

## CAFEÍNA E ÁCIDO BENZÓICO EM CHÁS: UM ESTUDO COMPARATIVO DE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO POR UV-VIS

Pedro Henrique Ferreira Mendes<sup>1</sup>, Laura da Silva Rocha<sup>2</sup>, Anaildes Lago de Carvalho<sup>3</sup>, Douglas Gonçalves da Silva<sup>4</sup>, Bruno Oliveira Moreira<sup>5</sup>

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo quantificar e comparar os teores de cafeína e ácido benzoico em diferentes amostras de chás comercializados em Vitória da Conquista – BA, utilizando dois métodos de extração: infusão em água e extração com diclorometano, seguidos de análise por espectrofotometria na região do UV-Vis. Foram analisadas amostras de diversas marcas e sabores, incluindo chás preto, verde, de ervas e mistos, todas preparadas conforme as instruções dos fabricantes e analisadas em triplicata. Soluções padrão de cafeína e ácido benzoico foram utilizadas para a construção das curvas analíticas, com leituras realizadas nos comprimentos de onda de 273 nm (cafeína) e 233 nm (ácido benzoico). Os resultados revelaram variações significativas nos teores das substâncias, tanto entre as amostras quanto entre os métodos de extração. As maiores concentrações de cafeína foram observadas nos chás verde e preto, com destaque para chá verde das marcas F e B, que apresentaram valores de até 47,28 mg/g. Em contraste, os chás de ervas, como camomila, capim-cidreira e erva-doce, apresentaram teores reduzidos, inferiores a 5,5 mg/g ou ausência da substância. Para o ácido benzoico, os valores variaram de 0,29 mg/g a 20,84 mg/g, sendo os maiores teores encontrados nos chás verdes. A comparação entre os métodos de extração demonstrou que ambos foram eficazes na quantificação dos analitos, apresentando resultados comparáveis na maioria das amostras. Entretanto, em casos pontuais, como no chá preto, observou-se diferença estatisticamente significativa, indicando maior extração de cafeína pelo método com água. Os resultados evidenciam a influência tanto do tipo de chá quanto da metodologia analítica na concentração final dos compostos analisados, reforçando a importância da escolha adequada do solvente em estudos de quantificação.

**PALAVRAS-CHAVE:** ácido benzoico, cafeína, chás industrializados, métodos de extração.

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus Vitória da Conquista, BA. E-mail: [peufmendes@gmail.com](mailto:peufmendes@gmail.com)

<sup>2</sup> Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus Vitória da Conquista, BA. E-mail: [lauraengflorestal@gmail.com](mailto:lauraengflorestal@gmail.com).

<sup>3</sup> Professora do Departamento de Ciências Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus Vitória da Conquista, BA. E-mail: [anaildes.carvalho@uesb.edu.br](mailto:anaildes.carvalho@uesb.edu.br).

<sup>4</sup> Professor do Departamento de Ciências Naturais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, campus Vitória da Conquista, BA. E-mail: [douglas.goncalves@uesb.edu.br](mailto:douglas.goncalves@uesb.edu.br).

<sup>5</sup> Professor do Núcleo de Ciências Naturais e Biodiversidade, Universidade Federal da Bahia, campus Vitória da Conquista, BA. E-mail: [bomoreira@gmail.com](mailto:bomoreira@gmail.com)

