

**INFLUÊNCIA DE ADITIVOS NATURAIS DO MARACUJÁ NA QUALIDADE
DO CAFÉ *Coffea arabica*.
“INFLUENCE OF NATURAL PASSION FRUIT ADDITIVES ON THE
QUALITY OF *Coffea arabica*”**

**José Rodrigo dos Santos Júnior¹, Paula Rachel Rabelo Correa², Polyana Placedino
Andrade³**

¹Centro Universitario do Sul de Minas – Unis-MG., Varginha, Minas Gerais,
jose.junior10@alunos.unis.edu.br:

² Centro Universitario do Sul de Minas – Unis-MG., Varginha, Minas Gerais,
paula.basilio@professor.unis.edu.br

³ Centro Universitario do Sul de Minas – Unis-MG., Varginha, Minas Gerais,
polyana.andrade@unis.edu.br

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa posição de destaque na cafeicultura mundial, sendo responsável por cerca de um terço da produção global, com predomínio da espécie *Coffea arabica* (Conab, 2024). A consolidação do país como principal produtor está associada à diversidade de condições edafoclimáticas e ao investimento em tecnologia e inovação ao longo da cadeia produtiva.

Nos últimos anos, o mercado de cafés especiais tem crescido de forma expressiva, impulsionado por consumidores mais exigentes, que valorizam rastreabilidade, sustentabilidade e qualidade sensorial diferenciada (BSCA, 2023). Esses cafés podem atingir preços até 200% superiores aos convencionais, configurando uma oportunidade estratégica de geração de renda e estabilidade financeira, especialmente para pequenos produtores (Oliveira et al., 2020; Salvio et al., 2023).

Nesse contexto, a fermentação surge como uma etapa determinante no pós-colheita, pois influencia diretamente os atributos sensoriais da bebida, como acidez, corpo e complexidade aromática. A compreensão e o controle desse processo são fundamentais para produzir cafés com perfis distintos e consistentes.

Pesquisas recentes têm explorado o uso de aditivos naturais e subprodutos agrícolas como ferramentas de inovação na fermentação do café. O maracujá (*Passiflora edulis*), em especial, possui potencial relevante por apresentar compostos fenólicos, açúcares e fibras prebióticas, que podem servir de substrato para microrganismos benéficos e contribuir para o desenvolvimento de sabores e aromas mais complexos (Ferreira, 2011; Freitas, 2020; Liang et al., 2022).

Apesar do potencial, a utilização de subprodutos do maracujá ainda apresenta desafios quanto à padronização dos protocolos e ao controle do processo fermentativo, visto que a introdução de novos substratos pode modificar a dinâmica microbiana e gerar variações na qualidade final do café (De Bruyn et al., 2017; Bressani et al., 2020).

Assim, este estudo propõe avaliar a influência da adição de polpa e casca de maracujá na fermentação do café arábica, analisando o impacto sobre a qualidade física e sensorial, com o intuito de desenvolver práticas sustentáveis que agreguem valor ao produto final e ampliem a competitividade dos pequenos produtores no mercado de cafés especiais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A fermentação do café é um processo biológico complexo, no qual leveduras e bactérias metabolizam os açúcares da mucilagem, gerando compostos como ácidos orgânicos, álcoois e ésteres, que definem o perfil sensorial da bebida (Lee et al., 2015; De Bruyn et al., 2017). A dinâmica microbiana é influenciada por variáveis como temperatura, tempo e umidade, sendo essencial o controle rigoroso dessas condições para garantir estabilidade e repetibilidade (Bressani et al., 2020).

Estudos recentes demonstram que a inoculação de microrganismos starters, como *Saccharomyces cerevisiae* e *Lactiplantibacillus plantarum*, pode reduzir a variabilidade dos resultados e melhorar a consistência da fermentação, favorecendo notas frutadas e doçura equilibrada (Martinez et al., 2019; Silva et al., 2024).

