ESTUDO DAS FUNCIONALIDADES QUÍMICAS DOS PRODUTOS DO CAFEEIRO COMO ALTERNATIVAS DE SUSTENTABILIDADE

Gustavo Moreira da Silva Poleze, Eliane Valéria de Barros, Tercio da Silva de Souza

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - IFES, Campus Vitória
Avenida Vitória, 1729, Jucutuquara, 29040-780, Vitória - ES, Brasil,
gmpoleze@gmail.com, ebarros@ifes.edu.br, tssouza@ifes.edu.br

Resumo

O presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização física, química e funcional das polpas de *Coffea canephora* e *Coffea arábica*, visando avaliar seu potencial para aproveitamento biotecnológico na indústria de alimentos. As amostras foram submetidas a processos de secagem, trituração e análises laboratoriais para determinação da composição centesimal, parâmetros físico-químicos, compostos bioativos e atividade antioxidante. Os resultados indicaram teores expressivos de fibras (63,26% no arábica e 70,34% no conilon) e de biomassa superior a 88%, além de teores significativos de compostos fenólicos totais e alta capacidade de sequestro de peróxido de hidrogênio e redução do fosfomolibdênio. Conclui-se que a polpa de café, frequentemente tratada como resíduo, apresenta um excelente perfil nutricional e funcional, configurando-se como uma alternativa viável e sustentável para a agregação de valor econômico e formulação de novos produtos.
Palavras-chave: Polpa de café. Composição centesimal. Compostos bioativos. Atividade antioxidante. Sustentabilidade.

Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra - Química

Introdução

A produção de café no Espírito Santo consolidou o estado como protagonista nacional, alcançando uma safra expressiva sustentada predominantemente pelo *Coffea canephora* (café conilon), enquanto o *Coffea arábica* atua como vetor de diversificação e resiliência do setor (CONAB, 2025). Em contrapartida ao cultivo e ao beneficiamento, a agroindústria cafeeira gera volumes expressivos de resíduos sólidos, cuja gestão adequada é fundamental para minimizar impactos ambientais e viabilizar a transição para a economia circular (DOMINGUES *et al*., 2025). Entre esses subprodutos, a polpa de café destaca-se por apresentar propriedades promissoras, sendo rica em fibras, cafeína e compostos bioativos com forte potencial antioxidante, o que viabiliza sua aplicação como ingrediente funcional (DIAS *et al*., 2022)

A caracterização física, química e bioquímica dessas matrizes constitui uma ferramenta indispensável para compreender suas especificidades e assegurar o seu aproveitamento integral (OLIVEIRA *et al*., 2006; MONTICO *et al*., 2021). Embora ambas as espécies compartilham uma matriz rica em compostos de interesse biotecnológico, existem diferenças marcantes em seus perfis estruturais e funcionais que merecem investigação comparativa aprofundada. Diante da necessidade de agregar valor aos subprodutos gerados no processamento do café capixaba, o presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização física, química e funcional comparativa das polpas de *Coffea canephora* e *Coffea arábica*, avaliando suas potencialidades para o aproveitamento biotecnológico na indústria de alimentos.

Metodologia

As amostras de *Coffea canephora* foram adquiridas na propriedade Grãos de Ouro, em Muqui - ES (550 metros de altitude), colhidas em 20 de junho de 2025 e imediatamente congeladas para preservação. As análises foram conduzidas no Laboratório de Química Aplicada do Ifes - Campus Vitória. Inicialmente, realizou-se a separação manual entre os grãos e a polpa, registando-se a massa úmida antes da secagem em estufa a 105 °C por 24 h para o cálculo do rendimento da fração seca. O material seco foi triturado em liquidificador doméstico para as etapas analíticas, executadas em triplicata.

A composição centesimal incluiu a determinação de umidade e biomassa por método gravimétrico a 105 °C por 24 h, e o teor de cinzas por exposição à mufla a 550 °C por 4 h (AOAC, 1992; 1995). As proteínas hidrolisadas totais foram quantificadas pelo método do Biureto a 550 nm, utilizando albumina sérica bovina (BSA) como padrão. Os açúcares redutores e os carboidratos totais foram mensurados pelo método do ácido 3,5-dinitrosalicílico (ADNS) a 540 nm com curva de glicose (VASCONCELOS; PINTO; ARAGÃO, 2013), após prévia hidrólise ácida com H_2SO_4 0,3 mol/L (RODRIGUES, 2018) para os carboidratos totais. Os lipídios foram extraídos com clorofórmio, metanol e água, seguidos de evaporação do solvente a 60 °C, enquanto o teor de fibras foi determinado de forma indireta pela subtração dos demais componentes (ELIAS, 1979).

