POTENCIAL FOTOPROTETOR E ANTIOXIDANTE DO EXTRATO OLEOSO DA BORRA DE CAFÉ EM EMULSÕES TÓPICAS

Mariana Pereira Batista, 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 marianapereiraba11@gmail.com, ebarros@ifes.edu.br, tssouza@ifes.edu.br.

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar o potencial de valorização do extrato oleoso da borra de café, obtido por extração com etanol, para aplicação em emulsões tópicas com atividade antioxidante e fotoprotetora. A borra de café foi caracterizada quanto ao teor de umidade e lipídios totais, seguida da caracterização físico-química e funcional do extrato oleoso. Posteriormente, foram preparadas emulsões contendo 3,10% e 5,10% do extrato, avaliadas quanto às propriedades físico-químicas, estabilidade, atividade antioxidante e fator de proteção solar (FPS). O extrato apresentou um potencial fotoprotetor significativo, com FPS de 56, além de atividade antioxidante de 53,36 ± 0,81% de inibição do radical DPPH, superior à obtida para o BHT (17,47 ± 0,54%) na mesma concentração de 0,50 mg mL^{-1}. Nas emulsões, observou-se tendência de aumento da atividade antioxidante e do potencial fotoprotetor com a concentração do extrato. Os resultados demonstram que o extrato oleoso da borra de café apresenta potencial para aplicação em formulações cosméticas de uso tópico, constituindo uma alternativa para a valorização e o aproveitamento desse resíduo agroindustrial.

Palavras-chave: Borra de café. Extrato oleoso. Emulsões. Fator de proteção solar. Atividade antioxidante.

Área do Conhecimento: Ciências Exatas e da Terra - Química.

Introdução

O café possui expressiva importância econômica para o Brasil (Amaral *et al*., 2025), mas sua produção e consumo também geram grandes quantidades de resíduos orgânicos, entre os quais se destaca a borra de café, cuja destinação inadequada pode ocasionar impactos ambientais (Bevilacqua *et al*., 2023). Estima-se que 1 kg de café gere aproximadamente 2 kg de borra úmida (Karmee, 2018), reforçando a necessidade de alternativas para o aproveitamento desse resíduo. A borra de café apresenta composição favorável à valorização, contendo fração lipídica e compostos bioativos, como cafeína, ácidos clorogênicos, polifenóis e melanoidinas (Bevilacqua *et al*., 2023). Essas características têm estimulado pesquisas voltadas à recuperação de seus componentes e à aplicação em diferentes setores.

Entre as possibilidades de aproveitamento, destacam-se aplicações energéticas e a obtenção de biocombustíveis, biopolímeros, antioxidantes e biocompósitos (Karmee, 2018). Na área cosmética, Theodoridou *et al*. (2026) avaliaram resíduos do café na produção de emulsões com atividade antioxidante, porém com enfoque predominante nas formulações produzidas. Nesse contexto, a caracterização do extrato oleoso da borra de café pode ampliar sua aplicação na indústria cosmética. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o potencial fotoprotetor e antioxidante desse extrato, obtido por extração com etanol, e sua aplicação em emulsões tópicas, por meio da caracterização físico-química e funcional do extrato e das formulações desenvolvidas.

Metodologia

A borra de café, proveniente de extrações domésticas e mistura de marcas comerciais, foi armazenada a -10 °C e, posteriormente, desidratada a 105 °C por 48 horas. O teor de umidade foi determinado por análise gravimétrica (AOAC, 1995) e o teor de lipídios totais pelo método de Bligh-Dyer (Brum; Arruda; Regitano-D'Arce, 2009) foi obtido em triplicata. O extrato oleoso fixo foi obtido com base no método de Weende (IAL, 2008), com adaptações quanto ao solvente utilizado. A extração foi

realizada em Soxhlet com etanol 96°, por seis ciclos de refluxo, seguida de rotaevaporação para obtenção do extrato oleoso.

