentes quando comparados tanto o horário de coleta quanto a porcentagem de diluição do solvente. Para o teste de FPS todas as amostras demonstraram atividade fotoprotetora sendo que na amostra (ECD 95%) foi verificado uma maior absorção na região do ultravioleta (UV) com FPS-15,72. As amostras demonstraram uma maior atividade antioxidante comparado ao β -caroteno, na maioria das concentrações testadas. Os testes de toxicidade com *Artemia salina* resultaram em valores para a concentração letal média (CL_{50}), >1000; 906,32; 622,30; 762,44 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ para os extratos (ECD 95%, ECD 70%, ECN 95% e ECN 70%) respectivamente, após 24h. A amostra ECD 95% mostrou ser atóxica até a concentração testada. As demais amostras demonstraram toxicidade de acordo com o que é relatado na literatura, em que concentrações de CL_{50} abaixo de 1000 é considerado tóxica. Considerando que, para os experimentos em estudo foi verificado tanto efeito fotoprotetor quanto atividade antioxidante em concentrações bem abaixo dos valores de CL_{50} , assim podemos considerar o extrato como atóxico, embora sejam necessários outros testes de toxicidade, *in vitro* e *in vivo* buscando descartar o efeito tóxico que possa vir a ter, viabilizando a utilização de seus princípios ativos em fármacos ou produtos cosméticos.

Palavras chave: *Cereus jamacaru*, DC. Proteção solar. Antioxidante. Toxicidade.

ABSTRACT

Cactaceae is family of plants abundant in semi-arid regions. They present a number of morphological and physiological adaptations that allow their survival in environments with a deficit in nutrients and water, and supports intense solar radiation. The aim of this study was to evaluate the chemical composition (by spectroscopy Fourier transform infrared), toxicity (essays with *Artemia salina*) and potential photoprotective and antioxidant of ethanol extract (95 and 70%) of *Cereus jamacaru* stems collected in the periods of day and night. The results of the study of the chemical composition showed variation in the composition according to the sampling period and the process of extracting ethanol (95 or 70%). The 95% ethanol extract of stems collected during the day (ECD 95%) showed no toxicity while others showed toxicity. All the extracts showed photoprotective and antioxidant (as compared to beta carotene) activity. However, the highest activities were observed in the ECD 95%. These results demonstrate the potential photoprotective and antioxidant of ethanol extracts of *Cereus jamacaru* stems in the production of biotechnological products.

Keywords: *Cereus jamacaru*, DC. Sunscreen. Antioxidant. Toxicity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Distribuição geográfica das cactáceas nas Américas.....	21
Figura 2	<i>Cereus jamacaru</i>	21
Figura 3	Haste com flor de <i>Cereus jamacaru</i>	22
Figura 4	Flor de <i>Cereus jamacaru</i>	22
Figura 5	Fruto de <i>Cereus jamacaru</i>	22
Figura 6	Espectro da Radiação eletromagnético da radiação solar.....	25
Figura 7	Espectro da Radiação Ultravioleta.....	25
Figura 8	Esquema da penetração da radiação UV na pele.....	26
Figura 9	Redução do radical livre DPPH.....	31
Figura 10	Náuplio de <i>Artemia Sp.</i>	33
Figura 11	Esquema ilustrativo do interferômetro de Michelson e do espectro resultante da aplicação da transformada de Fourier.....	34
Figura 12	Representação de uma cela de ATR.....	35
Figura 13	Esquema da obtenção do extrato.....	38
Figura 14	Representação do teste de toxicidade agudo com náuplios de <i>Artemia sp.</i>	39
Figura 15	Esquema ilustrativo do teste antioxidante.....	42
Figura 16	Espectroscopia no infravermelho de <i>Cereus jamacaru</i> DC, Cactaceae, para caracterização química do pó obtido após seco e moído, nos diferentes horários de coleta: Dia 11h (ECD) e Noite 23h (ECN).....	43
Figura 17	Espectro de FTIR das amostras coletadas durante o dia (ECD) e durante a noite (ECN), extraídas com etanol a 70% e 95%: (A) ECD70%, (B)ECD95%, (C) ECN70%, (D)ECN95%.....	47
Figura 18	Porcentagem de atividade antioxidante dos extratos etanólicos de <i>Cereus jamacaru</i> (ECD 95%, ECD 70%) coletados as 12h. Controle: (β -caroteno).....	52
Figura 19	Porcentagem de atividade antioxidante dos extratos etanólicos de <i>Cereus jamacaru</i> (ECN 95%, ECN 70%) coletados as 23h. Controle: (β -caroteno).....	53
Figura 20	Atividade antioxidante do extrato de <i>Cereus jamacaru</i> coletado durante a noite (ECN 95%), e durante o dia (ECD 95%) extraído com 95% de etanol.....	55
Figura 21	Atividade antioxidante do extrato de <i>Cereus jamacaru</i> coletado durante a noite (ECN 70%), e durante o dia (ECD 70%) extraído com 70% de etanol.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Denominação de Categoria de Proteção (DCP) relacionada à proteção oferecida pelo produto contra radiação UVB e UVA para a rotulagem dos Protetores Solares.....	28
Tabela 2	Relação entre o efeito eritematogênico e a intensidade da radiação em cada comprimento de onda empregado no cálculo de fator de proteção solar.....	40
Tabela 3	Bandas de absorção das amostras de <i>Cereus jamacaru</i> no infravermelho (FTIR).....	44
Tabela 4	Teste de toxicidade dos extratos de <i>Cereus jamacaru</i> contra <i>A. salina</i>	48
Tabela 5	Determinação do valor do Fator de Proteção Solar (FPS) <i>in vitro</i>	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA%	Porcentagem de atividade antioxidante
AH	Antioxidante
Abs(λ)	Leitura espectrofotométrica da absorbância
ANOVA	Análise de Variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BHA	Butilhidroxianisol
BHT	Butil hidroxitolueno
BioMol-LAB	Laboratório de Moléculas Biologicamente Ativas
CL ₅₀	Concentração Letal Média
COLIPA	Comitee de la Liaison des Associations Europeans de L'Industries de la Parfumerie, de Produits Cosmetiques et de Toilette (Associação Européia das Indústrias Cosméticas, de Artigos de Toucador, e Perfumaria)
DCP	Denominação de Categoria de Proteção
DMSO	Dimetil Sulfóxido
DME	Dose Mínima Eritematosa
DMEp	Dose mínima eritematosa em uma pele protegida por um protetor solar
DMEnp	Dose mínima eritematosa na pele quando desprotegida
DNA	Ácido desoxiribonuclíco
DP	Desvio Padrão
DPPH	2,2-difenil-1-picrilhidrazila
DPPH-H	2,2-difenil-1-picrilhidrazila, forma não radicalar.
ECD	Extrato bruto dia
ECN	Extrato bruto noite
ECD 70%,	Extração cactácea dia, com etanol 70%
ECD 95%	Extração cactácea dia, com etanol 95%
ECN 70%	Extração cactácea noite, com etanol 70%
ECN 95%	Extração cactácea noite, com etanol 95%

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EE (λ)	Efeito eritematogênico da radiação de comprimento de onda λ
EM	Espectrometria de massas
ERO	Espécies reativas de oxigênio
FAO	Food and Agriculture Organization
FC	fator de correção
FDA	Food and Drug Administration
FPS	Fator de Proteção Solar
FTIR	Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier
GP	Galato de propila
H+	Doador de um próton
I (λ)	Intensidade da luz solar no comprimento de onda λ
IC50	Concentração inibitória média
IL-10	Interleucina 10
IL-1	interleucina 1
INF- γ	Interferon-gama
MAC	Metabolismo Ácido das crassuláceas
RMN	ressonância magnética nuclear
RNA	Ácido ribonucleico
rpm	Rotação por minuto
TBHQ	terc butil hidroquinona
TiO ₂	dióxido de titânio
TNF- α	fator de necrose tumoral
TSK	Trimmed Spearman-Karber
UVA	Universidade Estadual Vale do Acaraú
UV-A	Radiação ultravioleta A

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UV-B	Radiação ultravioleta B
UV-C	Radiação ultravioleta C
UV	Radiação ultravioleta
UV-VIS	Ultravioleta–visível
Vis	Luz visível
ZnO	Óxido de zinco
ATR	Técnica de reflectância atenuada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Plantas e suas utilizações.....	17
2.2 Plantas e princípios ativos.....	18
2.3 Considerações botânica das cactáceas.....	20
2.4 Utilizações populares de cactáceas.....	23
2.5 Proteção solar	24
2.6 Antioxidantes	30
2.7 Teste de toxicidade em <i>Artemia salina Sp.</i>	32
2.8 Espectroscopia na região do infravermelho – FTIR.....	34
3 OBJETIVOS.....	36
3.1 Objetivo geral.....	36
3.2 Objetivos Específicos.....	36
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
4.1 Coleta e herborização do material vegetal.....	37
4.2 Obtenção do extrato bruto.....	37
4.3 Análise dos extratos por espectroscopia no infravermelho.....	38
4.4. Teste de Toxicidade com <i>Artemia salina.</i>	39
4.4.1 Análise estatística.....	39
4.5 Capacidade dos extratos como fator de proteção solar - FPS <i>in vitro</i>	40
4.5.1 Análise estatística.....	41
4.6 Avaliação da atividade antioxidante	41
4.6.1 Análise estatística.....	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1 Espectroscopia no infravermelho – (FTIR).....	43
5.2 Ensaio de toxicidade com <i>Artemia salina</i>	48
5.3 Fator de proteção solar – FPS.....	49
5.4 Atividade antioxidante.....	52
6. CONCLUSÃO.....	57
7. ESPECTATIVAS.....	57
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

1. INTRODUÇÃO

As cactáceas são compostas por um grupo de plantas de fácil visualização, principalmente durante a estação seca e são bastante específicas quanto ao seu habitat, estes fatores fazem com que as cactáceas estejam entre as melhores espécies indicadoras da vegetação da caatinga predominante no Nordeste brasileiro, exercendo grande importância para a fauna e a flora da região. Muitas vezes após transformações ambientais as cactáceas representam as únicas espécies típicas restantes da caatinga original (CAVALCANTE; RESENDE, 2007; ALBUQUERQUE, 2006; ZAPPI, 2008). Esta especificidade deve-se a uma série de adaptações morfológicas e fisiológicas que permite às cactáceas sobreviver em lugares extremos, pobres em nutrientes, quantidade mínima de água, sob intensa radiação solar e elevada temperatura (SHEDBALKAR *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2007).

Entre estas plantas típicas do semiárido brasileiro está incluído o mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.). Esta espécie é caracterizada como uma planta bastante resistente aos períodos de estiagem, dessa forma tem grande importância para a sustentabilidade e conservação da biodiversidade local. Seus frutos são alimentos para pássaros e animais silvestres da caatinga em período, além de serem bastante utilizadas pelos agricultores para alimentação dos animais (CAVALCANTE; RESENDE, 2007). Esta espécie além de apresentar grande resistência aos raios solares ao longo do tempo, são bastante resistente a pragas que atacam plantações vizinhas (MACIEL *et al.*, 2002).

Muitos princípios ativos sintetizados pelas plantas, exercem diferentes funções no vegetal, podendo também esses provocar reações em outros organismos. Atualmente é encontrado na literatura relatos sobre vários extratos e óleos essenciais provenientes de plantas que têm sido utilizadas em produtos farmacêuticos ou cosméticos. Podendo ser citados estudos com extratos de plantas relacionados a atividades: antifúngica, antibactericida, antioxidante e fotoprotetora, atividades essas que podem estar relacionada com a presença de princípios ativos presentes nos vegetais (KOLEVA *et al.*, 2002; FERNÁNDEZ-LÓPEZ *et al.*, 2010; VIOLANTE, 2009; IHA *et al.*, 2008; MACIEL *et al.*, 2002). Dentre essas substâncias estão incluídos os compostos fenólicos que caracterizam um grupo bastante representativo de princípios ativos o qual está intimamente relacionado com a capacidade fotoprotetora de extratos vegetais (GREGORIS *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2005).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Plantas e suas utilizações

Produtos naturais foram sendo utilizados pela humanidade ao longo do tempo em busca por alívio e cura de doenças, o qual tem atraído considerável atenção, sendo utilizados em aplicações nas indústrias farmacêuticas, cosméticas e de alimentos (REFAAT, 2013).

A história do desenvolvimento das civilizações Oriental e Ocidental é rica em exemplos da utilização desses recursos naturais na busca do controle de pragas e em mecanismos de defesa, merecendo destaque a civilização Egípcia, Greco-romana e Chinesa (JUNIOR *et al.*, 2006). A convivência com diferentes grupos étnicos trouxeram várias contribuições e aprendizagem para o desenvolvimento da pesquisa em produtos naturais, desde o conhecimento da relação íntima entre a estrutura química até um determinado composto e suas propriedades biológicas (VIEGAS-JÚNIOR; BOLZANI; BARREIRO, 2006).

Inúmeras espécies vegetais foram descobertas exclusivamente pelo acaso, através das observações populares, essas utilizações foram sendo consideradas como uma seleção preliminar das plantas que seriam úteis ou não para o tratamento de enfermidades, contribuindo para o estudo e a divulgação de produtos terapêuticos extraídos dos vegetais. Ainda hoje nas regiões mais pobres do país e até mesmo nas grandes cidades brasileiras, plantas medicinais são comercializadas (MACIEL, 2002).

O Brasil possui uma farmacopeia popular muito diversa, principalmente por possuir uma das maiores diversidades vegetais do planeta, incluindo aproximadamente 55 mil espécies de plantas superiores (ENGELKE, 2003). O interesse mundial, especialmente de países desenvolvidos, vem sendo observado ao longo dos anos, por produtos naturais, tais como fitoterápicos, fitofármacos, cosméticos e suplementos alimentares, estimulando investimentos de países industrializados em bioprospecção. Estas constatações devem proporcionar o debate, sobretudo em países em desenvolvimento que possuem uma biodiversidade riquíssima, como é o caso do Brasil (FUNARI; FERRO, 2005).

Uma das tendências do mercado cosmético é o desenvolvimento de produtos com componentes de origem natural, ou pelo menos a incorporação de princípios ativos naturais nesses produtos, essa prática tem gerado grande interesse tanto do mercado nacional quanto do internacional, por substâncias extraídas de plantas, principalmente se já é apresentado estudos científicos comprovando a segurança e eficácia da utilização desses compostos

(FERRARI *et al.*, 2007). É importante destacar que o consumidor está cada vez mais crítico e exigente quanto a escolha de produtos cosméticos, preferindo aqueles de origem natural e com eficácia comprovada cientificamente.

2.2 Plantas e princípios ativos

O desenvolvimento das plantas requerem nutrientes como água, sais minerais, luz solar, gás carbônico e oxigênio, a partir destes os vegetais produzem substâncias químicas chamadas de metabólitos primários que são essenciais ao seu crescimento, desenvolvimento e manutenção das células, sendo representados pelos lipídios, proteínas, carboidratos e ácidos nucleicos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

As plantas por serem organismos sésseis fotoautotróficos, devem se adaptar constantemente a fatores ambientais para garantir o seu crescimento e desenvolvimento. Dessa forma, a luz, é um dos fatores ambientais de extrema importância para as plantas, não sendo apenas fonte de energia para a realização da fotossíntese, mas também representam sinais informativos dirigidos ao desenvolvimento das mesmas desde a germinação até a floração (HEIJDE; ULM, 2012). A maioria dos genes envolvidos na percepção da luz UVB são naturalmente regulados pela luz durante o desenvolvimento da planta (BHARTI; KHURANA, 1997).

Outras adaptações são necessárias aos vegetais em habitat naturais por estarem cercados por um grande número de inimigos potenciais, incluindo bactérias, vírus, fungos, nematódeos e animais herbívoros. Diante disso os vegetais desenvolvem mecanismos de defesa, podendo ser citado, a cutícula (camada externa serosa), a epiderme (tecido protetor secundário) e um grupo diverso de compostos vegetais, os quais também estão envolvidos na defesa da planta.

As três classes principais desses compostos vegetais são os compostos fenólicos, incluindo os flavonóides e várias classes de não flavonóides, como os ácidos fenólicos, ligninas, estilbenos, terpenos e compostos nitrogenados.

Os compostos fenólicos são substâncias amplamente distribuídas na Natureza, mais de 8000 compostos fenólicos já foram detectados em plantas, podendo se apresentar na forma pigmentos, que dão a aparência colorida aos alimentos, ou produtos do metabolismo secundário, normalmente derivado de reações de defesa das plantas contra agressões do ambiente (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995).

Devido a sua diversidade química, os compostos fenólicos apresentam uma variedade de funções importantes nos vegetais, agindo como defensores contra herbívoros e patógenos, outros estão relacionados com a função de atração a polinizadores e dispersadores de frutos, na proteção contra a radiação ultravioleta, no suporte mecânico ou reduzindo o crescimento de plantas competidoras adjacentes (ERKAN,2012; TAIZ; ZEIGER, 2013).

Dentre o grupo de compostos fenólicos, os flavonóides constituem a maior classe, (TAIZ; ZEIGER, 2013) sintetizados através das vias do ácido chiquímico/fenilpropanóide, amplamente distribuídos no reino vegetal, seus representantes estão divididos em flavonas, flavanonas, flavonóis, catequinas, antocianidinas, isoflavonóides, flavonóides, chalconas, etc. (XIE, 2011; CESCO, *et al.*, 2012).

Dois de seus representantes, as flavonas e os flavonóis estão relacionados com a proteção das células vegetais contra o excesso de radiação UV-B (280–320 nm), pois se acumulam nas camadas epidérmicas das folhas e caules e absorvem intensamente a luz nessa região, enquanto permitem a passagem contínua apenas dos comprimentos de onda de luz visível, fotossinteticamente ativos (TAIZ; ZEIGER, 2013). As moléculas de clorofila localizadas no interior dos tecidos vegetais são um dos primeiros alvos da radiação UV, assim a planta apresenta compostos absorventes na região da epiderme limitando a sua fotodegradação (HUPEL; POUPART; GALL, 2011).

