



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ANTIBIÓTICOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

URSULA AMENDOLA RODRIGUES

**COMPOSIÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E POTENCIAL
FOTOPROTETOR DO ÓLEO DA SEMENTE DA MACAÍBA *Acrocomia
Intumescens* drude (*Areceaceae*) E SUA UTILIZAÇÃO NO
DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÃO COSMÉTICA**

Recife

2019

URSULA AMENDOLA RODRIGUES

**COMPOSIÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E POTENCIAL
FOTOPROTETOR DO ÓLEO DA SEMENTE DA MACAÍBA *Acrocomia
Intumescens* drude (*Areceaceae*) E SUA UTILIZAÇÃO NO
DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÃO COSMÉTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de mestre(a) em Biotecnologia. Área de concentração: Microbiologia, Bioprocessos e Bioprodutos.

Orientador (a): Prof. Dra. Márcia Vanusa da Silva

Coorientador (a): Prof. Dr. Alexandre Gomes da Silva

Recife

2019

Catálogo na Fonte
Bibliotecário: Marcos Antonio Soares da Silva
CRB4/1381

Rodrigues, Ursula Amendola.

Composição, caracterização e potencial fotoprotetor do óleo da semente da macaíba *Acrocomia Intumescens drude* (Arecaceae) e sua utilização no desenvolvimento de formulação cosmética. / Ursula Amendola Rodrigues – 2019.

72 f. : il., fig.; tab.

Orientadora: Márcia Vanusa da Silva.
Coorientador: Alexandre Gomes da Silva

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de Pernambuco, 2019.

Inclui referências.

1. Cosméticos. 2. Macaíba. 3. Acrocomia. 4. Fotoproteção. 5. Formulação farmacêutica. I. Silva, Márcia Vanusa da (Orient.). II. Silva, Alexandre Gomes da (Coorient.). III. Título.

660.6

CDD (22.ed.)

UFPE/CB – 2024-056

URSULA AMENDOLA RODRIGUES

**COMPOSIÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E POTENCIAL FOTOPROTETOR DO
ÓLEO DA SEMENTE DA MACAÍBA *Acrocomia Intumescens* drude (*Arecaceae*) E
SUA UTILIZAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÃO COSMÉTICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Biociências, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Biotecnologia. Área de concentração: Microbiologia, Bioprocessos e Bioprodutos.

Aprovado em: 14/02/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Márcia Vanusa da Silva (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof^a. Dr^a. Jaciana dos Santos Aguiar (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof^a. Dr^a. Maria Betânia Melo de Oliveira (Examinador Externo)
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

RESUMO

A crescente procura por produtos cosméticos que contenham em suas formulações substâncias naturais como óleos de plantas, vêm criando um interesse cada vez maior na descoberta e aplicação de vegetais e seus compostos, que trazem consigo diversos efeitos biológicos para a saúde do indivíduo. Dentre eles, atividades como a fotoprotetora vêm ganhando destaque como benefícios, através da incorporação de diferentes substâncias oriundas de plantas, que se caracterizam por serem ricos em metabólitos secundários, além da sua diversa composição de ácidos graxos. Nesse cenário, o Brasil ganha destaque no setor de plantas oleaginosas, como é o caso da macaíba, concentrada no cerrado e caatinga brasileiros, identificada como potencial fonte de compostos naturais. Devido a isso, com base em um desenvolvimento sustentável com a utilização dos recursos naturais e uma consequente contribuição social, o objetivo do estudo focou na obtenção do óleo da semente, com análise de suas atividades biológicas, para posterior aplicação biotecnológica para o desenvolvimento de formulação fotoprotetora. Após coleta e o processamento do material vegetal, o óleo obtido da semente do fruto foi caracterizado físico-quimicamente através dos parâmetros de índice de acidez, de viscosidade, de refração e de peróxidos, havendo ainda a análise de seu perfil lipídico por CG, e da sua atividade antioxidante pelo método de redução do complexo fosfomolibdênio. O óleo foi então incorporado à formulação base creme em diferentes proporções, e uma análise de estabilidade preliminar foi realizada, nas quais os parâmetros como pH, centrifugação, espalhabilidade e avaliação das características organolépticas, foram observados. Além destes, a atividade fotoprotetora do óleo e formulações foi realizada através da determinação do fator de proteção solar (FPS) in vitro. A partir das análises realizadas pôde-se concluir que o óleo da semente de macaíba se apresentou dentro dos padrões determinados para a utilização de óleos vegetais, além de demonstrar uma rica variação entre seus componentes lipídicos, evidenciando-se o ácido láurico como majoritário, seguido do ácido oleico. O óleo não exibiu atividade antioxidante pelo método utilizado, porém revelou atividade fotoprotetora, com um FPS de 7,39, valor que está acima do mínimo requerido. Em relação às formulações obtidas a partir da incorporação do óleo, todas se mostraram estáveis após o período de testes de estabilidade preliminar, sem quaisquer alterações físicas visíveis, destacando-se a amostra F5, que apresentou melhores valores de FPS.

Palavras-chave: Cosméticos; macaíba; Acrocomia; fotoproteção; formulação farmacêutica.

ABSTRACT

The growing demand for cosmetic products containing natural substances, such as plant oils has been showing an increasing interest in the discovery and application of plants and their compounds, which can show many biological effects that contribute to the health of the individual. Among these effects, activities such as photoprotective have been gaining prominence as benefits through the incorporation of different substances from plants, which are characterized by being rich in secondary metabolites, besides its diverse composition of fatty acids. In this scenario, Brazil is gaining prominence in the oil seeds sector, as is the case of macaw palm, concentrated in the Brazilian cerrado and caatinga, identified as a potential source of natural compounds. Due to this, based on sustainable development with the use of natural resources and a consequent social contribution, the purpose of this study focused on obtaining seed oil, with analysis of its biological activities, for subsequent biotechnological application for the development of photoprotective formulation. After collection and processing of the plant material, the oil obtained from the fruit seed was characterized physical-chemically through the parameters of acidity index, viscosity, refraction and peroxides, and the analysis of its lipid profile by GC, and of its antioxidant activity by the phosphomolybdenum complex reduction method. The oil was incorporated into a cream base formulation in different proportions, and a preliminary stability analysis was performed, where parameters such as pH, centrifugation, scattering and evaluation of organoleptic characteristics were observed. In addition, the photoprotective activity of the oil and formulations was performed by determining the sun protection factor (SPF) *in vitro*. Based on the analysis, it was possible to conclude that macaw seed oil was shown within the standards determined for the use of vegetable oils, besides showing a rich variation among its lipid components, revealing the lauric acid as the majority, followed by acid oleic acid. The oil did not exhibit antioxidant activity by the method used but revealed photoprotective activity, with an SPF of 7.39, above the minimum required. Regarding the formulations obtained from the incorporation of the oil, all were stable after the period of preliminary stability tests, without any visible physical changes, especially the sample F5, which presented better SPF values.

Keywords: Cosmetics; macaw palm; *Acrocomia*; photoprotection; pharmaceutical formulations

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Espectro de luz ultravioleta (UV) e penetração dependente de comprimento de onda de UV na pele.	18
Figura 2.	Distribuição dos registros de ocorrência de espécies de <i>Acrocomia</i> na América do Sul. STDF-floresta seca sazonalmente tropical	27
Figura 3.	Detalhes dos frutos da macaíba (<i>A. intumescens</i> drude) dispostos em cachos	28
Figura 4.	Diversidade de cores e número de sementes presentes nos frutos da macaíba (<i>A. intumescens</i> drude).	29
Figura 5.	Cromatograma do perfil de ácidos graxos do óleo da semente de macaíba.	42
Figura 6.	Absorbância do ácido láurico, octilmetoxinamato e óleo da semente da macaíba	48
Figura 7.	Formulações F1 a F5 imediatamente após a manipulação	49
Figura 8.	Valores de espalhabilidade das amostras F1 a F5, no dia 1 do período experimental	52
Figura 9.	Valores de espalhabilidade das amostras F1 a F5 no dia 12 (último dia) do período experimental.	53
Figura 10.	FPS das formulações-teste após 24 h da manipulação (T1), e após os 12 dias do ciclo de gelo e degelo (T12)	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Ponderação empregada no cálculo por espectrofotometria (SAYRE et al., 1979).	35
Tabela 2.	Formulação da base creme hidratante Limne.	36
Tabela 3.	Composição das formulações fotoprotetoras	36
Tabela 4.	Caracterização físico-química do óleo da semente da macaíba (valores expressos em média \pm desvio padrão), em comparação à valores encontrados na literatura para óleos de semente da família <i>Arecaceae</i>	39
Tabela 5.	Perfil dos de ácidos graxos do óleo da semente da macaíba	43
Tabela 6.	Comparação entre composição de ácido graxos (%) para o óleo da semente da macaíba presentes na literatura e a composição de ácidos graxos obtida por este estudo	44
Tabela 7.	Absorbâncias do óleo na região 290-320 nm, com seus respectivos valores FPS	46
Tabela 8.	Controle de qualidade físico-químico das formulações-teste F1 até F5, com o óleo da semente da macaíba (<i>A. intumescens</i> drude) após 24 h de manipulação (T1), e após o ciclo de 12 dias de gelo e degelo (T12)	50
Tabela 9.	Controle de qualidade químico das formulações-teste com o óleo da semente da macaíba (<i>A. intumescens</i> drude) após 24 h de manipulação (T1)	54

ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA: Agência Nacional de vigilância Sanitária

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CG – Cromatografia Gasosa

FPS: Fator de Proteção Solar

IA: Índice de acidez

IP: Índice de peróxidos

IR: Índice de refração

UV: Radiação Ultravioleta

UVA: Radiação Ultravioleta tipo A

UVB: Radiação Ultravioleta tipo B

UVC: Radiação Ultravioleta tipo C

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos	16
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1	A pele e a radiação solar	17
3.1.1	Fotoproteção	19
3.2	Produtos Cosméticos Naturais	22
3.2.1	Crescimento comercial	23
3.3	Biodiversidade da Caatinga	24
3.4	Macaíba	25
4	MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1	Coleta do óleo vegetal	30
4.2	Extração do óleo	30
4.3	Caracterização físico-química do óleo	30
4.3.1	Acidez	30
4.3.2	Viscosidade	31
4.3.3	Índice de Peróxidos	32
4.3.4	Índice de Refração	32
4.4	Composição dos ácidos graxos	33
4.5	Avaliação da atividade antioxidante	34
4.5.1	Redução do complexo fosfomolibdênio	34
4.6	Determinação do fator de proteção solar <i>in vitro</i> (FPS)	34
4.7	Desenvolvimento das formulações fotoprotetoras	36
4.8	Controle de qualidade e estabilidade preliminar das formulações	37
4.9	Análise estatística	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1	Caracterização físico-química dos óleos da macaíba	39
5.2	Perfil de ácidos graxos presentes no óleo	42
5.3	Avaliação da atividade antioxidante	45
5.3.1	Método de redução do complexo fosfomolibdênio	45

5.4	Determinação do fator de proteção solar <i>in vitro</i> (FPS)	46
5.5	Desenvolvimento das formulações com ação fotoprotetora	48
5.6	Controle de qualidade e estabilidade preliminar das formulações	50
6	CONCLUSÃO	56
7	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, observa-se crescente procura por produtos cosméticos contendo ingredientes naturais e/ou orgânicos. Extratos, óleos de plantas e componentes isolados das mesmas são cada vez mais usados em xampus, sabonetes, hidratantes, fotoprotetores, tinturas capilares, desodorantes, produtos para higiene oral e para o cuidado de cabelos, entre outros. Há algum tempo, a venda desses produtos vem apresentando crescimento significativo na América do Norte e na Europa ocidental. Em 2009, dados da *Organic Monitor* (empresa especializada em consultoria e pesquisa para a indústria global de produtos orgânicos e similares) mostraram que a Europa obteve uma taxa de crescimento anual de 20% na venda de produtos destinados ao cuidado pessoal contendo ingredientes naturais e/ou orgânicos. Nesse mesmo ano, a venda global desses produtos movimentou aproximadamente US\$ 7 bilhões (ANTIGNAC et al., 2011; REUTER; MERFORT e SCHEMPP, 2010).

Tal aumento verificado nos últimos anos de formulações contendo matérias-primas e insumos de origem vegetal deve-se, em parte, ao apelo de marketing natural que atrai os consumidores e, em parte, à necessidade de substituição de derivados animais (ABURJAI; NATSHEH, 2003).

O Brasil apresenta importante papel nesse cenário com o desenvolvimento, consumo e exportação de produtos cosméticos contendo matérias-primas oriundas da sua biodiversidade, e estima-se que existam mais de dois milhões de espécies distintas de plantas, animais e micro-organismos no país. Nos últimos anos, o país apresentou um crescimento acumulado de 165% em exportações chegando a atingir US\$ 587,5 milhões no ano de 2009, onde muitos desses produtos exportados continham ingredientes da biodiversidade brasileira (ABIHPEC, 2010).

A adição de extratos, tinturas, ceras e óleos vegetais em produtos cosméticos agrega benefícios aos mesmos. Esses componentes naturais apresentam diversas atividades clínicas devido à presença de metabólitos secundários e outras substâncias. Dentre as atividades clínicas atribuídas a esses componentes, pode-se citar ação antioxidante, anti-inflamatória, antienvelhecimento, hidratante e fotoprotetora. Tais ações justificam o uso dos mesmos pela indústria cosmética, entretanto, existe a necessidade de estudos científicos que comprovem os efeitos benéficos desses componentes quando adicionados em diferentes formulações cosméticas, visando garantir a eficácia das mesmas. Testes de segurança *in vitro* e *in vivo* são igualmente importantes no desenvolvimento de cosméticos contendo ingredientes naturais

(ANTIGNAC et al., 2011; REUTER, MERFORT e SCHEMPP, 2010; SIMÕES et al., 2007; ABURJAI e NATSHEH, 2003; SEILLER e MARTINI, 1999).

Devido a isso, vale ressaltar que o Brasil, pela diversidade de sua flora, especificamente sobre o setor de plantas oleaginosas, é um país que possui elevado potencial para ser um dos líderes mundiais no que se refere à exploração, produção e comercialização de produtos do setor de óleos e gorduras vegetais, destacando-se, então, a família da *Arecaceae*, pela produção de frutos com altos teores de óleos vegetais, tanto no mesocarpo (polpa) quanto nas sementes (amêndoa). O gênero *Acrocomia* contém aproximadamente 34 espécies amplamente distribuídas (DRANSFIELD et al., 2008), mas a existência de ecótipos levou a muitas discussões e revisões taxonômicas. De fato, os trabalhos reconheceram sete (LORENZI et al., 2010), duas (HENDERSON et al., 1995), ou mesmo apenas uma espécie (GOVAERTS et al., 2014) no gênero e propuseram três subespécies para *Acrocomia aculeata* (PIMENTEL et al., 2011), uma espécie amplamente distribuída nas Américas Central e do Sul.

Para o Brasil são reconhecidas seis espécies e apenas três são endêmicas da flora brasileira (*Arecaceae* 2016). Dentre essas espécies destaca-se *A. intumescens* Drude, conhecida popularmente como macaíba, macaúba ou bocaiuva, que se distribui na Floresta Atlântica do Ceará até São Paulo. De acordo com Bora e Rocha (2004), o óleo extraído das sementes de *A. intumescens* é rico em ácido láurico (aproximadamente 45%) enquanto que o óleo extraído da polpa é rico em ácido oleico (aproximadamente 63%), o que afirma o potencial biotecnológico dessa espécie (CANO-ANDRADE et al., 2006), principalmente no que se refere à formulação de cosméticos contendo derivados naturais. Devido a isso, este estudo focou na determinação do perfil de ácidos graxos, caracterização físico-química e também no potencial fotoprotetor do óleo extraído da semente da macaíba, assim como sua incorporação em formulações cosméticas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Nesta perspectiva, o presente estudo constituiu uma investigação com o objetivo de avaliar o perfil de ácidos, caracterizar o óleo da semente e avaliar as atividades biológicas tanto do óleo como das formulações contendo este óleo.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar o perfil de ácidos graxos do óleo da semente;
- Caracterizar físico-quimicamente o óleo;
- Avaliar a atividade antioxidante *in vitro*;
- Avaliar a atividade fotoprotetora do óleo;
- Desenvolver formulação contendo o óleo da semente;
- Avaliar a capacidade fotoprotetora das formulações contendo este óleo;

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A pele e a radiação solar

A pele corresponde a aproximadamente 16% do peso corporal do ser humano e se mostra como um dos maiores e mais importantes órgãos do nosso organismo, com funções relacionadas com o controle da temperatura corporal, função sensorial, estética, síntese de vitamina D, absorção e eliminação de substâncias químicas e absorção da radiação ultravioleta (RIBEIRO, 2010).

Estruturalmente, é composta por duas camadas: a epiderme e a derme, sendo a primeira a camada de revestimento sobre a superfície, compreendendo a barreira de defesa contra agentes microbianos (bactérias, fungos e vírus), químicos (irritantes e alergênicos) e físicos (agressões mecânicas e irradiação UV), onde são encontrados o melanócitos, células responsáveis pela produção de melanina (MARIONNET et al., 2015); e a segunda, camada mais profunda com funções de sustentação, conectiva e de nutrição, responsável pela flexibilidade e resistência da pele. Já a hipoderme não é considerada estrutura da pele, porém, atua na união entre a pele e os órgãos subjacentes (BARONI et al., 2012; PROKSCH et al., 2008; ELIAS, 1983).

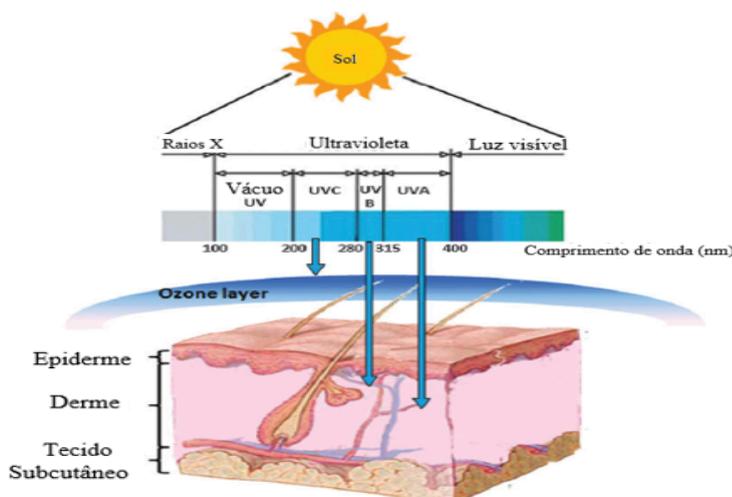
Por possuir uma complexa estrutura e funcionalidade, a pele humana desempenha papel importante, principalmente na proteção do organismo contra agentes externos, especificamente a radiação solar.

A radiação solar infravermelha pode ser sentida na forma de calor, enquanto a radiação visível pode ser sentida através das cores detectadas pelo sistema óptico, variando entre 380 a 760 nm, e a radiação ultravioleta (UV) através das reações fotoquímicas (FLOR et al., 2007), com uma faixa do espectro eletromagnético que se encontra entre 100-400 nm (Figura 1) estando dividida em radiação UVA (320-400 nm), UVB (290-320 nm) e UVC (100-290 nm) (NASCIMENTO et. al., 2009).