Os parâmetros físico-químicos abrangeram a medição de pH com o auxílio de um pHmetro digital portátil de bolso modelo HI98108 pHep+ da Hanna Instruments após solubilização em água destilada, sólidos solúveis totais (SST) com medidor de TDS, e a acidez titulável total (ATT) por titulação com NaOH 0,0990 mol/L (AOAC, 1992, 1996). As propriedades funcionais contemplaram a quantificação de compostos fenólicos totais (FNT) pelo método de Folin-Ciocalteu a 756 nm com ácido gálico (SINGLETON; ORTHOFER; LAMUELA-RAVENTÓS, 1999); ácido clorogênico total (ACT) a 324 nm; e cafeína a 272 nm, ambas por espectrofotometria UV-VIS (Cary 60) fabricado pela Agilent (MONTEIRO; TRUGO, 2005). Por fim, a atividade antioxidante foi avaliada pelo potencial de sequestro de peróxido de hidrogênio H_2O_2 (RUCH *et al*., 1989), do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil, DPPH (BRAND-WILLIAMS *et al.*, 1995) e pela capacidade antioxidante total via redução do complexo fosfomolibdênio (PRIETO *et al*., 1999), comparando os resultados com o padrão sintético BHT (butil-hidroxitolueno).

Resultados

O rendimento da desidratação da polpa de café foi de 8,74% para o *Coffea arabica* e 9,86% para o *Coffea canephora* (conilon). Na composição centesimal (Tabela 1), o *Coffea arábica* apresentou teor médio de biomassa de 88,93% (umidade de 11,07%) e o *Coffea canephora* registrou 90,80% de biomassa (umidade de 9,20%).

Tabela 1 - Valores médios (%) da composição centesimal da polpa de café após secagem.

Propriedade	Arábica (m/m%)	Conilon (m/m%)
Biomassa	88,93%	90,80%
Umidade (%)	11,07%	9,20%
Cinzas	6,50%	6,26%
Proteína Total	0,34%	0,40%
Carboidrato Total	17,76%	13,40%
Lipídio	1,07%	0,62%
Fibras	63,26%	70,34%

Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2026)

O teor de cinzas registrado foi de 6,50% no arábica e 6,26% no conilon. Os carboidratos totais alcançaram 17,76% no arábica e 13,40% no conilon, enquanto os açúcares redutores foram de 10,84% e 8,90%, respectivamente. Os lipídios apresentaram teores de 1,07% (arábica) e 0,62% (conilon), e as fibras alimentares constituíram a fração majoritária, atingindo 63,26% no arábica e 70,34% no conilon.

Nos parâmetros físico-químicos, o pH obtido foi de 4,67 para o arábica e 5,27 para o conilon. Os sólidos solúveis totais (SST) totalizaram 334,13 ppm no arábica e 365,84 ppm no conilon, ao passo que a acidez titulável total (ATT) registrou 376,59 mg/g e 326,13 mg/g, respectivamente.

Quanto às propriedades funcionais (Tabela 2), os compostos fenólicos totais (FNT) totalizaram 88,345 mg/g no arábica e 96,248 mg/g no conilon. Os ácidos clorogênicos totais (ACT) foram de 1,246 mg/g (arábica) e 1,529 mg/g (conilon), e os teores de cafeína medidos foram de 3,589 mg/g e 4,021 mg/g, respectivamente.

Na avaliação da atividade antioxidante, o sequestro de H_2O_2 alcançou 99,61% para o arábica e 99,50% para o conilon (frente a 5,52% do padrão BHT). No ensaio com o radical DPPH, a inibição foi de 3,43% para o arábica e 39,95% para o conilon (frente a 36,03% do BHT). Na capacidade antioxidante total via redução do complexo fosfomolibdênio, os valores obtidos foram de 97,79% para o arábica e 97,17% para o conilon (frente a 17,42% do BHT).

Discussão

Os índices de umidade inferiores a 12% observados nas polpas desidratadas são fatores determinantes que favorecem a estabilidade microbiológica e evitam a deterioração durante o armazenamento, em consonância com as observações de Aguirre *et al*. (2018). Os teores expressivos de cinzas em ambas as cultivares refletem a alta riqueza mineral inerente a esses subprodutos agroindustriais (FIGUEROA; MENDOZA, 2010). A superioridade dos carboidratos totais e açúcares redutores no *Coffea arabica* em relação ao conilon contribui diretamente para as características organolépticas e tecnológicas da matéria-prima (DEMIATE *et al*., 2002). Por sua vez, a constatação de que as fibras alimentares representam a fração majoritária da polpa (superando 63% e 70%) evidencia o grande potencial estrutural e funcional do material para o desenvolvimento de novos ingredientes alimentícios (CANÃS, 2015).