O uso de subprodutos de frutas como polpas e cascas tem se mostrado uma alternativa sustentável para a fermentação do café, pois fornece substratos adicionais ricos em compostos bioativos que estimulam a microbiota benéfica e promovem a formação de compostos aromáticos complexos (Polanía-Rivera et al., 2024). Esses materiais também contribuem para a sustentabilidade ao reduzir o desperdício agroindustrial e permitir o aproveitamento integral de frutos que seriam descartados.

O maracujá se destaca entre esses subprodutos por sua composição química diversificada: a polpa é rica em açúcares e carotenoides, enquanto a casca contém fibras, pectina e compostos fenólicos com potencial antioxidante e prebiótico (Liang et al., 2022; Lubis et al., 2024). Esses compostos podem modular positivamente a microbiota fermentativa, aumentando a complexidade sensorial da bebida e contribuindo para maior estabilidade química dos grãos (Vale et al., 2024).

Contudo, a ausência de protocolos padronizados e o risco de contaminação por microrganismos indesejáveis ainda representam lacunas científicas importantes (O’Byrne et al., 2023). Pesquisas integrando análises químicas, microbiológicas e sensoriais são fundamentais para consolidar o uso seguro e eficiente desses aditivos naturais na cafeicultura (Revelo-Romo et al., 2025).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento será conduzido no Sítio Xodó da Vovó, localizado nas coordenadas geográficas 21°22'30.12" S e 45°37'24.38" O, a uma altitude de 844 metros, no município de Três Pontas – MG, região reconhecida pela tradição na cafeicultura de montanha. O clima local é classificado como Cwa segundo Köppen (INMET, 2024), caracterizado por verões chuvosos e invernos secos. A temperatura média anual é de aproximadamente 20,3 °C, e a precipitação média anual é de 1.429 mm, conforme dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2024).

A lavoura experimental é composta pela cultivar Catuaí Amarelo IAC 62 (*Coffea arabica*), conduzida em espaçamento de 0,70 m entre plantas e 3,0 m entre linhas, sob sistema convencional de cultivo. Essa variedade foi escolhida por sua ampla adaptação às condições edafoclimáticas da região e pela estabilidade produtiva e sensorial dos grãos, características desejáveis para estudos fermentativos (Borém et al., 2023).

Os frutos serão colhidos manualmente no estádio cereja, garantindo uniformidade de maturação e preservação da integridade dos grãos. Após a colheita, os frutos serão encaminhados diretamente para os tratamentos fermentativos.

Os tratamentos consistirão em 12 condições distintas: o tratamento controle, sem adição de subprodutos; o tratamento com adição de polpa de maracujá na proporção de 2% em relação ao peso do café cereja; o tratamento com adição de casca de maracujá na proporção de 2% em relação ao peso do café cereja; e o tratamento que combinará a polpa e a casca de maracujá (1% + 1% p/p). Cada tratamento será submetido a três tempos de fermentação distintos, definidos em 24, 36 e 48 horas, permitindo a avaliação da influência temporal sobre os parâmetros físicos e sensoriais do café.

O delineamento experimental adotado será o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), com 12 tratamentos e três repetições, totalizando 36 parcelas em arranjo fatorial. Cada repetição corresponderá a um lote homogêneo de frutos processados no mesmo dia, reduzindo a variabilidade inerente à matéria-prima e às condições ambientais. A aleatorização dos tratamentos dentro de cada repetição e dos tempos dentro das parcelas será feita por sorteio.

Cada unidade experimental será composta por aproximadamente 30 litros de frutos, distribuídos sobre lonas pretas em formato de “vulcão” para favorecer a drenagem e o controle térmico durante o processo.

Os subprodutos de maracujá (polpa e casca) serão obtidos a partir de frutos maduros da espécie *Passiflora edulis*, higienizados e processados no Laboratório de Pós-Colheita e Qualidade do Café. A casca será triturada e a polpa homogeneizada em liquidificador, sendo ambos diluídos em água destilada na proporção de 1:1 (m/v) para obtenção de um extrato líquido padronizado. O material líquido será incorporado aos frutos de café na proporção de 2% em relação ao peso do café cereja em cada tratamento. Após a adição, os grãos serão cuidadosamente misturados para garantir homogeneidade, e as unidades experimentais serão vedadas com lona plástica e fita silver-tape, evitando trocas gasosas e contaminações externas, conforme metodologia adaptada de Polanía-Rivera et al. (2024) e Lubis et al. (2024).

