

RESSALVA

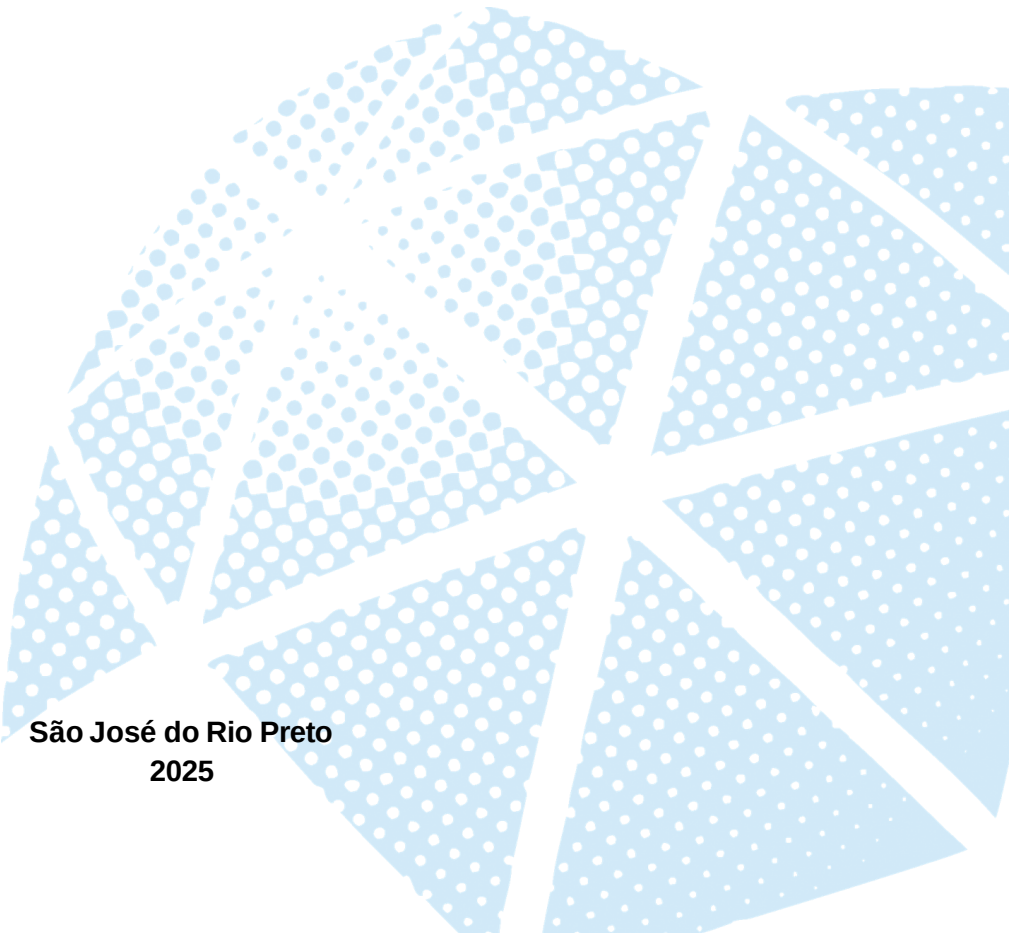
Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 27/11/2027.

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

NATÁLIA PETITA PAJOLA

***Clitoria ternatea*: extração, análises físico-químicas e aplicação como bioingrediente em
balas funcionais**

São José do Rio Preto
2025



Natália Petita Pajola

***Clitoria ternatea*: extração, análises físico-químicas e aplicação como bioingrediente em balas funcionais**

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^a. Dr^a. Ellen Silva Lago Vanzela

Coorientador: Prof. Dr. Roberto da Silva

Coorientadora: Dr^a. Yara Paula Nishiyama-Hortense

**São José do Rio Preto
2025**

P151 Pajola, Natália
Clitoria ternatea: extração, análises físico-químicas e aplicação como bioingrediente em balas funcionais / Natália Pajola. -- São José do Rio Preto, 2025
84 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto
Orientadora: Ellen Silva Lago Vanzela Silva Lago Vanzela
Coorientadora: Yara Paula Nishiyama- Hortense
1. Clitoria ternatea. 2. compostos bioativos. 3. ingredientes naturais.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

Natália Petita Pajola

***Clitoria ternatea*: extração, análises físico-químicas e aplicação como
bioingrediente em balas funcionais**

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

Data da defesa: 27/11/2025

Banca Examinadora:

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

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

Prof^a. Dr^a. Kélin Schwarz Instituto de Ciências da Saúde – UFTM, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, Minas Gerais

Prof^a. Dr^a. Michele Eliza Cortazzo Menis Henrique Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Unesp/Ibilce, Câmpus de São José do Rio Preto, São Paulo

**São José do Rio Preto
27 de novembro de 2025**

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela oportunidade de chegar até aqui, pela força nos dias difíceis e pela clareza nos momentos decisivos desta caminhada.

À minha orientadora, pela confiança, pelas orientações e pela paciência em cada etapa desta pesquisa. Sua dedicação foi inspiração constante e contribuiu profundamente para minha formação acadêmica e profissional.

Aos professores da banca examinadora, agradeço pelas contribuições valiosas.

Aos meus colegas de laboratório e de pesquisa, que dividiram comigo longas horas de experimentos, discussões e desafios práticos. Obrigada pela amizade, apoio e por tornarem a jornada mais leve.

Aos meus familiares e amigos, que me sustentaram emocionalmente durante esses anos. Agradeço por acolherem minhas angústias e celebrarem cada pequena conquista comigo. Sem o apoio, incentivo e amor de vocês, este momento não seria possível.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), processo nº 88887.904101/2023-00.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta dissertação, deixo o meu mais sincero agradecimento.

RESUMO

As flores de *Clitoria ternatea* destacam-se como fonte promissora de bioingredientes e corantes naturais devido à elevada concentração de compostos fenólicos (CF), especialmente antocianinas. Entretanto, sua aplicação em matrizes alimentícias é limitada pela instabilidade química desses compostos frente a variações de pH, altas temperaturas e exposição à luz. Este estudo teve como objetivo produzir extratos fenólicos hidroalcoólicos a partir das flores de *C. ternatea* e investigar sua aplicação, tanto na forma líquida quanto desidratada por secagem em leito de espuma a 70 °C, como bioingredientes e corantes naturais em balas de goma. A caracterização inicial das flores revelou redução da umidade de 86,7% para 11,3% após a desidratação, aumento relativo das concentrações de antocianinas totais (ANT, de 344,20 para 366,07 mg de mv-3,5-diglc 100 g⁻¹) e redução das concentrações de compostos fenólicos totais (CFT, de 769,85 para 712,27 mg EAG 100 g⁻¹). As alterações cromáticas indicaram elevação da luminosidade (L*, de 20,94 para 35,10) e da saturação (C*, de 12,59 para 16,07), conferindo coloração mais clara e saturada às flores desidratadas. O extrato em pó apresentou umidade de 3,74% e preservação parcial da tonalidade azul-violeta. Os extratos obtidos das flores desidratadas foram aplicados em balas de goma para avaliar a estabilidade dos compostos bioativos e o desempenho como corante natural. As balas produzidas com extrato líquido apresentaram valores médios de L* = 17,74, C* = 5,27 e h° = 317, com concentrações de CFT de 136,75 mg EAG 100 g⁻¹ e de ANT de 51,22 mg 100 g⁻¹. Para as balas formuladas com o extrato em pó, observaram-se valores de L* = 17,02, C* = 1,43 e h° = 309, com CFT de 100,37 mg EAG 100 g⁻¹ e ANT de 52,11 mg 100 g⁻¹. Ambas as formulações atenderam aos padrões microbiológicos vigentes e apresentaram boa estabilidade de cor. Na análise sensorial (n = 87), a formulação com extrato líquido apresentou maiores notas para cor (7,79), aparência (7,18), sabor (7,26), textura (6,56) e impressão global (7,26), além de maior intenção de compra (3,66). A formulação com extrato em pó apresentou desempenho inferior, embora não diferisse da amostra líquida quanto à doçura. Os resultados demonstram que os extratos de *C. ternatea*, tanto na forma líquida quanto desidratada, são capazes de conferir coloração natural estável e agregar compostos bioativos às balas de goma, com maior aceitação sensorial observada para a formulação líquida. Assim, a espécie apresenta potencial tecnológico significativo para o desenvolvimento de produtos alimentícios com apelo funcional e como corante natural alternativo aos sintéticos.