O extrato oleoso foi caracterizado quanto ao rendimento de recuperação, densidade por picnometria a 22 °C, índice de refração a 18 °C, índices de acidez e saponificação (IAL, 2008), coeficiente de extinção específica a 232, 266, 270 e 274 nm (Santos *et al*., 2020) e fenólicos totais pelo método de Folin-Ciocalteu, utilizando ácido gálico como padrão (Singleton; Orthofer; Lamuela-Raventós, 1999). A atividade antioxidante foi determinada pelo método de captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), utilizando BHT (butil-hidroxitolueno) como controle positivo, com leitura a 515 nm após 60 minutos (Brand-Williams; Cuvelier; Berset, 1995). O fator de proteção solar (FPS) foi determinado in vitro pelo método de Mansur *et al*. (1986), utilizando solução do extrato a 2 µg mL^{-1} e leituras entre 290 e 320 nm, em intervalos de 5 nm.

Para avaliar a aplicação do extrato oleoso em formulações tópicas, foram elaboradas três emulsões hidratantes (F1, F2 e F3), conforme composição (Villanova, 2019) apresentada na Tabela 1. A F1 foi utilizada como controle, enquanto F2 e F3 receberam 3,10% e 5,10% de extrato oleoso, respectivamente, em substituição ao BHT. As emulsões foram preparadas por inversão de fases a quente (Zanin *et al*., 2001), com aquecimento separado das fases a 70 °C, seguido da adição da fase aquosa sobre a oleosa e homogeneização por 3 minutos em mixer. As formulações foram armazenadas entre 1 e 5 °C, protegidas da luz e do calor.

Tabela 1 - Formulações das emulsões.

Componentes	**Formulações**		
	F1	**F2 (3,10%)**	**F3 (5,10%)**
	% (m m^{-1}) fase oleosa		
Polawax	11,00	11,00	11,00
Monoestearato de Glicerila	2,00	2,00	2,00
Miristato de isopropila	2,50	2,50	2,50
Oleato de decila	2,50	2,50	2,50
Vaselina líquida	2,50	2,50	2,50
Butil Hidroxitolueno – BHT	0,10	-	-
Extrato oleoso de café	-	3,10	5,10
	% (m m^{-1}) fase aquosa		
Propilenoglicol	5,00	5,00	5,00
Metilparabeno	0,15	0,15	0,15
Propilparabeno	0,05	0,05	0,05
Ácido Etilenodiaminotetracético (EDTA)	0,25	0,25	0,25
Água destilada	73,95	70,95	68,95

Fonte: Villanova (2019).

As emulsões foram avaliadas quanto ao tipo por colorimetria, utilizando Azul de Metileno e Sudan III, e por microscopia óptica a 40x (Allen Jr; Popovich; Ansel, 2013). A espalhabilidade foi determinada pelo método das placas paralelas, com 2 g de cada formulação e dez incrementos de massa, em triplicata (Borghetti; Knorst, 2006). A resistência mecânica e térmica foi avaliada conforme Azzini Gonçalves (2000), por centrifugação e aquecimento entre 40 e 60 °C, respectivamente. A atividade antioxidante e o FPS das emulsões foram determinados conforme os métodos empregados para o extrato oleoso, com concentrações adaptadas para 5 mg mL^{-1} e 2 mg mL^{-1}, respectivamente, e tempo de reação de 2 horas para a atividade antioxidante.

Resultados

Os resultados da caracterização físico-química da borra de café e do extrato oleoso são apresentados na Tabela 2. A borra apresentou teor de umidade de 54,40 ± 3,02% e teor de lipídios totais de 20,65 ± 0,33%, enquanto o rendimento de recuperação do extrato oleoso foi de 22,34 ± 8,26%. O extrato apresentou densidade de 0,94 g cm^{-3} e índice de refração de 1,38 a 18 °C. Os coeficientes de extinção específica foram K232 = 2,80 ± 0,01 e K270 = 2,93 ± 0,01, com ΔK de -0,01. O índice de acidez foi de 22,91 ± 0,19 mg KOH g^{-1}, o índice de saponificação de 213,23 ± 3,42 mg KOH g^{-1} e o teor de fenólicos totais de 18,66 ± 0,59 mg AG g^{-1}. Os valores estão expressos na média ± desvio padrão da média.

Tabela 2 - Caracterizações físico-químicas da borra de café e do extrato oleoso.

