

## **APROVEITAMENTO DA PELÍCULA PRATEADA DE CAFÉ: EXTRAÇÃO ALTERNATIVA DE COMPOSTOS BIOATIVOS E POTENCIAL ANTIOXIDANTE PARA UMA ECONOMIA CIRCULAR**

**Ana Terra de Medeiros Felipe**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – RN

**Ana Cecília de Azevedo Carvalho**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – RN

**Kátia Nicolau Matsui**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – RN

### **1 INTRODUÇÃO**

De acordo com a International Coffee Organization (ICO) para o café arábico foram produzidos aproximadamente 4,01 bilhões de quilos, nos anos 2022 a 2023, gerando uma quantidade significativa de descarte ao longo de toda a cadeia produtiva, desde a colheita até o processamento e torrefação (Thomlinson, 2018). Entre os principais subprodutos estão a casca, a polpa, a mucilagem, a película prateada e a borra de café, cujo descarte inadequado pode ocasionar sérios impactos ambientais, como poluição do solo e da água, além da emissão de gases de efeito estufa. No entanto, esses resíduos contêm compostos bioativos, despertando o interesse para seu reaproveitamento em diversas áreas químicas e indústrias de alimentos (Costa et al., 2017).

A película prateada do café, também conhecida como coffee silverskin, um dos principais resíduos gerados durante a torrefação dos grãos, é uma fina camada que envolve o café e se desprende durante esse processo (Lorbeer et al., 2022). Este material representa uma fração significativa dos resíduos gerados na produção de café e apresenta potencial para aplicações em diversas áreas devido ao seu teor de fibras e outros nutrientes, embora seu uso ainda seja limitado em escala industrial (Gottstein et al., 2024). Apesar de ser frequentemente descartada, ela possui compostos bioativos como os ácidos fenólicos e os flavonoides, com atividade antioxidante, que podem ser utilizados em diferentes aplicações industriais (Hoseini et al., 2021). Estudos recentes têm explorado o uso desse subproduto em áreas para fabricação de material biodegradável, devido a suas propriedades bioativas (Castro et al., 2018). Assim, a película prateada apresenta-se como uma



alternativa promissora para agregar valor à cadeia do café e minimizar o impacto ambiental da indústria cafeeira.

A película de café é um subproduto agrícola rico em compostos bioativos. A otimização do método de extração pode aumentar o rendimento e a eficácia desses compostos para aplicações na indústria de alimentos e cosméticos. A incorporação de resíduos, como a película prateada do café, é de grande interesse industrial por seu potencial inovador (Costa et al., 2018)

Os compostos fenólicos são responsáveis também pelas características organolépticas dos alimentos vegetais influenciando na cor e sabor do alimento, além de serem interessantes nas áreas de alimentos pelas suas propriedades antioxidantes e antibacterianas (Alara et al. 2021). A atividade antioxidante da película de café pode ser avaliada por métodos como o DPPH e ABTS, que medem sua capacidade de doação de elétrons e neutralização de radicais. Diante disso, a identificação dessa atividade é importante para prolongar a vida útil de uma embalagem (Martinez-Saez et al., 2014).

A utilização dessa biomassa contribui para a redução de resíduos sólidos, promovendo uma economia circular. O aproveitamento da película de café em processos industriais agrega valor ao ciclo produtivo, transformando um material anteriormente inutilizado em uma solução ecológica para problemas como o excesso de lixo e a dependência de plásticos não degradáveis. (Hosseini et al., 2021).

## **2 OBJETIVO**

Esse estudo tem o objetivo de proporcionar uma alternativa ao subproduto do café, propondo aplicações de valor agregado. Sendo assim, o aproveitamento da película de café para a extração de compostos bioativos e a potencial atividade antioxidante desta biomassa residual apresenta uma alternativa sustentável e contribui para uma economia circular, criando oportunidades econômicas e ambientais, otimizando o uso de recursos naturais.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 COLETA**

A película prateada do café foi cedida pela empresa 3corações, localizada em Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, (Latitude: 5°74'184"S, Longitude: 35°28'778"O) em outubro de 2024 e levadas para o laboratório de engenharia de alimentos (LEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) para futuras análises.



