REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

POTENCIAL TECNOLÓGICO DA APLICAÇÃO DA PELÍCULA PRATEADA DE CAFÉ (Coffea sp.) COMO BIOFILME PARA A CONSERVAÇÃO DE FRUTAS E PRODUTOS HORTÍCOLAS.

TECHNOLOGICAL POTENTIAL OF APPLYING SILVER COFFEE FILM (Coffea sp.) AS A BIOFILM FOR THE CONSERVATION OF FRUITS AND VEGETABLES.

TECNOLÓGICO DE LA APLICACIÓN DE PELÍCULA DE PLATA DE CAFÉ (Coffea sp.) COMO BIOPELÍCULA PARA LA CONSERVACIÓN DE FRUTAS Y VERDURAS.

Maria Clara Nogueira da Silva Paiva
Graduanda em Ciência e Tecnologia de alimentos, Instituto Federal Fluminense, Brasil
E-mail: mariaclaranogueira149@gmail.com

Luiz Felipe Nogueira da Silva Paiva
Graduando em Ciência e Tecnologia de alimentos, Instituto Federal Fluminense, Brasil
E-mail: luiz.nogueira@gsuite.iff.edu.br

Kauã Richard Araujo Branco
Graduando em Ciência e Tecnologia de alimentos, Instituto Federal Fluminense, Brasil
E-mail: r.kaua@gsuite.iff.edu.br

Brenda Pereira da Silva
Mestranda, Universidade Federal do Espírito santo (UFES), Brasil;
E-mail: Brenda.silvacta@gmail.com

Cassiano Oliveira da Silva
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, IF Fluminense, Brasil
E-mail: cassianooliveiraiff@gmail.com

Antonio Alonso Cecon Novo
Doutor em produção vegetal, Instituto Federal Fluminense, Brasil
E-mail: anovo@iff.edu.br

Eléia Righi
Doutora em Geografia, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil
E-mail: eleia-righi@uergs.edu.br

Hilton Lopes Galvão
Doutorado em Fitotecnia, Instituto Federal Fluminense, Brasil
E-mail: hiltonlgalvão@gmail.com

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

Resumo

O Brasil, líder mundial na produção de café, gera um volume expressivo de resíduos agroindustriais, sendo que mais de 50 % da massa do fruto do cafeeiro é descartada no processamento. Um dos principais subprodutos é a película prateada (coffee silver skin), um resíduo da torrefação com alto teor de fibras alimentares e rica em compostos bioativos, como ácidos fenólicos e flavonoides. Esses compostos apresentam comprovada capacidade antioxidante e propriedades funcionais que vão além da nutrição. Paralelamente, o setor de frutas e produtos hortícolas enfrenta perdas pós-colheita devido à elevada perecibilidade destes alimentos, para reduzir esse desperdício, os biofilmes surgem como uma tecnologia promissora, atuando como barreiras protetoras que controlam a transferência de oxigênio e umidade, prolongando a vida útil dos produtos. Diante do potencial funcional da película prateada e da necessidade de soluções sustentáveis para a conservação de hortícolas, o presente estudo propõe a utilização da película prateada como fonte de compostos bioativos para o enriquecimento de biofilmes comestíveis. Esta abordagem visa aproveitar integralmente um resíduo da cadeia do café para desenvolver uma tecnologia eficiente e sustentável, que contribua para a redução de perdas pós-colheita.

Palavras-chave: Película prateada do café; Conservação pós-colheita; Compostos bioativos.

Abstract

Brazil, as the global leader in coffee production, generates a significant volume of agro-industrial by-products, with over 50 % of the coffee cherry mass being discarded during processing. A primary by-product is coffee silverskin, a roasting residue characterized by high dietary fiber content and rich in bioactive compounds, such as phenolic acids and flavonoids. These compounds possess well-documented antioxidant capacity and functional properties beyond basic nutrition. Concurrently, the fruit and vegetable sector faces substantial post-harvest losses due to high perishability. To mitigate this waste, biodegradable biofilms have emerged as a promising technology, acting as protective barriers that regulate oxygen and moisture transfer, thereby extending shelf life. Given the functional potential of coffee silverskin and the demand for sustainable post-harvest preservation of horticultural products, this study proposes the incorporation of coffee silverskin as a source of bioactive compounds to enrich edible biofilms. This approach aims to upcycle a residue from the coffee chain into an efficient and sustainable technology, contributing to the reduction of post-harvest losses.

Keywords: Coffee Silverskin, Post-Harvest Conservation, Bioactive compounds.

Resumen

Brasil, líder mundial en la producción de café, genera un volumen significativo de residuos agroindustriales, ya que más del 50 % de la masa del fruto del cafeto se desecha durante el procesamiento. Uno de los principales subproductos es la piel plateada (coffee silverskin), un residuo del tostado con alto contenido en fibra alimentaria y rico en compuestos bioactivos, como ácidos fenólicos y flavonoides. Estos compuestos tienen una capacidad antioxidante demostrada y propiedades funcionales que van más allá de la nutrición. Paralelamente, el sector de las frutas y hortalizas se enfrenta a pérdidas poscosecha debido a la alta perecibilidad de estos alimentos. Para reducir este desperdicio, las biopelículas biodegradables se perfilan como una tecnología prometedora, ya que actúan como barreras protectoras que controlan la transferencia de oxígeno y humedad, prolongando la vida útil de los productos. Ante el potencial funcional de la película plateada y la necesidad de soluciones sostenibles para la conservación de las hortalizas, el presente estudio propone el uso de la película plateada como fuente de compuestos bioactivos para el enriquecimiento de biopelículas comestibles. Este enfoque tiene como objetivo aprovechar íntegramente un residuo de la cadena del café para desarrollar una tecnología eficiente y sostenible que contribuya a la

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

reducción de las pérdidas poscosecha.

Palabras clave: Película plateada del café; Conservación poscosecha; Compuestos bioactivos.

1. Introdução

A cadeia produtiva do café é um dos ramos mais expressivos da indústria de alimentos, sendo fundamental para a economia nacional. Contudo, essa intensa atividade agroindustrial resulta na geração de grandes volumes de resíduos, uma vez que mais de 50 % da massa do fruto do cafeeiro é descartada nas etapas de beneficiamento (Esquivel; Jimenez, 2012).

Entre os subprodutos gerados, a película prateada (*coffee silverskin*) destaca-se como o principal resíduo sólido da etapa de torrefação. Embora seja descartada, a análise de sua composição revela um perfil nutricional e funcional, sendo rica em fibras alimentares e apresentando concentrações significativas de compostos bioativos, como ácidos fenólicos e flavonoides (Basílio, 2018; Hoseini *et al.*, 2021). Tais fitoquímicos são conhecidos por sua elevada capacidade antioxidante e por exercerem efeitos benéficos à saúde humana, como propriedades anti-inflamatórias e anticarcinogênicas (Veggi, 2013).

Simultaneamente, o setor de frutas e produtos hortícolas enfrenta o desafio da elevada perecibilidade pós-colheita, um problema que contribui para que o Brasil esteja entre os países com as maiores taxas de desperdício de alimentos no mundo (Borges *et al*., 2019). Esses produtos, apesar de seu elevado valor nutricional, possuem vida útil limitada, demandando a aplicação de métodos de conservação eficazes para minimizar perdas e garantir a segurança alimentar.

