



UFOP
Universidade Federal
de Ouro Preto

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

ESCOLA DE NUTRIÇÃO

COLEGIADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



CAMILA GADDINI AMARAL

**COMPOSTOS BIOATIVOS, CAPACIDADE ANTIOXIDANTE
E POTENCIALIDADES DE APLICAÇÃO DA CASCA DO
CAFÉ NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA: UMA REVISÃO**

OURO PRETO - MG

DEZEMBRO/2021

CAMILA GADDINI AMARAL

**COMPOSTOS BIOATIVOS, CAPACIDADE ANTIOXIDANTE
E POTENCIALIDADES DE APLICAÇÃO DA CASCA DO
CAFÉ NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA: UMA REVISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof^a. Dr^a Patrícia Aparecida Pimenta Pereira

OURO PRETO - MG

DEZEMBRO/2021

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

A485c Amaral, Camila Gaddini .

Compostos bioativos, capacidade antioxidante e potencialidades de aplicação da casca do café na indústria alimentícia [manuscrito]: uma revisão. / Camila Gaddini Amaral. - 2021.

30 f.: il.: tab..

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Aparecida Pimenta Pereira.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Escola de Nutrição. Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos .

1. Alimentos - Indústria. 2. Resíduos industriais - Reaproveitamento.
3. Resíduos agrícolas - Reaproveitamento. I. Pereira, Patrícia Aparecida Pimenta. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 664



FOLHA DE APROVAÇÃO

Camila Gaddini Amaral

Compostos bioativos, capacidade antioxidante e potencialidades de aplicação da casca do café na indústria alimentícia: uma revisão

Monografia apresentada ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Aprovada em 10 de dezembro de 2021

Membros da banca

Doutora - Patrícia Aparecida Pimenta Pereira - Orientador(a) Universidade Federal de Ouro Preto
Doutoranda - Michelle Barbosa Lima- Universidade Federal de Ouro Preto
Mestre- Reginaldo de Souza Monteiro - Universidade Federal de Ouro Preto

Patrícia Aparecida Pimenta Pereira, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 17/12/2021



Documento assinado eletronicamente por **Patrícia Aparecida Pimenta Pereira, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 17/12/2021, às 19:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0260790** e o código CRC **2B9D8A58**.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, agradeço a Deus, por ter iluminado minha sabedoria e me dado forças para traçar meus objetivos. Peço perdão por todas as vezes que o indaguei, sei que tudo teve seu motivo e sua hora certa para acontecer.

Em seguida, agradeço à Universidade Federal de Ouro Preto, por ter me proporcionado experiências incríveis, e quem diria que seria aqui que eu formaria?

Agradeço à minha família. Minha mãe, Rainha Elisabeth, por me ensinar ter tanta garra e ter asas fortes para suportar o vôo. A meu pai, José Carlos, pelo apoio emocional de todas as vezes que pensei em desistir. Ao meu irmão, apoio e melhor amigo, Bruno. Se não fosse por ele, NADA disso teria acontecido, foi ele que sempre me inspirou a formar. A minha cunhada e agora meu amado sobrinho, todo finalzinho de força é para te dar um futuro sensacional.

Aos meus anjos da guarda, Adelia Marino (*in memoriam*), Rosely Aparecida (*in memoriam*) e Jean Fernando (*in memoriam*), vocês queriam tanto me ver formar, comemorem junto comigo aí de cima!

A todos meus amigos de São Roque, São João del Rei, Lavras e Ouro Preto, aos presentes e aos passageiros, cada um teve uma importância nesse roteiro de vida. Em especial, Gian, Malka, Sabrina, C-reia e Sérgio, vocês são os melhores da vida. Aos amigos e colegas de CTA, que me irritavam pedindo resumo, mas muitas vezes me ajudaram na hora do desespero, em especial Edmara, Isabela, Amaro, Gustavo e Wester, encontro vocês pela profissão. A todos os professores, mas em especial Eleonice, Patrícia, Erick e Luciana, que puxaram minha orelha, mas me incentivaram e me fizeram ver que eu tenho potencial. Todos os técnicos e funcionários da Escola de Nutrição, pelo apoio e palavras que mudaram minhas noites.

Às duas chapas do Centro Acadêmico que participei: CaTalisA e Sinergia, aprendi e amadureci muito com vocês, em todas raivas de reuniões, dias inteiros resolvendo problemas, organizando jornadas e acima de tudo, tentando melhorar o curso para as próximas gerações.

Por último e não menos importante, agradeço ao Gustavo Henrique, nosso destino nos uniu, e quem diria isso? Hoje você é luz para mim, me incentiva e me apoia em todas as dec Bora ser Cientista de Alimentos, meu lindo.

Enfim, CIENTISTA DE ALIMENTOS! Esse diploma vale muito mais do que todos imaginam. É só o começo de um grande sonho.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição química da casca crua do café arábica.	10
Tabela 2: Diversas aplicações da casca de café.	15

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. METODOLOGIA	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
3.1. Casca do café	9
3.2. Composição da casca do café	10
3.3. Compostos bioativos	11
3.3.1. Antioxidantes	12
3.3.2. Compostos fenólicos	13
3.3.3. Alcaloides - Xantinas	14
3.3.4 Carotenoides	14
3.4 Potencialidades de aplicação da casca de café na indústria de alimentos	15
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
REFERÊNCIAS	18

Compostos bioativos, capacidade antioxidante e potencialidades de aplicação da casca do café na indústria alimentícia: uma revisão¹

Resumo

O Brasil é líder entre os maiores produtores mundiais de café, responsável por 35% da produção mundial, e conseqüentemente a indústria cafeeira gera toneladas de resíduos, dentre eles a casca do café. É necessário que haja um descarte correto desses resíduos para não impactar negativamente o meio ambiente. Atualmente ainda são poucas as aplicações da casca, sendo adsorvente, alimentação de ruminantes, compostagem e produção de biocombustível. Porém, a casca de café é rica em materiais orgânicos, inorgânicos e compostos bioativos, podendo ter diversas outras aplicações na indústria de alimentos e bebidas. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi revisar de forma exploratória, bibliografias de estudos já existentes sobre os compostos bioativos, a capacidade antioxidante e as potenciais aplicações da casca do café na indústria alimentícia. A partir do presente estudo, foi possível concluir que, mesmo com todas as aplicações da casca de café já existentes, ainda são poucas dentro da indústria de alimentos, portanto sugere-se que sejam realizados maiores estudos sobre a aplicabilidade da casca de café nas matrizes alimentícias como conservante e como componentes de embalagens ativas.