Os terpenos constituem a maior classe de metabólitos secundários. A maioria das diversas substâncias dessa classe são insolúveis em água. Possuem funções bem caracterizadas no crescimento ou no desenvolvimento vegetal, agem na defesa de muitas plantas contra herbívoros. Essa classe inclui triterpenos, saponinas, dentre outros. Tem sido atribuído a compostos terpênicos a capacidade de agirem como inseticida natural (JUNIOR, 2003). O triterpeno ácido betulínico é citado como responsável por uma variedade de atividades biológicas, tais como: antimalárica, antiinflamatória, antioxidante, antineoplásicas, dentre outras (YOGEERSWARI; SRIRAM, 2005).

Os compostos nitrogenados são bem representados pelo grupo dos alcaloides, consistindo numa grande família com mais de 15. 000 metabólitos secundários nitrogenados, sendo encontrados em aproximadamente 20% das espécies de plantas vasculares, os mesmos são bem conhecidos pelos seus importantes efeitos farmacológicos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Os principais fatores que podem coordenar ou alterar a taxa de produção de princípios ativos são: ritmo circadiano, índice pluviométrico, sazonalidade, altitude, temperatura, herbivoria, ataque de patógenos, idade da planta, água e radiação UV (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Devido ao desenvolvimento de técnicas analíticas de separação e elucidação estrutural, nas últimas três décadas conhecem-se cerca de 50.000 princípios ativos isolados de angiospermas, muitos desses ainda sem qualquer avaliação com relação ao seu potencial farmacológico. Devido a tais constatações, os produtos naturais e derivados continuam sendo, importantíssimos em determinados setores da sociedade moderna, na busca de formulações para a produção de fitoterápicos ou fitocosméticos (MONTANARI; BOLZANE 2001; MACIEL *et al.*, 2002).

2.3 Considerações botânica das cactáceas

Os membros da família Cactaceae são distribuídos quase exclusivamente nas regiões secas das Américas (Figura 1). Há algumas espécies africanas do gênero *Rhipsalis*. As que se encontram no mediterrâneo foram emigradas. A família Cactaceae tem cerca de 170 gêneros com aproximadamente 1500 espécies a qual está dividida em três subfamílias: Opuntioideae, Pereskioideae e a mais numerosa com 91 gêneros a Cactoideae. As Cactáceas podem se apresentar como árvores, arbustos, trepadeiras, epífitas ou geófitas. As plantas não possuem folhas desenvolvidas e apresentam hastes fortemente suculentas. O caule possui cor verde, variando muito na forma, podendo ser esférico, cilíndrico, poligonal, articulado, ramificado, etc. Exercem função de caule (resistência) e a função principal das folhas (clorofiliana). As flores apresentam-se isoladas ou raramente agrupadas, em geral com tamanho grande e coloridas (brancas, amarelas e vermelhas). O fruto é baciliforme, carnosos ou seco, glabro, escamoso, tomentoso, cerdoso ou espinhoso, deiscente ou indeiscente em geral grandes e comumente de cor vermelha, muito procurado por pássaros e pelo homem (KIESLING, 2001; JOLY, 1977; SHULTZ, 1963; BARTHLOTT; HUNT, 1993 apud DAVET, 2005).

Figura 1: Distribuição geográfica das cactáceas nas Américas.



Fonte: Davet, 2005.

O Gênero *Cereus* pertence à subfamília Cactoideae (ARRUDA; MELO-DE-PINNA; ALVES, 2005). A espécie *Cereus jamacaru* DC., popularmente conhecida como mandararu, é a cactácea colunar mais conhecida da vegetação caatinga (figura 2)

Figura 2: *Cereus jamacaru*



Fonte: Arquivo do autor (Local de coleta)

Essa espécie apresenta ampla distribuição no Nordeste do Brasil, ocorrendo desde o Maranhão até a Bahia. Encontrada em altitudes de até 800m, presente em áreas rochosas, solos pedregosos e aceiros da mata, exposta ao sol. De acordo com suas características botânicas apresentam-se como árvores com cerca de 3-7 m de altura, as flores possuem hábito noturno, são bastante visitadas geralmente por mariposas e morcegos, no período de janeiro a agosto e os Frutos entre fevereiro e setembro (Figura 3, 4 e 5) (ROCHA; AGRA, 2002).

Figura 3: haste com flor de *C. jamacaru*



Fonte: arquivo do autor (Local de coleta)

Figura 4: flor de *Cereus jamacaru*



Fonte: <http://blogs.diariodonordeste.com.br>

Figura 5: fruto de *Cereus jamacaru*



Fonte: Arquivo do autor

As adaptações das cactáceas devem-se a um metabolismo diferenciado, denominado de Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM, Crassulaceam Acid Metabolism). O metabolismo MAC é geralmente associado com características anatômicas que minimizam a perda de água. As plantas MAC são caracterizadas pela fixação maciça de CO₂ no período noturno. Tendo como resultado a diminuição da perda de água porque a pressão do vapor da água entre as folhas e a atmosfera atinge valores mínimos durante a noite, sendo que ao mesmo tempo devido a presença de elevadas concentrações de CO₂ no

mesófilo foliar, durante uma parte do período diurno minimiza a fotorrespiração. As espécies características do metabolismo MAC abrem os estômatos durante a noite e os mantêm fechados durante o dia, ao contrário do que ocorre na maioria das plantas terrestres (TAIZ; ZEIGER, 2013; KERBAUY, 2008).

Nas plantas MAC, o CO₂ é fixado inicialmente em células do mesófilo para formar o acetoacetato, que será convertido em ácido málico. Essa fixação ocorre durante a noite, sendo que, durante o dia o ácido málico acumulado é transferido aos cloroplastos, onde ocorre a descarboxilação e o CO₂ fornecido é utilizado no ciclo de Calvin-Benson (PURVES, *et al.*, 2005).

2.4 Utilizações populares de cactáceas

Membros da família Cactaceae, são muitas vezes utilizados como plantas ornamentais, ou cultivados como cultura de plantas. É relatado suas utilizações como alimento, sendo que atualmente tem sido comprovado o alto valor nutritivo de plantas dessa família, através de análises bioquímicas, além disso, possuem diversas aplicações industriais e farmacêuticas. (SHETTY; RANA; PREETHAM, 2011; SHEDBALKAR *et al.*, 2010).

Segundo levantamento feito por (ANDRADE; MARQUES; ZAPPI, 2006), foram identificadas seis espécies de cactáceas dentre elas o *Cereus jamacaru*, empregadas no tratamento de saúde, tais como inflamação vaginal, infecção urinária, gripe, problema nos rins, dor de barriga, reumatismo, sífilis, inflamação no útero, problema na uretra, cólica, dentre outros.

Cavalcante e Resende, (2006), também evidenciam a importância do mandacaru na alimentação dos animais da caatinga em épocas de seca, embora a composição do mandacaru não seja suficiente para atender todas as necessidades energéticas, pode contribuir bastante, sendo utilizado como suplemento da ração dos animais, servindo como um dos principais suportes forrageiros especialmente nos períodos de secas prolongadas (SILVA *et al.*, 2005) justificando sua utilização pela capacidade de armazenar grande quantidade de água, cerca de 15%, proteína bruta chegando em cerca de 10% e resíduo mineral em torno de 10,66% (DAVET, 2005).

Embora muitos autores tenham estudado utilizações das cactáceas para inúmeros fins, a maioria desses estudos referem-se ao gênero *Opuntia*, variedade esta muito consumida e conhecida mundialmente, sendo o gênero *Cereus* um dos menos estudados, com poucos trabalhos publicados a respeito de suas propriedades, no entanto por apresentar

características muito semelhantes a *Opuntia* (PILETTI, 2011) o *Cereus jamacaru* também pode ser estudado considerando possibilidades semelhantes.

A cactácea do gênero *Opuntia* é bastante utilizada como alimento, como planta medicinal e matéria prima para a produção de cosméticos. Além disso, em alguns países como no México, já são fabricados shampoos, condicionadores, sabões, cremes, loções, máscaras, géis, etc.; a partir de *Opuntia* (VILLASEÑOR, 2008).

Hoje destacam-se uma série de setores industriais que obtém vantagens com a utilização de produtos provenientes das cactáceas, pois além da indústria de cosméticos, é citado outras aplicações em indústria de bebidas, nutrição animal, indústria farmacêutica, indústria de suplementos alimentícios (fibras e farinhas dos cladódios), indústria produtora de aditivos naturais (gomos e corantes) e setor energético (produção de biogás). Por todas as suas características e funções, estudos realizados pela FAO (Food and Agriculture Organization) demonstram a importância das cactáceas como uma fonte de renda, emprego e nutrientes a serem explorados tanto em farmacologia quanto na cosmologia, devido principalmente ao conteúdo mucilaginoso presente nas cactáceas (VILLASEÑOR, 2008; DAVET, 2005).

Apesar de ter poucos trabalhos na literatura a respeito de *Cereus jamacaru*, é conhecido publicações de bioatividades relacionadas a espécie, onde extratos derivados do lenho (EBLE) e do córtex (EBCO) de *Cereus jamacaru*, apresentou atividade antimicrobiana frente a *S. aureus*, *E. colie* *P. aeruginosae* (DAVET, 2005).

2.5 Proteção Solar

Há poucas informações sobre a maneira que os povos antigos se protegiam contra os raios solares. Sabe-se que algumas nações (gregos e egípcios) utilizavam roupas de algodão, chapéus, luvas e até mesmo sombrinhas. Os tibetanos usavam como protetor solar uma combinação de alcatrões e ervas. Índios da Guiana decoravam sua pele com uma variedade de extratos de plantas, provavelmente por razões estéticas, mas estes também serviam como protetores solares (URBACH, 2001).

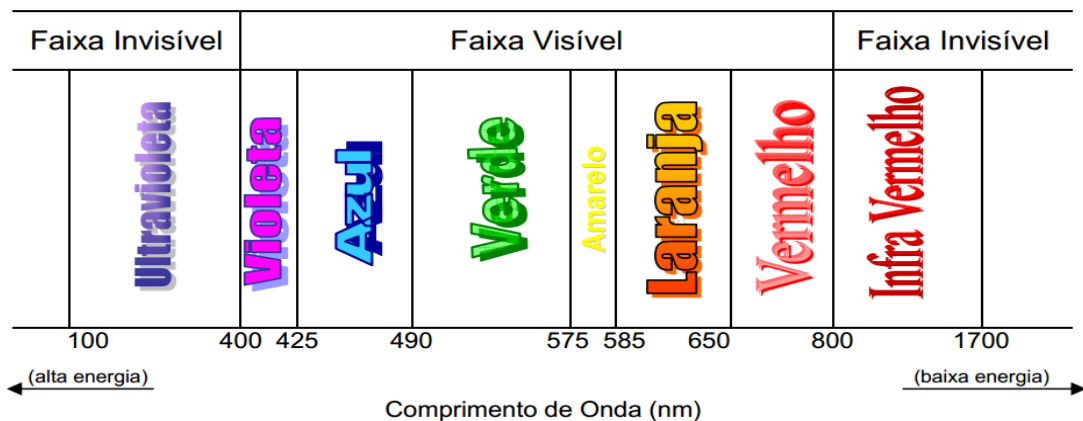
Percebemos que a preocupação do ser humano em se proteger do sol existe desde tempos antigos e acompanhou a evolução da humanidade. Atualmente diversos fatores ambientais contribuem para o aumento da exposição aos efeitos nocivos da radiação UV. A utilização diária de fotoprotetores tornou-se então imperativa nos dias atuais para a prevenção dos danos causados à pele (MILESI; GUTERRES, 2002; DECCACHE, 2006).

O espectro solar, em um dia de verão sem nuvens às 12h é composto por diferentes radiações, sendo, aproximadamente 50% de infravermelho (IV), 5% de ultravioleta (UV) e 45% de luz visível (vis) mostrado na Figura 6 (GUARATINI *et al.*, 2009).

O comprimento de onda de cada tipo de radiação é o que define suas características. Os raios ultravioleta correspondem a uma pequena parte do espectro eletromagnético (Figura 7) o qual pode ser dividido em três regiões: UV-A, 320-400 nm; UV-B, 280-320 nm e UV-C, 200-280 nm. A radiação UVA atinge as camadas mais profundas da epiderme e derme e provoca o envelhecimento precoce da pele, e a UVB atinge principalmente a epiderme, e tanto UVB como UVA agem sobre os queratinócitos.

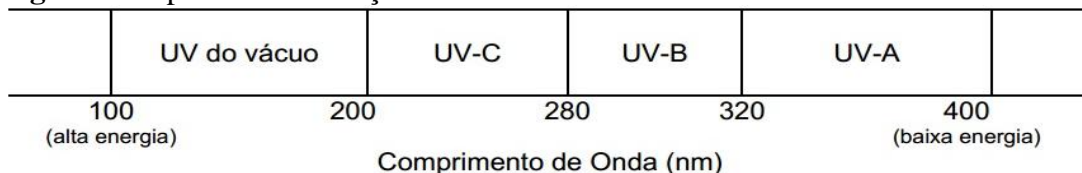
A radiação UVC é filtrada na atmosfera não chegando à superfície terrestre, enquanto que as radiações UVB e UVA não são totalmente filtradas pela camada de ozônio possuindo poder de penetração na pele.

Figura 6: Espectro da Radiação eletromagnético da radiação solar



Fonte: (RIBEIRO, 2004)

Figura 7: Espectro da Radiação Ultravioleta

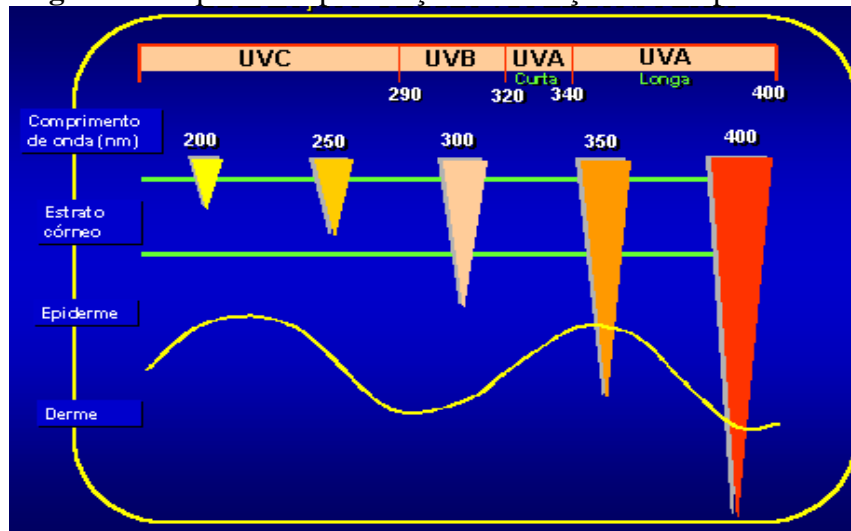


Fonte: (RIBEIRO, 2004)

A pele é o maior órgão do corpo humano e um dos mais complexos, representa a fronteira entre o corpo e o meio ambiente e compreende 5% do peso corporal. Tem grande capacidade de renovação e possui uma infinidade de funções como defesa contra elementos físicos, químicos e imunológicos, proteção, detecção sensorial e síntese bioquímica (SILVA,

2007). É dividida em dois tecidos principais: a epiderme e a derme, a parte mais externa da epiderme é composta pelo extrato córneo, o qual é constituído pelos corneócitos, compostos por moléculas umectantes (ácidos pirrolidono-carboxílico) e moléculas absorventes dos raios ultravioletas (urocânico) ver figura 8 (HARRIS, 2009).

Figura 8: Esquema da penetração da radiação UV na pele.



Fonte: <http://saudetotal.com.br>.

Alguns efeitos danosos na pele estão relacionados com a radiação ultravioleta, sendo que as principais respostas dessa radiação são responsáveis por danificar o DNA e material genético, oxidando lipídios com produção de radicais livres prejudiciais, causando inflamação, interrompendo a comunicação celular, provocando assim malefícios ao organismo (RANGARAJAN, 2003). Causando efeito anti-inflamatório / imunossupressor, os quais agem alterando a produção de citocinas como Interleucina 10(IL-10), Interferon-gama (INF- γ) interleucina 1(IL-1) e fator de necrose tumoral (TNF- α). Acabam por induzir a produção de prostaglandina E pelos queratinócitos, conseqüentemente havendo diminuição da expressão molecular na superfície das células apresentadoras de antígeno. Promovem também ação nos receptores de superfície dos queratinócitos e nas células apresentadoras de antígeno, alterando a liberação das moléculas de adesão (DUARTE; BUENSE; KOBATA, 2006 RANGARAJAN; ZATZ, 2003).

As radiações ultravioletas são responsáveis pelo surgimento de cânceres que atingem inúmeros indivíduos, causados por exposição da pele a repetidas queimaduras solares representando um fator de risco, para o desenvolvimento de neoplasias cutâneas, incluindo melanoma. Os danos causados pela radiação UV podem ser amenizados com o uso de substâncias denominadas filtros solares, Sendo capazes de absorver a energia eletromagnética

na faixa denominada ultravioleta e emiti-la sob outra forma, geralmente na faixa do infravermelho, gerando sensação de calor, não ocorrendo a penetração da radiação na pele.

Dessa forma tem-se intensificado o uso de protetores solares com o objetivo de reduzir a quantidade de radiação UV a ser absorvida pela pele humana, servindo como uma barreira protetora (HOLT; MARK, 2010; ARAUJO; SOUZA. 2008; RIBEIRO, 2004).

