

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MORFOLÓGICA DE NANOESTRUTURAS CONTENDO EXTRATO ETANÓLICO DE FOLHAS DE ESPÉCIE VEGETAL SYZYGIUM MALACCENSE (L.) MERR. & L. M. PERRY COM FINALIDADE FOTOPROTETORA

Ingrid Izabel Correa Meira (IC) e Marcelo Guimarães (Orientador)

Apoio: PIVIC Mackenzie

RESUMO

A radiação solar é toda a radiação eletromagnética provenientes do sol que atinge a superfície terrestre. Os principais raios solares que causam o malefício à saúde são os raios U.V.A e U.V.B, que podem acarretar eritemas, danos celulares, entre outros malefícios. Devido a esses fatos, houve um aumento da procura de protetores solares, por parte da população e aumento da procura no mercado os produtos à base de componentes naturais, sendo também muito utilizada nas indústrias a nanotecnologia, que acaba trazendo maior estabilidade para o produto. Dessa forma, além de determinar a capacidade de fotoproteção do extrato da planta *Syzygium malaccense*, através do FPS calculado pelo método de Mansur, o principal objetivo desse trabalho foi sintetizar uma nanopartícula polimérica com a extrato das folhas de *Syzygium malaccense*, utilizando o n-butil-cianocrilato (PBCA) e realizar as seguintes análises morfológicas e físico-química: Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Termogravimetria, Análise Térmica Diferencial (DTA) e Espectroscopia de absorção no Infravermelho (IRS). Pelos resultados encontrados foi determinado um FPS do extrato de *Syzygium malaccense* de 4,5, que não se enquadra nos requisitos mínimos exigidos pela ANVISA. Nas análises morfológicas e físico-química da nanoestrutura, os resultados sugerem que a nanoestrutura sofre uma reação endotérmica quando submetida a uma alta temperatura, além de ter uma maior perda de massa quando comparado ao extrato. Pode-se concluir que houve sugestões de presença de nanopartícula com extrato de *Syzygium malaccense*, porém são necessários mais testes para afirmar a presença ou não da nanoestrutura.

Palavras-chave: *Syzygium malaccense*. Fotoproteção. Nanopartícula Polimérica.

ABSTRACT

Solar radiation is all electromagnetic radiation from the sun that reaches the earth's surface. The main sun rays that cause harm to health are the UVA and UVB rays, which can cause erythema, cell damage, among other harmful effects. Due to these facts, there was an increase in demand for sunscreens by the population and an increase in market demand for products based on natural components. Nanotechnology is also widely used in industries, which ends up bringing greater stability to the product. Thus, in addition to determining the photoprotection capacity of the *Syzygium malaccense* plant extract, using the SPF calculated by the Mansur method, the main objective of this work was to synthesize a polymeric nanoparticle with the extract from the leaves of *Syzygium malaccense*, using n-butyl -cyanoacrylate (PBCA) and perform the following morphological and physical-chemical analyses: Scanning Electron Microscopy (SEM), Thermogravimetry, Differential Thermal Analysis (DTA) and Infrared Absorption Spectroscopy (IRS). From the results found, an SPF of the *Syzygium malaccense* extract of 4.5 was determined, which does not meet the minimum requirements demanded by ANVISA. In the morphological and physicochemical analyzes of the nanostructure, the results suggest that the nanostructure undergoes an endothermic reaction when subjected to a high temperature, in addition to having a greater mass loss when compared to the extract. It can be concluded that there were suggestions for the presence of nanoparticle with *Syzygium malaccense* extract, but more tests are needed to confirm the presence or not of the nanostructure.

Keywords: *Syzygium malaccense*. Photoprotection. Polymeric Nanoparticle.

1. INTRODUÇÃO

A radiação solar é toda a radiação eletromagnética que se origina do sol e atinge a superfície terrestre, realizando processos biológicos, químicos e físicos (QUERINO, 2011). Com observado nas últimas duas décadas, a tendência global está focada nas mudanças climáticas. Dentro dessas pautas está na redução da camada de ozônio e o surgimento do fenômeno do buraco de ozônio antártico, a qual tem a importante finalidade de ser o filtro solar natural que absorve os raios ultravioletas (KIRCHHOFF et al, 2000).

Entretanto, como foi comprovado em estudos que a radiação solar pode trazer malefícios a pele, como câncer de pele, a população começou a buscar protetores solares (MATOS, 2014). Na produção de protetores solares, o que se tem utilizado é a nanotecnologia, por possuírem propriedades que protegem ativos, trazendo uma maior segurança, qualidade para os consumidores (AUGUSTO, 2019).

De acordo com Mendonça (2018) há uma tendência por busca, por parte dos consumidores, de produtos naturais ou à base de componentes naturais. As razões por trás disso é que há uma certa preocupação com a proteção à natureza, ao combate de testes em animais e incentivos de moda sem a utilização de tantos artifícios.

A planta *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry, também denominada como Jambo Vermelho, é pertencido da família Myrtaceae, que possuem mais de 300 espécies de árvores e arbustos distribuídos pelo Brasil, é uma planta originária da Índia e Malásia, mas no Brasil é encontrada no Norte, Nordeste e nas regiões quentes do Sudeste. Pertencente ao gênero *Syzygium* com aproximadamente 500 espécies de árvores e arbustos distribuídos no Brasil. Possui propriedades de proteção contra a radiação solar através da presença de flavonoides em sua constituição, que foram evidenciados pelo trabalho da Porcaro (2016), apresentando FPS igual a 6,6 numa concentração de extrato igual a 0,015 mg/ml (GILBBERT; BERTIN; KRYGUER, 2017; MELO; et. al., 2009).

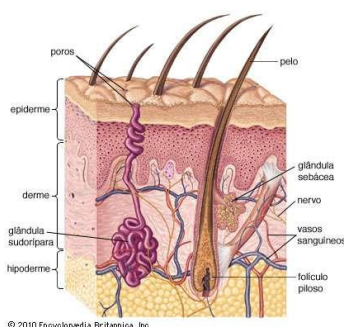
Muitos compostos naturais são instáveis, tornando-os susceptíveis a reações que levam à diminuição ou perda de sua eficácia do produto. Uma alternativa para evitar essa perda de estabilidade é o encapsulamento do composto natural, utilizando a Nanotecnologia (DAUDT et al, 2013).

Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi sintetizar nanopartículas poliméricas contendo o extrato etanólico de folhas da planta *Syzygium malaccense*, bem como realizar a caracterização físico-química e morfológica da nanoestrutura formada (CODEVILLA, 2015; ALVEZ, 2006).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A pele é uma membrana de camada dupla que envolve toda a superfície exterior do corpo. Sua função é isolar as estruturas internas do ambiente externo. A pele é dividida em três camadas: a epiderme, derme e hipoderme (figura 1) (HARRIS, 2016; MATOS, 2014).

Figura 1 - Representação da pele humana com as camadas da pele: epiderme, derme e hipoderme

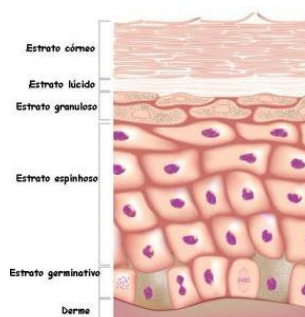


Fonte: BRITANNICA ESCOLA ([20-?]).

A epiderme é a camada externa da pele, cuja função é ser a barreira protetora contra o ambiente externo, impedindo a perda de água, eletrólitos, nutrientes e impedir a entrada de microrganismos. É uma camada avascular, seus nutrientes são fornecidos pela derme através da permeação de capilares (HARRIS, 2016).

A epiderme é subdividida em subcamadas: estrato córneo, estrato granuloso, estrato espinhoso e estrato basal (figura 2). Essas camadas representam o estado de maturação dos queratinócitos, que conforme passem pelo processo de maturação, as células passam de uma camada a outra, geralmente em torno de 59 a 75 dias (HARRIS, 2016).

Figura 2: Representação da epiderme com os subtipos da epiderme



Fonte: SANTOS ([20-?]).

A derme, camada seguinte à epiderme, é formado por tecidos conjuntivos fibroso de elastina e colágeno. Possui a função de fornecer firmeza e elasticidade da pele. É uma camada altamente vascularizada, que provém nutrientes para epiderme. A derme é subdividida em subcamadas: a derme reticular e derme capilar (HARRIS, 2016).

A hipoderme é constituída por tecido adiposo, cujas funções são: regulamentar a temperatura, termo isolamento, provê energia, proteção e depósito nutricional (HARRIS, 2016).

A radiação solar pode trazer alguns benefícios para a pele como por exemplo: como a função de estimular o organismo humano a produzir melanina e vitamina D. Porém, pode causar malefícios para a pele. (HARRIS, 2016).

Na radiação solar encontramos diferentes tipos de ondas eletromagnéticas, provenientes do sol, sendo que cada tipo traz diferentes reações na pele (HARRIS, 2016). No intervalo comprimento de onda entre 400 à 800 nm, encontra-se a luz visível que nos permite ter visão. No intervalo entre 800 à 1700 nm, há os raios infravermelhos que acarretam calor, queimaduras e, à longo prazo, podem causar danos celulares (HARRIS, 2016).

Entre 100 à 280 nm encontra-se a radiação U.V.C que é absorvida na camada de ozônio, mas que é considerada a radiação mais danosa (MATOS, 2014).

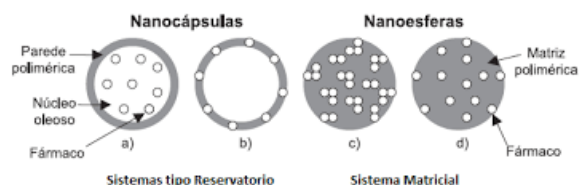
Os raios U.V.B são encontrados entre 280 à 315 nm, atingem 10% da superfície terrestre, ficando mais intensas durante o verão entre 10 a 16 horas. Esses raios atingem a epiderme, causando a inibição da síntese de DNA, RNA e proteínas, inibe a mitose, é mutagênico e causa eritema tardio. A longo prazo podem estimular câncer de pele não melanômico e elastose solar (HARRIS, 2016; MATOS, 2014).

Os raios U.V.A são encontrados entre 315 à 400 nm, atingem a superfície terrestre, e atingem a derme, causando um eritema imediato, bronzeamento, envelhecimento cutâneo, elastose solar e podem induzir ao câncer de pele (HARRIS, 2016; MATOS, 2014).

Os protetores solares são cosméticos que buscam minimizar os efeitos da radiação solar. Existem dois tipos: os químicos e os físicos. Os físicos são fotoprotetores que refletem a radiação solar, enquanto que os químicos absorvem a radiação solar, tornando-a menos energética e danosa (MATOS, 2014).

A nanotecnologia trata de uma tecnologia que reduz as partículas e/ ou os materiais em tamanhos reduzidos na ordem de nanômetros (Figura 3). Como vantagens na utilização dessa tecnologia é possível citar: auxílio na solubilidade, estabilidade, melhora permeação e/ ou absorção, entre outras (MATOS, 2014; DRAELO, 2009; CODEVILLA, 2015).

Figura 3: Representação esquemática de nanocápsulas e nanoesferas poliméricas: 1) Nanocápsula com fármaco dissolvido no seu núcleo; 2) Nanocápsula com o fármaco adsorvido na membrana polimérica; 3) Nanoesfera com fármaco retido na sua matriz polimérica; 4) Nanoesfera com fármaco adsorvido ou disperso na matriz polimérica



Fonte: FARIA (2009).

O *Syzygium malaccense*, também denominado como Jambo Vermelho, é uma planta de origem indiana, e que é cultivada no Brasil, nas regiões do nordeste, sudeste e sul, devido esses lugares serem úmidos e que possuem sombras, o que favorece o seu cultivo (GILBERT; BERTIN; KRYGER, 2017).

Essa planta (figura 4) apresenta-se na forma de uma árvore, medindo cerca de 15 metros, com folhas grandes e tronco reto. As frutas possuem tamanhos parecidos com maçãs, peras e pêssegos, são avermelhadas, suas sementes estão diretamente relacionadas com o tamanho, possui de 2 a 3 centímetros de diâmetros, com cor marrom (GILBERT; BERTIN; KRYGER, 2017; MELO, 2009; ALMEIDA; et al., 2008).