### 3.2 PRÉ-PREPARO E PADRONIZAÇÃO

As amostras foram secas em estufa (Lucadema, São Paulo, Brasil) por 6 horas a 50 °C, em seguida foram moídas e peneiradas em mesh 32 para padronização do pó.

### 3.3 UMIDADE

Foi utilizado o método gravimétrico para análise de umidade. Pesaram-se aproximadamente 3 gramas da amostra em porcelana de pesagem previamente secas e taradas. As amostras foram colocadas em estufa (Lucadema, São Paulo, Brasil) a uma temperatura de 105°C até atingirem peso constante (AOAC, 2000).

### 3.4 ATIVIDADE DE ÁGUA

A análise foi realizada utilizando um medidor de atividade de água direto, equipado com sensor digital (Aqualab S3TE, Decagon, EUA). As amostras foram colocadas em pequenas cápsulas de amostragem fornecidas pelo equipamento, garantindo que sua superfície ficasse completamente exposta ao sensor para uma leitura precisa. As cápsulas foram inseridas na câmara de leitura do equipamento, que foi fechado e deixado estabilizar até atingir o equilíbrio com o ambiente interno.

### 3.5 EXTRAÇÃO

A extração foi feita utilizando etanol como solvente em um método combinado, primeiro em banho ultrassônico (ALTRONIC Clean 3IA, 3 L, São Paulo, Brasil) numa frequência de 40 kHz e 100 W, sem agitação, durante 15 minutos e em seguida foi mantida sob agitação mecânica (SP-10209/A, SP Labor, Brasil) em temperatura ambiente por 45 minutos. A proporção entre a amostra e o etanol foi de 2 g em 100 mL (1:50 g/mL). Em seguida foram filtradas a vácuo e os extratos foram armazenados sob refrigeração e protegidos da luz.

### 3.6 COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (CFT)

Foi determinado os fenólicos totais com o método de Folin-Ciocalteu em microplacas de 96 poços com modificações como proposto por Dung (2024). Em 25 µL do extrato diluído 20 vezes foi adicionado 50 µL de água destilada, 25 µL do reagente de Folin-Ciocalteu (1:10, v/v) e 100 µL de carbonato de sódio a 7,5% (m/v). A mistura foi mantida em repouso sob abrigo da luz por 90 minutos em temperatura ambiente. Após o tempo de reação, a absorbância foi medida a 765 nm utilizando um leitor de microplacas (ASYS UVM 340, Biochrom Ltd, England). Previamente uma curva padrão foi construída com ácido gálico em diferentes concentrações (0 a 250 mg/L), permitindo a quantificação



dos compostos fenólicos totais. Os resultados foram expressos em equivalentes de ácido gálico (EAG) por grama de amostra seca (mg EAG/g).

### 3.7 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (DPPH)

Avaliar a capacidade antioxidante pelo método DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), medindo a redução de radicais livres seguindo o método descrito por Bobo-García et al. (2014). Uma alíquota de 150  $\mu$ L de uma solução metanólica de DPPH (150  $\mu$ M) foi adicionada a 20  $\mu$ L das amostras. As misturas foram então incubadas em temperatura ambiente, no escuro, por 40 minutos, e a absorbância foi medida a 515 nm utilizando um leitor de microplacas (ASYS UVM 340, Biochrom Ltd, England).

### 3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todas as análises foram feitas pelo menos em triplicata e estão apresentadas em média  $\pm$  desvio padrão. As análises de compostos bioativos e atividade antioxidante foram feitas em 8 réplicas.

## 4 DESENVOLVIMENTO

O processo de secagem é essencial para a preservação de alimentos vegetais, pois reduz o teor de água, limitando a atividade microbiana e reações químicas que podem comprometer a qualidade do produto. Umidade acima de 12% nesses alimentos favorece o crescimento de microrganismos, como fungos, além de acelerar processos de deterioração e reduzir a estabilidade do produto durante o armazenamento (ANVISA, 2015; Lorbeer et al., 2022).

