

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

DENIZE MARIA CALIXTO NASCIMENTO

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ESTABILIDADE
PRELIMINAR DE UMA EMULSÃO COSMÉTICA CONTENDO
FRUTO DA PALMEIRA JUÇARA (*Euterpe edulis* Martius)**

VILA VELHA

2024

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ESTABILIDADE
PRELIMINAR DE UMA EMULSÃO COSMÉTICA CONTENDO
FRUTO DA PALMEIRA JUÇARA (*Euterpe edulis* Martius)

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, para obtenção do grau de Mestra em Ciências Farmacêuticas.

DENIZE MARIA CALIXTO NASCIMENTO

VILA VELHA

2024

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

N224a

Nascimento, Denize Maria Calixto.

Atividade antioxidante e estabilidade preliminar de uma emulsão cosmética contendo fruto da palmeira juçara (*Euterpe edulis Martius*) / Denize Maria Calixto Nascimento. – 2024.

38 f. : il.

Orientadora: Denise Coutinho Endringer

Dissertação (mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Vila Velha, 2024.

Inclui bibliografias.

1. Farmacologia e terapêutica. 2. Atividade antioxidante. 3. Palmeira.
I. Endringer, Denise Coutinho. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 615

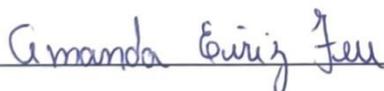
DENIZE MARIA CALIXTO NASCIMENTO

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ESTABILIDADE PRELIMINAR DE
UMA EMULSÃO COSMÉTICA CONTENDO FRUTO DA
PALMEIRA JUÇARA (*Euterpe edulis* Martius)**

Dissertação apresentada à
Universidade Vila Velha, como pré-
requisito do Programa de Pós-
Graduação em Ciências Farmacêuticas,
para obtenção do grau de Mestra em
Ciências Farmacêuticas.

Aprovada em 31 julho de 2024.

Banca examinadora:



Prof. Dra. Amanda Eiriz Feu – IFES



Prof^a. Dra. Lindamara Maria de Souza – IFES



Prof^a. Dra. Denise Coutinho Endringer – UVV

(Orientadora)

Dedico esse trabalho ao meu marido e minha filha por todo amor e apoio durante minha jornada acadêmica, o amor de vocês me motiva a ser melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me fortalecido e ajudado a realizar este grande sonho, não me deixou desistir.

Agradeço a minha família, ao meu marido Eduardo por ser tão companheiro e acreditar sempre em mim, a minha filha Ayla que mesmo tão pequena entende minha ausência e me enchem de amor todos os dias, me motivando a ser sempre melhor.

Agradeço a minha orientadora Prof. Dra Denise Coutinho Endringer, por me conduzir na elaboração deste projeto, pela paciência, carinho e cordialidade que sempre teve comigo.

Minha gratidão aos professores, que me apresentaram novos conhecimentos de uma forma leve e esclarecedora. Em especial ao professor Marcio Fronza que me mostrou o maravilhoso mundo da cultura de células com excelência e motivação.

Meus mais sinceros agradecimentos aos amigos que fiz durante a pesquisa e que ficarão para sempre em meu coração e espero que também em minha vida, em especial Aline, Ana Claudia, Danielle, Debora, Iana, Kariane, Layla, Tamires, vocês dividiram conhecimentos, lanches, almoços e cafés comigo, me fortaleceram e tornaram meus dias mais leves, eu não estaria aqui sem vocês.

Agradeço a Nativa EcoCosméticos por me fazer chegar até aqui.

A FAPES e CNPq pelo apoio financeiro para execução desse trabalho.

A vocês todos, minha gratidão será eterna.

RESUMO

NASCIMENTO, DENIZE MARIA CALIXTO, Universidade Vila Velha – ES, julho de 2024. **Atividade antioxidante e estabilidade preliminar de uma emulsão cosmética contendo fruto da palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Martius).** Orientadora: Prof^a Dr^a Denise Coutinho Endringer.

A Juçara (*Euterpe edulis* Martius), crucial para a biodiversidade da Mata Atlântica e ameaçada de extinção, possui frutos ricos em polifenóis e antocianinas antioxidantes. Este estudo avaliou a ação antioxidante de uma emulsão cosmética acrescida do extrato de juçara liofilizado. Avaliou-se a atividade antioxidante pelo método DPPH e a citotoxicidade pelo ensaio MTT em fibroblastos L929. A estabilidade preliminar da emulsão com incorporação da juçara foi avaliada por 28 dias, as amostras foram acondicionadas em duas temperaturas distintas: ambiente refrigerado/geladeira ($T=5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) e temperatura ambiente ($T=25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) usando as características organolépticas, pH e atividade antioxidante como indicadores. A quantificação de antocianinas foi realizada pelo método colorimétrico. Observou-se que a emulsão manteve pH ideal (4,7-5,7) e alta atividade antioxidante até 21 dias nas duas temperaturas de armazenamento (IC_{50} 23,7 a 25°C ; 32,4 a 5°C). Entretanto, observou-se degradação sensorial a partir de tempo de 7 dias especialmente a 25°C . A emulsão incorporada com o extrato liofilizado de juçara não apresentou citotoxicidade nas concentrações abaixo de $3,12\mu\text{g}/\text{mL}$. Além disso, foi avaliado o método de microencapsulação usando liofilização com maltodextrina e goma arábica para possível preservação das antocianinas. A quantificação de antocianinas foi analisada e comparada na amostra de polpa liofilizada versus a polpa microencapsulada, inviabilizando a seleção das micropartículas para incorporação na emulsão cosmética neste estudo, sugerindo que o método de liberação das microcápsulas, utilizado em pH neutro, não extraiu completamente as antocianinas. Conclui-se que a emulsão com a polpa liofilizada de Juçara destaca-se como promissora na utilização cosmética devido à estabilidade relativa apresentada, apesar das mudanças organolépticas, justificada pela ausência de sistema de conservação na formulação testada neste experimento.

Palavra-Chave: cosméticos naturais; antioxidante; *Euterpe edulis*; microencapsulação.

ABSTRACT

NASCIMENTO, DENIZE MARIA CALIXTO, Vila Velha University – ES, July 2024. **Evaluation of the stability of the antioxidant action of microparticles from aqueous extract of Juçara palm fruit (*Euterpe edulis* Martius).** Advisor: Prof. Dr. Denise Coutinho Endringer.

Juçara (*Euterpe edulis* Martius), crucial for the biodiversity of the Atlantic Forest and threatened with extinction, has fruits rich in polyphenols and antioxidant anthocyanins. This study evaluated the antioxidant action of a cosmetic emulsion added with freeze-dried juçara extract. Antioxidant activity was evaluated using the DPPH method and cytotoxicity using the MTT assay in L929 fibroblasts. The preliminary stability of the emulsion with juçara incorporation was evaluated for 28 days, the samples were stored at 2 different temperatures: refrigerated environment/refrigerator ($T=5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) and room temperature ($T=25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) using the organoleptic characteristics, pH and antioxidant activity as indicators. Quantification of anthocyanins was performed using the colorimetric method. It was observed that the emulsion maintained ideal pH (4.7-5.7) and high antioxidant activity for up to 21 days at both storage temperatures (IC₅₀ 23.7 at 25°C; 32.4 at 5°C). However, sensory degradation was observed after 7 days, especially at 25°C. The emulsion incorporated with the lyophilized Juçara extract did not show cytotoxicity at concentrations below 3.12µg/mL. Furthermore, the microencapsulation method using freeze-drying with maltodextrin and arabic gum was evaluated for possible preservation of anthocyanins. The quantification of anthocyanins was analyzed and compared in the freeze-dried pulp sample versus the microencapsulated pulp, making the selection of microparticles for incorporation into the cosmetic emulsion in this study unfeasible, suggesting that the microcapsule release method, used at neutral pH, did not completely extract the anthocyanins. It is concluded that the emulsion with freeze-dried Juçara pulp stands out as promising for cosmetic use due to the relative stability presented, despite the organoleptic changes, justified by the absence of a conservation system in the formulation tested in this experiment.

Keywords: natural cosmetics; antioxidant; *Euterpe edulis*; microencapsulation.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1: Palmeira Juçara (<i>Euterpe edulis</i> Martius)	3
Figura 2: Fruto Juçara	3
Figura 3: Adição dos agentes microencapsulantes	4
Figura 4: Processo de microencapsulação/ Liofilização.....	5

CAPÍTULO III

Figura 1: Imagens obtidas em microscopia de varredura: Microencapsulação obtida por meio de Liofilização	36
---	----

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1. Protocolo para produção da emulsão OLIVEM 1000.....	17
Tabela 2. Caracterização organoléptica e atividade antioxidante	21
Tabela 3: Teste de normalidade	23
Tabela 4: Avaliação da atividade antioxidante ao longo do tempo	25
Tabela 5: Teste de normalidade	26
Tabela 6: Comparação do IC50 entre os tempos e entre as temperaturas	26

CAPÍTULO III

Tabela 1: Comparação das antocianinas da amostra polpa juçara versus liofilizada e a microencapsulada.....	37
Tabela 2: Correlação das antocianinas da amostra diluída da polpa juçara entre a liofilizada e a microencapsulada.....	37

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO II

Gráfico 1 –Temp. Ambiente/ Temp. Geladeira.....	24
--	----

SUMÁRIO

Capítulo I	
1. Introdução.....	1
Juçara (<i>E. edulis M.</i>).....	1
Cosméticos naturais.....	6
Aplicações alternativas dos cosméticos naturais.....	8
2. HIPÓTESE.....	11
3. OBJETIVOS.....	111
Objetivo geral.....	11
Objetivos específicos.....	111
Capítulo II: Atividade antioxidante de uma emulsão cosmética contendo fruto da palmeira Juçara (<i>Euterpe edulis Martius</i>).....	133
Resumo.....	13
Abstract.....	14
1. Introdução.....	15
2. Materiais e métodos.....	16
Material vegetal.....	166
Preparação da emulsão de uso cosmético.....	166
Incorporação da Juçara na emulsão.....	17
Análise de Atividade Antimicrobiana.....	177
Análise da atividade antioxidante pelo método do sequestro do radical DPPH	188
Teste de toxicidade celular pelo método MTT.....	188
Caracterização Organoléptica.....	199
Avaliação da estabilidade preliminar.....	199
Análise estatística.....	20
3. Resultados.....	20
Caracterização organoléptica.....	20
Densidade.....	23
Espalhabilidade.....	24
Análise da atividade antioxidante pelo método do sequestro do radical DPPH	24
Análise da Toxicidade celular.....	26
4. Discussão.....	27
5. Conclusão.....	288
Capítulo III: Microencapsulação do extrato de Juçara para aplicações cosméticas	30
Resumo.....	30
Abstract.....	31
1. Introdução.....	32
2. Materiais e métodos.....	33

SUMÁRIO

Preparação das micropartículas de <i>E. edulis</i>	33
Microscopia eletrônica de varredura (MEV)	34
Quantificação de antocianinas na polpa e em microencapsulação	34
3. Resultados	35
Microscopia de varredura (MEV)	35
Quantificação de antocianinas em polpa microencapsulada e polpa liofilizada	36
4. Discussão	37
5. Conclusão	38
REFERÊNCIAS	40

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

Uma crise ambiental está sendo sentida a nível mundial e é intensificada pelo desperdício dos recursos naturais do planeta Terra. A utilização de matérias-primas de origem vegetal e sustentável em produtos cosméticos é uma tendência promissora na indústria, uma vez que os consumidores procuram cada vez mais produtos para uso diário que tenham origem natural e com menor impacto ao meio ambiente (Hertel *et al.*, 2020). O Brasil reserva a maior parte da biodiversidade vegetal do mundo e na mata atlântica é encontrada a Palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Martius), que é uma palmeira amplamente distribuída neste bioma e seu fruto é conhecido como super fruta, por apresentar características bioativas de grande importância (Mazuco *et al.*, 2018), isso tem atraído a atenção do meio industrial visando à produção de alimentos funcionais, cosméticos e produtos farmacêuticos.

