

ESTUDO DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM CAFÉ

ALDA MARIA MACHADO BUENO OTOBONI¹; JOÃO VÍTOR BARBOSA¹; CLAUDIA DORTA¹;
RENATA BONINI PARDO¹; JULIANA AUDI GIANONNI¹

¹Fatec Marília - Tecnologia em Alimentos
alda.otoboni2@fatec.sp.gov.br

Study of Bioactive Compounds in Coffee

Eixo Tecnológico: *Produção Alimentícia*

Resumo

O uso de plantas para fins funcionais pode ser uma opção fácil e viável para a prevenção de doenças. Recentemente, é visível a movimentação da indústria das áreas de alimentos, cosméticos, medicina, nutrição e as terapias alternativas na busca de novas pesquisas que possibilitem o desenvolvimento e comercialização de produtos nutracêuticos e/ou ricos em compostos bioativos, entre eles os compostos fenólicos, que apresentam capacidades antioxidantes, anticancerígenas, cardioprotetoras, anti-inflamatórias, entre outras. Os cafés são fontes de compostos fenólicos, como os ácidos clorogênicos, entretanto, esses estão concentrados nos frutos verdes que naturalmente deixam sabor residual indesejado, pois se caracterizam por grande adstringência e amargor, e a fermentação controlada de seus frutos imaturos tem sido usada para eliminar esses nuances sensoriais. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo caracterizar, extrair e quantificar compostos bioativos em grãos de café torrado obtidos de frutos estágio cereja (70%) e verde (30%) fermentados (CVF) em comparação com os de origem cereja natural (CN). A metodologia envolveu a coleta e preparação dos cafés natural e fermentado, seguida pela extração de compostos fenólicos e as análises do teor do conteúdo de fenólicos e flavonoides totais, além da capacidade antioxidante das respectivas amostras. Os resultados indicaram um aumento nos teores de compostos fenólicos e flavonoides na variável CVF, entretanto, leve diminuição na capacidade antioxidante, sugerindo a entrada de maior quantidade de frutos imaturos no processo, para compensar possíveis perdas com a fermentação controlada dos cafés, feita para aprimorar suas características sensoriais.

Palavras-chave: *Antioxidante, Compostos Fenólicos, Fermentação, Nutracêutico.*

Abstract

The use of plants for functional purposes can be an easy and viable option for disease prevention. Recently, the food, cosmetics, medicine, nutrition and alternative therapy industries have been actively seeking new research that will enable the development and commercialization of nutraceutical products and/or products rich in bioactive compounds, including phenolic compounds, which have antioxidant, anticancer, cardioprotective and anti-inflammatory properties, among others. Coffees are sources of phenolic compounds, such as chlorogenic acids. However, these are concentrated in green fruits that naturally leave an undesirable aftertaste, as they are characterized by great astringency and bitterness. Controlled fermentation of immature fruits has been used to eliminate these sensory nuances. In this context, this study aimed to characterize, extract and quantify bioactive compounds in roasted coffee beans obtained from fermented cherry (70%) and green (30%) fruits (CVF) compared to those of natural cherry origin (CN). The methodology involved the collection and preparation of natural and fermented coffees, followed by the extraction of phenolic compounds and the analysis of the total phenolic and flavonoid content, in addition to the antioxidant capacity of the respective samples. The results indicated an increase in the levels of phenolic compounds and flavonoids in the CVF variable, however, a slight decrease in the antioxidant capacity, suggesting the entry of a greater quantity of immature fruits in the process, to compensate for possible losses with the controlled fermentation of the coffees, done to improve their sensory characteristics

Key-words: *Antioxidant, Phenolic Compounds, Fermentation, Nutraceuticals.*

1. Introdução

O uso de plantas para fins funcionais pode ser uma opção fácil e viável para a prevenção de doenças. Podem ser utilizadas no desenvolvimento de produtos processados e/ou diferenciados, nutricionalmente enriquecidos e, nos últimos anos, é visível a movimentação da indústria das áreas de alimentos, cosméticos, medicina, nutrição e das terapias alternativas na busca de novas

pesquisas que possibilitem o desenvolvimento e comercialização de produtos nutracêuticos e/ou ricos em compostos bioativos.