Figura 4 – Representação das árvores, flores, frutas da espécie *Syzygium malaccense*



Fonte: Moraes ([20-?])

Suas folhas medem cerca de 20 a 22 centímetros, com 6 a 9 centímetros de largura, verde escura brilhante na parte superior, enquanto na parte inferior é verde opaca (ALMEIDA; et. al., 2008).

As folhas possuem os seguintes bioativos: terpenos, flavonoides, esteroides, açúcares redutores proantocioninas, ácidos gálicos e taninos hidrolisáveis (FREITAS; et. al.; 2019; MELO; el. al., 2009).

Os flavonoides, presentes nas folhas, possuem em sua estrutura dois anéis aromáticos, unidos por um heterocíclico oxigenado. Tendo uma de suas funções a proteção contra incidência de raios U.V (GILBERT; BERTIN; KRYGER, 2017).

3. METODOLOGIA

A maior parte deste trabalho foi realizado no Laboratório Semi-Indústrial do Curso de Farmácia da Universidade Presbiteriana Mackenzie do campo Higienópolis, localizada no 1º andar do prédio Adamantino Vassão.

3.1 Coleta das folhas de *Syzygium malaccense*

A espécie vegetal *Syzygium malaccense* cresce em ambientes tropicais e subtropicais úmidos. Geralmente, podem ser encontradas em áreas que estão localizadas ao nível do mar ou até 600 metros de altitude (WHISTLER; ELEVITCH, 2006). No Brasil, a planta pode ser encontrada na região nordeste e no litoral sudeste, regiões de muito calor (MELO et al, 2009). Para a pesquisa, as amostras de folhas da árvore da *Syzygium malaccense* foram coletadas no litoral do estado de São Paulo, mais especificamente na Riviera de São Lourenço (Bertioga), no período de junho de 2019. Após a coleta, as folhas foram secadas em uma estufa a 40° C por 4 dias, sendo trituradas com o auxílio de um liquidificador e armazenada em temperatura ambiente, com a ausência de luz.

3.2 Preparação do extrato das folhas de *Syzygium malaccense*

O extrato das folhas de *Syzygium malaccense* foi realizado por meio de turbólise (p/p) com 70 g de folhas secas e trituradas com 500 g de álcool etílico 96° GL. Após a mistura adquirir uma aparência homogênea, a mistura foi filtrada à gaze com o auxílio de um funil de vidro, até retenção completa do material vegetal. Em seguida, o extrato foi acondicionado e armazenado (PORCARO, 2016).

3.3 Síntese de nanopartículas de PBCA (Nano – PBCA)

O método utilizado para a síntese das nanopartículas de PBCA (Nano-PBCA) foi a polimerização em emulsão. Esse método se inicia na adição de 10 ml de HCl 0,1 M (pH = 2,5) em um Erlenmeyer, junto com 100 mg de Dextran®, que é agente emulsionante da formulação. Logo após, colocou-se o Erlenmeyer em um agitador magnético, deixando a boca do Erlenmeyer coberta por um papel filme, agitando por 200 rpm, durante 4 horas seguidas (GUIMARÃES, 2015; PEDROZO; et al, 2020).

Depois da agitação por 4 horas seguidas, desligou-se o agitador magnético, e adicionou-se NaOH 0,1 M (pH = 7) até que a suspensão coloidal se neutralize. Após a neutralização, filtrou-se a substância com auxílio de um papel de filtro (GUIMARÃES, 2015; PEDROZO; et al, 2020).

3.4 Síntese das nanopartículas de PBCA com extrato das folhas de *Syzygium malaccense* (Nano – Extrato)

Para a preparação da nanopartícula foi utilizado o método de polimerização em emulsão. Esse método consiste em adicionar em erlenmeyer 10 ml de HCl 0,1 M (pH = 2,5). Depois adicionou-se 100 mg do agente emulsionante Dextran ®. Após isso, deu-se o início da agitação, sob um agitador magnético, em 200 rpm, com a boca do erlenmeyer coberta por um papel filme. Em seguida, adicionou-se aos poucos, com o auxílio de uma micropipeta, 100 µl do monômero n-butil-cianocrilato (PBCA) e deixou sob agitação por 1 horas (GUIMARÃES, 2015; PEDROZO; et al, 2020).

Em seguida, retirou-se 1ml da mistura ainda sobre agitação e acondicionou-se. Em seguida, adicionou-se 1ml do extrato das folhas de *Syzygium malaccense* e deixou agitando por 3 horas (GUIMARÃES, 2015; PEDROZO; et al, 2020).

Após esse tempo de espera, desligou-se o agitador magnético, adicionou-se NaOH 0,1 M até ocorrer a neutralização da suspensão coloidal (pH=7). Em seguida, filtrou-se com auxílio de papel de filtro (GUIMARÃES, 2015; PEDROZO; et al, 2020).

3.5 Determinação de FPS pelo método de Mansur

Para determinar o FPS por espectroscopia é feita por altura, largura e localização da curva de absorção dentro do espectro de UV. Porém esse método não é o suficiente para calcular o fator de proteção, por isso será realizado a análise de FPS pelo método de Mansur (ARAÚJO; SOUZA, 2008).

A técnica de Mansur consiste em utilizar a seguinte equação:

Figura 5 – Modelo do cálculo de FPS pelo método de Mansur

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

Fonte: NASCIMENTO (2009)

Onde FC = fator de correção (igual a 10), EE = Efeito eritematógico da radiação solar em cada comprimento de onda, I = Intensidade de luz no comprimento de onda e Abs = Leitura espectrofotométrica da absorbância da amostra em cada comprimento de onda (NASCIMENTO, 2009).

Para isso, a Literatura mostra a relação entre o efeito eritematológico e a intensidade de radiação em cada comprimento de onda, representada a seguir (Quadro 1):

Quadro 1 – Ponderação empregada no cálculo por espectrofotometria no método de Mansur

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

Fonte: Nascimento (2009)

Portanto, as amostras foram analisadas no espectrofotômetro entre os comprimentos de onda de 290 a 320 nm. Foram realizadas diversas diluições para que seja possível uma leitura pelo espectrofotômetro.

