



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

TAINÁ CAMILA ALVES DOS SANTOS

ANÁLISES DA ESPUMA DA FOLHA DO NONI (*Morinda citrifolia L.*) E
DO SEU PÓ OBTIDO PELA SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA

João Pessoa

2022

TAINÁ CAMILA ALVES DOS SANTOS

**ANÁLISES DA ESPUMA DA FOLHA DO NONI (*Morinda citrifolia L.*) E DO SEU
PÓ OBTIDO PELA SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA**

Trabalho Final de Curso apresentado a
Universidade Federal da Paraíba UFPB,
como requisito para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Química.

Orientadora: Profa. Dra. Josilene de Assis
Cavalcante.

João pessoa
2022

**Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação**

S237a Santos, Taina Camila Alves Dos.

ANÁLISES DA ESPUMA DA FOLHA DO NONI (Morinda citrifolia L) E DO SEU PÓ OBTIDO PELA SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA / Taina Camila Alves Dos Santos. - João Pessoa, 2022.

35 f. : il.

Orientação: Josilene Cavalcante.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. viscosidade. 2. Fenólicos. 3. Antioxidantes. I. Cavalcante, Josilene. II. Título.

UFPB/BSCT

CDU 72(043.2)

ANÁLISES DA ESPUMA DA FOLHA DO NONI (*Morinda citrifolia L.*) E DO SEU
PÓ OBTIDO PELA SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA

Trabalho de Estágio Supervisionado II
apresentado à Coordenação do curso de
Engenharia Química da Universidade
Federal da Paraíba, como requisito
parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Química.

Aprovado em 16 de dezembro de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Josilene de Assis Cavalcante
(Orientadora)

Lígia Maria Ribeiro Lima
Profa. Dra. Lígia Maria Ribeiro Lima
(Avaliadora 1)

Clediana Dantas Calixto
Dra. Clediana Dantas Calixto
(Avaliadora 1)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde e forças para superar todas as dificuldades e alcançar esse objetivo, mesmo quando queria desistir.

Aos meus pais Mônica e Jailson que além de serem a base, nunca mediram esforços, amor e dedicação nessa caminhada. A minha avô Solange e minha tia Michelle por sempre estarem comigo apoiando e torcendo para o sucesso. Aos meus irmãos Junior e Gabriela por todo amor e carinho.

Aos amigos que ganhei durante o curso e levarei para sempre comigo, em especial Natalia Lauriano que estivemos juntas do começo ao fim dessa jornada.

Aos professores de Engenharia Química, em especial a professora Josilene Cavalcante por ser minha orientadora. A todos do laboratório por sempre estarem dispostos a ajudar.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que este dia chegassem, muito obrigada.

RESUMO

As plantas medicinais vêm acompanhando a humanidade desde a sua existência. O noni (*Morinda citrifolia L.*) é uma espécie da família *Rubiaceae*. É um arbusto com 3-10 m de altura, com folhas verde-escuro e grandes, que há muitos séculos é usada como planta medicinal devido a seu efeito terapêutico. No Brasil, as plantas medicinais foram utilizadas pelos índios em seus rituais de cura e adoração. No país possui uma ampla biodiversidade, e uma rica diversidade étnica e cultural que detém um valioso conhecimento tradicional associado ao uso de tais plantas, geralmente esse conhecimento é passado de pessoa para pessoa. Esta pesquisa tem por finalidade fazer uma análise da espuma e do pó da folha do noni, seco por camada de espuma. A viscosidade da espuma foi analisada para concentrações de 3, 4 e 5% de emulsificante incorporados na mesma. Foram feitas análises de granulometria do pó, teor de fenólicos totais, avaliado em extratos de água e EtOH/água, e perfil antioxidant, pelo método DPPH. Para todas as condições a viscosidade se manteve em 4995 mPa.s. O diâmetro médio do pó é de 2 mm. O pó na folha do noni apresenta fenólicos e agentes antioxidantes. Portanto, o pó das folhas do noni tem características para uso cosmético.

Palavras-chave: viscosidade; fenólicos; agentes antioxidantes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Planta do noni (<i>Morinda citrifolia L.</i>) arbusto.....	13
Figura 2 - Folhas do noni em processo de higienização.....	16
Figura 3 - Fluxograma do procedimento para realização do trabalho.....	17
Figura 4 - Análise de viscosidade.....	20
Figura 5 - preparação dos extratos.....	21
Figura 6 - Distribuição granulométrica simples para condição 1.....	23
Figura 7 - Análise granulométrica diferencial para condição 1.....	24
Figura 8 - Distribuição granulométrica simples para condição 2.....	24
Figura 9 - Análise granulométrica diferencial para condição 2.....	25
Figura 10 - Distribuição granulométrica simples para condição 3.....	25
Figura 11 - Análise granulométrica diferencial para condição 3.....	26
Figura 12 - Curva padrão de ácido gálico.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis independentes e seus respectivos níveis.....	18
Tabela 2 - Matriz experimental para os ensaios de secagem em camada de espuma.....	18
Tabela 3 – Especificação das peneiras empregas no ensaio granulométrico.....	19
Tabela 4 – Valores de fenólicos para água como solvente.....	27
Tabela 5 – Valores de fenólicos para água + Etanol como solvente.....	28
Tabela 6 – Valores de Antioxidantes.....	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVO.....	10
2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....	10
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
3.1 PLANTAS MEDICINAIS.....	11
3.2 NONI (<i>Morinda citrifolia L.</i>).....	12
3.3 SECAGEM.....	14
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
4.1 PREPARAÇÃO DA ESPUMA.....	17
4.2 SECAGEM CAMADA DE ESPUMA.....	18
4.3 ANALISE GRANULOMÉTRICA.....	19
4.4 VISCOSIDADE.....	19
4.5 FENÓLICOS.....	20
4.5.1 Preparação do extrato.....	20
4.5.2 Determinação dos compostos fenólicos.....	21
4.6 ANTIOXIDANTES.....	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5.1 GRANULOMETRIA.....	22
5.1.1 Para 3%-3min-50°C.....	22
5.1.2 Para 5%-5min-70°C.....	22
5.1.3 Para 4%-4min-60°C.....	22
5.2 VISCOSIDADE.....	23
5.3 FENÓLICOS E ANTIOXIDANTES.....	26
6 CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIA.....	32

1. INTRODUÇÃO

As plantas medicinais têm na sua utilização uma grande importância popular, pois são de fácil acesso e baixo custo. Atrelado a esse fato está à perspectiva da dificuldade de acesso às formas tradicionais de medicina como também a falta de médicos (VASCONCELOS et al., 2010).

No Brasil, a fitoterapia é oriunda da cultura indígena e dos valores trazidos pelos colonizadores, esses conhecimentos foram incorporados na população e são respeitados no cotidiano, difundidos nos hábitos, nas tradições e nos costumes (BRITO, 2008).