O caráter levemente ácido verificado nos parâmetros físico-químicos (pH entre 4,67 e 5,27), somado aos teores de sólidos solúveis e acidez titulável, respalda a viabilidade técnica de aplicação de ambas as matrizes em processos fermentados ou em formulações de alimentos funcionais. Os expressivos teores de compostos fenólicos totais e ácidos clorogênicos (WONG-PAZ *et al*., 2020) aliados ao teor de cafeína, corroboram a literatura quanto à forte presença de substâncias bioativas e estimulantes em subprodutos do cafeeiro (MACHADO *et al*., 2023).

No que tange à atividade antioxidante, os resultados demonstram um potencial *in vitro* altamente expressivo. O desempenho superior das amostras frente ao padrão sintético BHT, especialmente nos testes de sequestro de peróxido de hidrogênio (RUCH *et al*., 1989) e redução do fosfomolibdênio (PRIETO *et al*., 1999) , atesta a eficácia multifatorial dos extratos da polpa de café como fontes naturais de agentes antioxidantes. A variação observada no ensaio com o radical DPPH (BRAND-WILLIAMS *et al*., 1995) — onde o conilon superou o BHT enquanto o arábica apresentou menor reatividade — evidencia a forte influência do perfil fenólico específico e da composição de metabólitos secundários de cada cultivar (YAMAUCHI *et al*., 2024). Assim, os dados consolidados reforçam que a polpa de café, frequentemente tratada como resíduo, apresenta excelentes propriedades funcionais que justificam o seu aproveitamento biotecnológico.

Conclusão

O estudo demonstrou que as polpas de *Coffea arabica* e *Coffea canephora* (conilon) possuem um perfil físico-químico e nutricional altamente favorável, caracterizado por expressivos teores de fibras alimentares, biomassa estável e minerais. Além disso, as matrizes revelaram concentrações

significativas de compostos bioativos, como compostos fenólicos totais, ácidos clorogênicos e cafeína, acompanhadas de uma elevada capacidade antioxidante *in vitro* que, em vários aspectos, superou o antioxidante sintético BHT. Conclui-se que a polpa de café, tradicionalmente descartada como resíduo agroindustrial, apresenta um excelente potencial biotecnológico e funcional, configurando-se como uma matéria-prima viável e sustentável para a agregação de valor econômico e o desenvolvimento de novos produtos na indústria de alimentos.

Referências

AGUIRRE, L. A.; RODRÍGUEZ, Z.; SACA, V.; APOLO, V. Bromatological characterization of coffee (*Coffea arabica* L.) pulp for animal feeding purposes. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 52, n. 2, p. 75–82, 2018. Disponível em: https://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/806. Acesso em: ago. 2025.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995. DOI: 10.1016/S0023-6438(95)80008-5.

CAÑAS, S. Aprovechamiento de subproductos del café: potencialidades y aplicaciones. **Revista de Investigación Agraria y Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 135–148, 2015.

DEMIATE, I. M.; WOSIACKI, G.; CZELUSNIAK, C.; NOGUEIRA, A. Determinação de açúcares redutores e totais em alimentos: comparação entre método colorimétrico e titulométrico. **Publicatio UEPG – Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**, v. 8, n. 1, p. 65–78, 2002. Disponível em: https://revistas.uepg.br/index.php/exatas/article/view/772. Acesso em: ago. 2025.

DIAS, G. G. P. de A. *et al*. **Produção de farinhas de subprodutos de café aplicadas em produtos de panificação com fermentação natural**. 2022. 79 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Escola de Engenharia Mauá, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2022.

DOMINGUES, G. S. R.; SOUSA, D. R. de; MIRANDA, M. R. da S.; ALMEIDA, L. F. M. de. Resíduos Sólidos Agrícolas: Desafios e Potenciais Soluções Sustentáveis. In: ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE (ENSUS), 13., 2025, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: UFSC/Virtuhab, 2025. p. 1638-1646..

ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M. Functional properties of coffee and coffee by-products. **Food Research International**, v. 46, n. 2, p. 488–495, 2012. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.05.028.

FELLOWS, P. **Tecnologia do processamento de alimentos**: princípios e prática. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

FIGUEROA, J. G.; MENDOZA, J. Cuantificación de minerales K, Ca, Mg y P en pulpa y pergamino de café (Coffea arabica L. var. Typica). **Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, v. 1, n. 2, p. 221–230, 2010. Disponível em: http://www.rvcta.org/. Acesso em: ago. 2025.

