

ESTUDO DO EFEITO DAS VARIÁVEIS DO PROCESSO NA QUALIDADE FUNCIONAL DE EXTRATOS AQUOSOS DE *CLITORIA TERNATEA*

Emily Vitória Rodrigues Mota¹, Bianca Yuki Nakata², Rebeca Bomfim Rissato², Ana Paula Stafussa², Ana Paula Quites Larrosa²

¹Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Brasil (ra138352@uem.br)

²Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Brasil

Resumo: Este estudo avaliou a extração aquosa de compostos de *Clitoria ternatea* L., investigando o efeito da temperatura e do tempo por meio de um planejamento experimental 3². Os resultados indicaram que o aumento da temperatura e do tempo potencializou o rendimento de sólidos solúveis, teor de antocianinas e flavonoides totais, e maior estabilidade da coloração azul obtidos a 80 °C por 10 min.

Palavras-chave: Antocianinas; *Clitoria ternatea*; Compostos bioativos; Corantes naturais; Extração.

INTRODUÇÃO

As mudanças nos hábitos alimentares da população têm impulsionado pesquisas por produtos naturais, principalmente quando se trata de produtos inovadores. Nesse contexto, encontram-se as Plantas Alimentícias não convencionais (PANCs), plantas que possuem alto valor nutricional e potencial funcional, além de serem de fácil cultivo e baixo custo de produção (Embrapa, 2019).

Dentre as (PANCs), destaca-se a *Clitoria ternatea* L., conhecida como fada azul ou ervilha borboleta, é uma erva leguminosa perene pertencente à família Fabaceae (Vidana Gamage et al., 2021). Esta flor possui grande variedade de fitoquímicos, incluindo ácidos fenólicos e flavonoides, além disso apresenta alta concentração de antocianinas, o principal composto que confere uma coloração azul intensa predominante (Oliveira et al., 2024).

As antocianinas são flavonóides pertencentes ao grupo dos compostos fenólicos, sendo quimicamente responsáveis por uma ampla gama de pigmentos do vermelho ao azul encontrados em alimentos e flores, essas variações de cores estão relacionadas aos diferentes tipos de pH do meio, devido a sua estrutura que consiste em uma aglicona (antocianidina) unida em um ou mais açúcares, normalmente aos grupos hidroxilas ligadas ao carbono 3 do anel C (Asuero e Garcia Moretto, 2021).

Devido à presença desses compostos bioativos, torna-se necessário empregar métodos adequados para sua obtenção a partir do material vegetal. Nesse contexto,

diferentes técnicas de extração têm sido utilizadas para recuperar esses pigmentos naturais presentes na *Clitoria ternatea*.

Entre os diferentes métodos de extração utilizados, destaca-se a extração-aquosa com agitação mecânica, método simples e de baixo custo. No entanto, a influência da temperatura na extração dos compostos é relevante. Estudos mostram que temperaturas próximas a 70 °C podem favorecer a extração, levando em consideração ao tempo de extração, pois temperaturas elevadas podem causar a degradação de antocianinas, reduzindo o rendimento do extrato (Jeyaraj et al., 2021).

O solvente deve ser selecionado de acordo com o material vegetal e o método de extração empregado. Nesse contexto, a água é considerada um solvente convencional polar e sustentável adequado para aplicação em alimentos, além de apresentar baixo custo nos processos industriais. A água é capaz de extrair antocianinas devido ao fato de esses compostos apresentarem caráter polar (Barros et al., 2024).

Diante o exposto, o presente estudo tem como objetivo analisar condições de extração aquosa da *Clitoria ternatea* L. por meio da agitação mecânica avaliando o efeito das variáveis de temperatura e tempo de processo, determinando o rendimento, conteúdo de antocianinas totais, flavonoides, e parâmetros de cor nos extratos obtidos.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparação do extrato aquoso

As flores desidratadas de *Clitoria ternatea* L. (Figura 1) foram adquiridas no mercado online. A extração foi realizada por meio da agitação mecânica a 1000 rpm utilizando água destilada como solvente na proporção de 1:200 (g/mL). Os extratos (Figura 2) foram filtrados com voil, e armazenados em frascos âmbar sob congelamento (-18°C) até a realização das análises.