No caso da película prateada do café, a análise revelou um teor de umidade de 7,45%, como mostrado na Tabela 1, e que está abaixo do limite crítico de 12%. Esse valor indica que o material apresenta baixa suscetibilidade à degradação microbiológica, favorecendo sua conservação e armazenamento. Essa característica é fundamental para seu uso em aplicações industriais ou como ingrediente funcional em alimentos (Lorbeer et al., 2022).

**Tabela 1.** Parâmetros físico-químicos para as pétalas de Clitoria secas.

Parâmetros físico-químicos	Valor médio
Umidade (%)	7,45 $\pm$ 1,39
Atividade de água (aw)	0,445 $\pm$ 0,03

**Fonte:** Autores (2024).



A Tabela 1 mostra o valor obtido para a umidade da película prateada de café, sendo de  $7,45 \pm 1,39$ , estando similar ao encontrado por Gottstein et al. (2021) de 7,64% para a película.

A análise da atividade de água ( $A_w$ ) é essencial para amostras secas a mesma mede a disponibilidade de água para reações químicas e crescimento microbiano, sendo um indicador crítico de estabilidade e segurança (Gottstein et al., 2021). Valores de  $A_w$  inferiores a 0,6 geralmente limitam o desenvolvimento de microrganismos, enquanto valores próximos a 0,4, como o obtido para a película prateada do café é mostrado na Tabela 1, em torno de 0,445, indicando alta estabilidade microbiológica. Esse nível é suficiente para prevenir deteriorações significativas durante o armazenamento, destacando o potencial do material como um ingrediente seguro para aplicações alimentares e industriais (Gottstein et al., 2021).

**Figura 2.** Película prateada do café em pó.



**Fonte:** Autores (2024).

Os resultados obtidos para o conteúdo de compostos fenólicos totais na película prateada do café demonstraram uma concentração significativa, reafirmando o potencial deste subproduto como fonte de compostos bioativos. Em comparação com estudos anteriores, os valores encontrados foram similares ou inferiores aos reportados em diferentes cultivares de café e métodos de processamento, indicando que a película prateada é rica em polifenóis, especialmente ácido clorogênico. Essa variação pode ser atribuída a fatores como o tipo de grão, as condições de cultivo, o processo de geração do resíduo e o método de extração utilizado. Além disso, a correlação positiva entre a concentração de fenólicos e a capacidade antioxidante sugere que a película prateada pode ser



explorada como ingrediente funcional em formulações alimentícias, promovendo o reaproveitamento de resíduos da indústria cafeeira e contribuindo para a sustentabilidade (Dong et al., 2024; Esposito et al., 2021).

Nesse estudo a extração assistida com um método não convencional de ultrassom combinada com a extração convencional da película prateada do café resultou em uma concentração de 274,63 mg EAG/100g como mostrado na Tabela 2. Vale ressaltar que diversos fatores intrínsecos do processo de extração influenciam no rendimento dos compostos como fenólicos e na capacidade antioxidante como a temperatura, tempo de extração, tipo de solvente utilizado e a concentração da solução.

Em um estudo recente, Dong et al. (2024) usando como solvente extrator éter de petróleo, acetona e metanol e ultrassom por 30 minutos resultou em 474,64 mg EAG/g de extrato seco. O resultado pode ser atribuído à extração sequencial por 3 vezes e o uso de solventes com maior polaridade que são capazes de extrair mais compostos fenólicos (Dong et al., 2024). Costa et al. (2018) reportou valores aproximados em 4,3 mg EAG/g para extratos etanólicos.

**Tabela 2.** Concentração de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante contra o radical DPPH do extrato da película prateada do café obtido por ultrassom e agitação mecânica.