Devido a estes fatos, substâncias protetoras solares são agora incorporadas em produtos de uso diário, como hidratantes, cremes e loções para a pele. O uso regular destes produtos pode ajudar a reduzir os efeitos nocivos da radiação ultravioleta (ROSA *et AL.*, 2008; ARAUJO; SOUZA; 2008; DUTRA *et al.*, 2004)

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), não desenvolve nenhuma metodologia específica, mas exige que sejam utilizadas a metodologia de determinação do fator de proteção solar indicada pelo FDA, de maio de 1993, ou a norma COLIPA, de outubro de 1994 (RIBEIRO, 2004).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), sob a Resolução - RDC nº 30, de 1º de junho de 2012, o Fator de Proteção Solar (FPS) é obtido pela razão entre a dose mínima eritematosa em uma pele protegida por um protetor solar (DMEp) e a dose mínima eritematosa na mesma pele quando desprotegida (DMEnp) por um protetor solar. Sendo que a Dose Mínima Eritematosa (DME) representa a dose mínima de radiação ultravioleta requerida para produzir a primeira reação eritematosa perceptível com bordas claramente definidas, observadas entre 16 e 24 horas após a exposição à radiação ultravioleta.

Segundo essa mesma resolução é necessário estabelecer a rotulagem do produto com as seguintes especificações:

- Na rotulagem principal (primária e secundária) do produto para proteção solar é obrigatório indicar de forma destacada o número inteiro de proteção solar precedido da sigla "FPS", ou das palavras "Fator de Proteção Solar".
- O número correspondente ao FPS deve ser determinado de acordo com uma das metodologias estabelecidas neste Regulamento.
- Deve constar na embalagem a Denominação de Categoria de Proteção (DCP) informada na Tabela 1(BRASIL, 2012).

Tabela 1: Denominação de Categoria de Proteção (DCP) relacionada à proteção oferecida pelo produto contra radiação UVB e UVA para a rotulagem dos Protetores Solares.

Categoria indicada no rótulo (DCP)	Fator de Proteção Solar Recomendado
BAIXA PROTEÇÃO	6,0 - 14,9
MÉDIA PROTEÇÃO	15,0 - 29,9
ALTA PROTEÇÃO	30,0 - 50,0
PROTEÇÃO MUITO ALTA	> 50,0 e >100

Adaptado de BRASIL, 2012.

Com o aumento da conscientização da população sobre a necessidade da utilização de fotoprotetores, novos produtos são constantemente desenvolvidos objetivando aumentar a proteção solar e atender às expectativas do consumidor. Indicando que, as pessoas estão conscientes dos possíveis perigos do foto envelhecimento da pele, que ocorre com a superexposição ao sol. As radiações UVA e UVB estão associadas ao dano cumulativo à pele durante os anos de vida do indivíduo; portanto, torna-se de grande importância a avaliação da eficácia dos fotoprotetores (MILESI, 2002; VELASCO *et al.*, 2011; DUTRA *et al.*, 2004).

O estudo das relações entre a radiação solar e a pele humana avançou consideravelmente nos últimos anos. Isso deve-se ao fato de uma maior exposição cutânea à luz solar, em consequência, aumentaram os problemas dermatológicos relacionados com a foto-exposição excessiva. Os efeitos biológicos mais pronunciados sobre a pele humana são exercidos pela radiação ultravioleta B e A. As crianças são geralmente mais prejudicadas, pois tendo epiderme mais fina e também menos melanizada, é mais fácil ocorrer queimadura solar do que no adulto (RODRIGO; RODRIGO, 2011).

Uma das tendências do mercado no momento é o crescente uso de produtos de origem vegetal, sendo que o consumidor está cada vez mais optando pelo uso desse tipo de produtos com qualidade cientificamente comprovada (FERRARI *et al.*, 2007).

Os filtros orgânicos são formados por moléculas orgânicas capazes de absorver a radiação UV (alta energia) e transformá-la em radiações com energias menores e inofensivas ao ser humano. Atuam por reflexão da radiação incidente, sendo deste modo o seu espectro de ação mais abrangente (RODRIGO; RODRIGO, 2011) Estas moléculas são, essencialmente, compostos aromáticos com grupos carboxílicos. Os filtros orgânicos, apresentam um grupo doador de elétrons, por exemplo (uma amina ou um grupo metoxila, na posição orto ou para

do anel aromático). Ao absorver a radiação UV, os elétrons situados no orbital, preenchidos de mais alta energia, são excitados para orbital molecular vazio de mais baixa energia e, ao retornarem para o estado inicial, o excesso de energia é liberado em forma de calor. Essa característica confere a esses compostos ação fotoprotetora.

Já os filtros inorgânicos são representados principalmente por dois óxidos, Óxido de zinco (ZnO) e dióxido de titânio (TiO₂). Nesses filtros, os processos de proteção envolvidos são constituídos de partículas, com tamanhos da ordem da radiação que se quer espalhar. Os filtros inorgânicos com tamanhos adequados de partículas, exercem absorção e apresentam espalhamento da luz UV. Um dos pontos negativos sobre esse tipo de filtro solar é a tendência em deixar uma película branca sobre a pele.

A esta associação filtro solar/veículo denomina-se protetor solar ou fotoprotetor. Para a preparação de um protetor solar são necessários dois componentes básicos: os princípios ativos e o veículo. Diversos são os veículos possíveis a serem utilizados no preparo de protetores solares. Sendo que os principais são: Loções hidro-alcoólicas, Cremes e Géis (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007).

Os fotoprotetores são vendidos livremente, dessa forma a orientação profissional quanto ao uso correto e outras informações importantes referentes a esses produtos é mínima, cabendo assim aos consumidores a responsabilidade pela escolha. Sendo assim é importante orientações referentes ao produto e como utilizá-lo corretamente, conforme indica a legislação vigente (SILVA, 2007).

A implementação e utilização pela população de fotoprotetores, em especial os contendo princípios ativos naturais, mostra-se de extrema importância nos dias atuais, visto que a uma alta incidência de câncer de pele. Esta patologia é uma importante questão de saúde pública brasileira e mundial, e seu principal fator desencadeador é a radiação ultravioleta proveniente do sol; portanto, a difusão, da necessidade do uso contínuo e correto de fotoprotetores é uma medida fundamental para prevenção de novos casos. Aliado a isso, deve-se ter o incentivo a busca por princípios ativos naturais que apresentem eficiência e segurança. Reiterando que protetores solares naturais apresentam menos efeitos colaterais e menor agressividade ao meio ambiente, em comparação com os filtros sintéticos (POLONINI; RAPOSO; BRANDÃO, 2011).

Muitos trabalhos vem relatando atividade fotoprotetora a partir de vegetais com a presença de compostos fenólicos, e a combinação desses princípios ativos com filtros inorgânicos analisados *in vitro* (MUNHOZ *et al.*, 2012, VIOLANTE *et al.*, 2009; FERRARI

et al., 2007, SOUZA *et al.*, 2005; GREGORIS *et al.*, 2011; HUPEL; POUPART; GALL, 2011).

Com a crescente preocupação sobre os efeitos deletérios ocasionados pela exposição da pele aos raios ultravioleta, torna-se de grande importância a exploração de testes *in vitro* capazes de caracterizar as propriedades de um protetor (OLIVEIRA, 2006) ou testar substâncias com princípios ativos que possam vir a ser utilizados como fotoprotetores, visto que tais descobertas possuem alto valor no mercado, e oferecem grande contribuição a saúde pública.

2.6 Antioxidantes

O termo oxidação de uma substância pode ser definido como a conversão de uma substância química em um derivado com menor número de elétrons. A transferência de elétrons é um dos processos importantíssimos para a sobrevivência das células, sendo que o efeito colateral desse processo é a produção de radicais livres e outras espécies reativas de oxigênio (ERO) que podem causar dano oxidativo (ALVES *et al.*, 2010). São formadas constantemente espécies reativas de oxigênio, durante a redução do oxigênio molecular. Os danos induzidos por esses radicais podem afetar muitas moléculas biológicas, incluindo os lipídeos, proteínas, carboidratos e vitaminas (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

No organismo humano, a atividade metabólica normal produz radicais livres. Estes reagem com DNA, RNA, proteínas e outras substâncias oxidáveis, estando esses em excesso podem provocar danos ao organismo, contribuindo para o envelhecimento e a instalação de doenças degenerativas, como câncer, aterosclerose, artrite reumática, dentre outras (MELO *et al.*, 2006).

Para combater os radicais livres os organismos vivos produzem substâncias capazes de regenerar ou prevenir os danos oxidativos, além destes, outras substâncias com habilidade de sequestrar radicais livres podem ser obtidas de fontes externas naturais, como alimentos, bebidas e vegetais, devido a essa crescente busca por substâncias bioativas, um grande número de testes *in vitro* tem sido desenvolvido para avaliar a atividade antioxidante proveniente de produtos naturais (ALVES *et al.*, 2010).

Os compostos fenólicos são substâncias amplamente distribuídas na natureza, mais de 8000 compostos já foram detectados em plantas. Podendo se apresentar na forma de pigmentos, que dão a aparência colorida aos alimentos, ou produtos do metabolismo secundário, normalmente derivado de reações de defesa das plantas contra agressões do

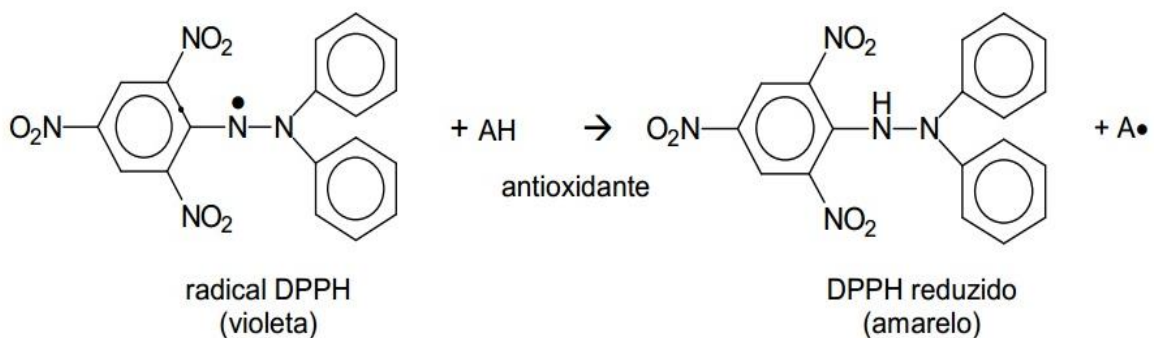
ambiente, alguns desses compostos são muito citados por sua capacidade antioxidante (BRAND-WILLIAMS; CUVELIER; BERSET, 1995; ZHOU *et al.*, 2011).

Os métodos para avaliação da atividade antioxidante *in vitro* de substâncias biologicamente ativas, têm sido fundamentais para a seleção inicial de compostos, auxiliando na pesquisa da atividade e na escolha de espécies de plantas para estudos químicos e farmacológicos (ALVES *et al.*, 2010). Já que possíveis problemas podem ser provocados por antioxidantes sintéticos, muitas pesquisas buscam encontrar produtos naturais que apresentem a capacidade antioxidante, possibilitando em algum momento substituir os antioxidantes sintéticos ou associá-los aos naturais (SOUSA *et al.*, 2007).

Diversos estudos tem comprovado que antioxidantes exógenos, obtidos dos alimentos, são essenciais para a resistência ao estresse oxidativo. Dessa forma a busca por antioxidantes naturais para ser utilizado em produtos alimentícios, cosméticos e farmacêuticos vem demonstrando um importante desafio para a pesquisa industrial nos últimos 20 anos (LAGUERRE; LECOMTE; VILLENEUVE, 2007).

O ensaio da capacidade antioxidante pode ser avaliado usando o método fotocolorimétrico do DDPH, o qual é baseado na redução do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila) na presença de um antioxidante (AH) doador de um próton (H+) para a forma não radicalar (DPPH-H) demonstrado na Figura 9 (MOLYNEUX, 2004; KOLEVA *et al.*, 2002). Na presença de um doador de hidrogênio ou elétron a intensidade de absorção diminui, tornando a solução amarela, de acordo com o número de elétrons capturados (PRADO, 2009).

Figura 9: Redução do radical livre DPPH



Fonte: (Molyneux, 2004).

Os antioxidantes representam um grupo de substâncias que, quando presentes em concentrações ideais em relação aos substratos oxidáveis, reagem com os radicais livres impedindo ou diminuindo o estresse oxidativo. Os antioxidantes podem ser divididos em sintéticos: substâncias utilizadas na indústria alimentícia, destacando-se o BHT, BHA, GP e TBHQ, ou naturais tais como: α -tocoferol (vitamina E), β -caroteno, ascorbato (vitamina C) e os compostos fenólicos. Estes compostos variam em estrutura, ou seja, o número de grupos hidroxilo fenólicos e sua posição, característica essa que permite uma variação na sua capacidade antioxidante (ERKAN, 2012; SOUSA *et al.*, 2007).

Portanto, o interesse pela pesquisa sobre novos antioxidantes naturais tem aumentado, levando as indústrias de alimentos, de cosméticos e farmacêuticos a dar uma maior atenção a novas fontes, principalmente às de origem vegetal. Os antioxidantes vegetais compreendem uma natureza bastante variada, e os compostos fenólicos têm sido apontados como responsáveis por uma maior capacidade antioxidante, sendo representados pelos flavonóides e isoflavonóides, taninos, lignanas, xantonas e outros (RAZAVI *et al.*, 2008). A descoberta de que os vegetais possuem princípios ativos que podem vir a trazer benefícios a saúde tem estimulado estudos sobre a suas propriedades antioxidantes (MELO *et al.*, 2006).

2.7 Teste de toxicidade em *Artemia salina* Sp.

O organismo *Artemia salina* Leach. (Figura 4) é uma espécie de crustáceo marinho, geralmente escolhido para o ensaio de toxicidade levando em conta a sua disponibilidade comercial, viabilidade da cultura, facilidade para administração, mostrando ser ideal para avaliar o efeito tóxico de extratos vegetais através da resposta dos organismos expostos a concentrações da substância avaliada, durante breves períodos de exposição (BUSTOS-OBREGON; VARGAS, 2010; CAVALCANTE *et al.*, 2000).

Diversos ensaios biológicos simples têm sido desenvolvidos com intuito de monitorar extratos vegetais, dentre esses, o ensaio de toxicidade com *A. salina*, vem sendo conveniente como monitoramento prévio de extratos de plantas. Por esse método, é possível determinar a concentração letal 50% (CL₅₀) de componentes ativos do extrato em um meio salino, manifestada pela toxicidade desses componentes, frente ao organismo marinho *A. salina* (ARAÚJO; CUNHA; VENEZIANI, 2010; NUNES *et al.*, 2008).

Figura 10: Náuplio de *Artemia Sp.*



Fonte: (<http://www.aquaflux.com.br>)

O procedimento utilizado determina os valores de concentração letal média (CL_{50}), em $\mu\text{g/mL}$, sendo que na avaliação de toxicidade de compostos ativos e extratos vegetais para *Artemia salina*, um valor de CL_{50} inferior a $1000\mu\text{g.mL}^{-1}$ permite considerar o composto como tóxico (MEYER *et al.*, 1982, apud SILVA *et al.*, 2010).

É estabelecida uma relação entre o grau de toxicidade e a dose letal média, CL_{50} , apresentada por extratos de plantas sobre larvas de *A. salina*, considerando que quando verificados valores acima $1000\mu\text{g/mL}$, estes, são considerados atóxicos (NASCIMENTO *et al.*, 2008). A ausência de citotoxicidade dos extratos testados frente à *A. salina* é um bom indicador de que a planta e seus constituintes podem ser bem tolerados pelo organismo (LACERDA, 2011).

Esse procedimento é relevante, pois compostos bioativos quase sempre mostram-se tóxicos em altas doses. Desta maneira, é importante a avaliação da sua suposta letalidade em um organismo animal menos complexo facilitando o monitoramento e obtendo resultados mais rápidos durante o fracionamento de extratos (LHULLIER; HORTA; FALKENBERG, 2006).

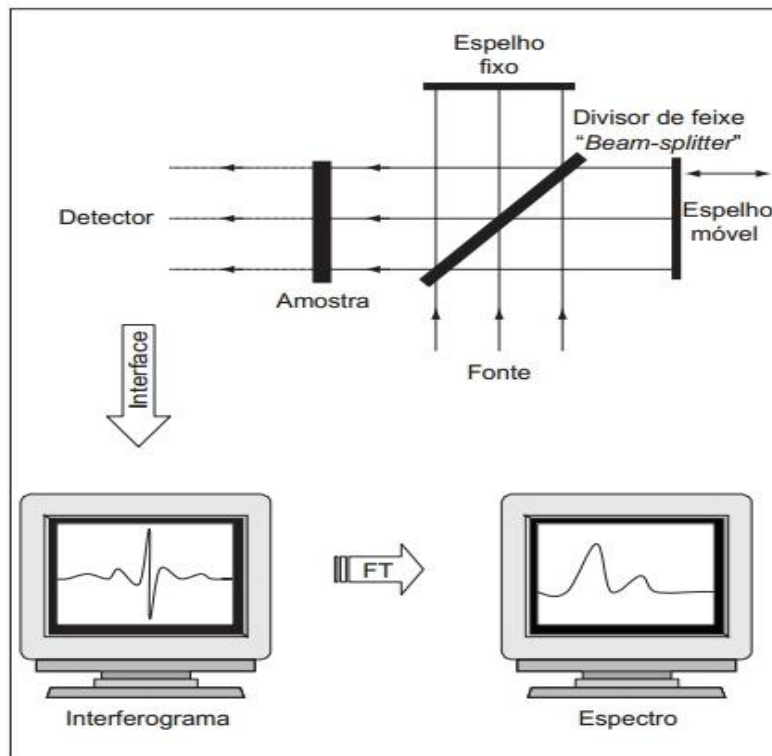
Estudo desenvolvido por Parra *et al.*, (2001) analisou toxicologicamente 20 extratos de plantas através de dois métodos diferentes: "*in vivo*" em camundongos e "*in vitro*" utilizando *Artemia salina*. Os resultados demonstraram uma boa correlação, sugerindo que o bioensaio com *Artemia salina* é um modelo alternativo útil.