Figura 1. Flores desidratadas de *Clitoria ternatea*.



Figura 2. Extrato aquoso obtido experimentalmente.

Variáveis como a temperatura e tempo de extração foram utilizadas para avaliar a influência no rendimento de sólidos solúveis, antocianinas, flavonoides e cor, utilizando um planejamento experimental 3^2 , totalizando 9 experimentos, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Condições experimentais de extração do extrato aquoso de *Clitoria ternatea* L.

Experimentos	Temperatura (°C)	Tempo (min)
1	60	5
2	60	10
3	60	15
4	70	5
5	70	10
6	70	15
7	80	5
8	80	10
9	80	15

Rendimento

O rendimento dos extratos obtidos das flores de *Clitoria Ternatea* foi determinado como matéria total solúvel $\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de acordo com Park et al. (2019). Uma alíquota de 5mL do filtrado foi colocado sobre uma placa de petri e seca em estufa a 105 °C até o peso constante. A Equação 1 mostra a determinação do rendimento.

$$\%R = \frac{m_f}{V_f} \cdot \frac{V_e}{m_a} \cdot 100 \quad (1)$$

Onde: m_f é a massa do filtrado após a secagem; V_f é o volume do filtrado utilizado (5 mL); V_e é o volume do solvente na extração e m_a é a massa das flores da *Clitoria Ternatea*.

Antocianinas Totais

A quantificação das antocianinas totais foi realizada através do método de pH diferencial, onde as absorbâncias foram medidas nos comprimentos de onda de 540 e 700 nm em um espectrofotômetro Uv-Vis segundo Francis (1992), adaptado por Lima et al., (2020). O cálculo de antocianinas totais monoméricas foi realizado de acordo com as Equações 2 e 3.

$$A = (ABS\ 520nm - ABS\ 700)_{pH\ 1,0} - (ABS\ 520nm - ABS\ 700nm)_{pH\ 4,5} \quad (2)$$

$$AT = \left[\frac{(A \times PM \times 10^3)}{\epsilon \times \lambda} \right] \quad (3)$$

Onde:

A= absorbância calculada na Equação 2

PM = 449,2 g/mol (massa molar da cianidina-3-glucosídeo);

10^3 = Fator de conversão de g para mg;

$\varepsilon = 26900 \text{ L/mol.cm}$ (absortividade molar da cianidina-3-glucosídeo);
 $\lambda = 1 \text{ cm}$ (comprimento caminho óptico da cubeta);

Flavonoides totais

Os flavonóides totais foram analisados por meio do método de Alothman et al. (2009), utilizando a quercetina como padrão. Foi utilizada um volume de 250 μL do extrato, seguida da adição de 1250 μL de água destilada, 75 μL de solução aquosa de nitrito de sódio 5% (m/v), 150 μL de cloreto de alumínio 10%, 500 μL de hidróxido de sódio 1 M e novamente 275 μL de água destilada. As amostras preparadas foram homogeneizadas e lidas na absorbância de 510 nm. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de quercetina por litro de extrato ($\text{mg}_{\text{QE}}/\text{L}$).

Determinação da cor

A cor foi analisada nos extratos por meio de um Colorímetro Konica Minolta Chroma modelo CR 410, com a determinação no espaço CIE $L^* a^* b^*$. O parâmetro L^* representa a luminosidade com escala de 0 até 100, Croma a^* que representa a medida do verde (a^* negativo) ao vermelho (a^* positivo) e, parâmetro b^* que representa a medida do amarelo (b^* positivo) ao azul (b^* negativo). O ângulo Hue ($^\circ$) foi estimado de acordo com as equações 2.

$$\text{Hue} = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*} \quad (3)$$

Análise Estatística

Os dados experimentais foram submetidos à análise estatística utilizando o software TIBCO Data Science/Statistica (versão 14.1.0.8). A significância dos efeitos principais e das interações entre os fatores foi avaliada pelos gráficos de Pareto e gráficos de interação, considerando um nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados experimentais obtidos a partir do delineamento fatorial 3^2 com réplicas estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados do planejamento experimental para rendimento, antocianinas totais e flavonoides nos extratos aquosos de *Clitoria ternatea*.