Estudos sobre a composição química e as atividades biológicas dos grãos e resíduos do café têm ganhado visibilidade, devido à sua relevância econômica e às características específicas relacionadas às bebidas de café e à saúde humana [1].

Nos últimos anos, o Brasil exportou café para 152 países, e os principais destinos foram os Estados Unidos e a Alemanha, que responderam por 15,4% e 13,9% das exportações em quantidade, respectivamente. Em seguida, a Itália representou 8,4%, depois a Bélgica com 6% e o Japão com 5,8%, totalizando US\$ 8,1 bilhões em valor [2].

O processamento do café envolve uma série de etapas distintas. Começa com a colheita, seguida pelo transporte para a área de processamento. Lá, os grãos são lavados para separar impurezas, passam pelo despulpamento para remover a polpa externa, em seguida pela desmucilagem através de fermentação. Após essas etapas, os grãos são secos e armazenados para preservar sua qualidade [3].

A fermentação desempenha um papel essencial no processamento dos grãos de café. Inicialmente, essa etapa tinha como principal objetivo a remoção da mucilagem e a aceleração do processo de secagem. No entanto, além das reações bioquímicas promovidas pelos micro-organismos durante a fermentação, diversas reações ocorrem também devido à atividade celular da própria semente, o que leva ao consumo e à produção de diferentes compostos [4].

Destaca-se também que os frutos de café podem ser processados de duas formas principais: pelo método seco (café natural) e pelo método úmido (descascado, desmucilado ou despulpado). No processamento seco, os frutos maduros são colhidos e, em seguida, secos. Já no método úmido, a polpa ou mucilagem do café é removida, podendo ser feito de forma mecânica, manual ou por fermentação, preservando as características originais de cada fruto [5].

A composição química dos grãos de café varia de acordo com as condições em que são produzidos e processados. O processo de torrefação do café é crucial para o desenvolvimento do seu aroma característico, gerando compostos voláteis e não voláteis. São ricos em compostos bioativos, sendo a cafeína o mais conhecido e estudado. Além disso, polifenóis como o ácido feruloilquínico, o ácido dicafeoilquínico e o ácido clorogênico estão presentes em quantidades significativas na bebida [6] [7] [8]. Os compostos fenólicos presentes na polpa de café incluem flavonóis, ácidos hidroxycinâmicos, flavonoides e antocianidinas, com o ácido 5-cafeoilquínico sendo o principal composto fenólico. Além disso, estão presentes menores quantidades de epicatequina, catequina e outros ácidos relacionados. A pele prateada do café, por sua vez, é rica em fibras dietéticas, proteínas, minerais e antioxidantes, destacando-se os ácidos clorogênicos e compostos relacionados, como o ácido 5-cafeoilquínico, ácido 4-cafeoilquínico, entre outros [9].

Vários estudos descrevem que os compostos bioativos do café verde são parcialmente perdidos no processo de torra, e que os grãos de café comercializados no mercado internacional, como café verde, geram muitos subprodutos durante o processamento industrial. Assim, os compostos de café verde podem ser usados como suplementos dietéticos, produtos farmacêuticos, cosméticos, fontes de oxidantes, funções imunomoduladoras, fotoprotetoras, além de outros benefícios para a saúde humana [10] [11][12].

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo caracterizar, extrair e quantificar compostos bioativos em duas amostras de café, sendo um natural e a outro fermentado, verificando a influência da fermentação nestes compostos que podem trazer benefícios para a saúde humana.

2. Materiais e métodos

2.1. Materiais

A amostra utilizada no presente estudo foi composta por grãos de café da espécie *Coffea arabica*, da variedade Icatu Amarelo. Os grãos foram colhidos em 2023 na Fazenda Nascente, localizada em Garça, interior do Estado de São Paulo, com Coordenadas Geográficas: Latitude 22° 12' 38" S e Longitude 49° 39' 22" W, e a altitude igual a 683 m.