A *Morinda citrifolia L.*, conhecida por noni, embora bastante consumida na Ásia há mais de 2000 anos, é praticamente desconhecida no Brasil. O noni é uma espécie da família *Rubiaceae*. Tem sido utilizada durante séculos na medicina tradicional dos povos polinésios. As folhas e seu fruto são consumidos sob diferentes formas por várias comunidades do mundo (CHAN-BLANCO et al., 2006). No conhecimento empírico, as partes da planta: fruto, flor, caule, folhas e raiz possuem a capacidade de evitar e combater diversas doenças, tais como: câncer, artrite, diabetes, hipertensão, dentre outras (BASAR et al., 2010; BROWN, 2012).

Muitos compostos fitoquímicos foram identificados em diversas partes da planta, dando destaque a compostos fenólicos, ácidos orgânicos e alcaloides (CHANBLANCO et al., 2006). os componentes estão relacionados com atividade bioinseticida, antibactericida, antioxidante, antiviral, antifúngica, antitumoral, anti-helmíntica, analgésica, anti-inflamatória, hipotensora e imunoestimulante (WANG et al., 2002).

O despertar do interesse acadêmico pelos conhecimentos populares sobre plantas medicinais provêm do fato de que a base de conhecimento popular pode ser testada e verificada cientificamente. Nos últimos anos a indústria farmacêutica utiliza plantas medicinais para o desenvolvimento de novas drogas. Estima-se que 25% das drogas prescritas contenham princípios ativos derivados de plantas (TIWARI; JOSHI, 1990).

A secagem em camada de espuma (*foam-mat drying*) foi desenvolvida na década de 1950, por Morgan e sua equipe, na Califórnia, EUA, e patenteada em 1961. É uma técnica que promove rápida secagem de alimentos líquidos, tais como sucos

de frutas, e vem sendo muito utilizada, também, para alimentos pastosos como purês ou polpas de frutas (MARQUES, 21 2009). Consiste em um processo de conservação através do qual o material líquido ou semilíquido é transformado em uma espuma estável por meio de batedura e incorporação de ar ou outro gás, que é submetida à secagem com ar aquecido, até o ponto em que impeça o crescimento de micro-organismos, reações químicas e/ou enzimáticas. É um método relativamente simples e barato, que se vale da utilização de agentes que tem a finalidade de manter a espuma estável durante o processo. Dentre as vantagens deste método, destacam-se as menores temperaturas de desidratação e o menor tempo de secagem devido à maior área superficial exposta ao ar, o que aumenta a velocidade de remoção de água. Com isso, obtém-se um produto final poroso e de fácil reidratação (KARIM; CHEE-WAI, 1999).

A definição de antioxidante pode ser expressa como substâncias capazes na retardação ou inibição da oxidação de substratos oxidáveis, podendo ser, ou não, enzimático tais como: α -tocoferol (vitamina E), β -caroteno, ascorbato (vitamina C) e os compostos fenólicos (flavonóides) (HALIWELL, 2001).

Substâncias antioxidantes são fundamentais para combater os radicais livres, ou seja, elas perdem elétrons e continuam com estabilidade. Estas substâncias compreendem vitaminas, minerais, compostos provenientes de material vegetal (LAYALI et al., 2015). Os antioxidantes por serem fundamentais para saúde humana, são amplamente estudados e frequentemente localizados em fontes vegetais (KRISHNAIAH; SARBATLY; NITHYANANDAM, 2011).

O tamanho médio de grânulos é um parâmetro que influencia a solubilidade, a dissolução, a estabilidade, o potencial zeta, a superfície de contato e até mesmo a resposta biológica em organismos vivos e em experimentos *in vitro*. Estes e outros parâmetros estão intimamente ligados ao desenvolvimento de fitoterápicos. Desta forma, o controle da granulometria dos pós de drogas vegetais é um fator importante no processo de fabricação, pois a distribuição do tamanho das partículas é relacionada em vários estágios da produção (RAITHORE, PETERSON, 2018).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a espuma e o pó da folha de noni (*Morinda citrifolia* L) obtido pela secagem camada de espuma.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a viscosidade da espuma de folha de noni.
- Realizar a granulometria do pó da folha de noni.
- Avaliar o teor de fenólicos totais e a atividade antioxidante do extrato do pó da folha do noni.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PLANTAS MEDICINAIS

As plantas medicinais são aquelas capazes de aliviar ou curar enfermidades e têm tradição de uso pela população ou comunidade. Uma planta medicinal possui centenas ou milhares de diferentes substâncias que, se usadas corretamente, em conjunto, atuam no organismo para exercer uma função, seja na prevenção, tratamento ou cura de doenças (BRASIL, 2022).

As plantas medicinais podem ser divididas por categorias, de acordo com sua ação sobre o organismo: estimulantes; calmantes; emolientes; fortificantes, de ação coagulante, diuréticas, sudoríferas, hipotensoras, de função reguladora intestinal, depurativas e reconstituintes (ARMOUS; SANTOS; BEINNER, 2005).

Segundo parâmetros estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) resolução da Diretoria Colegiada nº 48/2004, os fitoterápicos são medicamentos preparados exclusivamente com plantas ou partes destas (raízes, cascas, folhas, flores, frutos ou sementes), que possuam propriedades reconhecidas de cura, prevenção, diagnóstico ou tratamento sintomático de doenças, validadas em estudos etnofarmacológicos, documentação tecnocientífica ou ensaios clínicos de fase.

A matéria-prima vegetal pode ser obtida de duas formas distintas: a coleta das fontes nativas e a cultivada, sendo esta segunda a forma mais viável e promete ser, no futuro, a principal fonte de matéria-prima vegetal, algumas das razões são: o fato que muitas das substâncias de origem natural não podem ser sintetizadas, ou podem ser sintetizadas somente com grande esforço, necessitando do cultivo da matéria-prima vegetal; a incerteza no fornecimento da matéria-prima ativa vegetal, quando esta é obtida de fontes nativas, mostra a necessidade de cultivo. A quantidade disponível está distribuída em pequenas áreas dispersas, necessitando de “mateiros” que conheçam bem as plantas para poder coletá-las. Todos estes fatores levam a ocorrência de erros na identificação e adulteração da matéria-prima ativa vegetal (PACHU, 2007).

As plantas medicinais desempenham, portanto, papel muito importante na medicina moderna. Primeiramente porque podem fornecer fármacos extremamente importantes, os quais dificilmente seriam obtidos via síntese química. Em segundo

lugar, as fontes naturais fornecem compostos que podem ser levemente modificados, tornando-os mais eficazes ou menos tóxicos. Em terceiro lugar, os produtos naturais podem ser utilizados como protótipos para obtenção de fármacos com atividades terapêuticas semelhantes a dos compostos originais (TUROLLA e NASCIMENTO, 2006).

Ainda segundo Turolla e Nascimento (2006) algumas plantas medicinais apresentam substâncias que podem desencadear reações adversas, seja por seus próprios componentes ou seja pela presença de contaminantes ou adulterantes presentes nas preparações fitoterápicas, o que exige um rigoroso controle de qualidade desde o cultivo, coleta da planta, extração de seus constituintes, até a elaboração do medicamento final.