Quando a radiação na região do UV interage com a superfície da pele, mudanças bioquímicas no colágeno, na elastina e nos tecidos conjuntivos, responsáveis pela firmeza e elasticidade da pele, começam a ocorrer (KAPLAN; MOLONEY; PINNELL; 1988). A radiação UVA possui nível de energia menor que a radiação UVB, penetrando profundamente na pele, podendo chegar à derme e causar danos às fibras elásticas, provocando elastose, promovendo o envelhecimento cutâneo e fotossensibilização. Períodos longos de exposição aumentam a susceptibilidade no desenvolvimento de carcinomas cutâneos (MUNDSTOCK; FRASSON,

2005). Os raios UVB têm a capacidade de penetrar totalmente na epiderme, fazendo com que haja o espessamento da camada córnea, formação de eritema, transformação do ergosterol em vitamina D e a pigmentação indireta (MUNDSTOCK; FRASSON, 2005), sendo amplamente responsável pelas queimaduras solares e bronzeado da pele. Uma vez que a pele humana é exposta à radiação UVB, ela é absorvida pelo DNA de queratinócitos (PUVABANDITSIN; VONGTONGSRI; 2005). Sua alta energia de radiação, que é dependente do seu comprimento de onda, provoca não só as queimaduras solares, mas também o envelhecimento da pele, câncer de pele, entre outros (FARRUKH, et. al. 2009). A radiação UVC não atinge o homem, sendo absorvida pela camada de ozônio. Segundo a Environmental Protection Agency (EPA) nos EUA, uma diminuição de 5% da camada de ozônio, pode ainda resultar em um aumento de 5 a 8% nos casos de melanoma, 10% dos casos de carcinoma basocelular e 20% nos casos de espinaliomas (STARY, et. al., 1997).

Figura 1. Espectro de luz ultravioleta (UV) e penetração dependente de comprimento de onda de UV na pele.



Fonte: GUPTA et al., 2013 (adaptado).

Desta forma, as diferentes regiões do espectro solar podem provocar diferentes danos à pele, sendo a radiação UVB a mais nociva entre elas. Paradoxalmente, quando a pele é estimulada pela radiação ultravioleta, o mecanismo de autoproteção da pele é duplo. Primeiro, o inchaço da epiderme pela radiação UVB aumenta a proteção em 3 a 4 vezes. Em segundo lugar, o aumento na síntese de melanina (bronzeamento) induzida pela radiação UVB e UVA, dá à pele 2 a 3 vezes mais proteção (MISHRAR, et. al. 2011).

Porém, uma vez que estes mecanismos fisiológicos da pele são limitados, a necessidade de fotoproteção atinge grande importância para evitar que danos maiores sejam produzidos, o que envolve medidas como o uso de roupas, chapéus e óculos específicos para a proteção solar, bem como o uso correto de produtos cosméticos fotoprotetores (CORREA, 2012). Assim, vem sendo constantemente desenvolvidos novos produtos fotoprotetores com o objetivo de proteger a pele contra os raios solares e atender às expectativas do consumidor (SCHALKA & REIS, 2011).

3.2 Fotoproteção

Os protetores solares ou fotoprotetores são responsáveis por prevenir ou reduzir os efeitos deletérios da radiação solar na pele. Nos Estados Unidos, essa classe pertence ao grupo denominado “OTC” (Over the Counter), a mesma classe que os medicamentos de venda livre, já que são considerados preventivos de efeitos agudos (eritema) e crônicos (câncer de pele) (RIBEIRO et al., 2004).

Esses fotoprotetores têm sua eficiência mensurada a partir do valor de Fator de Proteção Solar (FPS), que se mostra eficaz quando indica, através de seu FPS, qual é o tempo possível de exposição ao sol, sem o risco de causar eritemas (MANSUR et al., 1986). Segundo as normas do Instituto Nacional de Câncer (INCA), esses produtos devem apresentar no mínimo um Fator de Proteção Solar (FPS) 15, que absorvem 93,3% da radiação eritematosa (TOFETTI & OLIVEIRA, 2006).

Tais produtos cosméticos são formulações que possuem diversas formas de apresentação. Podem ser encontrados na forma de géis, loções hidroalcoólicas, óleos, emulsões óleo em água (O/A), emulsões água em óleo (A/O), bastões e aerossóis, entre outras. Os géis são capazes de apresentar composição oleaginosa gelificada com proteção superior aos óleos fluidos, enquanto estes apresentam proteção superior às loções hidroalcoólicas, mas não atingem valor de FPS alto. As loções hidroalcoólicas, geralmente, exibem reduzida proteção, formando um filme protetor irregular, e podem provocar o ressecamento da pele. Os bastões são utilizados em formulações labiais e os aerossóis, em formulações capilares, por exemplo. Já as emulsões são as formas de apresentação que se destacam por terem maior proteção. Podem carregar em sua estrutura tanto filtros solares hidrossolúveis quanto lipossolúveis (DALTIM, 2011), em sistemas que podem ser O/A (óleo em água) ou A/O (água em óleo), dependendo das características desejadas do produto final.

Os filtros solares, que estão contidos nos fotoprotetores, têm a função de absorver a energia da luz UV, emitindo-a como outra forma de energia, em um processo de reflexão e dispersão do calor (MILESI; GUTERRES, 2002). Estes podem ser divididos em químicos (orgânicos) e físicos (inorgânicos).

Os filtros solares orgânicos agem através da absorção de radiação UV, a partir do qual promove a excitação dos elétrons do orbital π HOMO (o orbital molecular ocupado de mais alta energia, do inglês, *highest occupied molecular orbital*) para o orbital π^* -LUMO (o orbital desocupado de mais baixa energia, do inglês, *lowest unoccupied molecular orbital*). Para os compostos em questão, quando os elétrons retornam ao seu estado inicial, liberam energia em forma de calor (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007). Os exemplos mais comuns são: ácido para-aminobenzoico e derivados - que absorvem somente radiação na faixa de UVB; cianamatos; benzofenonas - que tem pouca fotoestabilidade; e dibenzoilmetanos - que absorvem radiações UVA.

Os filtros inorgânicos são uma classe de filtros solares capazes de refletir e dispersar radiações UV e são visíveis por meio de uma barreira opaca formada pelo filme de partículas sobre a pele (DRAELOS, 2009). Os exemplos mais comumente usados são: o dióxido de titânio e o óxido de zinco; e são conhecidos por serem mais seguros e eficazes na proteção da pele, apresentando baixo índice de irritabilidade (FLOR; DAVOLOS; CORREA, 2007).

Porém, vem sendo observada em alguns filtros inorgânicos, como o óxido de zinco e dióxido de titânio, a desvantagem de deixarem uma película esteticamente desagradável na pele do consumidor, o que acaba exigindo a incorporação de técnicas, como o processo de obtenção de nanopartículas, com a finalidade de retirar esse aspecto indesejado, resultando no encarecimento do produto final (MACHADO et al., 2011).

Adicionalmente, com a constante busca por novas moléculas fotoestáveis para a utilização em protetores solares, atualmente têm-se destacado o desenvolvimento de fotoprotetores com filtros baseados em produtos naturais, que estejam livres de algumas desvantagens observadas nos filtros químicos e físicos. Esta busca envolve, principalmente, a capacidade de absorção da luz ultravioleta pelos grupamentos cromóforos da molécula, associada à uma possível atividade antioxidante (GUARANTINI et al., 2009).

O desenvolvimento e produção de cosméticos tem, então, apresentado grande direcionamento aos cosméticos naturais, e os consumidores têm demonstrado preferência na utilização de produtos que utilizem matérias-primas naturais, principalmente os derivados vegetais (IHA et al., 2008).

Muitas pessoas com pele sensível, como as que sofrem de hipersensibilidade cutânea, não querem usar protetores solares químicos devido à preocupação com a exposição da pele a produtos químicos desconhecidos. Embora uma variedade de produtos cosméticos hipoalergênicos tenha sido introduzida para clientes com pele sensível, ainda há opções limitadas em agentes de proteção solar. Recentemente, no entanto, os pesquisadores afirmaram que os cosméticos com componentes à base de plantas são mais adequados para a pele alérgica, porque são menos irritantes e mais facilmente ajustáveis à pele (MISHRAR, et. al. 2011).

Por isso, alternativas de substituição ou diminuição da concentração dos filtros vem sendo estudadas, de modo a reduzir esses efeitos nocivos. Atualmente, existe um número grande de pesquisas que sugerem os ativos vegetais como potenciais ativos fotoprotetores, como, por exemplo, *Aloe vera* (Aloe, Babosa), *Matricaria recutita* (Camomila), *Centella asiatica* (Centelha Asiática) e *Glycine max* (Soja) (RUIVO, 2012). Tal utilização favorece o menor uso dos ativos sintéticos, principalmente se o ativo natural oferecer proteção tanto na faixa UVA quanto na faixa UVB (POLONINI; RAPOSO; BRANDÃO, 2011).

Outro fator é que, comparado aos ativos sintéticos, o impacto ambiental dos ativos vegetais, de certa forma, é muito menor, possuindo um forte apelo de marketing para a sua utilização (RAPOSO, POLONINI, BRANDÃO, 2011). Tendo em vista também a sua capacidade em contribuir para a diminuição dos efeitos nocivos causados ao organismo humano pela radiação UV, os ativos naturais podem ser incorporados nas formulações para diminuir os efeitos oxidativos, além de todas as suas complicações.

Porém, é muito importante que estas bases sejam submetidas à testes de estabilidade, para garantir a compatibilidade dos componentes. Para isso, são recomendados estudos de estabilidade de ordem físico-química (AQUINO et al., 2013). Dessa forma, métodos *in vitro* foram desenvolvidos, baseados nas propriedades absorptivas ou refletoras dos filtros solares, apresentando vantagens como reprodutibilidade, fácil metodologia e rapidez na obtenção dos resultados (PINHO et al., 2014).

A atividade fotoprotetora advinda de derivados vegetais representa, portanto, grande potencial para o desenvolvimento de formulações cosméticas com ação fotoprotetora.

3.3 Produtos Cosméticos Naturais

De acordo com a RDC nº 07/15 da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2015), cosméticos são preparações constituídas por substâncias naturais ou

sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e/ou corrigir odores corporais e/ou protegê-los ou mantê-los em bom estado.

No que se refere à fitocosmética, esta pode ser definida como o ramo da ciência cosmetológica que se dedica ao estudo e à aplicação do funcionamento dos princípios ativos extraídos de espécies do reino vegetal, em benefício da higiene, da estética, da correção e da manutenção de um estado normal (eudérmico) e sadio da pele e do cabelo (ARAÚJO et al., 2010). Entre eles, podemos encontrar os orgânicos, fabricados com ingredientes que seguem normas de qualidade e sustentabilidade estabelecidas por agências certificadoras capazes de garantir, ao consumidor final, a qualidade orgânica dos produtos adquiridos (NEVES, 2010). E, atualmente, se observa a expansão da indústria de cosméticos, que faz uso de óleos e de diferentes extratos vegetais, obtidos sinteticamente ou por biotecnologia (REBELLO, 2011), nas mais diversas formulações.

Contudo, o uso de plantas, ervas e componentes botânicos tem sido amplamente relatado ao longo do tempo. Registros arqueológicos e documentos revelam que o uso medicinal de plantas é tão antigo quanto à própria humanidade. Os primeiros registros, que presumidamente fazem referência a esse fato, datam de 60.000 a.C. Pólenes de diferentes espécies de plantas, supostamente utilizadas com fim medicinal, foram descobertos na cova de Shanidar IV, um homem de neandertal (*Homo neanderthalensis*), em um sítio arqueológico no Iraque. Acredita-se que flores inteiras foram depositadas no sepulcro de Shanidar IV antes da deposição do corpo. Algumas das espécies encontradas apresentavam propriedades medicinais (HEINRICH et al., 2004; ABURJAI e NATSHEH, 2003; LEROI-GOURHAN, 1975). Além desses, outros relatos datam de cerca de 5000 anos atrás (VALFRÉ, 1990), onde as primeiras farmacopeias e formulários já destacavam tais produtos no Egito, entre elas o Papiro Ebers, contendo centenas de fórmulas e remédios populares à base de plantas para cuidados de saúde, higiene e beleza (DE POLO, 1998). O início desse uso pôde ocorrer com o desenvolvimento de técnicas de extração capazes de gerar tais derivados que não comprometiam a qualidade final dos produtos nos quais eram adicionados.

3.3.1 Crescimento comercial

Com o tempo, a expansão em potencial da geração de inovações e tecnologias permitiu que o setor mundial de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos crescesse rapidamente,

marcando o século XX. Junto com esse crescimento, algumas preocupações emergiram na indústria e que estão relacionadas à saúde, segurança, o uso de ingredientes naturais e os testes de formulações em animais (KUMAR, 2005). A preocupação com as questões ambientais também cresceu na indústria e, a partir do início dos anos 70, o problema mundial com o meio ambiente passou a ser questionado, reformulado e repensado dentro de uma nova realidade. A partir daí, Estados e Organizações Internacionais governamentais ou não, passaram a ter consciência dos problemas ambientais que o mundo todo estava a enfrentar (SCHIMAICHEL e RESENDE, 2006). Tal preocupação tem agradado boa parte dos clientes, muitos dos quais esperam cada vez mais “interagir com organizações éticas, com boa imagem institucional de mercado, e que atuem de forma ecologicamente responsável” (TACHIZAWA, 2006).

Atualmente, com a natureza mais distante e devastada, observa-se cada vez mais a preocupação da população em contribuir para a prevenção da fauna, flora e da biodiversidade mundial (QUENCA-GUILLEN et al., 2007), já existindo um grupo considerável de consumidores que priorizam a exclusão do uso de produtos petroquímicos e optam por produtos naturais e orgânicos, relacionando estes cosméticos a uma maior proteção em seu uso, credibilizando a certificação e se dispendo a pagarem mais por este tipo de produto (RIBEIRO, 2009). Esse aumento da consciência ambiental pelos consumidores, combinado com o interesse por produtos mais saudáveis, desenvolve um verdadeiro crescimento no mercado global de produtos naturais, especialmente nos últimos anos, surgindo a necessidade cada vez maior do desenvolvimento de produtos que contenham ingredientes naturais.

Segundo o Instituto Euromonitor (2017), no ano de 2017 o Brasil ocupou a 4ª posição entre os 10 líderes mundiais consumidores do setor de HPPC (Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos), ficando atrás somente dos Estados Unidos, China e Japão, movimentando cerca de 32,1 bilhões de dólares, que corresponde a cerca de 6,9% de todo setor mundial. Quanto à América Latina, que responde por 14,1% das vendas mundiais de HPPC, nosso país isoladamente correspondeu a 49,1% do consumo em relação a todos os países participantes do setor.

No mesmo ano, as exportações do setor de HPPC brasileiro registraram um crescimento de 4,5% em relação ao ano anterior, com movimento de cerca de 646 milhões de dólares, se destacando por ser o segundo setor industrial que mais investe em inovação, contribuindo, desta forma, para a economia nacional (ABIHPEC, 2018).

É observado então, que o conceito de produto natural é amplamente valorizado pelo mercado externo e pelas grandes companhias e, assim, cada vez mais, incorporam-se extratos

vegetais, insumos, matérias-primas e princípios ativos naturais em diversas formulações cosméticas (SIMÕES et al., 2007).

Considerando-se essa expansão mundial que os mercados de produtos derivados de plantas (fitoterápicos, suplementos alimentares, cosméticos, repelentes de insetos, corantes etc.) vêm conquistando, vê-se que os países detentores de grande biodiversidade têm a oportunidade de entrar em mercados bilionários, como o farmacêutico, que movimentam bilhões de dólares/ano (SIMÕES et al., 2007).

3.4 Biodiversidade da Caatinga

Segundo Dias (2000), a biodiversidade é uma das propriedades fundamentais da natureza, responsável pelo equilíbrio e estabilidade dos ecossistemas e fonte de imenso potencial de uso econômico. Grande parte dessa biodiversidade mundial encontra-se no Brasil, país que apresenta a maior diversidade genética vegetal do mundo, apresentando 55.000 espécies catalogadas de um total estimado de 350.000 a 550.000, o que corresponde a cerca de 20% de toda a flora mundial conhecida e 75% de todas as espécies vegetais existentes nas grandes florestas (SANT'ANA e ASSAD, 2001). Dentre toda essa biodiversidade brasileira, as regiões Norte e Nordeste do país se destacam por abrigarem a maior parte dela (MATTIETTO; LOPES; MENEZES, 2010).

A Caatinga, região de grande biodiversidade localizada no Nordeste do Brasil, destaca-se como um habitat específico para plantas medicinais e aromáticas não encontradas em outras regiões do mundo (MAIA, 2004). Corresponde a um bioma exclusivamente brasileiro, que ocupa uma área equivalente a 10% do território do país, se caracterizando pela baixa umidade e com média de temperatura anual de 27,5 °C (a estação de seca tem duração de sete meses ou mais). Esta região também apresenta clima predominantemente seco, com uma vegetação xerófila decorrente de longos períodos de seca e altas temperaturas, composta por árvores arbustivas, vegetação espinhosa, florestas secas (sazonal), cerrados (savana) e com algumas áreas de florestas tropicais. As plantas e seus derivados contribuem, então, nos diversos setores industriais por serem importantes fontes de substâncias biologicamente ativas, ou seja, substâncias que apresentam alguma atividade sobre o metabolismo de um organismo vivo.

Porém, mesmo com a ampla diversidade vegetal, os estudos relacionados aos metabólitos de plantas originárias dessa região ainda são escassos (FRASSON et al., 2012; TRENTIN et al., 2011; BASSO et al., 2005). Estudos recentes indicam que espécies de

plantas presentes na caatinga brasileira constituem promissoras fontes de biomoléculas que possuem importantes atividades biológicas (ARCOVERDE et al., 2014), como a de fotoproteção e antioxidante, que poderiam neutralizar os radicais livres produzidos na pele após a exposição à radiação UV (CHIU e KIMBALL, 2003; F'GUYER, AFAQ e MUKHTAR, 2003; AQUINO et al., 2002; KIM et al., 2002), podendo servir, muitas vezes, direta ou indiretamente, para o desenvolvimento e a síntese de um grande número de cosméticos e também de fármacos (SANDES e DIBLASI, 2000).

Dessa forma, várias classes de substâncias naturais já foram investigadas quanto às suas atividades antioxidantes, antimicrobianas, hidratantes e fotoprotetoras (LEAL, et. al., 2013; SILVA, et al. 2012; AZIZ ABD et al., 2011; HUPEL et al., 2011; GUARATINI et al., 2009; FERRARI et al., 2007), e vários extratos e óleos de plantas da biodiversidade brasileira (OLIVEIRA, 2003; SILVA, 2002) têm sido utilizados atualmente em formulações cosméticas, como os fotoprotetores, devido a essas propriedades (LEAL et. al., 2013; FERRARI et al., 2007; FERRARI 2002; RANCAN et al., 2002; VELASCO de PAOLA, 2001; BOBIN et al., 1994).

Assim, a biodiversidade brasileira reveste-se de uma importância estratégica, revelando uma enorme gama de plantas com potenciais compostos capazes de gerar atividades benéficas para a saúde do indivíduo, como é o caso da macaíba.