3.6 Análises de caracterização das nanoestruturas formadas

Para que as amostras sejam analisadas para a caracterização das nanoestruturas formadas, as amostras foram liofilizadas no laboratório de Bromatologia do Curso de Farmácia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, localizados no 2º andar do prédio Adamantino Vassão do campo Higienópolis, sob a orientação dos técnicos do laboratório.

As análises de caracterização das nanoestruturas formadas foram realizadas nos laboratórios de Engenharia/ MackGraphe da Universidade Presbiteriana Mackenzie do campo Higienópolis pelos técnicos do laboratório.

3.6.1 Microscopia Eletrônica de Varredura

As amostras foram submetidas ao equipamento Microscópio Eletrônico de Varredura JEOL de modelo JSM da série 6510, onde foram colocadas num suporte para logo em seguida recobertos por uma fina camada de ouro. Foram analisadas do aumento 50X a 5.000X (SILVA; GUIMARÃES, 2019). Através dessa análise foi possível detectar a morfologia formada da nanoestrutura.

3.6.2 Termogravimetria e Análise Térmica Diferencial (DTA)

A análise foi realizada através da utilização do equipamento TG/DTA 7200, no intervalo de temperatura de 25 a 600°C, usando cadinho de alumina contendo 2mg da amostra (GUIMARÃES, 2015).

3.6.3 Espectroscopia de Absorção no Infravermelho (IRS)

A luz infravermelha gerada pelo Espectrômetro Vibracional sofre absorção, reflexão e difração ao incidir na amostra (GUIMARÃES, 2015).

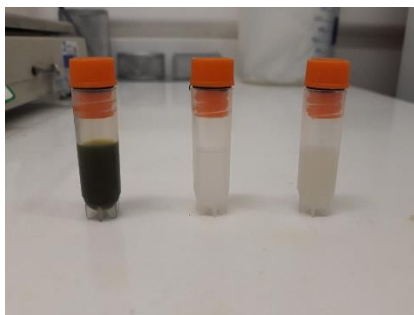
As amostras foram analisadas com a presença de um transformador de Fourier, utilizando o acessório de refletância total atenuada horizontal (ATR) do aparelho de Espectrômetro Vibracional, à temperatura ambiente, na região de 400-500cm⁻¹ (SILVA; GUIMARÃES, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme descrito anteriormente, o extrato etanólico das folhas de *Syzygium malaccense* foi preparado e apresentou, uma cor esverdeada, fluída e com odor fortemente alcoólica.

As Nano-PBCA (Nanopartículas brancas de PBCA) possuem uma cor branqueada e a Nano-Extrato (Nanopartículas brancas de PBCA contendo extrato etanólico das folhas de *Syzygium malaccense*) possuem um aspecto de branco levemente esverdeado, como observado na seguinte imagem (figura 6):

Figura 5 – Tubos contendo extrato etanólico das folhas de *Syzygium malaccense* (à esquerda), Nano=PBCA (no meio) e Nano-Extrato (à direita).



Fonte: autores

A amostra do extrato *Syzygium malaccense* foi analisada no espectrofotômetro 800 XI da marca Femto. Foram preparadas amostras com diferentes concentrações para obter uma leitura no espectrofotômetro 100 µl/ ml, 10 µl/ ml e 50 µl/ ml, porém só foi conseguido a leitura do espectrofotômetro com a amostra de 50 µl/ ml, cujo fator de diluição é 201. Em seguida, foi utilizada em 3 alíquotas dessa concentração (50 µl/ ml) para serem analisadas no seguinte espectro: 290 a 320 nm, obtendo os seguintes resultados (Tabela 1):

Tabela 1 – Resultado da análise do extrato de *Syzygium malaccense* no espectrofotômetro

Absorbância	1^a Alíquota	2^a Alíquota	3^a Alíquota	Média de Absorbância
290	0,685	0,685	0,689	0,686
295	0,584	0,588	0,589	0,587
300	0,501	0,500	0,502	0,501
305	0,441	0,442	0,444	0,442
310	0,381	0,381	0,381	0,381
315	0,338	0,339	0,340	0,339
320	0,313	0,313	0,313	0,319

Fonte: autores

Realizando os cálculos de FPS, foram encontrados os seguintes resultados (Tabela 2):

Tabela 2 – Resultado do cálculo de FPS através dos resultados das médias de absorbância e fórmula do método de Mansur

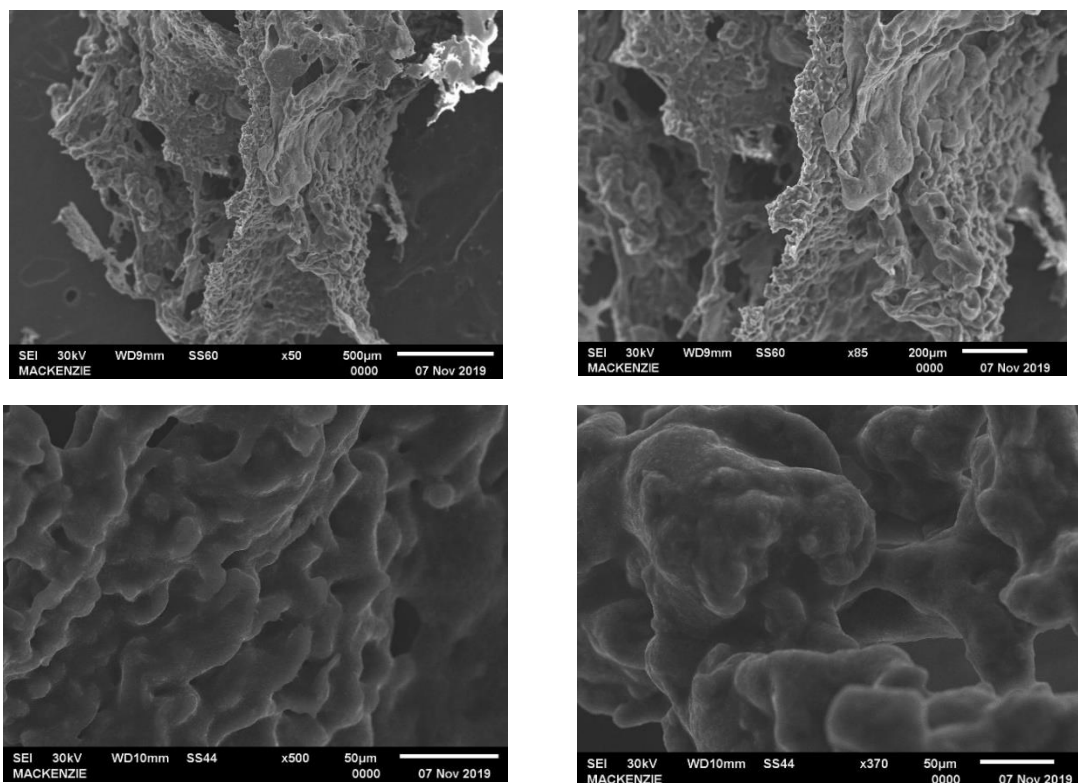
Absorbância	FPS
290	0,1029
295	0,4995
300	1,4398
305	1,4488
310	0,7101
315	0,2849
320	0,0563
FPS final	4,5218