A temperatura ambiente e o tempo de fermentação serão monitorados periodicamente (a cada 8 horas) com termômetro digital tipo espeto e cronômetro. As medições de temperatura serão realizadas no interior das lonas plásticas, registrando a variação térmica durante todo o processo fermentativo. Ao final de cada período de 24, 36 e 48 horas, os frutos serão encaminhados à secagem em terreiro de concreto, sendo revolvidos a cada 30 minutos até atingirem 11–12% de umidade, medida por higrômetro portátil.

Durante o término do processo fermentativo, com os grãos ainda envolvidos por mucilagem, será realizada a análise do grau BRIX com o objetivo de quantificar os sólidos solúveis presentes na mucilagem residual. Para isso, será extraído manualmente o líquido da mucilagem por prensagem leve dos grãos, sendo o extrato filtrado com gaze fina e analisado com refratômetro digital portátil previamente calibrado com água destilada. As leituras serão realizadas em triplicata, e os resultados expressos em grau BRIX (% de sólidos solúveis), com controle da temperatura da amostra entre 20 °C e 25 °C.

Após a secagem e o beneficiamento, 3 (três) quilos das amostras serão submetidos às seguintes análises: avaliação física, de acordo com a Instrução Normativa MAPA nº 8/2003, determinando porcentagem de defeitos e classificação por peneira; e avaliação sensorial, conforme protocolos da Specialty Coffee Association (SCA), conduzida por 3 (três) provadores certificados (Q-graders), avaliando atributos de fragrância/aroma, acidez, corpo, sabor, uniformidade, balanço, doçura e impressão global. Amostras com pontuação final igual ou superior a 80 pontos serão classificadas como cafés especiais.

Além disso, será realizada a análise da acidez por meio de titulação ácido-base. Para cada amostra, 10 g de café moído serão diluídos em 100 mL de água destilada, agitados por 10 minutos e filtrados. À solução será adicionada fenolftaleína como indicador, e a titulação será conduzida com solução de NaOH 0,1 N até a viragem da cor (incolor para rosa claro). O volume de NaOH utilizado será registrado, e a acidez será expressa em g de ácido acético por 100 g de amostra, conforme a fórmula:

$$Acidez = \frac{V \cdot N \cdot 60}{m}$$

em que **V** representa o volume de NaOH (mL), **N** a normalidade da solução, **60** o peso equivalente do ácido acético, e **m** a massa da amostra (g).

Os dados obtidos serão submetidos à análise de variância (ANOVA) considerando o modelo de arranjo fatorial. Quando houver significância pelo teste F ($p < 0,05$) as médias dos dados qualitativos serão comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando houver significância pelo teste F ($p < 0,05$) as médias dos dados quantitativos serão submetidos a uma análise de regressão. Como o experimento será montado em arranjo fatorial será possível avaliar o efeito dos substratos, indicar a melhor temperatura e avaliar se houve interação substrato x temperatura.

Essa abordagem permitirá identificar tendências lineares ou quadráticas da influência da temperatura sobre os atributos físico-químicos e sensoriais, contribuindo para compreender o comportamento fermentativo dos frutos de café sob diferentes condições e tempos de fermentação.

A análise estatística será realizada utilizando o software **Sisvar**® (Ferreira, 2019).

4 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que a adição de polpa e casca de maracujá na fermentação do café promova modificações positivas nos atributos físicos e sensoriais da bebida, resultando em maior complexidade aromática, acidez equilibrada e notas frutadas e florais mais intensas.

A combinação dos dois subprodutos (polpa + casca) tende a apresentar melhor desempenho, pois alia o potencial fermentativo dos açúcares da polpa à ação antioxidante e prebiótica dos compostos fenólicos da casca. Essa sinergia pode contribuir para maior estabilidade química e sensorial dos grãos, agregando valor e diferenciando o produto final no mercado de cafés especiais.