## CAFFEINE AND BENZOIC ACID IN TEAS: A COMPARATIVE STUDY OF UV-VIS EXTRACTION AND QUANTIFICATION METHODS

### ABSTRACT

This study aimed to quantify and compare the levels of caffeine and benzoic acid in different samples of teas commercialized in Vitória da Conquista – BA, using two extraction methods: aqueous infusion and dichloromethane extraction, followed by analysis UV-Vis spectrophotometry. Samples from various brands and flavors were analyzed, including black, green, herbal, and blended teas. All infusions were prepared according to the manufacturers' instructions and analyzed in triplicate. Standard solutions of caffeine and benzoic acid were used to construct calibration curves, with readings taken at wavelengths of 273 nm (caffeine) and 233 nm (benzoic acid). The results revealed significant variations in the levels of both compounds, depending on the sample and the extraction method. The highest caffeine concentrations were observed in green and black teas, with emphasis on the green teas from brands F and B, which showed values of up to 47.28 mg/g. In contrast, herbal teas such as chamomile, lemongrass, and fennel showed reduced levels, below 5.5 mg/g, or no detectable caffeine. For benzoic acid, concentrations ranged from 0.29 mg/g to 20.84 mg/g, with the highest levels observed in green teas. Comparison between the extraction methods demonstrated that both were effective in quantifying the analytes, showing comparable results for most samples. However, in specific cases, such as black tea, statistically significant differences were observed, indicating greater caffeine extraction with the aqueous method. The results highlight the influence of both tea type and analytical methodology on the final concentration of the compounds, emphasizing the importance of selecting an appropriate solvent in quantitative studies.

**KEYWORDS:** Benzoic acid, caffeine, Industrialized teas, extraction methods;

### INTRODUÇÃO

O chá é a segunda bebida mais consumida no mundo, e diversos estudos têm destacado seus benefícios à saúde, incluindo propriedades antioxidantes, ação antialérgica, antimicrobiana e efeito preventivo contra a arteriosclerose (ZHAO et al., 2014). A cafeína é o principal alcaloide presente no chá, com concentração variando entre 3,0 e 4,0%. Essa substância estimula o coração, o sistema nervoso central e o sistema respiratório quando ingerida em pequenas doses. Além disso, reduz a percepção de esforço, combate a sonolência e aumenta o estado de alerta por meio da estimulação do sistema nervoso central (RAHIM et al., 2014).

O ácido benzoico é um dos conservantes mais utilizados e regulamentados pela legislação brasileira para bebidas, incluindo chás, devido ao seu baixo custo, alta eficiência e capacidade de inibir microrganismos patogênicos (INMETRO, 2015).

A ingestão excessiva dessas substâncias pode causar toxicidade aguda ou crônica. O ácido benzoico pode provocar danos ao intestino, fígado, baço e pulmões

(MAO et al., 2019), enquanto a cafeína está associada a efeitos adversos nos sistemas cardiovascular e nervoso (ANDRADE et al., 2023).

De acordo com a Instrução Normativa nº 211, de 1º de março de 2023, da ANVISA, a concentração máxima permitida de ácido benzoico e seus sais em bebidas não deve ultrapassar 0,1 g/100 mL. Já o limite máximo de cafeína é regulamentado pela Resolução RDC nº 273, de 22 de setembro de 2005, que estabelece o valor de 0,035 g/100 mL.

O presente trabalho teve como objetivo quantificar e comparar os teores de ácido benzoico e cafeína em diferentes amostras de chás e refrigerantes comercializados em Vitória da Conquista – BA, utilizando os procedimentos de extração com água e diclorometano, seguidos de análise por espectrofotometria na região do UV-Vis, além de verificar a conformidade dos produtos com a legislação vigente.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram adquiridas amostras de chás de diferentes marcas e sabores em supermercados de Vitória da Conquista – BA. As análises foram realizadas por dois métodos de extração: com água e com diclorometano, seguidas de leitura em espectrofotômetro UV-Vis (WPA Bioware II+ UV/Visible Life Science).

Inicialmente, os sachês e os béqueres vazios foram pesados, e as infusões preparadas conforme as instruções dos fabricantes: foram utilizados 240 mL ou 200 mL de água ultrapura, dependendo da marca. Os béqueres com água foram aquecidos em chapa a 200 °C até o início da ebulição, quando os sachês foram adicionados, mantendo-se em repouso por 5 minutos. Após esse tempo, os sachês foram removidos e os béqueres retornaram à chapa até a ebulição completa. Em seguida, foram levados ao dessecador para resfriamento total, e os resíduos secos foram pesados.

Posteriormente, foram adicionados 3,6 mL de metanol para solubilização dos extratos. A solução preparada foi submetida a 15 minutos de banho ultrassônico e em seguida foi centrifugada por 15 minutos. A leitura espectrofotométrica foi realizada nos comprimentos de onda de 233 nm (ácido benzoico) e 273 nm (cafeína).