Nesse contexto, o desenvolvimento de biofilmes comestíveis surge como uma solução tecnológica promissora. Quando aplicados à superfície dos alimentos, eles podem atuar como uma barreira protetora contra a transferência de oxigênio e umidade, sendo uma estratégia eficaz para preservar a qualidade pós-colheita (Machado, 2020a).

Diante da necessidade de práticas mais sustentáveis na agroindústria e do potencial funcional da película prateada do café, avalia-se sua incorporação como fonte de compostos bioativos para o enriquecimento de biofilmes a serem aplicados

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

a frutos e produtos hortícolas, visando prolongar a vida útil e preservar suas características.

1.1 Objetivos Gerais

Analisar o potencial tecnológico da aplicação da película prateada de café na formulação de biofilmes para a conservação pós-colheita de frutas e produtos hortícolas.

1.2 Procedimentos metodológicos

O presente estudo consiste em uma revisão narrativa de literatura, de natureza exploratória e descritiva, com o objetivo de analisar o potencial tecnológico que a película prateada do café pode possuir na formulação de biofilmes para conservação pós-colheita de frutas e produtos hortícolas.

A escolha pela abordagem narrativa justifica-se pela necessidade de integrar conhecimentos multidisciplinares, abrangendo aspectos relacionados à composição química da película prateada do café, propriedades gerais dos compostos bioativos, tecnologias de desenvolvimento de biofilmes e métodos de conservação pós-colheita. Essa abordagem permite uma análise interpretativa e contextualizada do tema, favorecendo a identificação de lacunas científicas e perspectivas de aplicação tecnológica.

A busca bibliográfica foi realizada principalmente nas seguintes bases de dados científicas Google Scholar; Scientific Electronic Library Online (SciELO); ScienceDirect. A pesquisa foi conduzida entre Setembro de 2025 e Março de 2026, utilizando como combinações de descritores, tanto em português e inglês, tais como: *“coffee silverskin”, “bioactive compounds”, “edible films”, “post-harvest conservation”, “agro-industrial waste”* e seus correspondentes em português.

Foram priorizados artigos científicos publicados nos últimos 10 anos, sem, contudo, excluir trabalhos que possuem referências fundamentais para a compreensão do tema. Como critérios de inclusão, consideraram-se estudos que abordassem a composição química e propriedades da película prateada do café; métodos de extração e caracterização de compostos bioativos; desenvolvimento e

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

aplicação de biofilmes comestíveis, além de tecnologias de conservação pós-colheita de frutas e hortaliças.

Os trabalhos que não apresentavam relação direta com a temática proposta ou que não possuíam rigor científico adequado, como materiais sem revisão por pares ou com insuficiência de dados metodológicos foram excluídos. Também foram excluídos trabalhos que envolvessem métodos de extração não aplicados na área de alimentos, que envolvessem possibilidades de intoxicações, por exemplo.

A análise das informações foi conduzida de forma qualitativa e interpretativa, sendo os estudos organizados em eixos temáticos que estruturam a revisão, a saber: cadeia produtiva do café e geração de resíduos, caracterização da película prateada, compostos bioativos e atividade antioxidante, qualidade pós-colheita de hortícolas e aplicação de biofilmes. A partir dessa organização, buscou-se estabelecer relações entre os diferentes estudos, permitindo a construção de uma análise crítica sobre o potencial tecnológico da película prateada do café como matéria-prima para o desenvolvimento de biofilmes aplicados à conservação de frutas e produtos hortícolas.

2. Revisão da Literatura

2.1 Beneficiamento do café no Brasil

O Brasil é reconhecido como o maior produtor mundial de café tendo a primeira estimativa da Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB para a safra 2026 estimada em 66,2 milhões de sacas de 60 kg, um adicional de 17,1 % em relação a 2025. Esta primeira estimativa da CONAB indica recuperação da produção brasileira, sustentada pela expansão de área, melhora expressiva da produtividade e condições climáticas mais favoráveis em relação ao ciclo anterior, o que corresponde a aproximadamente 29,62 % da produção global. (Conab, 2026).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

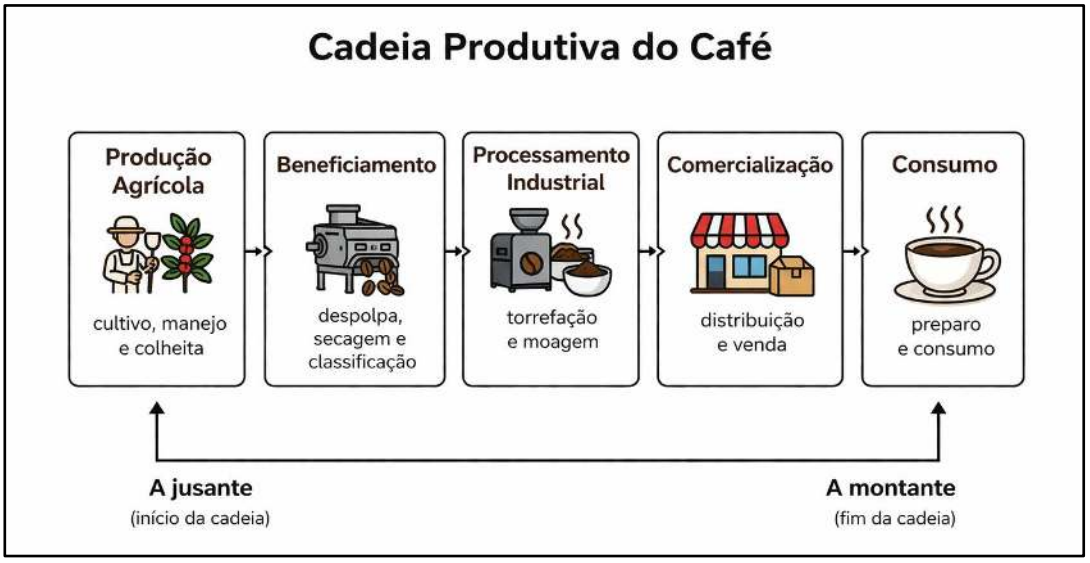
A crescente competitividade do mercado de café, observada desde os anos 1980, tem exigido avanços na gestão do conhecimento em toda a sua cadeia produtiva, o que é de grande relevância para o setor industrial e comercial. Trata-se de um dos ramos mais expressivos da indústria de alimentos e bebidas no mundo, além de figurar entre as commodities de maior circulação global (Trauer *et al.*, 2017). Estima-se que cerca de 1,4 bilhões de xícaras de café sejam consumidas diariamente, consolidando o produto como uma das principais commodities agrícolas de exportação. No mercado financeiro, o café ocupa a segunda posição entre as mercadorias mais valiosas, atrás apenas do petróleo, o que reforça sua importância econômica mundial (Food Safety Brazil, 2024).

A cadeia produtiva agroindustrial pode ser compreendida como um conjunto de operações interligadas, cuja finalidade é produzir, transformar e distribuir determinado produto. Essa cadeia pode ser estruturada tanto a jusante, no sentido fornecedor-cliente, quanto a montante, no sentido cliente-fornecedor, e geralmente se divide em três macrossegmentos: produção de matérias-primas, processamento industrial e comercialização (Batalha; Silva, 2014). No caso específico do café, o fluxograma apresentado na Figura 1 ilustra, de forma sequencial, as etapas que compõem sua cadeia produtiva, iniciando-se na produção agrícola que abrange cultivo, manejo e colheita, seguindo pelas fases de beneficiamento e processamento industrial, e finalizando nas etapas de comercialização e consumo.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

Figura 1 - Fluxograma das etapas da cadeia produtiva do café.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Batalha e Silva (2014).

Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento MAPA, a cadeia produtiva de café foi responsável pela geração de mais de 8 milhões de empregos no País, proporcionando renda, acesso à saúde e à educação para os trabalhadores e suas famílias. Em algumas regiões cafeeiras, programas de inclusão digital capacitam jovens e adultos, ensinando noções básicas de computação e acesso à Internet (MAPA, 2017).

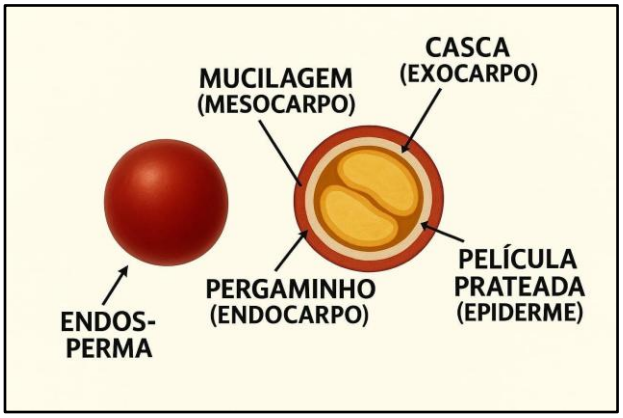
2.2 Resíduos da Cadeia do Café

O fruto do cafeeiro apresenta diversas camadas: a casca (exocarpo), a mucilagem (mesocarpo), o pergaminho (endocarpo), a película prateada (epiderme) e o endosperma, que corresponde ao grão propriamente dito (Franca; Oliveira, 2016), conforme a estrutura apresentada na Figura 2.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

Figura 2 - Estrutura Fisiológica do grão de café.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Franca e Oliveira (2016).

As tecnologias de beneficiamento do fruto do cafeeiro compreendem, majoritariamente, os métodos de via seca e via úmida, além da via semi úmida ou semi seca, considerada uma variação intermediária da via úmida. Cada método apresenta particularidades nas etapas operacionais e na geração de resíduos sólidos e líquidos, os quais influenciam significativamente o perfil químico da semente crua, refletindo diretamente na qualidade final da bebida (Durán *et al.*, 2017).

O processamento natural, também conhecido como via seca, é amplamente utilizado no Brasil, especialmente na produção de cafés da variedade *Coffea canephora*. Nesse processo, os frutos são mantidos inteiros e dispostos para secagem em terreiros de concreto, asfalto ou estruturas suspensas, sendo expostos diretamente à radiação solar ou submetidos a secagem em equipamentos mecânicos, até que os frutos atinjam cerca de 11 a 12 % de umidade. Posteriormente, o café é descascado para remoção das camadas externas. Na secagem ao sol, a qualidade final do café está diretamente relacionada às condições climáticas da região produtora, como índices de precipitação, temperatura ambiente, umidade relativa do ar e intensidade da insolação. Por outro lado, a secagem mecânica permite um controle mais preciso de variáveis como temperatura e umidade, favorecendo uma desidratação mais rápida, uniforme e com menor risco de fermentações indesejadas. (Bernardes *et al.*, 2024).

No processamento por via úmida, os grãos de café são submetidos a uma

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

seleção inicial por teste de flutuação e avaliação de densidade, permitindo a exclusão de frutos defeituosos ou imaturos. Após essa triagem, os grãos aprovados são encaminhados para a despolpa mecânica, removendo a casca e grande parte da polpa. Em seguida, os grãos são submetidos à fermentação aquosa em tanques, por um período de 18 a 72 horas, promovendo a decomposição completa de qualquer mucilagem residual. Concluída essa etapa, os grãos são lavados, eliminando resíduos fermentativos, e então dispostos para secagem em terreiros de tijolos ou em canteiros elevados, processo que pode durar de 60 a 90 dias (Coffee Bean Corral, 2023).

Este método apresenta vantagens como a redução de defeitos nos grãos e o aprimoramento do controle sensorial. Contudo, requer maior investimento em infraestrutura e consome volumes significativos de água. Sensorialmente, os cafés resultantes da via úmida destacam - se por sua acidez viva e complexidade aromática, com final limpo e notas delicadas, como frutas brancas, açúcar de cana e chocolate, conferindo ao produto um perfil de bebida mais refinado (Coffee Bean Corral, 2023).

Todas as etapas do processamento do café, desde o cultivo até o preparo da bebida, geram diferentes tipos de resíduos. A geração desses subprodutos está diretamente relacionada ao grau de maturação dos frutos, sendo mais acentuada em frutos maduros, e à eficiência dos equipamentos utilizados nas etapas de beneficiamento (Janissen; Huyhn, 2018).

De acordo com estudos sobre a cadeia produtiva do café, os principais subprodutos incluem casca, polpa, mucilagem, pergaminho, película prateada e borra de café (Coelho, 2017). Esses resíduos podem ser reutilizados de diversas formas, contribuindo para o aumento da viabilidade econômica da produção.

2.3 Película Prateada do café

A película prateada do café, também denominada *coffee silverskin*, constitui um dos principais resíduos sólidos gerados durante a torrefação dos grãos. Trata-se de uma camada delgada que recobre a semente do café, correspondendo cerca de 4,2 % do peso total da semente, ou seja, a cada 120 toneladas de café torrado, é

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

gerada 1 tonelada de película prateada (Lorbeer *et al.,* 2022; Alves *et al*., 2017). Este subproduto apresenta uma composição nutricional relevante, caracterizando-se por baixos teores de umidade, variando entre 5,0 % e 7,0 %, e por conter quantidades consideráveis de proteínas (16 % a 19 %), lipídios (1,6 % a 3,3 %) e minerais (cerca de 7,0 %) (Machado *et al.,* 2020b; Nzekoue *et al*., 2022). Além disso, destaca-se pelo elevado teor de fibras alimentares, que corresponde a aproximadamente 50 % de sua massa, das quais cerca de 15 % são solúveis e 85 % insolúveis (Basílio, 2018).

A torrefação do café é uma etapa essencial no processamento dos grãos, sendo responsável pela indução de reações térmicas, como a reação de Maillard e a pirólise, que transformam o café verde em um produto com propriedades sensoriais desejáveis para o perfil de torra pretendido. A torrefação, portanto, é uma etapa crítica, pois qualquer variação inadequada nos parâmetros de tempo e temperatura pode comprometer a qualidade final do produto. Nesse processo, a película prateada se desprende dos grãos e é transportada pelo fluxo de ar quente, originando um resíduo sólido específico dessa etapa (Costa *et al.,* 2014).

Embora muitas vezes descartada, a película prateada contém em sua composição compostos bioativos como ácidos fenólicos e flavonoides, que apresentam potencial antioxidante e podem ser aproveitados em diversas aplicações industriais (Hoseini *et al.*, 2021).

Na pesquisa de Costa *et al.* (2014), utilizaram em sua pesquisa diferentes formulações de solventes para extração de compostos fenólicos a partir da película prateada de café - PPC (1 g de PPC / 50 mL do solvente), sendo que a mistura hidroalcoólica, etanol e água, obteve o melhor rendimento foi de 50:50 (v/v) a 50°C por 90 min, tendo um extrato contendo uma concentração média de 302,5 ± 7,1 mg GAE/L. No mesmo estudo, a extração destes compostos com solução aquosa 100 % obteve concentração de 12 mg GAE.g^{-1}. Por outro, foi mencionado pelos autores que quando utilizado como solvente 100 % Etanol, esta foi a formulação com o menor rendimento de extração de compostos fenólicos da PPC, sem apresentar o valor médio de concentração encontrado.