A incorporação dos extratos vegetais em bases cosméticas tem sido cada vez mais comum e utilizada na indústria, além de ser muito importante para a produção de cosméticos naturais, pois esta etapa pode comprometer toda a eficiência do extrato. A escolha da base cosmética vai garantir a difusão dos princípios ativos presentes no extrato, e uma maior absorção e estabilidade no produto final obtendo assim propriedades físico-químicas desejadas (Souza; Ferreira, 2010).

Juçara (*E. edulis* M.)

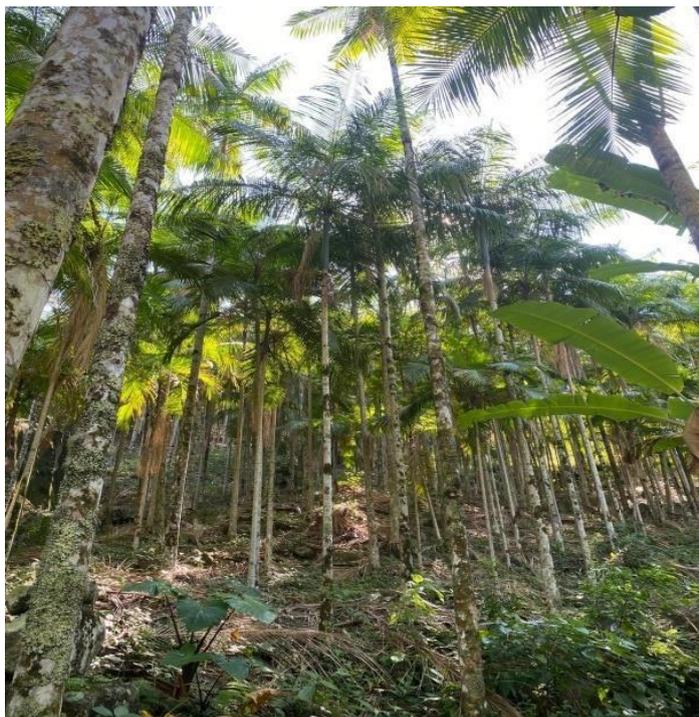
Nativa da Mata Atlântica, a Juçara (*E. edulis*) tem grande importância para manutenção da sua fauna e biodiversidade (Maier *et al.* 2019). Segundo a FAPESP, são mais de 48 espécies de aves e 20 de mamíferos que tem nos frutos de Juçara (*E. edulis*) sua principal fonte de nutrição. Nesse cenário, a palmeira Juçara tem sido descrita como uma das espécies mais importantes para a manutenção do bioma Mata Atlântica no Brasil (Maier *et al.* 2019). Logo, se tornam urgentes soluções para o manejo sustentável desta espécie.

O estímulo à utilização da palmeira Juçara com a finalidade de produção de frutos para a extração da polpa é mais interessante do que o que acontece habitualmente, em que o foco de exploração principal é o corte da palmeira para a retirada do palmito, acarretando a morte da mesma. A *E. edulis* está incluída na lista vermelha das espécies da flora do Brasil, elaborada pelo Centro Nacional de Conservação da Flora, sob o risco de extinção (Dornas *et al.*, 2008). A colheita do fruto, por sua vez, não causa danos à planta e as polpas produzidas geram sementes que podem ser utilizadas para plantio e para a recirculação da espécie (Dornas *et al.*, 2008). Assim, aliada ao alto potencial bioativo de seus frutos, a Juçara torna-se uma opção de grande valor econômico e ambiental para sociedade (Borges *et al.*, 2011; Schulz *et al.*, 2016; Da Silva *et al.*, 2014).

Comparações de compostos biologicamente ativos mostram que a polpa dos frutos de palmeira Juçara possui semelhanças nutricionais e sensoriais com o açaí do norte (*Euterpe oleracea*) (Mazuco *et al.*, 2018). O conteúdo de antocianinas dos frutos da palmeira Juçara é quatro vezes superior ao dos frutos do açaizeiro do Norte do Brasil, possuindo ainda quantidade de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante também superiores (Ribeiro, Pereira, Mendes, 2011).

Os frutos de Juçara, assim como os frutos do açaizeiro (*Euterpe oleracea*), são esféricos e quando maduros apresentam coloração roxa ou negra com mesocarpo carnoso e fino, com a presença de uma semente no seu interior ocupando cerca de 85% do fruto (Lorenzi *et al.*, 2006; Schirmann, 2009; Bicudo *et al.*, 2014; Schulz *et al.*, 2016).

Figura 1 - Palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Martius)



Fonte: Captação própria de imagem na Agrofloresta Açai Juçara em Rio Novo do Sul-ES.

Figura 2 - Fruto Juçara



Fonte: Captação própria de imagem na Agrofloresta Açai Juçara em Rio Novo do Sul-ES.

A fruta Juçara é conhecida por ser fonte de polifenóis e antocianinas, sendo essas últimas responsáveis pela pigmentação nas tonalidades vermelho, violeta e azul em frutas, vegetais e flores. Além disso, ambos são considerados antioxidantes naturais e seu consumo está associado a benefícios da saúde

(Brito *et al.* 2007; Borges *et al.* 2011; Bicudo *et al.* 2014). Trabalhos anteriores relatam a presença de cianidina 3-O-glicosídeo como antocianina majoritária, além de outras em menor quantidade, como a cianidina 3-O-rutinosídeo, cianidina 3, 5-diglicosídeo, pelargonidina 3-O-rutinosídeo, peonidina 3-O-glicosídeo, peonidina 3-O-rutinosídeo, cianidina 3-sambubiosídeo e cianidina 3-ramnosídeo (Ribeiro *et al.* 2011; Brito *et al.* 2007; Bicudo *et al.* 2014; Castro *et al.* 2014). Antocianinas exercem grande atividade antioxidante através da doação de elétrons ou átomos de hidrogênio do radical hidroxil às espécies reativas (Motohashi; Sakagami, 2009). Porém, possuem baixa estabilidade frente a fatores como incidência de luz, exposição ao oxigênio, variações de temperatura e ph, podendo facilmente sofrer degradação e perda de suas atividades biológicas durante o processamento e armazenamento (Tonon *et al.* 2009; Selim *et al.* 2008).

Por este motivo, este trabalho se propõe a avaliar a microencapsulação, seguindo a metodologia de Mazuco *et al.* (2018), como forma de preservação do potencial antioxidante do extrato quando incorporado a formulações cosméticas. Esta técnica tem sido utilizada pela indústria de alimentos desde a década de 50, sendo as técnicas de liofilização e *spray-drying* as mais utilizadas (Desobry *et al.* 2007; Laine *et al.* 2008; Robert *et al.* 2010; Ravichandran *et al.* 2014).

Figura 3 - Adição dos agentes microencapsulantes



Fonte: Captação própria do experimento em laboratório.

Figura 4 - Processo de microencapsulação pelo método de Liofilização



Fonte: Captação própria do experimento em laboratório.

Por possuir concentração de antocianinas e compostos fenólicos significativamente superior à do açaí do norte (*Euterpe oleracea*), o fruto da Juçara é uma fonte rica de antioxidantes naturais. Estes compostos são reconhecidos por seus benefícios à saúde, especialmente na neutralização de radicais livres e na proteção da pele contra danos oxidativos e inflamação, frequentemente exacerbados pela exposição a poluentes ambientais e radiação UVA.

Os benefícios dos compostos antioxidantes ao organismo humano estão principalmente relacionados ao seu potencial em bloquear ou diminuir as reações de oxidação que são induzidas pelos radicais livres, tendo em vista que o excesso metabólico de espécies reativas de oxigênio intracelular (ROS) dentro dos tecidos danifica o DNA e contribui para a mutagênese da pele e carcinogênese (Parisi *et al.*, 2023). Estudos mostram que uma molécula de antioxidante tem capacidade de evitar a oxidação de outras moléculas e defender as células contra os danos dos radicais livres (Rocha *et al.*, 2016).

Cosméticos naturais

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é o órgão que regula a fabricação de produtos de Higiene Pessoal, Cosméticos e Perfumes, como preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano. No entanto, considerando possíveis riscos que tais produtos podem acarretar à saúde, a ANVISA, na Resolução da Diretoria Colegiada 211/05 em seu anexo I, classifica os produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes em duas categorias: produtos grau 1, e grau 2 (ANVISA, 2010).

As formulações dos cosméticos podem ter origens animais ou vegetais, objetivando melhorar imperfeições, sem prejudicar as funções do organismo, sem desenvolver alergias ou irritações na pele que podem ser maléficos e indesejáveis, não sendo totalmente um critério evitável (Milreu, 2012).

Aprofundando mais no que tange aos graus de risco classificados pela ANVISA, os cosméticos de Grau de risco I são produtos, cujas suas propriedades e características, não precisam ter informações detalhadas quanto ao uso, modo de usar e restrições, pois possuem composição simples. Exemplos: xampu, condicionadores, espuma de barbear, loções pós-barba, produtos para maquiagem, cremes e loções corporais para hidratar, sem vitaminas e filtros solares, desodorantes, sabonetes, colônias e perfumes, esmalte, fixadores de cabelo, talco, entre outros. No que se refere ao Grau de risco II, os produtos exigem em sua formulação uma comprovação de segurança e eficácia, com informações detalhadas, ao modo e restrições de uso. Devem, nesse sentido, ser obrigatoriamente registrados na ANVISA. Exemplos de produtos: xampu anticasta, creme antirrugas, cremes para a área dos olhos, sabonete de uso íntimo, produtos infantis, clareador de pele, alisante capilar, antitranspirantes, sabonete antisséptico, depilatório químico, entre outros (Milreu, 2012).

Por outro lado, os produtos orgânicos vêm conquistando o mercado, não somente nos alimentos, mas também na área da cosmetologia, demonstrando valores significativos em comparação aos cosméticos tradicionais (Tozzo, *et al.*, 2012).

No Brasil os cosméticos orgânicos são inspecionados pelo IBD (Instituto biodinâmico) e a Ecocert (certificadora francesa no Brasil) que são responsáveis

pela certificação desses cosméticos. As normas das certificadoras avaliam importantes princípios, entre eles: a aceitação de algumas matérias-primas, diferenciação de selos, processo produtivo, embalagens e que não tenham sua eficácia validada em experimentação animal (Lyrio *et al.*, 2011).

A Ecocert do Brasil certifica como produto orgânico aquele que tenha em sua formulação (incluindo a água), no mínimo, 95% de matéria-prima orgânica em relação à quantidade total de matérias-primas naturais usadas, e os cosméticos naturais precisam conter em sua fórmula, no mínimo, 95% de ingredientes naturais e 5% de ingredientes orgânicos (Lyrio *et al.*, 2011).

O IBD (2009) determina que o cosmético natural, sem considerar água e o sal nos cálculos, tenha em sua composição entre 5% e 70% do seu peso total de ingredientes orgânicos. Para ser classificado como orgânico, o produto deve conter, pelo menos 95% de matérias-primas certificadas como orgânicas, descontando sal e água, e os 5% restantes compostos de água, matérias-primas naturais providas da agricultura ou do extrativismo não certificados.