Fonte: autores

Sendo assim, o FPS da amostra de extrato de *Syzygium malaccense* na concentração de 5 µl/ ml é de 4,5218. É um FPS de valor relativamente baixo, porém deve-se considerar de que a amostra se encontra em uma concentração baixa para poder ser analisada no espectrofotômetro e, dependendo da sua concentração, o valor de FPS poderá ser alterado.

Os resultados da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) se encontram nas seguintes imagens, demonstrando que houve uma formação da nanopartícula. Nessas imagens, foram encontradas tanto a Nano-PBCA (figura 7) quanto a Nano-Extrato (figura 8):

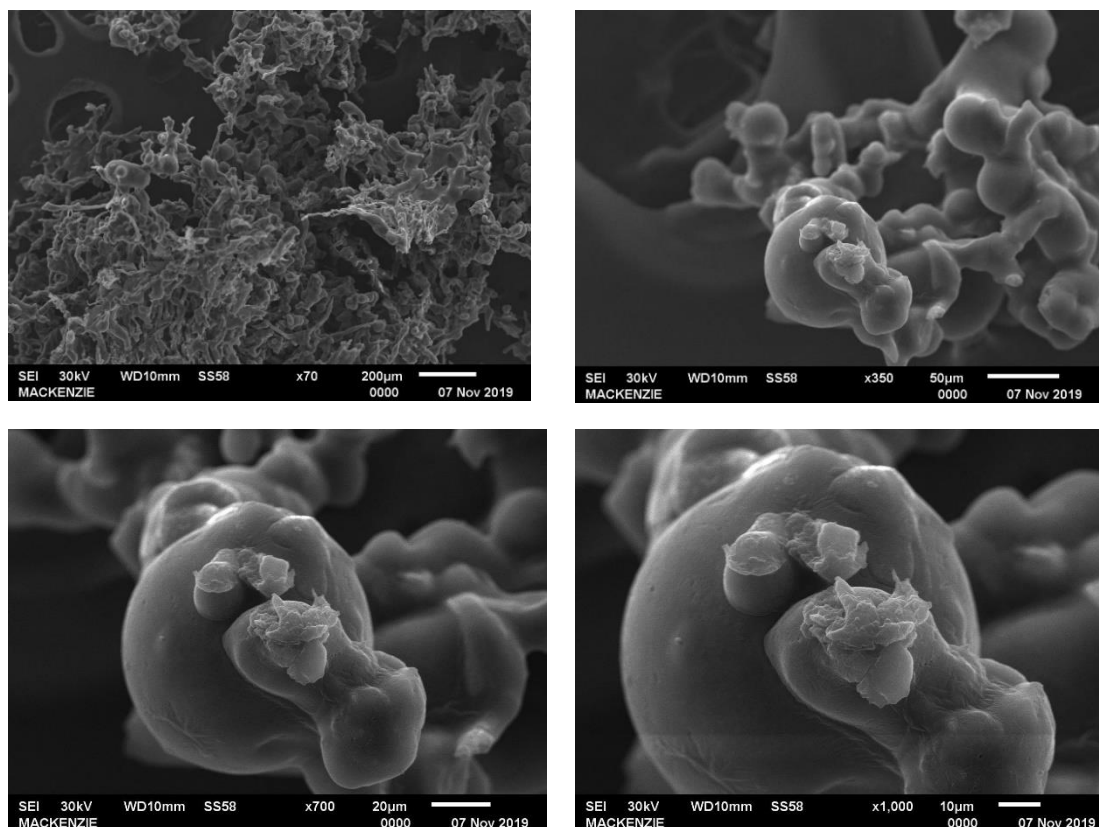
Figura 6 - Resultados das amostras de Nano-PBCA na análise de MEV



Fonte: autores

Comparando as imagens obtidas da Nano-Extrato (imagem 8) e Nano-PBCA (imagem 7), as imagens da Nano-Extrato evidenciam a presença de estruturas esféricas definidas, agrupadas, com diferenciações de tamanho. Da mesma forma nas imagens da Nano-PBCA não há o aparecimento dessas estruturas.