Ensaio	Rend. (%)	AT (mg/L)	FT ($\text{mg}_{\text{QE}}/\text{L}$)
1	54,92	0,60	9,87
2	46,07	2,05	25,92
3	33,08	1,88	30,97
4	37,15	1,49	19,08
5	45,78	1,42	21,46
6	68,43	1,59	25,03
7	31,28	1,80	19,68
8	47,51	2,89	30,67
9	45,97	1,73	31,70

Rend. (rendimento), FT (flavonoides totais), AT (antocianinas totais).

Diante dos resultados expostos as Figuras 3, 4 e 5 apresentam a análise do efeito das variáveis e suas interações no rendimento, antocianinas e flavonoides totais, respectivamente.

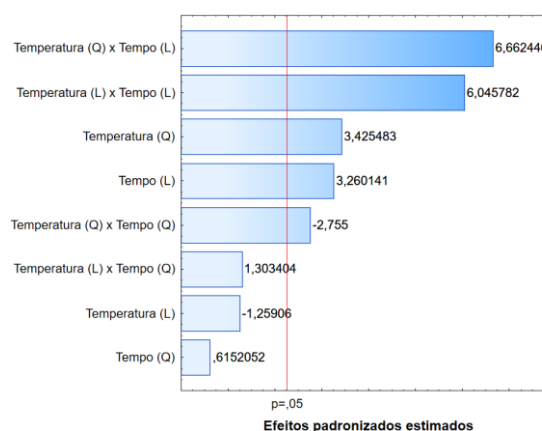


Figura 3. Diagrama de Pareto para rendimento de sólidos solúveis.

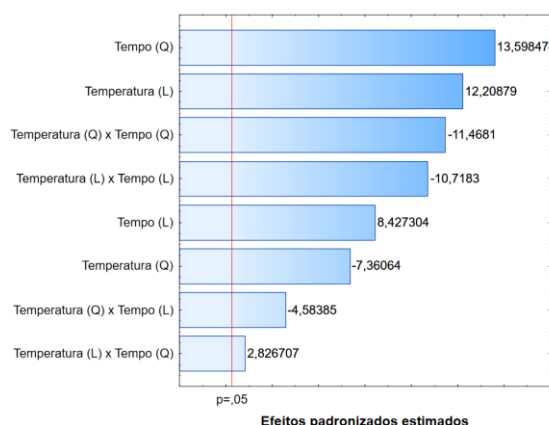


Figura 4. Diagrama de Pareto para antocianinas totais.

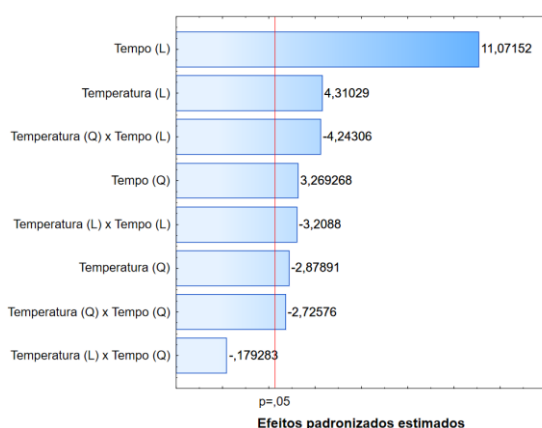


Figura 5. Diagrama de Pareto para flavonoides totais.

Observa-se nas Figuras que o termo L representa o efeito linear das variáveis que relaciona diretamente no aumento ou diminuição e o termo Q corresponde ao efeito quadrático, pois indica curvatura, sugerindo a existência de um ponto máximo ou mínimo no processo.

Para análise do rendimento, apenas os efeitos principais de Temperatura (L) e Tempo (Q) e os efeitos isolados da Temperatura (L) e Tempo (Q) não foram significativos ao processo ($p > 0,05$). A forte significância positiva das interações e dos termos lineares indica que o aumento do tempo e temperatura potencializa drasticamente a transferência de massa. O calor reduz a viscosidade da água e pode ter contribuído no aumento da solubilidade dos sólidos, enquanto o tempo garante que o equilíbrio osmótico aconteça, permitindo que mais compostos migrem para o meio aquoso. Os valores de rendimento ficaram próximos aos achados por Jeyaraj et al. (2021) ficando com 41,3% utilizando água como solvente.