Os cosméticos orgânicos possuem embalagem sustentáveis e em sua composição as substâncias sintéticas são substituídas por naturais com a mesma eficácia, possuem geração mínima de resíduos poluentes, não é permitida experimentação animal para validar a eficiência do produto e possuem melhor compatibilidade com a pele (Fedalto, 2013).

Em contrapartida, as pessoas nem sempre acreditam na eficiência dos produtos orgânicos, seja pela presença de pouca espuma em xampus, sabonetes, ou as alterações de aroma e coloração. Ainda existe o fator aquisitivo onde os preços são superiores aos produtos convencionais (Fedalto, 2013).

A composição dos cosméticos usados no dia a dia por várias pessoas contém conservantes perigosos para a saúde que podem acarretar doenças graves, quando utilizados por muito tempo. São substâncias que adicionadas aos produtos de higiene pessoal, perfumes e cosméticos com o intuito de preservar a degradação que é provocado por microrganismos durante o período de estocagem da fabricação e assim proteger o consumidor de contaminação quando estiver em uso (Cassaroti, 2012).

São diversos conservantes usados nos cosméticos e farmacológicos, dentre eles o mais utilizado são os ésteres de aquil do ácido para-hidroxibenzoico, mais conhecido como parabenos, colocado pelas indústrias e empresas fornecedoras

pelo fato de serem de baixo custo e fácil acesso, os parabenos tem como seus principais membros os metilparabenos, etilparabenos, propilparabeno, benzilparabeno e butilparabeno. Nos cosméticos a quantidade de parabenos utilizada é de 0,4% (Cassaroti, 2012).

Com alto teor tóxico, os parabenos possuem competência alérgica muito alta, causando reações à hipersensibilidade que podem ser divididas em reações irritativas imediata ou acumulativas, alérgicas ou sensibilizantes que é caracterizada por sensações de ardência, vermelhidão, sensação de coceira podendo levar a doenças mais graves. Também provocam envelhecimento cutâneo e é comprovado que contém atividade estrogênica (Cassaroti, 2012).

Para alguns críticos, a questão da experimentação animal tem sido abordada como uma questão meramente técnica, isto é, a pertinência de seus métodos é questionada, mas, nessa abordagem também aparece à questão da experimentação como um problema que relaciona o bem-estar animal a eficácia do ativo, isto é, o estresse e a dor aos quais os animais são submetidos podem produzir alterações fisiológicas, as quais podem alterar os resultados obtidos em determinados produtos. Para outros, a questão da experimentação animal tem sido abordada como uma questão ética, isto é, a nossa relação com os animais é vista pela ótica da moralidade, se de fato não existe outra opção a este tipo de teste.

Cabe ressaltar a utilização de diversos outros meios de testes, *in vivo* e *in vitro*, para dosagens e demais critérios antes da comercialização de um cosmético, o que pode gerar discrepâncias nos resultados por não se assemelharem por alguns motivos a fisiologia e anatomia da pele humana. O caráter mais importante de maneira geral é a observação e escolha do profissional em utilizar produtos orgânicos ou não, e avaliar seus benefícios e malefícios (Regan, 2011).

Aplicações alternativas dos cosméticos naturais

As elevadas taxas das mudanças climáticas, a poluição do ar e da água, o desmatamento, a degradação do solo, a extinção das espécies, o esgotamento dos recursos minerais, são algumas das múltiplas consequências ambientais que geram preocupação social (Amberg, *et al* 2019). Relativamente com uso

excessivo de produtos cosméticos e de cuidado pessoal acarreta em grandes quantidades de resíduos não orgânicos de volta ao meio ambiente. Considerando que existem produtos biologicamente ativos com um elevado potencial de bioacumulação, este consumo excessivo de cosméticos pode constituir risco para a saúde humana e para o ecossistema (Fonseca *et al*, 2015). Substâncias presentes nos cosméticos como conservantes e plásticos são extremamente prejudiciais do ponto de vista ambiental.

A pele é a barreira mais externa do corpo e é sensível a poluentes, em contato direto com o ambiente externo, uma das suas principais funções é proteger o organismo de substâncias nocivas (Damiani, 2007). A poluição pode causar efeitos dermatológicos perigosos, como inflamação, estresse oxidativo e deficiências metabólicas, podendo também gerar câncer, que pode ser amplificado pela sinergia deletéria do sol, particularmente UVA (Marrot, 2017).

A luz UVA está associada à geração de ROS, levando à peroxidação de lipídios de barreira cuja degradação compromete fortemente a função de proteção seletiva da pele (Damiani, 2007). Outros fatores como fumaça de cigarro, poluição, dieta rica em ácidos graxos poli-insaturados, inflamação, etc., também podem produzir danos ao organismo humano. Todas estas fontes de espécies reativas do oxigênio agem dificultando a ação antioxidante dos sistemas de defesa endógenos, que, sozinhos, não possuem capacidade para defesa de todo o organismo (Pietta, 2000).

Com a ação nociva da poluição, é de extrema importância que a pele, mais especificamente o estrato córneo, permaneça íntegra, para que possa exercer a sua função de barreira protetora. A função de barreira visa a defesa contra agentes ambientais e contaminantes externos, evitando o processo de absorção e os efeitos tóxicos e nocivos (Kular *et al.*, 2014)

A literatura mostra que em países populosos, como México e China, a exposição à poluição pode afetar a composição do sebo, a qualidade do estrato córneo e, também, intensificar os sinais de envelhecimento da pele, como manchas pigmentadas e rugas (Velasco *et al.*, 2018). A pele é a principal barreira de defesa contra os agentes ambientais e está diariamente exposta a poluentes atmosféricos que podem ser absorvidos e causar efeitos tóxicos. O estrato córneo (EC) é a camada externa da pele e representa a barreira primária aos agentes externos. O EC é composto por uma fusão comprimida de células

queratinizadas rodeadas por uma matriz lipídica extracelular, dispostas em um modelo de “tijolo e argamassa”. Os “tijolos” são compostos por queratinócitos e “argamassa” pelo conteúdo expelido da camada lamelar (Velasco *et al.*,2018).

O stress oxidativo, a inflamação e as deficiências metabólicas estão entre os mecanismos mais prováveis de riscos dermatológicos derivados da poluição (Marrot, 2017). Por isso, vê-se a importância da associação de antioxidantes de uso tópico, como via direta para a epiderme, em uma rotina de cuidados, com pretensão à longevidade e saúde da população. Aliada aos cuidados com a pele é crescente a importância dada aos produtos naturais, obtidos de forma sustentável por meio de métodos com menor impacto ambiental possível. Por este motivo, a palmeira Juçara foi a escolha para esta pesquisa.

2. HIPÓTESE

Extrato do fruto da palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Martius) como um insumo vegetal ativo farmacêutico que pode ser incorporado em emulsões cosméticas e se manter estável quanto ao seu conteúdo e potencial antioxidante.

3. OBJETIVOS

Objetivo geral

Avaliar a atividade antioxidante de uma emulsão contendo extrato do fruto da palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Martius) e sua estabilidade como princípio ativo de formulação cosmética.

Objetivos específicos

- Determinar a atividade antioxidante da emulsão cosmética acrescida do extrato de Juçara durante o tempo
- Avaliar o processo de microencapsulação como agente de proteção da atividade antioxidante
- Avaliar a estabilidade preliminar e a citotoxicidade da emulsão acrescida do extrato de Juçara
- Viabilizar o uso do fruto da Juçara em cosméticos, promovendo a sua valorização e preservação

Diante do exposto, este trabalho foi organizado em capítulos. O segundo capítulo compreende o artigo **“Atividade antioxidante e estabilidade preliminar de uma emulsão cosmética contendo fruto da palmeira Juçara (*Euterpe edulis Martius*)”**, que corresponde à execução deste projeto de pesquisa e dá nome à tese. O terceiro capítulo é referente ao artigo **“Microencapsulação do extrato de Juçara para aplicações cosméticas”**, em que são descritos os métodos e resultados encontrados na realização desta técnica no presente projeto.

Capítulo II: Atividade antioxidante de uma emulsão cosmética contendo fruto da palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Martius)

Nascimento, Denize Maria Calixto¹; Lopes, Layla; Pessoa, Iana Soares;
Santos, Tamires Cruz; Fronza, Marcio; Endringer, Denise Coutinho¹

¹Universidade Vila Velha – ES.

Resumo

O uso de ingredientes de origem natural em cosméticos agrega bioatividade, sustentabilidade e apelo de marketing. Os frutos da Palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Martius) são ricos em polifenóis e antocianinas, que possuem propriedades antioxidantes benéficas para a saúde. Este estudo avaliou a atividade antioxidante e a estabilidade preliminar de uma emulsão cosmética contendo extrato de Juçara liofilizado. A polpa foi coletada, liofilizada e incorporada em uma emulsão cosmética. A atividade antimicrobiana foi avaliada contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* e foi realizada utilizando a técnica de disco-difusão. A atividade antioxidante foi medida pelo método DPPH e a citotoxicidade foi avaliada pelo ensaio MTT em fibroblastos L929. As amostras foram armazenadas em duas temperaturas e analisadas em diversos tempos. Os resultados mostraram que a emulsão manteve o pH recomendado (4,7-5,7) e a atividade antioxidante foi crescente e se manteve estável do T2 ao T21, caindo em T28. Houve leve degradação de cor e odor ao longo do tempo, especialmente a 25°C. A emulsão incorporada com a polpa de Juçara não apresentou citotoxicidade nas concentrações abaixo de 3,12µg/mL. Este estudo indica que a emulsão com extrato de juçara é promissora para produção cosmética devido à sua atividade antioxidante e estabilidade relativa.

Palavras-Chave: Atividade antioxidante. Cosméticos naturais. Juçara. *Euterpe edulis*.

Abstract

The use of ingredients of natural origin in cosmetics has gained popularity and, among them, we can mention plant extracts and their derivatives which, when incorporated into formulations, add bioactivity, sustainability and marketing appeal. The fruits of the Juçara Palm (*Euterpe edulis* Martius) are rich in polyphenols and anthocyanins, which have antioxidant properties beneficial to health. This study evaluated the antioxidant activity and preliminary stability of a cosmetic emulsion containing freeze-dried Juçara extract. The pulp was collected, freeze-dried and incorporated into a cosmetic emulsion. Antimicrobial activity was tested against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* using the disk diffusion technique. Antioxidant activity was measured by the DPPH method and cytotoxicity was evaluated by the MTT assay in L929 fibroblasts. Furthermore, inhibition of superoxide anion production was analyzed in RAW 264.7 macrophages. The samples were stored at two temperatures and analyzed at different times. The results showed that the emulsion maintained the recommended pH (4.7-5.7) and the antioxidant activity was higher on 21 and 14 days (50.6% at 25°C; 48.3% at 5°C). There was slight degradation of color and odor over time, especially at 25°C. The emulsion incorporated with Juçara pulp showed significant inhibition of superoxide anion production and did not present cytotoxicity at concentrations below 3.12 µg/mL. This study indicates that the emulsion with Juçara extract is promising for cosmetic production due to its antioxidant activity and relative stability.

Keywords: Antioxidant activity. Natural cosmetics. Juçara. *Euterpe edulis*.

1. Introdução

A Juçara (*Euterpe edulis* Martius) tem grande importância para manutenção da fauna e biodiversidade da Mata Atlântica (Maier *et al.* 2019), estando incluída na lista vermelha das espécies da flora do Brasil, elaborada pelo Centro Nacional de Conservação da Flora, sob o risco de extinção (Dornas *et al.*, 2008).