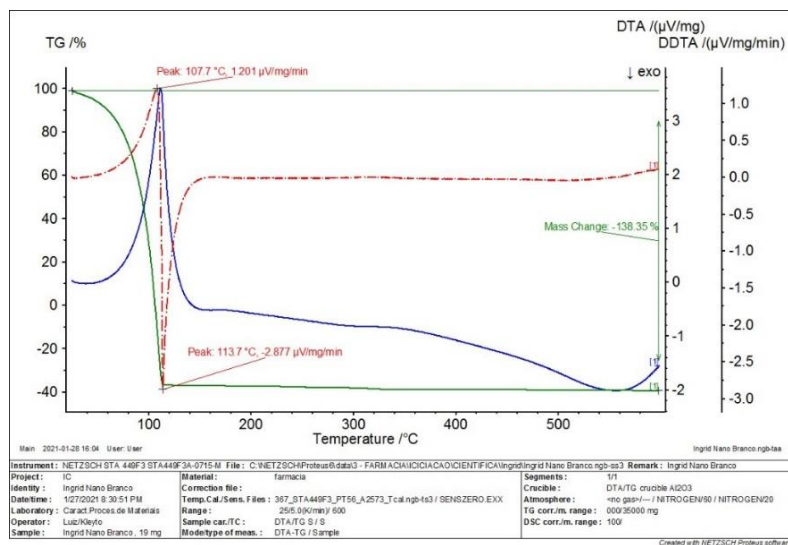
Figura 7 - Resultado das amostras de Nano-Extrato na análise de MEV



Fonte: autores

Os resultados das análises de Termogavimetria (TG) e Análise Térmica Diferencial (DTA) da Nano-PBCA se encontram gráfico 1. A curva verde representa os resultados em Termogavimetria, o que demonstra que houve uma perda da massa (cerca de 138,35%), em uma única etapa, entre 35 a 113,7°C. De maneira semelhante, a curva azul (DTA) apresenta um pico crescente, o que indica uma reação endotérmica, representando o processo de degradação da Nano-PBCA.

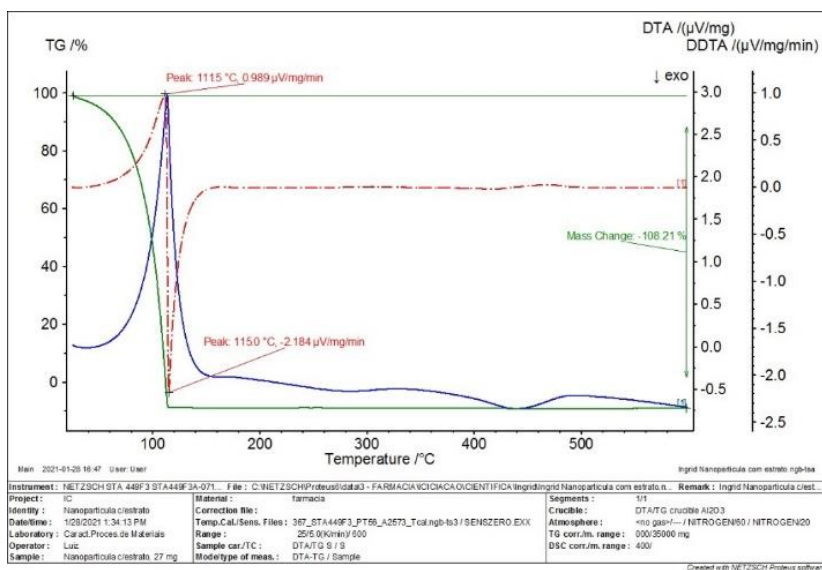
Gráfico 1 - Representação dos resultados das análises de Termogavimetria e Análise Térmica Diferencial (DTA) da Nano-PBCA



Fonte: autores

Os resultados das análises da Nano - Extrato (gráfico 2) apresentaram resultados semelhantes com a Nano – PBCA. Os resultados de DTA mostram que há somente um único pico crescente, o que indica uma reação de degradação endotérmica, como encontrado nos resultados da Nano-PBCA. A análise de termogavimetria também apresenta uma perda de massa (cerca de 106,21%) em uma única etapa, porém esse processo ocorre 35 entre 115,0°C.

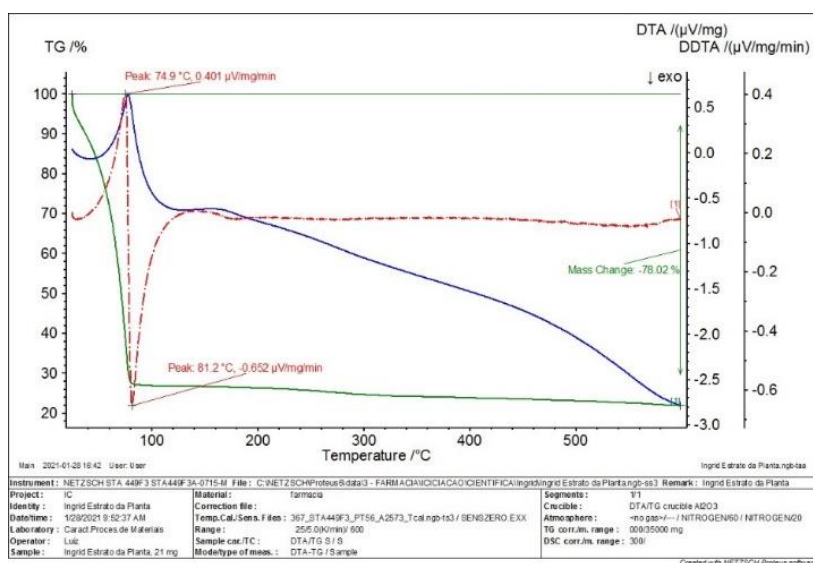
Gráfico 2 - Representação dos resultados das análises de Termogavimetria e Análise Térmica Diferencial (DTA) da Nano - Extrato



Fonte: autores.

Os resultados das análises de DTA da amostra do extrato das folhas de *Syzygium malaccense* (gráfico 3) demonstram que ocorre um processo de degradação endotérmica. Entretanto, ao contrário das outras amostras, na análise de Termogravimetria do extrato, a amostra sofreu uma perda de massa menor do que 100%, cerca de 78,02%, ocorrida entre 35 à 81,2°C.

Gráfico 3 - Representação dos resultados da Termogravimetria e Análise Térmica Diferencial (DTA) do extrato das folhas de *Syzygium malaccense*



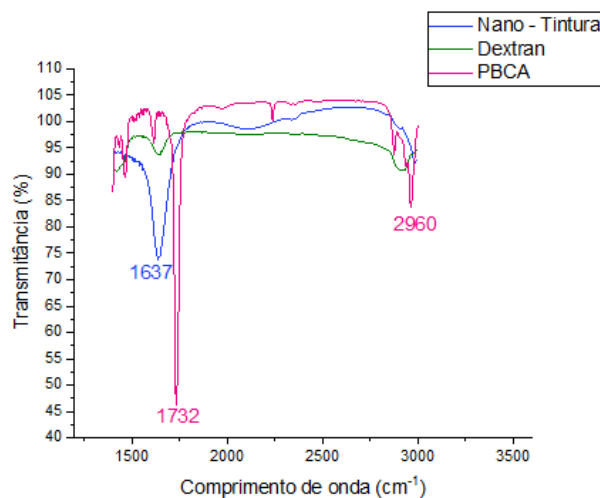
Fonte: autores.