Palavras-chave: aproveitamento, resíduos agroindustriais, aplicações.

1. INTRODUÇÃO

O café é um fruto de cafeeiros, que pertence ao Reino *Plantae*, Família *Rubiaceae* e do gênero *Coffea*, contendo em média 103 espécies descritas (NEVES, 2016), sendo as mais conhecidas *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* (ALVES, CASAL e OLIVEIRA, 2009; BRAINER, 2019). O produto dessa infusão é conhecido pelo efeito estimulante devido à cafeína, e, recentemente, teve-se conhecimento sobre outros constituintes químicos presentes

¹ Artigo de acordo com as normas da revista Research, Society and Development

nos grãos, tais como ácidos clorogênicos, que exercem função antioxidante (DURÁN et al., 2017).

Segundo Brioschi et al. (2019), a fabricação e o consumo de café tiveram um aumento considerável nos últimos 50 anos, sendo o Brasil líder entre os maiores produtores de café mundiais, responsável por 35% da produção mundial de café (MINAS GERAIS, 2020), gerando mais de 8 milhões de empregos (BARRETO et al., 2018). Conforme dados divulgados pela CONAB (2020), a produção brasileira de café, no ano de 2019, atingiu o montante de 49.309 mil sacas, sendo 34.296 mil sacas de café arábica.

O grão de café é constituído por epicarpo (casca), mesocarpo (mucilagem) e endocarpo (pergaminho) (MESQUITA, 2016).

A casca do café é um resíduo obtido no processamento do café podendo atingir até o dobro de resíduo em relação à parcela de material processado, e por possuir composição rica em materiais inorgânicos e orgânicos, pode ser excelente substrato para procedimentos tecnológicos, porém ainda é subutilizado (GARCÍA e BIANCHI, 2015; CARMO, 2013). São exemplos de aproveitamento como fonte de produtos de alto valor (ALVES et al., 2017), na alimentação de ruminantes, suínos e ovinos (REIS, 2012), na agricultura como enriquecedor de solos (COSTA; TOWNSEND; LEONIDAS, 2001), na compostagem, produção de biocombustível e de adsorventes (NEVES, 2016). Diante do exposto se faz necessário um destino correto, no intuito de não impactar o meio ambiente. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016), na safra de 2015 dos 43,24 milhões de sacas de café que foram beneficiados, geraram-se aproximadamente 2,58 milhões de toneladas de cascas de café.

Além do grão, a casca também possui uma riqueza em compostos bioativos, principalmente o ácido clorogênico (ANDRADE, 2011). Desta forma, o estudo para a recuperação desses compostos é economicamente atraente para utilização em alimentos funcionais e nutracêuticos que são utilizados na dieta para reduzir os riscos à saúde e para prevenção de doenças (MORAES; COLLA, 2006; NEVES, 2016).

Assim, o objetivo desta revisão foi: a) realizar uma pesquisa sobre os compostos bioativos e a capacidade antioxidante presente na casca do café arábica e; b) apresentar suas possíveis aplicações na indústria de alimentos.

2. METODOLOGIA

Trata-se de revisão exploratória (natureza qualitativa) por meio de pesquisas bibliográficas a respeito da contextualização dos compostos bioativos e capacidade antioxidante da casca do café bem como sua potencialidade de aplicação na indústria alimentícia. Os artigos utilizados foram retirados das bases indexadas: PUBMED, SCIELO, SCOPUS, SCIENCE DIRECT, ELSEVIER. A revisão bibliográfica foi realizada entre junho de 2021 e dezembro de 2021 (duração de seis meses).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Casca do café

O beneficiamento do café é considerado um conjunto de etapas na qual o grão de café é separado das demais partes, e esse beneficiamento pode acontecer de duas formas: via seca ou via úmida (SILVA, 2012). Os resíduos oriundos da secagem por via úmida são chamados de polpa, enquanto os oriundos da secagem por via seca são chamados de casca (PANDEY et al., 2000). No Brasil, a secagem por via seca é a mais utilizada e é tradicionalmente realizada em terreiros e a secagem se dá pela ação dos raios solares incididos no grão (MOREIRA, 2015).

A casca gerada no beneficiamento do café é em uma proporção 1:1 e por isso é necessário realizar o destino correto deste resíduo, para que não impacte o meio ambiente (NEVES, 2016). De acordo com Santos e Matos (2000), o acúmulo da casca de café em locais inapropriados causa a contaminação do solo e de águas subterrâneas, por conter altas concentrações de nitrogênio (em forma de amônio e sais de potássio).

O resíduo cafeeiro atualmente é utilizado para alimentação de ruminantes, compostagem, produção de biocombustível e na produção de bioadsorventes (NEVES, 2016), porém pela baixa fiscalização em alguns lugares, também é utilizado para fraudar o café comercializado por possuir características sensoriais semelhantes, além de conferir um sabor adocicado ao café torrado e moído por possuir um açúcar residual da polpa (ANDRADE, 2009; MENDONÇA et al., 2003). A Resolução nº 277 de 2005 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária - ANVISA não permite nenhum teor de impurezas no produto torrado e moído (ANVISA, 2020).

3.2. Composição da casca do café

A composição química da casca de café pode variar conforme a variedade do café, seu cultivo, tipo de solo, região de plantio, porém em suma é baseada pelo teor de fibras e umidade, açúcares totais, lipídios, proteínas, taninos, cinzas e cafeína e vem sendo cada vez mais estudada, pois é um resíduo que apresenta grande potencial de utilização (BAQUETA, 2016). Na Tabela 1 estão apresentados os teores médios mínimos e máximos de cada nutriente presente na casca do café arábica.