Em outro estudo, realizado por Inácio (2022), foi preparado um extrato com concentração de 15 g da película prateada de café para 100 mL de água destilada.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

Neste trabalho, utilizou-se o método de extração por ultrassom, técnica que consiste em utilizar ondas mecânicas sonoras para promover a quebra das paredes celulares, facilitando o acesso do solvente extrator, assim aumentando a área de contato da extração. Na extração com ultrassom em uma solução aquosa 100 %, foi encontrada uma concentração de compostos fenólicos totais de 19,98 mg GAE.g^{-1} de película prateada. Nota-se que, em comparação com o método de extração 100 % aquosa utilizado por Costa *et al* (2014), o método por ultrassom obteve maior rendimento de extração, correspondendo a 66,5 % mais eficiente na extração dos compostos fenólicos.

Observa-se que a eficiência na extração desses compostos bioativos é estritamente dependente da tecnologia de extração aplicada, mostrando que o rendimento dos compostos extraídos depende da temperatura, tempo de extração, tipo de solvente utilizado e a concentração da solução (Felipe *et al*., 2024). Métodos convencionais que utilizaram solventes simples e de fácil acesso, como a mistura hidroalcoólica demonstraram bons rendimentos quantitativos. Assim como a utilização de tecnologias emergentes, sendo uma alternativa que apresenta viabilidade técnica e segurança alimentar.

2.4 Compostos bioativos e antioxidantes

Os compostos bioativos, também chamados de fitoquímicos, são compostos orgânicos presentes em alimentos de fonte vegetal que atuam beneficamente de diferentes formas à saúde humana (Duarte, 2014). Dentre os compostos bioativos, destacam-se os de natureza fenólica. Estes fitoquímicos são caracterizados pela presença de, ao menos, um grupo hidroxila (-OH) ligado a um anel aromático, sendo, por essa razão, denominados compostos fenólicos. Esses compostos podem ser encontrados em grande quantidade em vegetais, frutas e ervas (Liu *et al*., 2018).

Devido sua natureza anfipática, os compostos fenólicos apresentam elevada eficácia antimicrobiana, permitindo uma interação dinâmica com as estruturas biológicas dos microrganismos. Essa interação resulta na expansão e no aumento da fluidez da membrana, comprometendo sua integridade estrutural e funcional

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

(Taveira *et al.*, 2008). Além da desestabilização das membranas citoplasmáticas, os compostos fenólicos podem atuar inibindo a síntese de ácidos nucleicos e interferindo na atividade enzimática celular. Esses fitoquímicos possuem a capacidade de modular a expressão gênica relacionada aos fatores de virulência, o que interrompe o ciclo de proliferação de bactérias e fungos fitopatógenos (Cavalcante *et al.*, 2024). Tal multifuncionalidade biológica consolida esses metabólitos secundários como uma barreira química estratégica e essencial, garantindo a integridade dos vegetais frente a ataques de fitopatógenos.

Por outro lado, os flavonoides representam a maior classe de compostos fenólicos presentes em vegetais. O interesse científico por esses compostos tem crescido exponencialmente ao longo dos anos devido às suas propriedades bioativas benéficas à saúde humana (Cunha *et al*., 2018). Nesse sentido, Veggi já destacava, em 2013, a relevância dos flavonoides, ressaltando que esses compostos podem exercer diferentes funções biológicas conforme sua estrutura química. Entre as principais atividades relatadas estão as propriedades antimicrobianas e anti-inflamatórias, além de atividade anticarcinogênica e da capacidade de inibir a oxidação do colesterol LDL, implicado na formação de placas ateroscleróticas (Veggi, 2013).

Ressalta-se a capacidade antioxidante desses compostos, a qual se deve ao potencial de óxido-redução de determinadas moléculas de sua composição e também à capacidade dessas moléculas em competir por sítios ativos e receptores nas diversas estruturas celulares (Bastos *et al*., 2009).

Os antioxidantes são responsáveis por inibir o processo oxidativo no sistema biológico por serem capazes de interceptar os radicais livres que foram gerados pelo metabolismo celular. Eles são essenciais para neutralizar o estresse oxidativo e minimizar os danos causados pelos radicais livres, podendo ser sintetizados pelo próprio organismo ou obtidos por meio da alimentação (Kurutas, 2016). Estudos indicam que a atividade antioxidante do extrato da película prateada de café, avaliada pelo método DPPH, indica uma elevada capacidade de sequestro de radicais livres, com valores superiores a 25 % (Felipe *et al.*, 2024).

Inácio *et al.* (2023) estudando os efeitos provocados por diferentes métodos

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

de extração sobre o perfil fenólico dos resíduos obtidos do processamento do café (*Coffea arabica L.*), película prateada e a borra de café, identificou 29 compostos em ambos. Porém, houve uma variação na quantidade de cada composto encontrado de acordo com o método de extração utilizado. Dentre os principais compostos presentes na película, independentemente do método de extração, destacam-se o ácido clorogênico, ácido 2,5 DHBA, ácido 3,4 DHB e ácido cafeico.

Os compostos maioritariamente encontrados são isômeros do ácido di-hidroxibenzoico, sendo amplamente conhecidos por suas atividades antioxidantes e antimicrobianas. Assim tornando o extrato da película prateada de café se destaca como uma potencial fonte de compostos antioxidantes (Narita; Inouye, 2012; Madureira *et al*., 2016).

2.5 Qualidade pós-Colheita das frutas e produtos hortícolas

Os produtos hortícolas possuem, em geral, uma vida pós-colheita bastante limitada, principalmente devido ao seu elevado teor de água, que favorece a deterioração fisiológica, microbiológica e físico-química. No entanto, outros fatores também contribuem para essa limitação, como danos mecânicos por conta das más condições de transporte, variações de temperatura e práticas inadequadas de manejo.

Segundo a Embrapa (2025), o Brasil ocupa a terceira posição no ranking de produção de frutas e produtos hortícolas. Em contrapartida, apresenta uma posição preocupante no cenário mundial de desperdício, estando entre os 10 países que mais desperdiçam alimentos no mundo (Borges *et al.*, 2019). Essa taxa elevada de desperdício é ocasionada por diversos fatores, como a prática inadequada de manejo, a vida pós colheita curta e o mal planejamento antes do preparo, podendo assim ocorrer desde a colheita até a mesa do consumidor.

Nesse contexto, os métodos de conservação exercem um papel fundamental ao prolongar a vida útil desses produtos, possibilitando que permaneçam próprios para o consumo por mais tempo, dessa forma evitando-se o desperdício. Para que isso ocorra de forma eficaz, é essencial que esses métodos sejam aplicados

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

corretamente em todas as etapas que antecedem o consumo, garantindo a segurança e a estabilidade dos alimentos (Castro *et al.,* 2020).

Considerando o crescente interesse do público por alimentos com propriedades funcionais, observa-se um aumento expressivo na procura por produtos de origem vegetal no mercado. O jiló, por exemplo, é uma hortaliça que se destaca por apresentar compostos bioativos benéficos à saúde. Entretanto, devido à sua alta perecibilidade, apresenta uma vida útil limitada. Estima-se que aproximadamente 30 % das hortaliças sejam comprometidas ou deterioradas por pragas, microrganismos e por condições inadequadas antes e após a colheita, bem como durante o transporte e o armazenamento (Hassan *et al*., 2018).