Em avaliação dos resultados das análises de Termogravimetria, todas as análises tiveram uma perda de massa, porém as nanoestruturas tiveram uma perda de massa maior do que 100%, em uma variação de temperaturas superiores a 100°C. Já nos resultados das análises do extrato puro observou-se uma maior perda de massa, em uma variação de temperatura inferior a 100°C. O objetivo desta análise foi comparar amostras do extrato com a nanopartícula, para analisar se numa situação em que se encontra em situações extremas, como a alta temperatura, para verificar se a possível nanopartícula trouxe maior estabilidade para o extrato.

Os resultados da Análise Térmica Diferencial (DTA) demonstram que todas as amostras passam por um processo endotérmico na sua degradação, ou seja, na reação de degradação ocorre a absorção de calor como por exemplo: processo de fusão, vaporização, etc.

Nas análises de Espectroscopia de Absorção no Infravermelho podemos fazer 2 comparações. A primeira comparação se trata das seguintes substâncias: PBCA, Dextran® e a Nanopartícula completa (gráfico 4).

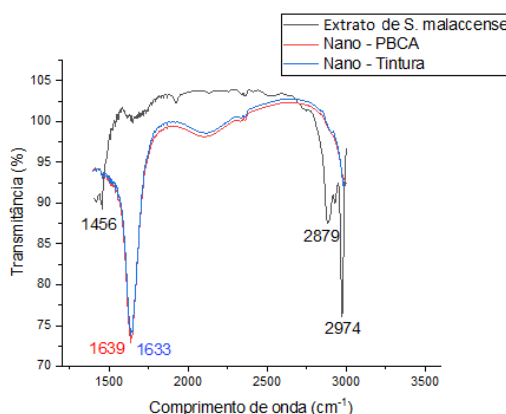
Gráfico 4 – Análise de PBCA, Dextran® e Nano - Extrato por infravermelho



Fonte: autores.

Como pode-se observar (Gráfico 4), as bandas características dos reagentes se encontram presentes nos resultados da Nano – Extrato, num valor aproximado, confirmando a ocorrência síntese dos nanossistemas (Nanos – PBCA e Nano-Extrato) e que não houve um excesso de reagentes.

No Gráfico 5 é possível observar as seguintes amostras: extrato das folhas de *Syzygium malaccense*, Nano-PBCA e a Nano-Extrato.

Gráfico 5 – Análise de Nano-Extrato, Nano-PBCA e extrato das folhas de *Syzygium malaccense* por infravermelho

Fonte: autores.

Como pode-se observar não há diferenças significativas nas bandas de Nano - PBCA e da Nano - Extrato , sugerindo que pode ter havido uma formação da nanopartícula. Tanto a Nano – PBCA quanto a Nano – Extrato possuem bandas com valores aproximados (1639 cm⁻¹

¹ e 1633 cm⁻¹), revelando a presença de um carbono ligado a um oxigênio (LOPES; FASCIO, 2003). Como encontrado nas 2 substâncias, sugere-se que a origem dessa ligação tenha se originado da nanopartícula formada, e não proveniente do extrato.

Avaliando os resultados de análise do Extrato também é possível observar a presença de uma banda de valor de 2879 e 2974 cm⁻¹, revelando que há a presença de ácido carboxílico no extrato, porém não está presente nas amostras de nanopartículas. Além disso, é possível observar a presença de uma banda no extrato de valor 1456 cm⁻¹, cuja presença indica presença de ligações carbônicas alcanos (LOPES; FASCIO, 2003).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme mencionado anteriormente, foi possível preparar um extrato etanólico contendo folhas de *Syzyium malaccense*, em uma concentração de 5 µl/ ml apresentando FPS de 4,5. De acordo com a RDC nº 30 de 2012 da Anvisa, o FPS não se encontra no requisito mínimo dos protetores solares, porém isso pode ser justificado pela baixa concentração do extrato analisado. Essa baixa concentração pode ser justificada pela época em que ocorreu a coleta das folhas de *Syzyium malaccense*, o horário ou a armazenagem do material. Sugerimos que uma forma de adquirir um melhor FPS do extrato seja através da realização de várias coletas em diferentes épocas do ano. Além de analisar FPS do extrato por um método mais sensível como o equipamento Labsphere.

Os resultados encontrados nas análises morfológicas e físico-químicas, sugerem que houve a formação de uma nanopartícula com estrutura morfológica esférica. Além disso, foi possível determinar algumas características da nanoestrutura formada, revelando que no processo da sua degradação, a nanoestrutura formada sofre uma reação endotérmica. Também foi possível analisar que apenas quando a nanoestrutura é submetida em uma variação de temperatura maior do que 100°C, há uma perda maior de massa. Já quando comparado com os resultados do extrato, o extrato sofre uma perda menor da massa em uma variação de temperatura menor do que 100°C, uma vez que a maior perda tenha acontecido em temperaturas inferiores a 100°C, indicando maior estabilidade das nanoestruturas formadas.

Enquanto os resultados da análise de IRS demonstram que a Nano – Extrato formada apresentou a presença de um carbono ligado a um oxigênio, sendo esta ligação proveniente da nanopartícula. No extrato, é possível identificar a presença ácido carboxílico e carbonos que possuem ligações alcanos.

Não podemos afirmar que houve a formação de uma nanopartícula polimérica, pois são necessários mais testes para comprovar a formação.

Após analisarmos os resultados, podemos sugerir que houve a formação de nanopartícula polimérica. Dessa forma, torna-se necessária a realização de mais teste para confirmar a formação da nanopartícula.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. J.; et al. Propagação de Jambeiro Vermelho (*Syzyium malaccense* L.) por estaquia de ramos herbáceos. **Rev. Biosei. J.** Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 39-45, 2008.