2.8 Espectroscopia na região do infravermelho – (FTIR)

A espectroscopia na região do infravermelho (IV) é considerada uma técnica de inestimável importância para análise orgânica qualitativa e quantitativa, sendo amplamente utilizada nas áreas de química de produtos naturais, síntese e transformações orgânicas, sendo que o espectro de IV é interpretado em termos de presença ou ausência de grupos funcionais (MACIEL *et al.*, 2002).

A análise por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) tem como componente básico o interferômetro de Michelson o qual consiste basicamente de dois espelhos (um fixo e um móvel) e um divisor de feixe (beam-splitter) que transmite 50% da radiação incidente da fonte para o espelho móvel e reflete os outros 50% para o espelho fixo. Os espelhos, por sua vez, refletem os dois feixes para o divisor, onde se recombinam. Após a aquisição do interferograma, é aplicada a transformada de Fourier que converte os dados obtidos no interferômetro em um espectro que relaciona a intensidade versus frequência que é dado em número de onda (HELPER *et al.*, 2006).

Figura 11: Esquema ilustrativo do interferômetro de Michelson e do espectro resultante da aplicação da transformada de Fourier.



Fonte: (HELPER, *et al.*, 2006)

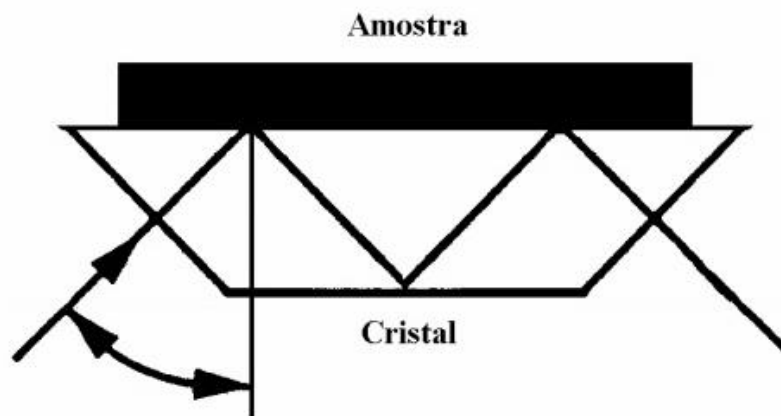
As análises qualitativas e quantitativas utilizando espectroscopia na região do infravermelho expandiram-se a partir do momento em que os dados gerados por um espectrômetro FTIR puderam ser digitalizados (HELFER *et al.*, 2006).

O desenvolvimento do FTIR e os novos tipos de amostragem, como a cela ATR (Reflectância Total Atenuada) (Figura 12) foram os grandes responsáveis pela utilização da técnica para análise qualitativa e quantitativa em diversos trabalhos.

A técnica baseia-se na atenuação de reflexão total devido a um contato muito tênue entre o feixe de luz com a amostra, denominada de absorção da amostra. Essa técnica possui a capacidade de produzir cristais que realizam reflexões múltiplas, fazendo com que a radiação entre em contato com a amostra por várias vezes, aumentando assim a sensibilidade térmica.

Algumas celas utilizam uma fina camada de diamante na superfície, tornando-a quimicamente inerte e mais resistente a riscos durante as análises, ou até mesmo durante a limpeza. Dentre as vantagens da técnica pode ser citado a praticidade com que os espectros são adquiridos, além disso, é possível medir espectros de amostras sólidas, opacas ou com alta viscosidade (CAROLEI, 2005).

Figura12: Representação de uma cela de ATR



Fonte: (Carolei, 2005).

O espectro de absorção é obtido quando o espectro contínuo de luz atravessa uma substância. Neste caso, duas coisas podem acontecer em maior ou menor proporção, a luz pode atravessar a substância ou a luz pode ser absorvida pela substância. Os átomos e moléculas tendem a absorver radiações eletromagnéticas nas mesmas frequências em que as emitem, de modo que o espectro de absorção é equivalente ao espectro de emissão (LEITE; PRADO, 2012).

O infravermelho e demais métodos espectroscópicos modernos como a ressonância magnética nuclear (RMN), espectroscopia na região do ultravioleta–visível (UV-VIS) e espectrometria de massas (EM) constituem hoje nos principais recursos para a identificação e elucidação estrutural de substâncias orgânicas.

Atualmente essa técnica é bastante utilizada em trabalhos envolvendo caracterizações de compostos orgânicos (WAHAB *et al.*, 2012; NASCIMENTO, 2011; SOUZA; FERRÃO, 2006; JÚNIO *et al.*, 2006; DEVEOGLU *et al.*, 2012; LI; KONG; WU, 2013).

Possuem relevância também na determinação da pureza de substâncias orgânicas, bem como no controle e acompanhamento de reações e processos de separação. O uso desse método de análise traz uma série de vantagens, destacando-se a redução no tempo de análise, diminuição substancial nas quantidades de amostra e ampliação da capacidade de identificar ou caracterizar estruturas complexas (LOPES; FASCIO, 2004).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Este trabalho objetiva avaliar o potencial de fotoproteção *in vitro* e atividade antioxidante e toxicidade do extrato etanólico bruto de hastes de *Cereus jamacaru* DC, Cactaceae.

3.2 Objetivos Específicos

- Verificar o potencial fotoprotetor do extrato bruto *in vitro*, mediante a hora de coleta e a concentração do solvente.
- Determinar o potencial antioxidante do extrato de hastes de *Cereus jamacaru*, observando as variáveis: horário de coleta e concentração de solvente.
- Avaliar a composição química do extrato por infravermelho em relação a hora de coleta, e a concentração de solvente.
- Avaliar o potencial tóxico de *Cereus jamacaru* em *Artemia salina* Leach.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Coleta e herborização do material vegetal

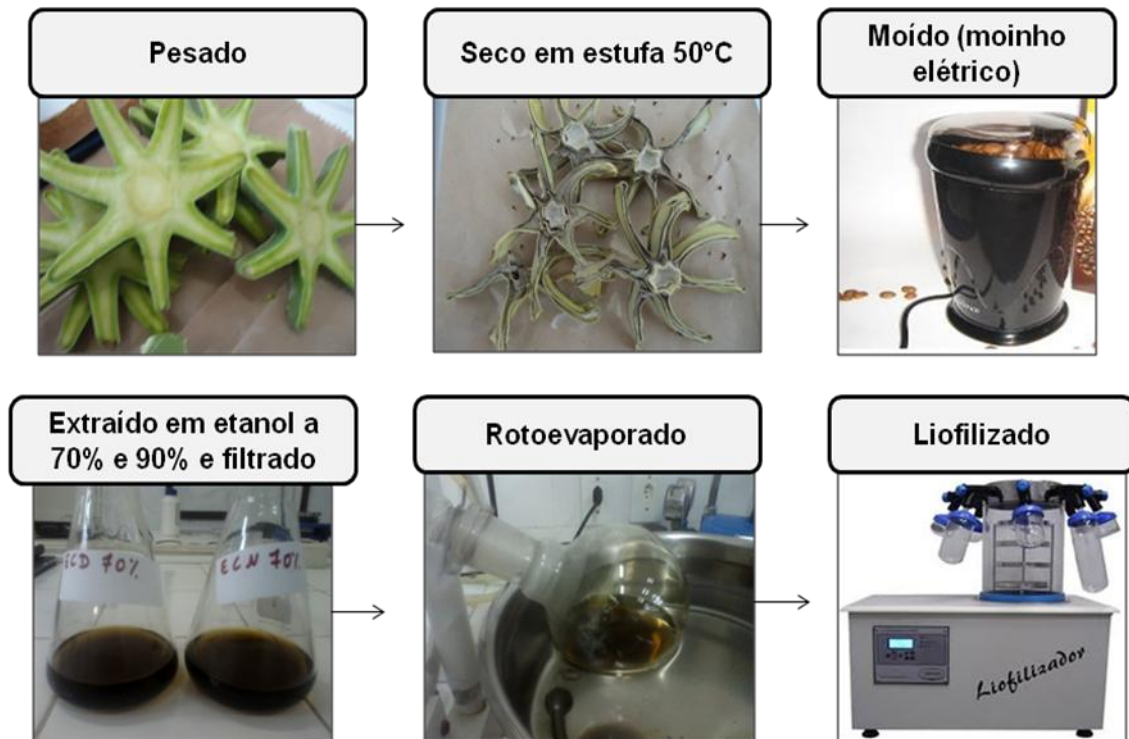
O material vegetal de partes aéreas de *Cereus jamacaru* DC, foram coletados na cidade de Guaraciaba do Norte Ceará, localizada na serra da Ibiapaba, (Altitude de 800m, latitude 4° 14' 34. 55'' S, longitude 40° 52'1. 82'' O). Coletado em julho e agosto de 2012, no período do dia e da noite as 11:00 e 23:00h respectivamente, apresentando temperatura ambiente em torno de 35°C durante o dia, e 26°C durante a noite no horário da coleta. O material foi devidamente identificado e incorporado ao acervo do Herbário Prof. Francisco de Abreu Matos da universidade Estadual Vale do Acaraú–UVA, sob o número de registro–16232.

4.2 Obtenção do extrato bruto

As amostras foram levadas ao laboratório, retirados os espinhos e fatiadas, posteriormente seca em estufa com temperatura estabilizada em 50°C, logo após moído e pesado, resultando o extrato bruto extrato da cactácea coletada durante o dia (ECD) e extrato da cactácea coletada a noite (ECN) desse material resultante foi retirado 10g de cada e submetido a extração em 100 mL de solução etanólica a 70% e 95% v/v resultando em quatro amostras (ECD 95%, ECD 70%, ECN, 95% e ECN 70%. Após uma semana de extração de cada amostra, foi obtido o extrato bruto por filtração em papel de filtro.

As porções obtidas foram rotoevaporadas a 40 rpm e 60°C, logo após, liofilizadas, como mostrado na figura 11 (MELO; RADÜNZ; ALVARENGA E MELO, 2004; MEDINA-TORRES *et al.*, 2011; LEE *et al.*, 2002; BURIOL *et al.*, 2009 com alterações)

Figura 13: Esquema da obtenção do extrato.



4.3 Análise dos extratos por espectroscopia no infravermelho

Foi utilizada a espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR) por meio da técnica de reflectância total atenuada (ATR) das amostras liofilizadas de *Cereus jamacaru* (ECD 70%, ECD 95%, ECN 70% e ECN 95%). As medidas foram realizadas na resolução de 1cm^{-1} , de 400 a 4000 cm^{-1} com 40 varreduras em espectrômetro Alpha-T da Bruker (ALVES, 2008). A partir dos dados foram gerados os gráficos dos espectros das amostras.

A espectroscopia no infravermelho produz espectros de absorção (e/ou transmissão) onde um feixe de luz na região do infravermelho incide sobre a substância e determina as frequências a serem absorvidas (LEITE; PRADO, 2012). Essa técnica possui inestimável importância em análises de estruturas químicas de compostos orgânicos (LOPES; FASCIO, 2004).

4.4 Teste de Toxicidade com *Artemia salina*

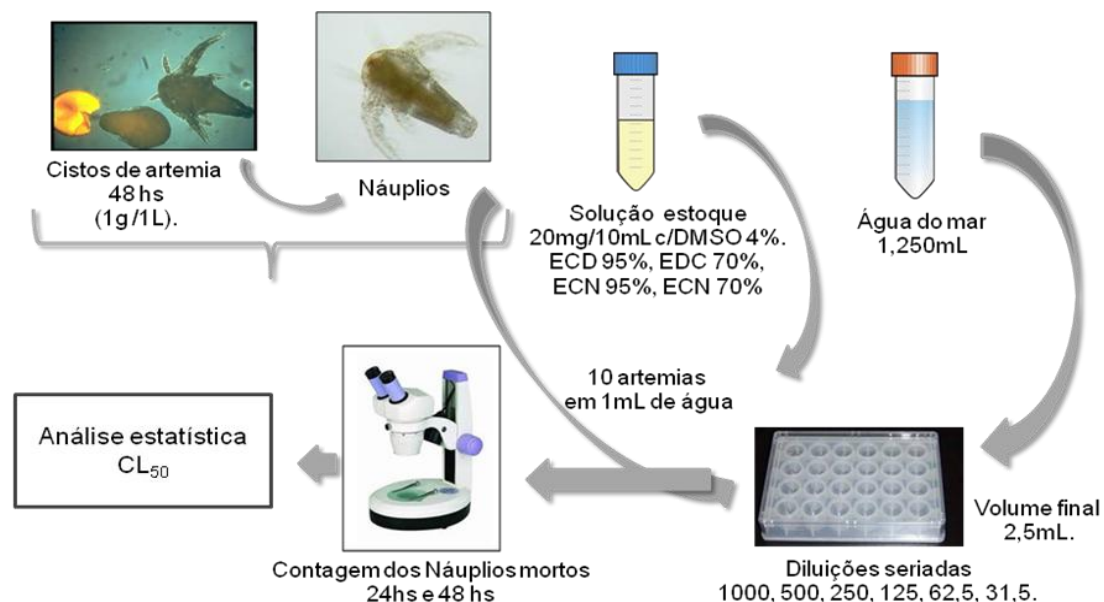
O teste de toxicidade com *Artemia salina* foi realizado no Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular no BioMol-LAB (Laboratório de Moléculas Biologicamente Ativas) sob coordenação do Prof. Dr. Benildo Sousa Cavada.

Para obtenção dos náuplios os cistos na proporção de 1L/g foram transferidos para um recipiente com água do mar filtrada, recebendo aeração constante, após 48h, os náuplios estavam na fase II, prontos para serem utilizados nos testes de toxicidade.

As amostras dos extratos: ECD 70%, ECD 95%, ECN 70% e ECN 95% foram solubilizados em água destilada acrescida de DMSO a 4%, obtendo-se uma solução estoque na concentração de $2\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ e a partir dessa solução estoque fez-se diluições obtendo as concentrações para o teste ($1000, 500, 250, 125$ e $62,5\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) e para controle foi utilizado apenas água do mar filtrada. Todas as concentrações e o controle foram feitos em triplicata.

Em cada réplica foram adicionados 10 náuplios na fase II. O ensaio foi montado em placas de acrílico estéreis com 24 poços, sendo verificada a mortalidade dos náuplios com 24 e 48 horas com auxílio de uma lupa. Para a aceitabilidade do teste admitiu-se 10% de mortalidade no controle. O esquema do teste de toxicidade está representado na Figura 14.

Figura 14: Representação do teste de toxicidade agudo com náuplios de *Artemia sp*



4.4.1 Análise estatística

O cálculo da CL₅₀ foi realizado com o programa estatístico TSK (Trimmed Spearman Karber). O critério de significância adotado foi de $p < 0,05$.

4.5 Capacidade dos extratos como fator de proteção solar- FPS *in vitro*

A análise foi determinada pelo método espectrofotométrico descrito por Mansur (MANSUR, *et al.*, 1986) utilizado por outros autores (MUNHOZ *et al.*, 2012; VELASCO *et al.*, 2011 FERRARI *et al.*, 2007; VIOLANTE *et al.*, 2009). As amostras foram diluídas com etanol 96°GL até a concentração final de 0,2 mg/mL. A absorbância das soluções foram determinadas na faixa de 220 a 450 nm, com intervalos de 2 nm, sendo usado etanol 96 °GL como líquido de referencia (RIBEIRO, 2004). Foram realizadas dez determinações para cada comprimento de onda e o cálculo do FPS médio foi obtido pela fórmula descrita por Mansur (MANSUR *et al.*, 1986).

Fórmula 1: Cálculo do FPS segundo Mansur.

$$FPS = FC \cdot \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \cdot 2 \cdot I(\lambda) \cdot Abs(\lambda)$$

FC = fator de correção (igual a 10);

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

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

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

Tabela 2: Relação entre o efeito eritematogênico e a intensidade da radiação em cada comprimento de onda empregado no cálculo de fator de proteção solar (MANSUR, 1986).

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

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

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

4.5.1 Análise estatística

A análise estatística dos dados foi baseada em estatística descritiva (tendência central e dispersão), teste de Shapiro-Wilk (para determinar se uma amostra aleatória segue ou não uma distribuição normal) e teste de hipótese (para verificar a existência ou não de diferenças significativas entre grupos amostrais). O nível de significância usado foi de 5%. Todo o tratamento estatístico foi realizado usando os softwares Excel 2002 e Origin Pro 8.5.

4.6 Avaliação da atividade antioxidante

A capacidade antioxidante foi avaliada pelo método sequestrador de radicais livres DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila). Essa análise é baseada na habilidade de compostos em doar um próton para o DPPH e formar estruturas de ressonância estáveis, estabilizando assim o radical livre (ANGÉLICO, 2011).

As amostras para a realização do ensaio foram preparadas adicionando-se uma alíquota de 2,7mL da solução etanólica de DPPH (40 mg.L⁻¹) a 300µL do extrato etanólico nas concentrações de (5, 10, 25, 50, 100, 125, 225, 300, 500, 1000, 1500 e 2000 µg.mL⁻¹) em triplicata. Após 30 minutos em ausência de luz, foram realizadas as leituras de absorvância a 517nm em espectrofotômetro Ultrospec 110 Pro. O branco para cada amostra foi realizado adicionando-se 2,7 mL de etanol a 300µL das concentrações dos extratos. Como controle negativo foi usado a mistura de 2,7mL da solução de DPPH com 300µL de etanol e como controle positivo utilizou-se 2,7mL de etanol e 300µL de cada concentração de β-caroteno (95% obtido da Sigma), o qual foi escolhido como padrão, por ser um composto encontrado amplamente distribuído nos alimentos vegetais e muito explorado, por suas propriedades medicinais relacionadas a sua capacidade antioxidante, diagrama mostrado na Figura 15 (MUELLER; BOEHM, 2011; MARTÍNEZ-TOMÁS *et al.*, 2012; TASCA, 2007; SOUSA *et al.*, 2007 com adaptações).

Os dados obtidos das leituras de absorvância das diferentes concentrações de cada uma das amostras foram convertidos em porcentagem de atividade antioxidante (AA%) segundo a fórmula 2.