É fundamental investir em tecnologias de produção e em técnicas eficazes de conservação pós-colheita, com o objetivo de minimizar as perdas decorrentes de doenças, danos por manuseio inadequado e da própria degradação fisiológica natural dos produtos hortícolas. A adoção dessas estratégias contribui para o aumento da lucratividade, agregando valor aos produtos e tornando-os mais competitivos no mercado global (Guedes, 2007). Entre as técnicas de armazenamento mais eficazes para retardar o amadurecimento e preservar a qualidade pós-colheita das hortaliças, destacam-se a refrigeração e o uso de atmosfera modificada, as quais são amplamente utilizadas por sua eficiência na redução da taxa respiratória e na contenção de processos deteriorativos (Chitarra; Chitarra, 2005).

2.6 Biofilmes na conservação de frutos e produtos hortícolas

Os biofilmes são camadas finas de material comestível aplicadas sobre a superfície dos alimentos, formando uma barreira protetora contra fatores externos que causam alterações. Essas películas atuam inibindo ou reduzindo a transferência de oxigênio, dióxido de carbono, umidade e compostos voláteis entre o alimento e o ambiente, contribuindo para a sua conservação (Machado, 2020a).

A aplicação de biofilmes como método de conservação tem se consolidado como uma prática frequente na preservação de alimentos, especialmente no setor de frutas e produtos hortícolas. Trata-se de uma tecnologia promissora, com

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

múltiplas possibilidades de uso e grande potencial de expansão, impulsionada pelos avanços nas pesquisas que buscam otimizar sua eficácia, composição e funcionalidade (Assis; Britto, 2014).

Entre as matérias-primas poliméricas mais utilizadas na elaboração desses filmes, destacam-se o amido de milho e a fécula de mandioca (Silva *et al*., 2019), que são reconhecidos por sua alta capacidade de gelificação. Essa característica permite a formação de películas transparentes e resistentes à perda de água, o que confere aos frutos um aspecto visual atrativo e um brilho intenso, valorizando-os comercialmente (Santos *et al.,* 2011; Jung; Degenhardt, 2016).

Alves e Mendes *et al*. (2023) observaram em pesquisa realizada com frutos de jiló, uma interação significativa entre os tipos de películas aplicadas e os períodos de avaliação quanto à aparência visual, escurecimento do pericarpo e pH. De modo geral, as películas comestíveis elaboradas com fécula de mandioca e amido de milho mostraram-se eficientes na conservação pós-colheita do jiló, sobretudo nos parâmetros visuais e químicos analisados.

Apesar de sua praticidade e alta capacidade gelificante, a escolha de usar o amido como base polimérica se restringe à função de barreira passiva, significando que a sua contribuição é física, regulando a transferência de umidade e gases. Com a sua natureza inerte o amido é limitado a proteção contra processos oxidativos e microbiológicos, sendo assim é essencial complementá-lo com compostos provenientes de óleos essenciais e extratos de plantas e frutos, para que se torne um biofilme considerado ativo (Maestro *et al*., 2025).

2.6.1 Aplicação do extrato da película prateada de café na formulação de biofilme na conservação de frutos e produtos hortícolas

Quando comparada a outras fontes amplamente utilizadas na elaboração dos biofilmes, o extrato da película prateada de café não apresenta capacidade de gelificação, isso devido a composição da película prateada de café se tratar principalmente de fibras insolúveis; portanto, sua aplicação em biofilmes demanda uma interação com matrizes poliméricas de alta capacidade gelificante (Oliveira *et al.*, 2020).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

Nesse sentido, a película prateada de café pode vir a contribuir para um biofilme ativo, nos quais atuaria como um agente funcional, complementando a matriz polimérica com suas propriedades antioxidantes e antimicrobianas devido a presença de ácidos fenólicos (Mesárošová *et al*., 2025). Essa abordagem híbrida tem sido amplamente explorada em estudos recentes, que evidenciam o potencial da película prateada como ingrediente funcional em sistemas alimentícios e materiais sustentáveis (Oliveira *et al.*, 2020; Nzekoue *et al*., 2022; Capuano *et al.*, 2024).

Para um modelo conceitual de biofilme, a aplicação da película prateada deve ser realizada em associação com outros biopolímeros, como amido, quitosano e alginato, os quais atuam como matriz estrutural e apresentam elevada capacidade filmogênica (Hassan *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2011). O modelo de biofilme baseia-se no método de aplicação por imersão do fruto ou produto hortícola em uma mistura formada por uma matriz polimérica, um agente plastificante e o extrato da película prateada de café (2 a 5 %) como agente ativo (Alves e Mendes *et al*., 2023). Ressalta-se que a decisão em relação às proporções entre o agente ativo e a matriz deverá ser testada, buscando o melhor equilíbrio entre as propriedades mecânicas e a eficácia antioxidante.

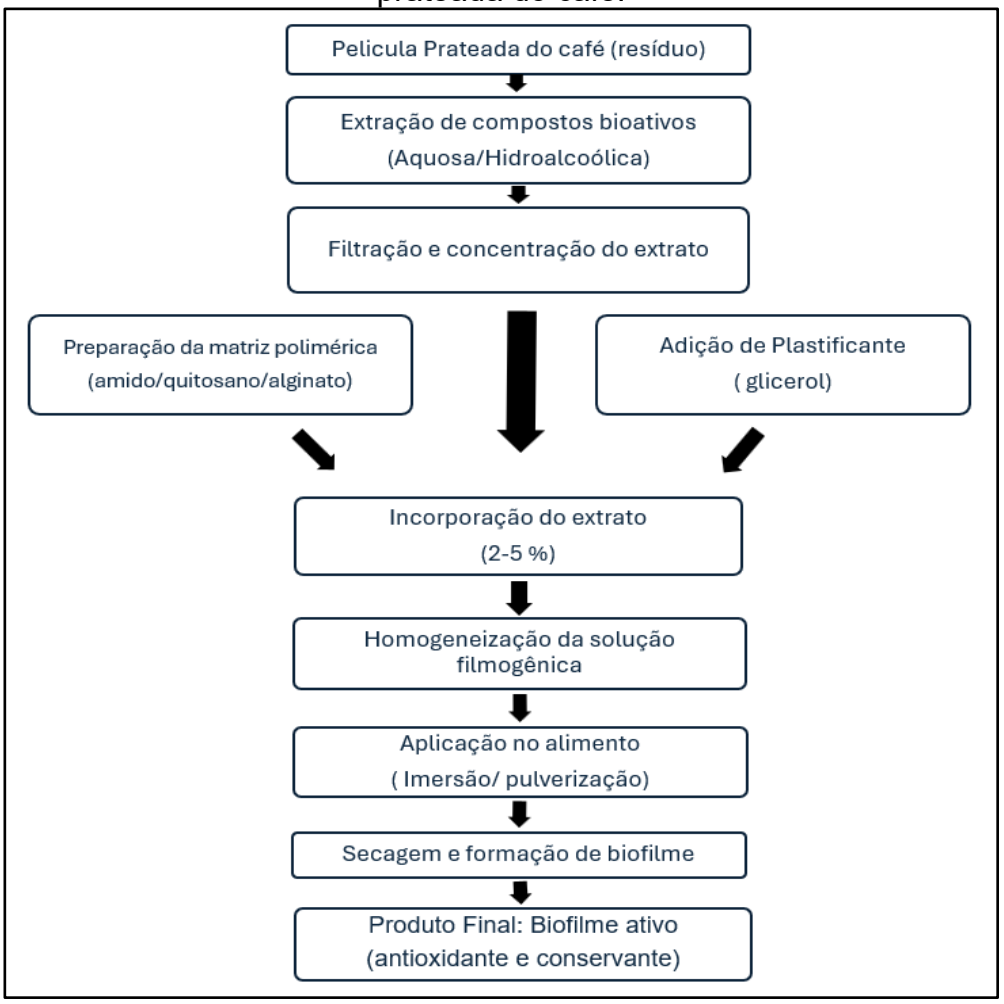
Além da imersão, esses sistemas poliméricos podem ser aplicados diretamente sobre a superfície dos alimentos por métodos de pulverização ou revestimento por camada, sendo a imersão uma das técnicas mais utilizadas devido à sua simplicidade e eficiência (Alves e Mendes *et al*., 2023).

