

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 12/02/2028.

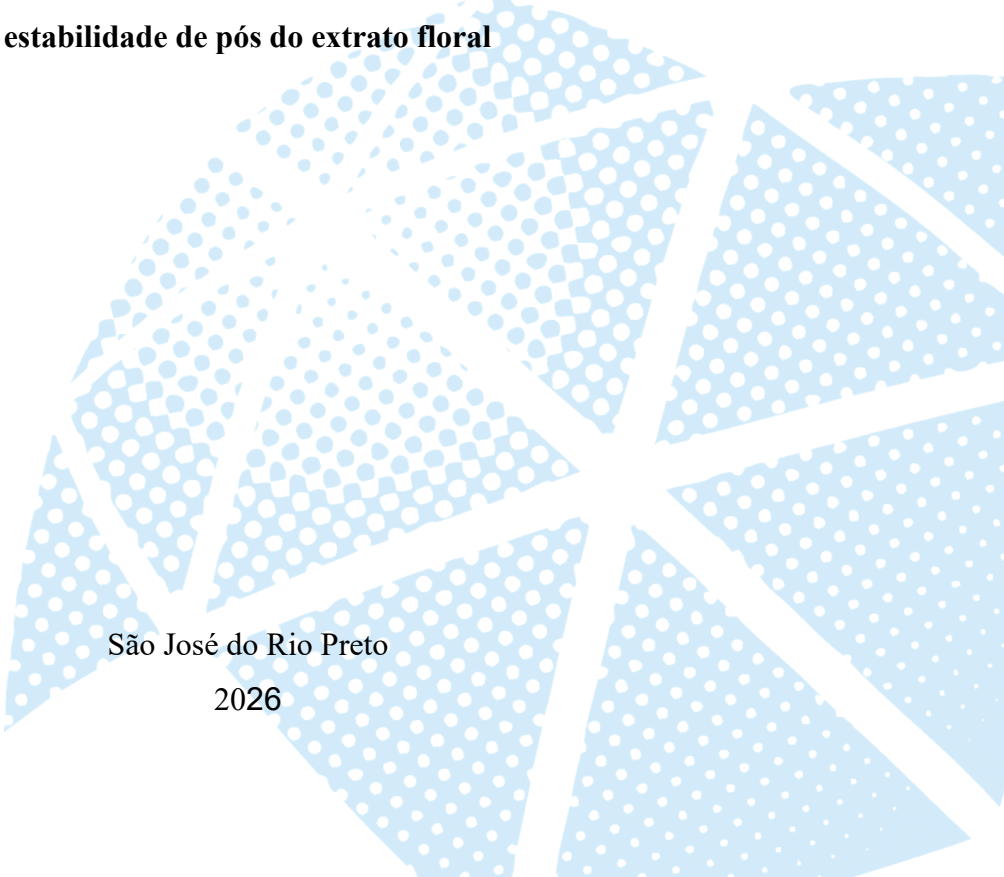
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas - São José do Rio Preto

INGRID DA SILVA APOLINARIO

**Clitória (*clitoria ternatea* L.) como bioingrediente: desenvolvimento, caracterização e
estabilidade de pós do extrato floral**

São José do Rio Preto

2026



INGRID DA SILVA APOLINARIO

Clitória (*clitoria ternatea* L.) como bioingrediente: desenvolvimento, caracterização e estabilidade de pós do extrato floral

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, para obtenção do título de Mestre em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos.

Área de Concentração: Alimentos e Nutrição

Orientadora: Prof. Dra. Ellen Silva Lago Vanzela

São José do Rio Preto

2026

A643c Apolinario, Ingrid

Clitória (*clitoria ternatea* L.) como bioingrediente: desenvolvimento, caracterização e estabilidade de pós do extrato floral / Ingrid Apolinario. -- São José do Rio Preto, 2026

90 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientadora: Ellen Silva Lago Vanzela

1. Food Science. 2. Anthocyanins. 3. PANCs. 4. Food colorings. 5. Estabilidade de armazenamento. I. Título.

INGRID DA SILVA APOLINARIO

Clitória (*clitoria ternatea* L.) como bioingrediente: desenvolvimento, caracterização e estabilidade de pós do extrato floral

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Câmpus de São José do Rio Preto, para obtenção do título de Mestre em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos.

Área de Concentração: Alimentos e Nutrição

Data da defesa: 12/02/2026

Banca examinadora:

Prof.^a. Dr.^a. Ellen Silva Lago Vanzela

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Câmpus São José do Rio Preto
Orientadora

Prof.^a. Dr.^a. Jessica Thaís do Prado Silva

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Câmpus São José do Rio Preto

Prof.^a. Dr.^a. Juliana Audi Giannoni

FATEC - Câmpus Marília

São José do Rio Preto

12 de fevereiro de 2026

Aos meus pais Ana e Marcelo, pela herança que não se vê, mas sustenta tudo
Aos meus irmãos Isadora e Carlos, luz e felicidade da minha vida
Ao meu amor, Lucas, com você e por você prossigo

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, Ana e Marcelo. Vocês sempre serão minha maior inspiração. Obrigada por me ensinarem que, com esforço e dedicação, sou capaz de alcançar tudo o que desejo. Agradeço pelo tempo, pelo investimento e pelo amor que me concederam ao longo dos anos. Todas as minhas conquistas são nossas, este título também.

Agradeço aos meus irmãos, Carlos e Isadora. Assistir ao crescimento de vocês é um presente para mim. Obrigada por toda a felicidade que me proporcionam; amo ser a irmã mais velha de vocês.

Ao meu amado Lucas, obrigada por sempre acreditar em mim, mesmo quando eu mesma duvido. Sem você, nada disso seria possível. Obrigada por impulsionar meus sonhos e caminhar comigo, mesmo nos dias difíceis. Obrigada por me fazer rir e sorrir tantas vezes. Minha vida é mais leve com você ao meu lado.

À minha orientadora, professora Ellen, agradeço por todo o apoio e suporte ao longo desta jornada. Obrigada por todo o conhecimento compartilhado, pelo carinho e pela confiança. Um exemplo de ser humano, mãe e profissional. Muito obrigada, professora.

Agradeço à minha amiga, parceira de laboratório, Natália. Obrigada por tornar os dias mais leves e o caminho mais fácil. Sua parceria, bom humor e disposição em ajudar fizeram toda a diferença nessa jornada.

Aos colegas e amigos de laboratório, agradeço pela convivência, pelas trocas de conhecimento e pelo apoio ao longo dessa jornada. A colaboração e o companheirismo de vocês tornaram o dia a dia mais produtivo.

Aos técnicos Alana, Tânia, Raíne e Luiz, agradeço por toda a ajuda e disponibilidade. Sem vocês, tudo teria sido muito mais difícil.

Agradeço à minha querida vó Cida, mulher de garra e coragem; à minha querida vó Celina, por sempre me apoiar; à minha querida vó Cris, por todo o conhecimento compartilhado; e ao meu amado vô Zumba, pela força e pelo amor.

Agradeço à minha querida tia Biela, por segurar minhas mãos nas primeiras letras que escrevi; à tia Renata, pela alegria e pelo amor declarado em alto e bom som; e à minha querida tia Daninha, que além de madrinha é também uma das minhas melhores amigas. Agradeço ao meu tão amado tio Marquinhos, por todo o cuidado, amor e alegria; ao querido tio Lu, por todas as risadas e doces compartilhados; ao tio Marcos, pelo carinho; e ao querido amigo Everton, por todas as risadas e momentos divididos. Com vocês, o caminho sempre foi mais agradável.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro (Processo nº 131432/2024-9).

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para o sucesso deste trabalho.

RESUMO

A crescente demanda por corantes naturais tem impulsionado pesquisas para o desenvolvimento de ingredientes inovadores na indústria alimentícia, visando a substituição de aditivos sintéticos. O presente estudo teve como objetivo desenvolver, caracterizar e avaliar a estabilidade de um bioingrediente em pó a partir do extrato floral de *Clitoria ternatea* L., rico em antocianinas, utilizando a técnica de secagem em leito de espuma (SLE). Inicialmente, caracterizou-se a matéria-prima nas formas *in natura* e desidratada, constatando-se que o processo de desidratação prévia resultou em concentrações significativamente superior de compostos fenólicos totais (CFT) ($789,55 \text{ mg EAG} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) e antocianinas totais (ANT) ($378,20 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), além de maior atividade antioxidante (AA), definindo-a como a matriz ideal para a extração hidroalcoólica assistida por ultrassom. Para a etapa de secagem, o extrato foi incorporado em 11 formulações distintas, variando-se os agentes espumantes e carreadores (albumina, pectina, proteína de soja, gomas e maltodextrina). A caracterização dos pós revelou baixa umidade (1,17–3,77%) e a_w inferior a 0,6 em todas as amostras, sugerindo menor propensão ao crescimento microbiológico. Entre as formulações, a F6 (albumina) destacou-se pela maior retenção de CFT (57,66%). Contudo, a formulação F9 (pectina e albumina) apresentou o melhor desempenho global, com elevada eficiência de retenção (ER) de ANT (70%) e AA (72,16% de inibição do radical DPPH e $72,00 \mu\text{mol Fe}^{2+} \cdot \text{g}^{-1}$ no ensaio FRAP). Este resultado foi atribuído à capacidade da pectina em acidificar o meio, estabilizando a coloração azul-violeta intensa característica das ternatinas em pH baixo. Em contrapartida, formulações à base de proteína de soja apresentaram menor estabilidade de espuma e microestrutura colapsada, resultando em menores teores de bioativos. A análise microestrutural por microscopia eletrônica de varredura (MEV) evidenciou que as formulações de melhor desempenho (F6, F8 e F9) formaram partículas com estrutura porosa e homogênea. A aplicação de ferramentas estatísticas multivariadas (PCA) e da função de desejabilidade confirmou a F9 como a formulação otimizada. No estudo de estabilidade ao longo de 60 dias sob diferentes temperaturas (4, 25 e 40 °C), o pó selecionado manteve sua integridade físico-química, ausência de patógenos (*Salmonella* sp.) e baixas contagens de bolores e leveduras. Observou-se que a temperatura de 25 °C foi a mais eficaz na preservação da cor e da AA, enquanto o armazenamento a 40 °C acelerou a degradação dos compostos bioativos. Conclui-se que a SLE, associada ao uso de pectina e albumina, é uma tecnologia viável para a obtenção de um corante natural azul estável e com potencial de aplicação em alimentos com apelo a saudabilidade.