Caracterização físico-química da borra de café	
Parâmetros	**Teores**
Umidade	54,40 ± 3,02% $m\ \ m^{-1}$
Lipídios Totais	20,65 ± 0,33% $m\ \ m^{-1}$
Rendimento de Recuperação	22,34 ± 8,26% $m\ \ m^{-1}$
Caracterização físico-química do extrato oleoso	
Densidade	0,9405 $g\ \ cm^{-3}$
Índice de Refração	1,3845
Extinção Específica λ_{232}	2,80 ± 0,01
Extinção Específica λ_{270}	2,93 ± 0,01
ΔK_{232}	-0,01
Índice de Acidez	22,91 ± 0,19 $mg\ \ KOH\ \ g^{-1}$
Índice de Saponificação	213,23 ± 3,42 $mg\ \ KOH\ \ g^{-1}$
Fenólicos Totais	18,66 ± 0,59 $mgAG\ \ g^{-1}$

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Conforme apresentado na Tabela 3, o extrato oleoso apresentou FPS de 56 e percentual de inibição do radical DPPH de 53,36 ± 0,81%. Nas emulsões, o FPS variou de 0,4 (F1) a 4 (F3). Em relação à atividade sequestradora do radical DPPH, a formulação F3 apresentou o maior percentual médio (60,44 ± 17,20%), seguida por F2 (50,00 ± 7,25%) e F1 (46,92 ± 6,03%). A ANOVA não revelou efeito significativo da formulação sobre essa atividade $F(2,6) = 0,81$; $p = 0,49$. Destaca-se a elevada variabilidade em F3 (CV = 28,45%), atribuída à dispersão entre repetições.

Tabela 3 - Caracterização funcional do extrato oleoso e das emulsões.

Caracterização funcional do extrato oleoso e das emulsões				
Parâmetros	**Extrato oleoso**	**F1**	**F2 (3,10%)**	**F3 (5,10%)**
FPS	56	0,4	2	4
Atividade Antioxidante (%)*	53,36 ± 0,81	46,92 ± 6,03	50,00 ± 7,25	60,44 ± 17,20

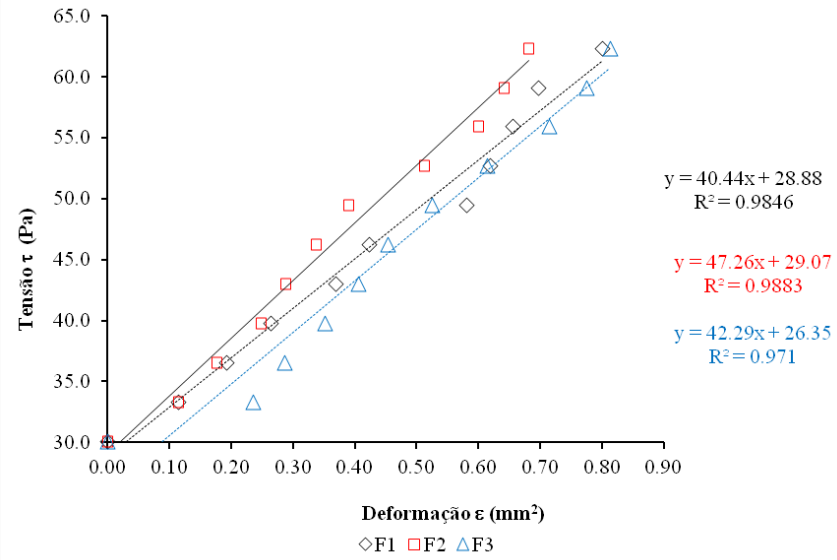
Caracterização funcional do extrato oleoso e das emulsões				
Parâmetros	**Extrato oleoso**	**F1**	**F2 (3,10%)**	**F3 (5,10%)**