3.5 Macaíba

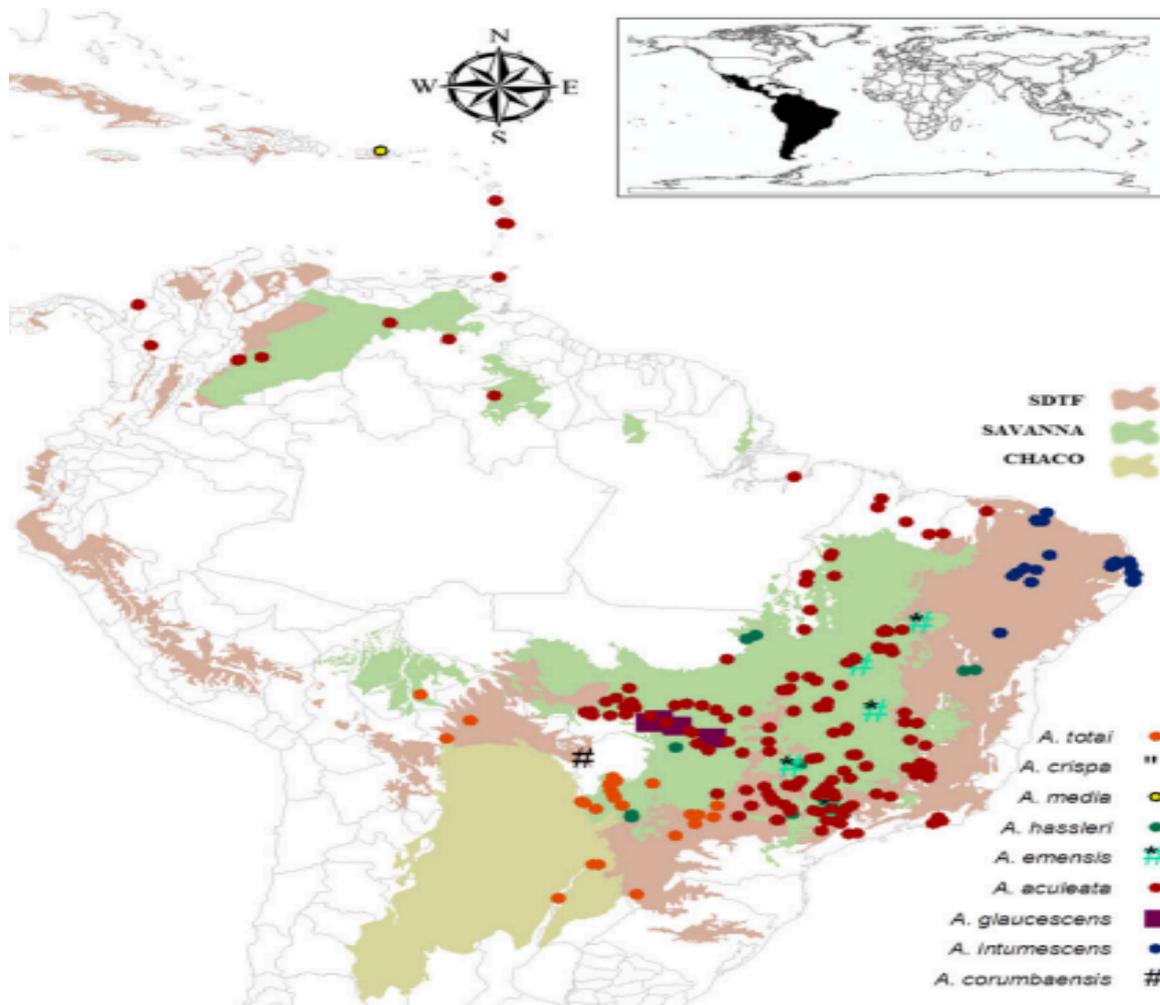
O Brasil possui uma enorme diversidade de espécies vegetais oleaginosas das quais se podem extrair diferentes tipos de óleos, e, dentre elas, destaca-se a macaíba (*Acrocomia ssp.*), que pode apresentar diferentes nomenclaturas populares conforme a região do país onde é encontrada: macaúba, macaíba, mucajá, mocujá, mocajá, macaiúva, bacaiúva, umbocaiúva, imbocaiá, coco-de-catarro ou coco-de-espinho (LORENZI, 1992). Faz parte da família da *Arecaceae*, que compreende 2.522 espécies e 252 gêneros distribuídos ao longo dos trópicos e subtropicais do mundo (DRANSFIELD et al., 2008), existindo 38 gêneros e cerca de 270 espécies de palmeiras somente no Brasil (LORENZI et al., 2010). Corresponde a uma palmeira típica que produz um fruto capaz de ser utilizado como fonte de óleo vegetal com valor agregado (SILVA e CAÑO-ANDRADE, 2011) nas indústrias de cosméticos, fármacos, alimentos, entre outras (CICONINI et al., 2013; SILVA, 2008).

Conforme informações da Lista de Espécies da Flora do Brasil (LEITMAN et al., 2013), disponibilizadas pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro, ocorrem seis espécies de

macaúba no território brasileiro: *A. aculeata*, *A. hassleri*, *A. intumescens*, *A. totai*, *A. emensis* e *A. glaucescens*. Suas maiores concentrações estão localizadas principalmente nos estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais (ALVES et al., 2012), regiões onde predomina o cerrado. Todavia, a espécie *A. intumescens* drude se concentra principalmente nos estados do nordeste do Brasil, onde prevalece o bioma da caatinga (Figura 2), caracterizado por ser exclusivamente brasileiro, abrigando a flora e fauna com muitas espécies endêmicas, podendo ser considerado uma herança biológica de valor incomensurável (DRUMOND, 2013). Além destas regiões, segundo Rettore e Martins, (1983), a planta da macaúba também se estende do México à Argentina, embora sua ocorrência seja mais abundante nas Antilhas, Costa Rica, Paraguai e Brasil, estando ausente no Equador e Peru (HENDERSON et al., 1995).

As palmeiras da macaúba se caracterizam por serem robustas, apresentando estirpe ereto e cilíndrico, de 30 a 45 cm de diâmetro, podendo atingir até 15 metros de altura, coberto pelas bases persistentes das folhas associadas a espinhos, principalmente nas plantas jovens (LORENZI et al., 1996). As folhas verdes ficam ordenadas na parte superior da planta, dando um aspecto visual plumoso a copa; estas são pinadas e podem atingir um comprimento de até 5 m, compostas aproximadamente por folíolos de cada lado e espinhos na região central (LORENZI, 2006; MISSOURI, 2009; MIRANDA et al., 2001; LORENZI et al., 1996;). Seus frutos são dispostos em cachos, sendo morfológicamente esféricos ou ligeiramente achatados, em forma de drupa globosa com diâmetro variando de 2,5 a 5,0 cm, como na figura 3 (EMBRAPA, 2016).

Figura 2. Distribuição dos registros de ocorrência de espécies de *Acrocomia* na América do Sul. STDF-floresta seca sazonalmente tropical.



Fonte: LIMA (2018).

A macaíba tem despertado interesse socioeconômico por se adaptar a diversas condições edafoclimáticas, por não sofrer ataques de doenças, e por sua alta produtividade em óleos (~30%), diferenciados pelos seus perfis graxos e conteúdo vitamínico-nutricional (ABREU et al., 2011; ANDRADE et al, 2006). Possui uma produção de 4.500 litros de óleo por ha/ano (CICONINI et al., 2013; ROSCOE, RICHETTI e MARANHO, 2007), e rendimento notável se comparada à culturas oleaginosas estabelecidas como a soja, com rendimento de até 450 litros de óleo há/ano, e o arroz com 770 litros de óleo por ha/ano (CARVALHO et al, 2011), tendo uma importante quantidade de óleo obtida especificamente a partir das amêndoas com rendimentos de produtividade entre 1.500 e 5.000 kg de óleo por hectare/ano, que é a segunda maior produtividade após o óleo de palma (*Elaeis guineensis*) (NAVARRO-DÍAZ et al., 2014).

Figura 3. Detalhes dos frutos da macaíba (*A. Intumescens* drude) dispostos em cacho.



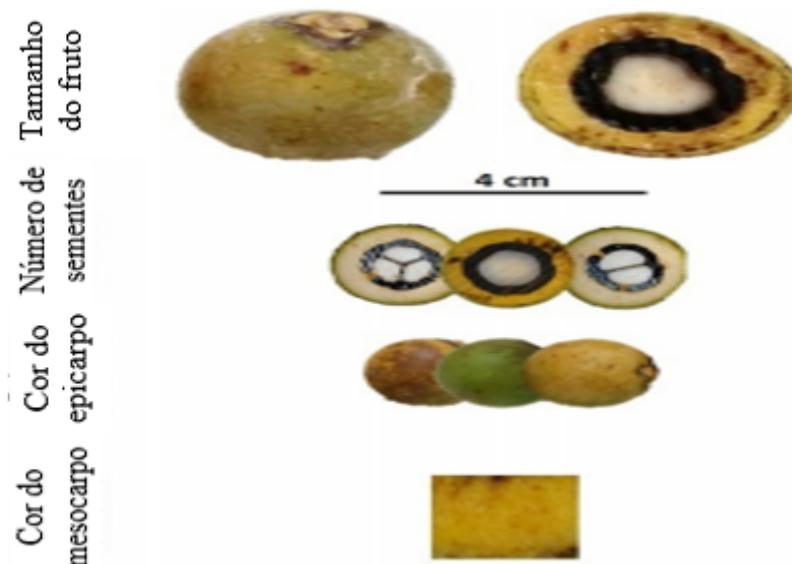
Fonte: EMBRAPA (2016).

Tais óleos, também chamados lipídeos, são substâncias de origem vegetal, animal ou até mesmo microbiana, que são caracterizados por serem apolares e insolúveis em água (hidrofóbicos), porém, solúveis em solventes orgânicos (FUCHS, et al., 2011; NELSON e COX, 2011), constituídos principalmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécies vegetais, podendo conter pequenas quantidades de fosfolipídios, ácidos graxos livres, esteróis livres, tocoferóis, tocotrienóis, álcoois triterpênicos, hidrocarbonetos e vitaminas lipossolúveis (KARAK, 2012; ANVISA, 2005).

Os frutos da macaíba (Figura 4) apresentam amêndoas oleaginosas comestíveis que permanecem envoltas pelo endocarpo. São formados basicamente por cerca de 20% de casca, 45% de polpa, 30% de endocarpo e 5% de amêndoa (CICONINI et al., 2013). Na polpa de macaíba, que representa a maior composição do fruto (RAMOS et al., 2008), são encontradas concentrações elevadas de teores de ácido oleico, cerca de 52,57%, e também palmítico, com cerca de 24,60% (AMARAL et al., 2011; COIMBRA e JORGE, 2011; RAMOS et al., 2008; HIANE, et al., 2005). Já o óleo extraído do endosperma é rico em ácido láurico 45,44%, característica esta que se assemelha ao óleo de coco e de babaçu por exemplo, e apresenta cerca de 1,9 $\mu\text{g/g}$ de carotenoides (SILVA et al. 2015; ANTONIASSI et al. 2013; COIMBRA e JORGE, 2011; BORA e ROCHA, 2004), estes últimos contribuindo para a proteção do sistema contra o estresse fotooxidativo e espécies reativas de oxigênio (CEREZO et al., 2012).

De acordo com Andrade et al. (2006), óleos com estas características são valorizados no mercado e utilizados em várias formulações cosméticas, podendo oferecer propriedades benéficas à saúde e aumentar a estabilidade oxidativa do produto (LIN et al., 2009; HUANG e SUMPIO, 2008).

Figura 4. Diversidade de cores e número de sementes presentes nos frutos da macaíba (*A. Intumescens* drude).



Fonte: VIANNA, (2017) adaptado.

Os compostos bioativos presentes nestes óleos vegetais podem ser representados por uma gama de substâncias, enzimáticas ou não. Dentre os compostos não enzimáticos, os fenólicos, carotenoides, vitaminas C e E, fibras e minerais são os principais responsáveis pelas atividades biológicas, caracterizando o óleo do fruto como uma fonte valiosa de compostos bioativos (WIJNGAARD *et al.*, 2012). E as vitaminas presentes nesses compostos podem, dessa forma, melhorar significativamente o desempenho dos cosméticos (LUPO, 2001).

Neste contexto, a cultura da macaíba desponta com o seu alto potencial produtivo, podendo suprir a necessidade e demanda de óleos vegetais e proporcionar vantagens econômicas e sociais (GONJITO *et al.*, 2008).

4. MATERIAIS e MÉTODOS

4.1. Coleta do óleo vegetal

Frutos de *A. intumescens* drude foram coletados de árvores nativas na Refúgio de Vida Silvestre Mata do Sistema Gurjaú e Refúgio de Vida Silvestre Mata da Usina São José, com auxílio de tesoura de poda alta e acondicionados em sacos de papel devidamente etiquetados. Paralelamente, também foram coletadas amostras para identificação taxonômica e depósito em herbário. Os sacos contendo os frutos de *A. intumescens* drude foram acondicionados em caixas térmicas, e depois despulpados manualmente. As sementes foram separadas e colocadas para secar em estufa a 45 °C por 72 horas.

4.2. Extração do óleo

As sementes de *Acrocomia Intumescens* drude passaram pelo processo de prensagem mecânica para obtenção do óleo fixo. Para remoção de partículas sólidas, o óleo foi filtrado e centrifugado por 5 min a 4000 rpm. Posteriormente, foi armazenado em frasco âmbar hermeticamente fechado, sob refrigeração (2 a 8 °C) em geladeira comercial.

4.3. Caracterização físico-química do óleo

O óleo da semente de *A. intumescens* drude foi submetido às análises físico-químicas de índices de acidez, viscosidade, índice de refração a 40 °C por leitura em refratômetro e índice de peróxidos. As metodologias oficiais utilizadas foram padronizadas por Official Methods of Analysis - A.O.A.C., (2005).

4.3.1 Acidez

O índice de acidez ou ácidos graxos livres é definido como a quantidade em mg de hidróxido de potássio necessária para neutralizar os ácidos livres presente em 1 mg de amostra. Essa determinação pode fornecer um dado importante na avaliação do estado de conservação do óleo, uma vez que a concentração dos íons hidrogênio pode ser alterada pelo processo de decomposição, este podendo ser acelerado por fatores como aquecimento e exposição à luz, sendo a rancidez frequentemente acompanhada pela formação de ácidos graxos livres.

O índice de acidez foi determinado de acordo com metodologia preconizada por Ca 5a - 40 da AOCS (2004). Foram coletados 2 g da amostra do óleo em recipientes erlenmeyer de 125 mL, que foram, então, solubilizadas em 25 mL de uma mistura de éter:álcool (2:1) e tituladas com solução de hidróxido de sódio a 0,1 M, utilizando a fenolftaleína como indicador. A solução foi titulada até o aparecimento da cor rósea permanente por 30 segundos. Uma prova em branco nas mesmas condições também foi preparada. O resultado foi expresso em índice de acidez, e também em acidez em ácido oleico (IA) através da seguinte equação:

$IA = \frac{V \times Fc \times N \times 28,2}{Ma}$	Eq.4.3.1
--	----------

Em que V é o volume (em mL) consumido de NaOH 0,1 M, Fc é o fator de correção da solução de NaOH 0,1 M, M é a molaridade da solução de NaOH e Ma é a massa da amostra em gramas.

4.3.2 Viscosidade

A viscosidade de uma substância pode ser definida como a propriedade física dos fluidos que caracteriza a sua resistência ao escoamento (PARK & LEITE, 2010). As análises de viscosidade foram determinadas em viscosímetro Stabinger Vicometer - Anton Paar (SVM 3000/G2), e realizadas na temperatura de 25 °C e, posteriormente, de 40 °C, no CETENE (Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste). Cada amostra foi colocada em uma seringa de 5 mL e, em seguida, injetada no viscosímetro. O primeiro resultado obtido foi para estabilidade do equipamento, e depois foram lidos mais 3 resultados, a partir dos quais foi calculada a média e o desvio padrão (DP ±).

Para cada amostra do óleo foi feita uma lavagem no equipamento para a injeção da próxima amostra, da seguinte forma: duas vezes com N-hexano P.A e duas vezes com Acetona P.A.

4.3.3 Índice de Peróxidos

Este método determina todas as substâncias, em termos de miliequivalentes de peróxido por 1000 g de amostra, que oxidam o iodeto de potássio nas condições do teste.

Estas substâncias são geralmente consideradas como peróxidos ou outros produtos similares resultantes da oxidação da gordura.

Para a análise do índice de peróxidos, utilizou-se a metodologia Cd 8-53 da AOCS (2004). Foram pesados 5 g de óleo em recipientes erlenmeyer de 250 mL, e adicionados a cada um 30 mL da solução de ácido acético-clorofórmio 3:2, agitando-os. Após a dissolução da amostra, foram adicionados 0,5 mL da solução saturada de KI, permanecendo em repouso por cerca de 1 minuto. Foram acrescentados, então, 30 mL de água destilada e a amostra foi titulada com solução de tiosulfato de sódio 0,1 N, até o desaparecimento da cor amarela. Uma prova em branco nas mesmas condições também foi preparada. Para o cálculo do índice de peróxidos (IP) foi usada a seguinte equação:

$IP = \frac{(V_a - V_b) \times F_c \times 0,01}{M_a} \times 1000,$	Eq.4.3.2
--	----------

Em que V_a é o volume (em mL) consumido de tiosulfato de sódio (0,01 N) na titulação da amostra, V_b é o volume (em mL) consumido de tiosulfato de sódio (0,01 N) na titulação do branco, F_c é o fator de correção da solução de tiosulfato de sódio 0,01 N e M_a é a massa da amostra em gramas.

4.3.4 Índice de Refração

Segundo a FARMACOPÉIA Brasileira (1988), o índice de refração de uma substância é a relação entre a velocidade da luz no ar e a sua velocidade nesta substância. Este índice é característico para cada tipo de óleo, e está relacionado com o grau de saturação das ligações, crescendo com o aumento do número de insaturações dos ácidos graxos, sendo afetado por outros fatores, tais como teor de ácidos graxos livres, oxidação e tratamento térmico.

As amostras foram analisadas em refratômetro (refractometer aus Jena model I), devidamente calibrado e estabilizado com água circulante à 20 °C, de acordo com o método oficial Cc 7 - 25 da AOCS (2004). A leitura das amostras foi realizada após a estabilização do equipamento com água circulante à 40 °C.

4.4. Composição dos ácidos graxos

A cromatografia gasosa (CG), aliada a determinados detectores, permite separar, identificar e quantificar compostos. A identificação pode ser feita com a adição de uma substância conhecida quando se deseja confirmar a presença da mesma na amostra. A quantificação está fundamentada na medida da área (que é proporcional à massa do analito) do respectivo pico de cada substância. A área obtida para um determinado composto em estudo pode ser comparada proporcionalmente e quantitativamente a um padrão interno (considerando o fator resposta) ou utilizar a adição de padrão à amostra (EWING, 1972).

Para a análise de composição de ácidos graxos foi empregado o método descrito por MAIA & RODRIGUEZ-AMAYA (1993) com modificações, que se baseia na transesterificação dos ácidos graxos e posterior separação e identificação por cromatografia gasosa.

Para a transesterificação dos óleos foram utilizados 25 mg da amostra, adicionado de 500 μ L de uma solução metanólica de KOH (0,5 M) e agitado sob vórtex por 2 minutos. Logo após, foi adicionado ao sistema 2 mL de *n*-hexano P.A. e agitado novamente por 2 minutos. Em seguida, a amostra foi centrifugada a 4500 rpm por 6 minutos a temperatura ambiente (25 °C). A partir do sobrenadante, foi retirado aproximadamente 1,5 mL e filtrado com membrana de 0.22 μ m. As amostras foram acondicionadas em freezer (20 °C) e, posteriormente, analisadas em cromatografia gasosa, com detector por ionização de chama (CG-FID).

A porcentagem de área dos ésteres metílicos de ácidos graxos (EMAG) foi avaliada por GC-FID analítico (Agilent Technology 7890). Utilizou-se coluna capilar DB-5ms (30 m length \times 250 μ m diameter \times 0.25 μ m) com injeção em modo splitless com temperatura de 300°C e forno com temperatura inicial de 150 °C, com rampa de 4 °C/min até atingir 280 °C, mantendo por 5 min. O gás de arraste foi mantido a fluxo constante de 1 mL/min, injetou-se o volume de 1 μ L, e temperatura do detector 300 °C. Para a identificação dos ácidos graxos, foram comparados os tempos de retenção com os dos padrões ésteres metílicos (Sigma-Aldrich), enquanto a quantificação foi realizada pela normalização de área (%).