Palavras-chave: *Clitoria ternatea*; antocianinas; secagem em leito de espuma; estabilidade; corante natural; compostos bioativos.

ABSTRACT

The growing demand for natural colorants has driven research focused on the development of innovative ingredients for the food industry, aiming to replace synthetic additives. This study aimed to develop, characterize, and evaluate the stability of a powdered bioingredient obtained from the floral extract of *Clitoria ternatea* L., rich in anthocyanins, using foam-mat drying (FMD). Initially, the raw material was characterized in its fresh and dehydrated forms, and prior dehydration resulted in significantly higher contents of total phenolic compounds (TPC) (789.55 mg GAE·100 g⁻¹) and total anthocyanins (TAC) (378.20 mg·100 g⁻¹), as well as greater antioxidant activity (AA), thus defining it as the most suitable matrix for ultrasound-assisted hydroalcoholic extraction. For the drying step, the extract was incorporated into 11 different formulations, varying the foaming and carrier agents (albumin, pectin, soy protein, gums, and maltodextrin). Powder characterization revealed low moisture content (1.17–3.77%) and water activity below 0.6 in all samples, suggesting reduced susceptibility to microbial growth. Among the formulations, F6 (albumin) stood out for its highest TPC retention (57.66%). However, formulation F9 (pectin and albumin) showed the best overall performance, with high retention efficiency of TAC (70%) and AA (72.16% DPPH radical inhibition and 72.00 μmol Fe²⁺·g⁻¹ in the FRAP assay). This result was attributed to the ability of pectin to acidify the medium, thereby stabilizing the intense blue-violet color characteristic of ternatins under acidic conditions. In contrast, formulations based on soy protein showed lower foam stability and a collapsed microstructure, resulting in lower bioactive compound contents. Microstructural analysis by scanning electron microscopy (SEM) showed that the best-performing formulations (F6, F8, and F9) formed particles with a porous and homogeneous structure. The application of multivariate statistical tools (PCA) and the desirability function confirmed F9 as the optimized formulation. In the stability study conducted over 60 days under different storage temperatures (4, 25, and 40 °C), the selected powder maintained its physicochemical integrity, absence of pathogens (*Salmonella* sp.), and low mold and yeast counts. Storage at 25 °C was the most effective condition for preserving color and antioxidant activity, whereas storage at 40 °C accelerated the degradation of bioactive compounds. It can be concluded that foam-mat drying, combined with the use of pectin and albumin, is a viable technology for obtaining a stable blue natural colorant with potential application in health-oriented food products.

Keywords: *Clitoria ternatea*; anthocyanins; foam-mat drying; stability; natural colorant; bioactive compounds.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aplicações de <i>Clitoria ternatea</i> L.: (a) Prato malaio <i>Nasi Kerabu</i> e b) Infusão....	21
Figura 2 - Representação esquemática da biossíntese de ternatinas a partir da delfinidina e seus precursores.....	24
Figura 3 - Etapas do processo de SLE.....	26
Figura 4 - <i>Clitoria Ternatea</i> L. utilizada no estudo.	28
Figura 5 - Extratos em pó resultantes da SLE do extrato líquido de <i>Clitoria Ternatea</i> L.	45
Figura 6 - Micrografias obtidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) com magnificação de 500x, apresentando a morfologia geral dos pós das 11 formulações do Bioingrediente de <i>Clitoria ternatea</i> L.	52
Figura 7 - Micrografias obtidas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) com magnificação de 150x, apresentando a morfologia geral dos pós das 11 formulações de <i>Clitoria ternatea</i> L.	53
Figura 8 - Scree plot dos autovalores da análise de componentes principais.....	58
Figura 9 - Projeção das variáveis (A) e formulações (B) no plano PC1 × PC2.	59
Figura 10 - Interação entre tempo e temperatura no teor de (A) compostos fenólicos totais e (B) antocianinas totais do extrato floral de <i>Clitoria ternatea</i> durante em pó durante o armazenamento. sob diferentes temperaturas.....	66
Figura 11 - Gráficos de interação entre tempo e temperatura para os parâmetros de cor do bioingrediente em pó de <i>Clitória Ternatea</i> L.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Estrutura molecular das principais antocianidinas encontradas em produtos de origem vegetal.	23
Tabela 2- Composição percentual das formulações (F) elegidas para desenvolvimento dos extratos florais desidratados e as referências bibliográficas utilizadas como base.	33
Tabela 3- Caracterização físico-química das flores <i>in natura</i> e desidratadas de <i>Clitoria ternatea</i> L.	40
Tabela 4 - Parâmetros físico-químicos dos extratos em pó obtidos a partir das formulações (F1 a F11) testadas (parte 1).....	46
Tabela 5 - Propriedades tecnológicas das formulações de pó de <i>Clitoria ternatea</i> L.	55
Tabela 6 – Autovalores, variância explicada e variância acumulada dos componentes principais.	57
Tabela 7 - Desejabilidade individual (d_i) e desejabilidade global (D) das formulações	61
Tabela 8- Parâmetros físico-químicos do pó durante o armazenamento sob diferentes temperaturas.....	62
Tabela 9 - Avaliação integrada da estabilidade bioativa do pó durante o armazenamento.	64
Tabela 10 - Resultados da análise de variância fatorial (tempo $\times$ temperatura) para os parâmetros de funcionalidade do pó durante o armazenamento.....	65
Tabela 11 - Parâmetros cinéticos da estabilidade de CFT e ANT do bioingrediente em pó de <i>Clitória Ternatea</i> L. ao longo do armazenamento.	67
Tabela 12 - Resultados da análise de variância fatorial (tempo $\times$ temperatura) para os parâmetros de cor do bioingrediente em pó de <i>Clitória Ternatea</i> L. durante o armazenamento.	69
Tabela 13- - Parâmetros de cor (L^* , C^* e h°) do bioingrediente em pó de <i>Clitória Ternatea</i> L. durante o armazenamento sob diferentes temperaturas.	70
Tabela 14 - Avaliação microbiológica do pó durante o armazenamento sob diferentes temperaturas.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Atividade antioxidante
ABTS	Radical cátion 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)
ANOVA	Análise de variância
ANS	Antocianidina sintase
ANT	Antocianinas totais
AOAC	Associação Oficial de Químicos Analíticos
AT	Acidez titulável
a_w	Atividade de água
B.s	Base seca
B.u	Base úmida
CF	Compostos fenólicos
CFT	Compostos fenólicos totais
CHI	Chalcona isomerase
CHS	Chalcona sintase
CIE	Comissão Internacional de Iluminação
CIELAB	Sistema colorimétrico CIELAB
CMC	Carboximetilcelulose
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DFR	Di-hidroflavonol redutase
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazil
E133	Azul brilhante
EAG	Equivalente de ácido gálico
ER	Eficiência de retenção
ETD	Detector de elétrons secundários Everhart-Thornley
FRAP	Poder antioxidante de redução do ferro
HFW	Largura horizontal do campo de visão
Hg	Higroscopicidade
HV	Alta voltagem
IBILCE	Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas
k	Constante de velocidade de degradação
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
ORAC	Capacidade de absorção de radicais de oxigênio
PAL	Fenilalanina amônia-liase
PANCs	Plantas alimentícias não convencionais
PCA	Análise de componentes principais
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RNS	Espécies reativas de nitrogênio
ROS	Espécies reativas de oxigênio
SEM	Microscopia eletrônica de varredura
SLE	Secagem em leito de espuma

$T_{1/2}$	Tempo de meia vida
TA	Antocianinas totais
TPC	Compostos fenólicos totais
UFC	Unidade formadora de colônias
UGTs	Glicosiltransferases
UNESP	Universidade estadual paulista
WAI	Índice de absorção de água
WD	Distância de trabalho
WSI	Índice de solubilidade em água