Análise	Resultados
Compostos Fenólicos (mg EAG/100g)	274,63 ± 11,4
DPPH (%)	25,12 ± 0,71

**Fonte:** Autores (2024).

Os dados obtidos para a atividade antioxidante da película prateada do café, avaliados pelo método DPPH, indicaram elevada capacidade de sequestro de radicais livres, com valores superiores a 25%. Esses resultados corroboram estudos anteriores que destacam a película prateada como uma rica fonte de antioxidantes naturais, atribuídos principalmente à presença de compostos fenólicos, como ácidos clorogênicos e flavonoides. Comparativamente, os valores obtidos estão dentro da faixa relatada para subprodutos de café em diferentes estudos, dependendo do tipo de solvente e método de extração empregado. A alta correlação entre a concentração de compostos fenólicos e a atividade antioxidante reforça o potencial desse subproduto para aplicações em formulações alimentícias, embalagens e cosméticos, contribuindo para o reaproveitamento sustentável de resíduos agroindustriais e a valorização da cadeia produtiva do café.

O resultado obtido no presente estudo é de que o extrato possui 25,12% de capacidade de sequestro de radicais livres DPPH, como apresentado na Tabela 2. Esses resultados estão em consonância com dados da literatura, que destacam a película prateada como uma fonte rica em



antioxidantes naturais, especialmente compostos fenólicos como ácidos clorogênicos e flavonoides (Dong et al., 2024). Em comparação com outros subprodutos do café, como a polpa e a casca, a película prateada apresentou atividade antioxidante superior, o que pode ser atribuído à sua composição química diferenciada e elevada concentração de compostos bioativos. A relação direta entre o teor de fenólicos totais e a atividade antioxidante observada reforça o potencial de utilização desse resíduo como ingrediente funcional em produtos alimentícios e cosméticos, promovendo o aproveitamento sustentável de subprodutos da cadeia cafeeira (Castaldo et al., 2020).

Em estudo similar, Dong et al. (2024) reportaram uma atividade antioxidante de 50% para o mesmo radical, utilizando uma concentração de 20 µg/mL e 448 µg/mL de extrato das frações de compostos fenólicos isoladas. Costa et al. (2018) também encontraram valores significativamente maiores de atividade antioxidante em extratos obtidos por métodos convencionais ( $519 \pm 37$  mg TE/l para extrato 100% etanólico), indicando o potencial de extração eficiente de compostos antioxidantes da película prateada do café.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos neste estudo reforçam o potencial da película prateada do café como uma fonte promissora de compostos bioativos, particularmente fenólicos, com propriedades antioxidantes significativas. A aplicação de métodos otimizados de extração, como a combinação de ultrassom e agitação mecânica, demonstrou ser eficaz na recuperação de compostos de interesse, ampliando as possibilidades de aproveitamento deste subproduto em formulações alimentícias, cosméticas e até embalagens biodegradáveis. Além disso, a baixa atividade de água e teor de umidade destacam a estabilidade microbiológica e o potencial para armazenamento prolongado, favorecendo sua integração em processos industriais. A valorização da película prateada do café contribui para a sustentabilidade da cadeia produtiva, promovendo a economia circular e o aproveitamento de resíduos agroindustriais de maneira inovadora e ambientalmente responsável.