Palavras-chave: *Clitoria ternatea*; compostos bioativos; ingredientes naturais; balas de goma.

ABSTRACT

Clitoria ternatea flowers stand out as a promising source of bioingredients and natural colorants due to their high concentration of phenolic compounds (PC), especially anthocyanins. However, their application in food matrices is limited by the chemical instability of these compounds regarding pH variations, high temperatures, and light exposure. This study aimed to produce hydroalcoholic phenolic extracts from *C. ternatea* flowers and investigate their application, in both liquid and dehydrated forms (foam-mat drying at 70 °C), as bioingredients and natural colorants in gummy candies. Initial characterization of the flowers revealed a moisture reduction from 86.7% to 11.3% after dehydration, a relative increase in total anthocyanin concentrations (TAC, from 344.20 to 366.07 mg mv-3,5-diglc 100 g⁻¹), and a decrease in total phenolic compounds (TPC, from 769.85 to 712.27 mg GAE 100 g⁻¹). Chromatic changes indicated an increase in luminosity (L^* , from 20.94 to 35.10) and saturation (C^* , from 12.59 to 16.07), providing a lighter and more saturated coloring to the dehydrated flowers. The powdered extract presented 3.74% moisture and partial *preservation* of the blue-violet hue. The extracts obtained from the dehydrated flowers were applied to gummy candies to evaluate bioactive compound stability and performance as a natural colorant. Gummy candies produced with liquid extract showed mean values of $L^* = 17.74$, $C^* = 5.27$, and $h^\circ = 317$, with TPC of 136.75 mg GAE 100 g⁻¹ and TAC of 51.22 mg 100 g⁻¹. For candies formulated with powdered extract, values of $L^* = 17.02$, $C^* = 1.43$, and $h^\circ = 309$ were observed, with TPC of 100.37 mg GAE 100 g⁻¹ and TAC of 52.11 mg 100 g⁻¹. Both formulations met current microbiological standards and showed good color stability. In the sensory analysis (n = 87), the liquid extract formulation presented higher scores for color (7.79), appearance (7.18), flavor (7.26), texture (6.56), and overall impression (7.26), as well as higher purchase intention (3.66). The powdered extract formulation showed lower performance, although it did not differ from the liquid sample regarding sweetness. The results demonstrate that *C. ternatea* extracts, in both liquid and dehydrated forms, are capable of providing stable natural coloring and adding bioactive compounds to gummy candies, with higher sensory acceptance observed for the liquid formulation. Thus, the species presents significant technological potential for developing food products with functional appeal and as a natural alternative to synthetic colorants.

Keywords: *Clitoria ternatea*; bioactive compounds; natural ingredients; gummy candies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Exemplos de flores comestíveis.	14
Figura 2.	Tipos de flores e cores das pétalas de <i>C. ternatea</i> .	16
Figura 3.	Arroz e infusão com <i>C. ternatea</i> .	17
Figura 4.	Propriedades bioativas associadas a <i>C. ternatea</i> .	18
Figura 5.	Estrutura básica das ternatinas.	21
Figura 6.	Exemplificação de balas de goma.	25
Figura 7.	<i>C. ternatea</i> produzida no Estado de São Paulo e utilizada no estudo.	28
Figura 8.	<i>C. ternatea</i> desidratada adquirida para o estudo.	28
Figura 9.	Identificação botânica da espécie de <i>C. ternatea</i> estuda.	29
Figura 10.	Fluxograma de processo para obtenção do extrato em pó de <i>C. ternatea</i> .	33
Figura 11.	Fluxograma de preparo das balas de goma com extrato líquido e extrato desidratado de <i>C. ternatea</i> .	35
Figura 12.	Ficha de caracterização demográfica.	38
Figura 13.	Ficha de avaliação sensorial das balas de goma.	39
Figura 14.	Teste de cor em diferentes pHs.	47
Figura 15.	Espuma (a) e extrato desidratado (b) de <i>C. ternatea</i> .	48
Figura 16.	Morfologia geral das partículas do pó.	53
Figura 17.	Bala de goma com extrato líquido (a) e Bala de goma com extrato desidratado (b) de <i>C. ternatea</i> .	54
Figura 18.	Perfil de aceitação das balas de goma com extrato líquido (A) e em pó (B) de <i>C. ternatea</i> .	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Estrutura básica das principais antocianidinas presentes em produtos de origem vegetal.	19
Tabela 2.	Caracterização físico-química das flores <i>in natura</i> e desidratadas de <i>C. ternatea</i> .	41
Tabela 3.	Parâmetros físico-químicos do extrato líquido e em pó	49
Tabela 4.	Análise comparativa dos parâmetros físico-químicos e de cor entre as formulações de bala líquida e bala em pó de <i>C. ternatea</i> .	55
Tabela 5.	Coeficientes de correlação de Pearson entre os parâmetros analisados	58
Tabela 6.	Parâmetros microbiológicos das balas de goma contendo extratos de <i>C. ternatea</i> .	59
Tabela 7.	Caracterização sociodemográfica e de hábitos de consumo dos avaliadores (n=87).	60
Tabela 8.	Valores médios de aceitação para os atributos de sabor, aroma, cor, consistência, aparência, doçura e impressão global, e intenção de compra dos produtos.	61
Tabela 9.	Correlações de Pearson (r) entre os atributos sensoriais selecionados para a Amostra A (extrato líquido)	62
Tabela 10.	Correlações de Pearson (r) entre os atributos sensoriais selecionados para a Amostra B (extrato em pó)	62