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVOS GERAIS	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1 PANCS NO CONTEXTO DA BIODIVERSIDADE, SOBERANIA ALIMENTAR E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA	18
3.2 <i>CLITORIA TERNATEA</i> L.: ASPECTOS BOTÂNICOS, ETNOFARMACOLÓGICOS E TECNOLÓGICOS	20
3.3 ANTOCIANINAS DERIVADAS DA DELFINIDINA: ESTRUTURA, ESTABILIDADE E FUNÇÃO BIOLÓGICA	22
3.4 PROCESSOS DE SECAGEM DE EXTRATOS VEGETAIS: FUNDAMENTOS, COMPARAÇÕES E POTENCIAL DA SLE	25
4. MATERIAIS E MÉTODOS	28
4.1 MATÉRIA-PRIMA	28
4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FLORES <i>IN NATURA</i> E DESIDRATADAS DE <i>CLITORIA TERNATEA</i> L.	29
4.3 OBTENÇÃO DE EXTRATOS FLORAIS EM PÓ A PARTIR DAS FLORES DE <i>CLITORIA TERNATEA</i> L. DESIDRATADAS UTILIZANDO O MÉTODO DE SECAGEM POR LEITO DE ESPUMA	32
4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MORFOLÓGICA DOS EXTRATOS FLORAIS DE <i>CLITORIA TERNATEA</i> L. DESIDRATADOS	33
4.5 ESTUDO DE ESTABILIDADE DO EXTRATO FLORAL EM PÓ SELECIONADO (BIOINGREDIENTE) AO LONGO DO ARMAZENAMENTO	35
4.6 APLICAÇÃO DE TESTES ESTATÍSTICOS PARA VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	40
5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FLORES <i>IN NATURA</i> E DESIDRATADAS DE <i>CLITORIA TERNATEA</i> L.	40

5.2 OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PÓ DO EXTRATO POR SLE	44
5.3 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA POR MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV) E PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DO PÓ DE <i>CLITORIA TERNATEA</i> L.	51
5.4 ANÁLISE MULTIVARIADA E SELEÇÃO MULTIRRESPOSTA DAS FORMULAÇÕES	57
5.5 ESTABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO EXTRATO FLORAL EM PÓ DURANTE O ARMAZENAMENTO	61
5.6 ESTABILIDADE DOS COMPOSTOS BIOATIVOS E CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO DO PÓ DURANTE O ARMAZENAMENTO.	64
5.7 ESTABILIDADE DOS PARÂMETROS COLORIMÉTRICOS DURANTE O ARMAZENAMENTO.....	69
6. CONCLUSÕES.....	74
REFERÊNCIAS	75

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos mais naturais, livres de aditivos artificiais e visualmente atrativos tem impulsionado a busca por ingredientes que aliem funcionalidade, apelo estético e segurança alimentar (Luzardo-Ocampo *et al.*, 2021). Dentre os aspectos que mais despertam o interesse do consumidor contemporâneo está a substituição de corantes sintéticos por alternativas naturais, que ofereçam não apenas coloração estável e vibrante, mas também propriedades funcionais (Brudzyńska; Sionkowska; Grisel, 2021; Luzardo-Ocampo *et al.*, 2021). Nesse cenário, destaca-se a importância de explorar novas fontes de pigmentos naturais, sobretudo aquelas oriundas de espécies vegetais subutilizadas ou negligenciadas (Silva *et al.*, 2021). Em função de discussões globais sobre a soberania alimentar e da importância da valorização de ecossistemas locais, as Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) têm ganhado espaço como ingredientes inovadores na indústria de alimentos (Padilha *et al.*, 2022).

As PANCs compreendem um grupo diversificado de espécies vegetais comestíveis que, apesar de seu potencial nutritivo e funcional, não fazem parte do sistema alimentar hegemônico (Padilha *et al.*, 2022). No Brasil, país detentor de rica biodiversidade e vasto conhecimento tradicional associado à alimentação, as PANCs vêm ganhando maior visibilidade científica e comercial como alternativas para a promoção de sistemas alimentares mais sustentáveis e inclusivos (Kinupp; Lorenzi, 2021; Silva *et al.*, 2022). Seu cultivo, geralmente adaptado a sistemas de baixa entrada tecnológica, permite a autonomia de pequenos agricultores e comunidades tradicionais, ao mesmo tempo em que fomenta a preservação da agrobiodiversidade, o resgate cultural e a inovação no setor de alimentos (Quintino; Martins; Gonçalves, 2024).

Entre as espécies que vêm ganhando notoriedade está a *Clitoria ternatea* L., conhecida popularmente como clitoria, cunhã ou ervilha-borboleta. Originária do Sudeste Asiático e pertencente à família *Fabaceae* (Gamage; Lim; Choo, 2021). As flores da *Clitoria Ternatea* L. podem ser utilizadas em infusões, bebidas fermentadas, confeitaria e outros alimentos, tanto pela cor quanto pelas propriedades funcionais, o que tem despertado o interesse de pesquisadores e da indústria alimentícia (Fu *et al.*, 2021). Suas flores apresentam uma coloração azul intensa, atribuída à presença de antocianinas do tipo delfinidina, majoritariamente na forma de ternatinas, pigmentos glicosilados e acilados, responsáveis por sua intensa coloração azul (Oliveira *et al.*, 2024; Yu *et al.*, 2024). Tais pigmentos naturais apresentam elevado potencial antioxidante, além de ampla aplicabilidade tecnológica como corantes naturais (Campbell; Pearson; Marble, 2019).

A crescente valorização da *Clitoria ternatea* L., está associada tanto à sua funcionalidade quanto ao seu caráter inovador, já que a coloração azul ainda é pouco explorada na indústria alimentícia (Multisona *et al.*, 2023). A aplicação desse pigmento em produtos visualmente atrativos, como confeitos e sobremesas, contribui para a aceitação do consumidor e estimula o desenvolvimento de formulações diferenciadas, que aliam apelo sensorial e ingredientes de origem natural (Lonez, 2021; Multisona *et al.*, 2024). No entanto, a utilização de pigmentos naturais em alimentos ainda enfrenta desafios significativos, como a instabilidade frente à luz, pH, temperatura e oxigênio, além da necessidade de formas viáveis de armazenamento, transporte e aplicação industrial (Gamage; Lim; Choo, 2021; Mejia *et al.*, 2020). Nesse sentido, o desenvolvimento de processos que permitam a extração, estabilização e conservação dos compostos da *Clitória Ternatea* é fundamental para sua inserção em cadeias produtivas sustentáveis (Netravati *et al.*, 2022; Jeyaraj; Lim; Choo, 2020).

A extração de compostos fenólicos (CF) e, especialmente, de antocianinas de flores de *Clitória Ternatea* exige a padronização de métodos que considerem a natureza da matriz vegetal e a estabilidade dos compostos-alvo (Riniati *et al.*, 2024; Fu *et al.*, 2021; Gonçalves *et al.*, 2024). A caracterização físico-química do extrato, incluindo parâmetros como pH, acidez titulável (AT), densidade, teor de compostos fenólicos totais (CFT) e de antocianinas totais (ANT), bem como de atividade antioxidante (AA), permite avaliar seu potencial funcional e tecnológico (Escher *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2022; Jeyaraj; Lim; Choo, 2022). Uma vez obtido o extrato, é necessário aplicar técnicas de secagem que preservem seus compostos bioativos e o convertam em formas mais estáveis e facilmente aplicáveis (Hariadi *et al.*, 2024; Puspitojati *et al.*, 2022).

Nesse contexto, a secagem em leito de espuma (SLE ou *foam mat drying*) surge como uma tecnologia social promissora para desidratar extratos vegetais líquidos ricos em CF (Çalışkan *et al.*, 2022). A escolha criteriosa dos agentes espumantes e a definição adequada dos parâmetros do processo são fatores essenciais para garantir a qualidade do bioingrediente final, uma vez que influenciam diretamente na retenção dos bioativos e nas propriedades físico-químicas do pó final (An *et al.*, 2016; Rezvankhah; Emam-Djomeh; Askari, 2019).

Diante dos desafios associados à instabilidade dos pigmentos naturais e às exigências da indústria de alimentos, a investigação de tecnologias capazes de preservar as propriedades funcionais da *Clitoria ternatea* L. e convertê-las em ingredientes estáveis representa um passo essencial para sua aplicação em escala industrial. Assim, o aprofundamento científico nessa área contribui tanto para a inovação tecnológica quanto para a valorização de espécies vegetais subutilizadas.

6. CONCLUSÕES

O estudo demonstrou o potencial da *Clitoria ternatea* L. como fonte de compostos bioativos e matéria-prima para o desenvolvimento de ingredientes em pó com apelo para saudabilidade. A desidratação das flores seguido da obtenção do extrato floral a partir do uso de extração hidroalcoólica assistida por ultrassom promoveu a concentração de CFT e ANT e, por conseguindo, melhorou seu potencial antioxidante e manteve suas características cromáticas associadas às antocianinas do tipo ternatina.