A orientação da Organização Mundial de Saúde (OMS) é fazer a conexão entre a medicina tradicional empírica e a medicina científica. Assegurar que os medicamentos à base de plantas não sejam refutados por puro preconceito mas também que não sejam aceitos como verdade absoluta e sem questionamentos. Segundo estimativa da OMS, 80% da população mundial usa principalmente plantas medicinais tradicionais (populares) para suprir suas necessidades de assistência médica primária (ALMEIDA, 2011).

3.2 NONI (*Morinda citrifolia* L.)

Morinda citrifolia L. são arbustos que podem medir de 3 a 10 m de altura, suas folhas são grandes e perenes, elípticas e verde-escuras e as flores são brancas e pequenas (Figura 1). Com seis a oito meses de cultivo, essa espécie começa a produzir seus primeiros frutos e sua atividade produtiva é incessante durante todo o ano (SOUZA et al., 2009). Segundo TOMBOLATO et al. (2005) o fruto de noni apresenta um formato ovoide, e atinge de 4 a 7 cm, é suculento, com sabor e aroma não muito agradáveis. Quando grande, sua massa pode variar entre 800 e 900 g, apresentando mais de cem sementes por fruto. No estágio maduro, sua casca é uma película fina, que é facilmente retirada.

Figura 1 - Planta do noni (*Morinda citrifolia L.*) arbusto.



O noni cresce tanto em florestas tropicais como em terrenos rochosos ou arenosos, é tolerante a vários tipos de solos como os solos salinos, e certas condições secas, encontrado numa variedade grande de *habitats*: terrenos vulcânicos, ou mesmo em terras calcárias. Dentre as características essas plantas se destacam também por suas habilidades, as mais diversas situações de clima solo e subestresses ambientais (SILVA, 2019). No Brasil ocorrem cerca de 130 gêneros com cerca de 1500 espécies (JOLY, 2002).

Embora bastante consumido na Ásia, o fruto do noni está cada vez mais conhecido no Brasil. Sua introdução deu-se há poucos anos e, ainda, não há material propagativo suficiente para o cultivo em escala comercial, porém, nas últimas décadas, observou-se um aumento significativo do interesse comercial em relação aos produtos contendo essa planta, principalmente o suco das frutas do noni (SILVA e MEDEIROS, 2012) entretanto, apesar de existirem estudos científicos desenvolvidos sobre a *Morinda citrifolia L.*, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), ainda considera que a fruta não possui histórico de consumo no Brasil e, portanto, proíbe a comercialização de qualquer alimento contendo esse ingrediente, conforme determina a Resolução RDC nº 278/2005. Assim, os produtos contendo *Morinda citrifolia L.* não devem ser comercializados no Brasil como alimento até que os requisitos legais que exigem a comprovação de sua segurança de consumo sejam atendidos (PIMENTEL, 2016).

Todas as partes da planta podem ser utilizadas e consumidas de diversas maneiras, como a casca, raiz, folhas, caule. As cascas e as raízes, por exemplo, são usadas para tingir roupas e cerâmicas, assim como podem ser utilizadas como suplemento alimentar (PALU et al., 2008).

Estudos fitoquímicos evidenciaram que as folhas do noni contêm uma variedade de componentes químicos, incluindo terpenóides, fitoesteróis, ácidos graxos, iridóides glicosídicos, flavonóides glicosídeos, entre outros (DENG, WEST e JENSEN, 2008; SERAFINI et al., 2011a).

Em relação aos antioxidantes dos extratos das raízes, folhas e frutos, Zin, Abdul-Hamid e Osman (2002) identificaram alta atividade em extratos devido aos seus compostos apolares e polares presentes nas três partes da planta, quando comparados com antioxidantes clássicos como o α -tocoferol e di-terc-butimetil-fenol (BHT).

Zhang et al. (2016) chegaram à conclusão que as folhas do noni possuem componentes fenólicos que podem contribuir de forma significativa para atividades antibacterianas.

Serafani (2013) avaliou a ação foto protetora do extrato das folhas do noni atingindo bons resultados, essa ação de foto proteção é devido a presença de rutina e flavonoides encontrados no extrato, possuindo assim propriedade antioxidante.

3.3 SECAGEM

De acordo com Resende et al. (2008) a secagem é uma das mais antigas e usuais operações unitárias encontradas para assegurar a qualidade e estabilidade dos produtos agrícolas, considerando que a diminuição da quantidade de água do material reduz a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas que ocorrem durante o armazenamento.

A secagem consiste em dois processos simultâneos: transferência de calor e de massa. O sólido, em contato direto com o ar, apresenta uma temperatura inferior em relação ao ar, resultando em um gradiente de temperatura e, consequentemente, um estado de não equilíbrio. Dessa forma, ocorre a transferência de calor, em que o sólido é aquecido e o líquido presente é evaporado. A transferência de massa acontece devido à diferença de pressão de vapor e finaliza até a pressão de vapor do

sólido ser igual à pressão parcial de vapor no ar, que ocorre quando o sistema atinge o equilíbrio e a secagem é encerrada (NEGREIROS, 2019; PARK et al., 2014; SILVA, 2008)

Segundo Travaglini et al. (1993) a secagem por camada de espuma consiste em transformar os materiais líquidos ou semilíquidos em espumas estáveis, por meio de vigorosa agitação com ou sem incorporação de agentes espumantes para, posteriormente, serem desidratados. Esse tipo de processo consiste basicamente de três etapas: modificação na consistência líquida do suco ou polpa em uma espuma estável, pela adição de agentes espumantes que nem sempre faz-se necessária, secagem do material em camada fina e pulverização do material desidratado.

A secagem em camada de espuma é realizada a baixas temperaturas, entre 50 e 70°C, e conserva alta qualidade e boa estabilidade dos produtos, com testes realizados em café, sucos de laranja, *grapefruit*, uva, carambola, banana, abacaxi, coco, batatas, alimento para crianças, leite, ameixa, maçã, sopas, cremes, ovos, tomate, acerola, tamarindo entre outros produtos (SILVA et al., 2005).

Ao longo dos anos, têm-se explorado novas possibilidades tecnológicas para obtenção de extratos secos para produção de fitoterápicos. Os extratos secos apresentam maiores vantagens quando comparados aos extratos fluidos, pois são muito mais adaptados às necessidades da indústria farmacêutica, dada a facilidade de padronização e manuseio, contribuindo para a garantia da homogeneidade de preparações farmacêuticas (BARBOSA FILHO, AGRA e THOMAS, 1997).