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

ANT	Antocianinas totais
AT	Acidez titulável
Aw	Atividade de água
B.S	Base seca
B.U	Base úmida
CF	Compostos fenólicos
CFT	Compostos fenólicos totais
CIELAB	<i>Commission Internationale de l'Éclairage</i>
EAG	Ácido gálico
HA⁺	Cátion flavílio
Mv-3,5-diglic	Malvidina-3,5-diglicosídeo
PANC	Plantas Alimentícias Não Convencionais
L*	Luminosidade
C*	Cromaticidade
h°	Ângulo de matiz (<i>hue angle</i>)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS.....	13
2.2. <i>C. TERNATEA</i> : CARACTERÍSTICAS GERAIS E APLICAÇÕES CULINÁRIAS E MEDICINAIS	16
2.3. CF PRESENTES NA <i>C. TERNATEA</i> : FOCO NAS ANTOCIANINAS	19
2.4. APLICAÇÃO DE EXTRATOS FENÓLICOS NA FORMA LÍQUIDA E DESIDRATADA COMO BIOINGREDIENTES.....	22
2.5. BALAS DE GOMA: CARACTERÍSTICAS, COMPOSIÇÃO E IMPORTÂNCIA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA EM PRODUTOS COM APELO PARA SAUDABILIDADE	24
3. OBJETIVOS.....	27
3.1. OBJETIVOS GERAIS	27
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
4.1. MATÉRIA-PRIMA.....	28
4.2. ADITIVOS PARA DESENVOLVIMENTO DO EXTRATO EM PÓ DA BALA DE GOMA	30
4.3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FLORES <i>IN NATURA</i> E DESIDRATADAS DE <i>C. TERNATEA</i>	30
4.4. OBTENÇÃO DO EXTRATO LÍQUIDO DE <i>C. TERNATEA</i>	32
4.5. PRODUÇÃO DO EXTRATO DE <i>C. TERNATEA</i> DESIDRATADO POR SECAGEM EM LEITO DE ESPUMA.....	32
4.6. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MORFOLÓGICA DO PRODUTO DESIDRATADO OBTIDO A PARTIR DO EXTRATO LÍQUIDO DE <i>C. TERNATEA</i>	33
4.7. PRODUÇÃO DAS BALAS DE GOMAS UTILIZANDO OS EXTRATOS DE <i>C.</i> <i>TERNATEA</i> LÍQUIDO E DESIDRATADO	34
4.8. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS BALAS PRODUZIDAS UTILIZANDO OS EXTRATOS DE <i>C. TERNATEA</i> LÍQUIDO E DESIDRATADO.....	36
4.9. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS BALAS DE GOMA	37
4.10. ANÁLISE SENSORIAL DAS BALAS PRODUZIDAS UTILIZANDO EXTRATOS DE <i>C. TERNATEA</i> LÍQUIDO E DESIDRATADO	37

4.11.	ANÁLISE ESTATÍSTICA	40
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
5.1.	AVALIAÇÃO DA CARACTERIZAÇÃO DAS FLORES <i>IN NATURA</i> E DESIDRATADAS DE <i>C. TERNATEA</i>	41
5.2.	AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO DE COR DO EXTRATO OBTIDO DAS FLORES DESIDRATADAS DE <i>C. TERNATEA</i> EM DIFERENTES SOLUÇÕES DE PH	46
5.3.	PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MORFOLÓGICA DO EXTRATO DE <i>C. TERNATEA DESIDRATADO POR SECAGEM EM LEITO DE ESPUMA</i>	48
5.4	PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS BALAS DE GOMAS PRODUZIDAS UTILIZANDO OS EXTRATOS LÍQUIDO E DESIDRATADO DE <i>C. TERNATEA</i>	54
5.5.	ANÁLISE SENSORIAL DAS BALAS DE GOMA PRODUZIDAS UTILIZANDO OS EXTRATOS LÍQUIDO E DESIDRATADO DE <i>C. TERNATEA</i>	59
6.	CONCLUSÕES	65
	REFERÊNCIAS	66
	APÊNDICE A TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- TCLE	82

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a saúde tem impulsionado os consumidores a buscarem alimentos que aliem apelo visual e benefícios ao bem-estar (Safraid *et al.*, 2022). Nesse contexto, a cor dos alimentos emerge como um atributo sensorial fundamental. Produtos alimentícios com cores atrativas podem gerar efeitos psicológicos nos consumidores, influenciando positivamente a primeira impressão e, tornando-os mais desejáveis (Netravati *et al.*, 2022). Por essa razão, observa-se um movimento crescente da indústria em direção à substituição de corantes sintéticos por pigmentos naturais, considerados mais seguros e sustentáveis (Lauria; Silva, 2024; Pereira *et al.*, 2024; Prajapati; Jadeja, 2022).

O mercado global de corantes naturais apresenta taxa de crescimento anual estimada em 9,2% até 2030, impulsionado pela busca por alimentos que aliem naturalidade e funcionalidade (Grand View Research, 2023). No entanto, entre as diferentes tonalidades disponíveis, os pigmentos azuis naturais permanecem limitados, o que tem estimulado a investigação de novas fontes vegetais (Neves; Silva; Meireles, 2021). Entre as alternativas promissoras, destaca-se a *C. ternatea* L., conhecida popularmente como feijão-borboleta (*butterfly pea*), pertencente à família *Fabaceae*. Suas flores comestíveis, em tons de azul e branco, apresentam elevado potencial como fonte de pigmentos e compostos bioativos (Adisakwattana; Pasukamonset; Chusak, 2020; Gamage; Lim; Choo, 2024; Wan; Lee; Lim, 2021). Essa espécie é rica em compostos fenólicos (CF), como ácidos fenólicos, taninos, flavonóis e, sobretudo, antocianinas poliaciladas do tipo ternatinas, responsáveis pela coloração azul característica (Azima; Noriham; Manshoor, 2017; Gonçalves *et al.*, 2024; Maia *et al.*, 2025a.b; Ribeiro-Pinto *et al.*, 2024). Além da função corante, estudos sugerem que os CF presentes nos extratos de *C. ternatea* são capazes de neutralizar espécies reativas de oxigênio (ROS), proteger biomoléculas contra danos oxidativos e modular enzimas antioxidantes endógenas, desempenhando um papel crucial na redução de danos celulares associados ao estresse oxidativo, configurando-se como bioingredientes promissores para aplicações alimentícias (Fernandes *et al.*, 2017; Maia *et al.*, 2025; Santos; Lima; Oliveira, 2020; Costa; Barros; Oliveira, 2021; Wang *et al.*, 2022).

Em função dessas potencialidades, diversos estudos têm buscado desenvolver métodos de extração de CF que conciliem eficiência, simplicidade operacional e sustentabilidade econômica e ambiental (Li *et al.*, 2021; Maia *et al.*, 2025; Ramos; Ferreira; Silva, 2022; Santos *et al.*, 2023). Paralelamente, investigações têm se concentrado em ampliar a aplicabilidade dos pigmentos de *C. ternatea* em sistemas alimentares, considerando que sua estabilidade é sensivelmente afetada por fatores como temperatura, pH, oxigênio e exposição à luz (De Mejia *et al.*, 2020; Gamage; Lim; Choo, 2021; Zhang; Wang; Liu, 2023).

Embora alguns estudos já tenham explorado a estabilidade e o potencial bioativo das antocianinas dessa espécie em sistemas líquidos e sólidos (Arachchilage *et al.*, 2019; Fuzetti; De-Castilhos; Nicoletti, 2022), ainda são escassas as pesquisas voltadas ao uso dos pigmentos na forma desidratada e à influência das condições de processamento sobre sua estabilidade e funcionalidade. Entre as técnicas de secagem mais promissoras para a obtenção de pigmentos em pó, destacam-se a liofilização, a secagem por aspersão (*spray drying*) e o leito de espuma (*foam-mat drying*). Dentre essas tecnologias, a por leito de espuma apresenta algumas vantagens como menor custo de investimento inicial, boa estabilidade, solubilidade e facilidade de incorporação em produtos alimentícios (Fuzetti; De-Castilhos; Nicoletti, 2022; Hay *et al.*, 2025; Maneeratanachot; Chetpattananondh; Kungsanant, 2024; Tavares *et al.*, 2020).

Dentre as diversas matrizes alimentares disponíveis, as balas de goma destacam-se como sistemas modelo versáteis e inovadores para a aplicação de bioingredientes funcionais, por aliarem prazer sensorial, praticidade e potencial nutricional. De acordo com a Resolução RDC nº 265 de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), balas são produtos constituídos de açúcares e/ou outros ingredientes, podendo apresentar diferentes formas, texturas e coberturas (BRASIL, 2005). Tradicionalmente, suas formulações incluem corantes e aromatizantes sintéticos; entretanto, a crescente demanda por produtos naturais tem incentivado a reformulação dessas matrizes, incorporando ingredientes de origem vegetal e compostos bioativos (Atalar *et al.*, 2025; Avelar; Lima; Efraim, 2020; Avelar; Queiroz; Efraim, 2020; Avelar *et al.*, 2019; Delgado-Durán *et al.*, 2025; Nishiyama-Hortense *et al.*, 2022; Roudbari *et al.*, 2024; Safraid *et al.*, 2022; Silveira *et al.*, 2025; Younesi *et al.*, 2023).