A formulação de biofilmes ativos à base de película prateada do café pode ser estruturada conforme apresentado no fluxograma (Figura 3).

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

Figura 3 - Modelo conceitual de formulação de biofilmes ativos à base de película prateada do café.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Alves e Mendes *et al.*, (2023).

O modelo de biofilme ativo proposto atua como uma barreira física capaz de modular as trocas gasosas entre os frutos e produtos hortícolas e o ambiente. Ao reduzir a permeabilidade ao oxigênio e elevar a concentração interna de dióxido de carbono, o biofilme reduz a atividade respiratória do fruto, retardando a senescência e a degradação de ácidos orgânicos, o que auxilia na estabilização do pH ao longo do armazenamento (Assis; Britto, 2014).

A migração controlada de compostos bioativos da película prateada de café para a superfície do vegetal permite a neutralização de radicais livres, combatendo o estresse oxidativo e retardando o escurecimento enzimático. Concomitantemente, a presença desses ativos exerce efeitos bacteriostático e fungistático, inibindo o

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

desenvolvimento de microrganismos deterioradores e preservando a integridade estrutural e química do vegetal, o que resulta em uma maior vida útil (Alves e Mendes *et al.*, 2023).

Além dos benefícios à conservação, a proposta visa reduzir o impacto ambiental ao substituir embalagens plásticas convencionais por um sistema biodegradável e de baixo custo. Essa abordagem agrega valor a um resíduo agroindustrial e reforça a segurança alimentar por meio de métodos naturais de conservação.

2.7 Limitações e desafios a serem enfrentados quanto a viabilidade tecnológica e aplicação industrial

Apesar do potencial promissor da utilização da película prateada do café no desenvolvimento de biofilmes, persistem limitações tecnológicas que devem ser consideradas. A restrição fundamental está relacionada à sua baixa capacidade filmogênica; a elevada proporção de fibras insolúveis compromete a formação de uma rede polimérica coesa e contínua. Dessa forma, sua aplicação isolada é insuficiente para conferir propriedades mecânicas adequadas, tornando indispensável a associação com biopolímeros estruturantes para garantir a integridade da matriz (Basilio, 2018; Liu *et al*., 2018).

A aplicação desse subproduto em sistemas alimentícios requer, ainda, a consideração de aspectos de segurança e regulamentação. Estudos indicam que a película prateada apresenta baixo risco toxicológico, porém sua composição pode incluir contaminantes oriundos do processo de torrefação, como compostos formados por reações térmicas indesejáveis (Lorbeer *et al*., 2022). Para mitigar tais riscos, a padronização do grau de torra e a aplicação de processos de extração seletiva com solventes de grau alimentício mostram-se estratégias eficazes, visto que essas medidas favorecem a retenção dos compostos bioativos de interesse, ao mesmo tempo que minimizam a transferência de subprodutos térmicos indesejáveis para a matriz do biofilme (Castro *et al.*, 2020).

Outrossim, embora os compostos fenólicos confiram atividade antioxidante e antimicrobiana, sua incorporação em matrizes poliméricas pode resultar em

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

interações moleculares que alteram tanto a eficácia funcional quanto as propriedades físico-químicas do biofilme, como a permeabilidade ao vapor de água e a transparência (Nzekoue *et al*., 2022). Adicionalmente, a variabilidade intrínseca dos compostos bioativos, influenciada por fatores como origem geográfica do café, espécies e variedades, condições edafoclimáticas de cultivo e parâmetros de torrefação, representa um desafio à padronização e à reprodutibilidade dos resultados em escala industrial (Boninsegna *et al.*, 2026; Machado *et al.*, 2023). Portanto, estudos adicionais são necessários para validar a segurança e viabilidade regulatória dessa aplicação em escala industrial.

3. Considerações Finais

A cadeia produtiva do café, possui grande relevância econômica e é responsável pela geração de grandes volumes de resíduos agroindustriais, dentre os quais se destaca a película prateada de café, subproduto oriundo da torrefação que apresenta composição química rica em fibras alimentares e compostos bioativos, especialmente fenólicos, que conferem elevada capacidade antioxidante e potencial funcional.

Paralelamente, o setor de frutas e produtos hortícolas enfrenta desafios significativos relacionados à alta perecibilidade e às perdas pós-colheita, reforçando a necessidade de estratégias tecnológicas que contribuam para a conservação da qualidade e a redução do desperdício alimentar. Nesse cenário, os biofilmes comestíveis destacam-se como uma alternativa promissora, atuando como barreiras físicas capazes de controlar trocas gasosas e reduzir processos deteriorativos.

Nesse contexto, o presente estudo propõe um modelo de formulação de biofilme comestível incorporado com a película prateada de café, buscando associar propriedades estruturais a funções antioxidantes e antimicrobianas. Tais biofilmes apresentam potencial para reduzir a atividade respiratória, retardar a senescência e inibir o crescimento microbiano, contribuindo para a extensão da vida útil de frutos e produtos hortícolas.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

No entanto, apesar do potencial tecnológico identificado, a aplicação da película prateada apresenta limitações relevantes, como a variabilidade na composição química e possíveis interferências nas propriedades físico-químicas dos biofilmes. Ademais, questões relacionadas à segurança alimentar, padronização de processos e reprodutibilidade em escala industrial ainda demandam investigações adicionais.

Diante disso, conclui-se que a utilização da película prateada do café na formulação de biofilmes representa uma estratégia promissora dentro do contexto da economia circular e da sustentabilidade agroindustrial. Contudo, a consolidação dessa tecnologia depende do avanço de estudos experimentais que viabilizem sua aplicação em escala industrial.

4. Referências

ALVES E MENDES, H. T. *et al*. Conservação pós-colheita de jiló com películas comestíveis. ***PesquisAgro*****,** [S. l.], v. 6, n. 2, p. 49–64, 2023. DOI: https://doi.org/10.33912/pagro.v6i2.1711. Disponível em: https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/agro/article/view/145. Acesso em: 20 out. 2026.

ALVES, R. C. *et al.* State of the art in coffee processing by-products. In: *GALANAKIS, Charis M. (ed.).* Handbook of Coffee Processing By-Products: sustainable applications. Cambridge: **Academic Press**, 2017. p. 1–26. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811290-8.00001-3. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/chapter/edited-volume/abs/pii/B9780128112908000013?via%3Dihub. Acesso em: 25 Mar. 2026.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. de. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87–97, 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/bjft.2014.019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/bjft/a/PSw3gjR3H8Q3Z7DDV5vNPcL/?format=pdf&lang=pt. Acesso em 23 Nov. 2025.