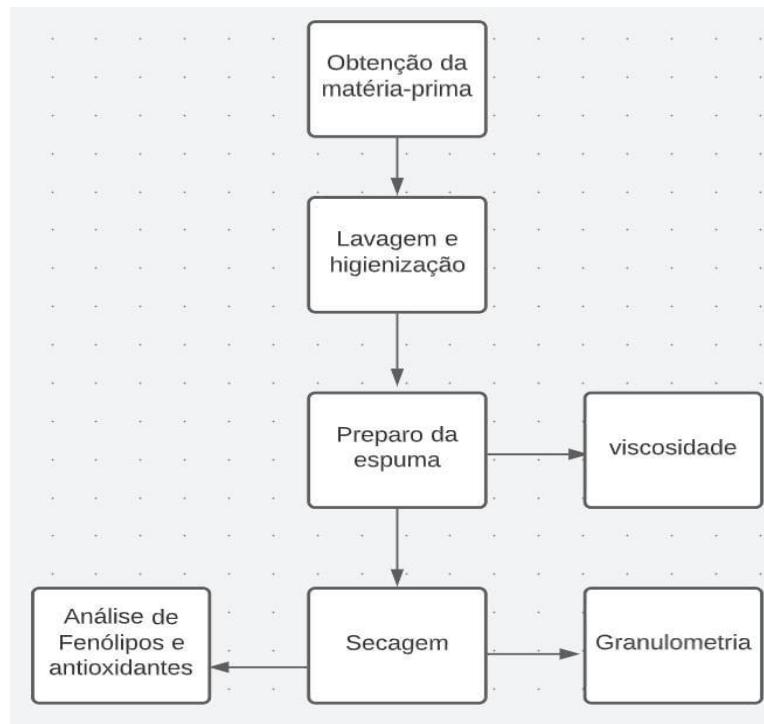
A secagem artificial vem sendo utilizada como uma alternativa viável para a secagem de diversos tipos de plantas. As folhas são secas até níveis de umidade adequados e diminuição de atividade de água para permitir um armazenamento adequado, em função da preservação dos princípios ativos (CORDEIRO e OLIVEIRA, 2005).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os experimentos foram realizados no Laboratório de Termodinâmica com o apoio do Laboratório de Bioengenharia do Departamento de Engenharia Química do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba (DEQ/UFPB).

Na Figura 2 é mostrado o fluxograma que representa o passo a passo do processo de secagem em camada de espuma e das análises feitas no trabalho.

Figura 2 - Fluxograma do procedimento para realização do trabalho.



Para a realização dos experimentos, foram utilizadas as folhas do noni (Figura 3) que foram colhidas no Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba. Foi utilizado critério de tamanho e cores para padronização das folhas colhidas.

As folhas foram higienizadas de acordo com a Resolução RDC nº 218/2005 da ANVISA (BRASIL, 2005), que regulamenta procedimentos higiênico-sanitários para manipulação de alimentos e bebidas preparados com vegetais. As folhas foram colocadas em recipiente de plástico contendo solução de 10 mL de hipoclorito de sódio diluído em 2 litros de água, durante 5 minutos e logo após, lavados novamente com água corrente. O excesso de água foi retirado com papel toalha.

Figura 3 - Folhas do noni em processo de higienização.



4.1 PREPARO DA ESPUMA

Para o preparo de espuma foi pesado 50 g de massa de folha sanitizadas com 150 mL de água destilada. Gerando assim, um composto vegetal com as folhas na proporção de massa de folhas/água destilada de 1:3. As folhas foram cortadas em pedaços menores, com auxílio de uma faca, para facilitar seu processamento e em seguida a mistura foi homogeneizada por 3 minutos em um liquidificador de alta rotação industrial da marca Metvisa, com capacidade de 2 litros e velocidade constante de 1800 rpm.

O composto vegetal não é capaz de produzir espuma, então foi adicionado o emulsificante Portogel®. A mistura foi batida em batedeira Planetária Deluxe da Arno em velocidade máxima. A escolha do agente espumante, suas concentrações (3%, 4% e 5% em massa) e os tempos de agitação (3, 4 e 5 minutos) foram definidos com base no trabalho de Barros (2018).

4.2 SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA

As espumas produzidas foram colocadas em bandejas, com auxílio de espátulas para não deixar espaços vazios, com espessura de 0,5 cm e colocadas em

uma estufa com circulação de ar a diferentes temperaturas. O material seco foi removido das bandejas, de modo que o pó não entrasse em contato direto com a mão ou outra superfície, pesado e armazenado em sacos herméticos de polietileno onde permaneceram fechados até a realização das análises do pó.

Os parâmetros de secagem foram determinados com base no planejamento experimental factorial completo proposto por Lima (2020) e mostrados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Variáveis independentes e seus respectivos níveis.

Variáveis	Níveis		
	-1	0	+1
Concentração do agente espumante (%)	3,0	4,0	5,0
Tempo de agitação (min)	3,0	4,0	5,0
Temperatura de secagem (°C)	50,0	60,0	70,0

Fonte: LIMA (2020)

Tabela 2 - Matriz experimental para os ensaios de secagem em camada de espuma.

Experimento	Variáveis independentes		
	C (%)	t _{ag} (min)	T (°C)
1	-1 (3,0)	-1 (3,0)	-1 (50,0)
2	+1 (5,0)	-1 (3,0)	-1 (50,0)
3	-1 (3,0)	-1 (3,0)	+1 (70,0)
4	+1 (5,0)	-1 (3,0)	+1 (70,0)
5	-1 (3,0)	+1 (5,0)	-1 (50,0)
6	+1 (5,0)	+1 (5,0)	-1 (50,0)
7	-1 (3,0)	+1 (5,0)	+1 (70,0)
8	+1 (5,0)	+1 (5,0)	+1 (70,0)
9	0 (4,0)	0 (4,0)	0 (60,0)
10	0 (4,0)	0 (4,0)	0 (60,0)
11	0 (4,0)	0 (4,0)	0 (60,0)

C = concentração do espumante; t_{ag} = tempo de agitação; T = temperatura de secagem

Fonte: LIMA (2020)

Nesse trabalho, foram utilizadas as condições experimentais dos fatoriais máximo (Experimento 8), central (Experimento 9) e mínimo (Experimento 1).

4.3 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Para a determinação da granulometria foi utilizado o método adaptado da Association of Official Analytical Chemistry (AOAC, 2000). O material foi submetido ao jogo de peneiras mediante um sistema vibratório por um período de 20 minutos, intensidade de vibração 10. Em seguida, foi determinada a porcentagem que ficou retida em cada malha. Na Tabela 2 constam as especificações das malhas que foram empregadas nesse ensaio.

Tabela 3 – Especificação das peneiras empregas no ensaio granulométrico.

Escala Tyler (mesh)	Abertura (mm)
10	2
24	0,734
32	0,557
42	0,394
60	0,250

4.4 VISCOSIDADE

Para determinar a viscosidade da espuma nas três condições adotadas, foi utilizado um viscosímetro rotacional digital 100.000 mPas, rotor 2, speed 6 RPM (Figura 4)

Figura 4 - Análise de viscosidade.