A posterior aplicação da técnica de SLE revelou-se adequada para a conversão do extrato floral líquido em pó, permitindo a obtenção de produtos com baixa umidade, a_w inferior a 0,6 e características para estabilidade e armazenamento. A composição dos agentes carreadores e do sistema espumante influenciou diretamente as propriedades físico-químicas, funcionais e colorimétricas dos pós, destacando-se a formulação F9 (contendo pectina e albumina), que apresentou maior retenção de compostos bioativos e melhor estabilidade da coloração. A aplicação de ferramentas estatísticas multivariadas possibilitou a seleção otimizada da formulação, resultando em um produto com elevado teor de CFT e ANT, intensa coloração azul-violeta e adequada estabilidade.

Durante 60 dias de armazenamento sob três condições de temperatura (4 °C, 25 °C e 40 °C), o bioingrediente manteve suas características físico-químicas, colorimétricas e microbiológicas, com melhor desempenho a 25 °C, indicando viabilidade logística sem necessidade de refrigeração. De forma geral, a SLE mostrou-se uma estratégia viável para a estabilização de extratos de *Clitoria ternatea* L., contribuindo para a valorização da biodiversidade vegetal e para o desenvolvimento de bioingredientes de alto valor agregado. Como perspectivas futuras, destacam-se estudos de aplicação em diferentes matrizes alimentícias, avaliação sensorial, biodisponibilidade e viabilidade econômica em escala industrial, visando consolidar o uso da *Clitoria ternatea* L. como corante natural funcional no mercado alimentício.

REFERÊNCIAS

- ADISAKWATTANA, S.; PASUKAMONSET, P.; CHUSAK, C. *Clitoria ternatea* beverages and antioxidant usage. In: PREEDY, V. R. (Ed.). **Pathology**. Cambridge: Academic Press, 2020. p. 189-196.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (BRASIL). **Farmacopeia brasileira**. 5. ed. Brasília: Anvisa, 2010.
- AN, K. *et al.* Comparison of different drying methods on Chinese ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): Changes in volatiles, chemical profile, antioxidant properties, and microstructure. **Food Chemistry**, v. 197, p. 1292-1300, abr. 2016.
- ANDERSON, R. A. Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. **Journal of Cereal Science**, v. 14, p. 4-7, 1969.
- ANGGRAINI, T. *et al.* Characteristics of sugar palm sap powder (*Arenga pinnata* Merr.) produced using the foam-mat drying method with various encapsulant agents. **Asian Journal of Dairy and Food Research**, [S. l.], v. DRF-490, p. 1–7, 18 jul. 2025.
- ANGIOLETTI, L. *et al.* Impact of Spray Drying on the Properties of Grape Pomace Extract Powder. **Processes**, v. 12, n. 7, p. 1390, 3 jul. 2024.
- ANO-HIGUITA, D. M.; VÉLEZ, H. A. V.; TELIS, V. R. N. Microencapsulation of turmeric oleoresin in binary and ternary blends of gum arabic, maltodextrin and modified starch. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n. 2, p. 173–182, abr. 2015.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis of AOAC International**. 18. ed. Washington, D.C.: AOAC International, 2005.
- ARSHDEEP, S. B. *et al.* Optimization of Process Parameters for Foam-Mat Drying of Peaches. **International Journal of Fruit Science**, v. 20, n. sup3, p. S1495–S1518, 2020.
- ASCHEMANN-WITZEL, J.; MAROSCHECK, N.; HAMM, U. Are organic consumers preferring or avoiding foods with nutrition and health claims? **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 1, p. 68–76, out. 2013.
- ASHRAF, K.; AHMAD, W.; SULTAN, S. The Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacological Effects of *Clitoria ternatea*: A Review. **Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research**, v. 58, n. 1, p. 1–14, dez. 2023.
- ASIOLI, D. *et al.* Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. **Food Research International**, v. 99, n. 1, p. 58–71, set. 2017.
- AZAHAR, S. S. *et al.* Extraction of flavonoids from Butterfly blue pea (*Clitoria ternatea*) flower as carbon steel corrosion inhibitor in CO₂ environment: Experimental and theoretical approaches. **Journal of Molecular Liquids**, v. 396, p. 124056, 2024.

AZIMA, A. M. S.; NORIHAM, A.; MANSHOOR, N. Phenolics, antioxidants and color properties of aqueous pigmented plant extracts: *Ardisia colorata* var. *elliptica*, *Clitoria ternatea*, *Garcinia mangostana* and *Syzygium cumini*. **Journal of Functional Foods**, v. 38, p. 232-241, 2017.

BATADA, A.; JACOBSON, M. F. Prevalence of Artificial Food Colors in Grocery Store Products Marketed to Children. **Clinical Pediatrics**, v. 55, n. 12, p. 1113–1119, 2016.

BAYRAM, Y. *et al.* Effect of drying methods on free and bound phenolic compounds, antioxidant capacities, and bioaccessibility of Cornelian cherry. **European Food Research and Technology**, 2024.

BELITZ, H.-D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. 4. ed. [S. l.]: Springer, 2009.

BHANDARI, B. R.; HOWES, T. Implications of glass transition for the drying and stability of dried foods. *Journal of Food Engineering*, [S. l.], v. 40, n. 1-2, p. 71-79, 1999. DOI: 10.1016/S0260-8774(99)00039-4.

BHATTA, S.; STEVANOVIC JANEZIC, T.; RATTI, C. Freeze-Drying of Plant-Based Foods. **Foods**, v. 9, n. 1, p. 87, 2020.

BOEKEL, M. A. J. S. Kinetic Modeling of Food Quality: A Critical Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 144-158, 2008. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2007.00036.x.

BOGUSZ, R. *et al.* Foam-Mat Freeze Drying of Kiwiberry (*Actinidia arguta*) Pulp: Drying Kinetics, Main Properties and Microstructure. **Applied Sciences**, v. 14, n. 13, p. 5629, 2024.

BORELLI, T. *et al.* Local Solutions for Sustainable Food Systems: The Contribution of Orphan Crops and Wild Edible Species. **Agronomy**, v. 10, n. 2, p. 231, 2020.

BOTH, E. M.; BOOM, R. M.; SCHUTYSER, M. A. I. Particle morphology and powder properties during spray drying of maltodextrin and whey protein mixtures. **Powder Technology**, v. 363, p. 519–524, mar. 2020.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERST, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel Wissenschaft und Technology**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022**. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Brasília, DF: ANVISA, 2022. (Alterada pela IN nº 313/2024).

BRUDZYŃSKA, P.; SIONKOWSKA, A.; GRISEL, M. Plant-Derived Colorants for Food, Cosmetic and Textile Industries: A Review. **Materials**, v. 14, n. 13, p. 3484, 2021.

BUTELLI, E. *et al.* Enrichment of tomato fruit with health promoting anthocyanins by expression of select transcription factors. **Nature Biotechnology**, v. 26, p. 1301–1308, 2008.

CAI, Y. Z.; CORKE, H. Production and properties of spray-dried *Amaranthus* Betacyanin Pigments. **Journal of Food Science**, v. 65, n. 6, p. 1248-1252, 2000.

CAKMAK, H.; OZYURT, V. H. Effect of Foam-mat Drying on Bioactive, Powder and Thermal Properties of Carrot Juice Powders. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 95, n. 3, 2023.

CALÍN-SÁNCHEZ, Á. *et al.* Comparison of Traditional and Novel Drying Techniques and Its Effect on Quality of Fruits, Vegetables and Aromatic Herbs. **Foods**, v. 9, n. 9, p. 1261, 2020.

ÇALIŞKAN KOÇ, G. *et al.* Recent development in foam-mat drying process: Influence of foaming agents and foam properties on powder properties. **Journal of Surfactants and Detergents**, v. 25, n. 5, p. 539–557, 2022.

CAMPBELL, S. M.; PEARSON, B.; MARBLE, S. C. Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*) Flower Extract (BPFE) and Its Use as a pH-Dependent Natural Colorant. **EDIS**, v. 2019, n. 2, 2019.

CARMO DE LIMA, A. R. *et al.* Modelagem matemática da cinética de secagem da casca de umbu-cajá. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 97–103, 2017.

CASEMIRO, Í. D. P.; VENDRAMINI, A. L. A. Unconventional food plants in Brazil: what does Nutrition know about this topic? **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 15, p. e42725, 2020.

CASTAÑEDA-OVANDO, A. *et al.* Chemical studies of anthocyanins: A review. **Food Chemistry**, v. 113, n. 4, p. 859–871, 2009.

CHANG, M.-Y.; CHEN, H.-S. Understanding Consumers' Intentions to Purchase Clean Label Products: Evidence from Taiwan. **Nutrients**, v. 14, n. 18, p. 3684, 2022.

CHEN, A. *et al.* The clean label trend: An ineffective heuristic that disserves both consumers and the food industry? **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 21, n. 6, 2022.

CHEN, H. *et al.* Anthocyanin profiles and color parameters of fourteen grapes and wines from the eastern foot of Helan Mountain in Ningxia. **Food Chemistry X**, v. 24, p. 102034, 2024.