Para a extração com diclorometano, 100 µL de cada infusão foi misturado a 3,6 mL de diclorometano e completado com água Milli-Q até 10 mL. Para a análise do ácido benzoico, adicionou-se ainda 1 mL de HCl (0,01 mol/L). As amostras foram agitadas em shaker, submetidas a banho ultrassônico e separadas por fases, sendo a fase orgânica analisada por espectrofotometria UV-Vis.

As soluções padrão foram preparadas em metanol (para o método com água) e em água Milli-Q (para o método com diclorometano), com concentrações conhecidas

de cafeína e ácido benzoico. A partir delas, foram construídas curvas analíticas para a quantificação das amostras. Todas as análises foram realizadas em triplicata, e os resultados expressos em mg/g de amostra.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2 demonstram que a concentração de cafeína variou amplamente entre as amostras analisadas, tanto na extração com diclorometano quanto com água. As maiores concentrações foram observadas nos chás verde e preto, com destaque para chá Verde marca F (35,91 mg/g no diclorometano e 33,65 mg/g na água) e Preto marca B (35,55 mg/g no diclorometano e 47,28 mg/g na água). Esses resultados corroboram o fato de que esses tipos de chá são derivados da *Camellia sinensis*, planta naturalmente rica em cafeína. Em contraste, os chás de ervas, como camomila, capim-cidreira e erva-doce, apresentaram baixos teores de cafeína (entre 2,14 mg/g e 5,23 mg/g), confirmando a ausência natural dessa substância nessas espécies vegetais.

Quanto ao ácido benzoico, observou-se uma ampla variação entre as amostras. As maiores concentrações foram encontradas no chá Verde marca F (19,40 mg/g no diclorometano e 20,84 mg/g na água), enquanto os menores teores foram registrados nos chás preto e nas misturas contendo hibisco, com valores inferiores a 2,0 mg/g.

A comparação entre os métodos de extração indicou que ambos foram eficazes na quantificação dos analitos, apresentando resultados semelhantes na maioria das amostras. Pequenas variações observadas podem ser atribuídas às diferenças nas propriedades físico-químicas dos solventes e à afinidade dos compostos por cada meio.

Por exemplo, o chá Verde marca F apresentou valores próximos de cafeína nos dois métodos ( $35,91 \pm 0,71$  mg/g com diclorometano e  $33,65 \pm 0,70$  mg/g com água), assim como para o ácido benzoico ( $19,40 \pm 0,65$  mg/g e  $20,84 \pm 0,50$  mg/g, respectivamente). Já no chá Preto marca B, a concentração de cafeína foi significativamente maior com o método aquoso ( $47,28 \pm 1,65$  mg/g) em comparação ao orgânico ( $35,55 \pm 0,59$  mg/g), indicando uma possível maior eficiência da extração em água para este tipo de amostra.

A extração com água também mostrou desempenho comparável ou superior em outras amostras, o que é compatível com a solubilidade da cafeína e do ácido benzoico nesse meio. Embora o diclorometano seja tradicionalmente mais eficaz na extração de compostos orgânicos pouco polares, a natureza parcialmente

hidrossolúvel da cafeína justifica sua boa recuperação em meio aquoso. Assim, ambos os métodos demonstraram aplicabilidade analítica, sendo a escolha do solvente dependente das características específicas da amostra e dos compostos-alvo.

**TABELA 1:** Determinação de Cafeína e Ácido Benzoico utilizando a extração com diclorometano

Chá	Marca	Concentração de Cafeína mg/g	Concentração de Ácido Benzóico mg/g
Matte	A	10,24 ± 0,24	10,12 ± 0,98
Boldo	B	4,90 ± 0,20	10,00 ± 0,91
Boldo	A	3,78 ± 0,59	7,90 ± 0,23
Maçã e canela	A	8,08 ± 0,11	3,08 ± 0,12
Camomila	D	2,50 ± 0,12	
Camomila e maracujá	A		3,73 ± 0,11
Capim cidreira	B	3,39 ± 0,25	
Hortelã	B	3,81 ± 0,18	10,70 ± 0,33
Hortelã	C	3,07 ± 0,39	9,05 ± 0,52
Erva doce	C	2,14 ± 0,22	9,37 ± 0,50
Cítrico	D	5,22 ± 0,16	4,41 ± 0,36
Verde	F	35,91 ± 0,71	19,40 ± 0,65
Preto	B	35,55 ± 0,59	1,47 ± 0,09
Preto	D		17,00 ± 0,86
Abacaxi e hortelã	B	19,43 ± 0,23	
Cidreira/camomila/Maracujá	B	9,19 ± 0,12	3,57 ± 0,20
Hibisco/verde/canela/pimenta/morango/mirtilo	B	18,04 ± 2,26	1,14 ± 0,07
Erva-doce nacional/capim-cidreira/camomila	B	12,70 ± 0,34	10,10 ± 0,90