4.5 FENÓLICOS

4.5.1 Preparação do extrato

Para a preparação dos extratos aquosos e de etanol 50% ou água:etanol (1:1) com o pó da folha de noni, foram utilizados 40 mL de água destilada e 2 g de pó e 40 mL de etanol 50%, respectivamente, em seguida, foram homogeneizados em frasco Erlenmeyer (Figura 5), usando a mesa agitadora, durante 2 h à temperatura ambiente (± 25 °C) e rotação de 150 rpm. Depois, a mistura foi para o banho ultrassônico por 40 min, logo após o sobrenadante foi filtrado em filtros de *nylon* e colocados na estufa a 35 °C até secar.

Figura 5 - Preparação dos extratos.



4.5.2 Determinação do composto fenólicos totais

Os fenólicos extraíveis totais das amostras foram determinados de acordo com o método colorimétrico Folin-Ciocalteau (SINGLETON; ORTHOFEER; LAMUELA RAVENTÓS, 1999). Foi preparada uma mistura do reagente de Folin-Ciocalteau com a amostra, seguida de agitação e adição de água destilada e carbonato de sódio a 15%. Essa mistura foi agitada e mantida no escuro por 2 h. A absorbância foi medida em espectrofotômetro UV-vis a 760 nm. A concentração de compostos fenólicos foi estimada usando curva de calibração de ácido gálico, sendo os resultados expressos como média \pm desvio-padrão de mg equivalente de ácido gálico (EAG) em cada grama de extrato.

4.6 ANTIOXIDANTES

O método de captura de radicais DPPH- (2,2 difenil1-pricril-hidrazil) tem por base a redução do radical DPPH que, ao fixar um H (removido do antioxidante em estudo), leva a uma diminuição da absorbância. Em ambiente escuro, foi transferido uma alíquota de 30 μ L de cada solução de trolox (100 μ M, 500 μ M, 1.000 μ M, 1.500 μ M e 2.000 μ M) para tubos de ensaio, misturou-se com 2,7 mL da solução do radical

DPPH e homogeneizado em agitador de tubos. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro $\lambda= 517$ nm, em triplicata.

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

5.1 VISCOSIDADE DA ESPUMA DA FOLHA DO NONI

As espumas da folha de noni, obtidas nas condições operacionais dos fatoriais máximo (5% e 5 min), mínimo (3% e 3 min) e central (4% e 4 min) do planejamento experimental, apresentaram o mesmo valor de viscosidade de 4995 mPa.s.

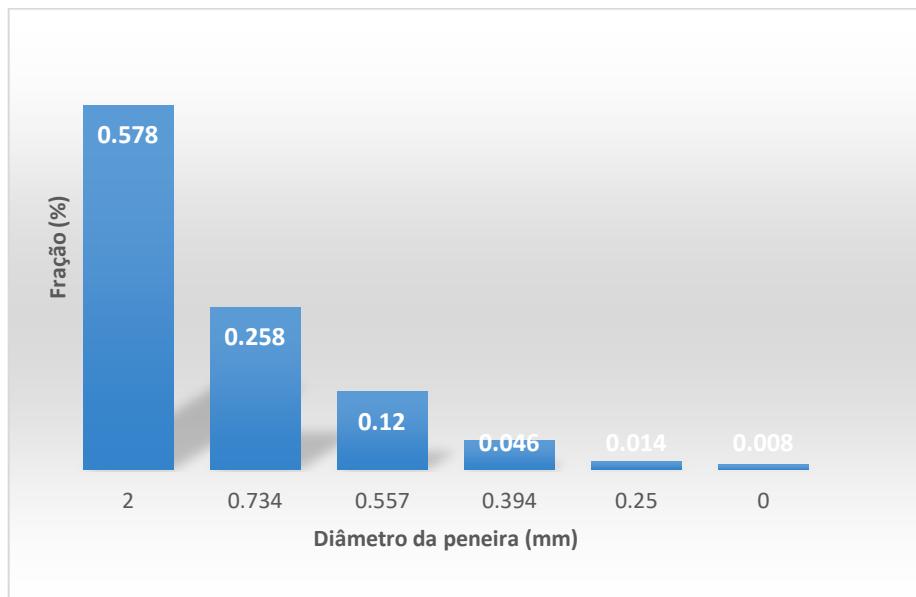
Assim, foi observado que a quantidade de agente espumante e tempo de agitação não interferiram na viscosidade das espumas produzidas.

5.2 GRANULOMETRIA DO PÓ OBTIDO NAS CONDIÇÕES DOS FATORIAIS MINÍMO E MÁXIMO E PONTO CENTRAL

5.2.1 Condição 1 – Fatorial mínimo (3%; 3 min; 50 °C)

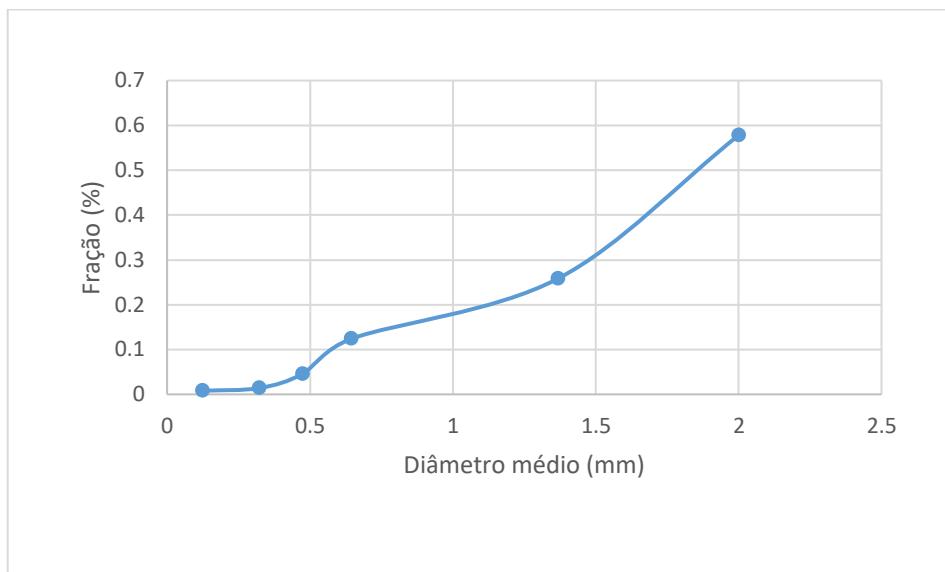
Pela Figura 6 foi observado a porcentagem de material retido em cada malha. A peneira de mesh 10 foi a que apresentou a maior porcentagem em massa de retidos, com 57,8% em massa. O material que ficou no fundo da peneira foi quase insignificante, com 0,8%.

Figura 6 – Distribuição granulométrica simples para Condição 1



O diâmetro médio predominante das partículas nessas condições é de 2 mm, evidenciado pela Figura 7.

Figura 7 - Análise granulométrica diferencial para condição 1



5.2.2 Condição 2 – Fatorial máximo (5%; 5 min; 70 °C)

A peneira de mesh 10 foi a que mais apresentou massa de retidos novamente, 68,04% da massa. O diâmetro médio de 2mm permaneceu nessas condições. Dados comprovados nas Figuras 8 e 9.