4.5. Avaliação da atividade antioxidante

4.5.1. Redução do complexo fosfomolibdênio

Para a avaliação da atividade antioxidante pela redução do complexo fosfomolibdênio, empregou-se a técnica de Pietro et al. (1999). Este método fundamenta-se na redução de molibdênio VI em molibdênio V, ocorrida na presença de determinadas substâncias antioxidantes (PRIETO et al., 1999). À medida que a reação se processa, a coloração amarelada, característica do molibdênio VI, transforma-se em um complexo de cor azul/verde que é determinado espectrofotometricamente por radiação UV com comprimento de onda de 695 nm. O complexo fosfomolibdênio é formado pela reação da solução de fosfato de sódio monobásico (28 mL; 0,1 mol/L), solução de molibdato de amônio (12 mL, 0,03 mol/L) e de uma solução de ácido sulfúrico (20 mL; 3 mol/L), em meio aquoso, sendo o volume final, ajustado com água destilada para 100 mL. As amostras foram diluídas em metanol, obtendo-se a concentração de 100 µg/mL e, a partir desta concentração, alíquotas de 0,1 mL foram transferidas para tubos eppendorfs contendo 1 mL do reagente fosfomolibdênio. Como branco, utilizou-se uma solução de 0,1 mL de metanol com 1 mL do reagente. Também 0,1 mL de ácido ascórbico e ácido gálico, ambos na concentração de 100 µg/mL, foram adicionados ao reagente em eppendorfs separados. Os tubos foram fechados e mantidos em banho-maria a 95 °C por 90 min. Após resfriamento, foi feita a leitura em espectrofotômetro a 695 nm. A capacidade antioxidante das amostras e do ácido gálico (100 µg/mL) foi expressa em relação à vitamina C (100 µg/mL) (AAR % VITAMINA C), cuja atividade antioxidante de referência foi considerada igual a 100. Os resultados foram calculados através da seguinte equação:

$$AAR \% VITAMINA C = \frac{(Absorbância\ teste - Absorbância\ branco)}{(Absorbância\ Vit.\ C - Absorbância\ branco)} \times 100.$$

Eq.4.5.1

4.6. Determinação do fator de proteção solar *in vitro* (FPS)

A atividade fotoprotetora foi avaliada utilizando a leitura espectrofotométrica de soluções diluídas, de acordo com o Método de Mansur et al. (1986). As soluções da amostra foram preparadas na concentração de 100 mg/L em etanol. Varreduras entre os comprimentos

de onda (λ) de 290 a 320 nm, com intervalos de 5 nm foram realizadas. Foi utilizado um espectrofotômetro (Quimis®), com cubetas de quartzo de 1 cm de caminho óptico para aquisição dos espectros.

Os cálculos foram realizados considerando os intervalos de λ determinados (MANSUR, 1986), como na Equação 4.6.1:

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

Eq.4.6.1

Aplicou-se o fator de diluição (Fd) para correção de equivalência dos FPS das amostras com os valores de referência, em que FC é o fator de correção (10), EE (λ) é o efeito eritematogênico da radiação, I (λ) é a intensidade do sol, e abs (λ) é a leitura espectrofotométrica da absorbância da solução do filtro solar.

Os valores de EE x (i) são constantes e foram determinados por Sayre et al. (1979) (Tabela 1).

Tabela 1. Ponderação empregada no cálculo por espectrofotometria (SAYRE et al., 1979).

Comprimento de onda (λ nm)	EE x i (normalizado) Valores relativos
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,0180
Total	1,0000

EE - Efeito eritematogênico; i - intensidade da radiação
Fonte: SAYRE, 1979.

4.7 Desenvolvimento das formulações fotoprotetoras

A formulação base utilizada foi o creme hidratante Limne (Limne Indústria e Comércio LTDA), adquirida comercialmente, com sua devida composição esclarecida (Tabela 2).

Tabela 2. Formulação da base creme hidratante Limne.

Excipientes	Concentração	Ação
Álcool cetosteárfílico	15 – 20%	Emulsificante
Miristato de isopropila	6 – 10%	Emoliente
Petrolato	1 – 2%	Emoliente
Metilparabeno	0,3 – 0,5%	Conservante
Propilparabeno	0,1 – 0,2%	Conservante
Dimeticona	5 – 8%	Emoliente
Propilenoglicol	6 – 10%	Umectante
Água	45 – 60%	Veículo

Fonte: Limne Indústria e Comércio LTDA.

Para preparação da formulação base, cerca de 1 L de água deionizada foi aquecida até a temperatura de 70 °C. Separadamente foram pesados 250 g do creme hidratante Limne em um béquer, e, então, foi adicionado à água aquecida, agitando sempre, até formar uma mistura homogênea e consistente. A partir da base creme, foram incorporados o filtro químico UVA/B lipossolúvel octilmetoxinamato (Infinity pharma), e o óleo da semente da macaíba, em diferentes concentrações (Tabela 3) até se atingir uma quantidade final de 40 g de formulação. Logo após a manipulação, o pH das formulações foi aferido e, se necessário, ajustado, e as preparações foram armazenadas em falcon transparente de 50 mL a temperatura ambiente, por 24 h.

Tabela 3. Composição das formulações fotoprotetoras.

Componentes	Ação	F1	F2	F3	F4	F5
Filtro químico	Filtro UVA/ UVB	5%	0%	5%	5%	10%
Óleo macaíba	Filtro-Teste	0%	5%	5%	10%	10%
Base creme	Veículo	q.s.p.	q.s.p.	q.s.p.	q.s.p.	q.s.p.

4.8 Controle de qualidade e estabilidade preliminar das formulações

Todas as formulações foram submetidas aos testes de controle de qualidade, de acordo com a caracterização físico-química e química das formulações testes. Como análises físico-químicas, foram analisados o aspecto, cor, odor, determinação de pH em solução aquosa

a 10%, espalhabilidade e teste da resistência à centrifugação. Como análise química, foi dosada a atividade fotoprotetora (conforme item 4.6). As análises de controle de qualidade foram realizadas 24 horas após a manipulação, e, posteriormente, ao teste de estabilidade preliminar, após 12 dias.

As propriedades organolépticas foram analisadas macroscopicamente. As cores foram comparadas visualmente entre os produtos testados com a cor do padrão (derivado vegetal). Com relação ao odor, foram comparados o odor do produto teste com o odor do derivado vegetal. Para a avaliação das propriedades organolépticas após o ciclo de gelo/degelo, amostras foram classificadas, como: normal, sem alteração; levemente modificada; modificada; intensamente modificada.

Para a determinação do pH, foi realizada uma dispersão aquosa a 10% (p/p) da amostra em água destilada, usando pHmetro digital. O eletrodo foi inserido diretamente na dispersão aquosa (BRASIL, 2012) e valores entre 5,5 e 6,5, compatíveis com o pH cutâneo, foram usados como critério de estabilidade.

A determinação da consistência por extensibilidade foi realizada como proposto por Isaac; Uchiyama (1998). A amostra de produto (0,3 g) foi colocada entre duas placas de vidro, com 10 cm x 20 cm e 0,5 cm de espessura, sendo uma delas disposta sobre um papel milimetrado, colado em uma placa de madeira. A adição de pesos, a cada três minutos, na placa superior, promove o espalhamento do produto, que pode ser medido como extensibilidade, em centímetros. Os resultados obtidos foram plotados em um gráfico no software Microsoft Excel® 2017.

Para o teste de resistência a centrifugação, foi pesado 1 g da amostra em eppendorf, que foram submetidos a rotação de 3000 rpm, em centrífuga, durante 30 minutos à temperatura ambiente (OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2017).

A formulações-teste foram submetidas a estudos de estabilidade preliminar, de acordo com os procedimentos descritos no Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (BRASIL, 2004). O teste de estabilidade preliminar durou 12 dias. Os ciclos de congelamento e descongelamento alternaram 24 horas em temperaturas de $-5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 24 horas em temperaturas de $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ao término do ciclo de gelo/degelo, todas as análises realizadas no tempo zero (ou dia 01) do controle de qualidade foram repetidas (análises físico-químicas e química).

Todos estes testes de controle de qualidade e estabilidade preliminar foram realizados conforme Farmacopeia Brasileira (5ª Edição) e Guia de Estabilidade para Produtos Cosméticos da ANVISA (BRASIL, 2004).

4.9 Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados obtidos expressos na forma de média \pm desvio padrão e submetidos à análise de variância (ANOVA). A análise comparativa dos resultados foi realizada por meio do teste de Tukey ao nível de significância de 5%, utilizando o programa estatístico Statistic® versão 9.0.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização físico-química dos óleos da macaíba

Características físico-químicas, como índice de peróxido e refração, apresentam-se como importantes parâmetros, pois indicam o grau de oxidação em que a gordura ou o óleo se encontram, sendo uma das principais formas de deterioração e responsável pelo aparecimento de alguns sabores e odores estranhos, além de danificar a qualidade nutricional e, possivelmente, produzir substâncias tóxicas (MORETTO e FETT, 1998).

Na Tabela 4, estão apresentados os valores obtidos para o índice de acidez em ácido oleico, peróxidos, refração, viscosidade e estabilidade oxidativa para o óleo da semente da macaíba.

Tabela 4. Caracterização físico-química do óleo da semente da macaíba (valores expressos em média \pm desvio padrão), em comparação à valores encontrados na literatura para óleos de semente da família *Arecaceae*.

Parâmetros	Macaíba (<i>A. Intumescens</i> drude) ¹	Macaíba (<i>A. Aculeata</i>)	Guariroba (<i>Syagrus</i> <i>oleracea</i>)	Jerivá (<i>Syagrus</i> <i>romanzoffiana</i>)
Acidez em ácido oleico (%)	1,28 \pm 0,03	0,45 ²	0,46 ²	0,20 ²
Peroxidação (meq.kg ⁻¹)	0,222 \pm 0,02	0,18 ²	0,18 ²	0,19 ²
Refração (η_{40D})	1,458 \pm 0,01	1,448 ²	1,444 ²	1,445 ²
Viscosidade (mm ² /s a 40°)	28,6 \pm 0,004	28,3 ³	-	30,12 ⁴

¹Valores constituem médias \pm desvios-padrão de três repetições.

² COIMBRA, (2011).

³ MATOS, (2017).

⁴ MOREIRA, (2013).

De acordo com Machado et al. (2006), o índice de acidez indica o estado de conservação do óleo. O teor de ácidos graxos livres é um dos parâmetros analisados ao avaliar a estabilidade, qualidade e funcionalidade desses óleos, podendo ser usado como método auxiliar durante as fases de processamento, estocagem e controle de qualidade dos mesmos (GALVÃO, 2007). Este índice decorre da hidrólise parcial dos glicerídeos estimulando a

deterioração oxidativa por oxidação enzimática e química para formar os componentes off-flavor (KOWALKI, 1995, MORETTO; FETT, 1998).

Como mostrado na Tabela 4, o óleo da semente da macaíba apresentou índice de acidez em ácido oleico de 1,28%, estando, portanto, de acordo com os parâmetros estipulados pela legislação da ANVISA (BRASIL, 2005) e as Normas do Codex Alimentarius - FAO/OMS, que estabelecem valores máximos de acidez permitidos de 2,0 % ácido oleico e 4,0 de mgNaOH/g para óleos prensados a frio.

Esse resultado de acidez se mostra semelhante ao de outros óleos vegetais, a exemplo do óleo da semente de chia, que revelou um índice de acidez em ácido oleico de 1,27% (TIMILSENA et al 2017), e difere de outros óleos vegetais como guariroba, com 0,46% e jerivá, com 0,20% (COIMBRA, 2011), e quando comparado à outras análises do óleo da semente da macaíba. Bora e Rocha (2004) estudando a mesma espécie do fruto, encontraram índice de acidez em ácido oleico de 2,1% para o óleo da semente, e Coimbra (2011), estudando o óleo da semente da espécie *A. aculeata*, obteve valor de 0,45% para o mesmo parâmetro. Tais diferenças podem ser explicadas pelas diferentes regiões, condições climáticas, tempo e temperatura de secagem a que as sementes foram expostas antes da extração do óleo, e até mesmo pelo método de extração utilizado, que pode acelerar a formação de ácidos graxos livres (COIMBRA, 2011).

Em relação ao índice de refração, observa-se que o óleo da macaíba apresenta valor de 1,458. Este resultado foi inferior ao relatado para óleos vegetais como amêndoas (1,464), castanha de caju (1,463), castanha do Pará (1,46) (DAMY; JORGE, 2003), girassol (1,46), óleo de cártamo (1,47) (SEGURA-CAMPOS et al., 2014) e azeite (1,47) (JAFARI, KADIVAR, e KERAMAT, 2009). Porém, se mostrou superior quando comparado ao estudo do óleo da semente da guariroba (1,444), jerivá (1,445), e macaíba da espécie *A. aculeata*, feito por Coimbra (2011), que obteve valor 1,448 de refração.

Este índice depende tanto do número de insaturações, quanto do comprimento da cadeia carbônica (MCCLEMENETS e DECKER, 2007). É capaz de fornecer informações sobre qualquer possível impureza presente em óleos, além de relatar a composição de ácidos graxos e o estado de oxidação da amostra (MANRAL et. al. 2008).

Como já citado, o índice de peróxidos é um indicador do grau de oxidação do óleo ou gordura, e sua presença é indício de deterioração, que poderá ser verificada com a mudança do sabor e do odor característicos dos óleos (REDA, 2004). Desse modo, a Resolução ANVISA nº 482/1999, estabelece valores limites para alguns óleos comestíveis, sendo considerados

bons para o consumo aqueles que apresentem um valor máximo de 15 meq/Kg de óleo ou gordura.

O resultado encontrado para o índice de peróxidos presentes no óleo foi de 0,222, valor que se mostra muito inferior ao limite máximo estabelecido pela legislação brasileira, e também inferior ao encontrado por Bora e Rocha (2004), que obtiverem valor de 1,37 estudando o óleo da semente da macaíba. Todavia, este valor se assemelha ao encontrado por Melo, et. al. (2014) para alguns óleos vegetais conhecidos, como o de uva, com 0,26 meq/kg, e ao encontrado por Coimbra (2011), analisando o óleo da macaíba e da guariroba, ambos com 0,18 meq/kg.

O estudo das características físico-químicas de óleos e gorduras se mostra importante, pois permite estabelecer a identidade para um determinado lipídio, por meio da avaliação dos vários índices que lhe são específicos, além de serem relevantes para o conhecimento do valor nutricional e do ponto de vista comercial, para agregar valor e qualidade ao produto final (YAHIA, 2010).

Além disso, o Guia de Controle de Qualidade de produtos cosméticos da ANVISA (BRASIL, 2005) apresenta a determinação do teor de ácidos graxos e índice de peróxido como requisito na avaliação de alguns tipos de cosméticos, uma vez que esses contêm grande quantidade de ácidos graxos para sua fabricação.

A viscosidade é uma análise considerada critério de avaliação da qualidade e estabilidade de um determinado sistema (STEFFE, 1996), podendo ser alterada por vários fatores. Um maior grau de saturação e o tamanho da cadeia do éster graxo tornam a viscosidade mais elevada, sendo influenciado ainda pela presença de ramificações e posicionamento dessas insaturações (MELO et al., 2014), como também por uma alta temperatura.

Em óleos e gorduras, seu aumento pode estar ainda relacionado com a presença de compostos resultantes da oxidação (BORGIO, 2005), os quais, além da alta viscosidade, podem atribuir características de escurecimento, incrementar a formação de espumas e desenvolver sabores e aromas indesejáveis (MONFERRER e VILLALTA, 1993). O critério de viscosidade na indústria de cosméticos se mostra, então, como fundamental na caracterização do material, tanto na matéria prima quanto no produto final, pois está relacionado ao controle de qualidade na fabricação de formulações.

Assim, como registrado na Tabela 4, o valor da viscosidade determinada para o óleo da semente da macaíba foi de de 28,6 mm²/s, quando analisado a 40 °C. Tal resultado se assemelha ao encontrado na literatura por Matos (2017), que demonstrou um valor de 28,3

mm²/s para o óleo da semente da macaíba da espécie *A. aculeata* quando analisado a 40 °C. Em relação a outros óleos vegetais, tal valor se mostrou semelhante aos de óleos estudados por Melo (2014), como o de babaçu e o de uva, com 31,4 mm²/s e 31,6 mm²/s, respectivamente, e também por Moreira (2013), que obteve valor de 30,1 mm²/s analisando o óleo de jerivá. Porém, esse valor difere quando comparado aos óleos vegetais de gergelim e andiroba, que obtiveram um valor de 35,9 mm²/s e 43,1 mm²/s, respectivamente, na temperatura de 40°C (MELO, 2014).

Este resultado pode ser explicado pelo fato de os óleos vegetais possuírem diferentes composições de ácidos graxos em frutos de diferentes espécies. Dessa forma, sendo os óleos e gorduras mais saturados caracterizados como sendo mais viscosos enquanto os mais insaturados se apresentam menos viscosos (POHLMANN et al., 2008).

5.2. Perfil de ácidos graxos presentes no óleo

Através da CG obteve-se o cromatograma do óleo da semente da macaíba (Figura 5) de modo que se caracterizaram as composições (%) em ácidos graxos do óleo da semente da macaíba (Tabela 5), identificados segundo padrão externo (FAME Supelco™ mix C4-C24, Bellefonte, PA, USA) e seu percentual (%) calculado conforme normalização das áreas dos picos, realizada no CETENE (Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste, Recife, Brasil).

Figura 5. Cromatograma do perfil de ácidos graxos do óleo da semente de macaíba.

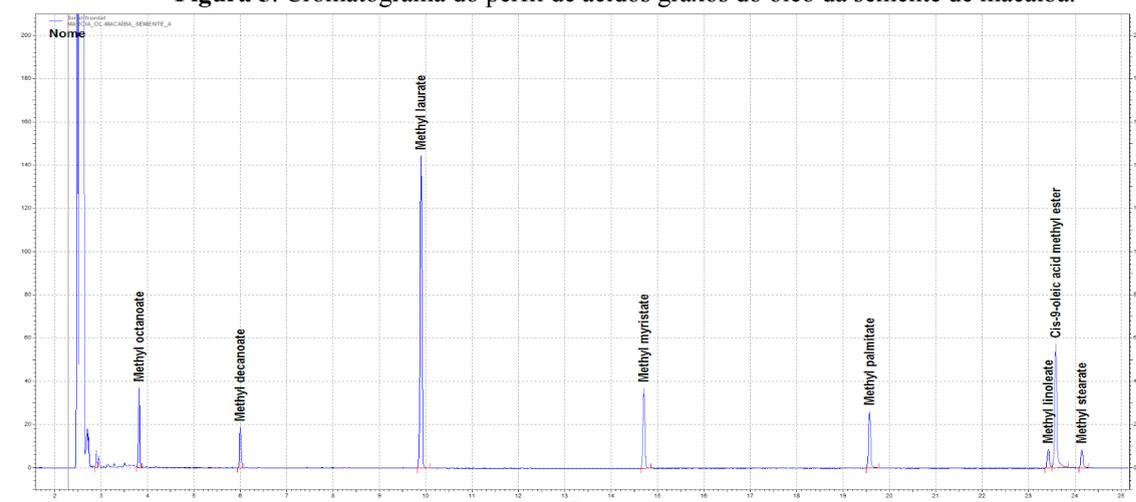


Tabela 5. Perfil dos de ácidos graxos do óleo da semente da macaíba

Ácido graxo	Semente de macaíba ¹
Saturados	76,0
Ácido caprílico (C8:0)	6,6 ±0,05
Ácido cáprico (C10:0)	4,2 ±0,03
Ácido láurico (C12:0)	41,7 ±0,21
Ácido mirístico (C14:0)	11,6 ±0,02
Ácido palmítico (C16:0)	8,9 ±0,08
Ácido esteárico (C18:0)	3,0 ±0,04
Monoinsaturados	20,8
Ácido palmitoleico (C16:1)	-
Ácido oleico (C18:1)	20,8 ±0,22
Poliinsaturados	3,0
Ácido linoleico (C18:2)	3,0 ±0,04
Ácido linolênico (C18:3)	-
¹ Valores constituem médias ± desvios-padrão de três repetições expressos em %.	

Após a análise, foi demonstrado que o óleo da semente da macaíba possui em sua composição uma variedade de tipos de ácidos graxos. De acordo com os resultados (Tabela 5), foi verificado que o óleo da semente da macaíba exibiu uma alta concentração de ácido láurico (41,7%), seguido pelo ácido oleico (20,8%) e ácido mirístico (11,6%), prevalecendo uma maior quantidade de ácidos graxos saturados. O perfil de ácidos graxos também possui uma forte relação com a oxidação lipídica, pois quanto maior a quantidade de ácidos graxos insaturados, maior a possibilidade de degradação oxidativa (KRICHENE et al., 2010, SILVA, et. al. 2010).