Aliada ao alto potencial bioativo de seus frutos, a Juçara torna-se uma opção de grande valor econômico e ambiental para sociedade (Borges *et al.*, 2011; Schulz *et al.*, 2016; Da Silva *et al.*, 2014), pois é fonte de polifenóis e antocianinas, ambos são considerados antioxidantes naturais e seu consumo está associado a benefícios da saúde (Brito *et al.* 2007; Borges *et al.* 2011; Bicudo *et al.* 2014). Antocianinas exercem grande atividade antioxidante através da doação de elétrons ou átomos de hidrogênio do radical hidroxil às espécies reativas (Motohashi; Sakagami, 2009). Porém, possuem baixa estabilidade frente a fatores como incidência de luz, exposição ao oxigênio, variações de temperatura e pH, podendo facilmente sofrer degradação e perda de suas atividades biológicas durante o processamento e armazenamento (Tonon *et al.* 2009; Selim *et al.* 2008).

Autoridades reguladoras orientam que os cosméticos não devem prejudicar a saúde humana. Portanto, a segurança de produtos finais deve ser avaliada, considerando o perfil toxicológico dos ingredientes (Hertel *et al.*, 2021). A deterioração dos produtos por ação microbiana é um fator de grande importância na produção de cosméticos, compostos bioativos com ação antioxidante exibem um amplo espectro de efeitos biológicos, incluindo ação bactericida e antiviral, funções biológicas que são conferidas principalmente por sua atividade antioxidante (Penny *et al.*, 2002; Soobrattee *et al.*, 2005; Paixão *et al.*, 2007). Segundo o Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (ANVISA, 2004), o estudo de estabilidade preliminar consiste na realização do teste na fase inicial do desenvolvimento do produto, emprega condições não extremas e serve como auxiliar na determinação da estabilidade final da formulação. Este teste também é conhecido como Teste de Triagem, Estabilidade Acelerada ou de Curto Prazo e tem como objetivo auxiliar e orientar a escolha das formulações para acelerar possíveis reações entre seus componentes e o surgimento de

sinais que devem ser observados conforme as características específicas de cada tipo de produto. Segundo a ANVISA (2004), a duração do teste é geralmente de quinze dias e auxilia na triagem das formulações. Devido às condições e tempo em que é conduzido, este estudo não tem a finalidade de estimar a vida útil do produto. Este trabalho tem como objetivo avaliar a atividade antioxidante de uma emulsão contendo extrato do fruto da palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Martius) e sua estabilidade como princípio ativo de formulação cosmética.

2. Materiais e métodos

Material vegetal

A polpa de Juçara foi adquirida comercialmente por meio da agroindústria regulamentada Açáí Juçara e foi fornecida congelada para a pesquisa, recolhida em recipiente Falcon de polietileno com tampa e levado à -80°C para total congelamento. Na sequência, as amostras foram liofilizadas (*Labconco Freezone*® modelo 7752020, EUA). Após o processo de liofilização, o armazenamento foi realizado em freezer à -20°C até o momento dos experimentos e incorporação na emulsão.

Preparação da emulsão de uso cosmético

Após realizar o cálculo conforme descrito por Portes (2024), o valor do EHL da emulsão foi igual a 4,75, o tensoativo de escolha foi o Olivem 1000 com EHL tabelado de 9, sendo uma formulação do tipo A/O. A metodologia seguiu o protocolo da Tabela 1 para produção da emulsão de bancada OLIVEM 1000. Os componentes da fase oleosa foram misturados à fase aquosa, aquecidos a 75°C e misturados em constante agitação até atingir 25°C (temperatura ambiente). Não foi adicionado sistema de conservação a fórmula.

Tabela 1 - Protocolo para produção da emulsão OLIVEM 1000

Compostos	Quantidade	Fase	Função
Olivem 1000 *	50g	Oleosa	Cera auto emulsionante
Manteiga de Palma	10g	Oleosa	Emoliente
Glicerina Vegetal	10g	Aquosa	Umectante
Água purificada**	420g	Aquosa	Veículo

* Emulsionante de origem natural, derivado do óleo de oliva.

**Quantidade suficiente para completar 500g de emulsão.

Incorporação da Juçara na emulsão

Pesaram-se 513g da emulsão e foram adicionados 5% (27g) da polpa de Juçara liofilizada, misturados em agitação constante até completa incorporação.

Análise de Atividade Antimicrobiana

O potencial antimicrobiano do extrato de Juçara foi avaliado por meio do método de difusão em disco, de acordo com o descrito pela CLSI (2006) com modificações. As estirpes bacterianas utilizadas foram *Staphylococcus aureus* NCTC®12973 e *Escherichia coli* NCTC® 12241(National Collection of Type Cultures). O meio de cultura utilizado foi o TSA (*Trypticase Soy Agar*) e como controle positivo utilizou-se penicilina/estreptomicina. Discos estéreis de papel filtro Whatmann°42, com 6mm de diâmetro, foram impregnados com 10µL da solução aquosa a 10% de Juçara. Após a absorção, os discos foram levemente pressionados contra a superfície do meio de cultivo para garantir total contato com os microrganismos que foram previamente inoculados e distribuídos igualmente em placas de Petri. O material foi deixado à temperatura ambiente durante aproximadamente uma hora para difusão dos extratos. Após esse período, as placas foram invertidas e incubadas a 35°C durante 24h. Os experimentos foram feitos em triplicata. (Karaman *et al.*, 2003; Springfield *et al.*, 2003).

Análise da atividade antioxidante pelo método do sequestro do radical DPPH

Foram pesados 2,5g de cada amostra da emulsão incorporada com a polpa da Juçara, diluído e avolumado em balão volumétrico de 25ml de modo a se obter a concentração de 10%, descrita por Fries *et al.*, (2013), com modificações.

A avaliação da atividade antioxidante se deu pelo método de atividade sequestrante usando o radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), segundo Scherer e Godoy (2009). Alíquotas das amostras foram adicionadas à solução metanólica de DPPH e as absorbâncias lidas a 517nm. A equação da reta foi determinada e o índice de atividade antioxidante (IAA) calculado pela razão entre a concentração final do DPPH e a concentração inibitória 50% (IC50), que é a concentração necessária do antioxidante para reduzir em 50 % a concentração inicial do radical DPPH, sendo que quanto menor o IC50, maior a atividade antioxidante do material ou em poder antirradical, que é a relação inversa de IC50 ($1/IC50$). O resultado foi expresso em IAA \pm desvio padrão e IC50 \pm desvio padrão.

A atividade antioxidante das amostras foi comparada entre si, sendo classificada como fraca (IAA < 0,5), moderada (0,5 < IAA < 1,0), forte (1,0 < IAA < 2,0) ou muito forte (IAA > 2,0). A análise foi realizada em todos os tempos do experimento. A absorbância da emulsão pura, sem adição da polpa de Juçara também foi medida como controle negativo para comparação e avaliação.

Teste de toxicidade celular pelo método MTT

A atividade citotóxica *in vitro* foi avaliada pelo método colorimétrico MTT (brometo de 3- (4,5-dimetiltiazol-2-il) -2,5-difenil tetrazólio) de acordo com Mosmann (1983), para avaliar a atividade metabólica de fibroblastos L929 (ATCC CRL-6364™), incubados (5% de CO₂ a 37°C) com a emulsão acrescida da polpa liofilizada de Juçara, as células foram semeadas a uma concentração de $7,5 \times 10^5$ células/mL em placa de 96 poços. Após o período de cultivo celular foi realizado o ensaio MTT (Sigma-Aldrich). A toxicidade celular foi detectada por

um leitor de placas e expressa como porcentagem de viabilidade celular referida ao controle negativo.

Caracterização Organoléptica

Para as análises de cor e odor, todas as amostras foram caracterizadas pelo seu aspecto visual, sem auxílio de equipamento. A consistência dos aspectos foi avaliada em todos os tempos. O pH foi analisado em todos os tempos com o auxílio de um pHmetro (Silva,2013). A espalhabilidade foi realizada em todas as amostras, em que 0.08g de cada amostra foi colocado no ponto central de uma placa de acrílico e em seguida a outra placa foi alinhada acima da amostra. Sobre as placas, um peso calibrado de 200g foi colocado por 2 min. O diâmetro de espalhabilidade foi registrado em direções opostas, e o diâmetro médio foi calculado a partir da equação 1: $Ei = d^2 \times \pi / 4$ (Hertel *et al.*, 2020), a espalhabilidade máxima foi considerada como o ponto no qual a adição do peso não ocasionou alterações significativas nos valores da espalhabilidade. A densidade foi medida utilizando-se picnômetro metálico. Obteve-se o peso da amostra através da diferença de massa do picnômetro cheio e vazio, a densidade relativa foi determinada entre a massa da amostra e o volume de água (FARMACOPEIA BRASILEIRA, 2010).

Avaliação da estabilidade preliminar

Após a preparação da emulsão e incorporação da polpa (24h), a amostra foi acondicionada em frasco de vidro neutro, transparente, revestido com papel alumínio devido à fotossensibilidade das matérias-primas, com tampa que garantiu boa vedação evitando a perda de gases e evaporação para o meio (ANVISA, 2014). As amostras foram mantidas em duas temperaturas distintas: refrigeração/geladeira ($T=5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) e temperatura ambiente ($T=25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). As avaliações ocorreram nos tempos: T0, T1, T2, T3, T7, T14, T21 e T28 dias. Foram realizadas avaliações organolépticas, pH, espalhabilidade, densidade, cor, odor e atividade antioxidante, registradas em planilhas e com imagens.

Análise estatística

A descrição dos dados foi realizada pela frequência observada, porcentagem, valores mínimo e máximo, mediana, média e desvio padrão. A correlação de Pearson associou a inibição entre as temperaturas ambiente e geladeira. A ANOVA para amostras independentes e pareadas em conjunto com os testes de comparações múltiplas de Tukey e Bonferroni compararam as medidas de inibição entre a polpa liofilizada e microencapsulada e também, entre as inibições dos tempos para cada temperatura. A regressão linear simples associou as medidas de inibição entre os tempos para cada temperatura. O nível alfa de significância utilizado em todas as análises foi de 5%.

3. Resultados

Caracterização Organoléptica

Em relação ao valor do pH, é recomendado que as emulsões fiquem entre 4,7 e 5,7. A emulsão produzida obteve valores dentro do recomendado, sendo considerado um produto dentro dos padrões (ANVISA, 2014). Nas amostras de emulsão incorporada com a polpa liofilizada de Juçara, foi possível analisar que as variações de pH foram baixas, tendo como referência os tempos (Tabela 2). Nas amostras com alteração de pH também se nota uma alteração organoléptica de cor e odor, provavelmente função da deterioração dos compostos bioativos contidos na polpa da Juçara, visto que não foi adicionada à emulsão qualquer tipo de conservante. Logo, a temperatura também se mostrou um fator importante na preservação das amostras durante o experimento. A alteração do pigmento arroxeadado nas amostras armazenadas em temperatura ambiente pode indicar degradação das antocianinas, porém este processo não interferiu na atividade antioxidante da emulsão ao longo do experimento (Tabela 2).