CHOSYATILLAH, A. A.; SAIDI, I. A. The Effect of Various Concentrations of Telang Flower (*Clitoria ternatea* L.) Extract on Cow Milk Yogurt Characteristic. **Procedia of Engineering and Life Science**, v. 4, 2023.

CHUSAK, C. *et al.* Influence of *Clitoria ternatea* Flower Extract on the In Vitro Enzymatic Digestibility of Starch and Its Application in Bread. **Foods**, v. 7, n. 7, p. 102, 2018.

COSTA, I. S.; SOUZA, Í. P.; RUFFATO, S. Tomate em pó obtido pela secagem convectiva: avaliação do processo de secagem e do produto final. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 16, p. e270101623259, 2021.

CRUZ ALVES, T. *et al.* Non-Conventional Food Plants (Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC)) of the Petrópolis–Teresópolis Crossing, Serra dos Órgãos National Park, Rio de Janeiro, Brazil. **Wild**, v. 1, p. 17–29, 2024.

CUI, J. *et al.* Carboxymethyl cellulose foams: fabrication, aqueous stability, and water capture. **Journal of Materials Science**, v. 58, n. 19, p. 8230–8240, 2023.

CUNHA, M. A. *et al.* Neglected and Underutilized Species in the perspective of Food and Nutritional Security promotion in Brazil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e20610313306, 2021.

CUNHA, M. A. *et al.* Urban gardening and neglected and underutilized species in Salvador, Bahia, Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 16, n. 1, 2020.
DAMODARAN, S.; PARKHIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Fennema's Food Chemistry**. 5. ed. [S. l.]: CRC Press, 2017.

DE MEJIA, E. G. *et al.* The colors of health: chemistry, bioactivity, and market demand for colorful foods and natural food sources of colorants. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 11, p. 145-182, 2020.

DEEPA, K.; MOHAPATRA, M. Foam-Mat Drying Characteristics of Custard Apple Pulp. **Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 8, n. 4, p. 89, 2020.

DEGASPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades Antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.

DHARA, J. *et al.* Study on drying kinetics, antioxidant activity, total bioactive compounds, physicochemical properties and microstructural characteristics of dehydrated star fruits (*Averrhoa carambola*) by different drying methods. **Sustainable Food Technology**, v. 1, n. 4, p. 590–602, 2023.

DÍAZ-RAMOS, D. I. *et al.* Chemical Modification Methods for Inulin- and Agavin-Type Fructans: Synthesis, Characterization, and Biofunctional Activity: A Review. **Molecules**, v. 30, n. 13, p. 2672, 2025.

DOTTI, R. *et al.* Potentiality of Neglected and Underutilized Species (NUS) as a future resilient food: A systematic review. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 16, p. 101116, 2024.

DUDEK, A. *et al.* Analytical and Theoretical Studies of Antioxidant Properties of Chosen Anthocyanins; A Structure-Dependent Relationships. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, n. 10, p. 5432, 2022.

ECHEGARAY, N. *et al.* Recent advancements in natural colorants and their application as coloring in food and in intelligent food packaging. **Food Chemistry**, v. 404, p. 134453, 2023.

ENARU, B. *et al.* Anthocyanins: Factors Affecting Their Stability and Degradation. **Antioxidants**, v. 10, n. 12, p. 1967, 2021.

ESCHER, G. B. *et al.* Phenolic composition by UHPLC-Q-TOF-MS/MS and stability of anthocyanins from *Clitoria ternatea* L. (butterfly pea) blue petals. **Food Chemistry**, v. 331, p. 127341, 2020.

FANG, Z.; BHANDARI, B. Effect of spray drying and storage on the stability of bayberry polyphenols. *Food Chemistry*, [S. l.], v. 129, n. 3, p. 1139-1147, 2011.

FEBIANI D. U. *et al.* The enhancement of sappanwood extract drying with foaming agent under different temperature. **AIMS Agriculture and Food**, v. 8, n. 1, p. 214–235, 2023.

FERNANDES, A. C. *et al.* Clean-label products: Factors affecting liking and acceptability by Portuguese older adults. **Appetite**, v. 197, p. 107307, 2024.

FERNANDES, J. *et al.* Foam-mat drying technology applied for the development of cashew juice powder: effect on physicochemical properties and principal component analysis. **Scientia Plena**, v. 20, n. 12, 2025.

FRANCISLAINE, S. *et al.* Modelagem matemática da cinética de secagem da romã. **Revista ESPACIOS**, v. 38, n. 52, 2017.

FU, X. *et al.* Spectral Characteristic, Storage Stability and Antioxidant Properties of Anthocyanin Extracts from Flowers of Butterfly Pea (*Clitoria ternatea* L.). **Molecules**, v. 26, n. 22, p. 7000, 2021.

GAMAGE, G. C. V.; LIM, Y. Y.; CHOO, W. S. Anthocyanins From *Clitoria ternatea* Flower: Biosynthesis, Extraction, Stability, Antioxidant Activity, and Applications. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, n. 792303, 2021.

GAMAGE, S. V.; LIM, S. M.; CHOO, W. S. Anthocyanins from *Clitoria ternatea* flower: Biosynthesis, extraction, stability, antioxidant activity, and applications. **Journal of Food Science and Technology**, v. 59, n. 6, p. 2707–2722, 2021.

GONÇALVES, G. *et al.* A green method for anthocyanin extraction from *Clitoria ternatea* flowers cultivated in southern Brazil: Characterization, in vivo toxicity, and biological activity. **Food Chemistry**, v. 435, p. 137575, 2024.

GUAZI, J. S. **Produção de smoothie com polpas de morango e banana desidratadas em leite de espuma**. 2016. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2016.

HARDY, Z.; JIDEANI, V. A. Foam-mat drying technology: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 12, p. 2560–2572, 2017.

HARIADI, H. *et al.* Activity antioxidant and sensory profile of jelly candy with butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) extract powder. **Food Science and Technology**, v. 43, 2023.

HARIADI, H. *et al.* Effect of three drying methods on physicochemical properties of powdered butterfly pea flower extract (*Clitoria ternatea* L.). **Food Science and Technology**, v. 44, 2024.

HASANAHI, N. N. *et al.* A Systematic Review of Butterfly Pea Flower (*Clitoria ternatea* L.): Extraction and Application as a Food Freshness pH-Indicator for Polymer-Based Intelligent Packaging. **Polymers**, v. 15, n. 11, p. 2541, 2023.

HAVANANDA, T.; LUENGWILAI, K. Variation in floral antioxidant activities and phytochemical properties among butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) germplasm. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 66, p. 645-658, 2019.

HAWA, L. C. *et al.* Determination and modelling moisture sorption isotherms of dehydrated butterfly-pea (*Clitoria ternatea* L.) flower powder. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GREEN AGRO-INDUSTRY AND BIOECONOMY, 2021. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 924, p. 012010, 2021.

HE, J.; GIUSTI, M. M. Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 1, p. 163–187, 2010.

HOSSAIN, M. A. *et al.* Optimization of the foam-mat drying process to develop high-quality tomato powder: A response surface methodology approach. **Heliyon**, v. 10, p. e39811, 2024.

HOSSEINI, H. *et al.* The influence of different gums compared with surfactants as encapsulating stabilizers on the thermal, storage, and low-pH stability of chlorophyllin. **Food Chemistry X**, v. 20, p. 101020, 2023.

HUSAIN, A. *et al.* Chemistry and Pharmacological Actions of Delphinidin, a Dietary Purple Pigment in Anthocyanidin and Anthocyanin Forms. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, p. 746881, 2022.

JAKKRANUHWAT, N.; KUNCHANSOMBAT, P. Effect of Foam-Mat Drying Conditions on Antioxidant Activity, Total Phenolic Compound, Anthocyanin Content and Color of Purple-Fleshed Sweet Potato Powder. **Chiang Mai University Journal of Natural Sciences**, v. 20, n. 2, 2021.

JESUS, B. *et al.* PANCs - Plantas Alimentícias Não Convencionais, Benefícios Nutricionais, Potencial Econômico e Resgate da Cultura: Uma Revisão Sistemática. **Enciclopédia Biosfera**, v. 17, n. 33, 2020.

JEYARAJ, E. J.; LIM, Y. Y.; CHOO, W. S. Antioxidant, cytotoxic, and antibacterial activities of *Clitoria ternatea* flower extracts and anthocyanin-rich fraction. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, 2022.

JEYARAJ, E. J.; LIM, Y. Y.; CHOO, W. S. Extraction methods of butterfly pea (*Clitoria ternatea*) flower and biological activities of its phytochemicals. **Journal of Food Science and Technology**, v. 58, n. 6, 2020.

KAMINSKI T. G; RIBEIRO, P. Obtenção e caracterização físico-química de concentrados proteicos das folhas de ora-pro-nóbis. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 6, p. e14112642058, 2023.

KANDASAMY, S.; NAVEEN, R. A review on the encapsulation of bioactive components using spray-drying and freeze-drying techniques. **Journal of Food Process Engineering**, v. 45, n. 8, 2022.

KAUR, A.; KAUR, D.; QADRI, O. S. Effect of Foam Mat Drying on Extraction of Anthocyanins from *Syzygium cumini* (Jamun). **Chemical Engineering & Technology**, 2024.