Tabela 1: Composição química da casca crua do café

Componentes	Casca	Referência
Umidade (g/100 g)	11,98	BRAND et al. (2000)
Lipídios (%)	10,48-10,72	NEVES (2016)
Fibra Bruta (FB)	17,7 – 21,0; 31,86	RIBEIRO FILHO et al. (2000)
Proteína Bruta (%)	10,99	SOUZA et al. (2001)
Carboidratos (g/100 g)	58-63	RAMBO et al. (2015)
Cinzas (%)	8,21 – 9,86	NEVES (2016)
Resíduo Mineral (g)	4,5; 6,5-7,8	MATOS (2014); RIBEIRO FILHO (1998)
Extrato Etéreo (EE) (% MS)	0,87	ROCHA (2005)
Celulose (%MS)	37,26	BARCELOS et al. (2001)
Celulose	14,7 – 42,0	RIBEIRO FILHO et al. (2000)
Hemicelulose	24,98	BARCELOS et al (2001)
Cálcio	0,45-0,7	LEITÃO et al. (2005)
Fósforo	0,14	LEITÃO et al. (2005)
Cafeína (mg. 100g ⁻¹)	140,94 - 158,31; 80	MATOS (2014); ANDRADE (2009)

Taninos	9,3	SOCCOL et al. (2000)
Lignina	9,3 – 13,56	LEITÃO et al. (2005)
Pectina (g/ 100 g)	6,5	WOJCIECHWSKI et al. (1991)

Fonte: próprio autor

A variação de valores encontrados em diversos trabalhos é influenciada por alguns fatores ao longo do plantio e beneficiamento do café (MATOS, 2014). A casca do café possui valores de 4,35 a 11,36 mg.100 g⁻¹ de ácido clorogênico e 0,213 a 0,264 mg.100 g⁻¹ de ácido ferúlico, enquanto a polpa de café possui valores 42 mg.100 g⁻¹ de ácido clorogênico e teores de 1000 a 2000 mg.100 g⁻¹ de ácido ferúlico (ANDRADE, 2009). Pandey et al (2000), qualificou que o extrato de casca de café possui composição semelhante ao grão, sendo 42% dos compostos fenólicos os ácidos hidroxicinâmicos, em maioria ácido cafêico, ácido clorogênico e ácido ferúlico.

O teor de proteína bruta é em torno de 10%, e pode variar entre 7,5 e 11,7% (VALLONE, 2009).

Os subprodutos do processamento de café possuem uma composição significativa de compostos bioativos semelhantes ao grão de café, além de carboidratos, fibras, proteínas e gordura (GEMECHU, 2020).

3.3. Compostos bioativos

Os compostos bioativos, ou fitoquímicos, são estruturas orgânicas extraídas de fontes vegetais que atuam de maneira benéfica no organismo humano, por auxiliarem na redução do risco de doenças coronarianas reduzindo a agregação plaquetária, por desempenharem atividade antioxidante, estimularem o sistema imunológico, atividade antiviral e antibacteriana, atividade anticarcinogênica e reduzindo a pressão arterial (CARRATU, 2005; BASTOS; ROGERO; ARÊAS, 2009; PEREIRA, 2012; DUARTE, 2014). Os principais compostos identificados são classificados como carotenoides, compostos fenólicos, alcalóides, compostos nitrogenados e compostos organossulfurados (VERRUCK; PRUDENCIO; SILVEIRA, 2018).

Os compostos bioativos atraem cada vez mais a atenção de estudos, pelo fato de combaterem as reações oxidativas, prevenindo, portanto, diversas doenças crônicas não

transmissíveis (OLIVEIRA, 2014), sendo que em estudos de Oliveira e Bastos (2011) foi observado a associação da insuficiência de ingestão de compostos bioativos com o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis.

Um exemplo de compostos bioativos são os antioxidantes que são compostos que protegem o sistema biológico de processos oxidativos, mas também apresentam ação antioxidante em alimentos (CANGUSSU, 2017). A indústria de alimentos avança nos estudos sobre a utilização de antioxidantes naturais no lugar de antioxidantes sintéticos uma vez que estes vêm sendo questionados quanto à inocuidade (DELL RÉ; JORGE, 2012).

A casca do café é composta de matéria orgânica e nutrientes, contendo também componentes como compostos fenólicos (ácido cafeico e ácido clorogênico), álcoois diterpenóides e cafeína que é um alcalóide que estimula o sistema nervoso central e representa, aproximadamente, 1,3% de concentração em matéria seca na casca do café (GOUVEA et al., 2009; GEORGE; RAMALAKSHMI; MOHAN RAO; 2008).

O ácido clorogênico (ACG) são os compostos fenólicos de maior relevância e em maior quantidade, sendo estáveis a altas temperaturas quando as cascas são branqueadas (MATOS, 2014). Estudos de PRATA e OLIVEIRA (2007) mostraram que as cascas de café frescas são ricas em antocianinas e carotenóides, portanto é muito viável a sua utilização como corante natural em alimentos. Outro composto bioativo muito analisado é a cafeína, por sua ação estimulante (TELLO, 2011; NEVES, 2016).

Conhecendo suas principais funções nas plantas, bem como suas funções benéficas no organismo humano, os próximos tópicos serão de uma breve explicação sobre as principais classes de compostos bioativos encontrados na casca de café.

3.3.1. Antioxidantes

Os antioxidantes foram definidos por Niki (2010) como substâncias que, em pequenas concentrações, podem postergar ou até mesmo inibir o estresse oxidativo e, segundo Costa (2012), podem ser classificados em sintéticos e naturais. Os antioxidantes sintéticos ainda são os mais utilizados pela indústria alimentícia, porém estudos do Centro de Pesquisa em Alimentos e da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP juntamente com Centro de Pesquisa em Alimentos (FoRC FoodResearch Center) (2019) comprovaram que o consumo em doses elevadas de antioxidantes sintéticos são carcinogênicos. Exemplos dos antioxidantes sintéticos mais utilizados pela indústria são BHA (butilhidroxianisol), o BHT

(butilhidroxitolueno) e TBHQ (terc- butilhidroquinona) (FERNANDES, 2019). Ito et al. (1983) e Cleyson et al. (1990) comprovaram que o BHA é um antioxidante cancerígeno pré estomacal quando feito estudo em camundongos, ratos e hamsters. Os ratos tratados com antioxidante BHA apresentaram alterações no baço, como hemorragia e necrose. Alguns efeitos imunossupressores apresentados podem fazer com que o sistema imunológico não combata tumores e outros patógenos (ABD-ELHAKIM et al., 2020).

Os antioxidantes atuam diretamente combatendo radicais livres que estão associados à diferentes doenças, portanto são cada vez mais procurados em alimentos para serem denominados como alimentos com alegações de funcionalidade, são classificados de diferentes formas e uma das principais classes são os compostos fenólicos, que atualmente são amplamente estudados por apresentarem funções farmacológicas, antioxidantes, biológicas, além de apresentarem influência sob características sensoriais de um alimento, como cor, sabor, aroma e adstringência (LAZZARI et al., 2021). Um composto fenólico muito presente no café é o ácido clorogênico e sua concentração varia de acordo com o grau de maturação, processamento e armazenamento (DINIZ, 2015).