O mercado global de balas de goma apresentou crescimento de 2,7% entre 2022 e 2023, alcançando um valor estimado em US\$ 21,40 bilhões (Tarahi *et al.*, 2024). O Brasil figura entre os dez maiores produtores e exportadores mundiais, com produção aproximada de 287 mil toneladas e exportação de 96,5 mil toneladas em 2022, gerando receita de US\$ 156,7 milhões (ABICAB, 2022; Reportlinker, 2023). Nesse contexto, as balas de goma configuram-se como uma matriz tecnológica estratégica para aplicação de extratos de *C. ternatea*, permitindo avaliar simultaneamente o potencial funcional, tecnológico e sensorial desses pigmentos naturais, aspectos fundamentais para a consolidação de novos produtos no mercado de confeitaria funcional (Maia *et al.*, 2025a,b; Juliyarsi *et al.*, 2023; Silveira *et al.*, 2025). Assim, o presente estudo teve como objetivo produzir extrato fenólico hidroalcoólico a partir das flores de *C. ternatea* e avaliar seu uso, nas formas líquida e desidratada (obtida por secagem em leito de espuma), como bioingrediente e corante natural na formulação de balas de goma a partir de suas características físico-químicas e sensoriais, considerando que a percepção do consumidor, é decisiva para o sucesso de produtos inovadores no mercado.

6. CONCLUSÕES

Este estudo avaliou de forma integrada as propriedades físico-químicas, cromáticas, bioativas e tecnológicas da *Clitoria ternatea* em diferentes formas de processamento, incluindo flores in natura, flores desidratadas, extratos líquido e em pó (secagem em leite de espuma), bem como sua aplicação em balas de goma. Os resultados confirmam o elevado potencial da espécie como bioingrediente natural, especialmente como fonte de antocianinas para uso como corante alimentar.

A desidratação das flores foi eficiente na redução da umidade e da atividade de água, promovendo maior estabilidade do material vegetal. Apesar da leve redução dos compostos fenólicos totais, observou-se aumento da concentração de antocianinas, evidenciando a elevada estabilidade térmica das ternatinas. As análises cromáticas indicaram aumento da luminosidade e preservação das tonalidades azul-violáceas características da espécie.

O comportamento cromático do extrato em diferentes valores de pH demonstrou elevada estabilidade em condições ácidas e levemente neutras, reforçando sua versatilidade como corante natural. A obtenção do extrato em pó por secagem em leite de espuma mostrou-se tecnicamente viável, resultando em um produto estável, com baixa umidade e coloração preservada, embora com perdas parciais de compostos bioativos compatíveis com o uso de maltodextrina como agente carreador.

Na aplicação em balas de goma, a forma de incorporação do extrato influenciou as propriedades do produto final. A formulação com extrato líquido apresentou maiores teores de compostos fenólicos, maior intensidade de cor e melhor aceitação sensorial, enquanto a formulação com extrato em pó manteve teores semelhantes de antocianinas, porém com menor vivacidade cromática. Todas as formulações atenderam aos padrões microbiológicos vigentes.

De modo geral, a *Clitoria ternatea* mostrou-se um bioingrediente promissor para aplicações alimentícias. O extrato líquido destaca-se pelo desempenho funcional e sensorial, enquanto o extrato em pó apresenta vantagens tecnológicas relevantes, como maior estabilidade e facilidade de processamento industrial.

REFERÊNCIAS

- ABICAB. Estatística Balas e Gomas, 2020. Disponível em: <http://www.abicab.org.br/paginas/estatisticas/balas-gomas/>. Acesso em 10 de outubro de 2024.
- ADISAKWATTANA, S., PASUKAMONSET, P., CHUSAK, C. *Clitoria ternatea* beverages and antioxidant usage. In: Preedy, V.R. (Ed.), Pathology. Academic Press, Cambridge, Massachusetts, p. 189-196, 2020.
- AKTHER, F *et al.* Effects of different drying methods on the proximate composition, antioxidant activity, and phytochemical content of *Hibiscus sabdariffa* L. Calyx. **Food Chemistry Advances**, v. 3, p. 100553, 2023.
- ALAM, M. *et al.* Classification, techno-functional properties, and applications of diverse hydrocolloids in fruits-based products: A concise review. **Journal of Food Science**, v. 90, p. e70119, 2025.
- ANDERSON, R. A. Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. **Journal of Cereal Science**, v. 14, p. 4-7, 1969.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Official methods of analysis of AOAC International. 18 ed. Washington, D.C., USA: AOAC International, 2005.
- ARACHCHILAGE, S. *et al.* A commercial potential blue pea (*Clitoria ternatea* L.) flower extract incorporated beverage having functional Properties. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 20, p. 2916914, 2019.
- ARYA, V.; KUMAR, D.; GAUTAM, M. Phytopharmacological review on flowers: source of inspiration for drug discovery. **Biomedicine & Preventive Nutrition**, v. 4, p. 45-51, 2014.
- ASOKAPANDIAN, S. *et al.* Optimization of foaming properties and foam mat drying of muskmelon using soy protein. **Journal of Food Process Engineering**, v. 39, p. 692- 701, 2016.
- ATALAR, I. *et al.* Interactions of black carrot concentrate powder as a natural coloring agente with gelatine and sucrose in model gummy samples. **LWT - Food Science and Technology**, v. 218, p. 117443, 2025.
- AVELAR, M. H. M.; QUEIROZ, G. C.; EFRAIM, P. Sustainable performance of cold-set gelation in the confectionery manufacturing and its effects on perception of sensory quality of jelly candies. **Cleaner Engineering and Technology**, v. 1, p. 100005, 2020.
- AVELAR, M. H. M. *et al.* A byproduct of uvaia (*Eugenia pyriformis*) processing as a natural source for coloring sugar hard-panning confections. **Journal of Food Process Engineering**, v. 42, p. 1-8, 2019.

AVELAR, M. H. M.; EFRAIM, P. Alginate/pectin cold-set gelation as a potential sustainable method for jelly candy production. **LWT–Food Science and Technology**, v. 123, p. 109119, 2020.

AVELAR, M. H. M.; LIMA, L. N.; EFRAIM, P. Maintenance of fruit bioactive compounds in jelly candy manufacturing by alginate/pectin cold-set gelation. **Journal of Food Processing Technology**, v. 11, p. 1-7, 2020.

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.; MONSHOOR, 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.

BOGUSZ, R. *et al.* Foam-mat freeze drying of kiwiberry (*Actinidia arguta*) pulp: drying kinetics, main properties and microstructure. **Applied Sciences**, v. 14, p. 5629, 2024.

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, 2020.

BOTREL, N. *et al.* Valor nutricional de hortaliças folhosas não convencionais cultivadas no Bioma Cerrado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. e2018174, 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos vegetais. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 23 set. 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 26 dez. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 26 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Diretoria Colegiada. Leis. Instrução Normativa nº 161 alterada pela IN nº 313 de 04/09/2024. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos, de 1 de julho de 2022, Brasília, DF, 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico para balas, bombons e gomas de mascar - RDC nº 265, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/394219/RDC_265_2005.pdf. Acesso em 02 de novembro de 2020.

BUREY, P. *et al.* Confectionery gels: A review on formulation, rheological and structural aspects. **International Journal of Food Properties**, v. 12, p. 176-210, 2009.