KHATRI, B. *et al.* Sustainable drying techniques for liquid foods and foam mat drying. **Discover Food**, v. 4, 2024.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2021. 768 p.

KUMAR, D. *et al.* Impact of drying methods on natural antioxidants, phenols and flavanones of immature dropped *Citrus sinensis* L. Osbeck fruits. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, 2022.

KUMAR, G. *et al.* Foam mat drying: Recent advances on foam dynamics, mechanistic modeling and hybrid drying approach. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–17, 2022.

KUMAR, R. N.; AHAMED, H. N. Superfoods and their impact on brain health: a systematic review. **Discover Food**, v. 5, n. 1, 2025.

KURNIAWATI, E. *et al.* Effect of Extraction Solvents towards Total Flavonoid Content and Total Phenolic Content of Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*) Extract. **Journal of Biotechnology and Natural Science**, v. 4, n. 2, p. 91–97, 2024.

KUSUSMASTUTI, A. N. I. *et al.* Effect of various drying methods on changes of physical and chemical properties of butterfly pea flower (*Clitoria ternatea* L.). **AIP Conference Proceedings**, v. 2596, p. 040015, 2023.

LAGO-VANZELA, E. S. **Estudos bioquímicos, físico-químicos e tecnológicos de uvas paulistas**. 2011. 185 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciências de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2011.

LAGO-VANZELA, E. S. *et al.* Compostos responsáveis pela cor e aromas dos vinhos. In: DA SILVA, R.; LAGO-VANZELA, E. S.; BAFFI, M. A. (Org.). **Uvas e vinhos: química, bioquímica e microbiologia**. São Paulo: Ed. Senac; Editora UNESP, 2015. p. 83-103.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LI, C. *et al.* Phytochemical Properties and In Vitro Biological Activities of Phenolic Compounds from Flower of *Clitoria ternatea* L. **Molecules**, v. 27, n. 19, p. 6336, 2022.

- LIU, R. *et al.* A Natural Experiment: Using Immersive Technologies to Study the Impact of “All-Natural” Labeling on Perceived Food Quality, Nutritional Content, and Liking. **Journal of Food Science**, v. 82, n. 3, p. 825–833, 2017.
- LONEZ, H. E. Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*): A natural colorant for soft candy (Gummy Candy). **Indian Journal of Science and Technology**, v. 14, n. 3, p. 239–244, 2021.
- LOURENÇO, S. C.; MOLDÃO-MARTINS, M.; ALVES, V. D. Microencapsulation of Pineapple Peel Extract by Spray Drying Using Maltodextrin, Inulin, and Arabic Gum as Wall Matrices. **Foods**, v. 9, n. 6, p. 718, 2020.
- LOYPIMAI, P.; MOONGNGARM, A.; CHOTTANOM, P. Thermal and pH degradation kinetics of anthocyanins *in natural* food colorant prepared from black rice bran. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 461–470, 2015.
- LUZARDO-OCAMPO, I. *et al.* Technological Applications of Natural Colorants in Food Systems: A Review. **Foods**, v. 10, n. 3, p. 634, 2021.
- MADRIZ, L. *et al.* Impact of Drying Process on the Phenolic Profile and Antioxidant Capacity of Raw and Boiled Leaves and Inflorescences of *Chenopodium berlandieri* ssp. *berlandieri*. **Molecules**, v. 28, n. 20, p. 7235, 2023.
- MANEERATANACHOT, S.; CHETPATTANANONDH, P.; KUNGSANANT, S. Encapsulation of anthocyanin from butterfly pea flowers (*Clitoria ternatea* L.) extract using foam-mat drying. **Food and Bioproducts Processing**, v. 145, p. 105–115, 2024.
- MARGARETA, M. *et al.* Effect of pH on the color thermal degradation of *Clitoria ternatea* anthocyanin-impregnated Whatman paper: A study on its potential as high-temperature colorimetric indicator. **BIO Web of Conferences**, v. 169, 2025.
- MARPAUNG, A. M. *et al.* The wide variation of color stability of butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) flower extract at pH 6-8. **Southeast Asian Food & Agricultural Science & Technology**, v. 2018, p. 283-291, 2018.
- MARQUEZ, A. *et al.* Effect of temperature on the anthocyanin extraction and color evolution during controlled dehydration of Tempranillo grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 31, p. 7897–902, 2014.
- MARTIHANDINI, N.; HANDAYANI, N. Effect of carrier material in foam-mat drying on flow properties of kombucha tea powder. **Indonesian Journal of Pharmaceutical Education**, v. 5, n. 2, p. 168–180, 2025.
- MARTINS, A. P. O. *et al.* Factors affecting the consumption of organic and functional foods in Brazil. **Food Science and Technology**, 2020.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4. ed. [S. l.]: CRC/Taylor & Francis, 2007.

MEJIAS, N. *et al.* Evaluating the Microstructure and Bioaccessibility of Bioactive Compounds and Antioxidant Activity After the Dehydration of Red Cabbage. **Foods**, v. 14, n. 11, p. 1932, 2025.

MORATA, A. *et al.* Anthocyanins as Natural Pigments in Beverages. *In: Value-Added Ingredients and Enrichments of Beverages*. [S. l.: s. n.], 2019. p. 383–428.

MOREIRA, E. A. M.; SHAMI, N. J. I. E. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 227-236, 2004.

MOTA, F. G. *et al.* Flor de *Clitoria ternatea*: desidratação e caracterização. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 8, p. 9740–9757, 2023.

MOURA, T. P. A. *et al.* Hygroscopic behavior of bacuri powders. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 59, 2024.

MUJUMDAR, A. S. (Ed.). **Handbook of Industrial Drying**. [S. l.]: CRC Press, 2006.

MULTISONA, R. R. *et al.* *Clitoria ternatea* Flower and Its Bioactive Compounds: Potential Use as Microencapsulated Ingredient for Functional Foods. **Applied Sciences**, v. 13, n. 4, p. 2134, 2023.

MULTISONA, R. R. *et al.* Cookies Fortified with *Clitoria ternatea* Butterfly Pea Flower Petals: Antioxidant Capacity, Nutritional Composition, and Sensory Profile. **Foods**, v. 13, n. 18, p. 2924, 2024.

NAIR, V. *et al.* Protective Role of Ternatin Anthocyanins and Quercetin Glycosides from Butterfly Pea (*Clitoria ternatea* Leguminosae) Blue Flower Petals against Lipopolysaccharide (LPS)-Induced Inflammation in Macrophage Cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 28, p. 6355–6365, 2015.

NASCIMENTO SOARES, E.; SANTOS SILVA, I. S.; GOMES DE BARROS SANTOS, R. Plantas alimentícias não convencionais (PANCs) com potencial bioativo na elaboração de bebidas: revisão de literatura. **Revista Semiárido De Visu**, v. 12, n. 2, p. 606–624, 2024.

NASCIMENTO, V. T. *et al.* Knowledge and Use of Wild Food Plants in Areas of Dry Seasonal Forests in Brazil. **Ecology of Food and Nutrition**, v. 52, n. 4, p. 317–343, 2013.

NEMA, P. K.; MUJUMDAR, A. S.; KAUR, B. P. **Drying Technologies For Foods**. [S. l.]: New India Publishing Agency, 2020.

NEMATİ, A.; MOTAMEDZADEGAN, A.; MILANI, J. M. Evaluating the effect of different foam mat drying methods on the properties of orange beverage powder. **Journal of Food Processing and Preservation**, 2022.

NETRAVATI *et al.* Comparative evaluation of anthocyanin pigment yield and its attributes from Butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) flowers as prospective food colorant using different extraction methods. **Future Foods**, v. 6, p. 100199, 2022.

NGUYEN MINH, T. *et al.* Impact of foaming conditions on quality for foam-mat drying of Butterfly pea flower by multiple regression analysis. **Plant Science Today**, 2023.

NGUYEN, M.; TRAN, P. Sensory evaluation of blue ternate (*Clitoria ternatea*) juice concentrate. **International Journal of Bioscience**, v. 22, n. 3, p. 56–61, 2023.

NOGUEIRA, B. A.; SANTOS, A. S.; CHISTÉ, R. C. *Garcinia macrophylla*: a Promising Underutilized Source of Bioactive Compounds in the Amazonia – A Review. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 79, n. 1, p. 12–19, 2024.

NUNES, E. N. *et al.* Local botanical knowledge of native food plants in the semiarid region of Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 14, p. 1–13, 2018.

OANCEA, S. A Review of the Current Knowledge of Thermal Stability of Anthocyanins and Approaches to Their Stabilization to Heat. **Antioxidants**, v. 10, n. 9, p. 1337, 2021.

OGUIS, G. K. *et al.* Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*), a cyclotide-bearing plant with applications in agriculture and medicine. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, p. 1–23, 2019.

OLIVEIRA, V. A. F. *et al.* *Clitoria ternatea*: compostos bioativos e seu potencial para elaboração de bebidas funcionais. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 22, n. 7, e5997, 2024.