A amostra fermentada analisada foi obtida do processo anaeróbico, realizado em bombonas plásticas de polietileno de alta densidade, com capacidade de 80 L, por 72 horas, com a mistura de 30% do fruto verde e 70% de maduro. Durante o processo, não foram adicionados inoculantes ou outros substratos, permitindo a ação exclusiva da microbiota natural presente nos grãos. Após à fermentação os grãos foram secos em terreiros suspensos como ilustra a Figura 3, durante 15 dias, até atingir umidade próxima de 12%.

2.2. Metodologia

Pré tratamento

As amostras selecionadas foram moídas e após desengorduradas com n-hexano (1:10) à temperatura ambiente e na sequência o solvente foi evaporado até obtenção de um extrato seco.

Extração e Concentração

A extração dos compostos fenólicos foi realizada com etanol. O extrato seco foi adicionado ao solvente e mantido em temperatura ambiente sob agitação constante por 3 dias. Na sequência, centrifugado a 20000 rpm por 15 min e o sobrenadante filtrado em papel de filtro e reservado para as análises de capacidade antioxidante, conteúdo de fenólicos totais e conteúdo de flavonoides totais.

Análises de Compostos Bioativos

Conteúdo de Fenólicos Totais

A determinação de fenólicos totais foi realizada por colorimetria, de acordo com método espectrofotométrico de Folin Ciocalteu, com leitura em Espectrofotômetro UV/Vis a 760 nm. A concentração de compostos fenólicos foi determinada a partir de uma curva padrão de ácido gálico e os resultados expressos em microgramas de equivalentes de ácido gálico (ugGAE)/mL de extrato [13].

Conteúdo de Flavonoides Totais

O teor de flavonóides foi determinado através de reações da amostra com nitrito de sódio (NaNO_2), cloreto de alumínio (AlCl_3) e hidróxido de sódio (NaOH). A quantificação de flavonoides totais da amostra foi obtida por meio de curva padrão preparada com catequina e expressa como equivalente de catequina. O resultado foi expresso em (ug de equivalente de catequina/mL da amostra) [14].

Capacidade Antioxidante

O ensaio foi realizado através da capacidade sequestradora do radical DPPH (2,2 -difetil-1 picrilhidrazil) [15]. A leitura da absorbância foi medida a 517 nm e a atividade antioxidante foi expressa de acordo com a equação descrita abaixo [16]:

$$\left(\frac{(Abs_{amostra} - Abs_{branco}) \times 100}{Abs_{controle}} \right)$$

Todas as análises foram feitas em triplicata e conduzidas no Laboratório de Análises Físicas e Químicas da Fatec Marília.

3. Resultados e Discussão

A Tab. 1 apresenta os resultados das propriedades bioativas analisadas nos cafés natural e fermentado, compostos fenólicos, flavonoides totais e atividade antioxidante.

Tabela 1 – Resultados para bioativos analisados em cafés natural e fermentado.

Parâmetros	Café Natural	Café Fermentado	Variação (%)
Compostos Fenólicos (µg/mL)	32,82	51,32	+56,3
Flavonoides Totais (µg/mL)	42,73	43,96	+2,9
Atividade Antioxidante (%)	93,67	91,84	-1,95

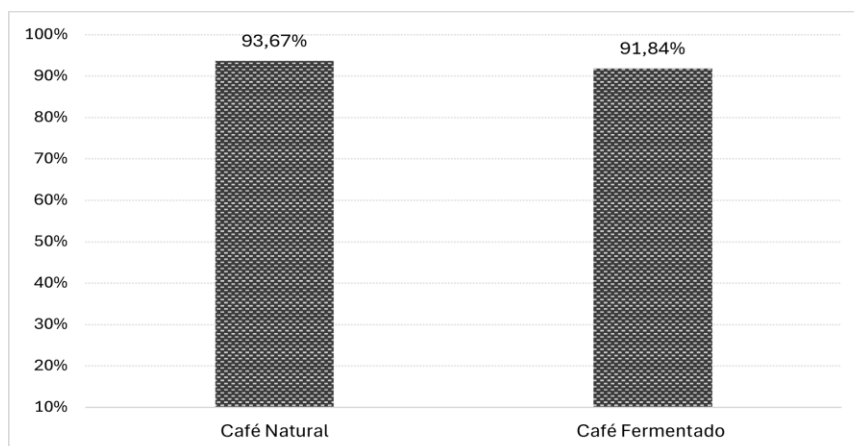
Fonte: (Autores, 2024)