## REFERÊNCIAS

- ALARA, Oluwaseun Ruth; ABDURAHMAN, Nour Hamid; UKAEGBU, Chinonso Ishamel. Extraction of phenolic compounds: A review. *Current Research in Food Science*, [S.l.], v. 4, p. 200-214, 2021.
- AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Arlington: AOAC, 1990.
- BOBO-GARCÍA, Gloria et al. Intra-laboratory validation of microplate methods for total phenolic content and antioxidant activity on polyphenolic extracts, and comparison with conventional spectrophotometric methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 95, n. 1, p. 204-209, 2015. DOI: 10.1002/jsfa.6706.
- CASTALDO, L. et al. In vitro bioaccessibility and antioxidant activity of coffee silverskin polyphenolic extract. *Molecules*, v. 25, n. 9, p. 2132, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules25092132>.
- CASTRO, A.C.C.M.; ODA, F.B.; ALMEIDA-CINCOTTO, M.G.J.; DAVANÇO, M.G.; CHIARI-ANDRÉO, B.G.; CICARELLI, R.M.B.; PECCININI, R.G.; ZOCCOLO, G.J.; RIBEIRO, P.R.V.; CORRÊA, M.A.; ISAAC, V.L.B.; SANTOS, A.G. Green coffee seed residue: A sustainable source of antioxidant compounds. *Food Chemistry*, v. 246, p. 48–57, 2018.
- COSTA, Anabela S.G. ALVES, Rita C.; VINHA, Ana F.; COSTA, Elísio; COSTA, Catarina S.G.; NUNES, M. Antónia; ALMEIDA, Agostinho A.; SANTOS-SILVA, Alice; OLIVEIRA, M. Beatriz P.P. (2017). Nutritional, chemical and antioxidant/pro-oxidant profiles of silverskin, a coffee roasting by-product. *Food Chemistry* 267 (2018) 28–35.
- COSTA, Anabela S.G. et al. Nutritional, chemical and antioxidant/pro-oxidant profiles of silverskin, a coffee roasting by-product. *Food Chemistry*, [S.l.], v. 267, p. 28–35, 2018.
- DONG, S.; DING, L.; ZHENG, X.; WANG, O.; CAI, S. Phenolic Compositions of Different Fractions from Coffee Silver Skin and Their Antioxidant Activities and Inhibition towards Carbohydrate-Digesting Enzymes. *Foods*, v. 13, n. 19, p. 3083, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods13193083>.
- ESPOSITO, L.; DI MATTIA, C. D.; RICCI, A.; MASTROCOLA, D. Characterization of Coffee Silver Skin as Potential Food-Safe Ingredient. *Foods*, v. 10, n. 6, p. 1367, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10061367>.
- GOTTSTEIN, V.; BERNHARDT, M.; DILGER, E.; KELLER, J.; BREITLING-UTZMANN, C. M.; SCHWARZ, S.; KUBALLA, T.; LACHENMEIER, D. W.; BUNZEL, M. Coffee Silver Skin: Chemical Characterization with Special Consideration of Dietary Fiber and Heat-Induced Contaminants. *Foods*, v. 10, n. 8, p. 1705, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10081705>.
- HOSEINI, Marziyeh; COCCO, Stefania; CASUCCI, Cristiano; CARDELLI, Valeria; CORTI, Giuseppe. Coffee by-products derived resources. A review. *Biomass and Bioenergy*, v. 148, p. 106009, 2021.
-





HOSSEINI, Seydeh Negar; PIRSA, Sajad; FARZI, Jafar. Biodegradable nano composite film based on modified starch-albumin/MgO; antibacterial, antioxidant and structural properties. *Polymer Testing*, v. 97, p. 107182, 2021.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION (ICO). *Annual Review 2022-2023*. Londres: ICO, 2023. Disponível em: <https://www.ico.org>. Acesso em: 16 out. 2024.

MARTINEZ-SAEZ, Nuria; ULLATE, Mónica; MARTIN-CABREJAS, María A.; MARTORELL, Patricia; GENOVÉS, Salvador; RAMON, Daniel; DEL CASTILLO, María Dolores. A novel antioxidant beverage for body weight control based on coffee silverskin. *Food Chemistry*, v. 150, p. 227–234, 2014.

SCHWARZ, S.; FRANKE, H.; LACHENMEIER, D. W. Toxicological Assessment of Roasted Coffee Silver Skin (*Testa of Coffea sp.*) as Novel Food Ingredient. *Molecules*, v. 27, n. 20, p. 6839, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules27206839>.

THOMLINSON, Thayer. *Coffee & biochar: exploring biochar as a solution for sustainability in the coffee industry*. Biochar International, 2018. Disponível em: [https://biochar-international.org/wp-content/uploads/2023/01/Coffee\\_FINAL\\_Oct-2018.pdf](https://biochar-international.org/wp-content/uploads/2023/01/Coffee_FINAL_Oct-2018.pdf). Acesso em: 02 nov. 2024.