OTÁLORA, M. C.; WILCHES-TORRES, A.; GÓMEZ CASTAÑO, J. A. Spray-Drying Microencapsulation of Andean Blueberry (*Vaccinium meridionale* Sw.) Anthocyanins Using Prickly Pear (*Opuntia ficus indica* L.) Peel Mucilage or Gum Arabic: A Comparative Study. **Foods**, v. 12, n. 9, p. 1811, 2023.

PADILHA, A. F. *et al.* O papel das plantas alimentícias não convencionais na garantia da segurança alimentar e nutricional. **Revista Campo-Território**, v. 17, n. 48, p. 163–192, 2022.

PAIVA, Y. F. *et al.* Tropical Red Fruit Blend Foam Mat Drying: Effect of Combination of Additives and Drying Temperatures. **Foods**, v. 12, n. 13, p. 2508, 2023.

PAIVA, Y. F. *et al.* Tropical Red Fruit Blends: The Effect of Combination of Additives on Foaming, Drying and Thermodynamic Properties. **Processes**, v. 11, n. 3, p. 888, 2023.

PAMUNGKANINGTYAS, F. H.; FANDY, S. J.; SEPTIYANTO, J. P. The effect of butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) and roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) powder addition on the physicochemical and sensory properties of white chocolate ganache. **IOP Conference Series Earth and Environmental Science**, v. 1324, n. 1, p. 012107, 2024.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. **Food Bioprocess Technology**, v. 6, p. 36 - 60, 2013.

PELÁEZ, A.; CORTÉS-RODRÍGUEZ, M.; ORTEGA-TORO, R. Physical and mechanical properties of thermoplastic starch and rosemary essential oil-based films. **F1000Research**, [S. l.], v. 12, n. 892, 2023. DOI: 10.12688/f1000research.138509.1.

PÉREZ-RAMÍREZ, I. F. *et al.* Effect of stevia and citric acid on the stability of phenolic compounds and in vitro antioxidant and antidiabetic capacity of a roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) beverage. **Food Chemistry**, v. 172, p. 885-892, 2015.

PILEHVAR, A.; WALTER, A.; MANTRI, N. Innovative Technologies for Extraction and Microencapsulation of Bioactives from Plant-Based Food Waste and Their Applications in Functional Food Development. **Foods**, v. 10, n. 2, 2021.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 3396-3402, 2000.

PUSPITOJATI, E. *et al.* Effects of Various Drying Methods on the Physicochemical Properties of Telang Flower (*Clitoria ternatea* L.). In: SEAVEG 2021. **Proceedings of the International Symposium Southeast Asia Vegetable**. [S. l.: s. n.], 2022. p. 29–35.

PUTHUSSEY, J. *et al.* Fabrication Of Butterfly Pea Flower Anthocyanin-Incorporated Colorimetric Indicator Film Based On Gelatin/Pectin For Monitoring Fish Freshness. **Food Hydrocolloids for Health**, v. 4, p. 100159, 2023.

QADRI, O. S.; SRIVASTAVA, A. K.; YOUSUF, B. Trends in foam mat drying of foods: Special emphasis on hybrid foam mat drying technology. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1–10, 2019.

QINGYANG, L. *et al.* Comparative investigation on the phenolic compounds and antioxidant capacity of walnut kernel from different drying methods. **Food Production, Processing and Nutrition**, v. 6, n. 1, 2024.

QUINTINO, E. S.; DE ANDRADE, W. M.; PACHECO, C. S. G. R. Agroecologia: impactos e contribuições das plantas alimentícias não convencionais (PANCs) para a soberania alimentar. In: **Agroecologia: tópicos especiais em pesquisa**. Curitiba: Editora Científica Digital, 2024. v. 1, p. 33–48.

QUIRINO, D. *et al.* Effect of Xanthan and Arabic Gums on Foaming Properties of Pumpkin (*Cucurbita pepo*) Seed Protein Isolate. **Journal of Food Research**, v. 3, n. 1, p. 87, 2013.

RAHMAN, S. *et al.* Assessing consumers' understanding of the term “Natural” on food labeling. **Journal of Food Science**, v. 85, n. 6, p. 1891–1896, 2020.

RAJAGUKGUK, Y. V. *et al.* Antioxidant Activity, Probiotic Survivability, and Sensory Properties of a Phenolic-Rich Pulse Snack Bar Enriched with *Lactiplantibacillus plantarum*. **Foods**, v. 11, n. 3, p. 309, 2022.

RAMDAN, S. R. K. Uji Aktivitas Antioksidan Seduhan Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L) Dengan Metode DPPH. **Pharmacy Genius**, v. 3, n. 1, p. 56–66, 2024.

RAVICHANDRAN, K. *et al.* Effects of different encapsulation agents and drying process on stability of betalains extract. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 9, p. 2216–2221, 2012.

REIS, F. R.; MORAES, A. C. S.; MASSON, M. L. Impact of Foam-Mat Drying on Plant-Based Foods Bioactive Compounds: a Review. **Plant Foods for Human Nutrition**, 2021.

REZVANKHAH, A.; EMAM-DJOMEH, Z.; ASKARI, G. Encapsulation and delivery of bioactive compounds using spray and freeze-drying techniques: A review. **Drying Technology**, v. 38, n. 1-2, p. 235–258, 2019.

RIBEREAU-GAYON, P.; STONESTREET, E. Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. **Bulletin de la Societe Chimique de France**, v. 9, p. 2649-2652, 1965.

RICARDO, R.; MUNIZ, P.; GOMES, D. L. Potentials of Value Chains of Unconventional Food Plants in Brazil. **Ethnobiology**, p. 351–360, 2021.

RINIATI *et al.* Optimization of Total Anthocyanin Content Extraction from Dried Butterfly Pea Flowers (*Clitoria ternatea* L.) Using Microwave Assisted Extraction (MAE) Method. **FLUIDA**, v. 17, n. 2, p. 71–77, 2024.

ROHILLA, S.; MAHANTA, C. L. Foam mat dried tamarillo powder: Effect of foaming agents on drying kinetics, physicochemical and phytochemical properties. **Journal of Food Processing and Preservation**, 2022.

ROJAS-GIL, A. F.; MARTÍNEZ-GARZA, Ó. Potentials of Value Chains of Unconventional Food Plants in Brazil. In: **Value Chains of Underutilized Species**. [S. l.]: Springer, 2021.

ROJAS-SANDOVAL, J. *Clitoria ternatea* (butterfly-pea). **CABI Compendium**, 2022.

ROUDBARI, M. *et al.* Formulation of functional gummy candies containing natural antioxidants and stevia. **Heliyon**, v. 10, n. 11, p. e31581, 2024.

SADOWSKA-BARTOSZ, I.; BARTOSZ, G. Antioxidant Activity of Anthocyanins and Anthocyanidins: A Critical Review. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 25, n. 22, p. 12001, 2024.

SAFRAID, G. F. *et al.* Perfil do consumidor de alimentos funcionais: identidade e hábitos de vida. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 25, 2022.

SAHU, D. *et al.* Phytochemicals and Medicinal Uses of *Clitoria ternatea*. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 35, n. 18, p. 942–951, 2023.

SANSETSU, K. **How to make “nasi kerabu” blue butterfly pea flower rice**. 2018. Disponível em: <https://www.celestialpeach.com/blog/recipe-butterfly-pea-flower-blue-rice>.

SANT'ANNA, V.; GURAK, P. D.; MARCZAK, L. D. F.; TESSARO, I. C. Tracking bioactive compounds with colour changes in foods – A review. **Dyes and Pigments**, v. 98, p. 601- 608, 2013.

SANTOS, L. A. *et al.* Educação ambiental: uso das Plantas Alimentícias Não convencionais (PANC) e a relação entre sociedade, ancestralidade e soberania. **Cadernos de Agroecologia**, v. 19, n. 1, 2024.

SANTOS, L. G.; MARTINS, V. G. Optimization of the green extraction of polyphenols from the edible flower *Clitoria ternatea* by high-power ultrasound: A comparative study with conventional extraction techniques. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 34, p. 100458, 2023.

SANTOS MARQUES, C. T. *et al.* Valorização e construção de saberes a partir das plantas alimentícias não convencionais: relato da Caravana Agroecológica. **Cadernos Macambira**, v. 5, n. 2, p. 59–66, 2021.

SHARMA, A. *et al.* Recent trends in extraction of plant bioactives using green technologies: A review. **Food Chemistry**, v. 353, e129431, 2021.

SHI, J. *et al.* The recent progress of intelligent and active starch-based food packaging: A review. *Food Chemistry: X*, [S. l.], v. 24, 101955, 2024. DOI: 10.1016/j.fochx.2024.101955.

SHIRODKAR, S. M.; MULTISONA, R. R.; GRAMZA-MICHALOWSKA, A. The Potential for the Implementation of Pea Flower (*Clitoria ternatea*) Health Properties in Food Matrix. **Applied Sciences**, v. 13, n. 12, p. 7141, 2023.

SILVA, G. M. *et al.* O potencial das plantas alimentícias não convencionais (PANC): uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 2, p. 14838–14853, 2022.

SILVA, L. A. *et al.* Physiological performance of cagaita seeds (*Eugenia dysenterica* DC.) subjected to drying. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 1, p. 19–34, 2017.