MACHADO, M.; SANTO, L. E.; MACHADO, S.; LOBO, J. C.; COSTA, A. S. G.; OLIVEIRA, M. B. P. P.; FERREIRA, H.; ALVES, R. C. Bioactive potential and chemical composition of coffee by-products: from pulp to silverskin. **Foods**, v. 12, n. 12, p. 2354, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/foods12122354.
MONTICO, S. *et al*. Composição e potencial bioativo de subprodutos agroindustriais do cafeeiro em formulações alimentares. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 27, n. 2, p. 112–125, 2021.

MURTHY, P. S.; NAIDU, M. M. Sustainable management of coffee industry by-products and value addition – A review. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 66, p. 45–58, 2012. DOI:

10.1016/j.resconrec.2012.06.005.

OLIVEIRA, A. **Pré-processamento e estrutura do fruto do cafeeiro (*Coffea* L.)**. Artigos CPT / Cafeicultura, 2006. Disponível em: https://www.cpt.com.br/artigos/a-importancia-do-pre-processamento-do-cafe. Acesso em: ago. 2025.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JUNIOR, J. de. Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 538-545, maio/jun. 2010. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-69162010000300017.

PRIETO, P.; PINEDA, M.; AGUILAR, M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. **Analytical Biochemistry**, v. 269, n. 2, p. 337–341, 1999. DOI: https://doi.org/10.1006/abio.1999.4019.

RODRIGUES, E. B.; STUCHI, J. **Composteira caseira**. Macapá: Embrapa Amapá, [201-]. Folder. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1033373/1/CPAFAPFolderCOMPOSTEIRA.pdf. Acesso em: 27 ago. 2026.

RODRIGUES, R. D. F. **Processos de hidrólise aplicados em biomassas distintas**: cascas de arroz e microalgas para obtenção de açúcares redutores. 2018. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2018.

RUCH, R. J.; CHENG, S. J.; KLAUNIG, J. E. Prevention of cytotoxicity and inhibition of intercellular communication by antioxidant catechins isolated from Chinese green tea. **Carcinogenesis**, v. 10, n. 6, p. 1003–1008, 1989. DOI: https://doi.org/10.1093/carcin/10.6.1003.

RUIZ, R. P.; HERNÁNDEZ, F. G; MEDINA, J. A.; SÁNCHEZ, D. H.; DE COSS, A. L.; MEDINA, E. G. Conduta ingestiva e preferência bovina pela ensilagem de Pennisetum e polpa de café. **Agronomia Mesoamericana**, v. 28, n. 1, p. 59–67, 2017. DOI: 10.15517/am.v28i1.23120.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152–178, 1999. DOI: 10.1016/S0076-6879(99)99017-1.

SOUSA, M. D. F.; SANTOS, I. I. dos. Viabilidade econômica de composteira doméstica utilizada em projeto de extensão no município de Santarém/PA. **Revista ELO – Diálogos em Extensão**, Viçosa, v. 14, 2025. Disponível em: https://periodicos.ufv.br/elo/article/view/19330/11118. Acesso em: 27 ago. 2026.

SOUZA, L. P. M. de; SOUZA, T. G.; PANATIERI, R. B.; KIKUTI, E. Compostagem: uma proposta ambiental para diminuição do lixo doméstico. **Revista Em Extensão**, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 87-100, jul./dez. 2020. DOI: https://doi.org/10.14393/REE-v19n22020-55987.

VASCONCELOS, N. M.; PINTO, G. A. S.; ARAGÃO, F. A. S. de. **Determinação de açúcares redutores pelo ácido 3,5-dinitrosalicílico**: histórico do desenvolvimento do método e estabelecimento de um protocolo para o laboratório de bioprocessos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Embrapa Agroindústria Tropical), n. 88, Fortaleza, dez. 2013.

WONG-PAZ, J. E.; GUYOT, S.; AGUILAR-ZÁRATE, P.; MUÑIZ-MÁRQUEZ, D. B.; CONTRERAS-ESQUIVEL, J. C.; AGUILAR, C. N. Structural characterization of native and oxidized procyanidins (condensed tannins) from coffee pulp (*Coffea arabica*) using phloroglucinolysis and thioglycolysis-HPLC-ESI-MS. **Food Chemistry**, v. 335, p. 127830, 2020. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127830.

YAMAUCHI, K. *et al*. Phenolic profile and antioxidant potential of *Coffea* species: a comparative study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 72, n. 12, p. 6540–6550, 2024.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Vitória, pela infraestrutura, materiais, reagentes e equipamentos e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), pelo apoio à iniciação científica por meio da concessão de bolsa.