Para antocianinas totais (Figura 4), todas as variáveis e suas interações foram significativas. Embora os

efeitos principais como a Temperatura (L) e o Tempo (Q) facilitem a extração inicial por apresentarem efeitos positivos, observa-se interações lineares e quadráticas combinadas com fortes efeitos negativos. Isso comprova a termossensibilidade das antocianinas (pigmentos azuis) da *Clitoria ternatea*. Quando o processo combina temperaturas elevadas com tempos longos de extração, pode induzir uma leve degradação térmica das antocianinas. Segundo Gamage, Lim e Choo (2021), gama temperaturas ao redor de 50-60°C e tempos de 20-60 min têm-se mostrado excelentes condições para antocianinas totais da flor *Clitoria ternatea*. Ludin et al., (2018) relatam também em seu estudo que a temperatura de 70°C foi a condição ótima para estes compostos bioativos. Apesar de que neste estudo foram analisados uma faixa de tempo menor do que a literatura menciona, os valores encontrados ficaram próximos aos teores relatados por Taufan et al., (2024) obtendo concentrações de 1,39 a 3,52 mg/L, sendo que estes autores utilizaram volume menor de solvente se comparado a este estudo, o que verifica a eficiência do processo utilizado.

O termo quadrático forte indica curvatura acentuada, ou seja, conforme o tempo passa, a extração acelera drasticamente até atingir um ápice rápido, mas logo em seguida despenca de forma acentuada. As antocianinas são um subgrupo dos flavonoides, mas carregam uma característica crítica, de serem altamente termossensíveis e instáveis. No início do processo, o tempo atua extraindo o pigmento azul. Porém, como a curvatura é severa, se passar do tempo ótimo, a taxa de degradação pode superar a taxa de extração.

Embora visualmente os extratos tenham mantido a coloração azul característica da espécie, a significância estatística do tempo quadrático revela o início de um processo de degradação térmica quantitativa das antocianinas. Esse comportamento pode ser atribuído à hidrólise parcial das ternatinas, que são as moléculas responsáveis pela cor azul das antocianinas (Jeyaraj et al., 2021), que pode ter reduzido o teor total de monômeros detectados via espectrofotometria sem, contudo, descolorir completamente a matriz visual do extrato devido à alta capacidade de saturação cromática desses pigmentos.

Na análise de flavonoides totais (Figura 5) observa-se que a variável Tempo (L) foi a mais significativa dos demais efeitos, sendo que nas antocianinas o tempo quadrático foi mais favorável. Estes resultados podem significar que a extração de flavonoides é um processo predominantemente progressivo e de transferência de massa direta. Quanto mais tempo o extrato aquoso fica em contato com a planta, mais flavonoides são extraídos, seguindo uma tendência linear dentro da faixa estudada.

Os flavonoides totais são compostos mais estáveis que as antocianinas e precisam de tempo para que a água intumescça nas células vegetais, dissolva os solutos e os transporte para o meio exterior por difusão. De acordo com Srichaikul (2018) tempos prolongados (dias) de maceração favoreceram a extração de flavonoides da *Clitoria*. Shiau et al., (2024) também relataram que o emprego de temperaturas elevadas (90°C) proporcionaram maior rendimento de antocianinas totais e compostos bioativos.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos para os parâmetros de cor dos extratos. E para analisar melhor a influência das variáveis nas respostas, foram obtidos gráficos de interação conforme mostram as Figuras 6, 7, 8, e 9.

Tabela 3. Resultados do planejamento experimental para parâmetros de cor nos extratos aquosos de *Clitoria ternatea*.