Além dos benefícios sensoriais, o estudo busca validar uma estratégia sustentável de aproveitamento de resíduos agrícolas, reduzindo o desperdício e promovendo a economia circular. Espera-se, também, que os resultados auxiliem na formulação de protocolos técnicos de fermentação aplicáveis em escala produtiva, contribuindo para a capacitação de pequenos produtores e o fortalecimento da cafeicultura sustentável no Brasil.

5 AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Isabel e Rodrigo, meus irmãos Evellyn e Caio, à toda minha família, em especial à minha madrinha de batismo Maria Rozana dos Santos Diniz que se disponibilizou e assumiu o pagamento do curso de Engenharia Agrônômica junto ao financiamento Pravalor. Sem todo o apoio e confiança de todos meus familiares a jornada até aqui seria ainda mais desafiadora. Agradeço a todos os professores do corpo docente da instituição que com seus conhecimentos contribuíram para o meu aprendizado agrônômico até aqui. Gostaria de evidenciar as professoras Paula Rachel e Polyana Placedino que estão presentes também na construção deste trabalho e deste profissional que se formará em breve.

6 REFERÊNCIAS

- BERNARDES, T. F. et al. *Valorização de cafés especiais: práticas de pós-colheita e sustentabilidade*. Revista Brasileira de Café, v. 75, n. 2, p. 45–58, 2024.
- BORÉM, F. M. et al. *Complexidade sensorial em cafés fermentados espontaneamente*. Ciência e Agrotecnologia, v. 47, e022023, 2023.
- BRESSANI, R. et al. *Fermentation dynamics and sensory profiles of specialty coffee*. Food Research International, v. 137, 2020.
- BSCA – BRAZILIAN SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION. *Relatório de mercado de cafés especiais*. São Paulo: BSCA, 2023.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Safra de café 2024: relatório de produção*. Brasília: Conab, 2024.
- DE BRUYN, F. et al. *Microbial dynamics during coffee fermentation*. Frontiers in Microbiology, v. 8, 2017.
- FERREIRA, A. *Subprodutos do maracujá e potencial fermentativo*. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 33, n. 2, p. 205–214, 2011.
- FERREIRA, D. F. *Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs*. Brazilian Journal of Biometrics, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019.
- FREITAS, L. *Compostos fenólicos da casca de maracujá e aplicação em alimentos*. Alimentos e Nutrição, v. 31, n. 4, p. 112–120, 2020.
- LEE, L. S. et al. *Influence of fermentation time on coffee sensory attributes*. Journal of Food Science, v. 80, n. 5, p. 1234–1242, 2015.

- LIANG, Y. et al. *Chemical composition of Passiflora edulis and its industrial applications*. Food Chemistry, v. 370, 2022.
- LUBIS, A. et al. *Prebiotic properties of passion fruit peel polysaccharides*. Journal of Functional Foods, v. 100, 2024.
- MARTINEZ, A. et al. *Starter cultures for coffee fermentation*. LWT – Food Science and Technology, v. 108, 2019.
- O'BYRNE, C. et al. *Bacterial diversity during coffee fermentation: risks and opportunities*. International Journal of Food Microbiology, v. 385, 2023.
- POLANÍA-RIVERA, R. et al. *Use of fruit by-products in fermentation processes*. Food Bioprocess Technology, v. 17, 2024.
- REVELO-ROMO, K. et al. *Integrated analysis in coffee fermentation studies*. Food Research International, v. 159, 2025.
- SALVIO, M. et al. *Economics of specialty coffee: value-added strategies*. Coffee Science, v. 18, n. 1, p. 15–29, 2023.
- SILVA, J. et al. *Fermentation and sensory evaluation of specialty coffee*. Ciência Rural, v. 54, e20240012, 2024.
- SILVA, L. *Aplicação de subprodutos de maracujá na fermentação de alimentos*. Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos, v. 21, n. 3, p. 301–312, 2021.
- VALE, A. et al. *Fermentation dynamics and chemical composition of coffee*. Food Chemistry, v. 420, 2024.
- VAZ, F. et al. *Processamento e qualidade sensorial de cafés especiais*. Revista Brasileira de Café, v. 77, n. 2, p. 10–24, 2023.