Fórmula 2: Cálculo da porcentagem de AA%

$$AA\% = 100 - \{ [Abs_{extrato} - Abs_{branco}) \times 100] / Abs_{controle} \}$$

Fonte: (ANGÉLICO, 2011)

AA%: atividade antioxidante em porcentagem

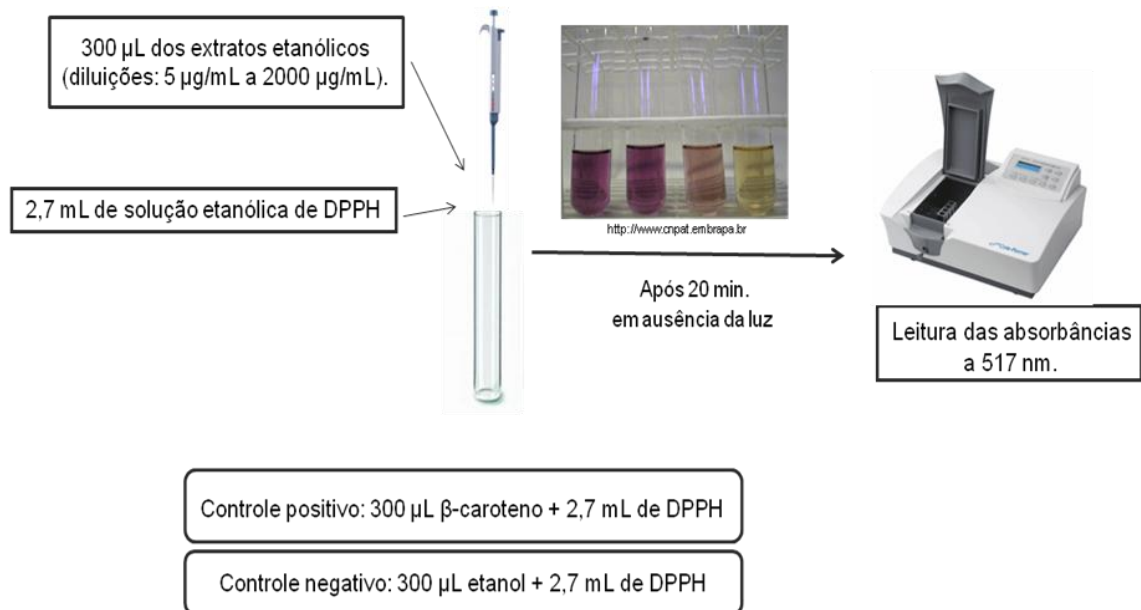
Abs extrato: absorbância da amostra

Abs branco: absorbância do branco

Abs controle: absorbância do controle positivo

(ANGÉLICO, 2011)

Figura 15: Esquema ilustrativo do teste antioxidante.



4.6.1 Análise estatística

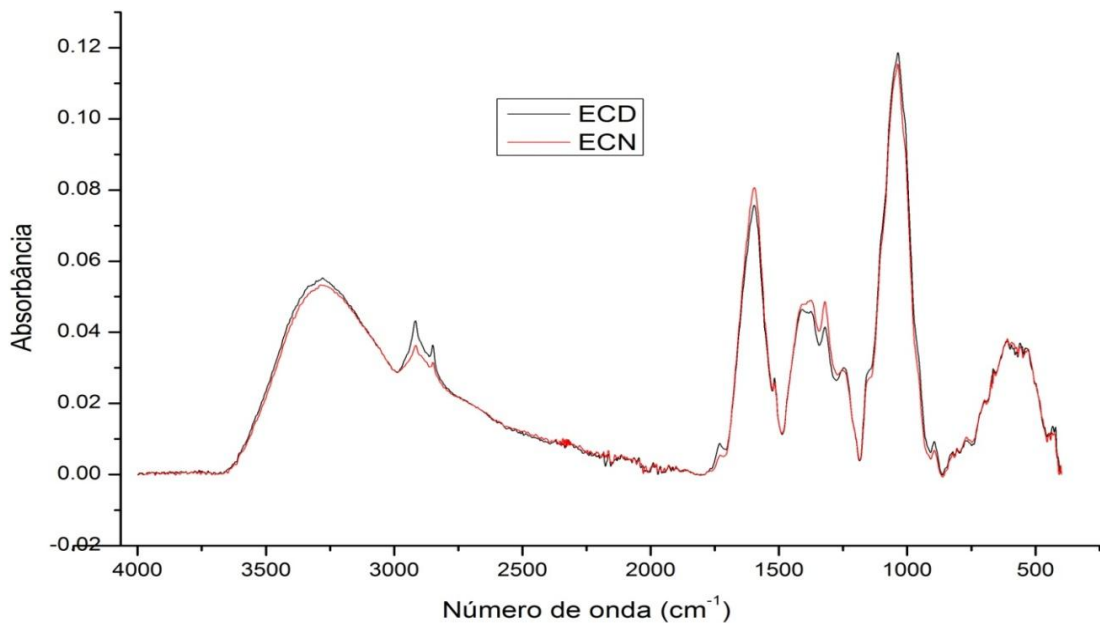
Para determinar a existência de diferenças significativas do efeito das diferentes concentrações de cada extrato etanólico (95% e 70% v/v) de hastes de *Cereus jamacaru* coletado em diferentes horários, com controle positivo (β -caroteno) e entre si, foi utilizado o teste não-paramétrico Mann-Whitney foi utilizado para determinar a existência ou não de diferenças estatísticas significativas entre os grupos (ECD 95% e 70, ECN 95% e 70%, e o β -caroteno). O nível de significância utilizado foi de 0,01 ($P \leq 0,01$).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Espectroscopia no infravermelho-(FTIR)

A comparação do perfil do espectro no infravermelho obtido para o extrato bruto, de *Cereus jamacaru*, coletados durante o dia e durante a noite estão sendo mostrados na Figura 16.

Figura 16: Espectroscopia no infravermelho de *Cereus jamacaru* DC, Cactaceae, para caracterização química do pó obtido após seco e moído, nos diferentes horários de coleta: Dia 11h (ECD) e Noite 23h (ECN).



As bandas de absorção obtidas da análise espectroscópica no infravermelho para o extrato bruto (ECD e ECN) apresentaram poucas diferenças em seus espectros de caracterização química, sendo semelhantes quando comparado a intensidade dos picos referentes a coleta dia e noite. Os perfis das bandas observadas no extrato bruto mantiveram-se nas frações, sendo detectado apenas picos mais intensos quando submetido a extração com etanol a 70% e 95% v/v.

As bandas de absorção no infravermelho das amostras de *Cereus jamacaru*, coletadas durante o dia (ECD) e durante a noite (ECN) extraídas com etanol a 70% e 95%, e suas respectivas atribuições estão dispostos na Tabela 3.

Tabela3: Bandas de absorção das amostras de *Cereus jamacaru* no infravermelho- (FTIR)

Numero de onda cm^{-1} das bandas de absorção				
AMOSTRAS				ATRIBUIÇÕES
ECD 95%	ECD 70%	ECN 95%	ECN 70%	
3500- 3000	3500-3000	3500- 3000	3500- 3000	Grupo O-H
2925	2925	2925	2925	Estiramento assimétrico C-H alifático
2855	2855	-	-	Estiramento simétrico C-H alifático
1735	-	-	-	C=O cetona alifática
1610	-	1610	-	C=C conjugado com C=O
-	1599	-	1599	Estiramento da ligação de C=C de compostos aromáticos.
1515	1515	1515	1515	Amidas ou grupamentos carboxilatos de aminoácidos
1315	-	1315	-	Éteres
1228	-	1228	-	Éteres
-	1232	-	1232	Éteres
-	-	-	1322	Éteres
-	1382	-	-	Estiramento da ligação C-O
1034	1034	-	-	Deformação C-O
-	-	1035	1035	Deformação C-O
825	828	828	824	-
550	551	550	550	-

Os espectros no infravermelho de todas as extrações do dia (ECD 70% e ECD 95%) e da noite (ECN 70% e ECN 95%) apresentaram uma larga banda de absorção observada entre $3500\text{-}3000\text{ cm}^{-1}$ sugerindo a presença de hidroxilas, grupos OH de fenóis e alcoóis de açúcares (ORTEGA, 2007). Sendo que as amostras coletadas a noite apresentaram maior intensidade nessa faixa (Figura 17).

Nas quatro amostras analisadas (Figura 17), ocorreu uma banda em 2925 cm^{-1} , a qual está associada aos estiramentos assimétricos da ligação C-H, de maior intensidade na amostra (ECD 95%) essa mesma amostra apresentou uma banda em 2855 cm^{-1} , atribuída a estiramento simétrico C-H alifático, não ocorrendo no extrato da noite.

As bandas (2925 cm^{-1} e 2855 cm^{-1}) e os relativos estiramentos assimétricos e simétricos da ligação C-H, são comuns em várias classes de compostos alifáticos como ácidos, ésteres graxos, alcoóis de cadeia longa assim como esteróides, sugerindo também a presença de glicerídeos (ROSA, 2010; MARTINS *et al.*, 2010).

Por *Cereus jamacaru* apresentar um metabolismo (CAM), durante o dia parte da fisiologia da planta é mais ativa, principalmente relacionada à fotossíntese, onde a produção de substratos orgânicos estão ligados diretamente com a radiação solar. Plantas com folhas expostas ao sol apresentam uma maior quantidade de ácidos, lipídeos, flavonóides, amido, entre outros, pode-se supor que a espécie *Cereus jamacaru* produza esses compostos em maior quantidade durante o dia (VIEIRA *et al.*, 2010).

Todos os compostos químicos possuem um espectro único que os caracteriza, chamado de assinatura química, a qual compreende a zona de impressão digital localizado em geral entre $1000\text{--}1800\text{ cm}^{-1}$ (NASCIMENTO, 2011). Baseado nessa informação foi analisado as bandas de absorção mais intensas dos quatro extratos (ECD 95%, ECD 70%, ECN 95% e ECN 70%) presentes nessa região (Figura 17).

Dentro da faixa de assinatura química foi detectada uma banda em 1735 cm^{-1} , na amostra ECD 95%, sendo atribuída a ligação (C=O de cetona alifática) associada ao estiramento da ligação C=O dos ácidos carboxílicos (NASCIMENTO, 2011) mostrado na (Figura 17A). Junior, *et al.*, (2006), revela que absorções nessa região sugerem presença de carbonilas. É relatado que bandas em 1740 refere-se a estiramentos dos grupos funcionais éster de lipídios (ALVAREZ-ORDÓÑEZ *et al.*, 2011), podendo estar presente na faixa de absorção mostrada, para o extrato ECD 95%.

Bandas encontradas em 1610 cm^{-1} nas amostras (ECD 95% e ECN 95%), apresentam característica de C=C conjugado com C=O, (Figura 17B e 17D) e outra banda em 1515 cm^{-1} , presente em todas as amostras, característica de amidas ou grupamentos carboxilatos de aminoácidos. Ambos os picos (1610 cm^{-1} e 1515 cm^{-1}) apresentaram maior intensidade nas extrações referentes a coleta da noite e extraídas com etanol a 95%. Podendo assim ser sugerido que a planta produza esses compostos em maior quantidade no período noturno (PINTO *et al.*, 2011).

Foi registrado apenas para os materiais vegetais extraídos a 70%, um pico de absorção em 1599 cm^{-1} , característico de estiramento da ligação de C=C de compostos aromáticos e outra banda em 1382 cm^{-1} característica de estiramento da ligação C-O (ROSA, 2010). Pode ser suposto, portanto que essas moléculas sejam mais solúveis nessa concentração de solvente. Dentre a faixa de absorção de 1315 cm^{-1} e 1228 cm^{-1} foram

observados apenas nas extrações realizadas com etanol a 95%, sendo que na amostra coletada a noite (ECN 95%) a absorção apresentou maior intensidade para ambos os picos.

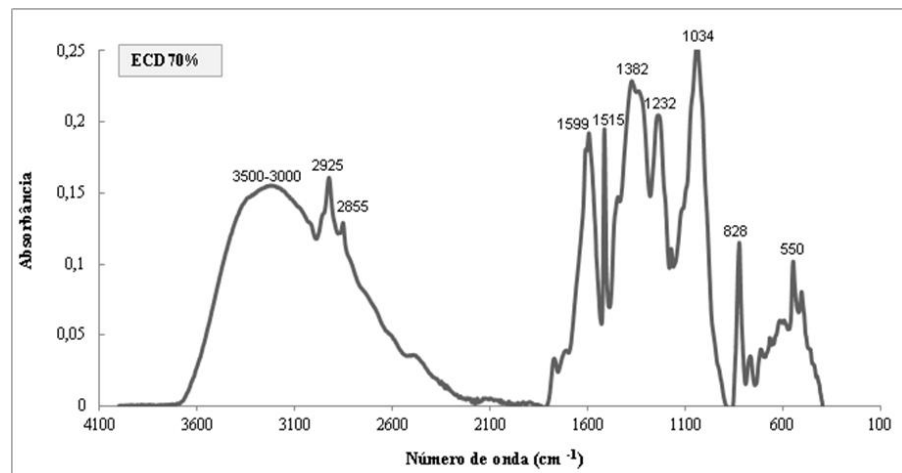
Todas as amostras (Figura 17A, B, C e D) apresentaram bandas entre a faixa de 1100 – 1331 cm^{-1} , localizadas dentro da faixa de assinatura espectral do composto, sendo característico de (éteres), sugerindo a presença de uma vasta classe de metabólitos secundários tais como: flavonóides, cumarinas, antraquinonas, alcalóides quinolínicos e quinolônios e outros fenil propanóides (JUNIOR, *et al.*, 2006).

Os espectros obtidos dentro da faixa de assinatura química das amostras extraídas com etanol a 70% apresentaram uma banda em 1232 cm^{-1} , observada nas amostras do dia e da noite (Figura 17C e D) e outra banda em 1322 cm^{-1} estando presente apenas na amostra da noite.

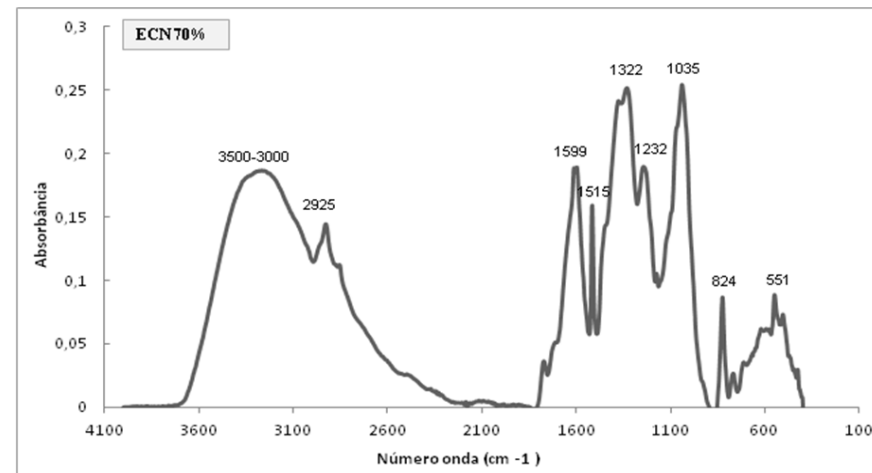
Todas as amostras apresentaram pico em torno de 1034 e 1035 cm^{-1} relativo a deformação C-O, característico de vibrações de carboidratos (ROSA, 2010; ALVAREZ-ORDÓÑEZ *et al.*, 2011). Em todas as frações hidroalcoólicas, a intensidade das bandas aumentou significativamente em relação ao extrato bruto, ocorrendo também o aparecimento de bandas intensas que não foram percebidas no espectro do extrato bruto. Podendo assim ser verificado a eficiência das concentrações do solvente utilizado, as quais já foram citadas em estudos feitos por (BURIOL *et al.*, 2009) onde extrações etanólicas a 70, 80 e 95% v/v, apresentaram maiores rendimentos de extração relacionado ao teor de compostos fenólicos e flavonóides extraídos da própolis bruta.

De acordo com as bandas mais intensas de absorção, podemos concluir que, os extratos feitos a partir da coleta no período diurno apresentaram em maior quantidade característica de compostos com presença de estiramentos simétrico C-H alifático, comuns em ácido, ésteres graxos, e alcoóis de cadeia longa, como os esteróides.

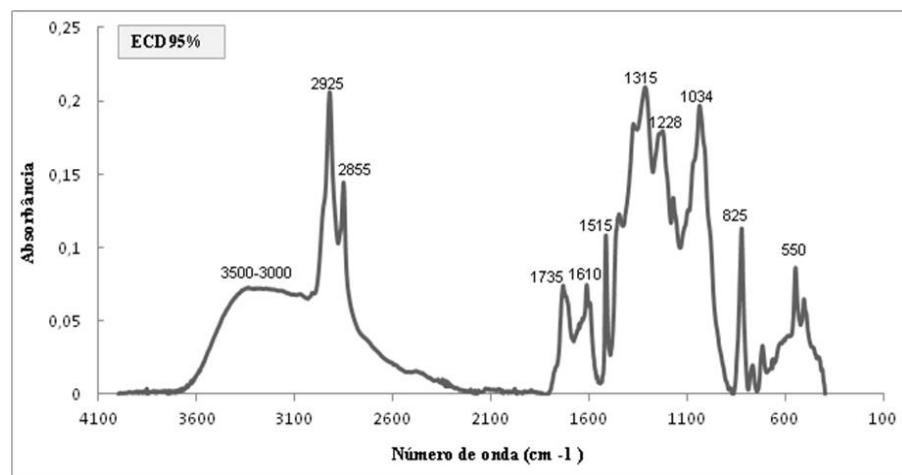
Já os extratos referentes à coleta do período noturno mostraram maior intensidade das bandas referentes há hidroxilas, grupos O-H de fenóis e alcoóis de açúcares, amidas e grupamentos carboxílicos de aminoácidos. Em todas as amostras estudadas foram observadas bandas referentes há presença de princípios ativos, carboidratos e esteróides.