BASÍLIO, E. P. **Caracterização da película prateada de café arábica, aplicação em bolo de chocolate e seus efeitos no teor de fibra alimentar, atividade antioxidante e atributos sensoriais**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/items/a619ed9e-12ae-4da6-a4f5-2fb0700a1ce6. Acesso em: 18 Dez. 2026.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. M.; ARÊAS, J. A. G. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 646-656, jul. 2009. DOI: https://doi.org/10.1590/S0004-27302009000500017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/abem/a/cSRtQcqJygrLCFgTC5ct5Dr/?lang=pt. Acesso em 20 Jan. 2026.

BATALHA, M.; SILVA, L. **Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições, especificidades e correntes metodológicas.** In: BATALHA, Mário Otávio (coord.). Gestão Agroindustrial. 3. ed. [S. l.]: Atlas, 2014. cap. 1. Disponível em: https://spers.pro.br/site/wp-content/uploads/2021/04/Capitulo-Livro-Batalha.pdf. Acesso em: 18 Jan. 2026

BERNARDES, P. C. *et al*. Microbial ecology and fermentation of Coffea canephora. **Frontiers in Food Science and Technology**, [S. l.] v. 4, p. 1-13, 4 abr. 2024. Disponível em:https://www.frontiersin.org/journals/food-science-and-technology/articles/10.3389/frfst.2024.1377226/full. Acesso em: 2 dez. 2025.

BONINSEGNA, M. A. *et al*. Sustainable recovery of bioactive compounds from coffee silverskin. **Sustainable Food Technology,** [S. l.], v. 4, n. p. 1032-1044. 2026. DOI: https://doi.org/10.1039/D5FB00485C. Disponível em: https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2026/fb/d5fb00485c. Acesso em: 25 mar. 2026.

BORGES, M. P.; SOUZA, L. H. R.; PINHO, S.; PINHO, L. Impacto de uma campanha para redução de desperdício de alimentos em um restaurante universitário. ***Engenharia Sanitária e Ambiental***, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 843–848, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-41522019187411. Acesso em: 02 Fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Café: cadeia produtiva gera mais de 8 milhões de empregos e promove inclusão digital**. Brasília, DF: MAPA, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/cafe-cadeia-produtiva-gera-mais-de-8-milhoes-de-empregos-e-promove-inclusao-digital . Acesso em: 29 nov. 2025.

CAPUANO, Roberta; AVOLIO, Roberto; CASTALDO, Rachele; COCCA, Mariacristina; GENTILE, Gennaro; CIRILLO, Teresa; NOLASCO, Agata; ERRICO, Maria Emanuela. *Up-cycling coffee silverskin into biobased functional coatings*. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 469, p. 143063, 2024. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996911003449?via%3Dihub . Acesso em: 24 Nov. 2025.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

CAVALCANTE, M. de A.; BORGES, W. L.; SOUZA, T. M. de. **Compostos fenólicos a partir de vegetais: uma revisão sobre os métodos de quantificação e avaliação das propriedades antioxidante e antimicrobiana**. *Peer Review*, [S. l.], v. 6, n. 10, 2024. DOI: https://doi.org/10.53660/PRW-2183-4024. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1170248. Acesso em: 26 Set. 2025.

CASTRO, A. M.; SILVA, E. K.; MEIRELES, M. A. A. [S. l.]. *Trends in Food Science & Technology*, v. 100, p. 306–319, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.04.017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224420304465?via%3Dihub. Acesso em: 25 Nov. 2025.

COELHO, G. O. de. **Desenvolvimento e caracterização de filmes biopoliméricos compostos majoritariamente por galactomananas recuperadas da borra de café**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/items/bf84b1e7-a316-4f5d-a40b-a97fe92abe8d. Acesso em: 18 mar. 2026.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de café**. Brasília, DF, v. 13, n. 1, fev. 2026. Disponível em: https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-cafe/1o-levantamento-de-cafe-safra-2026/boletim-de-safras-cafe-fevereiro-26.pdf. Acesso em: 06 fev. 2026.

COFFEE BEAN CORRAL. **Coffee Processing Guide: Everything You Need to Know About Coffee Processing**. 20 abr. 2023. Disponível em: https://www.coffeebeancorral.com/blog/post/coffee-processing-methods-guide Acesso em: 02 dez. 2025.

COSTA, A. S. G. *et al*. Optimization of antioxidants extraction from coffee silverskin, a roasting by-product, having in view a sustainable process. **Industrial Crops and Products**, [S. l.], v. 53, p. 350–357, 2014. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669014000132. Acesso em: 27 out. 2025.

CHITARRA, M. I. F. CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2005.

CUNHA, I. *et al*. Bioaccessibility of phenolic compounds of *Araucaria angustifolia* from seed water extracts during in vitro simulated gastrointestinal conditions. **Food and Nutrition Sciences**, [S.l.], v. 9, n. 10, p. 1137–1146, 2018. DOI: 10.4236/fns.2018.910082. Disponível em:

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=87716. Acesso em: 23 Nov. 2025.

DUARTE, R. C. **Estudo dos compostos bioativos em especiarias (Syzygium aromaticum L., Cinnamomum zeylanicum Blume e Myristica fragrans Houtt) processadas por radiação ionizante**. 2014. 145 f. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear – Aplicações) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-12022015-142658/pt-br.php. Acesso em: 18 mar. 2026.

DURÁN, C. A. A. *et al*. Café: Aspectos gerais e seu aproveitamento para além da bebida. **Revista Virtual de Química**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 107-134, jan./fev 2017. DOI: 10.21577/1984-6835.20170010. Disponível em: http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/v9n1a10.pdf. Acesso em: 27 fev. 2026.

EMBRAPA. **Grandes contribuições para a agricultura brasileira: frutas e hortaliças**. Brasília. Disponível em: https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/frutas-e-hortalicas. Acesso em: 3 dez. 2025.

ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M. Functional properties of coffee and coffee by-products. **Food Research International**. [S. l.], v. 46, n. 2, p. 488–495, 2012. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996911003449?via%3Dihu. Acesso em: 24 de Nov. 2025.

FELIPE, A. T. M.; CARVALHO, A. C. A.; MATSUI, K. N. Aproveitamento da película prateada de café: extração alternativa de compostos bioativos e potencial antioxidante para uma economia circular. **Anais New Science Publishers, editora impacto**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2024. DOI: 10.56238/I-CIM-069. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/ans/article/view/1860. Acesso em: 18 fev. 2026.

FRANCA, A. S. *et al*. Coffee silverskin as a potential ingredient for functional foods: recent advances and a case study with chocolate cake. **Foods**, [S. l.], v. 13, n. 23, p. 3935, 2024. Disponível em: https://www.mdpi.com/2304-8158/13/23/3935?utm_source=researchgate.net&utm_medium=article. Acesso em: 18 fev. 2026.

FOOD SAFETY BRAZIL. **Mercado global de café**. 2024. Disponível em: https://foodsafetybrazil.org/tag/mercado-global-de-café/. Acesso em: 1 dez. 2025.

GUEDES, P. A. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-**

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

colheita de manga cv. 'Rosa'. 2007. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2007. Disponível em: https://www2.uesb.br/ppg/ppgagronomia/wp-content/uploads/2020/10/pedro-de-almeida-guedes.pdf. Acesso em: 18 mar. 2026.

HASSAN, B. *et al*. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: a review. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S.l.], v. 109, p. 1095–1107, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097. Acesso em: 17 fev. 2026.