Um estudo de NEVES (2016) visou analisar a atividade antioxidante dos extratos aquosos da casca residual de café orgânico, utilizando o método do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), adaptando o método de Brand Williams (1995) e confirmou que o extrato aquoso da casca de café é eficiente na redução do radical DPPH, concluindo assim que a casca de café é uma ótima fonte de obtenção de fitoquímicos bioativos que possuem capacidade antioxidante.

3.3.2. Compostos fenólicos

Compostos fenólicos são estruturas orgânicas encontradas em alimentos de origem vegetal, sendo os principais antioxidantes da dieta do ser humano (FURLAN, RODRIGUES, 2016). São inibidores da propagação de reações em cadeia da oxidação, também contribui nas características sensoriais dos alimentos, como cor, sabor e aroma (COSTA, 2012), como por exemplo, no café onde o tanino é responsável pelo sabor adstringente (ALMEIDA et al., 2016). A classificação dos compostos fenólicos pode ser feita em diferentes aspectos, como distribuição na natureza: baixa ocorrência (hidroquinonas, resorcinol, aldeídos derivados dos ácidos benzóicos que compõem óleos essenciais), amplamente distribuídos (flavonóides, cumarinas e ácidos fenólicos) e polímeros (taninos e ligninas), ou classificados como sua

solubilidade na fração solúvel da célula: solúvel (fenólicos simples, flavonoides e taninos de baixo a médio peso molecular não ligados a componentes da membrana) e insolúvel (taninos condensados, ácidos fenólicos e outros compostos fenólicos de baixo peso molecular que estão ligados à proteínas da parede celular) (PEREIRA e PEREIRA, 2014). Os ácidos fenólicos são uma subclasse dos compostos fenólicos, e o mais abundante dessa classe no café é o ácido clorogênico, presente também na casca mesmo que em menor concentração que o grão (BORGES, 2020), e é formado pela esterificação do ácido *trans* cinâmico (ácido cafeico, ferúlico, *p*-cumárico ou sináptico (GAUTHIER et al., 2016). Por ser muito solúvel em água quente, é utilizado como aditivo em bebidas e na casca de café é de aproximadamente 2,5% da sua composição (DUARTE, PEREIRA e FARAH, 2010).

Os ácidos fenólicos mais presentes no café são o ácido clorogênico, ácido cafeico, ferúlico e *p*-cumárico, respectivamente em ordem decrescente, além de contribuírem para o sabor da bebida também estabelecem o controle dos processos oxidativos (VIEIRA, 2015).

Borges (2020) analisou os constituintes fenólicos totais e obteve um alto valor, podendo considerar a casca de café uma considerável fonte para se adicionar e inserir em produtos alimentícios, trazendo benefícios à saúde. Garcia (2015) quantificou os compostos fenólicos em diferentes resíduos na indústria cafeeira, e concluiu que o resíduo com maior teor de fenólicos é a casca do café.

Cangussu (2017), realizou um estudo de caracterização dos compostos bioativos da casca de café da espécie *coffea arabica*, e verificou que a casca possui altos teores de compostos fenólicos e que o branqueamento fez com que os fenólicos não extraíveis fossem conservados, porém a temperatura elevada afetou os compostos fenólicos extraíveis acarretando uma perda destes. Além disso, este autor verificou que a casca de café possui altas concentrações de cafeína.

3.3.3. Alcaloides - Xantinas

A cafeína um alcaloide do grupo das xantinas que está presente no café, tanto no grão quanto em seus resíduos (BORGES, 2020) e é um insumo muito utilizado na indústria de bebidas por ter ação antioxidante, antimicrobiana e estimulante (ANDRADE et al., 2012). É um composto bioativo termorresistente, branco e inodoro, altamente solúvel em água quente e nas bebidas confere o sabor amargo (SOUZA, 2019). Nas plantas possui ação pesticida natural, enquanto nos seres humanos tem ação estimulante, uma vez que por permanecer por

longos períodos na corrente sanguínea modificando algumas atividades do sistema nervoso central, o que causa redução do sono (ALVES, CASAL e OLIVEIRA, 2009). Em estudos com células tumorais feitos *in vitro*, a incubação da cafeína com essas células fez com que houvesse um efeito antimetastático e não ocorreu proliferação das células (POUNIS et al., 2017).

3.3.4 Carotenoides

Os compostos bioativos denominados carotenoides, são pigmentos lipofílicos que se aproximam das cores amarelo, laranja e vermelho, e são encontrados no reino vegetal (MAIO, 2010). Os carotenoides pró-vitâmicos, são aqueles que atuam como precursores da vitamina A, entre eles o α -caroteno e β -caroteno, e os outros carotenoides como licopeno, luteína e zeaxantina são considerados antioxidantes, pois atuam quelando radicais livres, como o oxigênio singlete (FIGUEIREDO, 2015; UENOJO, JÚNIOR e PASTORES, 2007). E por possuir atividades anticarcinogênicas, imunomoduladoras e por prevenir doenças cardiovasculares, vem sendo muito procurados (DIAS, 2016). Sua função importante no funcionamento do organismo faz com que se torne interessante cientificamente, uma vez que suas propriedades físico-químicas e biológicas o tornam atrativos para o segmento nutricional e farmacêutico (RIVERA-MADRI et al., 2020). Rivera-Madri et al. (2020) e Shilpa et al. (2020), demonstraram que dietas ricas em carotenoides fazem com que o déficit de vitamina A reduza, uma vez que o retinol (carotenoide formado por anéis cetônicos que se ligam aos isoprenos nas extremidades) que é um pró vitamínico A, aliando-se assim ao tratamento de doenças crônicas como doenças cardíacas, diabetes mellitus e previnem o envelhecimento.

Estudos de Prata e Oliveira (2007) mostraram que as cascas de café frescas são ricas em antocianinas (subdivisão dos flavonoides) e carotenoides, sendo viável sua utilização como corante natural em alimentos.

Dias (2016), objetivou selecionar microrganismos capazes de utilizar resíduos da indústria cafeeira como substrato e fonte de carbono para a produção de carotenoides e a significância e impacto deste estudo é baseado na alta concentração de resíduos do setor agrícola, podendo impactar o meio ambiente.