*Os valores estão expressos na média ± desvio padrão da média.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Os testes com corantes e a microscopia óptica caracterizaram F1, F2 e F3 como emulsões óleo em água (O/A) homogêneas, sem separação de fases. Na espalhabilidade (Figura 1), a relação tensão-deformação foi linear. A incorporação do extrato oleoso alterou as propriedades mecânicas das formulações, sendo que F2 (3,10% de extrato) apresentou o maior coeficiente angular (47,26) e, consequentemente, maior resistência à deformação, seguida por F3 (42,29) e F1 (40,44), conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Espalhabilidade das formulações em relação a tensão de cisalhamento e deformação.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

No ensaio de resistência mecânica, nenhuma das formulações apresentou separação de fases, corroborando a homogeneidade observada por microscopia. Nos ensaios térmicos, as formulações permaneceram estáveis entre 40 e 50 °C, porém apresentaram redução da viscosidade com o aumento da temperatura. F1 e F2 não apresentaram separação de fases, enquanto F3 apresentou separação a partir de 55 °C.

Discussão

Os resultados de umidade, lipídios totais e rendimento de recuperação evidenciam a presença de uma fração lipídica passível de valorização na borra de café, característica também descrita na literatura (Bevilacqua *et al*., 2023; Karmee, 2018). O rendimento obtido indicou desempenho satisfatório do etanol 96° na recuperação do extrato. Os parâmetros físico-químicos avaliados (densidade, refração, extinção específica, acidez e saponificação) refletem as condições de extração, aquecimento e recuperação do solvente. Complementarmente, o teor de fenólicos totais evidenciou a presença de compostos bioativos no extrato, corroborando o perfil esperado para a borra de café (Bevilacqua et al., 2023).

O extrato oleoso apresentou um importante potencial fotoprotetor, com FPS de 56, desempenho que pode estar associado à presença de compostos bioativos, como fenólicos, tocoferóis e carotenoides (Li *et al*., 2023). Em relação a atividade antioxidante, o extrato apresentou 53,36 ± 0,81% de inibição do radical DPPH, superior à do BHT (17,47 ± 0,54%) na mesma concentração (0,5 mg mL^{-1}).

Esse desempenho pode estar associado à presença de compostos fenólicos e outros bioativos na borra de café (Bevilacqua *et al*., 2023).

A classificação das formulações como emulsões O/A e a ausência de grandes gotículas ou separação de fases na microscopia indicaram adequada estabilização dos sistemas. A menor espalhabilidade observada em F2 e F3 pode estar associada à incorporação do extrato oleoso e às alterações nas propriedades físico-químicas das emulsões (Borghetti; Knorst, 2006). A ausência de separação de fases após centrifugação corroborou a estabilidade mecânica das formulações; entretanto, F3 apresentou separação de fases a partir de 55 °C, indicando menor estabilidade térmica.

Nas emulsões, a atividade antioxidante e o FPS aumentaram numericamente de F1 para F3, padrão também relatado por Theodoridou *et al*. (2026). Contudo, a variação antioxidante não foi estatisticamente significativa (ANOVA: $F(2,6) = 0,81$; $p = 0,49$). Já a redução do FPS nas emulsões em relação ao extrato isolado era esperada, justificada pela diluição do ativo e por interações com a matriz (Schorro *et al*., 2020).

Conclusão

Este estudo avaliou o extrato oleoso da borra de café, obtido com etanol, solvente que se mostrou eficiente na extração dos compostos presentes na matriz e passível de recuperação. O extrato apresentou propriedades funcionais e características físico-químicas relevantes para aplicação em formulações cosméticas, possibilitando a incorporação de bioativos naturais às emulsões e proporcionando atividade antioxidante e fator de proteção solar, sem comprometer a formação da emulsão óleo em água, contribuindo para a valorização e o reaproveitamento da borra de café como resíduo agroindustrial. Suas propriedades podem variar de acordo com a origem e o processamento da borra de café, dificultando a padronização do extrato. Em relação às emulsões, destaca-se a presença de coloração e odor característicos, que podem ser aprimorados visando maior aceitação pelos consumidores, além da menor estabilidade térmica observada na formulação com maior concentração do extrato. Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de pesquisas sobre métodos de fixação e aprimoramento dos compostos bioativos nas emulsões, de modo a potencializar o aproveitamento dessas propriedades.