Tais valores podem apresentar diferenças dos usualmente encontrados em estudos feitos com outras espécies do fruto. Segundo Bora e Rocha (2004), a presença de ácidos graxos encontrados em *A. intumescens* difere positivamente em qualidade e quantidade daqueles encontrados nos frutos de *A. aculeata*. Hiane et al., (2005) demonstraram, estudando o óleo da semente da macaíba da espécie *Acrocomia aculeata*, predominante no cerrado brasileiro, valores de 12,95% de ácido láurico, 40,17% de ácido oleico e 5,91% de ácido linoleico (Tabela 6), corroborando com uma composição de ácidos graxos bastante diferente entre as espécies. Por ser o óleo matéria-prima de origem vegetal, essas diferenças consideradas naturais podem ser explicadas a partir de variações decorrentes da variedade da planta, da época da colheita dos frutos, componentes genéticos, idade da planta, fertilidade do

solo e clima, do processamento industrial ou das condições de condicionamento e armazenamento, visando à sua conservação (GECGEL, VELIOGLU e VELIOGLU, 2011; NASCIMENTO et al., 2008; MONTEZANO, CORAZZA e MURAOKA, 2006; VELASCO, ROJAS-BARROS e FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2005).

Tabela 6. Comparação entre composição de ácido graxos (%) para o óleo da semente da macaíba presentes na literatura e a composição de ácidos graxos obtida por este estudo.

Ácido graxo	Composição (%)				
	<i>A. Aculeata</i> ¹	<i>A. Aculeata</i> ²	<i>A. aculeata</i> ³	<i>A. Intumescens drude</i> ⁴	<i>A. Intumescens drude</i> ⁵
Ácido caprílico (C8:0)	3,67	5,96	6,2	-	6,6
Ácido cáprico (C10:0)	2,79	1,79	5,3	5,03	4,2
Ácido láurico (C12:0)	32,58	12,95	43,6	45,44	41,7
Ácido mirístico (C14:0)	9,21	9,49	8,5	12,61	11,6
Ácido palmítico (C16:0)	8,25	12,62	5,3	9,53	8,9
Ácido esteárico (C18:0)	2,24	6,58	2,4	4,31	3,0
Ácido palmitoleico (C16:1)	-	2,29	2,3	-	-
Ácido oleico (C18:1)	36,27	40,17	25,5	23,07	20,8
Ácido linoleico (C18:2)	3,82	5,91	3,3	-	3,0
Ácido linolênico (C18:3)	-	1,92	1,9	-	-

¹COIMBRA, (2011)

²HIANE, (2005)

³ RETTORE; MARTINS (1983)

⁴ SILVA, (2015)

- = não detectado.

A composição de ácidos graxos encontrada neste estudo para o óleo da semente da macaíba se assemelha ao de outras espécies vegetais já conhecidas da literatura, como, por exemplo, o óleo de dendê, que possui aproximadamente 81,0% de ácidos graxos saturados (CETEC, 1983; USDA 2008), o do babaçu com 83,3% (CETEC, 1983) e o óleo de coco com 86,5% (FOSTER, WILLIAMSON, LUNN; 2009), evidenciando-se o ácido láurico como majoritário, e possuindo também o ácido oleico na sua composição, exibindo, dessa forma, um alto valor econômico no mercado de óleos vegetais para a indústria, com destaque para a de formulações cosméticas e farmacêuticas.

5.3. Avaliação da atividade antioxidante

5.3.1. Método de redução do complexo fosfomolibdênio

Desde a descoberta de que o processo de envelhecimento humano e outras condições fisiológicas degenerativas possam estar relacionadas com acúmulo de radicais livres (PRYOR, 1987), intensificou-se a busca por substâncias que fossem capazes de interferir na propagação de processos oxidativos. Portanto, os antioxidantes despontaram como substâncias capazes de evitar que isto aconteça, pois possuem a propriedade de impedir ou diminuir o desencadeamento dessas reações oxidativas (ALLEN e HAMILTON, 1983).

O método da complexação pelo fosfomolibdênio constitui uma forma simples para avaliar a capacidade antioxidante de uma mistura complexa de compostos, como é o caso dos óleos vegetais, e possui ainda a vantagem de adequar-se tanto para a avaliação de componentes lipofílicos quanto de hidrofílicos (PRIETO; PINEDA; AGUILAR, 1999).

O padrão Vit. C foi utilizado como referência, com um valor igual a 100% AA, para se calcular a capacidade antioxidante das amostras. Desse modo, o padrão ácido gálico demonstrou um valor de $33,2 \pm 0,10$ %AA, enquanto o óleo da semente da macaíba demonstrou uma capacidade antioxidante de $11,7 \pm 0,02$ %AA, sem adquirir a coloração verde característica ao final do teste quando comparado ao outro testado, sugerindo a pouca atividade antioxidante do óleo.

Embora a formação do complexo verde ocorra à temperatura ambiente, esta reação também demonstra uma dependência positiva da temperatura, ou seja, possui uma produção significativa em altas temperaturas (PRIETO; PINEDA; AGUILAR, 1999). Quanto mais redutor for o agente testado, maior a absorbância da amostra e mais evidente é a coloração verde do complexo formado (PRIETO; PINEDA; AGUILAR, 1999).

É sabido que os possíveis potenciais antioxidantes dos compostos vegetais geralmente dependem da composição fitoquímica e dos sistemas de extração, incluindo métodos, duração e polaridade dos solventes orgânicos (NETO, 2016). Segundo Costa (2000), a composição química das plantas é extremamente complexa, e com frequência ocorre a extração simultânea de vários tipos de substâncias, ativas ou não, desejadas ou não, por isso, o método e o solvente extrator podem alterar a capacidade antioxidante das frações analisadas. Além disso, o resultado é obtido em comparação entre uma substância isolada (ácido gálico) e um óleo vegetal, que é composto por diversos tipos de substâncias, o que sugere que não se deve descartar a capacidade antioxidante apresentada pelo óleo, incentivando investigações acerca desta atividade utilizando outros tipos de métodos.

5.4 Determinação do fator de proteção solar *in vitro* (FPS)

Para a determinação do FPS de diversas substâncias, os métodos *in vitro* apresentam algumas vantagens, como serem baratos, reprodutíveis, rápidos, fáceis de executar e não expõem o voluntário ao risco (VELASCO et al, 2011). Devido a isso, o método de Mansur foi aplicado a este estudo, determinando o FPS do óleo por meio da leitura espectrofotométrica de sua solução diluída, avaliando a altura, largura e localização da curva de absorção na região do ultravioleta, e aplicando posterior tratamento matemático através de uma equação proposta pelo mesmo (equação 4.6.1), sendo calculado para a concentração de 100 µg/L, usando os valores de absorção na região de 290-320 nm (Figura 6). Os resultados obtidos estão registrados na Tabela 7.

Tabela 7. Absorbâncias do óleo na região 290-320 nm, com seus respectivos valores FPS.

Comprimento da onda (nm)	Abs. 100 mg/L	FPS
290nm	2,307	0,346
295nm	1,575	1,286
300nm	1,047	3,010
305nm	0,490	1,607
310nm	0,458	0,853
315nm	0,307	0,257
320nm	0,208	0,037
Total		*7,39±0,06
*Resultado expresso em FPS médio ± o desvio padrão, realizado em triplicata.		

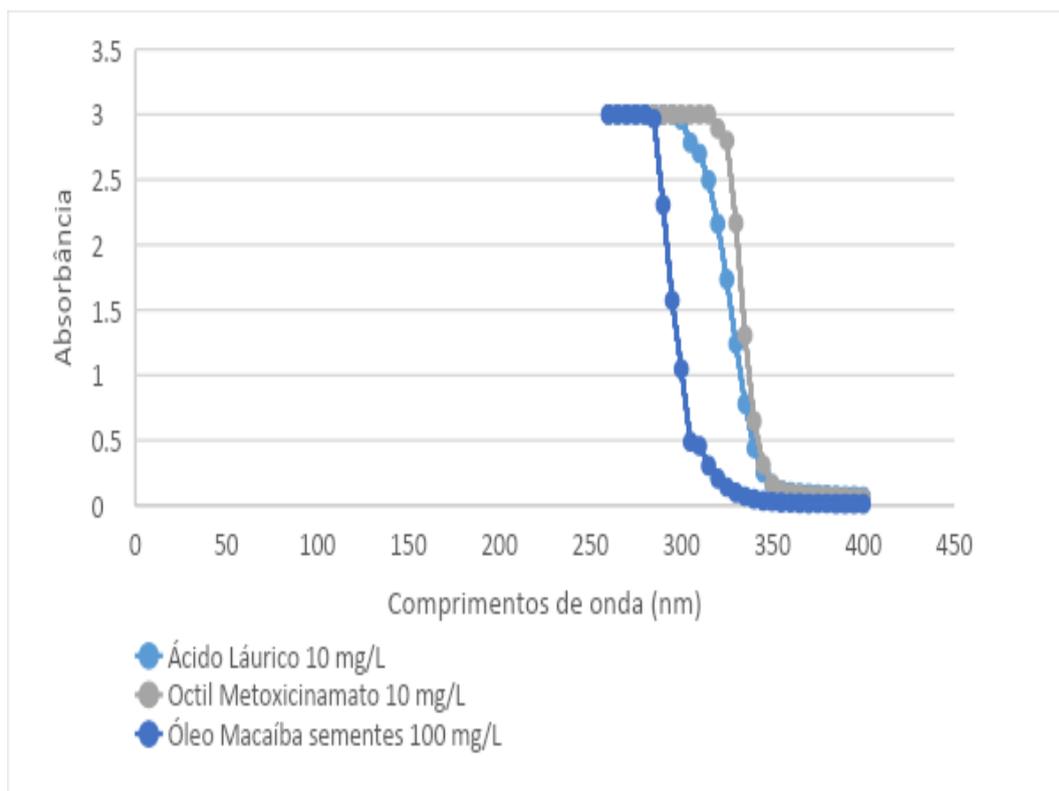
Petrova et al. (2011) e Oberley (2002) relatam que a exposição à raios UVB gera espécies reativas de oxigênio (ROS), que, reagindo com moléculas fotossensíveis, resulta num desequilíbrio químico e promove danos para as estruturas moleculares.

Pelo fato dos raios UVB causarem eritema, envelhecimento, aumento da melanogênese e, até mesmo, câncer de pele, um filtro é considerado eficaz contra os danos da radiação solar quando é capaz de proteger a pele nessa região (ARAÚJO, 2008; SOUZA, 2005), sendo caracterizado por ter uma ampla faixa de absorbância entre 290 a 400 nm (MISHRA et al., 2012), tornando os cosméticos que contenham essas propriedades cada vez mais utilizados para combater esses danos nocivos.

Foi possível observar, através dos resultados obtidos, que o óleo da semente da macaíba apresentou valor 7,39 de FPS, na concentração estudada de 100 µg /mL, demonstrando o seu perfil fotoprotetor. Este valor se mostrou superior ao mínimo $\geq 6,0$ de FPS declarado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) através da RDC nº 30 de 1 de julho de 2012, para que os protetores solares sejam considerados ativos (BRASIL, 2012).

Supõe-se que tal propriedade possa ser explicada pela presença do ácido láurico, reconhecido como composto majoritário do óleo da semente da espécie, que demonstrou resultado semelhante ao do filtro químico octilmetoxinamato, usado em comparação no teste espectrofotométrico (Figura 6). Enquanto o filtro químico apresentou valor de 29,98 de FPS na concentração de 10 mg/L, o ácido láurico exibiu valor de 28,04 de FPS na mesma concentração, corroborando a ideia de que o ácido láurico presente no óleo é responsável, em grande parte, pela sua atividade fotoprotetora.

Figura 6. Absorbância do ácido láurico, octilmetoxinamato e óleo da semente da macaíba.



Analisando determinados óleos vegetais e suas propriedades fotoprotetoras, Badea et. al., (2015) relataram resultados também promissores para o óleo de semente de romã, que demonstrou FPS de 4,5. Porém, outros óleos, como o da semente de framboesa e da semente de groselha preta, se mostraram menos eficazes, com FPS de 1,8 e 1,5, respectivamente. Em um estudo com o óleo da semente da macaíba da espécie *A. aculeata*, foi revelado valor FPS de 1,1 (DARIO et. al. 2018), que se mostra inferior ao encontrado neste trabalho. Todavia, ao ser incorporado em formulações contendo nanocarreadores lipídicos e filtros UV, mais filtro químico de FPS 15, demonstrou aumento no seu valor, exibindo um FPS de 31,8.

Pesquisas envolvendo ativos naturais que possam atuar sinergicamente com os filtros solares químicos e físicos para a ampliação do fator de proteção solar tem aumentado bastante nos últimos anos, e vem demonstrando boas expectativas com relação ao uso de substâncias naturais como filtros solares (MUNHOZ et al., 2012). Tal fato impulsiona a ação de uma incorporação do óleo da semente da macaíba da espécie *A. Intumescens* drude em uma formulação cosmética, com intuito de acrescentar propriedades naturais que possam proteger contra a radiação UV e seus efeitos deletérios na pele humana.

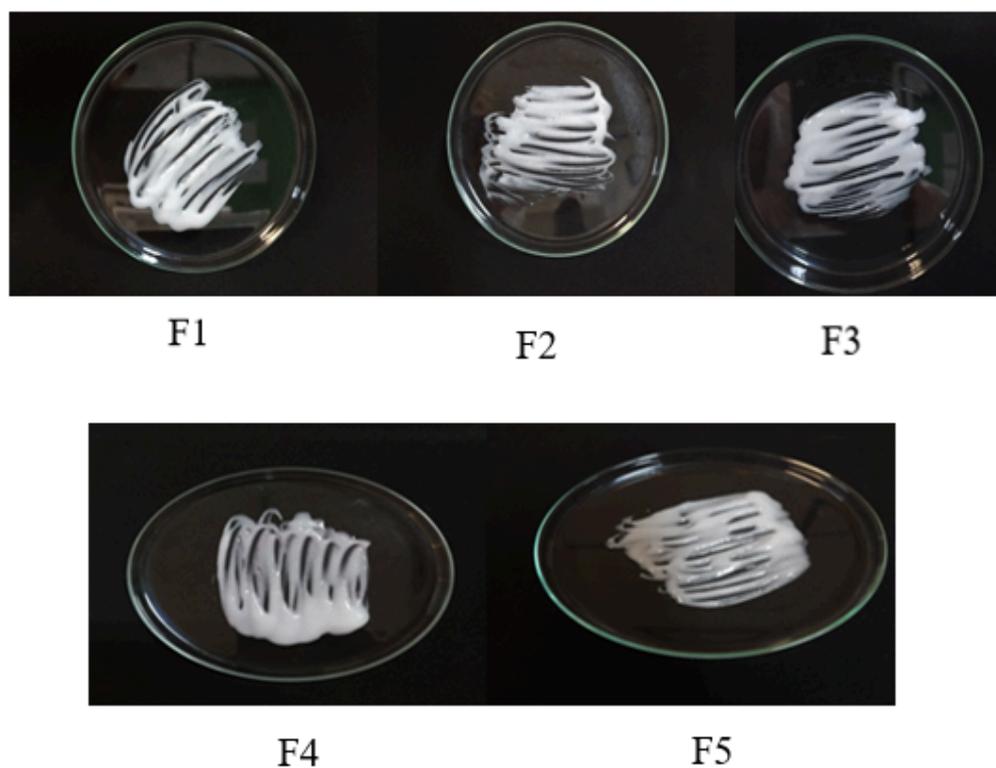
5.5 Desenvolvimento das formulações com ação fotoprotetora

Loções e cremes são as formulações mais comumente utilizadas para a preparação de fotoprotetores. Estes veículos consistem em emulsões água/óleo ou óleo/água, cuja principal diferença está na viscosidade, que é resultante da concentração da base autoemulsionante na formulação. As emulsões menos viscosas, são chamadas loções, e as mais viscosas, são denominadas creme. Desta forma, é possível incorporar uma variedade de matérias-primas, permitindo uma maior flexibilidade para escolha de um sistema emulsionante para filtros solares (COSTA, 2015).

A formulação base em creme escolhida foi preparada seguindo as instruções do fabricante. Dessa mistura, foram obtidas 5 formulações (Figura 7), utilizando a base creme Limne, e adicionando-se, então, o filtro químico lipossolúvel octilmetoxinamato e o óleo vegetal da semente da macaíba nas devidas proporções (Tabela 3).

Todas as formulações apresentaram-se com aspecto homogêneo e consistência firme, cor branca brilhosa, além de odor agradável característico, logo após a manipulação dos componentes, demonstrando que a presença do filtro químico e do óleo vegetal em diferentes concentrações não alterou as formulações.

Figura 7. Formulações F1 a F5 imediatamente após a manipulação.



5.6 Controle de qualidade e estabilidade preliminar das formulações

Diversos fatores podem interferir na estabilidade do produto, incluindo o processo de fabricação, condições ambientais, de transporte, armazenamento e características da formulação. Além disso, componentes da formulação, ativos ou não, também são capazes de interferir na sua estabilidade, prejudicando sua segurança e eficácia (ISAAC, et. al., 2008).

Os testes de estabilidade preliminar são muito utilizados e visam fornecer à formulação condições para o envelhecimento, permitindo avaliar o perfil de estabilidade física, química e funcional, segundo os parâmetros avaliados (BABY et al., 2008).

Após as 24 h da manipulação das formulações, os testes de controle de qualidade e estabilidade preliminar, físico-químicos (Tabela 8) e químico (Tabela 9), foram aplicados nas cinco formulações desenvolvidas, de acordo com os procedimentos descritos no Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (BRASIL, 2004). Tal intervalo de tempo, desde a manipulação até o início dos testes, é necessário já que as formulações não adquirem o equilíbrio perfeito imediatamente após o preparo, tornando esse tempo de espera imprescindível para que haja a estabilização, sendo usualmente preconizado 24-48 horas após o preparo (MORAIS, 2007).

Após os testes do dia 1, as amostras foram, então, submetidas ao ciclo de gelo e degelo por um período total de 12 dias, sendo ao final repetidos todos os testes de estabilidade para comprovação de alterações nas formulações (Tabelas 8).

Tabela 8. Controle de qualidade físico-químico das formulações-teste F1 até F5, com o óleo da semente da macaíba (*A. intumescens drude*) após 24 h de manipulação (T1), e após o ciclo de 12 dias de gelo e degelo (T12).

Ensaio	F1		F2		F3		F4		F5	
	T1	T12								
Aspecto	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Cor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Odor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
pH	5,5	6,5	5,5	6,0	5,5	6,0	5,5	6,0	5,5	6,0
Teste de Centrifugação	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Legenda: N= indica condição normal, sem alterações; SF= separação de fases; NA = não analisado.

As características organolépticas são parâmetros analisados para avaliar se uma formulação está de acordo com as pretensões exigidas pelo formulador e são baseadas nas propriedades sensoriais e químicas da amostra (BRASIL, 2004).

Todas as formulações foram analisadas quanto às tais características, como aspecto, cor e odor. Uma alíquota de cada amostra foi colocada em recipiente de vidro e avaliada sob fundo preto. Como mostrado na Tabela 8, todas as formulações apresentaram aspectos de homogeneidade, brilho, odor e coloração de acordo com as qualidades desejáveis e pré-estabelecidas para os produtos, tanto no início quanto ao final do período de 12 dias de testes de estabilidade.