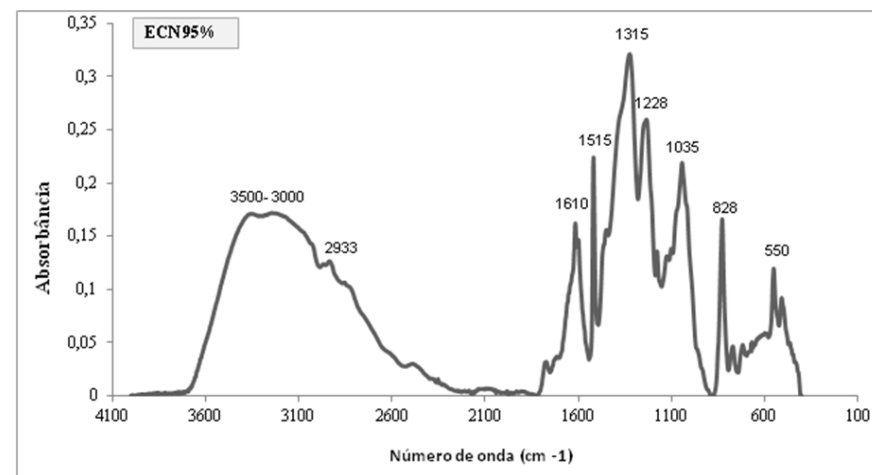
A



B



C



D

Figura 17: Espectros de FTIR das amostras coletadas durante o dia e durante a noite extraídas com etanol a 70% e 95%: (A) ECD 70%, (B) ECN 70%, (C) ECD 95% e (D) ECN 95%.

5.2 Ensaio de toxicidade com *Artemia salina*

No presente estudo verificou-se a toxicidade das amostras de *Cereus jamacaru* coletadas durante o dia e durante a noite, ambas extraídas com etanol a 70% e 95% v/v. Resultados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Teste de toxicidade dos extratos de *Cereus jamacaru* contra *A. salina*

CL ₅₀	Amostras			
	ECD 95%	ECD 70%	ECN 95%	ECN 70%
CL ₅₀ (24h)	>1000	906,32	622,30	762,44
CL ₅₀ (48 h)	>1000	564,06	286,44	434,43

Apenas a amostra coletada durante o dia (ECD) e extraída com etanol a 95% não foi possível calcular o IC₅₀ nas concentrações testadas, demonstrando não possuir toxicidade, considerando que, o grau de toxicidade, por extratos de plantas sobre larvas de *A. salina*, são atóxicos quando os valores de CL₅₀ estão acima 1000µg/mL (NASCIMENTO *et al.*, 2008).

As demais amostras (ECD 70%, ECN 70% e ECN 95%) apresentaram toxicidade nas concentrações testadas obtendo efeito tóxico após 24 e 48h de início do teste, os valores de CL₅₀ estão dispostos na Tabela 4. Sendo que nas amostras coletadas durante o dia mostrou uma menor toxicidade em relação às amostras coletas a noite, evidenciando que compostos tóxicos possam ser mais produzidos nesse período.

São citados alguns compostos relacionados com a toxicidade da planta descritos por (TAIZ; ZEIGER, 2013), dentre esses, os alcalóides, que agem na defesa contra herbívoros, em especial os mamíferos, devido a sua toxicidade geral, é citado também, que todos os alcalóides são tóxicos para os humanos em quantidades elevadas, quando ingeridos em quantidades suficientes. Os terpenos também são considerados tóxicos e inibidores para muitos insetos e mamíferos.

Silva *et al.*, (2010) relatou que a toxicidade de compostos ativos e extratos vegetais para *Artemia salina* com um valor de CL₅₀ inferior a 1000µg.mL⁻¹ permite

considerar o composto como tóxico. Deve ser levado em conta que esta técnica é adequada para determinação de toxicidade provenientes de produtos naturais correlacionando com CL_{50} em ensaios *in vivo* em camundongos constituindo uma ferramenta útil para predição de toxicidade de extratos de plantas (SPARIGLIA *et al.*, 2010).

Com relação à quantidade de solvente utilizado, observamos que, quando comparado apenas as extrações do dia, foi percebido que a extração a 70% demonstrou maior toxicidade, da mesma forma na extração da noite utilizando etanol 70%, foi mais tóxica do que quando extraído com etanol 95%. Devido aos alcalóides serem considerados em geral solúveis em água (TAIZ; ZEIGER, 2013) pode-se inferir que o solvente 70% tenha extraído esse tipo de compostos em maior quantidade.

Para a complementação de estudos fitoquímicos de produtos naturais tem sido utilizado ensaios biológicos simples, com o intuito de selecionar e monitorar a pesquisa desses extratos, na procura por substâncias bioativas (NASCIMENTO *et al.*, 2008).

Dessa forma, concluímos que o extrato coletado durante o dia (ECD 95%) não apresentou toxicidade, quando extraído a 95% seguido por uma menor toxicidade quando extraído a 70%. Sendo um resultado relevante visto que o ECD 95% apresentou uma maior atividade fotoprotetora e antioxidante.

5.3 Fator de proteção solar – FPS

As análises espectroscópicas foram realizadas com o intuito de identificar a ação fotoprotetora *in vitro* do extrato bruto de *Cereus jamacaru* e verificar possíveis diferenças considerando as variáveis: coleta durante o dia (11h) e durante a noite (23h) e extração etanólica nas concentrações de 70% e 95% v/v, como mostrado na Tabela 5.

Tabela 5: Determinação do valor do Fator de Proteção Solar (FPS) *in vitro*

Extratos	FPS <i>in vitro</i>
ECD 95%	15,72 ± 0,43*
ECD 70%	7,58 ± 0,24 ⁺
ECN 95%	10,23 ± 0,12 [#]
ECN 70%	6,41 ± 0,16 ^Δ

Os valores foram calculados pelos valores originais (*in vitro*, n = 10) e expressos pela média ± desvio padrão. Símbolos diferentes indicam que houve diferença significativa entre as amostras.

Foi verificado uma maior ação fotoprotetora no extrato ECD 95% atingindo um fator de proteção solar de 15,72 seguido do ECN 95% com 10,23. Já o extrato ECD 70% atingiu um FPS 7,58 e o ECN 70% chegou a 6,41.

Analisando os resultados podemos verificar que se comparados os extratos do dia e da noite em ambas as concentrações de solvente, percebemos que as amostras coletadas durante o dia tiveram um maior fator de proteção solar do que as amostras coletadas durante a noite. Levando em consideração a informação de que a produção dos princípios ativos das plantas podem ser influenciados, dentre outros, por fatores abióticos como luminosidade, temperatura, época e horário de coleta. Esse resultado pode ser relacionado com uma maior produção de princípios ativos sob altos níveis de radiação (TAIZ; ZEIGER, 2004; MORAIS, 2009).

Pode-se supor que substâncias conhecidas como protetoras da radiação UV, como as fenólicas dentre elas as flavonas, flavonóis e antocianidinas podem estar presentes em maior quantidade no período do dia, pois se acumulam nas camadas epidérmicas das folhas e caules e absorvem intensamente a luz na região do UV-B. Além disso, foi demonstrado que embora esses compostos possam ser sintetizados no escuro o aumento da exposição da luz em especial a luz UV-B, resulta em maior acúmulo de substâncias fenólicas (TAIZ; ZEIGER, 2013; KERBAUY, 2008).

A extração etanólica a 95% demonstrou maior eficiência com relação à absorção de luz na faixa do ultravioleta tanto utilizando as hastes coletadas durante o dia quanto durante a noite, sendo observado que a variação na graduação do etanol alterou o

seu poder dissolvente. Diversos trabalhos utilizam a extração etanólica para verificar o potencial preliminar de vegetais como fotoprotetores (SOUZA, *et al.*, 2005; MUNHOZ, *et al.*, 2012; FUNARI *et al.*, 2011) por extrair compostos importantes relacionados a absorção da radiação UV.

Levando em conta que os extratos testados estão em estado bruto, podendo apenas ser citado a presença de alguns princípios ativos pela caracterização do infravermelho. Foi verificado picos de absorção de uma vasta classe de compostos ativos, tais como: flavonóides, cumarinas, antraquinonas, alcalóides quinolínicos, quinolônicos e outros fenil propanóides. Embora tenha sido verificado a presença desses compostos pelo infravermelho em todas as amostras, possivelmente na amostra do dia, extraído com etanol a 95%, ouve uma maior extração dessas substâncias.

Portanto, há possibilidade de isolamento dos compostos bioativos presentes no extrato, podendo apresentar uma maior eficiência fotoprotetora, por estarem em maior quantidade e sem interferências de outros compostos. Davet, (2005), relata que, em hastes de *Cereus jamacaru* foi verificado a presença de alcalóides, antraquinonas, e triterpenos (DAVET, 2005).

Pesquisas demonstraram que as plantas que absorvem na região ultravioleta apresentam em sua composição complexa, diferentes moléculas, destacando-se os flavonóides, taninos, antraquinonas, alcalóides e polifenóis. As cumarinas, componentes da classe dos compostos fenólicos, também apresentam espectro característico dessa região (VIOLANTE *et al.*, 2009).

Estudo realizado por Munhoz *et al.*, (2012), analisou a eficácia *in vitro* da propriedade fotoprotetora de uma formulação contendo filtros solares químicos, adicionada de extratos vegetais da flora brasileira ricos em substâncias fenólicas, tendo em vista que as flavonas e os flavonóis são protetores químicos que absorvem luz em comprimentos de onda UV, protegendo as células vegetais dos danos causados pela fotoxidação, além disso, foi demonstrado que o aumento da exposição de plantas à luz UV-B resulta em maior síntese dessas duas substâncias (FERREIRA, OLIVEIRA; SANTOS, 2008).

Assim, a busca por novas moléculas ricas em substâncias fenólicas tornou-se extremamente importante, pois estas possuem uma grande semelhança estrutural com os filtros químicos. Portanto tais substâncias provenientes de vegetais têm sido

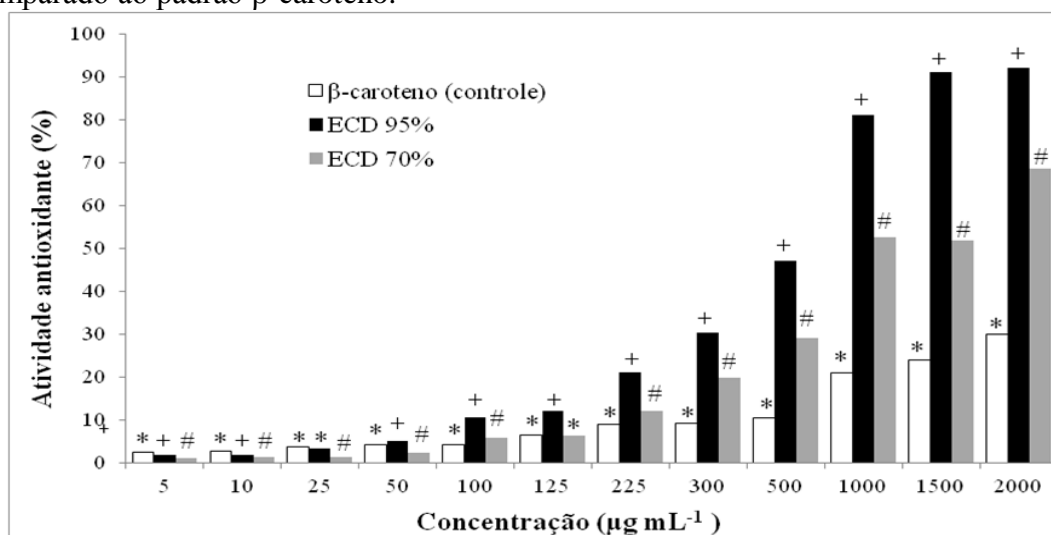
estudadas com o objetivo de avaliar a sua capacidade fotoprotetora (MUNHOZ *et al.*, 2012).

O potencial fotoprotetor apresentado por *Cereus jamacaru*, possibilita sua aplicação biotecnológica e comercial. Sendo uma fonte potencial de fator de proteção solar, de baixo custo, já que é abundante na região e apresenta cultivo simples, podendo assim, ser utilizado como matéria prima para a formulação de um produto de boa qualidade e acessível à população.

5.4 Atividade antioxidante

Os resultados referentes a porcentagem de atividade antioxidante apresentada pela análise feita com hastes de *Cereus jamacaru*, em diferentes horários de coleta e diferentes concentração de solvente estão sendo mostradas nas figuras 18, 19, 20 e 21.

Figura 18: Porcentagem de atividade antioxidante referente ao extrato de *Cereus jamacaru* coletado durante o dia (ECD) e extraído com etanol a 70% e 95% v/v, comparado ao padrão β -caroteno.

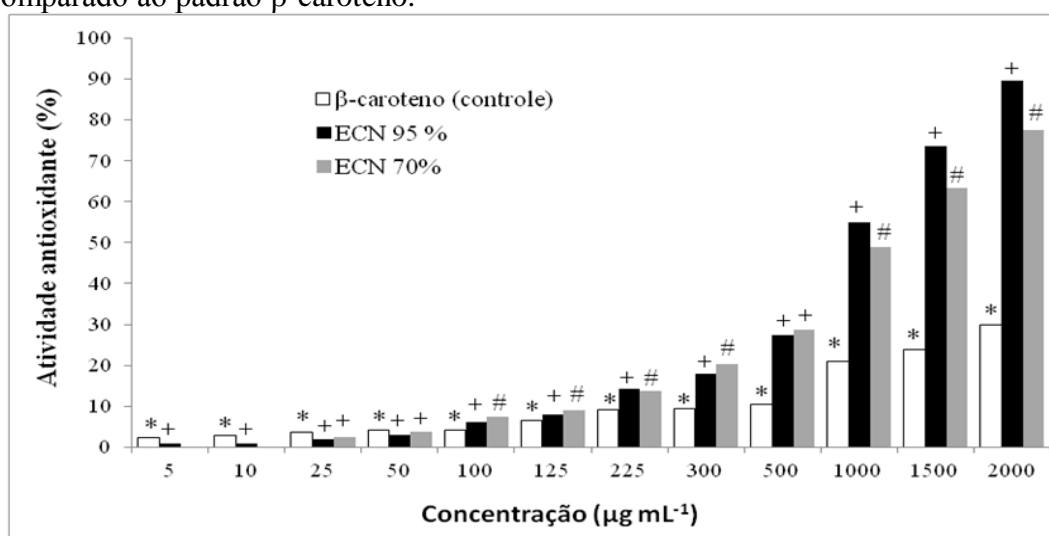


Dentro da mesma concentração, símbolos diferentes sobre as barras indicam a existência de diferença significativa e símbolos iguais indicam que não houve diferença significativa.

Foi observada atividade antioxidante nos extratos de *Cereus jamacaru* coletados durante o dia, tanto extraídos com etanol a 95% e 70%, apresentando diferença estatística significativa com relação ao controle positivo (β -caroteno) a partir da concentração de $50\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, nas concentrações de 25 e $125\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ a amostra

extraída com 70% não demonstrou diferença significativa com relação ao β -caroteno. Em todas as concentrações referentes a coleta do dia extraídas a 95% foram estatisticamente superiores em total de atividade antioxidante comparada a extração a 70%. Na concentração máxima utilizada de ($2000\mu\text{g.mL}^{-1}$), os extratos de *Cereus jamacaru* apresentaram porcentagem de atividade antioxidante acima de 90%, e o controle positivo nas mesmas condições alcançou apenas 70% (Figura 18).

Figura 19: Porcentagem de atividade antioxidante referente ao extrato de *Cereus jamacaru* coletado durante a noite (ECN) e extraído com etanol a 70% e 95% v/v, comparado ao padrão β -caroteno.



Dentro da mesma concentração, símbolos diferentes sobre as barras indicam a existência de diferença significativa e símbolos iguais indicam que não houve diferença significativa.

Foi observado atividade antioxidante nos extratos de *Cereus jamacaru* coletados durante a noite, tanto extraídos com etanol a 95% e 70%, apresentando diferença estatística significativa com relação ao controle positivo (β -caroteno) a partir da concentração de $100\mu\text{g.mL}^{-1}$, sendo que nas duas concentrações menores apenas a amostra extraída com 95% de etanol demonstrou atividade, embora tenha sido considerada menor do que o controle. Nas concentrações de 25, 50 e $500\mu\text{g.mL}^{-1}$ não houve diferença estatística entre as amostras extraídas com 95% e 70% de etanol e apenas nas concentrações de 100, 125 e $300\mu\text{g.mL}^{-1}$ a extração a 70% foi superior a de 95% na capacidade antioxidante. Já a partir da concentração de $1000\mu\text{g.mL}^{-1}$ a extração a 95% de etanol mostrou ser mais eficiente (Figura 19).

Quanto a variação da quantidade do solvente utilizado nas amostras, houve diferença na eficácia da atividade antioxidante observada, sendo que, as amostras

submetidas a extração etanólica a 70%, apresentaram menor potencial de atividade antioxidante em comparação com as amostras extraídas em solução etanólica a 95%, podendo ser verificado tanto nas amostras coletadas durante o dia quanto durante a noite. Portanto imagina-se que a concentração de etanol 95%, foi responsável por extrair moléculas com maior ação redutora de radicais livres (Figura 18 e 19). Dentre essas moléculas com bioatividade antioxidante, encontram-se os compostos fenólicos, sendo que alguns são solúveis apenas em solventes orgânicos como os alcalóides, dentre outros (TAIZ; ZEIGER, 2013; PÉREZ *et al.*, 2003).

O extrato etanólico de hastes de *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* apresentaram atividade antioxidante, sendo caracterizado como rico em compostos fenólicos, provavelmente sendo estes os responsáveis pela atividade relatada, já que esses compostos possuem estruturas químicas com presença de hidroxilas e anéis aromáticos, nas formas simples ou de polímeros, que os confere o poder antioxidante. Uma correlação positiva também foi observada entre a atividade antioxidante e conteúdo fenólico, em um estudo feito com espécies de plantas pertencentes à família Lamiaceae (SPIRIDON; BODIRLAU; TEACA; 2011; DAVET, 2005).