Tabela 2 - Caracterização organoléptica e atividade antioxidante

Temperatura (C°)	Tempo (dias)	Características organolépticas (Cor / Odor)	PH (média da triplicata)	Espalhabilidade (média da triplicata)	Densidade	DPPH (IC50, µg/mL)	IAA
5°C ± 2°C Geladeira	0	Sem alterações	5.20±	1,54 ±	0.9546	64,2	0,62
					0.9596	50,7	0,79
	T1	Sem alterações	5.24±	1,42±			
	T2	Sem alterações	5.27±	1,37 ±	0.9619	37,1	1,77
						33,7	1,18
	T3	Sem alterações	5.18±	1,50 ±	0.9787		
	T7	Sem alterações	5.15±-	1,53 ±	0.9717	37,5	1,06
	T14	Sem alterações	5.14±-	1,39 ±	0.9695	29,6	1,35
		Levemente modificada	5.12±-	1,49 ±	0.9728	32,4	1,23
	T21					68,5	0,58
	T28	Levemente modificada	5.10±	1,52 ±	0.9632		
T=25°C ±2°C Ambiente	0	Sem alterações	5.20±	1,37 ±	0.9662	64,2	0,62
	T1	Sem alterações	5.18±	1,61 ±	0.9646	60,2	0,66
	T2	Sem alterações	5.26±	1,48 ±	0.9605	39,9	0,99
	T3	Sem alterações	5.10±	1,39 ±	0.9649	38,5	1,04
	T7	Levemente modificada	4.95±	1,34 ±	0.9713	37,3	1,07
						34,2	1,17
	T14	Modificada	4.70±	1,51 ±	0.9745		
		Intensamente modificada	4.55±	1,49 ±	0.9604	23,7	1,69
	T21						

T28	Intensamente modificada	4.49±	1,34 ± 0,02	0.9624	79,4	0,50
-----	-------------------------	-------	-------------	--------	------	------

Legenda:

- Potencial antioxidante (IAA)

Classificada como fraca (IAA < 0,5), moderada (0,5 < IAA < 1,0), forte (1,0 < IAA < 2,0) ou muito forte (IAA > 2,0).

Somente não houve rejeição da hipótese nula de distribuição de probabilidade normal para a IAA da temperatura da geladeira, portanto, a técnica não paramétrica é a mais adequada (Tabela 3).

Tabela 3 - Teste de normalidade

		gl	Valor p*
IC50 temperatura ambiente	0,890	24	0,013
IC50 temperatura da geladeira	0,816	24	0,001
IAA temperatura ambiente	0,905	24	0,027
IAA temperatura da geladeira	0,924	24	0,071

(*) Teste de Shapiro e Wilk; significativo se $p \leq 0,050$

Houve correlação significativa entre o IC50 com a IAA nas temperaturas ambiente e na geladeira, onde, o IC50 na temperatura ambiente apresentou uma correlação muito forte e negativa com a IAA na temperatura ambiente, ou seja, de acordo que o IC50 diminui, a IAA aumenta ($\rho = -0,988$). Isso também ocorre para a correlação entre IC50 na temperatura na geladeira com a IAA na temperatura na geladeira, foi observada uma correlação forte e negativa, onde a redução do IC50 aumenta a IAA ($\rho = -0,820$)

Não houve diferença significativa de IC50 entre as temperaturas ambiente e na geladeira para nenhum tempo, portanto, os valores de IC50 foram similares entre as temperaturas em cada tempo. Mas quando se comparou o IC50 entre os tempos e em cada temperatura houve diferença significativa, onde, a menor mediana na temperatura ambiente foi para o dia T21 (23,7), enquanto para a temperatura na geladeira foi para o dia T14 (29,3)

Densidade

A média dos valores obtidos para a densidade em temperatura ambiente (25°C) ficou em $0,96 \pm 0,01$ e em geladeira (5°C) ficou em $0,96 \pm 0,01$ (FARMACOPEIA BRASILEIRA, 2010), e se manteve dentro dos padrões preconizados.

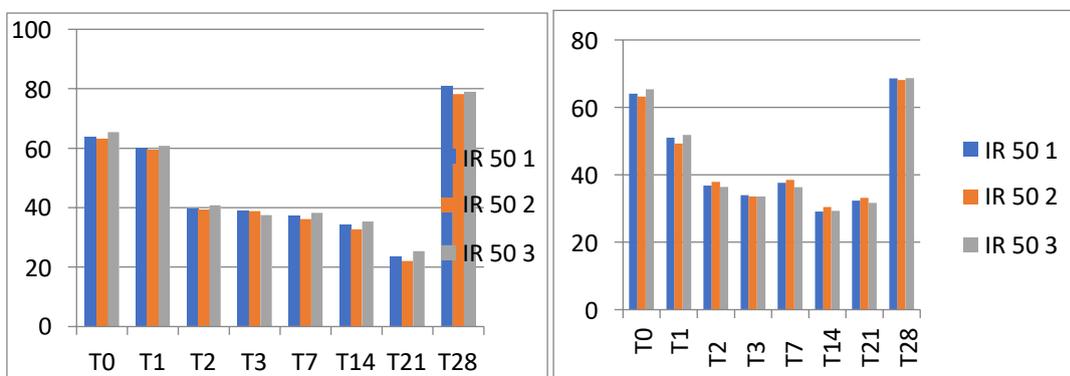
Espalhabilidade

A amostra apresentou boa espalhabilidade, com capacidade de espalhar-se e abranger o local de ação (Knorst *et al.*, 1991), e se manteve dentro dos padrões preconizados.

Análise da atividade antioxidante pelo método do sequestro do radical DPPH

A menor média do IC50 na temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) foi em 21 dias ($23,7; \pm\text{DP } 1,7$) e na temperatura em geladeira foi em 14 dias ($29,6; \pm\text{DP } 0,7$). Já a maior média da IAA na temperatura ambiente foi para T21 dias ($1,69; \pm\text{DP } 0,12$) e em temperatura da geladeira foi em T2 dias ($1,77; \pm\text{DP } 0,22$) (Gráfico 1).

Gráfico 1: Temp. ambiente (esquerda) e Temp. geladeira (direita)



Observa-se uma estabilização da atividade antioxidante a partir do T2 até o T21 dias, em temperatura ambiente a atividade tem um pico em T21 enquanto este pico acontece em T14 quando armazenado em geladeira (Figuras 1 e 2). A capacidade antioxidante cai a partir a partir do tempo de 28 dias (IC50) em ambas as temperaturas de armazenamento (Figuras 1 e 2).

Tabela 4 - Avaliação da atividade antioxidante ao longo do tempo

Tempo	Ambiente			Geladeira		
	Mediana	Média	Desvio padrão	Mediana	Média	Desvio padrão
T0 h	64,0	64,2	1,1	64,0	64,2	1,1
T1 dia	60,2	60,2	0,7	51,0	50,7	1,3
T2 dias	39,6	39,9	0,8	36,8	37,1	0,8
T3 dias	38,9	38,5	0,8	33,6	33,7	0,2
T7 dias	37,5	37,3	1,1	37,7	37,5	1,1
IC50 T14 dias	34,4	34,2	1,3	29,3	29,6	0,7
T21 dias	23,7	23,7	1,7	32,3	32,4	0,7
T28 dias	79,1	79,4	1,3	68,6	68,5	0,3
T0 h	0,62	0,62	0,01	0,62	0,62	0,01
T1 dia	0,66	0,66	0,01	0,78	0,79	0,02
T2 dias	1,00	0,99	0,02	1,84	1,77	0,22
T3 dias	1,04	1,04	0,02	1,18	1,18	0,01
T7 dias	1,06	1,07	0,03	1,06	1,06	0,03
IAA T14 dias	1,15	1,17	0,05	1,36	1,35	0,03
T21 dias	1,68	1,69	0,12	1,23	1,23	0,03
T28 dias	0,50	0,50	0,01	0,58	0,58	0,00

Legenda:

Avaliação da potência antioxidante:

IAA > 2,0: muito forte

IAA entre 2,0 e 1,0: forte

IAA entre 1,0 e 0,5: moderado

IAA entre 0,5 e 0,1: fraco

IAA < 0,1: muito fraco

Na análise da amostra mantida em geladeira ($5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), observou-se aumento da atividade antioxidante no início dos experimentos, do tempo de 1 dia até T3 dias. Posteriormente, a atividade sofre perda até o tempo de 7 dias, seguido por aumento da atividade em T14, tendo expressiva perda da potência antioxidante a partir do tempo de 28 dias (Tabela 4).

Apenas não houve rejeição da hipótese nula de distribuição de probabilidade normal para a IAA da temperatura da geladeira, portanto, a técnica não paramétrica é a mais adequada (Tabela 5).

Tabela 5 - Teste de normalidade

		gl	Valor p*
IR50 temperatura ambiente	0,890	24	0,013
IR50 temperatura da geladeira	0,816	24	0,001
IAA temperatura ambiente	0,905	24	0,027
IAA temperatura da geladeira	0,924	24	0,071

(*) Teste de Shapiro e Wilk; significativo se $p \leq 0,050$

Não houve diferença significativa de IC50 entre as temperaturas ambiente e na geladeira para nenhum tempo, portanto, os valores de IC50 foram similares entre as temperaturas em cada tempo. No entanto quando se comparou o IC50 entre os tempos e em cada temperatura houve diferença significativa, onde, a menor mediana na temperatura ambiente foi para o dia 21 (23,7), enquanto para a temperatura na geladeira foi para o dia 14 (29,3) (Tabela 6).

Tabela 6 - Comparação do ic50 entre os tempos e entre as temperaturas

Tempo	IC50						Valor p*
	Ambiente			Geladeira			
	Mediana	Média	Desvio padrão	Mediana	Média	Desvio padrão	
T0 h	64,0cd	64,2	1,1	64,0c	64,2	1,1	0,999
T1 dia	60,2c	60,2	0,7	51,0b	50,7	1,3	0,100
T2 dias	39,6b	39,9	0,8	36,8ab	37,1	0,8	0,100
T3 dias	38,9b	38,5	0,8	33,6ab	33,7	0,2	0,100
T7 dias	37,5b	37,3	1,1	37,7ab	37,5	1,1	0,700
T14 dias	34,4ab	34,2	1,3	29,3a	29,6	0,7	0,100
T21 dias	23,7a	23,7	1,7	32,3ab	32,4	0,7	0,100
T28 dias	79,1d	79,4	1,3	68,6c	68,5	0,3	0,100
	< 0,001			< 0,001			

(*) Teste de Mann-Whitney; (**) Teste de Friedman; abcd - Letras diferentes indicam diferenças entre as medianas (Teste de Bonferroni); significativo se $p \leq 0,050$

Análise da Toxicidade celular

Foram avaliadas a polpa de Juçara e a emulsão acrescida com a polpa liofilizada de Juçara em células de fibroblastos L929 (ATCC CRL-6364™).

Ambas as amostras não apresentaram atividade citotóxica nas concentrações abaixo de 3,12µg/mL.

4. Discussão

Nas últimas duas décadas, a indústria cosmética tem lançado produtos contendo ingredientes naturais, mas as definições, ainda, são ambíguas ou incertas. Uma corrente define natural como a substância que vem de uma fonte vegetal renovável e que não seja derivado nem de outra forma quimicamente modificada ou alterada. Outra definição, mais ampla, considera natural a substância ou seus derivados sintéticos de origem natural, o que poderia englobar todas as matérias-primas, uma vez que podem ser reduzidas a uma origem ou outra, entre os reinos animal, mineral ou vegetal (Oliveira & Bloise, 1995). Um cosmético ecológico, desde o cultivo de matérias primas, até o final do processo produtivo, garante a utilização de recursos de maneira sustentável com consciência e respeito social, econômico e ambiental.