Figura 8 – Distribuição granulométrica simples para condição 2

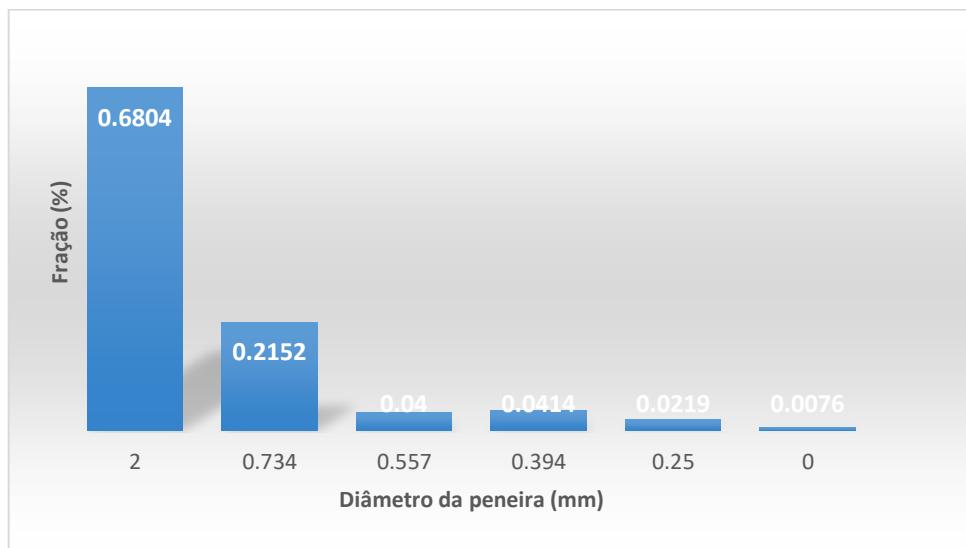
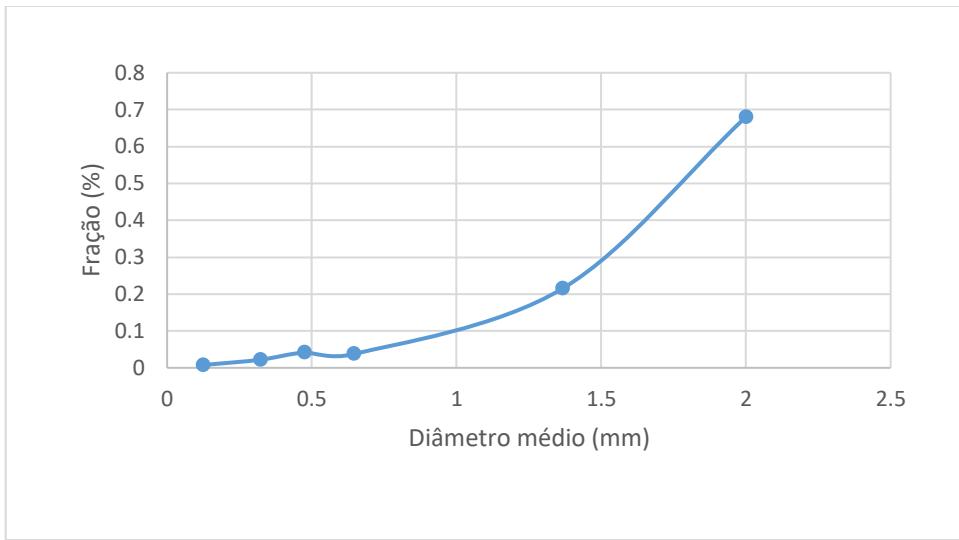


Figura 9 - Análise granulométrica diferencial para Condição 2



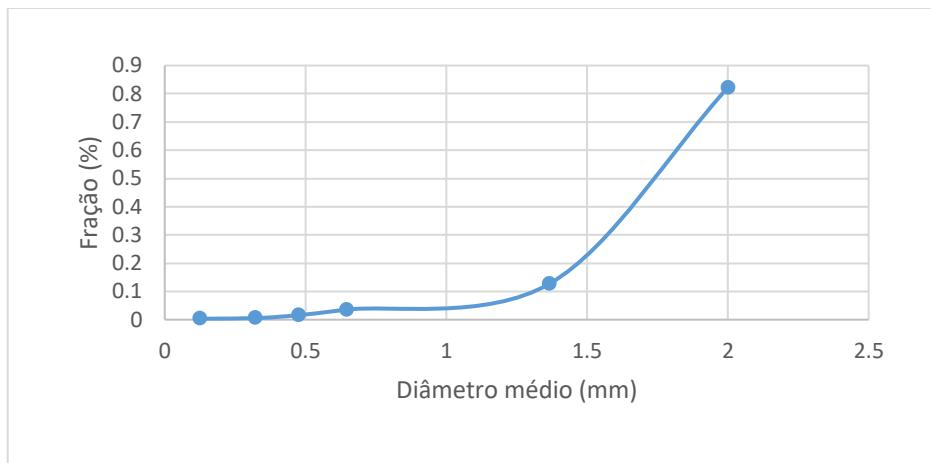
5.2.3 Condição 3 – Ponto Central (4%; 4 min; 60 °C)

As mesmas observações são aplicadas à Condição 3, a peneira que mais apresentou massa retida foi a de 10 mesh, com 82,2% e diâmetro médio de 2 mm (Figuras 10 e 11).

Figura 10 – Distribuição granulométrica simples para Condição 3



Figura 11 - Análise granulométrica diferencial para Condição 3



5.3 FENÓLICOS E ANTIOXIDANTES

O termo “antioxidantes” referem-se aos componentes que podem atrasar ou inibir a oxidação dos lipídeos ou outras moléculas, inibindo a iniciação das reações oxidativas em cadeia e que podem assim prevenir ou reparar os danos causados às células do corpo. Eles agem como agentes redutores, catadores de radicais livres, potenciais complexantes de metais oxidantes. Componentes típicos que possuem atividade antioxidante podem ser caracterizados na vitamina C, vitamina E, carotenoides e compostos fenólicos (CRUZ et al., 2022; COUTO e CANNIATTI-BRAZACA, 2010; CHANWITHEESUK, TEERAWUTGULRAG e RAKARIYATHAM, 2005).

Na Figura 12 é mostrada a curva padrão de ácido gálico e a equação da reta gerada, com $R^2 = 0,9986$. E nas Tabelas 4, 5 e 6 são mostrados os resultados obtidos para as condições estudadas.

Figura 12 - curva padrão de ácido gálico.