A melhor eficiência do extrato etanólico a 95%, pode ser explicado, pela capacidade de interação do etanol com compostos orgânicos e grupos fenólicos em que apresentam melhor solubilidade em etanol, demonstrado em trabalho realizado por (ROCHA *et al.*, 2011) com frutas nativas do cerrado, em que a extração com etanol a 95% foi mais eficiente na extração de fenólicos totais de *Jaracatia spinosa* e de taninos condensados de *Brosimum gaudichaudii*. Também relatado em (TAIZ; ZEIGER, 2013; PÉREZ *et al.*, 2003) que alguns compostos fenólicos são solúveis apenas em solventes orgânicos.

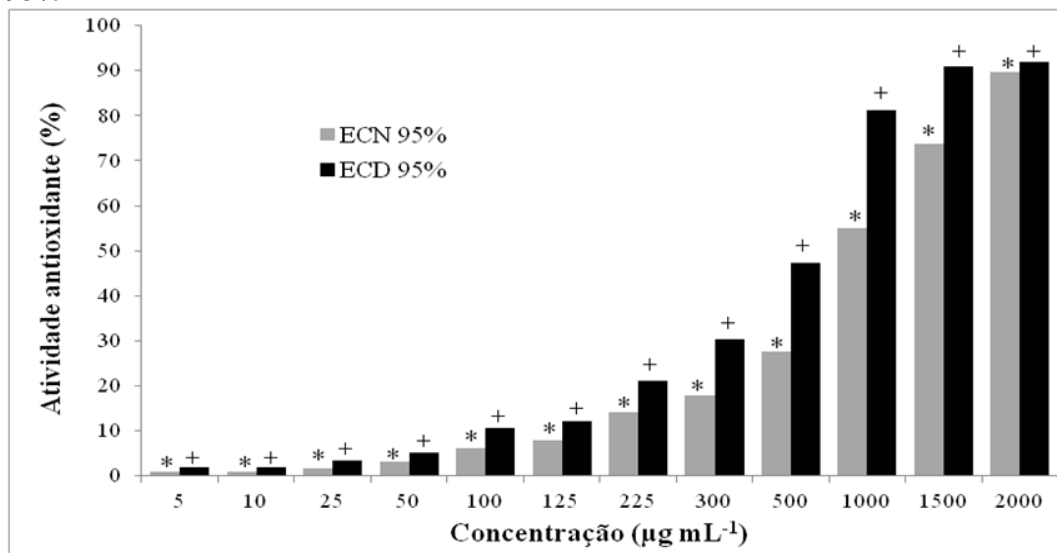
Em estudos fitoquímicos com a espécie *Cereus jamacaru*, foi comprovado que através da extração etanólica é possível a obtenção de compostos fenólicos, presentes nesse vegetal (DAVET, 2005).

Os estudos realizados com o extrato etanólico bruto e as frações de *Acacia podalyriifolia*, apresentaram capacidade antioxidante, demonstrando a ação dos compostos fenólicos presentes no extrato (ANDRADE *et al.*, 2007).

Os extratos utilizados nos ensaios, estavam em estado bruto, contendo na solução outras moléculas sem atividade antioxidante, portanto ao serem isoladas essas moléculas com suposta atividade antioxidante presentes no extrato, aumentaria a

concentração das mesmas em relação aos demais compostos e conseqüentemente a sua capacidade antioxidante.

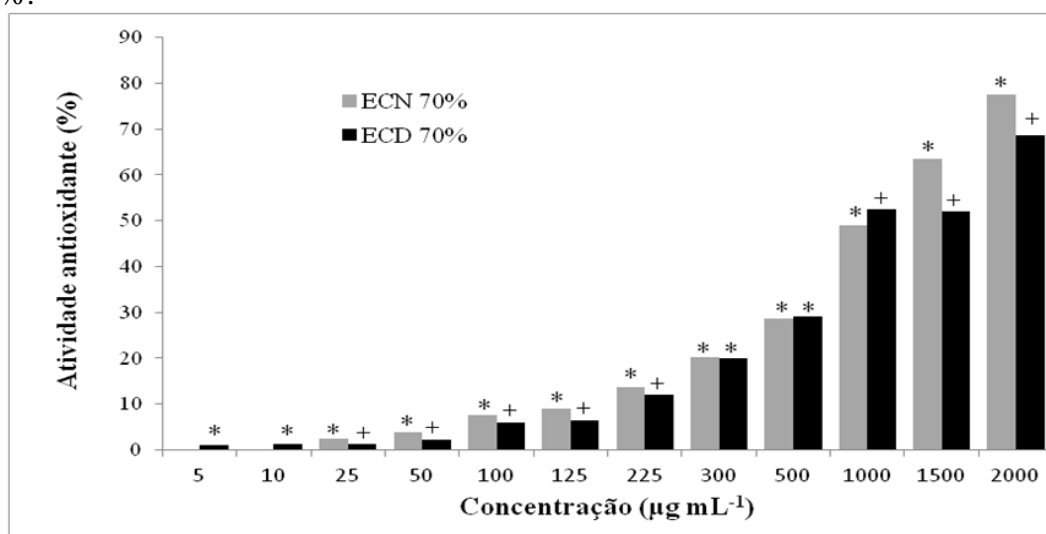
Figura 20: A porcentagem de atividade antioxidante referente ao extrato de *Cereus jamacaru* coletado durante o dia (ECD) e durante a noite (ECN) extraído com etanol a 95%



Dentro da mesma concentração, símbolos diferentes sobre as barras indicam a existência de diferença significativa e símbolos iguais indicam que não houve diferença significativa.

Foi observado a diferença da ação dos extratos variando apenas o horário de coleta (ECD 95% e ECN 95%) apresentando diferença estatística em todas as concentrações, demonstrando que o extrato coletado durante o dia, apresentou um perfil de atividade antioxidante superior ao extrato coletado durante a noite, mostrando maior diferença nas concentrações de 500 e 1000 µg/ml (Figura 20).

Figura 21: A porcentagem de atividade antioxidante referente ao extrato de *Cereus jamacaru* coletado durante o dia (ECD) e durante a noite (ECN) extraído com etanol a 70%.



Dentro da mesma concentração, símbolos diferentes sobre as barras indicam a existência de diferença significativa e símbolos iguais indicam que não houve diferença significativa.

Foi observado a diferença da ação dos extratos variando apenas o horário de coleta (ECD 70% e ECN 70%) apresentando diferença estatística apenas nas concentrações de 25, 50, 100, 125, 225, 1000, 1500 e 2000 µg.ml⁻¹ demonstrado que o extrato coletado durante a noite, apresentou uma porcentagem de atividade antioxidante superior ao extrato coletado durante o dia quando utilizado etanol a 70%, mostrando maior diferença nas concentrações de 1500 e 2000 µg.ml⁻¹. No entanto, mesmo com extração a 70%, nas concentrações de 5 e 10 µg.ml⁻¹ apenas foi possível observar redução do radical livre DPPH com o extrato do dia (ECD), mostrado na Figura 20.

Percebemos que a extração com 95%, mostrou ser mais eficiente para extração de substâncias antioxidantes extraídas de *Cereus jamacaru* a partir de coletas feitas durante o dia. Já a extração a 70% mostrou ser um pouco mais efetiva em extrair compostos antioxidantes presentes em *Cereus jamacaru* coletadas durante a noite.

Concluindo então que os extratos de *Cereus jamacaru*, mesmo em estado bruto, possui atividade antioxidante, mostrando ser superior ao composto antioxidante isolado o β-caroteno, na maioria das concentrações testadas.

6. CONCLUSÃO

- Para os testes de toxicidade com *Artemia salina* a amostra ECD 95% foi considerada atóxica com $CL_{50} > 1000$. Para as demais amostras (ECD 70%, ECN 95% e ECN70%) resultaram em valores para a concentração letal média (CL_{50}) de 906,32; 622,30; 762,44 $\mu\text{g mL}^{-1}$, respectivamente.
- Todas as amostras (ECD 95%, ECD 70%, ECN 95% e ECN70%) demonstraram atividade fotoprotetora com FPS de 15,72; 7,58; 10,23 e 6,41 respectivamente.
- As amostras coletadas durante o dia apresentaram um maior potencial fotoprotetor.
- As amostras extraídas com etanol a 95% apresentaram maior FPS do que as amostras extraídas com etanol a 70%.
- O extrato bruto de *Cereus jamacaru* apresentou uma porcentagem de atividade antioxidante superior ao controle positivo (β -caroteno) na maioria das concentrações testadas.
- A amostra coletadas durante o dia demonstrou maior atividade antioxidante.
- As amostras extraídas com etanol a 95% apresentaram uma porcentagem de atividade antioxidante superior as amostras extraídas com etanol a 70% na coleta do dia.

6. ESPECTATIVAS

Os extratos de hastes de *Cereus jamacaru*, poderão ser utilizados como aditivos em fotoprotetores sintéticos, ou na fabricação de um fotoprotetor de origem vegetal em forma de loção, creme ou gel, contendo princípios ativos naturais com ação antioxidante.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, U. P. Re-examining hypotheses concerning the use and knowledge of medicinal plants: a study in the Caatinga vegetation of NE Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 2, n. 30, p. 1-10, 2006.

ALVAREZ-ORDÓÑEZ, A.; MOUWEN, D.J.M.; LÓPEZ, M.; PRIETO, M. Fourier transform infrared spectroscopy as a tool to characterize molecular composition and stress response in foodborne pathogenic bacteria. **Journal of Microbiological Methods**, v. 84, p. 369–378, 2011.

ALVES, C. Q.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P.; BAHIA, M. V.; AGUIAR, R. M. Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. **Química Nova**, v. 33, n. 10, p. 2202-2210, 2010.

ALVES, M. S. M. **Caracterização farmacognóstica, química, físico-química e estudos preliminares de pré- formulação da *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl) B. Verlt.** 2008. Dissertação (mestrado em ciências farmacêuticas)- Instituto de ciências da saúde, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

ANDRADE, C. T. S.; MARQUES, J. G. W.; ZAPPI, D. C. Utilização medicinal de cactáceas por sertanejos baianos. **Rev. Bras. Pl. Med.**, v. 8, n. 3, p. 36-42, 2006.

ANDRADE, C.A.; COSTA, C. K.; KARINA BORA, K.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G.; KERBER, V. A. Determinação do conteúdo fenólico e avaliação da atividade antioxidante de *Acacia podalyriifolia* A. Cunn. ex G. Don, Leguminosae-mimosoideae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17 n. 2, p. 231-235, Abr./Jun. 2007.

ANGÉLICO, E. C. **Avaliação das atividades antibacteriana e antioxidante de *Croton heliotropiifolius* KUNTE e *Croton blanchetianus* BAILL.** 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, PATOS, 2011, p. 86.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

ARRUDA, E.; MELO-DE-PINNA, G. F.; ALVES, M. Anatomia dos órgãos vegetativos de Cactaceae da caatinga pernambucana. **Revista Brasil. Bot.**, v.28, n.3, p.589- 601, jul./set. 2005.

ARAÚJO, M. G. F.; CUNHA, W. R.; VENEZIANI, R. C. S. Estudo fitoquímico preliminar e bioensaio toxicológico frente a larvas de *Artemia salina* Leach. de extrato obtido de frutos de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hill (Solanaceae). **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.**, v. 31, n. 2, p. 205- 209, 2010.

ARAÚJO, T. S. ; SOUZA, S. O. Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta. **Scientia Plena**. v. 4, n. 11, p. 1-7, 2008.

BHARTI, A. K.; KHURANA, J. P. Mutants of Arabidopsis as Tools to Understand the Regulation of Phenylpropanoid Pathway and UVB Protection Mechanisms.

Photochemistry and Photobiology, v. 65, n. 5, p. 765-776, 1997.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Rev. Nutr.**, v. 12, n. 2, p. 123-130, mai. /ago. 1999.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**: Resolução RDC Nº 30, de 1 de junho de 2012. *Aprova o Regulamento Técnico Mercosul sobre Protetores Solares em Cosméticos*. Diário Oficial da União, nº107, 04 jun. 2012. Seção 1. p. 83.

BURIOL, L.; FINGER, D.; SCHMIDT, E. M.; SANTOS, J. M. T.; ROSA, M. R.; QUINÁIA, S. P.; TORRES, Y. R.; SANTA, H. S. D.; PESSOA, C.; MORAES, M. O.; COSTA-LOTUFO, L. V.; FERREIRA, P. M. P.; SAWAYA, A. C. H. F.; EBERLIN, M. N. Composição química e atividade biológica de extrato oleoso de própolis: uma alternativa ao extrato etanólico. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 296-302, 2009.

BUSTOS-OBREGON, E.; VARGAS, A. Chronic toxicity bioassay with populations of the crustacean *Artemia salina* exposed to the organophosphate diazinon. **Biol. Res.** v. 43, p. 357-362, 2010.

CAVALCANTE, M. F.; OLIVEIRA, M. C. C.; VELANDIA, J. R.; ECHEVARRIA, A. Síntese de 1,3,5-triazinas substituídas e avaliação da toxicidade frente a *Artemia salina* leach. **Química nova**, v. 23, n. 1, 2000.

CAROLEI, L. **Determinação de surfactantes e água em formulações de sabonetes líquidos e shampoos por infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) utilizando a técnica de refletância total atenuada (ATR)**. 2005. Tese (Doutorado em Química) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Consumo do mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC) por caprinos na época da seca no semi-árido de Pernambuco. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 4, p. 402-408, out. /dez. 2006.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), facheiro (*Pilosocereus pachycladus* RITTER), xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (a. webw ex k. schum.) BLY. EX ROWL.) e coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis* BRITTON & ROSE). **Revista Caatinga**, v.20, n.1, P. 28-35, 2007.

CESCO, S.; MIMMO, T.; TONON, G.; TOMASI, N.; PINTON, R.; TERZANO, R.; NEUMANN, G.; WEISSKOPF, L.; RENELLA, G.; LANDI, L.; NANNIPIERI, P. Plant-borne flavonoids released into the rhizosphere: impact on soil bio-activities related to plant nutrition. A review. **Biol. Fertil Soils**, v. 48, p. 123-149, 2012.

DAVET, A. **Estudo fitoquímico e biológico do cacto – *cereus jamacaru* DE *candolle*, *cactaceae***. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)-Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

DECCACHE, D. S. **Formulação dermocosmética contendo dmae glicolato e filtros solares: desenvolvimento de metodologia analítica, estudo de estabilidade e ensaio de biometria cutânea**. 2006. 152 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)-Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

DUARTE, I.; BUENSE, R.; KOBATA, C. Fototerapia. **An. Bras. Dermatol.**, v. 81, n. 1, p. 74-82, 2006.

DUTRA, E. A.; OLIVEIRA, D. A. G. C.; KEDOR-HACKMANN, E. R. M.; SANTORO, M. I. R. M. Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 40, n. 3, p. 381-385, 2004.

DEVEOGLU, O.; CAKMAKCI, E.; TASKOPRU, T.; TORGAN, E.; KARADAG, R. Identification by RP-HPLC-DAD, FTIR, TGA and FESEM-EDAX of natural pigments prepared from *Datisca cannabina* L. **Dyes and Pigments**, v. 94, p. 437- 442, 2012.

ERKAN, N. Antioxidant activity and phenolic compounds of fractions from *Portulaca oleracea* L. **Food Chemistry**, v.133, p. 775–781, 2012.

ENGELKE, F. Fitoterápicos e Legislação. **Jornal Brasileiro de Fitomedicina**, v. 1, n. 1, p 10-15, 2003.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. A.; ALMELA, L.; OBÓN, J. M.; CASTELLAR, R. Determination of Antioxidant Constituents in Cactus Pear Fruits. **Plant. Foods Hum. Nutr.**, v. 65, p. 253–259, 2010.

FERRARI, M.; OLIVEIRA, M. S. C.; NAKANO, A. K. ROCHA-FILHO, P. A. Determinação do fator de proteção solar (FPS) in vitro e in vivo de emulsões com óleo de andiroba (*Carapa guianensis*). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 4, p. 626-630, Out./Dez. 2007.

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

FUNARI, C. S.; FERRO, V. O. Uso ético da biodiversidade brasileira: necessidade e oportunidade. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 2, p. 178-182, Abr./Jun. 2005.

FUNARI C. S.; PASSALACQUA T. G.; RINALDO D.; NAPOLITANO A.; FESTA M.; CAPASSO A.; PIACENTE S.; PIZZA C.; YOUNG M. C. M.; DURIGAN G.; SILVA D. H. S. Interconverting flavanone glucosides and other phenolic compounds in *Lippia salviaefolia* Cham. ethanol extracts. **Phytochemistry**, v. 72, p. 2052–2061, 2011.

FERREIRA M. M. M.; OLIVEIRA A. H. C.; SANTOS N. S. Flavonas e flavonóis: novas descobertas sobre sua estrutura química e função biológica. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 2, n. 2, p. 57-60, jul.-dez. 2008.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007.

GREGORIS, E.; SABRINA FABRIS, S.; BERTELLE, M.; GRASSATO, L.; STEVANATO, R. Propolis as potential cosmeceutical sunscreen agent for its combined photoprotective and antioxidant properties. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 405, p. 97-101, 2011.

GUARATINI, T.; CALLEJON, D. R.; PIRES, D. C.; LOPES, J. N. C.; LIMA, L. M.; NETO, D. G.; SUSTOVICH, C.; LOPES, N. P. Fotoprotetores derivados de produtos naturais: perspectivas de mercado e interações entre o setor produtivo e centros de pesquisa. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 717-721, 2009.

HARRIS, M. I. N. C. **Pele: estrutura, propriedades e envelhecimento**. 3. ed. São Paulo: Editora Senac, 2009.

HELPER, G. A.; FERRÃO, M. F.; FERREIRA, C. V.; HERMES, N. Aplicação de métodos de análise multivariada no controle qualitativo de essências alimentícias empregando espectroscopia infravermelho médio. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 26, n. 4, p. 779-786, out./ dez. 2006.