3.4 Potencialidades de aplicação da casca de café na indústria de alimentos

Existem inúmeras aplicações dos resíduos gerados pela indústria cafeeira como

fabricação de ração animal e utilização da casca como adubo orgânico para a própria lavoura de café, oferecendo condições físicas, químicas e biológicas do solo, tanto liberando nutrientes quanto controlando erosão e controle de plantas invasoras (SANTOS et al., 2001). Todavia, alguns estudos mais recentes mostram outras aplicações da casca de café, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Diversas aplicações da casca de café.

APLICAÇÃO	REFERÊNCIA
Produção de biocombustível	WOLDESENBET et al. (2016);
Fermentação para obtenção de compostos aromáticos	BONILLAHERMOSA et al. (2014)
Adsorvente de corantes	CHERUIYOT et al. (2019); MURTHY et al. (2019)
Fibras alimentares	BALLESTEROS, TEIXEIRA e MUSSATTO (2014)
Extração de compostos bioativos	MURTHY e NAIDU (2012a); RAMÓN-GONÇALVES et al. (2019)
Produção de Bebidas Antioxidantes	NEVES (2016)

Fonte: Próprio autor

Ainda, Pandey et al. (2000), analisaram que o extrato de casca de café é um ótimo substrato para crescimento de fungos e leveduras, devido à alta concentração de açúcares fermentescíveis e ao fermentar a levedura *Pachysolen tannophilus*, fez com que produzissem compostos liberando o aroma de abacaxi, e quando a leucina foi adicionada, observou-se a liberação de aroma de banana.

Além disso, a casca de café pode ser utilizada como um biossorvente, ou seja, um adsorvente natural de baixo custo, para remover metais pesados de água contaminada, como o chumbo (ALHOGBI, 2017), uma vez que este metal está presente em diferentes atividades industriais como fabricação têxtil e de baterias, pinturas, impressão e mineração e o contato com a água contaminada pode levar a graves doenças como insuficiência renal e câncer

(ALHOGBI, 2017; DENG et al., 2010).

Devido a um aumento na preocupação dos consumidores por sua saúde, o interesse pelo uso de corantes naturais vem crescendo, e entre a ampla diversidade de corantes naturais, se encontram as antocianinas, com tonalidades entre amarelo ao vermelho e azul (MARTINS et al., 2016). Os corantes naturais possuem também aspectos benéficos à saúde, uma vez que possuem propriedades funcionais, como função antioxidante (LEICHTWEIS, 2018). Um estudo que objetivou avaliar as cascas de café como fonte ou não de antocianinas e concluiu que as cascas de café são potenciais fontes de antocianina (PRATA, OLIVIERA, 2017).

Ainda, a fim de desenvolver um produto a partir de resíduos da produção de café, Neves (2016), propôs a produção de uma bebida antioxidante, com base em suco de abacaxi, na qual já é constituída por compostos bioativos, juntamente com os compostos bioativos extraídos da casca de café, agregando valor ao produto e aos resíduos, onde atuou em sinergia a atividade antioxidante, a melhoria nas características sensoriais, deixando assim, uma lacuna para a produção de outras bebidas antioxidantes.

Freitas (2016) realizou um estudo onde utilizou o aproveitamento das cascas de café para obter produtos de valor agregado, como produção de xilitol através da hidrólise ácida da casca do café, extração de glicose a partir da celulose através da hidrólise enzimática, produção de etanol celulósico por meio de processos fermentativos. Portanto é possível utilizar os produtos extraídos na indústria de alimentos, como por exemplo, o xilitol, edulcorante que é utilizado em gomas de mascar e até mesmo produtos lácteos, uma vez que possui poder adoçante semelhante ao da sacarose (GREMBECKA, 2015).

A sociedade atual se preocupa a cada dia mais com a saúde e qualidade de vida, concomitantemente com o impacto ambiental, portanto uma alternativa seria a elaboração de embalagens ativas utilizando resíduos, em substituição das embalagens tradicionais, que além de promoverem benefícios sensoriais e físico-químicos, possuem menor tempo de degradação quando lançado ao meio ambiente (BITTENCOURT et al., 2021). Alguns estudos com resíduos de alimentos, como por exemplo, jabuticaba, brócolis, mandioca, frutas vermelhas e cúrcuma se mostraram promissores para a área de embalagens de alimentos (MANIGLIA, 2017; LUCHESE, 2018). A utilização de antimicrobianos naturais vem apresentando alta efetividade nos alimentos e, portanto está ganhando grande espaço na indústria, principalmente os que são feitos de extratos de resíduos agroindustriais, pois são

ricos em compostos ativos, principalmente compostos fenólicos que combatem o crescimento microbiano e flavonoides (BITTENCOURT et al., 2021). Desta forma, baseado no teor de carboidratos e de compostos bioativos presente na casca de café, sugere-se análises para uma possível elaboração de embalagens ativas, como por exemplo, os filmes antimicrobianos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, conclui-se que a casca de café tem diversas aplicabilidades, devido suas características previamente estudadas, como a concentração presente de compostos bioativos, bem como aplicações ainda não utilizadas, mas que pela revisão bibliográfica sugere-se maiores investimentos.

A casca de café é um resíduo da indústria cafeeira atualmente com pouca aplicação na própria indústria de alimentos, em sua maioria, são utilizadas para alimentação de ruminantes e enriquecimento de solos e forrageiras, porém é notório a sua composição química significativa para indústria alimentícia.

Portanto, sugere-se que sejam realizados outros estudos a fim de utilizar a casca de café como conservante, inibindo crescimento microbiológico e também como composto para produção de embalagens ativas.

REFERÊNCIAS

Abd-Elhakim Y. M., Hashem M. M. M., Abo-El-Sooud K., Ali H. A., Anwar A., El-Metwally A. E., Mahmoud E. A., Moustafa G. G. Involvement of tumor necrosis factor- α , interferon gamma- γ , and interleukins 1 β , 6, and 10 in immunosuppression due to long-term exposure to five common food preservatives in rats. *Gene*. 2020 Jun 5;742:144590.

Alhogbi, B.G., 2017. Potential of coffee husk biomass waste for the adsorption of Pb(II) ion from aqueous solutions. *Sustain. Chem. Pharm.* 6, 21–25.

Almeida, T. D De; Mai, B. F.; Puget, F. P.; "EXTRAÇÃO DE TANINO DA CASCA DO CAFÉ", p. 15268-15274 . In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química -

COBEQ 2014 [= Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.2]. São Paulo: Blucher, 2015. ISSN 2359-1757, DOI 10.5151/chemeng-cobeq2014-0861-23168-173216.

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 11 de julho de 2021.