Com relação ao pH, todas as amostras se encontraram dentro da faixa ideal entre 5,5 e 6,5, que corresponde à faixa de pH da pele, durante todo o período de testes, sem que fosse preciso o ajuste desse parâmetro com corretores de pH. Segundo Ribeiro (2006), o pH pode alterar o deslocamento dos elétrons na molécula de filtros solares, podendo reduzir seu poder de absorver e diminuir o poder protetor, além de torná-los insolúveis. Outro ponto importante se diz respeito à capacidade do pH em acelerar ou diminuir velocidades de reações de hidrólise ou oxidação, causando instabilidades em formulações farmacêuticas. Tal característica em uma formulação é bastante importante, pois pode modificar as características físico-químicas da amostra, influenciando, inclusive, na solubilidade e na estabilidade do produto. Valores baixos de pH podem estar relacionados ao aparecimento de irritação dérmica (LEONARDI, 2002).

O teste da centrifugação produz estresse na amostra simulando um aumento na força de gravidade, fazendo com que haja uma maior mobilidade das partículas e antecipa possíveis instabilidades que poderão ser observadas (BRASIL, 2004). É eficaz para selecionar as formulações que serão submetidas, futuramente, aos testes de estabilidade acelerada e normal (ANVISA, 2004). Após este teste, nenhuma formulação estudada apresentou alterações, separação de fases ou mudança de coloração ou odor após os testes de resistência a centrifugação a 3000 rpm por 30 minutos. Dentre as características físicas, a não separação das fases é fundamental, pois se isto ocorrer, todas as demais especificações de uma emulsão serão afetadas (SANCTIS, 1999). De acordo com Vanzin e Camargo (2008), o não aparecimento de gotículas visíveis de óleo garante a uniformidade da dose aplicada na pele, caso contrário, a fotoproteção é considerada duvidosa.

A espalhabilidade consiste na expansão de uma forma farmacêutica semissólida após aplicação de força por um período de tempo, e está relacionada à eficácia de um fotoprotetor, pois assim que aplicado à pele, este deve formar um filme homogêneo de aplicação agradável,

ajudando na redução do consumo pela menor quantidade aplicada (BORGHETTI et al., 2006; BORELLA et al., 2010; KHURY; BORGES, 2011). O teste de espalhabilidade visa determinar a capacidade que uma formulação apresenta de se espalhar quando for submetida a uma determinada força, procurando reproduzir as condições de esforço necessárias para aplicação na pele (SPELLMEIER, 2005).

Os resultados para o teste de espalhabilidade são mostrados nas Figuras 8 e 9 abaixo:

Figura 8. Valores de espalhabilidade das amostras F1 a F5, no dia 1 do período experimental.

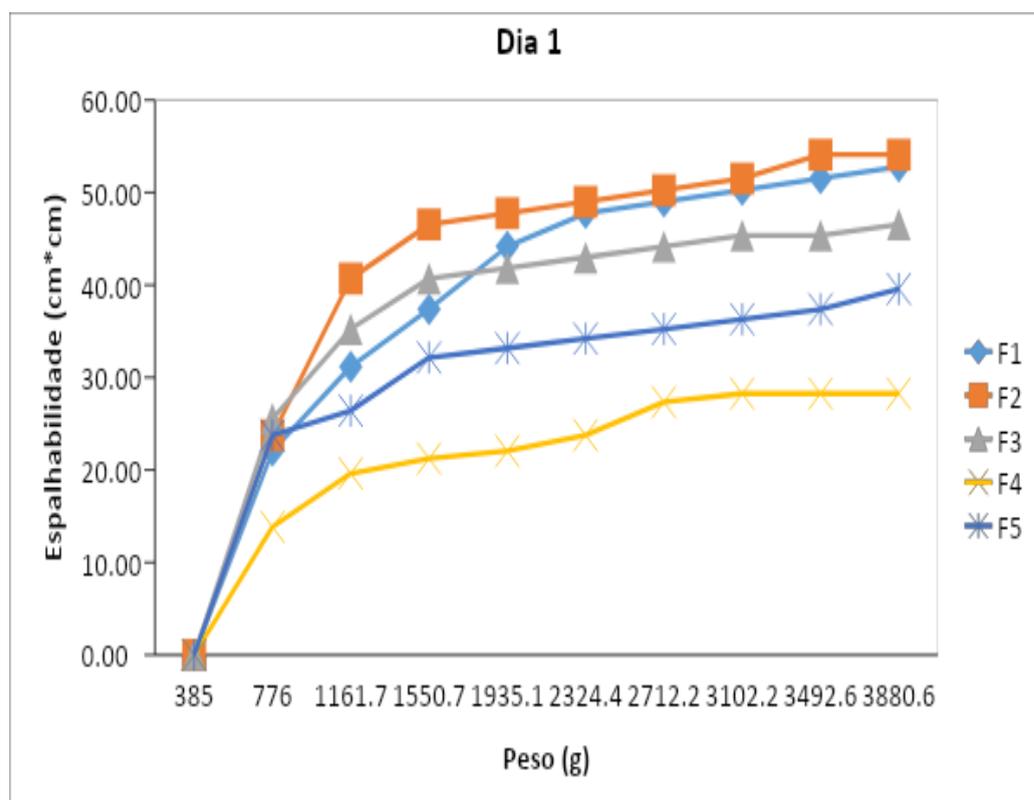
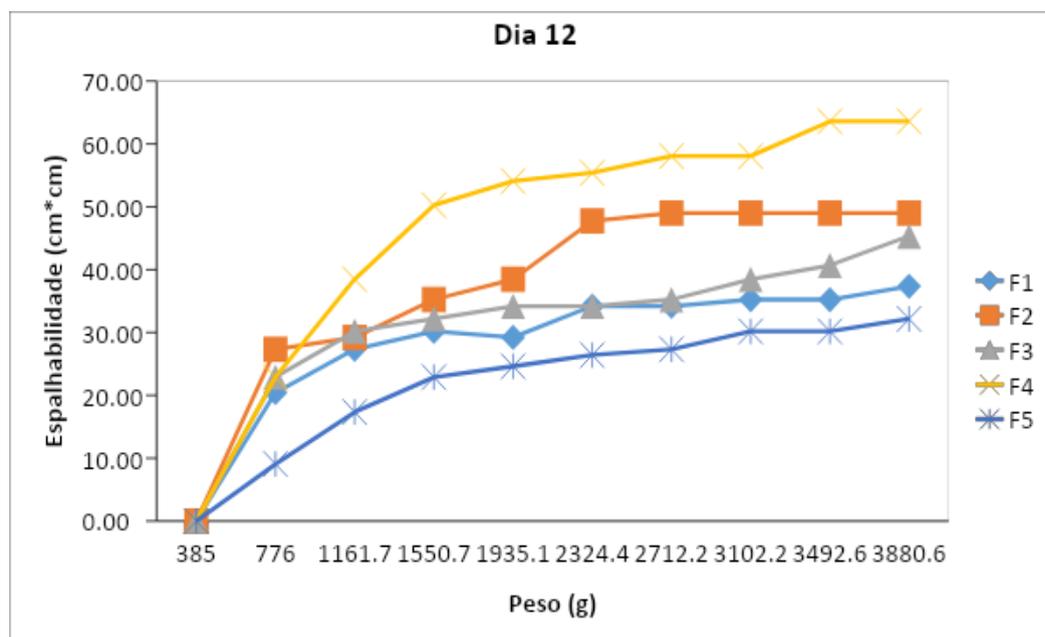


Figura 9. Valores de espalhabilidade das amostras F1 a F5 no dia 12 (último dia) do período experimental.



A partir da análise dos gráficos de espalhabilidade das formulações, observa-se que as amostras aumentam sua capacidade de extensão em decorrência da adição de pesos, após o tempo estabelecido de 3 min, conforme era esperado. Porém, ao final do período de testes de estabilidade preliminar, a maioria das amostras, com exceção da amostra F4, apresenta resultado de espalhabilidade inferior àquele obtido no começo dos testes, demonstrando uma menor capacidade de espalhamento, como era esperado para as amostras. Apesar da diminuição da espalhabilidade durante o período de testes, as formulações apresentaram bons resultados, posto que essa variação não foi capaz de modificar sua consistência e fluidez. A diminuição dessa espalhabilidade, pode ser consequência da perda de água por evaporação, da mesma forma que acontece para a viscosidade (PIANOVISK, 2008).

Isaac et al., (2008) alegaram que amostras vegetais podem ser adicionadas em diversas preparações cosméticas, podendo ou não alterar a forma farmacêutica e o comportamento reológico das preparações. Segundo Nishkawa (2012), a presença de concentrações mais elevadas (acima de 0,1%) de bioativos pode ocasionar a formação de aglomerados que dificultam o espalhamento das formulações e, ainda, a não obtenção de resultados sinérgicos satisfatórios no perfil de FPS desenvolvidos pelas mesmas.

. De acordo com França (2011), a aceitação pelo consumidor se dá principalmente pela aparência, sensação pelo contato inicial com a pele, espalhabilidade e oleosidade residual após

a sua aplicação. As emulsões devem, então, ser viscosas, no entanto, não devem afetar a espalhabilidade no decorrer de sua aplicação (FRANÇA, 2011). Quanto melhores as características reológicas, melhor será a percepção sensorial no momento de sua aplicação sobre a pele e menor será a quantidade de produto aplicada, levando a uma redução do consumo dessa preparação.

Para a avaliação da atividade fotoprotetora, o método *in vitro* de análise espectrofotométrica de soluções diluídas, adaptado por Mansur e colaboradores (1986), mostra-se como uma alternativa para os métodos *in vivo*. Esta técnica é utilizada para avaliar o FPS de formulações em desenvolvimento, bem como no controle de qualidade lote a lote de cosméticos antissolares (NASCIMENTO et al, 2009).

Os valores de FPS obtidos para as formulações F1 até F5, após as 24 h, são mostrados na Tabela 9.

Tabela 9. Controle de qualidade químico das formulações-teste com o óleo da semente da macaíba (*A. intumescens drude*) após 24 h de manipulação (T1).

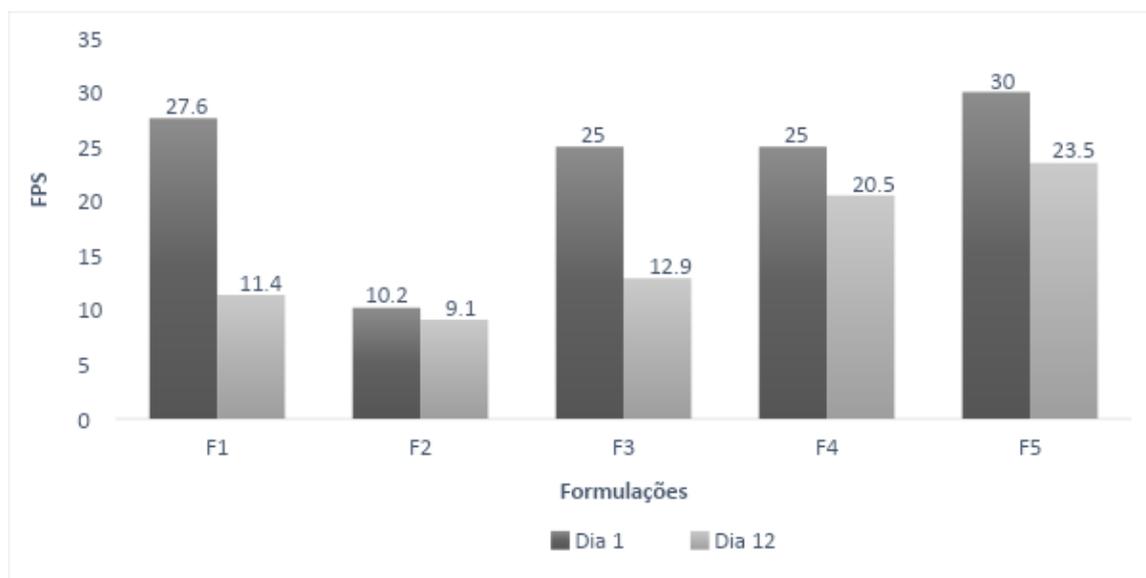
ENSAIO	F1	F2	F3	F4	F5
FPS	27,68 ± 0,001	10,23 ± 0,005	25,01 ± 0,001	25,00 ± 0,003	30,00 ± 0,001

Legenda: D.P. = Desvio Padrão.

Os resultados anteriores deste estudo, mostraram que o óleo da macaíba possui valor de FPS de 7,39 quando analisado isoladamente em uma concentração de 100 mg/L. Quando inserido nas formulações nas devidas proporções de F2, F3 e F4, seu valor de FPS apresentou um aumento, porém ainda sem ultrapassar o valor do filtro químico utilizado. No entanto, quando associado ao filtro químico na porcentagem da formulação F5, o óleo foi capaz de potencializar o efeito fotoprotetor do filtro sintético, obtendo um valor de FPS de 30,00, havendo um sinergismo entre o óleo vegetal e o composto químico.

Após o período de estresse, imposto pelo ciclo de gelo e degelo, todas as amostras evidenciaram uma redução nos valores de FPS no T12, quando comparado ao T1 (Figura 10). Porém, aquelas que continham óleo em sua formulação apresentaram uma redução significativamente menor do que a formulação contendo somente o filtro químico, evidenciando uma maior estabilidade nas formulações preparadas com o óleo vegetal. Enquanto que a F1 obteve valor de 11,4 de FPS no T12, a F5 obteve um valor de 23,5 de FPS ao final do período.

Figura 10. FPS das formulações-teste após 24 h da manipulação (T1), e após os 12 dias do ciclo de gelo e degelo (T12).



Mishra et al., (2012), analisando o FPS de emulsão a 5% com óleo de *Calendula officinalis*, encontraram valor de 14,84 FPS, em uma diluição de 0,2 mg/mL, que se mostra ainda menor se comparado ao valor de F2, em que a formulação a 5% do óleo de semente da macaíba demonstrou 10,23 FPS em uma concentração de 100 mg/L.

Já Souza et al. (2013) avaliaram a atividade fotoprotetora de emulsões a 10% contendo acerola (*Malpighia glabra* L.), não citando diluição utilizada, e encontraram um FPS de 0,18. Enquanto que Oliveira (2011) avaliou o fator de proteção solar da *Spondias dulci*, a uma diluição de 0,2 mg/mL, e obteve valores de FPS 0,46 para um creme a 5%, 0,79 para um creme a 10% e 1,82 para creme a 20%, todos pelo método de Mansur.

Uma tendência para o desenvolvimento de fotoprotetores atual é a redução na quantidade de filtros químicos, devido a eventos adversos ocasionados pelo uso tópico de substâncias nas formulações, o que compromete a eficácia fotoprotetora (VELASCO et al., 2008). Os resultados do estudo se mostram, então, promissores, já que, de acordo com a literatura, filtros solares derivados de produtos naturais podem ser utilizados como coadjuvantes aos filtros químicos (CABRAL, et al., 2011), o que permitiria a diminuição da concentração destes últimos nas formulações fotoprotetoras. O fato de atuar sinergicamente com os filtros químicos amplamente empregados, é uma alternativa para aumentar a segurança e a eficiência dos fotoprotetores.

6. CONCLUSÃO

Esse estudo focou na obtenção do óleo da semente de macaíba (*A. Intumescens* drude), determinação de suas propriedades físico-químicas e atividade biológica para investigação da possível aplicação biotecnológica para o desenvolvimento de formulação fotoprotetora. A partir dos resultados obtidos, pôde-se concluir que o óleo extraído da semente da macaíba (*A. Intumescens* drude) apresenta características físico-químicas satisfatórias no que diz respeito ao seu consumo e comercialização, além de possuir em seu perfil lipídico, diferentes ácidos graxos, com destaque para o ácido láurico, que são comumente empregados nas indústrias, principalmente a farmacêutica e cosmética, demonstrando ainda, uma boa capacidade fotoprotetora do óleo isoladamente.

A incorporação do óleo vegetal em formulações cosméticas apresentou resultados satisfatórios, não revelando separação de fases ou formação de grumos, e sem alterações de suas características organolépticas.

O teste de estabilidade preliminar de 12 dias, ao qual foram submetidas as amostras, não evidenciou quaisquer alterações negativas nos parâmetros físico-químicos de centrifugação, cor, odor, aspecto, pH e espalhabilidade, que pudessem comprometer a estabilidade do produto.

Em relação ao FPS, a amostra F5, contendo 10% do óleo vegetal e 10% do filtro químico octilmetoxinamato, apresentou resultado de FPS 30 no T1, maior que a amostra F1 contendo apenas o filtro, sugerindo, assim, um sinergismo entre o óleo vegetal e o filtro sintético. Após o período de teste de estabilidade preliminar, a amostra F5 apresentou ainda uma menor variação de valor, quando comparado à amostra F1 contendo somente o filtro químico, com melhor manutenção de seu perfil fotoprotetor após o ciclo de estresse.

Muitos testes ainda devem ser realizados para melhor entendimento das atividades biológicas deste óleo vegetal, porém, tais resultados sugerem o óleo da semente da macaíba como uma opção sustentável proveitosa para uma série de aplicações biotecnológicas, com destaque para os fotoprotetores.

REFERÊNCIAS

- MEIRELES, Cecília. **Flor de poemas**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1983.
- QUEREMOS saber. Intérprete: Cássia Eller. Compositor: Gilberto Gil. *In*: Acústico MTV: Cássia Eller. Intérprete: Cássia Eller. São Paulo: Universal Music, 2001. 1 CD, faixa 9.
- UZANNE, O. **The end of books**. Adelaide: University of Adelaide, 2014. Disponível em: <https://ebooks.adelaide.edu.au/u/uzanne/octave/end/>. Acesso em: 20 abr. 2019.
- ABIHPEC. “Panorama do setor – Higiene pessoal, perfumaria e cosméticos”, 2018. Disponível em: <https://abihpec.org.br/publicacao/panorama-do-setor-2018>. Acesso em: 02/05/2018.
- ABREU, I. S.; CARVALHO, C. R.; CARVALHO, G. M.; MOTOIKE, S. Y. First karyotype, DNA C-value and AT/GC base composition of macaw palm (*Acrocomia aculeata*) – a promising plant for biodiesel production. *Australian Journal of Botany*, v.59, p.149-155, 2011.
- ABURJAI, T., NATSHEH, F. Plants used in cosmetics. *Phytotherapy Research. Res.* 17, 987-1000, 2003.
- ALLEN, J. C.; HAMILTON, R. J. Rancidity in foods. London: Applied Science, p.199. 1983.
- ALVES, R. V.; ROCHA, T. G. F; DANTAS, R. A. (2012). Cadeia produtiva de produtos florestais não-madeireiros. Série Documentos: Documento n. 56. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG. Zona da Mata, 40 p.
- ALVES, W. F.; SOUZA, M. C.; ALMEIDA, A. N. S.; OLIVEIRA, S. S.; RIBEIRO I. L. R. Características físico-químicas de óleos essenciais de plantas da região do vale do Juruá. *Enciclopédia Biosfera, Goiânia*, v.11, n.22, p. 1-13, 2015.
- AMARAL, F. P.; BROETTO, F.; BATISTELLA, C. B.; JORGE, S. M. A. Extração e caracterização qualitativa do óleo da polpa e amêndoas de frutos de macaúba [*acrocomia aculeata* (jacq) lodd. ex mart] coletada na região de Botucatu, SP. *Revista Energia na Agricultura*, v. 26, p. 12-20, 2011.
- ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos/Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 1. ed. - Brasília: ANVISA, 2004. 52 p. 20 x 27 cm. - (Série Qualidade em Cosméticos; v. 1).
- ANDRADE, M. H. C.; VIEIRA, A. S.; AGUIAR, H. F.; CHAVES, J. F. N.; NEVES R. M. P. S.; MIRANDA, T. L. S.; SALUM, A. Óleo do Fruto da Palmeira Macaúba – Parte I: Uma Aplicação Potencial para Indústrias de Alimentos, Fármacos e Cosméticos. *In: I TECNIQ SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA NA INDÚSTRIA QUÍMICA*, 2006.
- ANTIGNAC, E.; NOHYNEK, G. J.; RE, T.; CLOUZEAU, J.; TOUTAINET, H. Safety of Botanical Ingredients in personal care products/cosmetics. *Food and Chemical Toxicology*. v. 49, p. 324-341, 2011.