Ensaio	L*	a*	b*	Hue (°)
1	33,24	7,49	-13,4	330,7
2	29,1	9,6	-14,2	326,0
3	26,4	13,3	-16,8	321,7
4	25,7	15,0	-18,8	321,3
5	31,4	8,5	-13,6	328,0
6	27,1	14,1	-16,3	319,4
7	27,8	11,3	-16,5	319,4
8	22,9	15,4	-18,8	320,8
9	23,7	13,1	-14,8	318,5

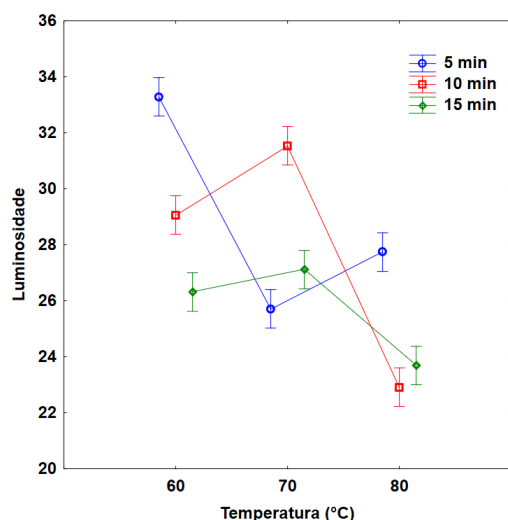


Figura 6. Gráfico de interação para luminosidade dos extratos aquosos de *Clitoria ternatea*.

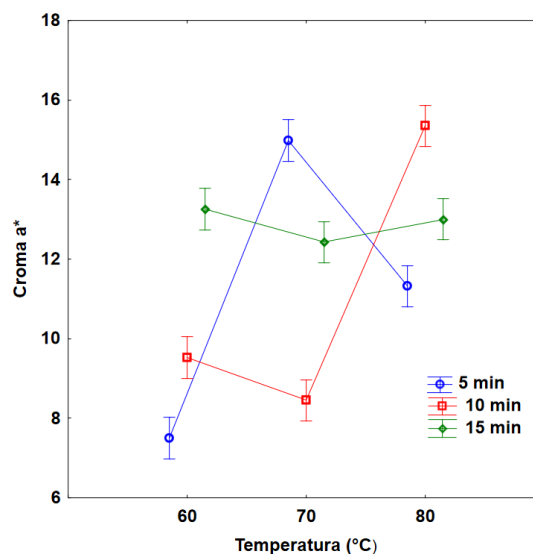


Figura 7. Gráfico de interação para Cromo a* dos extratos aquosos de *Clitoria ternatea*.

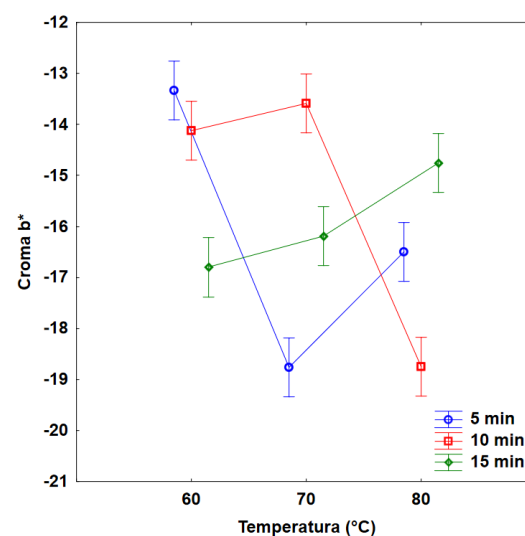


Figura 8. Gráfico de interação para Cromo b* dos extratos aquosos de *Clitoria ternatea*.

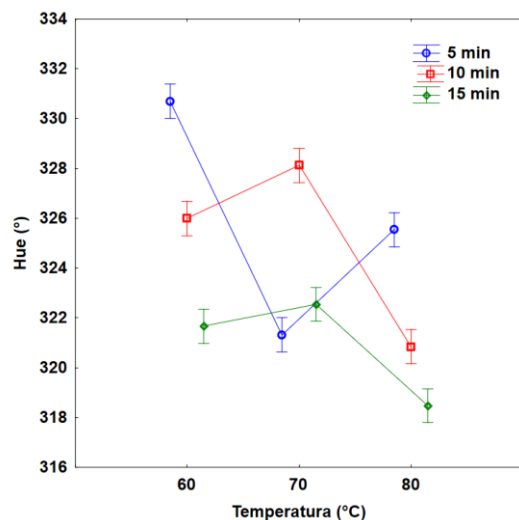


Figura 9. Gráfico de interação para ângulo Hue dos extratos aquosos de *Clitoria ternatea*.