Andrade, A. P. S. Análise química e avaliação do potencial alelopático da casca do café (*Coffea arabica*), 2009, 90f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais, 2009.

Andrade, K. S. Avaliação das técnicas de extração e do potencial antioxidante dos extratos obtidos a partir de casca e de borra de café (*coffea arabica* l.). 2011. 123 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina. 2011.

Albuquerque, E.R, Gossler, S.C, Piovezan, M. E Conto, L.C. Extração e Determinação de Flavonoides, Taninos Condensados e Totais da Casca do Pinhão (*Araucaria angustifolia*). 2017. Disponível em: <<http://docente.ifsc.edu.br/michael.nunes/MaterialDidatico/Analises%20Quimicas/TCC%20I/TCC%202017%201/Eduarda%20e%20Sheili.pdf>>. Acesso em: 18 de julho de 2021.

Alves, R. C.; Casal, S.; Oliveira, B. Benefícios do café na saúde: Mito ou realidade? Química Nova, v. 32, 2169 p., 2009.

Alves, R. C, Rodrigues, F., Nunes, M. A., Vinha, A. F., Oliveira, M. B. P. P. 2017. State of the art in coffee processing by-products. In: Handbook of Coffee Processing By-products: Sustainable Applications. Charis M. Galanakis (ed.), Academic Press - Elsevier; pp. 1 - 26.

Alves, R. C.; Casal, S.; Oliveira, B. (2009) Benefícios do café na saúde: Mito ou realidade? Química Nova, v. 32, n. 8, p. 2169–2180.

Arnosso, B. J. de. M.; Costa, G. F. da; Schmidt, B. Revisão. Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos. Revista Nutrição Brasil 18 (1). 39-48. 2018.

Ballesteros, L. F.; Teixeira, J. A.; Mussato, S. I. Selection of the Solvent and Extraction Conditions for Maximum Recovery of Antioxidant Phenolic Compounds from Coffee Silverskin. *Food Bioprocess Technology*, v. 7, p. 1322- 1332, 2014.

Baqueta, M. R. Extração e caracterização de compostos do resíduo casca de café. 2016. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

Barreto, H. G. Expression analysis of the coffee (*Coffea arabica* L.) *frigida4*-like gene (CaFRL4). *Revista Desafios*, v. 5, n. Especial, 2018.

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. *Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabólica*, vol. 53. n. 5, 2009.

Bekalo, S. A.; Reinhardt, H. W. Fibers of coffee husk and hulls for the production of particleboard. *Materials and Structures, New York*, v. 43, n. 8, p. 1049-1060, Oct. 2010.

Bittencourt, V. R., Grassi, L. I., Schu, A. I., Nora, F. M. D. Embalagens ativas como novas abordagens sustentáveis e ambientalmente corretas: uma revisão da literatura. In *Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Volume 2*, 217–32. Editora Científica Digital, 2021.

Borges, M. V. Farinha de casca de café: Características Físicas, Químicas, Capacidade Antioxidante e Aplicação em Chocolate escuro. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA. 2020. 125 f.

Bonillahermosa, V., A. Aproveitamento de resíduos do processamento semi-seco do café para a produção de compostos de valor agregado. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras. UFLA. Lavras - MG. 76 p.: il. 2014.

Botelho, F. T. Consumo de feijão e efeitos do processamento na cocção sobre compostos fenólicos, capacidade antioxidante e atributos sensoriais. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. 2014.

Brand, D.; Pandey, A.; Roussos, S.; Soccol, C. R. Biological detoxification of coffee husk by filamentous fungi using a solid state fermentation system, *Enzyme and Microbial Technology*, v. 27, n. 2000, p. 127-133.

Brioschi, P. F. et al. Análise de custo e viabilidade econômica do café arábica em Venda Nova do Imigrante, ES. *Revista Brasileira de Gestão e Engenharia*, n. 20, p. 127 - 136, 2019.

Cangussu, L. B. Caracterização dos compostos bioativos presentes em cascas de café da espécie *Coffea arabica*. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG. Belo Horizonte, MG. 101 p. 2017.

Carmo, J. R. do. Produção de etanol e pectinase por *Kluyveromyces marxianus* CCT 4086 utilizando resíduos do processamento do café (*Coffea arabica* L.). Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. Universidade Federal de Lavras - UFLA, 2013.

Carneiro, A. C. O., Efeito da hidrólise ácida e sulfitação de taninos de *Eucalyptus grandis* W. Hillex Maiden e *Anadenanthera peregrina* Speg, nas propriedades dos adesivos. Tese. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2006.

Carocho, M.; Ferreira, I. C. F. R. The role of phenolic compounds in the fight against cancer: a review. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, Beijing, v. 13, n. 8, p. 1236-1258, 2013.

Carratu, E.; Sanzini, E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetable. *Ann. Ist. Super Sanità*, v. 41, n.1, p.7-16, 2005.

Centro de Pesquisa em Alimentos e da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da USP. FAPESP. São Paulo: FoRC Food Research Center. Disponível em: <http://www.usp.br/forc/pesquisa.php>. Acesso em: 18 de julho de 2021.

Cheruiyot, G. K.; Wanyonyi, W. C.; Kiplimo, J. J.; Maina, E. N. Adsorption of toxic crystal violet dye using coffee husks: Equilibrium, kinetics and thermodynamics study. *Scientific African*, v. 5, p. 01-16, 2019.

Conab, Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: café, v. 2, n. 1, 2016, Brasília, 2016.

Costa, A. S. G. da. Pele de prata do café: desenvolvimento de um método sustentável de extração de compostos bioativos. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e Naturais). Faculdade de Ciências, Universidade do Porto. Porto, 2012.

Costa, R. S. C. da; Townsend, C. R.; Leonidas, F. das C. Embrapa Rondônia Diversas utilidades para a casca do café. Porto Velho, Rondônia. 2001.

Del Ré, P. V.; Jolrge, N. Especiarias como antioxidantes naturais: aplicações em alimentos e implicação na saúde. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu*, v. 14, n. 2, p. 389-399, 2012.

Deng, X., Lü., Luo, F., 2010. The absorption properties of Pb (II) and Cd (II) on functionalized graphene prepared by electrolysis method. *J. Hazard. Mater.* 183 (1), 923-930.

Dias, M. Aproveitamento de resíduos do processamento de café para a produção de carotenoides por leveduras e bactérias. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola). Universidade Federal de Lavras-UFLA. Lavras, Minas Gerais. 2016.