ANTONIASSI, R.; CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F.; MACHADO, A. F. F.; SANTOS, M. C. S.; BIZZO, H. R. Ácidos graxos em frutos de macaúbas. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MACAÚBA. 2013, Patos de Minas, MG. Anais... Brasília: MAPA, 2013.

A.O.C.S, 2004 – AMERICAN OIL CHEMISYS SOCIETY – AOCS - Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. Washington, 2004.

AOAC. Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists. 18.ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.

AQUINO, R.; MORELLI, S.; TOMAINO, A.; PELLEGRINO, M.; SAIJA, A.; GRUMETTO, L.; PUGLIA, C.; VENTURA, D.; BONINA, F. Antioxidant and photoprotective activity of a crude extract of *Culcitium reflexum* H.B.K. leaves and their major flavonoids. *Journal of Ethnopharmacology*. v.79, n.2, p.183-191, 2002.

AQUINO, J.S.; CARMELLO, L.S.; FELIPE, D.F.; DOS SANTOS, R.A.M. Estudo da Estabilidade de Géis Contendo Vitamina C, Manipulados em Farmácias da Cidade de Maringá-PR. *Saúde e Pesquisa*, v. 6, n. 3, 2013.

ARAÚJO, A. I. F., et. al. Plantas nativas do Brasil empregadas em fitocosmética. X Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão: 2010.

ARAÚJO, T.S.; SOUZA, S.O. Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta. *Scientia plena*, v. 4, n. 11, 2008.

ARCOVERDE, J. H. V; CARVALHO, A. S; NEVES, F. P. A; DIONÍZIO, B. P; PONTUAL, E. V; PAIVA, P. M. G; NAPOLEÃO, T. H; CORREIA, M. T. S; SILVA, M. V; CARNEIRO-DA-CUNHA, M. G. Screening of caatinga plants as sources of lectins and trypsin inhibitors. *Natural Product Research*. 2014; 28: 1297–1301.

AZIZ ABD, S. M; LOW, C. N.; CHAI, L. C.; ABD RAZAK, S. S. N.; SELAMAT, J; SON, R.; SARKER, M. Z. I.; KHATIB, A. Screening of selected Malaysian plants against several foods borne pathogen bacteria. *International Food Research Journal*, v.18, p.1195-1201, 2011.

BABY, A. R; HAROUTIOUNIAN-FILHO, C. A; SARRUF, F. D; TAVANTE-JÚNIOR, C. R.; PINTO, C. A. S. O; ZANGUE, V; ARÊAS, E. P. G; KANEKO, T. M; VELASCO, M. V. R. Estabilidade e estudo de penetração cutânea in vitro da rutina veiculada em uma emulsão cosmética através de um modelo de biomembrana alternativo. *Rev. Bras. Cienc. Farm*; v. 44, n. 2, 2008.

BADEA G, LACATUSU I, BADEA N, OTT C, MEGHEA A. Use of various vegetable oils in designing photoprotective nanostructured formulations for UV protection and antioxidant activity. *Ind Crop Prod*. 67:18–24. 2015.

BARONI, A.; BUOMMINO, E.; DE GREGORIO, V.; RUOCCO, E.; RUOCCO, V.; WOLF, R. Structure and function of the epidermis related to barrier properties. *Clinics in Dermatology*, v. 30, n. 6, p. 257-262, 2012.

BASSO, L.A., DA SILVA, L.H., FETT-NETO, A.G., DE AZEVEDO JR, W.F., MOREIRA, I., de, S., Palma, M.S., Calixto, J.B., Astolfi Filho, S., dos Santos, R.R., Soares, M.B., Santos, D.S. The use of biodiversity as source of new chemical entities against defined molecular targets for treatment of malaria, tuberculosis, and T-cell mediated diseases. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 100, p. 475–506, 2005.

BOBIN, M. F.; RAYMOND, M.; MARTINI, M. C. 1994. UVA/UVB absorption properties of natural products. *Cosmetics Toiletries* 109: 63-78.

BORA, P. S.; ROCHA, R. V. M. Macaiba palm: fatty and amino acids composition of fruits. *Ciência Tecnologia e Alimentos*, Vol. 4, N. 3, ALTAGA, 2004. Pag 158-162.

BORELLA, J. C. Avaliação da espalhabilidade e do teor de flavonoides em forma farmacêutica semi-sólida contendo extratos de *Calendula officinalis* L. (Asteraceae). *Revista Brasileira Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, v. 31, n.2, 2010

BORGHETTI, G. S. et al. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de loções O/A contendo filtros solares. *Revista Brasileira Ciências Farmacêuticas*, v.42, n.4, 2006.

BORGO, L. A; ARAÚJO, W. M. C. Mechanisms of the process of lipid oxidation. *Hig Alimentar*. 2005; 19(30):50-8.

BRASIL - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 07, de 10 de fevereiro de 2015. Aprova Regulamento Técnico que estabelece a definição, a classificação, os requisitos técnicos, de rotulagem e procedimento eletrônico para regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes. Brasília, DF: ANVISA, 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2012. Resolução RDC nº 30 de 1 de junho de 2012. Aprova o regulamento técnico Mercosul sobre Protetores solares em cosméticos e dá outras providências. Brasília, DF: ANVISA, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Brasília, DF: ANVISA, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos. 1ª Edição. Brasília: ANVISA, 2004. 52 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de óleos e gorduras vegetais. Brasília, DF: ANVISA, 1999.

CABRAL, L.D.S.; PEREIRA, S.O.; PARTATA, A.K. Filtros solares e fotoprotetores mais utilizados no Brasil. *Revista Científica do ITPAC, Araguaína*, v.4, n.3, 2011.

CAÑO ANDRADE, M. H.; VIEIRA, A. S.; AGUIAR, H. F.; CHAVES, J. F. N.; Neves, R.M.P.S.; MIRANDA, T. L. S.; SALUM, A. Óleo do Fruto da Palmeira Macaúba Parte I: Uma Aplicação Potencial Para Indústrias de Alimentos, Fármacos e Cosméticos. In: *Anais do II ENBTEQ / III Seminário ABIQUIM de Tecnologia*. São Paulo: v. 1. p.1, 2006

CARVALHO, J. C.; SOUZA, A. L.; MACHADO, C. C. Ecologia, Manejo, Silvicultura e Tecnologia da Macaúba. CONVENÇÃO DE COOPERAÇÃO TECNOLÓGICA SETES/FAPEMIG. Polo de excelência em Floresta. UFV. Viçosa, 2011.

CEREZO, J.; ZUNIGA, J.; BASTIDA, A.; REQUENA, A.; CERON-CARRASCO, J., ERIKSSON, L. Antioxidant properties of beta-carotene isomers and their role in photosystems: Insights from ab initio simulations. *Journal of Physical Chemistry a*, v. 116, n. 13, p. 3498–3506, 2012.

CETEC – Centro Tecnológico de Minas Gerais. (1983). Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais: Estudo das oleaginosas nativas de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG.

CHIU, A. E.; KIMBALL, A. B. Topical vitamins, minerals and botanical ingredients as modulators of environmental and chronological skin damage. *British Journal of Dermatology.*, v.149, n.4, p.681-691, 2003.

CICONINI, G.; FAVARO, S. P.; ROSCOE, R.; MIRANDA, C. H. B.; TAPETI, C. F.; MIYAHIRA, M. A. M.; BEARARI, L.; GALVANI, F.; BORSATO, A. V.; COLGANO, L. A.; NAKA, M. H. Biometry and oil contents of *Acrocomia aculeata* fruits from the Cerrados and Pantanal biomes in Mato Grosso do Sul, Brazil. *Industrial Crops and Products*, n.45, p.208-214, 2013.

COIMBRA, M. C.; JORGE, N. Characterization of the Pulp and Kernel Oils from *Syagrus leracea*, *Syagrus romanzoffiana*, and *Acrocomia aculeata*. *Journal of Food Science*, v.76, p. 1156- 1161, 2011.

CORREA, M.A. *Cosmetologia: Ciência e Técnica*. 1ª Edição. São Paulo: Medfarma, 2012. 492 p.

COSTA, S.C.C. Avaliação da atividade fotoprotetora in vitro de extratos etanólicos de três espécies de *Marcetia* e suas formulações. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.

COSTA, A.F. *Farmacognosia*, 3ª ed., Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2000. DAMY, P. C.; JORGE, N. Determinações físico-químicas do óleo de soja e da gordura vegetal hidrogenada durante o processo de fritura descontínua. *Brazilian Journal of Food Technology*. Campinas, v.6, n. 2, p. 251-257, 2003.

DALTIN D. *Tensoativos: química, propriedades e aplicações*. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2011.

DARIO, M.F., OLIVEIRA, F.F., MARINS, D.S.S., BABY, A.R., VELASCO, M.V.R., LÖBENBERG, R., BOU-CHACRAA, N. A. (2018). Synergistic photoprotective activity of nanocarrier containing oil of *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex. Martius—Arecaceae. *Ind. Crops Prod.* 112, 305–312.

DE POLO, K. F. *A short textbook of cosmetology*. Verlag Fur Chemische Industrie, p.335-423, 1998.

DIAS, B. F. de S. A implementação da convenção sobre diversidade biológica no Brasil: desafios e oportunidades. 2000.

DRAELOS, Z. D. Procedimentos em dermatologia cosmética: Cosmecêuticos. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009. cap. 20, p. 173-184.

DRANSFIELD, J.; UHL, N.W.; ASMUSSEN, C.B.; BAKER, W.J.; HARLEY, M.M. & LEWIS, C.E. 2008. *Genera Palmarum: the evolution and classification of palms*. Kew Publishing, Royal Botanical Garden, Londres. 732p.

DRUMOND, M. A. Potencialidades de algumas espécies arbóreas madeireiras do bioma Caatinga. In: Silva MV. (Org.) *A Caatinga e seu potencial*. 23 ed. Recife: Ed. Universitária. 2013;1: 1-18.

ELIAS, P. M. Epidermal lipids, barrier function, and desquamation. *Journal of Investigative Dermatology*, v.80, p. 44s-49s, 1983.

EMPRABA. *Tecnologias de plantio da macaibeira na região do nordeste e aproveitamento energético*, 1ª ed. Campina grande, AREPB. 2016.

EUROMONITOR. Disponível em: <http://www.euromonitor.com/beauty-and-personalcare>. Acesso em 20/06/2018.

EWING, G.W. *Métodos Instrumentais de Análise Química, Volume II*, Ed. Edgard Blücher LTDA, Ed. da Universidade de São Paulo, 1972.

FARMACOPÉIA brasileira, 4. Ed., São Paulo: Atheneu, 1988. pte. 1, 526p

FARMACOPÉIA Brasileira, 5 ed. Brasília: ANVISA, 2010. 2 v.

FARRUKH A, MOHAMMAD AZ, NAGHMA K, MARK D, HASAN M. Protective effect of pomegranate derived products on UVB-mediated damage in human reconstituted skin. *Experimental Dermatol.* 2009; 18(6): 553-561.

F'GUYER, S.; AFAQ, F.; MUKHTAR, H. Photochemoprevention of skin cancer by botanical agents. *Photodermatology, Photoimmunology and Photomedicine.*, v.19, p.56-72, 2003.

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

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

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

FOSTER, R.; WILLIAMSON, C.S.; LUNN, J. Culinary oils and their health effects. *Nutrition Bulletin*, London, v.34, n.1, p.4-47, 2009.

FOX, N.J, STACHOWIAK, G.W. Vegetable oil-based lubricants—A review of oxidation. *Tribology International*, 40 (2007) 1035–1046.

FRANÇA, L. A. F.; CARDOSO, J. C.; LIMA, C. M. Desenvolvimento de sabonete cremoso para controle do ph vaginal. *Cadernos de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde*. Aracaju, v. 13, n. 14, 2011.

FRASSON, A. P., DOS SANTOS, O., DUARTE, M., TRENTIN, D. S., GIORDANI, R. B., SILVA, A. G., SILVA, M. V., TASCA, T., MACEDO, A. J. First report of anti *Trichomonas vaginalis* activity of the medicinal plant *Polygala decumbens* from the Brazilian semi-arid region, Caatinga. *Parasitol Res*, v. 110, p. 2581–2587, 2012.

FUCHS, B.; SUSS, R.; TEUBER, K.; EIBISCH, M.; SCHILLER, J. (2011). Lipid analysis by thinlayer chromatography – a review of the current state. *Journal of Chromatography. A.*, v.1218, n.19, p.2754-2774.

GALVÃO, L. P. F. de C; Avaliação Termoanalítica da Eficiência de Antioxidantes na Estabilidade Oxidativa do Biodiesel de Mamona. [Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Química] Natal, UFRN, 2007.

GECGEL, U., VELIOGGUU, S. D., e VELIOGLU, H. M. (2011). Investigating some physicochemical properties and fatty acid composition of native black mulberry (*Morus nigra* L.) seed oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 88, 1179–1187.

GONÇALVES, G. M. S.; CAMPOS, P. M. B. G. M. Aplicação de métodos de biofísica no estudo da eficácia de produtos dermocosméticos. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 45, p. 1-10, 2009.

GONJITO, V. S.; ARANTES, A. C. C.; NETO, P. C.; FRAGA, A. C. (2008). Avaliação da qualidade dos óleos de macaúba. In: 5º CONGRESSO NACIONAL DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BODIESEL. Lavras, UFLA-MG, v.1, p.1-10.

GOVAERTS, R., SOBRAL, M., ASHTON, P., BARRIE, F., HOLST, B., LANDRUM, L., LUCAS, E., MATSUMOTO, K., MAZINE, F., PROENÇA, C., SOARES-SILVA, L., WILSON, P. & NIC LUGHADHA, E. 2014. Myrtaceae. In: *World Checklist of Myrtaceae*. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://apps.kew.org/wcsp/2014>.

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

GUPTA, A; AVCI, P; DAI, T; HUANG, Y.Y; HAMBLIN, M.R. Ultraviolet radiation in wound care: Sterilization and stimulation. *Adv Wound Care (New Rochelle)*. 2013, 2(8):422–437.

HEINRICH, M.; BARNES, J.; GIBBONS, S.; WILLIAMSON, E. M. *Fundamentals of Pharmacognosy & Phytotherapy*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2004. 320 p.

HENDERSON, A.; GALEANO, G. & BERNAL, R. 1995. *Field guide to the palms of the Americas*. Princeton University Press, New Jersey. 363p.

HIANE, P. A.; RAMOS FILHO, M. M.; RAMOS, M. I. L.; MACEDO, M. L. R. *Bocaiúva, Acrocomia aculeate (Jacq.) Lodd., pulp and kernel oils: characterization and fatty acid composition*. Brazilian Journal of Food Technology. v. 8, p. 256-259, 2005.

HUANG, C. L. e SUMPIO, B. E. (2008). Olive oil, the Mediterranean diet and cardiovascular health. *Journal of the American College of Surgeons*, 207, 407–416.

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* 2011, 86, 362.

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, 2008.

ISAAC, V. L. B; CEFALI L. C; CHIARI, B. G; OLIVEIRA, C. C. L. G; SALGADO H. R. N; CORRÊA, M. A. “Protocolo para ensaios físico-químicos de estabilidade de fitocosméticos” *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, vol. 29, no. 1, pp. 81–96, 2008.

ISAAC, V. L. B.; UCHIYAMA, C. L. Influência da combinação de tensoativos associada a agentes espessantes na viscosidade de xampus. In: *Jornada Farmacêutica da UNESP*, 45. 1998. Araraquara, SP. 1998. p.11.

JAFARI, M., KADIVAR, M., & KERAMAT, J. (2009). Detection of adulteration in Iranian olive oils using instrumental (GC, NMR, DSC) methods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86(2), 103–110.

KAPLAN DL, MOLONEY SJ, PINNELL SR. A new stabilized ascorbic acid solution: Percutaneous absorption and effect on relative collagen synthesis. *J. cutaneous aging & cosmetic dermatol.* 1988; 1(2): 115-121.

KARAK, N. Vegetable oils and their derivatives. In: *Vegetable Oil- Based Polymers*. Woodhead Publishing Limited, 2012, p. 54–95.

KHURY, E; BORGES, E. Protetores Solares. *Especial Dermatologia e Cosmiatria*, v. 68, 2011.

KIM, Y. H.; YANG, H. E.; PARK, B. K.; HEO, M. Y.; JO, B. K.; KIM, H. P. The extract of the flowers of *Prunus persica*, a new cosmetic ingredient, protects against solar ultraviolet-induced skin damage in vivo. *Journal of Cosmetic Science*, v.53, n.1, p.27- 34, 2002.

KOWALKI, B. Determination of oxidative stability of edible vegetable oil by pressure differential scanning calorimetry. *Thermochimica Acta*, Amsterdam, V. 250, n. 1, p. 197-205. 1995.

KRICHENE, D.; ALLALOUT, A.; MANCEBO-CAMPOS, V.; SALVADOR, M. D.; ZARROUK, M.; FREGAPANE, G. Stability of virgin olive oil and behavior of its natural antioxidants under medium temperature accelerated storage conditions. *Food Chemistry*. London, v. 121, n. 1, p.171-177, 2010.

KUMAR, S. Exploratory analysis of global cosmetic industry: major players, technology and market trends. *Technovation*, n. 25, 2005, pp. 1263–1272.

LEAL, L. B, SOUSA, G. D, SEIXAS, K. B, SOUZA, P. H. N. D, SANTANA, D. P. D. Determination of the critical hydrophile-lipophile balance of licuri oil from *Syagrus coronata*: Application for topical emulsions and evaluation of its hydrating function. *Braz. J. Pharm. Sci.* 49:167-173, 2013.

LEITMAN, P.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; MARTINS, R.C. Arecaceae, in *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB34035>). 2013.

LEONARDI, G. Estudo da variação do pH da pele humana exposta à formulação cosmética acrescida ou não das vitaminas A, E ou de ceramida, por metodologia não invasiva. *Anais Brasileiros Dermatologia*, v.5. p. 77, 2002.

LEROI-GOURHAN, A. 1975. The flowers found with Shandiar IV: a Neanderthal burial in Iraq. *Science*, 190, 562–4.

LIMA, N. E., CARVALHO, A. A., MEEROW, A. W. & MANFRIN, M. H. A review of the palm genus *Acrocomia*: Neotropical green gold. *Org. Divers. Evol.* 18, 151–161, 2018.

LIN, S. W., e HUEY, S. M. (2009). High oleic enhancement of palm olein via enzymatic interesterification. *Journal of Oil Science*, 58, 549-555.

LODÉN, M. Interactions between the stratum corneum and topically applied products: regulatory, instrumental and formulation issues with focus on moisturizers. *British Journal of Dermatology*, v. 171, s.3, p. 38-44, 2014.

LODÉN, M. The clinical benefit of moisturizers. *European Academy of Dermatology and Venerology*. v. 19, n. 6, p. 672-688, 2005.

LORENZI, H.; NOBLICK, L.R.; KAHN, F. & FERREIRA, E. *Flora brasileira: Arecaceae (Palmeiras)*. Instituto Plantarum, Nova Odessa. 382p. 2010.

LORENZI, G. M. A. C. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart. – Arecaceae: bases para o extrativismo sustentável. 2006. 166f. [Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Agronomia], Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M. de; MEDEIROS-COSTA, J.T. de; CERQUEIRA, L.S.C. de; von BEHR, N. *Palmeiras no Brasil: Nativas e exótica*. Nova Odessa: Plantarum, 1996. 303 p.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP: Plantarum, 1992.

LUPO, M. P. Antioxidants and Vitamins in Cosmetics. *Clinics in Dermatology* v. 19, p. 467–473, 2001.

MACHADO, J.K. F. B.; MARÇAL, A.L.; LIMA, O.J.; CIUFFI, K.J.; NASSAR, E.J.; CALEFI, P.S. Materiais híbridos orgânico-inorgânicos (ormosil) obtidos por sol-gel com potencial uso como filtro solar. *Química Nova*, v. 34, n.6, p. 945-949, mar. 2011.

MACHADO, G. C.; CHAVES, J. B. P; ANTONIASSI, R. 2006. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. *Revista Ceres*, v. 53, n. 308, p. 463- 470.