Os frutos de Juçara possuem duas a três vezes mais antocianinas do que os frutos de Açaí (*E. oleracea*) (Siqueira *et al.* 2018) estes são um importante grupo de fenólicos nos frutos de Juçara, responsáveis pela pigmentação dos frutos quando maduro.

Silva (2002) apresentou estudos de bioengenharia cutânea comprovando a eficácia de bioativos tropicais e, assim como esse autor, vários pesquisadores têm estudado ativos brasileiros aplicados em cosméticos. As conclusões mostram a importância da associação da tecnologia com a cultura popular, para estudo e consequente uso de ingredientes naturais em cosméticos. Isso tem aumentado a pesquisa referente ao isolamento, à identificação e à quantificação de compostos ativos das plantas e suas atividades biológicas (Teodor *et al.*, 1998; Galhardo *et al.*, 2007a).

No presente estudo a amostra controle (emulsão sem a polpa de Juçara) não apresentou atividade antioxidante (0 ± 0) e não houve variação entre as médias amostrais. Este fator indica que a emulsão utilizada não possuía nenhuma atividade antioxidante antes da incorporação da polpa de Juçara. Os resultados da atividade antioxidante foram positivos para as amostras que foram incorporadas com polpa liofilizada de Juçara. Portanto, pode-se afirmar que toda

atividade antioxidante vem da atividade biológica do extrato. Comparando os resultados, observa-se que a atividade antioxidante não teve grande variação entre os tempos T2 e T21, tendo queda a partir do T28.

Correlacionando estes resultados a alterações organolépticas a partir do tempo T7 em temperatura ambiente e T14 em geladeira, percebe-se que mesmo com a alteração da cor e odor, a atividade antioxidante se mostrou positiva. Com possível degradação das antocianinas em ácidos fenólicos as amostras perderiam sua cor ao longo do tempo, mas manteriam sua atividade antioxidante, provavelmente pela ação de diferentes ácidos fenólicos dentre os bioativos da Juçara que apresentam um alto potencial antioxidante e são encontrados em diversos alimentos (Soares, 2002).

Em relação à atividade antibacteriana de extratos de plantas, estudos prévios comprovaram a eficácia de extratos de espécies vegetais sobre o crescimento dos micro-organismos *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, pelo método de difusão em ágar (Carvalho *et al.*, 2002; Chah *et al.*, 2006; Nair; Chanda, 2007). O objetivo deste experimento foi de se obter uma opção natural para auxiliar os sistemas de conservação em cosméticos, no entanto, neste trabalho não foi observada atividade antimicrobiana do extrato de Juçara contra os micro-organismos testados.

5. Conclusão

Por meio dos experimentos realizados pode-se concluir que a polpa liofilizada de Juçara manteve as suas atividades antioxidantes na emulsão quando incorporada, sem sofrer separação de fase ou danificar a integridade da emulsão. Com a alteração da cor e odor em temperatura ambiente a partir do T7 observa-se a necessidade de uma co-pigmentação, a fim de ajuste estético da formulação e também adição de ativos como fragrância.

Seguindo o objetivo do trabalho que foi analisar a efetividade de uma formulação cosmética natural, indica-se também a utilização de óleos essenciais para atuar na aromatização do produto, bem como adicionar funções metabólicas por serem conhecidos por sua bioatividade.

A relevância científica desta pesquisa é multifacetada, abrangendo inovação na indústria cosmética, conservação ambiental, avanços em

tecnologias de processamento, benefícios para a saúde e bem-estar, e valorização econômica e social. A incorporação de extratos de Juçara em formulações cosméticas representa uma inovação significativa, proporcionando aos consumidores produtos com alta atividade antioxidante e benefícios comprovados para a saúde da pele, atendendo à crescente demanda por cosméticos naturais e sustentáveis. Além disso, ao incentivar o uso sustentável dos frutos da Juçara, a pesquisa pode fomentar a economia local, criando novas oportunidades de renda para comunidades que vivem em áreas de cultivo da palmeira, ao mesmo tempo em que promove práticas agrícolas sustentáveis. Em resumo, este estudo tem o potencial de não só inovar no desenvolvimento de produtos cosméticos naturais e eficazes, mas também de contribuir significativamente para a conservação ambiental e o desenvolvimento econômico sustentável.

Capítulo III: Microencapsulação do extrato de Juçara para aplicações cosméticas

Nascimento, Denize Maria Calixto¹, Endringer, Denise Coutinho¹

¹Universidade Vila Velha – ES.

Resumo

A microencapsulação é uma técnica amplamente utilizada para a preservação, estabilidade e proteção de compostos bioativos durante o armazenamento e processamento. Este estudo avaliou a eficácia da microencapsulação no extrato de Juçara (*Euterpe edulis* Martius) para preservação das antocianinas. O processo foi feito adicionando maltodextrina e goma arábica (1:1) como agentes microencapsulantes em polpa de Juçara acidificada (pH2). Os frutos foram coletados, a polpa foi fornecida congelada, recolhida em recipiente Falcon de polietileno com tampa e levado à -80°C para total congelamento e armazenamento até o momento dos experimentos. As micropartículas foram preparadas na proporção de 2:3 e analisadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) para observar sua morfologia. A quantificação das antocianinas foi realizada pelo método de pH diferencial, comparando a polpa liofilizada e microencapsulada. Os resultados mostraram que as micropartículas apresentaram uma estrutura amorfa, sem diferenças significativas entre as amostras. A análise de quantificação indicou um valor total de antocianinas maior na polpa liofilizada (0,133; \pm DP 0.002) em comparação com a polpa microencapsulada (0,049; \pm DP 0.005). Isso sugere que o método de extração não foi eficaz na liberação completa das antocianinas encapsuladas, possivelmente devido ao uso de água como agente de diluição em pH 7. Conclui-se que a técnica de extração utilizada subestimou o conteúdo total de antocianinas nas micropartículas. Estudos futuros devem focar na otimização da extração para garantir uma quantificação precisa das antocianinas encapsuladas, maximizando o potencial do uso do extrato de Juçara em formulações cosméticas antioxidantes.

Palavra-Chave: Atividade antioxidante. Microencapsulação. Antocianinas. Juçara. *Euterpe edulis*.

Abstract

Microencapsulation is a widely used technique for the preservation, stability and protection of bioactive compounds during storage and processing. This study evaluated the effectiveness of microencapsulation in Juçara extract (*Euterpe edulis* Martius) to preserve anthocyanins. The process was carried out by adding maltodextrin and gum arabic (1:1) as microencapsulating agents to acidified Juçara pulp (pH 2). The fruits were collected, the pulp was supplied frozen, collected in a polyethylene Falcon container with a lid and taken to -80°C for complete freezing and storage until the time of the experiments. The microparticles were prepared in a 2:3 ratio and analyzed by scanning electron microscopy (SEM) to observe their morphology. The quantification of anthocyanins was carried out using the differential pH method, comparing freeze-dried and microencapsulated pulp. The results showed that the microparticles presented an amorphous structure, with no significant differences between the samples. The quantification analysis indicated a higher total anthocyanin value in the freeze-dried pulp (0.133; \pm SD 0.002) compared to the microencapsulated pulp (0.049; \pm SD 0.005). This suggests that the extraction method was not effective in completely releasing the encapsulated anthocyanins, possibly due to the use of water as a diluting agent at pH 7. It is concluded that the extraction technique used underestimated the total anthocyanin content in the microparticles. Future studies should focus on optimizing extraction to ensure accurate quantification of encapsulated anthocyanins, maximizing the potential use of Juçara extract in antioxidant cosmetic formulations.

Keyword: Antioxidant activity. Microencapsulation. Anthocyanins. Juçara. *Euterpe edulis*.

1. Introdução

A microencapsulação tem sido utilizada para a conservação de antocianinas, sendo as técnicas de liofilização e *spray-drying* as mais utilizadas (Desobry *et al.* 2007; Laine *et al.* 2008; Robert *et al.* 2010; Ravichandran *et al.* 2014). Nos últimos anos, o número de compostos alimentícios que foi microencapsulado ou submetido a outras técnicas de liberação controlada tem aumentado, por exemplo: corantes, estabilizantes, antioxidantes, enzimas, probióticos, lipídios, sais minerais e vitaminas, entre outros (Estevinho *et al.*, 2013). Os processos de microencapsulação permitem a preparação de micropartículas do tipo esfera, flocos ou cápsula. A escolha do processo e da formulação determina as características finais das micropartículas tais como morfologia, granulometria, conteúdo de material ativo (encapsulado), estabilidade e perfil de liberação do material ativo.

Dentre as substâncias utilizadas na produção das micropartículas, destaca-se a maltodextrina como um dos mais utilizados (JAFARI *et al.*, 2008). Este amido hidrolisado apresenta baixo custo, baixa viscosidade em soluções aquosas, elevada solubilidade em água (>75%), e capacidade de formar película de revestimento no material encapsulado, minimizando o contato deste com o oxigênio (Pourashouri *et al.*, 2014). O segundo material de parede utilizado neste estudo foi a goma arábica, conhecida como uma das gomas mais antigas que se tem registro, segundo Osman *et al.* 1993, a goma arábica era usada no processo de mumificação no Egito, milhares de anos antes de Cristo. Recentemente, um de seus usos mais comuns é na colagem de selos postais além de seu amplo uso em aditivos alimentares. (Prakash & Mangino, 1990; Buffo *et al.*, 2001). Algumas propriedades importantes são características da goma arábica, como sua capacidade de adsorção a superfícies lipofílicas, atuação como um agente formador de películas e ainda a formação de um colóide protetor contra a oxidação de voláteis. Além disso, ela não possui cheiro ou sabor, apresenta baixa viscosidade e alta solubilidade em água (Lopera *et al.*, 2009; Kaushik; Roos, 2007; Buffo; Finney, Reineccius, 2001; Sanchez *et al.*, 2002).

O desenvolvimento de um produto antioxidante tópico é complexo, pois há vários fatores que podem influenciar no desempenho da formulação quando aplicado à pele. A avaliação da atividade antioxidante deve ocorrer em conjunto com a análise de estabilidade do produto (Neves, 2008). Entre os fatores que influenciam na estabilidade, temos os externos como tempo, temperatura, luz e oxigênio, e os internos como incompatibilidade química (pH, oxirredução, hidrólise, interação entre componentes da formulação ou embalagem) (ANVISA, 2014).

A aplicação de técnicas de microencapsulação para preservar a atividade antioxidante dos extratos do fruto Juçara (*Euterpe edulis* Martius) durante o processamento e armazenamento pode trazer avanços significativos para a estabilidade e eficácia dos produtos cosméticos, permitindo o desenvolvimento de formulações mais eficientes e duráveis. A inclusão de antioxidantes naturais em cosméticos tem o potencial de melhorar significativamente a saúde da pele, oferecendo uma proteção adicional contra danos oxidativos causados por poluentes e radiação UV, o que é particularmente relevante em áreas urbanas onde a exposição à poluição é elevada. Sendo assim, o presente estudo se propôs a avaliar o processo de microencapsulação como agente de proteção da atividade antioxidante do extrato de Juçara para uso em Cosméticos.

2. Materiais e métodos

Material vegetal

O fruto Juçara foi coletado e despulpado na região de Rio Novo do Sul, no estado do Espírito Santo (ES/ Brasil). A polpa foi fornecida congelada, recolhida em recipiente Falcon de polietileno com tampa e levado à -80°C para total congelamento e armazenamento até o momento dos experimentos.