Diniz, S. N. da C. Vitaminas antioxidante, carotenóides, polifenóis e envelhecimento. Dissertação (Mestrado em Medicina - Geriatria). 2015. Faculdade de Medicina de Coimbra. Palmela, Setúbal - Portugal.

Duarte, G. S.; Pereira, A. A.; Farah, A. Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods. *Food Chemistry*, v. 118, p. 851-855, 2010.

Duarte, R. C. Estudos dos compostos bioativos em especiarias (*Syzigium aromaticum* L, *Cinnamomum zeylanicum* Blume e *Myristica fragans* Houtt) processados por radiação ionizante. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Autarquia associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

Durán, C. A. A. et al. Café: Aspectos gerais e seu aproveitamento para além da bebida. *Revista Virtual de Química*, v. 9, n. 1, p. 107 - 134, 2017.

Efraim, P. et al. Influência da fermentação e secagem de amendoa de cacau no teor de compostos fenólicos e na aceitação sensorial. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, 30(Supl.1): 142-150, maio 2010. ISSN 0101-2061.

Esqueviel, P.; Jiménez, V. M. Identification of phenolic and carotenoid compounds in coffee (*Coffea arabica*) pulp, seeds and mucilage by HPLC electrospray ionization mass spectroetry. 24^a International Conference on Coffee Science, Costa Rica. 2012.

Fernandes, L. de A. Antioxidantes naturais para aplicação em alimentos. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Uberlândia - UFU. Patos de Minas, Minas Gerais, 2019.

Figueiredo, H. R. Alimentos funcionais: Compostos bioativos e seus efeitos benéficos à saúde. 9^o Congresso de Pós Graduação UNIS, 2015.

García, A. A.; Carril, E. P. U. Metabolismo secundário de plantas. *Reduca (Biologia) - Série Fisiologia Vegetal*, Madrid, v. 2, n. 3, p. 119-145, 2009.

García, L. R. P; Bianchi, V. L. Del. Efeito da fermentação fúngica no teor de compostos fenólicos em casca de café robusta. *Ciências Agrárias*, Londrina, v. 36, n. 2, p. 777-786, 2015.

Gauthier, L.; Bonnin-Verdal, M. N.; Marchegay, G.; Pinson-Gadais, L.; Ducos, C.; F. Richard-Forget, F.; Atanasova-Tanasova-Penichon, V. Fungal biotransformation of chlorogenic and caffeic acids by *Fusarium graminearum*: new insights in the contribution of phenolic acids to resistance to deoxynivalenol accumulation in cereals. *International Journal Food Microbiology*, v. 221, p. 61-68, 2016.

George, S.E.; Ramalakshmi, K.; Mohan Rao, L. J. A perception on health benefits of coffee. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.48, p. 464–486, 2008.

Gonçalves, R. M. F. Estudo da inibição de tripsina por compostos fenólicos isolados de fontes naturais: efeito antinutricional de bebidas comuns. 2007. 128 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia, Ciência e Segurança Alimentar) - Universidade do Porto, Porto, 2007.

Gouvea, B.M.; Torres, C.; França, A.S.; Oliveira, L.S.; Oliveira, E.S. Feasibility of ethanol production from coffee husks. *Biotechnol Letters*, v. 31, p.1315–1319, 2009

Grembecka, M. Sugar alcohols—Their role in the modern world of sweeteners: A review. *Europe Food Research Technololy*, v.241, p.1–14, 2015.

Guimarães, F. S. et al. Regulador de crescimento e vácuo na emergência de plântulas de café arábica. In: X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Vitória. 2019.

Lazzari, A.; Barbosa, H. D. .; Silva, I. C. da; Silva, L. H. M. da; Dada, A. P.; Oliveira Cestário, A. C. de; Machado Filho, E. R. Antioxidant potential of agro-industrial waste from tropical fruits: review. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 3, p. e29710313357, 2021.

Leichtweis, M. G. Desenvolvimento de um corante alimentar natural à base de antocianinas obtido a partir do epicarpo de frutos de *Prunus spinosa* L.: otimização da extração e estudo de aplicação. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar (Instituto Politécnico de Bragança e Universidade Tecnológica Federal do Paraná). Bragança, 2018.

Luchese, C. L. Desenvolvimento de embalagens biodegradáveis a partir de amido contendo subprodutos provenientes do processamento de alimentos. 2018. 226 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

Maio, R. et al. Ingestão Dietética, Concentrações Séricas e Teciduais Orais de Carotenoides em Pacientes com Carcinoma Epidermoide da Cavidade Oral e da Orofaringe. Revista Brasileira de Cancerologia, v. 56, n. 1, p. 7-15, 2010.

Maniglia, B. C. Aproveitamento de resíduos agroindustriais para preparação de filmes biodegradáveis. 2017. 323 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2017.

Martins, N., Roriz, C. L., Morales, P., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2016). Food colorants: Challenges, opportunities and current desires of agro-industries to ensure consumer expectations and regulatory practices. Trends in Food Science and Technology, 52, 1–15.

Matos, L. P. C. de. Compostos fitoquímicos e atividade antioxidante de casca de café. Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia Alimentos. Departamento de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Campo Mourão, Paraná. 2014.

Mendonça, J. C. F.; França, A. S.; Oliveira, L. S.; Corrêa, P. C. Estudo preliminar de caracterização física e química de grãos defeituosos de café (PVA) antes e após a torra. Rev. Bras. Armaz, n 7, p. 44-49, 2003.

Mesquita, C. M. de., et al. Manual do café: colheita e preparo (*Coffea arabica* L.). Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 52 p. il.

Minas Gerais. Thiago Cavaton. . Centro do Comércio de Café do Estado de Minas Gerais: produção mundial de café no ano cafeeiro 2019-2020 está estimada em 169,34 milhões de sacas de 60kg. Produção mundial de café no ano cafeeiro 2019-2020 está estimada em 169,34 milhões de sacas de 60kg. 2020. Disponível em: <http://cccmg.com.br/producao-mundial-de-cafe-no-ano-cafeeiro-2019-2020-esta-estimada-em-16934-milhoes-de-sacas-de-60kg/>. Acesso em: 31 maio 2021.

Moraes, F. P.; Colla, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. *Revista Eletrônica de Farmácia*. Vol. 3(2), 109-122. 2006.

Morais, S. A. L. de, et al. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café conilon submetido a diferentes graus de torra. *Revista Química Nova*. Vol. 32. No. 2. 327-331, 2009.