Referências

ALLEN JR., Loyd V.; POPOVICH, Nicholas G.; ANSEL, Howard C. **Formas farmacêuticas e sistemas de liberação de fármacos**. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=fpRsBQAAQBAJ. Acesso em: 26 set. 2026. ISBN 9780781779340

AMARAL, Frederico Miranda do et al. Inovação da cafeicultura brasileira: a transformação do café como commodity. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Málaga, v. 23, n. 6, p. 120, 2025. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10372068. Acesso em: 26 set. 2026. e-ISSN 1696-8352.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed. Washington, DC: AOAC, 1995.

AZZINI GONÇALVES, Ricardo. **Desenvolvimento e avaliação in vitro e in vivo de emulsões contendo óleo de canola e ácidos carboxílicos.** 2000. 120 f. Dissertação (Mestrado em Fármaco e Medicamentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/001321441. Acesso em: 26 set. 2026.

BEVILACQUA, Elza et al. The potential of spent coffee grounds in functional food development. **Nutrients**, v. 15, n. 4, p. 994, 2023. Disponível em: https://www.mdpi.com/2072-6643/15/4/994. Acesso em: 26 set. 2026.

BORGHETTI, Greice Stefani; KNORST, Miriam Teresinha. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de loções O/A contendo filtros solares. **Revista Brasileira de Ciências**

Farmacêuticas, v. 42, n. 4, p. 531-537, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbcf/a/JVskYM4ntcrsmbdcTDdXCks/?lang=pt. Acesso em: 26 set. 2026.

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. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643895800085. Acesso em: 26 set. 2026.

BRUM, Aelson Aloir Santana; ARRUDA, Lia Ferraz de; REGITANO-D'ARCE, Marisa Aparecida Bismara. Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 849-854, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/qn/a/bVRjZz6Qz7DRHhGksbrrfVt/?lang=pt. Acesso em: 26 set. 2026.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p. Disponível em: https://docente.ifsc.edu.br/marcel.piovezan/MaterialDidatico/AAL/Apostila-Instituto-Adolfo-Lutz.pdf. Acesso em: 26 set. 2026.

KARMEE, Sanjib Kumar. A spent coffee grounds based biorefinery for the production of biofuels, biopolymers, antioxidants and biocomposites. **Waste Management**, v. 72, p. 240-254, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X17307882?via%3Dihub. Acesso em: 26 set. 2026.

LI, Liyan et al. Natural products and extracts from plants as natural UV filters for sunscreens: A review. **Animal Models and Experimental Medicine**, v. 6, n. 3, p. 183-195, 2023. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ame2.12295. Acesso em: 26 set. 2026.

MANSUR, J. S. et al. Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 61, n. 3, p. 121-124, 1986.

SANTOS, Priscilla C. et al. Determinação da autenticidade de amostras de azeite comerciais apreendidas no estado do Espírito Santo usando um espectrofotômetro portátil na região do NIR. **Química Nova**, v. 43, n. 7, p. 891-900, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/qn/a/mTLzqqqvwy83NK8n39vH9Sd/?lang=pt. Acesso em: 26 set. 2026.

SCHORRO, Jéssica Rossi da Silva et al. Influência de diferentes ativos em formulações de produtos dermocosméticos com fator de proteção solar. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 29741-29754, 2020. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/10409. Acesso em: 26 set. 2026.

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: http://dx.doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1.

THEODORIDOU, Kalliopi-Anna et al. Preparation of cosmetic emulsion creams with enhanced antioxidant activity using a coffee-industry waste as an additive. **Sustainable Chemistry for the Environment**, v. 14, p. 100328, 2026. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949839226000179. Acesso em: 26 set. 2026.

VILLANOVA, J. C. O. **Desenvolvimento farmacotécnico**. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde, Laboratório de Produção Farmacêutica, 2019. Material didático.

ZANIN, Sandra Maria W.; MIGUEL, Marilis Dallarmi; CHIMELLI, Márcio; DALMAZ, Ana Cláudia. Parâmetros físicos no estudo da estabilidade das emulsões Physicals parameters in the emulsion stability study. **Visão Acadêmica**, v. 2, n. 2, 2001. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/486. Acesso em: 26 set. 2026.

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.