Os gráficos de interação apresentados mostram um cruzamento de linhas, o que comprova que o efeito da temperatura muda completamente dependendo do tempo utilizado de extração.

A luminosidade L^* (Figura 6) mede o quão claro ou escuro é o extrato. No tempo mais curto (5min), a luminosidade cai quando a temperatura sobe de 60 para 70°C, mas volta a subir para 80°C. No tempo intermediário, ocorre o inverso, a luminosidade sobe a 70°C e atinge o menor valor de todos a 80°C. Enquanto no tempo de 15 min, o comportamento é quase estável, tendendo a diminuir a 80°C. Portanto, pode-se observar que apesar da temperatura de extração a 80°C não tenha apresentado diferença significativa na luminosidade entre os tempos de 10 e 15 min, verifica-se de modo geral a redução da luminosidade.

Valores menores de luminosidade indicam um extrato mais escuro, associado a uma maior concentração de sólidos e pigmentos extraídos. A forte queda de L^* a 70 °C/5 min e a 80 °C/10 min reflete os momentos de máxima eficiência de extração cinética. No entanto, o aumento de L^* a 80 °C/5 min sugere que um choque térmico inicial muito rápido em tempo curto pode limitar a estabilização dos compostos na solução ou causar degradação precoce dos pigmentos mais expostos, deixando o extrato mais claro.

Para o Croma a^* (Figura 7), todos os valores são positivos. A curva de 5 min atinge um pico máximo a 70°C, enquanto a curva de 10 min atinge seu pico máximo a 80°C. No universo das antocianinas, valores positivos de a^* indicam transição para colorações avermelhadas/rósea. Como o pH natural da água destilada (6,8) com a *Clitoria* costuma manter o extrato azul (Abdullah, Lee, Hung, 2010), o aumento

de a^* pode refletir uma provável formação de chalconas e/ou produtos de degradação térmica que puxam a matriz para tons levemente amarelados (Margareta et al., 2025). No entanto, essas mudanças químicas podem ter ocorrido de forma sutil, pois não foram observadas visualmente nos extratos obtidos.

Também pode se observar que os picos de a^* coincidem com as quedas bruscas de luminosidade. Isso prova que o escurecimento do extrato nesses pontos específicos pode estar sendo acompanhado por uma alteração química na estrutura dos cromóforos. Também se observa que o tempo de 15 min obtém uma estabilidade do croma a^* não havendo diferença significativa ao nível de 5% ($p > 0,05$).

Com relação ao Croma b^* na Figura 8, todos os valores são negativos, o que era esperado para estes extratos. No tempo de 5 min atinge o ponto mais negativo a 70°C. Enquanto em 10 min atinge o ponto mais negativo a 80°C. E no tempo de 15 min mostra uma tendência linear oposta pois o pigmento enfraquece levemente conforme a temperatura aumenta.

Em se tratando da *Clitoria ternatea* que é azulada, quanto mais negativo, mais intenso e puro é o azul. E a interação mostra que para obter o azul máximo, deve-se trabalhar ou a 70°C por 5 min ou 80°C por 10 min. O comportamento da curva de 15 min confirma de forma definitiva a discussão anterior sobre o Tempo Quadrático do Pareto. Em tempos longos (15 min), o aumento da temperatura pode destruir o pigmento azul (fazendo o b^* subir em direção ao amarelo), comprovando a degradação térmica das antocianinas por excesso de exposição ao binômio tempo/calor.

Para os resultados do ângulo Hue (Figura 9), observa-se que os valores variaram entre aproximadamente 318° e 330,7° (Tabela 3). Na região do círculo cromático, ângulos próximos a 270° representam o azul puro, enquanto valores entre 320° e 330° correspondem a tonalidade azul-violeta ou púrpura. De modo geral, os resultados indicam que as condições de extração influenciaram a tonalidade do extrato, promovendo deslocamentos entre regiões mais azuladas e mais púrpuras do espectro da cor. Observa-se ainda comportamento semelhante ao verificado para a luminosidade, sugerindo que as condições de temperatura e tempo que afetam a aparência visual do extrato também podem influenciar sua tonalidade, embora essa relação não possa ser confirmada apenas pela análise colorimétrica.