CABRAL, A. V *et al.* Optimization of ultrasound-assisted and mechanical agitation extraction of bioactive compounds and antioxidants from blue *Clitoria ternatea* L. **Revista Observatorio de la Economía Latino Americana**, v. 22, p. 01-20, 2024.

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

CÂMARA, G. B. *et al.* Caracterização físico-química, toxicológica e nutricional das folhas da *Moringa oleifera* Lam secas e *in natura*. **Research, Society and Development**, v. 8, p. 178111450, 2019.

CASAS-FORERO, N. Effects of cryoconcentrated blueberry juice as functional ingredient for preparation of commercial confectionary hydrogels. **Gels**, v. 8, p. 217, 2021.

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

CHANDRAJITH, G. *et al.* Anthocyanins from *Clitoria ternatea* flower: biosynthesis, extraction, stability, antioxidant activity, and application. **Frontiers in Plant Science**, v. 12, p. 792303, 2021.

CHEMAT, F. *et al.* Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 34, p. 540-560, 2017.

CHEN, J. P. *et al.* Effect of air-drying temperature on the phenolics and antioxidant activity of Xuan-Mugua fruit. **Food Science and Technology**, v. 42, p. e45322, 2022.

CHEN, S. *et al.* Development of pH indicator and antimicrobial cellulose nanofibre packaging film based on purple sweet potato anthocyanin and oregano essential oil. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 149, p. 271-280, 2020.

ČIŽAUSKAITĖ, U. *et al.* Natural ingredients-based gummy bear composition designed according to texture analysis and sensory evaluation in vivo. **Molecules**, v. 24, p. 1442, 2019.

COSTA, R. G.; BARROS, L. A.; OLIVEIRA, A. S. Ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from *Clitoria ternatea*. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 72, p. 105411, 2021. DARROCA, R. M. F. *et al.* Development and characterization of butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) flower juice from spray dried poder. **International Journal of Chemical and Biochemical Sciences (IJCBS)**, v. 25, p. 357-365, 2024.

DE CÓL, C.D. *et al.* Foam-mat drying of bacaba (*Oenocarpus bacaba*): process characterization, physicochemical properties, and antioxidant activity. **Food and Bioproducts Processing**, v. 126, p. 23–31, 2021.

- DEHGHANNYA, J. *et al.* Heat and mass transfer enhancement during foam-mat drying process of lime juice: impact of convective hot air temperature. **International Journal of Thermal Sciences**, v. 135, p. 30-43, 2019.
- 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 Technology**, v. 11, 145 - 182, 2020.
- DELGADO-DURÁN, R. *et al.* Formulating chayote-enriched gummy candies: Balancing nutrition and taste for a delightful alternative. **Food Chemistry Advances**, v. 6, p. 100902, 2025.
- DEMARS, L. L.; ZIEGLER, G. R. Texture and structure of gelatin/pectin-based gummy confections. **Food Hydrocolloids**, v. 15, p. 643–653, 2001.
- DHANASEKARAN.S. *et al.* Efficacy of crude extracts of *Clitoria ternatea* for antibacterial activity against gram negative bacterium (*Proteus mirabilis*). **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 21, p. 101328, 2019.
- 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, p. 2672, 2025.
- EFSA. Notification of dried flowers of *Clitoria ternatea* L. as a traditional food from a third country pursuant to article; European Food Safety Authority: Parma, Italy, 2022; No. December 2021.
Disponível em:
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/sp.efsa.2022.EN-7084>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- ENARU, B. *et al.* Anthocyanins: factors affecting their stability and degradation. **Antioxidants (Basel)**, v. 10, p. 1967, 2021.
- ERGUN, R.; LIETHA, R.; HARTEL, R. W. Moisture and shelf life in sugar confections. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 50, p. 162-192, 2010.
- 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.
- FADINI, A. L. *et al.* Influência de diferentes ingredientes na textura de balas moles produzidas com e sem goma gelana. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 21, p. 131-140, 2003.
- FENG, M. *et al.* Novel strategies for enhancing quality stability of edible flower during processing using efficient physical fields: A review. **Food Chemistry**, v. 448, p. 139077, 2024.
- FENNEMA, O. R; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. Fennema's food chemistry. Boca Raton: Crc Press, 2017.

- FERNANDES, L. *et al.* Edible flowers: A review of the nutritional, antioxidant, antimicrobial properties and effects on human health. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 60, p. 38-50, 2017.
- FERREIRA, C. P. *et al.* Nutritional composition, phenolic compounds and biological activities of selected unconventional food plants. **Food Research International**, v. 191, p. 114643, 2024.
- FIGUEROA, L. E. *et al.* Desenvolvimento e estabilidade de balas de goma com baixo teor de açúcar e à base de plantas, preparadas por meio de uma técnica inovadora de gelificação ionotrópica. **Comida e Humanidade**, v. 5, p. 100708, 2025.
- FRANCO, T. S. *et al.* Effectsof foam mat drying on physicochemical and microstructural properties of yacon juice powder. **LWT – Food Science and Technology**, v. 66, p. 503- 513, 2016.
- FUZETTI, C. G.; DE-CASTILHOS, M. B. M.; NICOLETTI, V. R. Microencapsulation of natural blue dye from butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) flowers: The application of different carriers. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 46, p. e16420, 2022.
- 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, p. 792303, 2021.
- GAN, D. *et al.* Intake of sugar substitute gummy candies benefits the glycemic response in healthy adults: A prospective crossover clinical trial. **Gels**, v. 8, p. 642, 2022.
- GE, H. *et al.* Effects of hydrocolloids, acids and nutrients on gelatin network in gummies. **Food Hydrocolloids**, v. 113, p. 106549, 2021.
- GHOSH, S.; SARKAR, T.; CHAKRABORTY, R. Underutilized plant sources: A hidden treasure of natural colors. **Food Bioscience**, v. 52, p. 102361, 2023.
- GONÇALVES, G. C. P. *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.
- GRAND VIEW RESEARCH, G. Natural food color market size, share & trends analysis report by ingredient (beta-carotene, blue spirulina, carmine, lycopene), by application (bakery & confectionery, beverages), by region, and segment forecasts, 2023–2030. Retrieved from <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/natural-food-colors-market>.
- GUAZI, J. S. (2016). Produção de smoothie com polpas de morango e banana desidratadas em leite de espuma.101. Dissertação, Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista —Júlio de Mesquita Filholl, Campus de São José do Rio Preto.

GUNES, R. *et al.* Soft confectionery products: Quality parameters, interactions with processing and ingredients. **Food Chemistry**, v. 385, p. 132735, 2022.

GUNES, R. *et al.* *In vitro* gastrointestinal digestion of anthocyanins from marshmallows enriched with blackthorn fruit powders obtained by convective hot air and freeze drying treatments. **Food Research International**, v. 205, p. 116001, 2025.

HANDAYANI, L. *et al.* Identification of the anthocyanin profile from butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) flowers under varying extraction conditions: Evaluating its potential as a natural blue food colorant and its application as a colorimetric indicator. **South African Journal of Chemical Engineering**, v. 49, p. 151-161, 2024.

HARIADI, H. *et al.* Effect of butterfly-pea powder (*Clitoria ternatea* L.) and drying temperature towards physicochemical characteristics of butterfly-pea milk powder with vacuum drying method. **Food Science and Technology**, v. 43, p. e109622, 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, p. e00119, 2024.

HARTEL, R. W.; VON ELBE, J. H.; HOFBERGER, R. Hard Candy. In: HARTEL, R. W.; VON ELBE, J. H.; HOFBERGER, R. *Confectionery Science and Technology*. 2. ed. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 155–178.