Preparação das micropartículas de *E. edulis*

O preparo das micropartículas obtidas por liofilização seguiu a metodologia de Mazuco *et al.* (2018). Foram selecionados 40ml de solução em meio aquoso da polpa acidificada com ácido cítrico até pH2, para fins de estabilização das antocianinas. Maltodextrina e goma arábica foram utilizados

como agentes microencapsulantes (AM), preparados e misturados em proporção 1:1 (30ml v/ 30ml v).

Posteriormente, a solução aquosa acidificada de Juçara foi levada ao homogeneizador Fisatom711, ao abrigo da luz e em temperatura ambiente, assim, os agentes microencapsulantes foram adicionados lentamente nas proporções v/v (volume/volume) 2:3 PM (polpa: material de parede) e homogeneizados por 30 minutos. O produto resultante deste processo foi congelado a -80°C sendo posteriormente liofilizado, recolhido e identificado em tubo Falcon protegido da luz e mantido em freezer até o momento das análises.

Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A amostra criada através do processo de microencapsulação por liofilização foi observada em um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) no Laboratório de Ultraestrutura Celular Carlos Alberto Redins (LUCCAR) da UFES. Realizou-se a avaliação visual da partícula através da fixação em *stubs* de alumínio, com fita de carbono condutora adesiva dupla face e coberta com ouro.

Quantificação de antocianinas em amostra de polpa liofilizada e em amostra de polpa microencapsulada

O conteúdo de antocianinas totais na polpa liofilizada e nas micropartículas do fruto de Juçara foi determinado pelo método pH diferencial, utilizando soluções de KCl 0,02 M (pH 1) e CH₃COONa 0,4 M (pH 4,5), descrito por Giusti e Wroslad (2005) em espectrofotômetro. A absorbância final foi calculada empregando-se a equação 1 e o teor total de antocianinas pela equação 2, observadas no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1 - Equações utilizadas para o cálculo de absorvância

Equação 1: Absorvância final = $(A_{520\text{ nm}} - A_{700\text{ nm}})_{\text{pH1}} - (A_{520\text{ nm}} - A_{700\text{ nm}})_{\text{pH4,5}}$
Equação 2: Teor total de antocianinas = $(A \times MM \times FD \times 1000) / (\epsilon \times l)$

Para analisar o perfil de liberação das antocianinas nas micropartículas, foram pesados 2,5g da amostra, avolumadas em balão volumétrico para 25 mL de água, seguindo para centrifugação e filtração em filtro de sucção a vácuo. Foram retiradas alíquotas de volume referentes à 1ml e adicionadas a tubos contendo 100ml das soluções tampão para determinação do teor de antocianinas liberado, pelo método pH diferencial descrito por Giusti e Wrosletad(2005). Todos os testes foram realizados em triplicatas.

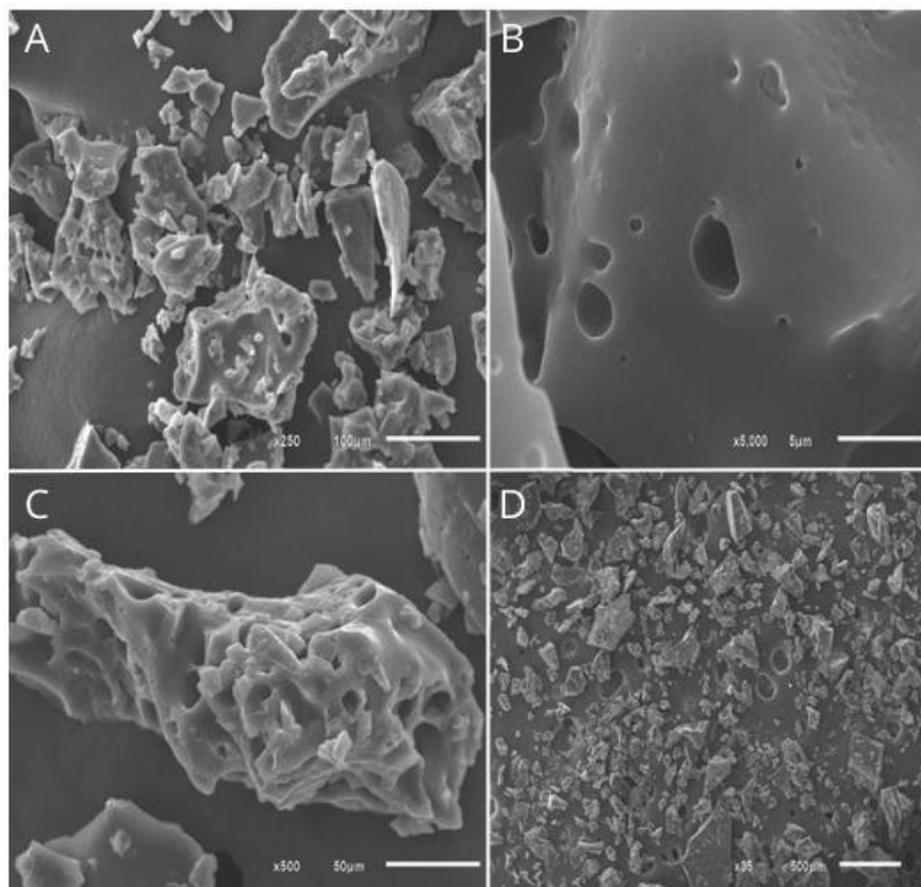
3. Resultados

Microscopia de varredura (MEV)

As micropartículas foram produzidas na proporção de 2:3 (polpa: material de parede), que apresenta maior retenção do teor de antocianinas do que em outras proporções (Mazuco *et al.* 2018). As imagens obtidas para as micropartículas não apresentaram diferenças entre si. Em todas as imagens foram observadas estruturas amorfas, semelhantes a flocos com tamanhos diferentes (Figura 1).

Este aspecto e morfologia foi observado também em estudos anteriores para micropartículas produzidas pelo método de liofilização (Mazuco *et al.* 2018).

Figura 1 - Imagens obtidas em microscopia de varredura: Microencapsulação obtida por meio de Liofilização (A-D)



Quantificação de antocianinas em polpa microencapsulada e polpa liofilizada

Foi comparada a amostra de polpa liofilizada versus a amostra de polpa microencapsulada. O resultado da média mais elevada ficou para polpa de Juçara liofilizada (0,133; \pm DP 0.002) sendo a menor da microencapsulada (0,049; \pm DP 0.005) (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação das antocianinas em amostra de polpa juçara liofilizada versus polpa microencapsulada

Polpa Juçara (2,5g em balão de 25ml de água)	Média	Desvio Padrão	Valor p*
Antocianinas Liofilizada	0,133	0,002	< 0,001
Microencapsulada	0,049	0,005	

*Teste *t* de Student para amostras independentes;

A correlação entre a antocianina da polpa Juçara liofilizada e a microencapsulada foi considerada muito forte e negativa, e esta relação foi significativa (Tabela 2).

Tabela 2 - Correlação das antocianinas em polpa liofilizada e microencapsulada

	Microencapsulada	Valor p*
Liofilizada	-0,945	< 0,001

*Correlação de Pearson; significativo se $p \leq 0,050$

4. Discussão

Os frutos de Juçara possuem duas a três vezes mais antocianinas do que os frutos de Açai (*E. oleracea*) (Siqueira *et al.* 2018). As antocianinas são responsáveis pela pigmentação nas tonalidades vermelho, violeta e azul em frutas, flores e vegetais, é considerada um antioxidante natural e seu consumo está associado a benefícios da saúde (BICUDO *et al.* 2014), são mais estáveis em meio ácidos ($pH < 3$), e com o aumento do pH do meio, elas tendem à degradação (Tonon *et al.* 2009; Selim *et al.* 2008). Por este motivo, este trabalho se propôs a avaliar a microencapsulação, seguindo a metodologia de Mazuco *et al.* (2018), como forma de preservação do potencial antioxidante da polpa de juçara para incorporação em formulações cosméticas.

Esta técnica tem sido utilizada pela indústria de alimentos desde a década de 50, sendo as técnicas de liofilização e *spray-drying* as mais utilizadas (Desobry *et al.* 2007; Laine *et al.* 2008; Robert *et al.* 2010; Ravichandran *et al.* 2014).

Neste estudo, dentro da análise de quantificação de antocianinas, a média da amostra mais elevada foi a da polpa Juçara liofilizada em comparação com

polpa Juçara microencapsulada, a quantidade menor de antocianinas nas micropartículas em comparação com a polpa também foi um resultado encontrado nos experimentos realizados por Mazuco (2018), enquanto a quantificação de antocianinas nas micropartículas deste trabalho apresentou um resultado maior (49 ± 0.005) do que o trabalho citado anteriormente ($41,5 \pm 1,6$). No entanto o processo de liberação das micropartículas foi realizado seguindo a mesma metodologia nos dois trabalhos, resultando em uma liberação baixa do pigmento, sendo assim, pode se afirmar que o método de extração das antocianinas para quantificação não foi favorável, uma vez que se utilizou água (pH 7) como agente de diluição e liberação das antocianinas que são mais estáveis em meio ácido (pH < 3). A diluição em água foi escolhida pela alta solubilidade da maltodextrina (material de parede), (SILVA *et al.*, 2018). Entretanto, valores de solubilidade baixa foram relatados por Kha *et al.* (2010) para o extrato de fruta Gac (*Momordica cochinchinensis*) microencapsulado com maltodextrina (37 e 38%).

Dentre os fatores que podem estar relacionados com essa baixa liberação das antocianinas, pode ser citada a quantidade de substâncias lipossolúveis e hidrofóbicas presentes na matéria-prima, uma vez que o aumento de compostos lipossolúveis no extrato reduz a solubilidade do pó em água (KHA *et al.*, 2010) e a polpa de Juçara é rica em compostos lipídicos (BICUDO *et al.* 2014).

Pode-se sugerir que a quantidade quantificada foi apenas a presente na superfície do complexo formado e que provavelmente não foi realizado um procedimento assertivo de extração das antocianinas de dentro das micropartículas, o que acarretou a não utilização das amostras microencapsuladas como material de escolha para a incorporação em emulsão cosmética.

5. Conclusão

Os resultados encontrados indicam que o método de extração utilizado não se mostrou eficaz para a quantificação das antocianinas, tendo em vista a redução no perfil quantitativo. Esse método aparentemente permitiu a quantificação apenas das antocianinas presentes na superfície das micropartículas, sem extrair de forma eficaz aquelas encapsuladas.

Consequentemente, as amostras microencapsuladas não foram selecionadas como material para incorporação na emulsão cosmética, devido à subestimação do conteúdo total de antocianinas. Portanto, sugerem-se a necessidade novos estudos destinados a revisar e aperfeiçoar o procedimento de extração para garantir uma quantificação precisa das antocianinas encapsuladas, potencializando o uso da Juçara em formulações cosméticas.

REFERÊNCIAS

AMBERG, N.; FOGARASSY, C. Green consumer behavior in the cosmetics market. **Resources**, v. 8, n. 3, p. 1-19, 2019.

ANVISA. **Guia de estabilidade de Produtos Cosméticos**. 2004.

ANVISA. Guia de controle de qualidade de Produtos Cosméticos: Uma abordagem sobre os ensaios físicos e químicos. 2ed. Brasília: **ANVISA**; 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **O que é cosmético**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 07/05/2024.