A Figura 9 também evidencia uma interação significativa entre temperatura e tempo de processamento. A condição de 60°C por 5 min apresentou o maior valor de Hue (330,7°), correspondendo à tonalidade mais próxima do púrpura entre os tratamentos avaliados. Em contrapartida, a



condição de 80°C por 15 min apresentou o menor valor Hue (318,5°), indicando deslocamento da coloração para a região azul. Esse comportamento sugere que a combinação entre temperatura e tempo influencia o equilíbrio estrutural dos pigmentos extraídos e, conseqüentemente, a tonalidade observada.

Segundo Alappat e Alappat (2020), em valores de pH próximos à neutralidade predominam as formas quinoidais das antocianinas, responsáveis pela expressão de tonalidades azuladas. No caso da *Clitoria ternatea*, a presença de antocianinas poliaciladas, conhecidas como ternatinas, contribui para a elevada estabilidade da coloração azul em comparação a outras fontes naturais de antocianinas. Dessa forma, a redução dos valores de Hue observada principalmente nas condições de 80°C pode estar associada à maior predominância dessas formas moleculares responsáveis pela tonalidade azul.

De forma geral, o aumento da temperatura para 80°C promoveu redução do ângulo Hue ns tempos de 10 e 15 min, indicando deslocamento da cor para a região azul do espectro cromático. Entretanto, a resposta não foi linear para todos os tempos avaliados, evidenciando que o efeito da temperatura depende do tempo de exposição. Esse comportamento está de acordo com a interação significativa observada entre os fatores experimentais. Além disso, os resultados de Hue corroboram aqueles obtidos para o croma b*, uma vez que a condição de 80°C por 10 min apresentou os valores mais associados à pigmentação azulada.

Embora temperaturas elevadas possam promover alterações estruturais e degradação de antocianinas em determinados sistemas, o tempo de exposição empregado neste estudo foi relativamente curto quando comparado ao relatado por Margareta et al. (2025). Além disso, o pH do extrato permaneceu próximo da neutralidade, condição reconhecida por favorecer a estabilidade das ternatinas presentes na *Clitoria ternatea*.

Considerando conjuntamente os resultados dos parâmetros de cor, pode-se inferir que a condição de extração mais adequada depende da aplicação pretendida para o extrato. Para aplicações em que a tonalidade azul é desejável, como no desenvolvimento de corantes naturais para alimentos, as condições de 80 °C associadas a 10 ou 15 min de extração mostraram-se mais favoráveis, por promoverem menores valores de Hue e, conseqüentemente, coloração mais azulada. Além do potencial tecnológico relacionado à pigmentação, essas condições também podem favorecer a obtenção de extratos ricos em compostos bioativos, como flavonoides e antocianinas, ampliando suas possibilidades de aplicação como ingrediente funcional.

CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram que a extração aquosa por agitação mecânica é uma alternativa viável para obtenção de compostos bioativos de *Clitoria ternatea*, sendo as condições de 80°C e 10 min as mais adequadas para equilibrar rendimento, teor de antocianinas, flavonoides e cor azulada dos extratos.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Universidade Estadual de Maringá (UEM) pelo suporte técnico e pela infraestrutura laboratorial que viabilizou a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Abdullah, R., Lee, P. M., & Lee, K. H. (2010, December). Multiple color and pH stability of floral anthocyanin extract: *Clitoria ternatea*. In 2010 International Conference on Science and Social Research (CSSR 2010) (pp. 254-258). IEEE.
- Alappat, B., Alappat, J., 2020. Anthocyanin pigments: beyond aesthetics. *Molecules*.
- Allothman, M.; Bhat, R.; Karim, A. A. Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. *Food Chemistry*, v. 115, n. 3, p. 785–788, 2009.
- Asuero, A. G.; Moretto, L. D. Antocianinas e Ciências Farmacêuticas. *Revista UpPharma*, p. 38-41, 2021.
- Barros, g. L.; Silva, F. T. S.; Teixeira, R. S.; Wagner, J. G.; Rombaldi, C. V.; Vizzotto, M.; Ubeyitogullari, A.; Nora, L. Anthocyanin extraction methods: synthesis of morpho-anatomical knowledge for decisionmaking based on decision-tree. *International Journal of Food Properties*, v. 27, n. 1, p. 1315-1346, 2024.
- Embrapa; Sebrae. Catálogo Digital Embrapa Sebrae: Plantas alimentícias não convencionais (PANCs). Brasília, DF: Embrapa; Sebrae, 2019.
- Francis, F. J. A new group of food colorants. *Trends in Food Science and Technology*. Cambridge, v. 3, p. 27-30, 1992.
- Fu, Y.; Liu, W.; Soladoye, O.P. Towards innovative food processing of flavonoid compounds: Insights into stability and bioactivity. *LWT – Food Science and Technology*, v. 150, p. 111968, 2021.
- Jeyaraj, E. J.; Lim, Y. Y.; Choo, W. S. Extraction methods of butterfly pea (*Clitoria ternatea*) flower and biological activities of its phytochemicals. *J. Food Sci Technol* 58 (6), 2054-20+7, 2021.