HASANAH, 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, 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. 2021 International Conference on Green Agro-industry and Bioeconomy IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, v. 924, p. 012010, 2021.

HAY, T. O. *et al.* Comparison of gidgea gum, gum arabic, and maltodextrin in the microencapsulation and colour stabilisation of anthocyanin-rich powders using freeze- drying and spray-drying techniques. **Food Hydrocolloids**, v. 163, p. 111023, 2025.

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.

HULYA CAKMAK; OZYURT, V. H. Effect of foam-mat drying on bioactive, powder and thermal properties of carrot juice powders. **Anais da Academia Brasileira De Ciencias**, v. 95, 2023.

ICHIYANAGI, T.; NASHIMOTO, M.; TERAHARA, N. Gastrointestinal absorption of ternatins, polyacylated anthocyanins derived from butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) petals in rats. **BPB Reports**, v. 4, p. 136-141, 2021.

JAFARI, S. M.; GHALENOEI, M. G.; DEHNAD, D. Influence of spray drying on water solubility index, apparent density, and anthocyanin content of pomegranate juice poder. **Powder Technology**, v. 311, p. 59-65, 2017.

JAMIL, N. *et al.* Influences of environmental conditions to phytoconstituents in *Clitoria ternatea* (butterfly pea flower) - A review. **Journal of Science and Technology (JST)**, v. 10, p. 208-228, 2018.

JEYARAJ, E. J.; LIM, Y. Y.; CHOO, W. S. Effect of organic solvents and water extraction on the phytochemical profile and antioxidant activity of *Clitoria ternatea* flowers. **ACS Food Science & Technology Journal**, v. 1, p. 1567-1577, 2021.

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 Science and Technology (JST)**, v. 58, p. 2054-2067, 2021.

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, p. 2054-2067, 2020.

JULIYARSI, I. *et al.* Physicochemical and microbiological study of Dadiah jelly candy with the addition of *Clitoria ternatea* flower extract. **IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science**, v. 1228, p. 012033, 2023.

KARTINI, K. *et al.* Scaling up stirring-assisted extraction and transformation of roselle anthocyanins into dried powder using spray-drying and oven-drying. **Applied Food Research**, v. 3, p. 100357, 2023.

KAZUMA, K. *et al.* Identification of delphinidin 3-O-(6''-O-malonyl)-beta-glucoside-3'-O-beta- glucoside, a postulated intermediate in the biosynthesis of ternatin C5 in the blue petals of *Clitoria ternatea* (butterfly pea). **Phytochemistry**, v. 65, p. 2291-2298, 2004.

KAZUMA, K.; NAONOBU, N.; MASAHICO, S. Flavonoid composition related to petal color in different lines of *Clitoria ternatea*. **Phytochemistry**, v. 64, p. 1133-1139, 2003.

KHATRI, B.; HAMID; JAISWAL, A. K. Optimizing foaming agents for shelf-stable foam-mat- dried black mulberry juice poder. **LWT - Food Science and Technology** , v. 205, p. 116512, 2024.

KINUPP, V. F.; DE BARROS, I. B. I. Riqueza de plantas alimentícias não-convencionais na região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 63-65, 2007.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil.

São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.

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, 5 abr. 2022.

KUMAR, S. *et al.* Edible vegetable flowers: Next generation sustainable super foods, therapeutic role, processing and improvement approaches. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 39, p. 101116, 2025.

KUSUSMASTUT, 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, Campus de São José do Rio Preto, SP, 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.

LAKSHAN, S. A. *et al.* A commercial potential blue pea (*Clitoria ternatea* L.) flower extract incorporated beverage having functional properties. **Journal of Food Science and Technology**, v. 20, p. 2916914, 2019.

LAN, T. *et al.* The chromogenic mechanism of natural pigments and the methods and techniques to improve their stability: a systematic review. **Food Chemistry**, v. 407, p. 134875, 2022.

LAURIA, V. B. M.; SILVA, L. P. Green extraction of natural colorants from food residues: colorimetric characterization and nanostructuring for enhanced stability. **Foods**, v. 13, p. 1-15, 2024.

LI, W. *et al.* Ultrasound — The physical and chemical effects integral to food processing. **Innovative Food Processing Technologies**, Cambridge: Elsevier, 2021. p. 329-358.

LIANG, Y. *et al.* Effects of different fruit freeze-dried powders on the 3D printing properties of peach gum-based gummy candy gels. **Food Chemistry: X**, v. 27, p.102464, 2025.

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, p. 718, 2020.

MAIA, N. M. A. *et al.* Antocianinas e compostos fenólicos de flores de ervilha borboleta (*Clitoria ternatea*): revisão de literatura do potencial fitoterápico e tecnológico. In: Congresso Brasileiro de Química Dos Produtos Naturais, 2023. Capítulo de livro publicado no CBQNAT.

MAIA, N. M. A. *et al.* *Clitoria ternatea*: perspectives on its application in foods and potential health benefits. **Plants**, v. 14, p. 1-19, 2025a.

MAIA, N. M. A. *et al.* Optimization of ultrasound-assisted obtention of bluish anthocyanin extracts from butterfly pea (*Clitoria ternatea*) petal powders using natural deep eutectic solvents. **Plants**, v. 14, p. 1042, 2025b.

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.

MARFIL, P. H. M. *et al.* Texture and microstructure of gelatin/corn starch-based gummy confections. **Food Biophysics**, v. 7, p. 236-243, 2012.

MARIUTTI, L. R. B. *et al.* The use of alternative food sources to improve health and guarantee access and food intake. **Food Research International**, v. 149, p. 110709, 2021.

MARPAUNG, A. M.; LEE, M.; KARTAWIRIA, I. S. The Development of butterfly pea (*Clitoria ternatea*) flower powder drink by co-crystallization. **Indonesian Food Science and Technology Journal (IFSTJ)**, v. 3, p. 15449, 2020.

MARYAM, S. *et al.* Balas duras derivadas de espirulina e clorela como alimentos funcionais. **Revista de Alimentos Funcionais**, v. 123, p. 106565, 2024

MATYJASZCZYK, E.; ŚMIECHOWSKA, M. Edible flowers. benefits and risks pertaining to their consumption. **Trends in Food Science & Technology**, v. 91, p. 670-674, 2019.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. Sensory evaluation techniques (4th ed.). CRC/Taylor & Francis, 2007.

MILLINIA, B. L. *et al.* Microencapsulation of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) anthocyanins: Effects of maltodextrin and trehalose matrix on selected physicochemical properties and antioxidant activities of spray-dried powder. **Future Foods**, v. 9, p. 100300, 2024.

MILIÃO, L. G. *et al.* Unconventional food plants: Nutritional aspects and perspectives for industrial applications. **Future Foods**, v. 5, p. 100124, 2022.

MINIM, VPR. Análise sensorial: estudos com consumidores. 3ª ed. Viçosa: UFV, 2013.

MOTA, F. G *et al.* Extraction and quantification of anthocyanins from dehydrated *Clitoria ternatea* flowers. *Research, Society and Development*, v. 11, p. e55111932293, 2022.

MOTA, F.G *et al.* Flor de *Clitoria ternatea*: desidratação e caracterização. *Clitoria ternatea* flower: dehydration and characterization. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 21, p. 9740-9757, 2023.

MOURA, S. C. S. R *et al.* Release of anthocyanins from the hibiscus extract encapsulated by ionic gelation and application of microparticles in jelly candy. **Food Research International**, v. 121, p. 542-552, 2019.

MULTISONA, R. R. *et al.* *Clitoria ternatea* flower and its bioactive compounds: potential use as microencapsulated ingredient for functional foods. **Applied Sciences**, v. 13, p. 2134, 2023.