MAIA, E. L., & RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. (1993). Avaliação de um método simples e econômico para a metilação de ácidos graxos com lipídios de diversas espécies de peixes. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 53(1-2), 27-35.

MAIA, G.N. Caatinga árvores e arbustos e suas utilidades. 1ª Ed. *Leitura & Arte*, p. 19-31, 2004.

MANRAL, M., PANDEY, M. C., JAYATHILAKAN, K., RADHAKRISHNA, K., & BAWA, A. S. (2008). Effect of fish (*Catla catla*) frying on the quality characteristics of sunflower oil. *Food Chemistry*, 106(2), 634–639.

MANSUR, J. S.; BREDER, M. N. R.; MANSUR, M. C. A.; AZULAY, R. D. Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. *An. Bras. Dermatol.*, Rio de Janeiro, v. 61, p. 121-124, 1986.

MARCO, G.J. A rapid method for evaluation of antioxidants. *Journal of American Oil Chemical Society*, v.45, p. 594-598, 1968.

MARIONNET, C.; TRICAUD, C.; BERNERD, F. Exposure to non-extreme solar UV daylight: Spectral characterization, effects on skin and photoprotection. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 16, p. 68-90, 2015

MATOS, P. R. R; ANDRADE, C. K. Z; RODRIGUES, J. D. O; SALES, M. J. A; ALMEIDA, A de S; POLITI, J. R. dos S. Thermostability and physicochemical properties of two macauba oils and their derivatives related to their use as a lubricant base. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* (2018) 132: 293. <https://doi.org/10.1007/s10973-017-6877-0>

MATTIETTO, R.A.; LOPES, A.S.; MENEZES, H.C. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* L.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 13, n. 3, p. 156-164, 2010.

MCCLEMENETS, D. J., & DECKER, E. A. (2007). Lipids. In Srinivasan Damodaran, Kirk L. Parkin, & Owen R. Fennema (Eds.), *Fenema's food chemistry* (4th ed., pp. 155–216). CRS Press.

MELO, M. A. M. F., MELO, M. A. R.; PONTES, A. S. G. C.; FARIAS, A. F. F.; DANTAS, M. B.; CALIXTO, C. D.; SOUZA, A. G.; CARVALHO FILHO, J. R. Non-conventional oils for biodiesel production: a study of thermal and oxidative stability. *J Therm Anal Calorim.* (2014) 117: 845.

MILESI, S. S.; GUTERRES, S. S. Fatores determinantes da eficácia de fotoprotetores. *Caderno de Farmácia*, v. 18, n. 2, p. 81-87, out. 2002.

MIRANDA, I.P.A.; RABELO, A.; BUENO, C. R.; BARBOSA, E. M.; RIBEIRO, M. N. S. Frutos de Palmeiras da Amazônia. Manaus: MCT INPA, 2001. p. 7-10.

MISHRA, K.; OJHA, H.; CHAUDHURY, N.K. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. *Food Chemistry*, v. 130, p. 1036-1043, 2012.

MISHRA, A. K. et al. Assessment of in vitro Sun protection factor of *Calendula Officinalis* L. (Asrereaceae) essential oil formulation. *Journal Young Pharmacist*, v. 4, p. 17-21, 2012.

MISHRA, A. K; MISHRA, A; CHATTOPADHYAY, P. Herbal cosmeceuticals for photo protection from Ultraviolet B radiation: A review. *Trop J Pharm Res.* 2011; 10:351–360.

MISSOURI BOTANICAL GARDEN. 2009. *Acrocomia aculeata*. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/treat/acoelorrapphe.shtml>. Acesso em: 16 fev. 2018.

MONFERRER AND VILLALTA, La fritura desde un punto de vista práctico (I). *Alimentación, Equipos y Tecnología*, 21(3): 85-90, 1993.

MONTEZANO, Z. F.; CORAZZA, E. J.; MURAOKA, T. Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada e manejada homoganeamente. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, n.5, p.839-847, 2006.

MORAIS, G.G. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade de emulsões com cristais líquidos acrescido de xantina para tratamento da lipodistrofia ginóide (celulite). p. 153, 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências farmacêuticas) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MOREIRA, M., M; PAYRET ARRÚA, A; ANTUNES, T; FIUZA, B; COSTA, P; WEIRICH NETO; S. ANTUNES. Characterization of *Syagrus romanzoffiana* oil aiming at biodiesel production. *Industrial Crops and Products*, 48: 57-60. 2013.

MORETTO, E.; FETT, R. Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos. São Paulo: Varela, 1998.

MUNDSTOCK, M. H.; FRASSON, A. N. Z. Avaliação da estabilidade físico– química de bloqueadores solares FPS 30. *Contexto & Saúde*, v. 5, n. 8, p. 57-66, out. 2005.

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

NASCIMENTO, C. S.; NUNES, L. C. C.; LIMA, Á. A. N. de; GRANGEIRO J, S.; ROLIM NETO, P. J. Incremento do FPS em formulação de protetor solar utilizando extratos de própolis verde e vermelha. *Revista Brasileira de Farmácia*, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p.334-339, 2009.

NASCIMENTO, R.J.S.; COURI, S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S.P. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.30, n.2, p. 498-502, 2008.

NAVARRO-DÍAZ, H. J. et al. Macauba oil as an alternative feedstock for biodiesel: Characterization and ester conversion by the supercritical method. *The Journal of Supercritical Fluids*, v. 93, p. 130–137, set. 2014.

NELSON, D. L., & COX, M. M. (2011). *Princípios de bioquímica de Lehninger*. (5 ed.). São Paulo: Sarvier.

NETO, J. R. L., UCHÔA, A. D. A., MOURA, P. A., FILHO, C. M. B., TENÓRIO, J. C. G., DA SILVA, A. G., XIMENES, R. M., DA SILVA, M. V., e CORREIA, M. T. S. Phytochemical screening, total phenolic content and antioxidant activity of some plants from Brazilian flora. *Journal of Medicinal Plants Research*, 10 (27), 409-416, 2016.

NEVES, K. Beleza Ecologicamente Correta. São Paulo: *Cosmetics & Toiletries* 22(1) 22-32, 2010, pág. 22.

NISHKAWA, D. O. Desenvolvimento, avaliação da eficácia e estabilidade de formulações protetoras bioativas. 2012. 91 f. Dissertação (Mestrado em Farmácia) – Faculdade de Ciências farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

OBERLEY, T.D. (2002). Oxidative damage and cancer, *American Journal of Pathology*, 160, 403-408.

OLIVEIRA-JÚNIOR, R.G; ARAÚJO, C.S; SANTANA, C.R.R; SOUZA, G.R; LIMA-SARAIVA, S.R.G; GUIMARÃES, A.L; OLIVEIRA, A.P; SIQUEIRA-FILHO, J.A; PACHECO, A.G.M; ALMEIDA, J.R.G.S. Phytochemical screening, antioxidant and antibacterial activity of extracts from the flowers of *Neoglaziovia variegata* (Bromeliaceae). *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, v. 4, n. 10, p. 4489-4494, 2017.

OLIVEIRA, J. R. S. Caracterização de extratos de Cajá-manga (*Spondias dulcis* Parkinson) potencialmente ativos e seguros para obtenção de fitocosmético antioxidante. 2011, 182p. Dissertação (mestrado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas), Universidade Estadual Paulista Araraquara. 2011.

OLIVEIRA, R. C.; BARROS, S. T. D.; ROSSI, R. M. Aplicação da metodologia Bayesiana para o estudo reológico da polpa de uva. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. Campina Grande, 2009. 8 p.

OLIVEIRA, L.M. Benefícios Comprovados de Óleos Brasileiros. *Cosmetic Toiletries*. (edição em português), v.15, n.5, p.50-55, 2003.

PARK, K. J.; LEITE, J. T. C. Reologia. <ftp://ftp.agr.unicamp.br/pub/disciplinas/fa-20/>. Reologia. UNICAMP. Acesso em agosto de 2017.

PETROVA, A., DAVIDS, L.M., RAUTENBACH, F., MARNEWICK, J.L. (2011). Photoprotection by honeybush extracts, hesperidin and mangiferin against UVB-induced skin damage in SKH 1 mice. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 103, 126-139.

PIANOVISK, A R.; et al. Uso do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) em emulsões cosméticas: desenvolvimento e avaliação da estabilidade física. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol. 44, n. 2, abr./jun., 2008.

PIMENTEL, L.D.; MANFIO, C.E.; MOTOIKE, S.Y.; PAES, J.M.V.; BRUCKNER, C.H. Coeficientes técnicos e custos de produção do cultivo da macaúba. *Informe Agropecuário*, v.32, n.265, p.61-69, 2011.

PINHO, J.J.R.G.; FREITAS, T.S.; PINHO, D.J.M.R.; ALVES, M.S.; SOUSA, O.V. Determinação do fator de proteção solar (in vitro) de produtos magistrais na forma de gel. Avaliação dos aspectos sensoriais e físico-químicos. *HU Revista*, v. 40, n. 1/2, 2014

POHLMANN, A. R.; DA SILVEIRA, N. P. *Química Nova* 2008, p. 1856.

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

PRIETO, P.; PINEDA, M.; AGUILAR, M.; Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E 1. *Anal. Biochem.* San Diego, v. 269, p. 337-341, 1999.

PROKSCH, E.; BRANDNER, J. M.; JENSEN, J. M. The Skin: an indispensable barrier. *Experimental Dermatology*, v. 17, n. 12, p. 1063-1072, 2008.

PRYOR, W.A. *Free Rad. Biol. Med.*, 3, 189-213, 1987.

PUVABANDITSIN P, VONGTONGSRI R. Efficacy of Aloe vera cream in prevention and treatment of sunburn and suntan. *J. Med. Assoc. Thai.*, 2005; 88(4): S173-176.

QUENCA-GUILLEN, J.S. et al. O Brasil está na moda. São Paulo: *Cosmetics & Toiletries* 19(4): 68-72, 2007, pág. 68.

RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M.; HIANE, P. A.; BRAGA NETO, J. A.; SIQUEIRA, E. M. A. Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. *Ciência e Tecnologia de Alimentos.*, v. 28, p. 90-94, 2008.

RANCAN, F.; ROSAN, S.; BOEHM, K.; FERNANDEZ, E.; HIDALGO, M. E.; QUIHOT, W.; RUBIO, C.; BOEHM, F.; PIAZENA, H.; OLTMANN, U. 2002. Protection against UVB irradiation by natural filters extracted from lichens. *Journal of Photochemistry and Photobiology B* 68: 133-139.

RAWLINGS, A. V.; CANESTRATI, D. A.; DOBKOWSKI, B. Moisturizer technology versus clinical performance. *Dermatologic Therapy*, v. 17, s. 1, p. 49-56, 2004.

RAWLINGS, A. V.; HARDING, C. R. Moisturization and skin barrier function. *Dermatologic Therapy*, v. 17, suppl. 1, p. 43-48, 2004.

REBELLO, Tereza. Guia de produtos cosméticos. São Paulo: Senac, 2011.

REDA, S. Y. Estudo Comparativo de Óleos Vegetais Submetidos a Estresse Térmico. [Dissertação de mestrado -Avaliação tecnológica de matérias primas]. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2004.153p.

RETTORE, R.P.; MARTINS, H. Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais: estudo das oleaginosas nativas de Minas Gerais. Projeto CETEC – CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Belo Horizonte – MG, 1983.

REUTER J, MERFORT, I., SCHEMPP CM. Botanicals in dermatology: an evidence-based review. *Am J Clin Dermatol*. 2010;11(4):247-67

RIBEIRO, C. Cosmetologia Aplicada a dermoestética. 2. ed. São Paulo: Pharmabooks, 2010.

RIBEIRO, C. 2009. Cosmético: orgânico, com matérias-primas orgânicas e natural. Disponível em:< http://www.ibd.com.br/downloads/COS_NAT_ORG-%20NORMASIBD-CLAUDIORIB.pdf>. Acesso em 21 out. 2016.

RIBEIRO, C. Fotoproteção e fotoprotetores. Cosmetologia aplicada à Dermoestética. São Paulo: Pharmabooks, cap. 6, p. 77-115, 2006.

RIBEIRO, R. P.; SANTOS, V. M.; MEDEIROS, E. C.; SILVA, V. A.; VOLPATO, N. M.; GARCIA, S. Avaliação do fator de proteção solar (FPS) in vitro de produtos comerciais e em fase de desenvolvimento. *Infarma*, v. 16, p. 86-88, mar. 2004.

ROSCOE, R.; RICHETTI, A.; MARANHO, E. Análise de viabilidade técnica de oleaginosas para produção de biodiesel em Mato Grosso do Sul. *Revista Política Agrícola*, 16, 48-59. 2007.

RUIVO, J.S.P. Fito cosmética: Aplicação de extratos vegetais em cosmética e dermatologia. Porto: Universidade Fernando Pessoa, 2012. 96 p.

SANCTIS, D. S. Emulsões para uso externo. *Revista Racine*, São Paulo, n. 53, p. 53 – 62, nov./dez. 1999.

SANDES, A. R. R.; DI BLASI, G. Biodiversidade e diversidade química e genética. *Biotechnologia*, n. 13, p. 28- 32, 2000.

SANT’ANA, P. J. P. e ASSAD, A. L. O Contexto brasileiro para a bioprospecção: a competência científico tecnológica brasileira, *Biotechnologia*, n. 29, p. 32-37, 2001.

SAYRE, R. M; AGIN, P. P; LEEVEE, G. J; MARLOWE, E. (1979) *Photochem. & Photob.* 29: 559-565.

SCHALKA, S.; REIS, V.M.S. Fator de proteção solar: significado e controvérsias. *An Bras Dermatol*; v. 86, 2011.

SEILLER, M.; MARTINI, M.C. D'etermination du type del'emulsion. In: SEILLER, M.; MARTINI, M.C. (Ed.). *Formes pharmaceutiques pour application locale*. Paris: Lavoisier, Tec et Doc, 1999. p. 140-141.

SEGURA-CAMPOS, M. R., CIAU-SOLÍS, N., ROSADO-RUBIO, G., CHEL-GUERRERO, L., & BETANCUR-ANCONA, D. (2014). Physicochemical characterization of chia (*Salvia hispanica*) seed oil from Yucatán, México. *Agricultural Sciences*, 5(3), 220–226.

SHIMAICHEL, G.L.e RESENDE, J.T.V. 2006. A importância da certificação de produtos orgânicos no mercado internacional. *Revista Eletrônica Lato Sensu 2*: 1-16.

SILVA, RAQUEL B.; SILVA-JÚNIOR, EDVALDO V.; RODRIGUES, LAÍS C.; ANDRADE, LAISE H.C.; SILVA, SUZENE I. DA; HARAND, WOLFGANG; OLIVEIRA, ANTONIO F.M. A comparative study of nutritional composition and potential use of some underutilized tropical fruits of *Arecaceae*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 87, p. 1701-1709, 2015.

SILVA, A.G. Antimicrobial activity of medicinal plants of the Caatinga (semi-arid) vegetation of NE Brazil. *Curr. Top. Phytochem.*, v.11, p.81-94, 2012

SILVA, G. C. R.; CAÑO ANDRADE, M. H. Development and simulation of a new oil extraction process from fruit of macauba palm tree. *Journal of Food Process Engineering*. v. x, p. 1-12, 2011.

SILVA, L; PINTO, J.; CARROLA, J.; PAIVA-MARTINS, F. Oxidative stability of oil after food processing and comparison with other vegetable oils. *Food Chemistry*. London, v. 121, n. 4, p. 1177-1187, 2010.

SILVA, M. R., LACERDA, D. B. C. L., SANTOS, G. G. & MARTINS, D. M. DE O. Caracterização química de frutos nativos do Cerrado. *Ciência Rural*. 38, 1790-1793. 2008.

SILVA, C.R. Bioativos Tropicais com Eficácia Comprovada. *Cosmetic and Toiletries*. (Edição em português), v.14, n.1, p.42-46, 2002.

SILVA, M. V. Determinação do EHL crítico de óleo de babaçu, avaliação da função hidratante e aplicação em emulsões tópicas como novo adjuvante lipofílico. [Dissertação de Mestrado] – Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 1997.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. *Farmacognosia, da planta ao medicamento*. Porto Alegre: editora UFRGS, 2007. 1104p.

SOUZA, F. P. et al. Determinação da atividade fotoprotetora e antioxidante em emulsões contendo extrato de *Malpighia glabra* L. – Acerola. *Revista Ciências Farmacêuticas Básica Aplicada*, v.13, n. 1, p. 69-77, 2013.

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, 2005.

SPELLMEIER, Fernanda. Estudo comparativo entre dois métodos de produção de bases emulsionadas através da estabilidade acelerada. 2005. 98 f. Monografia (Graduação) – Curso de Farmácia, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, nov. 2005.

STARY A, et al. Deleterious effects of ultravioleta. A radiation in human cells, Mutation Research. 1997; 383;1-8.

STEFFE, J.F. 1996. Rheological Methods in Food Process Engineering, second edition (second printing). Freeman Press, East Lansing, MI, USA.

TACHIZAWA, T. Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa. 4 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2006. 427 p.

TIMILSENA Y. P., VONGSVIVUT J., ADHIKARI R., ADHIKARI B. Physicochemical and thermal characteristics of Australian chia seed oil. Food Chemistry. 228:394–402. 2017.

TOFETTI, M.H.F.C.; OLIVEIRA, V.R. A importância do uso do filtro solar na prevenção do fotoenvelhecimento e do câncer de pele. Rev. Cient. Univ. Franca, v. 6, n. 1, 2006.

TRENTIN, D. S., GIORDANI, R. B., ZIMMER, K. R., SILVA, A. G., SILVA, M. V., CORREIA, M. T. S., BAUMVOL, I. J. R., MACEDO, A. J. Potential of medicinal plants from the Brazilian semi-arid region (Caatinga) against *Staphylococcus epidermidis* planktonic and biofilm lifestyles. Journal of Ethnopharmacology, v. 137, p. 327-335, 2011.

USDA (United States Department of Agriculture) (2008). USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 20. Nutrient Data Laboratory. Available at: <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata> (acessado em outubro 2017).

VALFRÉ, H. Fitocosmética. Cosmetic and Toiletries. (Edição em português), v.2, p.9-14, set/out, 1990.

VANZIN, S.B; CAMARGO, C.P. Entendendo cosmeceuticos: diagnósticos e tratamentos. 1ª ed. São Paulo: Livraria Santos Editora, 2008. p. 151-241.

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. Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, v. 32, n. 1, p. 27-34, 2011.

VELASCO, M.V.R. et al. Associação da Rutina com p-Metoxicinamato de Octila e Benzofenona-3: Avaliação In vitro da Eficácia Fotoprotetora por Espectrofotometria de Refletância. Latin American Journal of Pharmacy v. 27, n.1, p. 23-27, 2008.

VELASCO, L., ROJAS-BARROS, P., & FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, J. M. (2005). Fatty acid and tocopherol accumulation in the seeds of a high oleic acid castor mutant. Industrial Crops and Products, 22, 201–206.

VELASCO de PAOLA, M. V. R. 2001. Princípios de formulação de protetores solares. *Cosmetic and Toiletries* 13: 74-82.

VIANNA, S. A; BERTON, L. H. C; POTT, A; GUERREIRO, S. M. C; COLOMBO, C. A. Biometric Characterization of Fruits and Morphoanatomy of the Mesocarp of *Acrocomia* Species (*Arecaceae*). *Int J Biol.* 2017;9(3):78-92.

WIJNGAARD, H. et al. Techniques to extract bioactive compounds from food by-products of plant origin. *Food Research International*, v. 46, n. 2, p. 505–513, 2012.

WOISKY, R.G.; SALATINO, A. Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. *Journal of Apicultural Research*, v. 37, n.2, p. 99-105, 1998.

YAHIA, E. M. The Contribution of Fruit and Vegetable Consumption to Human Health. In: ROSA, L.A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZ-AGUILARA; G.A. *Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability*. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2010. p. 3-51.