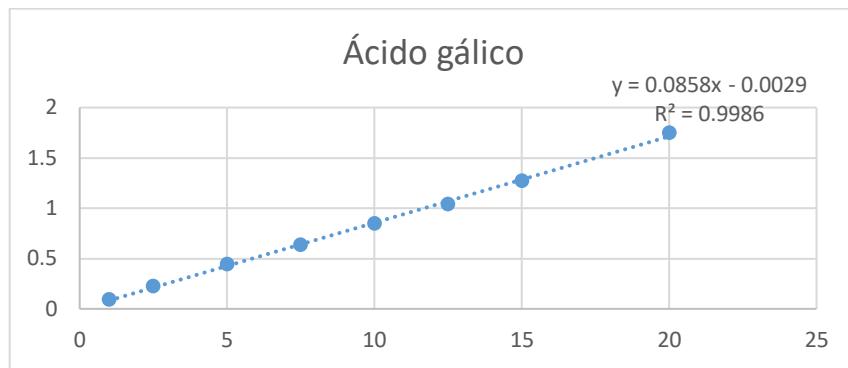


Tabela 4 – Valores de fenólicos para água como solvente

Condições experimentais	Volume de solução do extrato	Fenólicos	Desvio padrão
Fatorial máximo (5%; 5 min; 70 °C)	90	35967,37	77,70008
Fatorial máximo (5%; 5 min; 70 °C)	180	33601,4	385,9017
Fatorial máximo (5%; 5 min; 70 °C)	300	30125,87	244,7552
Fatorial mínimo (3%; 3 min; 50 °C)	90	39114,22	116,5501
Fatorial mínimo (3%; 3 min; 50 °C)	180	34896,4	146,5127
Fatorial mínimo (3%; 3 min; 50 °C)	300	77761,46	33861,33
Ponto Central (4%; 4 min; 60 °C)	90	36942,5	2537,476
Ponto Central (4%; 4 min; 60 °C)	180	39347,32	738,1507
Ponto Central (4%; 4 min; 60 °C)	300	31617,72	81,58508

Tabela 5 – Valores de fenólicos para água + Etanol como solvente

Condições experimentais	Volume de solução do extrato	Fenólicos	Desvio padrão
Fatorial máximo (5%; 5 min; 70 °C)	90	23509,45	159,6585
Fatorial máximo (5%; 5 min; 70 °C)	180	31464,65	310,8003
Fatorial máximo (5%; 5 min; 70 °C)	300	25536,13	128,2051
Fatorial mínimo (3%; 3 min; 50 °C)	90	26205,91	1204,351
Fatorial mínimo (3%; 3 min; 50 °C)	180	31775,45	77,70008
Fatorial mínimo (3%; 3 min; 50 °C)	300	28909,87	309,4376
Ponto Central (4%;4 min; 60 °C)	90	27535,35	329,6535
Ponto Central (4%;4 min; 60 °C)	180	31717,17	330,2253
Ponto Central (4%;4 min; 60 °C)	300	27806,53	23,31002

Tabela 6 – Valores de Antioxidantes

Condições experimentais	Antioxidantes	Desvio padrão
Fatorial máximo (5%; 5 min; 70 °C)	106,4	50,2062413
Fatorial mínimo (3%; 3 min; 50 °C)	126,0667	22,395436
Ponto Central (4%; 4 min; 60 °C)	162,7333	29,4656108

Os experimentos com água e (água + etanol) tiveram um valor próximo de fenólicos, destacando-se que o extrato foi feito com água e o pó em condições fatorial mínimo (3%-3 min- 50 °C) e volume do extrato 300 µM, obtendo os valores de 77761,46 mg de EAG/g de extrato \pm 33861,33. Os que tiveram os menores valores foram os obtidos na condição de fatorial máximo (5%; 5 min; 70 °C).

Em relação aos antioxidantes, os mesmos foram identificados com um valor inferior ao encontrado na literatura pelo método DPPH.

Segundo Costa et al. (2013) Os resultados de atividade antioxidante obtidos pelo método DPPH não caracterizam o noni como um bom agente antioxidante quando comparados a outros estudos que utilizaram o mesmo método de análise.

Costa et al. (2013) encontraram um teor de compostos fenólicos para os extratos acetônico de 109,81 mg EAG.100 g-1, etanólico de 20,33 mg EAG.100 g-1 e aquoso de 12,75 mg EAG.100 g-1.

As discrepâncias nos valores de teores dos compostos fenólicos, segundo Soares (2008), podem ser influenciadas por diversos fatores, tais quais maturação, espécie, práticas de cultivo, origem geográfica, estágio de crescimento, condições de colheita e processo de armazenamento.

Segundo Chan-Blanco et al. (2006) os compostos bioativos mais abundantes no noni são os fenólicos, como o damanacantal, escopoletina, morindona e rubiadina, sendo que o damanacantal possui propriedade anti-carcinogênica comprovada (THANI et al., 2010).

Os compostos fenólicos estão relacionados com o sabor, coloração, vida de prateleira e ação do produto como um alimento funcional, fortemente correlacionado com a capacidade antioxidante (CORREIA et al., 2011).

6 CONCLUSÃO

A viscosidade da espuma não variou com as condições operacionais, e seu valor obtido foi de 4995 mPa.s.

Os pós obtidos são classificados como pós finos e seu diâmetro médio de 2mm.

O pó na folha do noni apresenta fenólicos e antioxidantes.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, MZ. **Plantas Medicinais [online]**. 3rd ed. Salvador: EDUFBA, 2011, 221 p. ISBN 978- 85-232-1216-2. Available from SciELO Books.
- ANVISA Brasil. Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n 48, de 16 de março de 2004. **Dispõe sobre registro de medicamentos fitoterápicos**.
- AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official Methods of Analysis**. 17th Ed. Gaithersburg, M, 2000.
- ARMOUS, A. H.; SANTOS, A. S.; BEINNER, R. P. C. Plantas Medicinais de Uso Caseiro - conhecimento popular e interesse por cultivo comunitário. **Revista Espaço para a Saúde**, v. 6, n. 2, 2005.
- BARROS, R. S., **Definição dos parâmetros para a secagem em camada de espuma da folha do noni (Morinda citrifolia L.)** 40 f. Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia Química), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.
- BASAR, S.; UHLENHUT, K.; HÖGGER, P.; SCHÖNE, F.; WESTENDORF, J. **Analgesic and antiinflammatory activity of morinda citrifolia L.(noni) fruit**. **Phytotherapy Research**, Wiley Online Library, v. 24, n. 1, p. 38–42, 2010.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução de Diretoria Colegiada - **RDC nº 218**, de 29 de julho de 2005. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Higiênico-Sanitários para Manipulação de Alimentos e Bebidas Preparados com Vegetais. Disponível em <<http://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjA0NA%2C%2C>>. Acesso em: dezembro de 2022.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, London, v. 28, n.1, p. 25-30, 1995.
- BRITO, D. R. B. **Avaliação da atividade anti-helmíntica da Morinda citrifolia (noni), em aves poedeiras naturalmente infectadas**. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal do Piauí, Piauí, 2008.
- BROWN, A. C. **Anticancer activity of morinda citrifolia (noni) fruit: a review**. **Phytotherapy Research**, Wiley Online Library, v. 26, n. 10, p. 1427–1440, 2012.
- CHANWITHEESSUK, A.; TEERAWUTGULRAG, A.; RAKARIYATHAM, N. Screening of antioxidant activity and antioxidant compounds of some edible plants of Thailand. **Food Chemistry**, v.92, p.491-497.