- Lima, M. M.; Da Cruz, W. P.; Ranke, B. S.; Moraes, R. P.; Coutinho, R. M. P. Efeito da concentração do solvente na capacidade de extração de pigmentos antocianinas. *Enciclopédia Bioesfera*, v. 17, n. 34, p. 197-204, 2020.
- Lee J.; Durst R.W.; Wrolstad R.E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, 2005.
- Ludin, N.A.; Al-Alwani, M. A. M.; Mohamad, A. B.; Kadhum, A. A. H.; Hamid, N. H.; Ibrahim, M. A., Teridi, M. A. M.; Al-Hakeem, T. M. A.; Mukhlus, A.; Sopian, K. Utilization of natural dyes from *Zingiber officinale* leaves and *Clitoria ternatea* flowers to prepare new photosensitisers for dye-sensitised solar cells. *International Journal of Electrochemical Science*, v. 13, n. 8, p. 7451-7465, 2018.
- Margareta, M.; Hariyadi, P.; Suyatma, N. E.; Marpaung, A. M. 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, p. 01002, 2025.
- Oliveira, V. A. F.; Schipfer, C. W. T.; Gomes, E. S.; Resende, F. R.; Friedrichsen, J. S. A.; Castro, F. F.; Frigo, G.; Junior, M. M. *Clitoria ternatea*: compostos bioativos e seu potencial para elaboração de bebidas funcionais. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, v. 22, n. 7, p. 1-22, 2024.
- Park, C. Y.; Lee, K. Y.; Gul, K.; Rahman, M. S.; Kim, A. N.; Chun, J.; Kim, H. J.; Choi, S. G. Phenolics and antioxidant activity of aqueous turmeric extracts as affected by heating temperature and time. *LWT – Food Scienc and Technology*, v. 105, p. 149–155, 2019.
- Shiau, S.-Y.; Wang, Y.; Yu, Y.; Cai, S.; Liu, Q. Phytochemical, antioxidant activity, and thermal stability of *Clitoria ternatea* flower extracts. *Czech Journal of Food Sciences*, v. 42, n. 4, p. 284-294, 2024.
- Singleton, V.L.; Rossi, J.A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, v. 16, n. 3, p. 144–158, 1965.
- Souza L.D.Z.S.; da Fonseca, S.R.A.V.; Ferrari A.; Felipe, D.F. β -ecdison content and antioxidant capacity in different organs of Brazilian ginseng. *Ciência Rural*, v. 51, n. 5, p. e20200618, 2021.
- 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. 322-327, 2018.
- Vidana Gamage, G. C.; Lim, Y. Y.; Choo, W. S. Anthocyanins From *Clitoria ternatea* Flower: Biosynthesis, Extraction, Stability, Antioxidant Activity, and Applications. *Frontiers in Plant Science*, v. 12, 792303, p. 1-19, 2021.
- Taufan, D. Q.; Lubis, Y. M.; Arpi, N.; Haryani, S.; Hafizah, Y.; Supardan, M. D. Effects of solvent type and solid to solvent ratio in a butterfly pea (*Clitoria ternatea*) maceration process. *IOP Conf. series: Earth and Environmental Science*, v. 1290, e. 012014, 2024.
- Thaipong, K.; Boonprakob, U.; Crosby K.; Cisneros-Zevallos L.; Hawkins Byrne D. 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.