Os resultados obtidos demonstraram um aumento sutil de 2,9 % no teor de flavonóides na variável amostral CVF. Estudos com fermentação de café 100% verde, com 28 dias de processo usando Kombuchá como cultura iniciadora, verificaram teores de 156,84 mg/g no café verde natural e 66,53 mg/g após 28 dias de fermentação com kombucha, ou seja, uma redução 57,6%, mostrando que o excesso de fermentação pode levar à diminuição desses compostos fenólicos [17]. Nesse sentido, a maior entrada no processo de cafés estádios verdes e uma fermentação não prolongada poderiam chegar num equilíbrio bioativo x qualidade sensorial [18][19][20].

Os resultados apresentados para compostos fenólicos revelaram um aumento de 56%, com os valores de 0,055 g GAE/100g no café natural para 0,086 g GAE/100g no café fermentado. Esse incremento pode vir da entrada de frutos verdes e/ ou até mesmo a quebra de polímeros fenólicos complexos e sua liberação para o meio durante o processo fermentativo, como sugerido por estudos [5][4][21]. Contudo, ao comparar esses valores com outro trabalho, observa-se teores muito mais elevados no café verde (630,05 mg GAE/g), com redução para 392,56 mg GAE/g após fermentação de 28 dias (redução de 37,7%) [17]. Essa diferença pode ser explicada pelas diferentes técnicas de análise empregadas nos trabalhos, bem como o tipo de fermentação utilizado, sendo que a fermentação prolongada empregada no outro estudo, pode ter degradado compostos fenólicos instáveis, enquanto a fermentação mais curta deste estudo preservou os mesmos. Vale destacar também a variedade do café utilizada no experimento.

A avaliação da capacidade antioxidante das amostras foi realizada pelo método do radical ABTS. A Fig. 1 demonstra os percentuais de atividade sequestrante de radicais livres para as amostras de café natural e fermentado.

Fig 1 - Atividade sequestrante de radicais livres de amostra de café.



Fonte: (Autores, 2024).

Os resultados para a capacidade antioxidante mostram uma redução leve após a fermentação, com valores de 93,67% no café natural e 91,84% no fermentado. Essa diferença pode ser explicada pela preservação de compostos fenólicos e flavonoides mais estáveis na ausência de um processo fermentativo. Alguns autores observaram uma redução mais acentuada na capacidade antioxidante após fermentação mais longa de frutos 100% imaturos, embora os valores tenham permanecido elevados, devido a maior entrada de fenólicos [17].

De modo geral, os resultados desta pesquisa sugerem que o processo fermentativo impacta os compostos bioativos do café de maneira significativa. O presente estudo demonstrou que fermentações de curto prazo podem preservar compostos bioativos, enquanto fermentações mais longas podem favorecer a degradação de antioxidantes instáveis e a formação de novos metabólitos.

Observou-se também que a duração da fermentação, processos escolhidos e os métodos analíticos de análise de compostos bioativos empregados, desempenham papéis cruciais nas alterações observadas neste e em outros estudos [22].

4. Considerações finais

Este trabalho mostrou que a inclusão de frutos imaturos no processo do café pode influenciar seus compostos bioativos, promovendo um aumento nos teores de compostos fenólicos e flavonoides, entretanto, a fermentação controlada desses pode diminuir a capacidade antioxidante.

As diferenças observadas neste estudo ressaltam a influência de fatores como o tempo de fermentação, o tipo de processo utilizado e as técnicas analíticas empregadas. Os achados reforçam a viabilidade de utilizar a fermentação como ferramenta para agregar valor sensorial ao café, indicando que ajustes nas condições do processo e métodos mais sensíveis podem maximizar o aproveitamento de seus benefícios bioativos.

Estudos futuros devem ser realizados para otimizar o processo e aprimorar as fermentações no sentido dessas preservarem os efeitos antioxidantes naturais do café e ainda potencializarem seus nuances sensoriais.