**TABELA 2:** Determinação de Cafeína e Ácido Benzoico utilizando a extração com água

Chá	Marca	Concentração de Cafeína mg/g	Concentração de Ácido Benzóico mg/g
Matte	A	9,55 ± 0,61	10,70 ± 0,17

Boldo	B	6,66 ± 0,52	9,84 ± 0,09
Boldo	A	3,78 ± 0,15	11,28 ± 0,35
Maçã e canela	A	7,29 ± 0,18	3,11 ± 0,11
Camomila	D	4,56 ± 0,13	
Camomila e maracujá	A		3,70 ± 0,18
Capim cidreira	B	3,38 ± 0,70	
Hortelã	B	4,13 ± 0,80	11,17 ± 0,36
Hortelã	C	5,23 ± 0,03	8,54 ± 0,39
Erva doce	C	3,29 ± 0,05	10,29 ± 0,49
Cítrico	D	4,04 ± 0,28	4,70 ± 0,11
Verde	F	33,65 ± 0,70	20,84 ± 0,50
Preto	B	47,28 ± 1,65	0,290 ± 0,005
Preto	D		16,44 ± 0,38
Abacaxi e hortelã	B	19,68 ± 0,13	
Cidreira/camomila/Maracujá	B	9,28 ± 0,32	3,08 ± 0,18
Hibisco/verde/canela/pimenta/ morango/mirtilo	B	19,35 ± 0,26	0,63 ± 0,17
Erva doce nacional/capim- cidreira/camomila	B	10,33 ± 0,48	7,10 ± 0,33

## CONCLUSÃO

A extração de cafeína e ácido benzoico utilizando água e diclorometano permitiu a quantificação dessas substâncias em diferentes amostras de chá. Observou-se que os chás verde e preto apresentaram os maiores teores de cafeína, enquanto os chás de ervas apresentaram concentrações significativamente menores ou ausentes. Em relação ao ácido benzoico, verificou-se variação entre marcas e sabores, com destaque para o chá verde, que apresentou os maiores valores. Todas as amostras analisadas apresentaram concentrações dentro dos limites estabelecidos pela ANVISA, não representando risco à saúde do consumidor.

## REFERÊNCIAS

[1] ANDRADE, J. dos S.; PEREIRA, W. C. da S.; SOUZA, J. M. T. de; ZAMA, J. H.; VIEIRA, R. J.; THOMÉ, G. Z.; RIGONE, P. D. G.; SILVA, I. C. P. da; VIEIRA, S. L. V. Efeitos da cafeína no organismo humano. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*, v. 27, n. 7, p. 3931–3946, 2023.

[2] Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro. Relatório Final do Ensaio de Proficiência em Sucos - 2ª Rodada Ácido Benzóico em Suco de Laranja. Programa de Ensaio de Proficiência do Inmetro. p. 1-17, 2015.

[3] MAO, X.; YANG, Q.; CHEN, D.; YU, B.; HE, J. Benzoic Acid Used as Food and Feed Additives Can Regulate Gut Functions. *BioMed Research International*. p. 1-6, 2019.

[4] RAHIM, A. A.; NOFRIZAL, S.; SAAD, B. Rapid tea catechins and caffeine determination by HPLC using microwave-assisted extraction and silica monolithic column. *Food Chemistry*, 147, p. 262–268, 2014.

[5] ZHAO, F.; LIN, H.; ZHANG, S.; LIN, Y.; YANG, J.; YE, N. Simultaneous Determination of Caffeine and Some Selected Polyphenols in Wuyi Rock Tea by High-Performance Liquid Chromatography. *J. Agric. Food Chem.* v. 62, p. 2772–2781, 2014.