CHAN-BLANCO, Y. et al. The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.19, p.645-654, 2006.

CHAN-BLANCO, Y.; VAILLAN, F.; PEREZ, A. M.; REYNES, M.; BRILLOUET, J.; BRAT, P. The noni fruit (*Morindacitrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. **J. Food Comp. Anal.**, v. 19, n. 6-7, p. 645-654, set./nov. 2006.

CORREIA, A.A.S. et al. Caracterização química e físicoquímica da polpa do noni (*Morinda citrifolia*) cultivado no estado do Ceará. **Alimentos e Nutrição**, v.22, n.4, p.609-615, 2011.

COUTO, M.A.L.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Quantificação de vitamina C e a capacidade antioxidante de variedades críticas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, p.15-19, 2010.

CRUZ, P.; SUZUKI, V. Y.; JAMIL, L. C.; LEITE, J. A. T. M.; FREITAS, L. C.; OLIVEIRA, C. R.; FERREIRA, L. M. Nutrição e saúde dos cabelos: uma revisão. **Advances in Nutritional Sciences**, v.1, n.1, p.33-40, 2022

DENG, S.; WEST, B. J.; JENSEN, C. J. Simultaneous characterisation and quantitation of flavonol glycosides and aglycones in noni leaves using a validated HPLC-UV/MS method. **Food Chemistry**, v. 111, n. 3. 526-529, 2008.

HALIWELL B. Free radicals and other reactive species in disease. In: *Nature Encyclopedia of Life Sciences*. London: **Nature Publishing Group**; 2001. p. 1-7.

JOLY, A.B. Botânica: introdução à taxonomia vegetal. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002. 777p.

KARIM, A. A.; CHEE-WAI, C. Foam-mat drying of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) purée. stability and air drying characteristics. **Food Chemistry**, v. 64, n. 3, p. 337-343, 1999.

KRISHNAIAH, D.; SARBATLY, R.; NITHYANANDAM, R. A review of the antioxidant potential of medicinal plant species. **Food and bioproducts processing**, Elsevier, v. 89, n. 3, p. 217–233, 2011.

LAYALI, I.; TAHMASBPOUR, E.; JOULAEI, M.; JORSARAEI, S. G. A.; FARZANEGI, P. Total antioxidant capacity and lipid peroxidation in sêmen of patient with hyperviscosity. **Cell Journal (Yakhteh)**, Royan Institute, v. 16, n. 4, p. 554, 2015.

MARQUES, G. M. R. **Secagem de caldo de cana em leito de espuma e avaliação sensorial do produto**. 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2009.

NEGREIROS, J. K. S. **Secagem em camada de espuma do suco da romã, composto por sua polpa e casca**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, 2019.

PACHÚ, C. O. **Processamento de plantas medicinais para obtenção de extratos secos e líquidos.** 117 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

PALU, A. K; KIM, A. H.; WEST, B. J.; DENG S.; JENSEN, J.; WHITE, L. The effects of *Morinda citrifolia* L. (noni) on the immune system: Its molecular mechanisms of action. Science Direct, **Journal of Ethnopharmacology**. 2008.

PARK, K. J.; PARK, K. J.; ALONSO, L. F.; CORNEJO, F. E.; FABBRO, I. M. Secagem: Fundamentos e Equações. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 16, p. 93-127, 2014.

PIMENTEL, DD et al. Uso de Noni por pacientes oncológicos. **REVISTA SAÚDE E CIÊNCIA online**, 2016; 5(1): 37-44

RAITHORE, S.; PETERSON, D. G. Effect of polyol type and particle size on flavor release in chewing gum. **Food Chemistry**, v. 253, n. 1, p. 293- 299, 2018.

RESENDE, O.; CORRÊA, P.C.; GONELI, A.L.D.; BOTELHO, F.M.; RODRIGUES, S. Modelagem matemática do processo de secagem de duas variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.10, n.1, p.17-26, 2008.

SERAFINI, M. R. ***Morinda citrifolia* L. como agente foto protetor.** Tese de Doutorado em Ciências da Saúde. 97 f: il. UFS. São Cristóvão. 2013.

SILVA, A. S.; GURJÃO, K. C. O.; ALMEIDA, F. A. C.; BRUNO, L. A.; PEREIRA, W. E. Desidratação de polpa de tamarindo pelo método de camada de espuma. **Ciência Agrotécnica**, v. 32, n. 6, p. 1899-1905, 2008.

SILVA, I. H., **Utilização do noni (*Morinda Citrifolia L.*) para fins medicinais em São Gabriel da Cachoeira- AM.** 15 f. Trabalho final de curso (graduação em licenciatura em ciências biológicas), Universidade do Estado do Amazonas, São Gabriel da Cachoeira, 2018.

SILVA, R. N. G.; Figueiredo, R.M.F; Queiroz, A.J.M.; Galdino, P.O. Armazenamento de umbu-cajá em pó. **Revista Ciência Rural**, n.5, v.35, 2005.

Singleton, V. L.; Orthofer, R./ Lamuela-Raventós, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v.299, p. 152–178, 1999.

SOARES, M. et al. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas niágara e isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.59-64, 2008.

SOUSA, J. A. et al. Noni (*Morinda citrifolia* L.). Noni (*Morindacitrifolia* L.). Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza. 2009.

THANI, W. et al. Anti-proliferative and antioxidative activities of thai noni/yor (*Morinda citrifolia linn.*) leaf extract. **The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**, v.41, n.2, p.482-489, 2010

TOMBOLATO, F. C. A. et al. Noni: frutífera medicinal em introdução e aclimatação no Brasil. **Informações técnicas: O agronômico, Campinas**, v. 57, n. 1, p. 20-1, 2005.

TRAVAGLINI, D. A. NETO, M. P.; BLEINROTH, E. W.; LEITÃO, M. D. F. **Banana-passa principios de secagem, conservação e produção industrial**. ITAL/Rede de Núcleos de Informação Tecnológica, 1993.

TUROLLA, M. S. R.; NASCIMENTO, E. S. Informações Tóxicas de Alguns Fitoterápicos Utilizados no Brasil. **Revista brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 2, 2006.

ZHANG, W-M.; WANG, W.; ZHANG, J-J.; WANG, Z-R.; WANG, Y.; HAO, W-J.; HUANG, W-Y. Antibacterial constituents of Hainan *Morinda citrifolia* (noni) leaves. **Journal of Food Science**. n. 5, vol. 81. pp. 1192-1196. 2016.

ZIN, M. Z.; ABDUL-HAMID, A.; OSMAN, A. Antioxidative activity of extracts from Mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) root, fruit and leaf. **Journal of Food Chemistry**. v. 78, pp. 227-231. 2002.