NAIR, V. *et al.* Protective role of ternatin anthocyanins and quercetin glycosides from butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) blue flower petals against lipopolysaccharide (LPS)-induced inflammation in macrophage cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, p. 6355–6365, 2015.

NASCIMENTO, J. V. do *et al.* Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de extratos de flor de *Clitoria ternatea* L. **Research, Society and Development**, v. 10, p. 1-7, 2021.

NASCIMENTO, R. P. *et al.* Freeze-dried jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) peel powder, a rich source of anthocyanins and phenolic acids, mitigates inflammation-driven colorectal cancer in mice. **Food Bioscience**, v. 53, p. 102578, 2023.

NAZARETH, R. Plantas alimentícias não convencionais e insegurança alimentar: perspectiva para políticas públicas e desenvolvimento sustentável. **Pensar Acadêmico**, v.22, p. 216-235, 2024.

NEDA, G. D.; RABETA, M. S.; ONG, M. T. Chemical composition and anti-proliferative properties of flowers of *Clitoria ternatea*. **International Food Research Journal**, v. 20, p. 1229-1234, 2013.

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**, v. 46, p. e16539, 2022.

NETRAVATI, S. G. *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.

NEVES, M. I. L.; SILVA, E. K.; MEIRELES, M. A. A. Natural blue food colorants: consumer acceptance, current alternatives, trends, challenges, and future strategies. **Trends Food Science & Technology**, v. 112, p. 163-173, 2021.

NGUYEN, T. B. K. *et al.* Improvement of gummy candy structure by gelling ingredients and cooling temperature. **Vietnam Journal of Chemistry**, v. 63, p. 126-137, 2025.

NINAMA, V. *et al.* Assessment of phytochemicals, nutritional compositions and metabolite profiling using GCMS– from annual edible flowers. **Scientia Horticulturae**, v. 323, p. 112551, 2024.

NISHIYAMA-HORTENSE, Y. O. *et al.* Jelly candy enriched with BRS Violeta grape juice: Anthocyanin retention and sensory evaluation. **Future Foods**, v. 6, p. 100179, 2022.

- NIU, D. *et al.* Investigation of 3D printing of children starch gummies with precise and special shape based on change of model parameters. **Journal of Food Engineering**, v. 356, p. 111568, 2023.
- OGUIS, G. K. *et al.* Butterfly Pea (*Clitoria ternatea*), a cyclotide -bearing plant with applications in agriculture and medicine. **Frontiers. Plant Science**, v. 10, p. 1-23, 2019.
- OTÁLORA, M. C. *et al.* Encapsulated betalains (*Opuntia ficus-indica*) as natural colorants. Case study: Gummy candies. **LWT - Food Science and Technology**, v. 103, p. 222- 227, 2018.
- PARIMALADEVI, B.; BOOMINATHAN, R.; MANDAL, S. C. Evaluation of antipyretic potential of *Clitoria ternatea* L. extract in rats. **Phytomedicine**, v. 11, p. 323–326, 2004.
- 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.
- PEREIRA, A. R. *et al.* Exploring acylated anthocyanin-based extracts as a natural alternative to synthetic food dyes: Stability and application insights. **Food Chemistry**, v. 461, p.140945, 2024.
- 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.
- PIRES Jr., E. O. *et al.* Edible flowers as an emerging horticultural product: A review on sensorial properties, mineral and aroma profile. **Trends in Food Science & Technology**, v. 137, p. 31-54, 2023.
- PRAJAPATI, R. A.; JADEJA, G. C. Natural food colorants: Extraction and stability study. Materialtoday: **Proceedings**, v. 57, p. 2381-2395, 2022.
- PULOK. K. M. *et al.* The Ayurvedic medicine *Clitoria ternatea* - From traditional use to scientific assessment. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 120, p. 291-301, 2008.
- PUROHIT, R. *et al.* A review on nutritional, bioactive, toxicological properties and preservation of edible flowers. **Future Foods**, v. 4, p. 100078, 2021.
- 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, p. 41, 2024.
- QIU, L. *et al.* Development of 3D printed k-carrageenan-based gummy candies modified by fenugreek gum: Correlating 3D printing performance with sol-gel transition. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 265, Part 1, p. 130865, 2024.
- RAGASOVÁ, L. N. *et al.* Chemical composition of edible flowers: Worldwide research and case study from the Czech Republic. **Scientia Horticulturae**, v. 341, p. 113969, 2025. RAHARITSIFA, N.; RATTI, C. Foam-mat freeze drying of apple juice. Part 1: Experimental

- data and ANN simulations. **Journal of Food Process Engineering**, v. 33, p. 268-283, 2010.
- RAJ, R. *et al.* Improvement of storage stability and bioaccessibility of microencapsulated black carrot (*Daucus Carota ssp. sativus*) anthocyanins using maltodextrin and sericin protein combinations as wall material. **Food Bioscience**, v. 61, p.104666, 2024
- RAMESHWAR, J. S. *et al.* Evaluation of neuroprotective effect of *Clitoria ternatea* on biomarkers of experimentally induced Parkinsonism in mice. **Research Gate, Manipal University College Malaysia**, v. 6, p. 323-326, 2017.
- RAMOS, T. A.; FERREIRA, L. P.; SILVA, J. B. Extraction techniques and stability of natural food colorants. **Trends in Food Science & Technology**, v. 35, p. 102-113, 2020.
- 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**, v. 76, p. 153- 160, 2021.
- REPORTLINKER, (2023). Jellies & gummies global market report. New York, February 2025. Disponível em: https://www.reportlinker.com/p06317006/Jellies-Gummies-Global-Market-Report.html?utm_source=PRN. Acesso em: 02 de novembro de 2025.
- RIBEIRO-PINTO, M. R. M. *et al.* Identification of new anthocyanins and flavonols in flowers of *Clitoria Ternatea* Linn by HPLC–DAD–ESI-MSⁿ, 2024. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=4840843> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4840843>.
- 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.
- RIVERO, R. *et al.* Development and characterization of two gelatin candies with alternative sweeteners and fruit bioactive compounds. **LWT - Food Science and Technology**, v. 141, p. 110894, 2021.
- ROUDBARI, M. *et al.* Formulation of functional gummy candies containing natural antioxidants and stevia. **Heliyon**, v. 10, p. e31581, 2024.
- SAFRAID, G. F. *et al.* Profile of functional food consumer: identity and habits. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 25, p. e2021072, 2022.
- SAITO, N. *et al.* Acylated delphinidin glucosides and flavonols from *Clitoria ternatea*. **Phytochemistry**, v. 24, p. 1583-1586, 1985.
- SALAH, M.R.; MOHEBBI, M.; TAGHIZADEH, M. Development of cantaloupe (*Cucumis melo*) pulp powder using foam-mat drying method: effects of drying conditions on microstructural of mat and physicochemical properties of powder. **Drying Technology**, v. 35, p. 1897-1908, 2017.
- SANT'ANNA, V. *et al.* Tracking bioactive compounds with colour changes in foods – A review. **Dyes and Pigments**, v. 98, p. 601-608, 2013.
- SANTHALAKSHMY, S. *et al.* Effect of inlet temperature on physicochemical properties of

spray-dried jamun fruit juice powder. **Powder Technology**, v. 274, p. 37-43, 2015.

SANTOS, C. R.; LIMA, T. R.; OLIVEIRA, F. P. *Clitoria ternatea*: Antioxidant properties and potential use as a food colorant. **Journal of Functional Foods**, v. 5, p. 45-52, 2020.

SANTOS, I. C. *et al.* Cartilha - Como usar flores comestíveis na alimentação. EPAMIG, 2023. Disponível em: <https://livrariaepamig.com.br/wp-content/uploads/2023/05/Como-usar-flores-na-alimentacao.pdf>.