Agradecimentos

Aos professores da Fatec-Marília: Profa Dra.Elke Shigematsu, Profa Dra Marie Oshiiwa e Prof. Dr. Paulo Sérgio Marinelli; à Fazenda Nascente-Garça-SP; à Fatec-Pompeia e ao Centro Paula Souza, pelo apoio, sugestões e contribuições para esta pesquisa.

Referências

- [1] GARCÍA, L. R. P. Avaliação da influência da fermentação fúngica em estado sólido na obtenção de compostos fenólicos a partir de resíduos de café. 2015. **Tese** (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto.
- [2] CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café**. Brasília, DF, v.11, n. 1 primeiro levantamento, janeiro 2024.
- [3] MENEGHELLI, L. A. M. et al. Produção De Mudanças De Café Arábica Em Substrato Composto Por Resíduo Da Secagem Dos Grãos. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 381 - 388, Jul. /Set. 2017.
- [4] BRAGA, A. V. U. Estudo da fermentação anaeróbia induzida em café. 2022. **Tese** (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2022.
- [5] ALVES, E. A. et al. Efeito da fermentação na qualidade da bebida de robustas amazônicas. **Revista Internacional de Café**, v. 6, n. 3, p. 159-170, 2020.
- [6] ABRAHÃO, S. A. et al. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 414-420, 2010.
- [7] BOLKA, M.; EMIRE, S. Efeitos de tecnologias de torrefação de café na qualidade da xícara e compostos bioativos de grãos de café especial. **Ciência dos Alimentos e Nutrição**, v. 8, n. 11, p. 6120-6130, 2020.
- [8] FEBRIANTO, N. A.; ZHU, F. Coffee bean processing: Emerging methods and their effects on chemical, biological and sensory properties. **Food Chemistry**, v. 412, n. 135489, p. 135489, 2023.
- [9] SANTOS, A. L. dos. Recuperação de compostos bioativos do resíduo do processamento do café (silverskin): otimização do processo de extração; caracterização química, capacidade antioxidante e toxicidade dos extratos. **Tese** (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- [10] IRIONDO-DEHOND, A. et al. Validation of coffee by-products as novel food ingredients. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 51, p. 194-204, 2019.
- [11] PEREIRA, G. V. de M. et al. Chemical composition and health properties of coffee and coffee by-products. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 91, p. 65–96, 2020.
- [12] BOSSO, H. et al. Green coffee: economic relevance and a systematic review of the effects on human health, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 63, n. 3, p.394-410, 2021.
- [13] SINGLETON, V. L.; ROSSI J. A., Jr. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **Am. J. Enol. Vitic.**, 16: 144-158.
- [14] ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemistry**, v. 64, p. 555-559, 1999.
- [15] BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- [16] MENSOR L. L. et al. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytother Res**, v.15: p.127-130, 2001.
- [17] ZOFIA, Niziol-Lukaszewska et al. Effect of fermentation time on antioxidant and anti-ageing properties of green coffee kombucha ferments. **Molecules**, v. 25, n. 22, p. 5394, 2020.
- [18] BORÉM, F.M., et al. Influence of Fermentation Time and Inoculation of Starter Culture on the Chemical Composition of Fermented Natural Coffee Followed by Depulping. **Anais Acad Bras Cienc**.2024; 96 (Suppl 1): e20240083. DOI: 10.1590/0001-3765202420240083. PMID: 39258700.

Anais da VIII Mostra de Docentes em RJ

- [19] ARANCIBIA-DÍAZ, A. Increased antioxidant capacity and release yield of chlorogenic acids and derivatives by solid-state fermentation of ground coffee under controlled aeration and hydration conditions. **Food Chemistry**, 2025, v.479, 143744.
- [20] KIM, H. et al. Utilizing kombucha culture for coffee fermentation and biochemical characteristic analysis. **Current Research in Food Science**. 2025, v. 10, 100996.
- [21] PARQUE, S.W., et al. Inoculation of starter cultures in dry processing enhanced the contents of bioactive compounds and sensory characteristics of Arabica coffee (*Coffea arabica* L.). **Food Chemistry**, 2025, v.475, 143226.
- [22] BASTIAN, F. et al. From Plantation to Cup: Changes in Bioactive Compounds during Coffee Processing. **Foods**. 2021, v.10, n. 11, 2827. <https://doi.org/10.3390/foods10112827>