AQUINO, S. SPINA, G. A. NOVARETTI, M. C. Z. **A Proibição do Uso de Animais em Testes Cosméticos no Estado de São Paulo Impactos e Desafios para o Desenvolvimento da Indústria de Cosméticos e Stakeholders**. Revista Desenvolvimento em Questão – Editora Unijuí • ano 14 • n. 34 • abr./jun. • 2016

BALOGH, T. S. VELASCO, M. V. R. PEDRIALI, C. A. KANEKO, T. M. BABY, A. R. **Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção**. An. Bras. Dermatol. vol.86 no.4 Rio de Janeiro July/Aug. 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia para avaliação de segurança de produtos cosméticos**. Brasília, DF, 2002. Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acesso em: 10/06/2024.

BARBOSA, P. O. et al. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp dietary intake improves cellular antioxidant enzymes and biomarkers of serum in healthy women. **Nutrition**, v. 32, n. 6, p. 674–680, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2015.12.030>>.

BICUDO, M. O. P.; RIBANI, R. H.; BETA, T. Anthocyanins, Phenolic Acids and Antioxidant Properties of Juçara Fruits (*Euterpe edulis* M.) Along the On-tree Ripening Process. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 69, n. 2, p. 142–147, 2014.

BUFFO, R. A.; PROBST, K.; ZEHENTBAUER, G.; REINECCIUS, G. A. Effects of agglomeration on the properties of spray-dried encapsulated flavours. **Flavour and Fragrance Journal**, v.17, p.292-299, 2002

CARVALHO, A. A. T.; SAMPAIO, M. C. C.; SAMPAIO, F. C.; MELO, A. F. M.; SENA, K. X. F. R.; CHIAPPETA, A. A.; HIGINO, J. S. Atividade Antimicrobiana in vitro de extratos hidroalcoólicos de *Psidiumguajava* L. sobre bactérias gram-negativas. **Acta FarmaceuticaBonaerens**, Recife, v. 21, n. 4, p. 255-258, 2002.

CARNEIRO, C. SBALCHIERO, J. C. NETO, B. R. C. GRAZIOSI, G. B. DUMARES, F. de P. **Carcinoma de células de Merkel: apresentação clínica, fatores prognósticos, tratamento e sobrevida de 32 pacientes**.RevBrasCirPlást. 2013;28(2):196-200

CASSAROTI, A. L. de S. **Malefícios decorrentes ao uso de produtos contendo parabenos**. 12 f. Curso de Tecnologia em Estética e Imagem Pessoal, Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba PR, 2012.

CHIARI, B. G. **Desenvolvimento, avaliação da eficácia e segurança de fitocosmético contendo extrato de *PsidiumGuajava* L.** 137 f. Dissertação – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de CiênciasFarmacêuticas. Araraquara. 2011.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2.^aed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

CLSI, Clinical and Laboratory Standards Institute. **Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Test; Approved Standard-Tenth Edition**. Wayne, CLSI document M02-A10, 2009.

CUNHA DE SOUZA PEREIRA, D.; DOS SANTOS GOMES, F.; VALERIANO TONON, R.; BERES, C.; MARIA CORRÊA CABRAL, L. Towards chemical characterization and possible applications of juçara fruit: An approach to remove *Euterpe edulis* Martius from the extinction list. **Journal of Food Science and Technology**, 2022. doi:10.1007/s13197-021-05342-8.

DAMIANI, E.; BASCHONG, W.; GRECI, L. Combinações de filtro UV sob exposição UV-A: Quantificação concomitante de estabilidade espectral geral e integridade molecular. **J. Photochem. Photobiol. B**, v. 87, p. 95–104, 2007.

FARMACOPEIA BRASILEIRA, vol. 1. Brasília: **Agência Nacional de Vigilância Sanitária** (Anvisa), 2010.

FAUL, F.; ERDFELDER, E.; LANG, A.-G.; BUCHNER, A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, v. 39, p. 175–191, 2007.

FEDALTO, A. G. **Cosméticos orgânicos**. Curitiba: Universidade Tuiuti do Paraná, 2013. 14 f. Curso de Tecnologia em Estética e Imagem Pessoal.

FELZENSZWALB, I.; DA COSTA MARQUES, M. R.; MAZZEI, J. L.; AIUB, C. A. F. Toxicological evaluation of Euterpe edulis: A potential superfruit to be considered. **Food and Chemical Toxicology**, v. 58, p. 536-544, 2013. doi:10.1016/j.fct.2013.05.029.

FONSECA DE MARCOS, H. M.; LOPES FAVARO, L. I.; HARADA, L. K.; TUBINO, M.; YOSHIDA, V. M. H.; BALCÃO, V. M.; CARVALHO VILA, M. M. D. Development and evaluation of physico-chemical stability of cosmetic formulations employing the fruits of the Jussara palm tree (*Euterpe edulis* Martius): Tinting shampoo and exfoliant cream. **Biomedical and Biopharmaceutical Research**, v. 17, n. 1, 2020. doi:10.19277/bbr.17.1.224.

FONSECA-SANTOS, B.; CORRÊA, M. A.; CHORILLI, M. Sustainability, natural and organic cosmetics: consumer, products, efficacy, toxicological and regulatory considerations. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 51, n. 1, p. 17-26, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-82502015000100002>.

FRANQUILINO, E. Maquiagem. **Revista Temática**, n. 16, ano 6, p., março 2011. TécnoPress.

FRIES, A. T.; FRASSON, A. P. Z. Avaliação da atividade antioxidante de cosméticos “anti idade”. **Infarma - Ciências Farmacêuticas**, v. 23, n. 5/6, p. 35-39, jan. 2013. ISSN 2318-9312. Disponível em:

<<https://revistas.cff.org.br/?journal=infarma&page=article&op=view&path%5B%5D=376>>. Acesso em: 02 Dez. 2023.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. **Characterization and measurement of anthocyanins with UV-visible spectroscopy**. In Wrolstad, R. E. (ed.). *Current protocols in food analytical chemistry (F1.2.1-1.2.13)*. New York: Wiley, 2001.

HERTEL PEREIRA, A. C.; RIBEIRO, L. O.; PIMENTEL, E. F.; RUAS, F. G.; VENTURA, J. A.; ENDRINGER, D. C. Stability of a Natural-Based Cream Containing Lecythispisonis Extract. **J Cosmet Sci**, v. 72, n. 2, p. 155-162, 2021. PMID: 35361321.

HUERTAS, A. C. M.; SCHMELZER, C. E.; HOEHENWARTER, W.; HEYROTH, F.; HEINZ, A. Molecular-level insights into aging processes of skin elastin. **Biochimie**, v. 128, p. 163-173, 2016.

KARAMAN, İ.; ŞAHİN, F.; GÜLLÜCE, M.; ÖĞÜTÇÜ, H.; ŞENGÜL, M.; ADIGÜZEL, A. Antimicrobial activity of aqueous and methanol extracts of *Juniperus oxycedrus* L. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 85, p. 231-235, 2003.

KULAR, J. K.; BASU, S.; SHARMA, R. I. The extracellular matrix: Structure, composition, age-related differences, tools for analysis and applications for tissue engineering. **Journal of Tissue Engineering**, v. 5, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/2041731414557112>>.

KHA, T.C.; NGUYEN, M.H.; ROACH, P.D. Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder. **Journal of Food Engineering**, v. 98, p. 385–392, 2010.

LIMA, A. F.; DE JESUS SANTANA, E. C.; MOREIRA, J. A. R. Atuação da vinho terapia no retardo do envelhecimento cutâneo: Revisão de literatura. **Revista Científica da FHO**, v. 6, n. 2, p. 1-18, 2018.

LOPERA, S. *et al.* Desarrollo y caracterización de microparticulas de ácido fólico formadas por secado por aspersión, utilizando goma arábica y maltodextrina como materiales de pared. *Vitae*, Medellín, v. 16, n. 1, p. 55-65, 2009

JAFARI, S.M.; ASSADPOOR, E., HE, Y.; BHANDARI, B. Encapsulation efficiency of food flavours and oils during spray drying. **Drying Technology**, v 26, n 7, p 816-835,2008.

POURASHOURI, P.; SHABANPOUR, B., RAZAVI, S.H.; JAFARI, S.M.; SHABANI, A.; AUBOURG, S.P. Oxidative stability of spray-dried microencapsulated fish oils. **Journal Aquatic Food Productor Technology**, v. 2,n6,p. 567-578,2014

MARROT, L. Poluição e exposição solar: uma sinergia deletéria. Mecanismos e oportunidades de proteção da pele. **Curr Med Chem**, 2017. Disponível em: doi:10.2174/0929867324666170918123907.

MAZUCO, R. A.;CARDOSO, P. M. M.;BINDACO, É. S.;SCHERER, R.; CASTILHO, R. O.;FARACO, A. A. G.; RUAS, F. G.; OLIVEIRA, J. P.; GUIMARÃES, M. C. C.; DE ANDRADE, T. U.; LENZ, D.; BRAGA, F. C.; ENDRINGER,D.C. Maltodextrin and GumArabic-Based Microencapsulation Methods for Anthocyanin Preservation in Juçara Palm (*Euterpe edulisMartius*) FruitPulp. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 73, n. 3, p. 209-215, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11130-018-0676-z>>.

MONTENEGRO, L.; et al. Effects of lipids and emulsifiers on the physicochemical and sensory properties of cosmetic emulsions containing vitamin E. **Cosmetics**, v. 2, p. 35-47, 2015.

MUKAKA, M. M. Statistics Corner: A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. **Malawi Medical Journal**, v. 24, p. 69-71, 2012.

NEVES, K. Cumprir o que promete. **Cosmetics&Toiletries**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 40-45, mar./abr. 2002.

OLIVEIRA, L. C.; BLOISE, M. I. Extratos e óleos naturais vegetais funcionais. **Cosmetics&Toiletries**, v. 7, n. 2, p. 30-37, 1995.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Envelhecimento da População Mundial 2019: Destaques**. Nações Unidas: São Francisco, CA, EUA, 2019.

PAIXÃO, N.; PERESTRELO, R.; MARQUES, J. C.; CÂMARA, J. S. Relationship between Antioxidant capacity and total phenolic content of red, rosé and white wines. **Food Chemistry**, v. 105, p. 204-214, 2007.

PARISI, M.; VERRILLO, M.; LUCIANO, M. A.; CAIAZZO, G.; QUARANTA, M.; SCOGNAMIGLIO, F.; DI MEO, V.; VILLANI, A.; CANTELLI, M.; GALLO, L.; ALTOBELLI, G. G.; POGGI, S.; SPACCINI, R.; FABBROCINI, G. Use of Natural Agents and Agrifood Wastes for the Treatment of Skin Photoaging. **Plants (Basel)**, v. 12, n. 4, p. 840, 2023.

PRAKASH, A.J.M.; MANGINO, M.E. The effects of added proteins on the functionality of gum arabic in soft drink emulsion systems. **Food Hydrocolloids**, v.4, n.3, p.177-187, 1990.

SPRINGFIELD, E. P.; AMABEOKU, G.; WEITZ, F.; MABUSELA, W.; JOHNSON, Q. An assessment of two *Carpobrotus* species extracts as potential antimicrobial agents. **Phytomedicine**, v. 10, p. 434-439, 2003.

SILVA, F.; TORRES, L. SILVA, L.; FIGUEIREDO, R.; GARRUTI, D.; ARAÚJO, T.; DUARTE, A.; BRITO, D.; RICARDO, N. Cashew gum and maltrodextrin particles for green tea (*Camellia sinensis* var *Assamica*) extract encapsulation. **Food chemistry**, v. 261, p. 169-175, 2018.

SOUZA, V. B.; FERREIRA, J. R. N. **Desenvolvimento e estudos de estabilidade de cremes e géis contendo sementes e extratos do bagaço da uva Isabel**. Universidade do Oeste de Santa Catarina, 2010.