SANTOS, L. G. dos; MARTINS, V. G. Recovery of phenolic compounds from purple onion peel using bio-based solvents: Thermal degradation kinetics and color stability of anthocyanins. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.46, p. 17161, 2022.

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.

SAPTARINI, N. M.; SURYASAPUTRA, D. Total anthocyanins content in various extract of butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.) flower. **Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences**, v. 9, p. 185-188, 2018.

SARODE, D. K. *et al.* Edible flowers: biotechnological interventions for improving bioactives of food and health significance. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 134, p. 106506, 2024.

SHIAU, S. *et al.* Colorful and health improving Chinese steamed bread fortified by anthocyanin-rich extract of butterfly pea flower. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 46, p. e16925, 2022.
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, p. 7141, 2023.

SHUEN, G. W. *et al.* Effects of drying methods on the physicochemical properties and antioxidant capacity of Kuini powder. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, p. e2020086, 2021.

SIA, Y. J. *et al.* Spray drying and characterisation of anthocyanin rich microcapsules from jaboticaba juice with maltodextrin. **Food Bioscience**, v. 68, p. 106446, 2025.

SILVA, N. da *et al.* Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 6. ed. São Paulo: Blucher, 2021.

SINGLETON, V. L.; RTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent.

Methods in Enzymology: polyphenols and flavonoids, v. 299, p. 152-178, 1999.

SONG, X. *et al.* The improvement of texture properties and storage stability for kappa carrageenan in developing vegan gummy candies. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 102, p. 3693-3702, 2022.

SPAGOLLA, L. C. *et al.* Extração alcoólica de fenólicos e flavonóides totais de mirtilo “Rabbiteye” (*Vaccinium ashei*) e sua atividade antioxidante. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 30, p. 59-64, 2009.

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, p. 322-327, 2018.

STEWART, C. M.; BUCKLE, K. A.; COLE, M. B. The future of water activity in food processing and preservation. Chapter, v.23. p. 535–551, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/chapter-epub/10.1002/9781118765982.ch23>. Acesso em: 10 out. 2025.

SZÉKELYHIDI, R. *et al.* Physicochemical and textural properties of gummy candies prepared with fruit vinegar. **Applied Food Research**, v. 4, p. 100473, 2024.

TAMANNA; O. A.; SINGH, N.; SHRI, R. A multifacetada *Clitoria ternatea* (Aparajita): uma revisão de sua fitoquímica, usos medicinais e aplicações comerciais. **Revista Europeia de Plantas Medicinais**, v. 35, p. 316-339, 2024.

TARAH, M. *et al.* Current innovations in the development of functional gummy candies. **Foods**, v. 13, p. 76, 2024.

TARANALLI, A. D.; CHEERAMKUZHY, T.C. Influence of *Clitoria ternatea* extracts on memory. **Pharmaceutical Biology**, v. 38, p. 51-56, 2000.

TAVARES, I. M. C. *et al.* BRS Violeta (BRS Rúbea× IAC 1398-21) grape juice powder produced by foam mat drying. Part I: Effect of drying temperature on phenolic compounds and antioxidant activity. **Food Chemistry**, v. 298, p. 124971, 2019.

TAVARES, I. M. C. *et al.* Dehydration of jambolan [*Syzygium cumini* (L.)] juice during foam mat drying: Quantitative and qualitative changes of the phenolic compounds. **Food Research International**, v. 102, p. 32-42, 2017.

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**, v. 128, p. 1-9, 2020.

TEIXEIRA, M. *et al.* Anthocyanin-rich edible flowers, current understanding of a potential new trend in dietary patterns. **Trends in Food Science & Technology**, v. 132, p. 708-725, 2023.

THANH, V. T. *et al.* Application of anthocyanin natural colors from Butterfly Pea (*Clitoria*

ternatea L.) extracts to cupcake. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, v. 736, Pharmaceutical and Food Sciences. IOP Publishing Ltd, 2020.

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.

TROUILLAS, P. *et al.* Stabilizing and modulating color by copigmentation: Insights from the ory and experiment. **Chemical Reviews**, v. 116, p. 4937-4982, 2016.

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, p. 1767-1779, 2022.

WAHYUNINGSIH, S. *et al.* The Effect of pH and color stability of anthocyanin on food colorant. **International Conference on Food Science and Engineering, Materials Science and Engineering**, v. 193, p. 012047, 2017.

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, R.; HARTEL, R. W. Confectionery gels: Gelling behavior and gel properties of gelatin in concentrated sugar solutions. **Food Hydrocolloids**, v. 124, Part A, p. 107132, 2022. WANG, M. *et al.* Determination of bioactive substances in 27 edible flowers based on LC-MS/MS. **Scientia Horticulturae**, v. 337, p.113517, 2024.

WANG, R. *et al.* Phase separation and gelation of gelatin-glucose syrup mixtures and gummy confections: effects of moisture content, sugars, citric acid, and citrates. **Food Hydrocolloids**, v. 153, p. 109378, 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, Part A, p. 112008, 2022.

WATHARKAR, R. B. *et al.* Foaming and foam mat drying characteristics of ripe banana [*Musa balbisiana* (BB)] pulp. **Journal of Food Processing and Engineering**, v. 44, p. 1449- 1461 e13726, 2021.

WATSON, E. A major milestone for the food industry' FDA approves Sensient's 'exceptionally heat-stable' natural blue food color from butterfly pea flower. <https://www.foodnavigator-usa.com/Article/2021/09/08/A-major-milestone-for-the-food-industry-FDA-approves-Sensient-s-exceptionally-heat-stable-natural-blue-food-color-from-butterfly-pea-flower>, 2021. Acesso em 2024.

WIDOWATI, W. *et al.* Antidiabetic, antidyslipidemia, and neuroprotector potency of butterfly pea flower extract (*Clitoria ternatea* L.) in diabetes mellitus and dyslipidemia rats model. **Open Veterinary Journal**, v. 14, p. 1135-1145, 2024.

WILSON, R. A. et al. Evaluation of physical and chemical properties of foammat dried mango (*Mangifera indica*) powder during storage. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 38, p. 1866– 1874, 2014. YAROSLÁVIA et al. Tropical red fruit blend foam mat drying: effect of combination of additives and drying temperatures. *Foods*, v. 12, p. 2508-2508, 2023.

YIKILKAN, Y. et al. Production of chokeberry pulp powder by convective and freeze-drying foam-mat techniques: effects on physicochemical properties, bioactive content, and antioxidant activity. **Sustainable Food Technology**, v. 3, p. 1329-1340, 2025.

YOSHIDA, K.; MORI, M.; KONDO, T. Desenvolvimento da cor da flor azul por antocianinas: da estrutura química à fisiologia celular. **Natural Product Reports**, v. 26, p. 140-147, 2009.

YOUNESI, M. et al. Application of structurally modified WPC in combination with maltodextrin for microencapsulation of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) extract as a natural colorant source for gummy candy. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 242, p. 124903, 2023.

YUN, Y. et al. Self-assembled polyacylated anthocyanins on anionic wood film as a multicolor sensor for tracking TVB-N of meat. **Industrial Crops and Products**, v. 208, p. 117834, 2024.

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

ZHANG, Y.; WANG, J.; LIU, H. Stability of anthocyanins from *Clitoria ternatea* under different pH and temperature conditions. **Food Research International**, v. 130, p. 108927, 2022.

ZHU, Y. et al. Copigmentation effect of three phenolic acids on color and thermal stability of Chinese bayberry anthocyanins. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 8, p. 3234-3242, 2020.