HOSEINI, M. *et al*. Coffee by-products derived resources: a review. **Biomass and Bioenergy**, [S.l.], v. 148, p. 106009, maio 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.106009. Acesso em: 20 mar. 2026.

INÁCIO H. P. Efeito de diferentes métodos de extração sobre o perfil fenólico e potencial bioativo de resíduos obtidos do processamento do café (Coffea arabica L.). 2022. 78 f. Dissertação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/235098. Acesso em: 20 mar. 2025.

INÁCIO H. P. *et al*. Effects of different extraction methods on the phenolic profile, antioxidant and antimicrobial activity of the coffee grounds and coffee silverskin (Coffea arabica L.). **JSFA Reports**, [S. l.], v. 3, n. 8, p. 354–363, 2023. DOI: https://doi.org/10.1002/jsf2.139. Disponível em: https://scijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsf2.139. Acesso em: 20 Out. 2025.

JANISSEN, B.; HUYHN, T. Chemical Composition and Value-Adding Applications of Coffee Industry by-Products: A Review. **Resources, Conservation and Recycling**, [S. l.], v. 128, p. 110-117, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344917303154. Acesso em 17 fev. 2026.

JUNG, G.; DEGENHARDT, R. Polímero de recobrimento bioativo à base de amido de milho para prolongamento da vida de prateleira de tomate tipo cereja. **Jornada Integrada em Biologia**, p. 67–74, jul. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/312039748_polimero_de_recobrimento_bioativo_a_base_de_amido_de_milho_para_prolongamento_da_vida_de_prateleira_de_tomate_tipo_cereja/citations. Acesso em 20 Nov. 2025.

KURUTAS, E. B. The importance of antioxidants which play the role in cellular response against oxidative/nitrosative stress: current state. **Nutrition Journal**, v. 15, n. 71, 2016. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27456681/. Acesso em: 29 Nov. 2025.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

LIU, S. X. *et al.* Phenolic profiles, antioxidant capacities and inhibitory effects on digestive enzymes of different kiwifruits. **Molecules**, [S. l.], v. 23, n. 11, p. 2957, 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules23112957. Acesso em: 22 Nov. 2025.
LORBEER, L. et al. Toxicological assessment of coffee silverskin. **Molecules**, [S.l.], v. 27, n. 20, p. 6839, out, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules27206839. Acesso em: 09 mar. 2026.

MACHADO, A. L. V. **Conservação pós-colheita de pimenta de cheiro (Capsicum) com aplicação de revestimento à base de pectina extraída do albedo de pomelo**. 2020a. 41 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2020a. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1015. Acesso em: 13 out. 2025.

MACHADO, S. *et al.* A study on the protein fraction of coffee silverskin: protein/non-protein nitrogen and free and total amino acid profiles. ***Food Chemistry***, [S. l.], v. 326, p. 126940, 2020b. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126940. Acesso em: 17 fev. 2026.

MACHADO, A. P. F. *et al.* Coffee by-products as sources of bioactive compounds: a review. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 404, p. 134651, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.134651. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814622026139?via%3Dihub. Acesso em: 25 out. 2025.

MADUREIRA, A. R.; PEREIRA, A.; PINTADO, M**.** Chitosan nanoparticles loaded with 2,5-dihydroxybenzoic acid and protocatechuic acid: properties and digestion. **Journal of Food Engineering,** [S. l.], v. 174, p. 8–14, abril 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.11.007. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877415300546. Acesso em: 23 Jan. 2026.

MAESTRO, A. D. *et al*. Biofilmes biodegradáveis como embalagens ativas e inteligentes para alimentos: avanços recentes. *In*: **Perspectivas e inovação na pesquisa em Química**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2025. DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.361112504047. Disponível: https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/biofilmes-biodegradaveis-como-embalagens-ativas-e-inteligentes-para-alimentos-avancos-recentes. Acesso em: 16 dez. 2025.

MESÁROŠOVÁ, A. *et al*. Coffee silverskin: nontraditional natural antioxidant for the meat industry. **LWT – Food Science and Technology**, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.afres.2025.101185. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502225004901?via%3Dihub Acesso em: 19 set. 2025.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

NARITA, Y.; INOUYE, K. High antioxidant activity of coffee silverskin extracts obtained by the treatment of coffee silverskin with subcritical water. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 135, n. 3, p. 943-949, 2012. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.078. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612009272. Acesso em: 16 dez. 2025.

NZEKOUE, F. K, *et al.* Coffee silverskin: characterization of B-vitamins, macronutrients, minerals and phytosterols. ***Food Chemistry*****,** [S. l.], v. 372, p. 131188, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131188. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814621021944?via%3Dihub. Acesso em: 23 Nov. 2025.

OLIVEIRA, G. *et al*. Coffee silverskin and starch-rich potato washing slurries as raw materials for elastic, antioxidant, and UV-protective biobased films. **Food Research International**, [S. l.], v. 138, Part A, 109758, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109733. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996920307584. Acesso em: 10 Fev. 2026.

SANTOS, A. F. *et al*. Uso de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita de tomates e pimentões. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 5, p. 146–153, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/278009980_uso_de_biofilmes_comestiveis_na_conservacao_pos-colheita_de_tomates_e_pimentoes/references. Acesso em: 20 nov. 2025.

SILVA, M. C. *et al*. Avaliação das propriedades físico-químicas e mecânicas de filmes de fécula de mandioca incorporados com cafeína irradiada. **Brazilian Applied Science Review**, Goiânia, v. 3, n. 6, 2019. DOI: 10.20873/uft.2359365220196Especialp91. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335434502_avaliacao_das_propriedades_fisico-quimicas_e_mecanicas_de_filmes_de_fecula_de_mandioca_incorporado_com_cafeina_irradiada/citations. Acesso em: 21 Nov. 2025

TAVEIRA, N.; *et al*. **Manual prático de microbiologia.** [S.l.]: Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, 2008. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/390848953/Manual-Pratico-de-Microbiologia. Acesso em: 25 Nov. 2025.

TEODORO, A. J. Influência do processo de torrefação na capacidade antioxidante e nos teores de compostos fenólicos totais de café arábica (Coffea arabica L.). In: BARBOSA, Frederico Celestino (org.). ***Nutrição em foco: uma abordagem***

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/01/2026 - **Accepted:** 26/03/2026
Vol: 13.04
DOI: 10.66104/sb5z1p83
Pages: 1-27

holística. 3. ed. Piracanjuba: Editora Conhecimento Livre, 2020. cap. 40, p. 542–552. DOI: https://doi.org/10.37423/200601512. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1124172/1/torrefacao.pdf. Acesso em: 25 mar. 2026.

TRAUER, E. *et al*. O conhecimento e a cadeia produtiva do café. *In*: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO**, 7., 2017, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/322316889_knowledge_and_the_coffee_productive_chain. Acesso em: 18 Nov. 2025.

UCOFFEE. **Torrefação de café: o que é, como funciona e quais os tipos**. 2021. Disponível em: https://blog.ucoffee.com.br/torrefacao-cafe/. Acesso em: 18 nov. 2025.

VEGGI, P. C. **Obtenção de compostos fenólicos de plantas brasileiras via tecnologia supercrítica utilizando cossolventes e extração assistida por ultrassom**. 2013. 190 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia, Campinas, SP. Disponível em: https://repositorio.unicamp.br/Acervo/Detalhe/900886. Acesso em: 23 Nov. 2025.