SILVA, L. F. L. E. *et al.* Nutritional evaluation of non-conventional vegetables in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2, p. 1775–1787, 2018.

SILVA, N. *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2017.

SILVA *et al.* Utilização tecnológica de corantes naturais em alimentos: uma revisão. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 11, p. e211941, 2021.

SILVA JÚNIOR, P. R. *et al.* Plantas alimentícias não convencionais como alimento funcional: Uma revisão bibliográfica. **Anais da Faculdade de Medicina de Olinda**, v. 1, n. 4, p. 51–55, 2019.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, 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.

SOUTO, M. M. **Caracterização dos principais compostos bioativos das três variedades de Pitanga (*Eugenia uniflora* L.)**. 2017. 103 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

SPENCE, C. On the manipulation, and meaning(s), of color in food: A historical perspective. **Journal of Food Science**, v. 88, n. S1, 2022.

SRICHAIKUL, B. Ultrasonication extraction, bioactivity, antioxidant activity, total flavonoid, total phenolic and antioxidant of *Clitoria ternatea* Linn flower extract for anti-aging drinks. **Pharmacognosy Magazine**, v. 14, n. 56, p. 322, 2018.

STEWART, C. M.; BUCKLE, K. A.; COLE, M. B. The Future of Water Activity in Food Processing and Preservation. *In: Water Activity in Foods*. [S. l.: s. n.], 2020. p. 535–551.

TAMANNA, A. *et al.* The Multifaceted *Clitoria ternatea* (Aparajita): A Review of Its Phytochemistry, Medicinal Uses and Commercial Applications. **European Journal of Medicinal Plants**, v. 35, n. 6, p. 316–339, 2024.

TANAKA, Y.; BRUGLIERA, F.; CHANDLER, S. Recent progress of flower colour modification by biotechnology. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 10, p. 5350–5369, 2009.

TARAHI, M. *et al.* Current Innovations in the Development of Functional Gummy Candies. **Foods**, v. 13, n. 1, p. 76, 2023.

TAVARES, I. M. C. *et al.* Storage stability of the phenolic compounds, color and antioxidant activity of jambolan juice powder obtained by foam mat drying. *Food Research International*, [S. l.], v. 128, 108750, 2020.

TERAHARA, N. *et al.* Eight new anthocyanins, ternatins C1-C5 and D3 and preternatins A3 and C4 from young *Clitoria ternatea* flowers. **Journal of Natural Products**, v. 61, n. 11, p. 1361–1367, 1998.

THAIPONG, K. *et al.* Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 669-675, 2006.

THUWAPANICHAYANAN, R.; PRACHAYAWARAKORN, S.; SOPONRONNARIT, S. Effects of foaming agents and foam density on drying characteristics and textural property of banana foams. **LWT**, v. 47, n. 2, p. 348–357, 2012.

THUY, N. M. *et al.* Impact of different thin layer drying temperatures on the drying time and quality of butterfly pea flowers. **Food Research**, v. 5, p. 197-203, 2021.

THUY, N. M. *et al.* Optimization of Mulberry Extract Foam-Mat Drying Process Parameters. **Molecules**, v. 27, n. 23, p. 8570, 2022.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried acai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice powder. *Food Research International*, [S. l.], v. 43, n. 3, p. 907-914, 2010. DOI: 10.1016/j.foodres.2009.12.013.

TSATSOP, R. *et al.* Microencapsulation using spray drying of anthocyanins from *Lannea microcarpa* (African grape) fruits juice with pyrodextrin from sweet potato starch. *Discover Chemistry*, [S. l.], v. 2, n. 1, 5, 2025.

VALENTE, M. A. S. *et al.* Chemical composition, processing, and health-promoting potential of unconventional food plants. **Frontiers in Nutrition**, 2024.

VEGA, E. N. *et al.* Natural Sources of Food Colorants as Potential Substitutes for Artificial Additives. **Foods**, v. 12, n. 22, p. 4102, 2023.

VEIGA, R. F. A.; QUEIRÓZ, M. A. **Recursos fitogenéticos**: a base da agricultura sustentável no Brasil. Viçosa: Editora UFV, 2015. 496 p.

VENKATESAN, T.; CHOI, Y.-W.; KIM, Y.-K. Impact of Different Extraction Solvents on Phenolic Content and Antioxidant Potential of *Pinus densiflora* Bark Extract. **BioMed Research International**, v. 2019, p. 1–14, 2019.

VIMERCATI, W. C. *et al.* Encapsulation of coffee silverskin extracts by foam mat drying and comparison with powders obtained by spray drying and freeze-drying. **Journal of Food Science**, v. 87, n. 4, p. 1767–1779, 2022.

WAGIMAN, N. D. *et al.* Optimisation of Anthocyanin Co-pigmentation from Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*) Flower and its Application in Gummy. **Journal of Agrobiotechnology**, v. 15, n. S1, p. 49–61, 2024.

WAN, W.; LEE, H. L.; LIM, J. Natural blue colourant preparations from blue pea flower and spirulina: A comparison stability study. **LWT - Food Science and Technology**, v. 145, p. 111579, 2021.

WANG, J. *et al.* The structure of anthocyanins and the copigmentation by common micromolecular copigments: a review. **Food Research International**, v. 176, p. 113837, 2024.

WANG, M. *et al.* Determination of bioactive substances in 27 edible flowers based on LCMS/MS. **Scientia Horticulturae**, v. 337, p. 113517, 2024.

WANG, Y. *et al.* *Clitoria ternatea* blue petal extract protects against obesity, oxidative stress, and inflammation induced by a high-fat, high-fructose diet in C57BL/6 mice. **Food Research International**, v. 162, p. 112008, 2022.

WEERASINGHE, T. *et al.* Butterfly pea: an emerging plant with applications in food and medicine. **The Pharma Innovation Journal**, v. 11, n. 6S, p. 625–637, 2022.

WIDOWATI, W. *et al.* Butterfly pea flower (*Clitoria ternatea* L.) extract displayed antidiabetic effect through antioxidant, anti-inflammatory, lower hepatic GSK-3 β , and pancreatic glycogen on Diabetes Mellitus and dyslipidemia rat. **Journal of King Saud University - Science**, v. 35, n. 4, p. 102579, 2023.

WOJDYŁO, A.; LECH, K.; NOWICKA, P. Effects of Different Drying Methods on the Retention of Bioactive Compounds, On-Line Antioxidant Capacity and Color of the Novel Snack from Red-Fleshed Apples. **Molecules**, v. 25, n. 23, p. 5521, 2020.

XING, Y.; CHEN, S.; ZHANG, L. Effect of ultrasound treatment on the structure and properties of potato starch-based active packaging films. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, [S. l.], v. 7, 100168, 2023. DOI: 10.1016/j.fochms.2023.100168.

XU, Y.-T.; LIU, L. Structural and Functional Properties of Soy Protein Isolates Modified by Soy Soluble Polysaccharides. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 38, p. 7275–7284, 2016.

XUE, H. *et al.* Factors affecting the stability of anthocyanins and strategies for improving their stability: A review. **Food Chemistry: X**, v. 24, p. 101883, 2024.

XUE, S. *et al.* Preparation and Characterization of Starch-Based Nanocomposite Films Reinforced with Bacterial Cellulose Nanofibrils and Grape Seed Proanthocyanidin. *Foods*, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 618, 2024. DOI: 10.3390/foods13040618.

YEH, W.-J.; YAN, C.; WU, C.-H. Photoprotective Effects of Phytochemicals on Blue Light-Induced Retinal Damage: Current Evidence and Future Perspectives. **Nutrients**, v. 17, n. 2, p. 331, 2025.

YU, F. *et al.* In Vitro and In Vivo Evaluating Bioaccessibility, Bioavailability, and Antioxidant Activities of Butterfly Pea Flower Containing Bioactive Constituents. **Foods**, v. 13, n. 10, p. 1485, 2024.

YU, Y. *et al.* Extraction of Bioactive Phenolics from Various Anthocyanin-Rich Plant Materials and Comparison of Their Heat Stability. **Molecules**, v. 29, n. 22, p. 5256, 2024.

ZAKARIA, N. N. A. *et al.* In vitro protective effects of an aqueous extract of *Clitoria ternatea* L. flower against hydrogen peroxide-induced cytotoxicity and UV-induced mtDNA damage in human keratinocytes. **Phytotherapy Research**, v. 32, n. 6, p. 1064–1072, 2018.

ZHANG, P.; ZHU, H. Anthocyanins in plant food: Current status, genetic modification, and future perspectives. **Molecules**, v. 28, p. 866, 2023.

ZORIĆ, Z. *et al.* Effect of storage conditions on phenolic content and antioxidant capacity of spray dried sour cherry powder. *LWT - Food Science and Technology*, [S. l.], v. 79, p. 251–259, 2017

ZULFA, N. M.; SAROFA, U. The Effect of Foaming Agent and Maltodextrin Concentrations on the Characteristics of Bidara Fruit Powder Drink, Strawberry and Butterfly Pea Flower. **AJARCDE (Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment)**, p. 221–227, 2023.