ALVEZ, M. P. **Formas farmacêuticas plásticas contendo nanocápsulas, nanoesferas, nanoemulsão de nimesulida: desenvolvimento, caracterização e avaliação de permeação cutânea *in viro***. 183 f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas), Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

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

AUGUSTO, T. **Especial nanotecnologia 4: Os nanocosméticos estão entre nós**. 2019. Disponível:< <https://canaltech.com.br/ciencia/especial-nanotecnologia-4-os-nanocosmeticos-estao-entre-nos-138045/>>. Acesso em: 31 de Jan. de 2021.

BRITANNICA ESCOLA. **Pele**. [20-?]. Disponível em:< <https://escola.britannica.com.br/artigo/pele/482514>>. Acesso em: 7 de Mar. de 2021.

CODEVILLA, C. F. et al. Nanoestruturas contendo compostos bioativos extraídos de plantas. **Rev. Ciência e Natura.** Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 142-151, 2015.

DAUDT, R. M. et al. A nanotecnologia como estratégia para o desenvolvimento de cosméticos. **Cienc. Cult.** São Paulo, v. 65, n. 3, p. 28-31, 2013. Disponível em:<http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252013000300011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 nov. 2019.

DRAELOS, Z. D. **Cosmecêuticos**. 2 ed. [S.l]: Saunders Elsevier, 2009.

FARIA, T. J. **Desenvolvimento e avaliação de atividade anti-inflamatória de nanocarreadores lipídicos contendo diclofenaco no tratamento da artrite adjuvante induzida por CFA em ratos**. 2009. 222 f. Tese (Doutorado em farmacologia) - Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

FREITAS, V. M.; et. al. Avaliação da atividade toxica e citotóxica de extratos da planta *Syzyium malaccense* (L.) Merr. & Perry. **Rev. Sajeabt.** Rio Branco, v. 6, n. 1, p. 67-80, 2019.

GIBBERT, L.; BERTIN, R.; KRUGER, C. H. Breve revisão da espécie *Syzyium malaccense* (L.) MERR. & L. M. PERRY como fonte de compostos bioativos. **Rev. Visão acadêmica.** Curitiba: v. 16, n. 4, 2017.

GUIMARÃES, M. **Desenvolvimento de nanopartículas de poli (n-butil-cianoacrilato) com zidovudina revestidas por ácido hialurônico para veiculação em gel de uso transdérmico.** Dissertação (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2015.

HARRIS, M. I. N. C. **Pele: do nascimento à maturidade.** 1 ed. São Paulo: Editora Senac, 2016.

KIRCHHOFF, V. W. J. H. et al. A variação sazonal da radiação ultravioleta solar biologicamente ativa. **Rev. Bras. Geof.** Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 63-74, 2000.

LOPES, W. A.; FASCIO, M. Esquema para interpretação de espectros de substâncias orgânicas na região do infravermelho. **Rev. Quím. Nova.** Bahia, v. 27, n. 4, p. 670 – 673, 2004.

MATOS, S. P. Cosmetologia aplicada. 1 ed. São Paulo: Érica, 2014.

MELO, R. R. et al. Características farmacobotânicas, químicas e biológicas de *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & I. M. Perry. **Rev. Bras. Farm.** Pernambuco, v. 90, n. 4, p. 298-302, 2009.

MENDONÇA, E. **Crescimento dos cosméticos naturais, orgânicos, veganos e éticos é tendência irreversível.** 2018. Disponível em:<
<https://cosmeticinnovation.com.br/crescimento-dos-cosmeticos-naturais-organicos-veganos-e-eticos-e-tendencia-irreversivel/>>. Acesso em: 31 de Jan. de 2021.

MORAES, P. L. **Jambo-vermelho.** [20-?]. Disponível em:<
<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/jambo-vermelho.htm>>. Acesso em: 26 de nov. de 2019.

NASCIMENTO, C. S. et al. Incremento do FPS em formulação de protetor solar utilizando extrato de própolis verde e vermelha. **Rev. Bras. Fam.** Recife, v. 90, n. 4, p. 334-339, 2009.

PEDROZO REZENDE, F. A.; DE AVEIRO RUOCCO, A. L.; DA SILVA, B. B.; DA GAMA, R. M.; JR, J. A.; GUIMARÃES, M. Polymeric nanoparticles containing *Tithonia diversifolia* (hems) a. gray flowers alcoholic extract and coated by hyaluronic acid_ development, synthesis, and characterization. **Brazilian Journal of Natural Sciences**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 239, 2020. DOI: 10.31415/bjns.v3i1.88. Disponível em: <https://bjns.com.br/index.php/BJNS/article/view/88>. Acesso em: 24 mar. 2021.

PORCARO, M. R. Avaliação da atividade fotoprotetora da espécie vegetal *Syzygium Malaccense* (L.) Merr. & L. M. Perry. 2016. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, Faculdade de Farmácia, São Paulo, 2016.

QUERINO, C. A. S. Estudo de radiação solar global do índice de transmissividade (KT) externo e interno, em uma floresta de mangue em Alagoas – Brasil. **Rev. Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 02, 204 – 294, 2011.

SANTOS, V. S. **Pele.** [20-?]. Disponível em:<<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/pele.htm>>. Acesso em: 7 de Mar. de 2021.

SILVA, A. R. J; GUIMARÃES, M. Nanopartículas poliméricas contendo Praziquantel e revestida com Polissorbato 80. **Jornada de Iniciação Científica e Mostra de Iniciação Tecnológica**, São Paulo, 2019. Disponível em:<<http://eventoscopq.mackenzie.br/index.php/jornada/xvjornada/paper/view/1801/999>>. Acesso em: 31 de Jan. de 2021.

WHISTLER, Arthur; ELEVITCH, Craig R. *Syzygium malaccense* (Malay apple): Myrtaceae (myrtle family). **Species Profiles For Pacific Island Agroforestry**, N.i, v. 2, p.1-13, abr. 2006. Disponível em: <<https://raskisimani.files.wordpress.com/2013/01/syzygium-malay-apple.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2017.

Contatos: ingridmeira99@gmail.com e Marcelo.guimaraes@mackenzie.br