HEIJDE, M.; ULM, R. UV-B photoreceptor-mediated signalling in plants. **Trends in Plant Science**, v. 17, n. 4, p. 230-237, 2012.

HELPER, G. A.; FERRÃO, M. F.; FERREIRA, C. V.; HERMES, N. Aplicação de métodos de análise multivariada no controle qualitativo de essências alimentícias empregando espectroscopia no infravermelho médio. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 26, n. 4, p. 779-786, out./ dez. 2006.

HOLT, B. S.; MARK, E. S. Natural therapeutics: anti-photoaging. **Townsend letter**, p. 60- 65, 2010.

HUPEL, M.; POUPART, N.; GALL, E. A. Development of a new in vitro method to evaluate the photoprotective sunscreen activity of plant extracts against high UV-B radiation. **Talanta**, v. 86, p. 362- 37, 2011.

IHA, S. M.; MIGLIATO, K. F.; VELLOSA, J. C. R.; SACRAMENTO, L. V. S.; PIETRO, R. C. L. R.; ISAAC, V. L. B.; BRUNETTI, I. L.; CORRÊA, M. A.; SALGADO, H. R. N. Estudo fitoquímico de goiaba (*Psidium guajava* L.) com potencial antioxidante para o desenvolvimento de formulação fitocosmética. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n. 3, p. 387-393, Jul./Set. 2008.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 4. ed. São Paulo: Editora nacional, 1977. 777p.

- JÚNIOR, C. V. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. **Química Nova**, v. 26, n. 3, p. 390-400, 2003.
- JÚNIOR, J. O. C.; VIEIRA, J. L. F.; BARBOSA, W. L. R.; PEREIRA, N. L. Caracterização físico-química do extrato fluido e seco por nebulização de *Symphytum officinale* L. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 16 p. 671-677, Dez. 2006.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- KIESLING, R. Cactaceas de la Argentina Promisorias Agronomicamente. **J. PACD**, p. 11- 14, 2001.
- KOLEVA, I. I.; VAN BEEK, T. A.; LINSSSEN, J. P. H.; GROOT, A.; EVSTATIEVA, L. N. Screening of Plant Extracts for Antioxidant Activity: a Comparative Study on Three Testing Methods. **Phytochem. Anal.** v. 13, p. 8–17, 2002.
- KIESLING, R. Cactaceas de la Argentina Promisorias Agronomicamente. **J. PACD**, p. 11-14, 2001
- LACERDA, A. M.; MODOLO, A. K.; MATIAS, R. C.; PISTORI, H.; YANO, M.; ROEL, A. R.; PORTO, K. R. A. Screening de plantas com potencial fitotóxico. **Rev. Bras. Farm.** v.92, n. 4, p. 352-355, 2011.
- LAGUERRE, M.; LECOMTE, J.;VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. **Progress in Lipid Research**, v. 46, p. 244–282, 2007.
- LEE, J.C.; KIM, H. R.; KIM, J.; JANG, YS. Antioxidant Property of an Ethanol Extract of the Stem of *Opuntia ficus-indicavar*.Saboten. **J. Agric. Food Chem.**, v. 50, n. 22, p. 6490–6496, set. 2002.
- LEITE, D. O.; PRADO, R. J. Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 2504, 2012.
- LI, Y.; KONG, D.; WU, H. Analysis and evaluation of essential oil components of cinnamon barks using GC–MS and FTIR spectroscopy. **Industrial Crops and Products**, v. 41, p. 269– 278, 2013.
- LHULLIER, C.; HORTA, P. A.; FALKENBERG, M. Avaliação de extratos de macroalgas bêmicas do litoral cata utilizando o teste de letalidade para *Artemia salina*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 16, n. 2, p. 158-163, Abr./Jun. 2006.
- LOPES, W. A.; FASCIO, M. Esquema para interpretação de espectros de substâncias orgânicas na região do infravermelho. **Química Nova**, v. 27, n. 4, p. 670-673, mai. 2004.
- MACIEL, M. A. M.; PINTO, A. C.; VEIGA JR, V. F.; GRYNBERG, N. F.; ECHEVARRIA, A. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p. 429-438, 2002.

- MANSUR, J. S.; BREDER, M. V. R, MANSUR, M. C. A.; AZULAY, R. D. Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. **An. Bras. Dermatol.**, v. 61, n. 3, p. 121-124, 1986.
- MARTINS, C. M.; VASCONCELLOS, M. A. S.; ROSSETTO, C. A. V.; CARVALHO, M. G. Prospecção fitoquímica do arilo de sementes de maracujá amarelo e influência em germinação de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n.9, p. 1934-1940, set. 2010.
- MARTÍNEZ-TOMÁS, R.; PÉREZ-LLAMAS, F.; SÁNCHEZ-CAMPILLO, M.; GONZÁLEZ-SILVERA, D.;CASCALES, A.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, M.; LÓPEZ-JIMÉNEZ, J. A.; NAVARRO, S. Z.; BURGOSB, M. I.; LÓPEZ-AZORÍN, F.; WELLNE, A.; PLAZA, F. A.; BIALEK, L.; ALMINGERC, M.; LARQUÉ, E. Daily intake of fruit and vegetable soups processed in different ways increases human serum carotene and lycopene concentrations and reduces levels of several oxidative stress markers in healthy subjects. **Food Chemistry**, v. 134, p. 127–133, 2012.
- MEDINA-TORRES, L.; VERNON-CARTER, E. J.; GALLEGOS-INFANTE, J. A.; ROCHA-GUZMAN, N. E.; HERRERA-VALENCIA, E. E.; CALDERAS, F.; JIMÉNEZ-ALVARADO, R. Study of the antioxidant properties of extracts obtained from nopal cactus (*Opuntia ficus-indica*) cladodes after convective drying. **J. Sci. Food Agric.**, v. 91, p. 1001–1005, fev. 2011.
- MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.26, n. 3, p. 639-644, jul. /set. 2006.
- MELO, E. C.; RADÜNZ, L. L.; MELO, R. C. A. Influência do processo de secagem na qualidade de plantas medicinais – revisão. **Engenharia na Agricultura**, Minas Gerais, v. 12, n. 4, p. 307-315, Out./Dez. 2004.
- MILESI, S. S.; GUTERRES, S. S. Fatores determinantes da eficácia de fotoprotetores. **Caderno de Farmácia**, v. 18, n. 2, p. 81 - 87, 2002.
- MOLYNEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant Activity. **Songklanakarín J. Sci. Technol.** v. 26, n. 2, Mar./Abr. 2004.
- MONTANARI, C. A.; BOLZANI, V. S. Planejamento racional de fármacos baseado em produtos naturais. **Química Nova**, v. 24, n. 1, p. 105-111, 2001.
- MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Hortic. bras.**, v. 27, n. 2, 2009.
- 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. **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.**, v. 33, n. 2, p. 225-232, 2012.

- MUELLER, L.; BOEHM, V. Antioxidant Activity of β -Carotene Compounds in Different in Vitro Assays. **Molecules**, v.16, p. 1055-1069, 2011.
- NASCIMENTO, A. P. R. **Quantificação dos taninos dos vinhos por transformada de fourier dos espectros no infravermelho médio (ftir)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Viticultura e Enologia)- Instituto superior de agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.
- NASCIMENTO, J.E.; MELO, A.F.M.; LIMA E SILVA, T.C.; VERAS FILHO, J.; SANTOS, E.M.; ALBUQUERQUE, U.P.; AMORIM, E.L.C. Estudo fitoquímico e bioensaio toxicológico frente a larvas de *Artemia salina* Leach. de três espécies medicinais do gênero *Phyllanthus*(*Phyllanthaceae*). **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.**, v. 29, n. 2, p. 145-150, 2008.
- NUNES, X. P.; MESQUITA, R. F.; SILVA, D. A.; LIRA, D. P.; COSTA, V. C. O.; SILVA, M. V. B.; XAVIER, A. L.; DINIZ, M. F. F. M.; AGRA, M. F. Constituintes químicos, avaliação das atividades citotóxica e antioxidante de *Mimosa paraibana* Barneby (Mimosaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 18, p. 718-723, Dez. 2008.
- OLIVEIRA, S. L. **Previsão do fator de proteção solar de formulações cosméticas- Estudo de otimização de protocolo utilizando a técnica fotoacústica**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica)- Instituto de Pesquisa e desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba, São Jose dos campos-SP, 2006. 115 p.
- ORTEGA, G. M.; BERMELLO, A.; GUERRA, M.; MICHELENA, G. L.; CASTILLO, G.; ARMENTEROS, S.; MIERES, G.; CARRERAS, E.; CRESPO, D.; MATOS, S.; LEGRÁ, S. Estudios de separación y caracterización de pigmento en caldos de fermentación de *Botryodiplodia theobromae*. **ICIDCA**, n. 3, p. 27-34, 2007.
- PARRA, A. L.; YHEBRA, R. S.; SARDIÑAS, I. G.; L. BUELA, I. Comparative study of the assay of *Artemia salina* L. and the estimate of the medium lethal dose (LD50 value) in mice, to determine oral acute toxicity of plant extracts. **Phytomedicine**, v. 8, n. 5, p. 395– 400, 2001.
- PÉREZ, R. M.; VARGA, S. R.; MARTÍNEZ, F. J.; GARCÍA, E. V.; HERNÁNDEZ, B. Actividad antioxidante de los alcaloides de *Bocconia arborea*. Estudio sobre seis métodos de análisis. **Ars. Pharmaceutica**, v. 44, n. 1; p. 5-21, 2003.
- PILETTI, R. Extração da mucilagem da tuna (*Cereus hildmaniannus* K. SCHUM) para aproveitamento industrial. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)- Centro tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.
- PINTO, F. C. L.; UCHOA, D. E. A.; SILVEIRA, E. R.; PESSOA, O. D. L.; BRAZ-FILHO, R.; SILVA, F. M.; THEODORO, P. N. E. T.; ESPÍNDOLA, L. S. Glicoalcaloides antifúngicos, flavonoides e outros constituintes químicos de *solanum asperum*. **Química Nova**, v. 34, n. 2, p. 284-288, 2011.

POLONINI, H. C.; RAPOSO, N. R. B.; BRANDÃO, M. A. F. Fotoprotetores naturais como instrumento de ação primária na prevenção do câncer de pele. **Rev. APS.** v. 14, n. 2, p. 216-223, 2011.

PURVES, W. K. ET al. **Vida: A ciência da biologia.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 986 p.

PRADO, E. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicas.** 2009. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos)- Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

RANGARAJAN, M.; ZATZ, J. L. Effect of formulation on the topical delivery of o-tocopherol. **J. Cosmet. Sci.**, v. 54, p. 161-174, mar./ Abr. 2003.

RAZAVI, S. M.; NAZEMIYEH, H.; HAJIBOLAND, R.; KUMARASAMY, Y.; DELAZAR, A.; NAHAR, L.; SARKER, S. D. Coumarins from the aerial parts of *Prangos uloptera* (*Apiaceae*). **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v.18, n. 1, p. 1-5, Jan./Mar. 2008.

REFAAT, J.; KAMEL, M. S.; RAMADAN, M. A.; ALI, A. A. Crinum; an endless source of bioactive principles: a review. part v. biological profile. **IJPSR**, v. 4, n. 4, p. 1239- 1252, 2013.

RIBEIRO, R. P. **Desenvolvimento e validação da metodologia de análise do teor de filtros solares e determinação do fps in vitro em formulações fotoprotetoras comerciais.** 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)- Faculdade de farmácia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

ROCHA, E. A.; AGRA, M. F. Flora do pico do jabre, paraíba, brasil: *cactaceae* juss. **Acta bot. Brás**, v. 16, n. 1, p. 15-21, 2002.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Rev. Bras. Frutic.**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, dez. 2011.

RODRIGO, F. G.; RODRIGO, M. J. O sol, a praia e a pele das crianças. Conceitos essenciais. **Acta Pediatr. Port.** v. 42, n. 2, p. 71-77, 2011.

ROSA, G. M. **Análise química e atividade antioxidante de quatro amostras de café (coffea arábica) comerciais.** 2010. Dissertação (Mestrado em química)- Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

ROSA, M. B.; OLIVEIRA, T. G.; CARVALHO, C. A.; SILVA, F. D.; CARVALHO, L. M.; NASCIMENTO, P. C.; PERES, R. L. Estudo espectrofotométrico da atividade foto-protetora de extratos aquosos de *achillea millefolium*, *brassica oleracea* var. *capitata*, *cyperus rotundus*, *plectranthus barbatus*, *porophyllum ruderale* (jacq.) cass e *sonchus oleraceus*. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 5, p. 101-110, 2008.

SCHULTZ, A. R. **Introdução ao estudo da: Botânica sistemática**. 3. ed. v. 2. Porto Alegre: Editora Globo, 1963. 427

SGARIGLIA, A. M.; SOBERÓN, R. J.; SAMPIETRO, A. D.; QUIROGA, N. E.; VATTUONE, M. A. Isolation of antibacterial components from infusion of *Caesalpinia paraguariensis* bark. A bio-guided phytochemical study. **Food Chemistry**, 2010.

SHEDBALKAR, U. U.; ADKI, V. S.; JADHAV, J. P.; BAPAT, V. A. Opuntia and Other Cacti: Applications and Biotechnological Insights. **Tropical Plant. Biol.**, v. 3, p. 136–150, 2010.

SHETTY, A. A.; RANA, M. K.; PREETHAM, S. P. Cactus: a medicinal food. **J. Food Sci. Technol.**, 2011.

SILVA, C. F. **Testes para avaliação do fator de proteção solar de produtos cosméticos fotoprotetores**. 2007. Monografia (curso de Farmácia) Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas, São Paulo, 2007.

SILVA, J. G. M.; LIMA, G. F. C.; MACIEL, F. C.; AGUIAR, E. M.; ARAÚJO, M. S. **Utilização e manejo do xiquexique mandacaru como reservas estratégicas de forragem**. Natal: EMPARN, 2007. 36p.

SILVA, J. G. M.; SILVA, D. S.; FERREIRA, M. A.; LIMA, G. F. C.; MELO, A. A. S.; DINIZ, M. C. N. M. Xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) em Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) na Alimentação de Vacas Leiteiras. **R. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 4, p. 1408-1417, 2005.

SILVA, L. L.; HELDWEIN, C. G.; REETZ, L. G. B.; HÖRNER, R.; MALLMANN, C. A.; HEINZMANN, B. M. Composição química, atividade antibacteriana in vitro e toxicidade em Artemia salinada óleo essencial das inflorescências de *Ocimum gratissimum* L., Lamiaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, n. 5, p. 700-705, Out./Nov. 2010.

SOUZA, J. S.; FERRÃO, M. F. Aplicações da espectroscopia no infravermelho no controle de qualidade de medicamentos contendo diclofenaco de potássio. Parte I: Dosagem por regressão multivariada. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 42, n. 3, p. 437- 445, jul./set. 2006.

SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JR., G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

SOUZA, T. M.; SANTOS, L. E.; MOREIRA, R. R. D.; RANGEL, V.L.B.I. Avaliação da atividade fotoprotetora de *Achillea millefolium* L. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 1, p. 36-38, Jan./Mar. 2005.

SPIRIDON, I.; BODIRLAU, R.; TEACA, C. Total phenolic content and antioxidant activity of plants used in traditional Romanian herbal medicine. **Cent. Eur. J. Biol.**, v. 6, n. 3, p. 388-396, 2011.

TASCA, A. P. W. **Efeito do processamento industrial para obtenção de goiabada sobre os compostos antioxidantes e cor.** 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)- Departamento de Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, 2007. 112 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

URBACH, F. The historical aspects of sunscreens. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 64, p. 99–104, 2001.

VELASCO, M.V.R.; BALOGH, T.S.; PEDRIALI, C.A.; SARRUF, F.D.; PINTO, C.A.S.O.; KANEKO, T.M.; BABY, A.R. Novas metodologias analíticas para avaliação da eficácia fotoprotetora (in vitro) – revisão. **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.**, v. 32, n. 1, p. 27-34, 2011.

VIEGAS-JÚNIOR, C.; BOLZANI, V. S.; BARREIRO, E. J. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Química Nova**, v. 29, n. 2, p. 326-337, 2006.

VIEIRA, E. L.; SOUSA, G. S.; SANTOS, A. R.; SANTOS SILVA, J. **Manual de fisiologia vegetal.** São Luis: EDUFMA, 2010. 230p.

VILLASEÑOR, M. A. A. **Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (*Opuntia ficus-indica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible.** 2008. 244 f. Tese (Doutorado Tecnologia de Alimentos)- Departamento de Tecnología de Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2008.

VIOLANTE, I. M. P.; SOUZA, I. M.; VENTURINI, C. L.; RAMALHO, A. F. S.; SANTOS, R. A. N.; FERRARI, M. Avaliação in vitro da atividade fotoprotetora de extratos vegetais do cerrado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, p. 452-457, Abr./Jun. 2009.

WAHABA, M. A.; BOUBAKRI, H.; JELLALI, S.; JEDIDI, N. Characterization of ammonium retention processes onto Cactus leaves fibers using FTIR, EDX and SEM analysis. **Journal of Hazardous Materials**, v. 241, p. 101– 109, 2012.

XIE, M. Editorial: Flavonoids. **Current Organic Chemistry**, v. 15, n. 15, 2011.

YOGESHWARI, P.; SRIRAM, D. Betulinic Acid and Its Derivatives: A Review on their Biological Properties. **Current Medicinal Chemistry**, v. 12, p. 657-666, 2005.

ZAPPI, D. Fitofisionomia da Caatinga associada à Cadeia do Espinhaço. **Megadiversidade**, v. 4, n. 1-2, p.34-38, dez. 2008.

ZHOU, C.; SUN, C.; CHEN, K.; LI, X. Flavonoids, Phenolics, and Antioxidant Capacity in the Flower of *Eriobotrya japonica* Lindl. **Int. J. Mol. Sci.**, v. 12, p. 2935-2945, 2011.