Moreira, R. V. Caracterização do processo de secagem do café natural submetido a diferentes métodos de secagem. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Lavras. Lavras, Minas Gerais. 2015.

Murthy, P. S.; Naidu, M. M. Recovery of phenolic antioxidants and functional compounds from coffee industry by-products. *Food and Bioprocess Technology*, v. 5, p. 897-903, 2012a.

Murthy, T. P. K.; Gowrishankar, B. S.; Prabha, M. N. C.; Kruthi, M.; Krishna, R. H. Studies on batch adsorptive removal of malachite green from synthetic wastewater using acid treated coffee husk: Equilibrium, kinetics and thermodynamic studies. *Microchemical Journal*, v. 146, p. 192-201, 2019.

Neves, J. V. G. Cascas residuais de café orgânico: composição química, potencial antioxidante, fatores antinutricionais e aplicação tecnológica. 2016. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2016.

Niki, E. (2010). Assessment of antioxidant capacity in vitro and in vivo. *Free Radical Biology and Medicine*. 49: 503-515.

Oliveira, D. M.; Bastos, D. H. M. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos. *Quim. Nova*, v. 34, n. 6, p. 1051–1056, 2011.

Oliveira, T. C. S. Principais compostos bioativos e capacidade antioxidante na polpa do Camu-camu (*Myrciaria dubia*) em diferentes estágios de maturação. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Pará. Belém. 2014.

Pandey, A. et al. Biotechnological potential of coffee pulp and coffee husk for bioprocesses. *Biochemical Engineering Journal*, Amsterdam, v. 6, n. 2, p. 153- 162, Oct. 2000.

Pereira, G. P. Compostos bioativos e atividade antioxidante em bananas (*Musa sp.*). Dissertação (Mestrado em Ciência dos alimentos). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Araraquara, São Paulo, 2012.

Pereira, R. C.; Pereira. M. C. A. Compostos fenólicos na saúde humana: do alimento ao organismo. *Texto Acadêmico - Universidade Federal de Lavras*. Ed. UFLA, 2014. 90 p.

Pounis, G. Et al. (2017) Reduction by coffee consumption of prostate cancer risk: Evidence from the Moli-sani cohort and cellular models. v. 141, n. 1, p. 72–82.

Prata, E.R.B.A; Oliveira, L.S. Fresh coffee husks as potential sources of anthocyanins. *LWT–Food Sci Technol*,v.40, p.1555–1560, 2007.

Rambo, M. K. D.; Schimidit F. L.; Ferreira, M. M. C. Análise do lignocelulósico componentes de resíduos de biomassa para oportunidades de biorrefinaria, 144, 696-703. 2015.

Reis, N. Detecção de adulteração de café torrado e moído com cascas de café e milho por espectroscopia no infravermelho. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Belo Horizonte, Minas Gerais. 2012.

Ribani, R. H.; Amaya, D. B. R. Otimização de método para determinação de flavonóis e flavonas em frutas por cromatografia líquida de alta eficiência utilizando delineamento estatístico e análise estatística e análise superfície de resposta. *Rev. Química Nova*. Vol. 31. No. 6. 1378-1384, 2008.

Ribeiro F., E. Degradabilidade in situ da matéria seca, proteína bruta, e fibra em detergente neutro da casca de café (*Coffea arábica*, L.) e desempenho de novilhos em fase de recria. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Ruminantes), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

Ribeiro Filho, E.; Paiva, P. C. A.; Barcelos, A. F.; Rezende, Cardoso, R. M.; Banys, V. L. Efeito da Casca de Café (*Coffea arabica*, L.) no Desempenho de Novilhos Mestiços de Holandês-Zebu na Fase de Recria. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.24, n.1, p. 225-232, jan./ mar., 2000.

Rivera-Madrid, R.; Carballo-Uicab, V.M.; Cárdenas-Conejo, Y.; Aguilar-Espinosa, M.; Siva, R. Overview of carotenoids and beneficial effects on human health. *Carotenoids: Properties, Processing and Applications*, p.1–40, 2020.

Rocha, F. C. Casca de café na alimentação de ruminantes. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa, Minas Gerais, 2005.

Santos, J. C. F.; Souza, I. F. D. S.; Mendes, A. N. G.; Moraes, A. R. D.; Conceição, H. E. O. D. C.; Marinho, J. T. S. Influência alelopática das coberturas mortas de casca de café (*Coffea arabica* L.) e casca de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre o controle do caruru-de-mancha (*Amaranthus viridis* L.) em lavoura de café. *Ciência e agrotec.*, Lavras. v.25, n.5, p. 1105-1118, set/out., 2001.

Santos, J. H., Matos, A. T. Contaminação do solo em áreas de depósito de cascas de frutos de cafeeiro. In: *Anais. I SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL*. v.2. Poços de Caldas, 2000, Brasília, p. 981-984. 2000.

Silva, J. P. da. Caracterização da Casca de Café (*coffea arabica*, L.) *in natura*, e de seus Produtos Obtidos pelo Processo de Pirólise em Reator Mecanicamente Agitado. 2012. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas - SP, 2012.

Silva, E., Souza, J., Rogez, H., Rees, J. E Larondelle, Y. (2007). Antioxidant activities and polyphenolic contents of fifteen selected plant species from the Amazonian region. *Food Chemistry*. 101: 1012-1018.

Souza, A. L. De.; Garcia, R.; Pereira, O. G.; Cecon, P. R.; Filho, S. De. C. V.; Paulino, M. F. Composição Químico-Bromatológica da Casca de Café Tratada com Amônia Anidra e Sulfeto de Sódio. *Revista Bras. Zootec*, 30(3):983-991, 2001 (Suplemento 1).

Tello, J.; Viguera, M.; Calvo, L. Extraction of caffeine from Robusta coffee (*Coffea canephora* var. Robusta) husks using supercritical carbon dioxide. *The Journal of Supercritical Fluids*, v. 59, p. 53–60, 2011.

Valente, J. M. L. D. Subprodutos Alimentares: Novas Alternativas e Possíveis Aplicações Farmacêuticas. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Faculdade Ciências da Saúde. Universidade Fernando Pessoa – Porto, 2015.

Vallone, M. M. Casca de café (*Coffea arabica* L.) tratada com óxido de cálcio: digestibilidade e desempenho de cordeiro. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras (UFLA). 78 p. Lavras, 2009.

Verruck, S.; Prudencio, E. S.; Silveira, S. M. da. Compostos bioativos com capacidade antioxidante e antimicrobiana em frutas. *Revista do Congresso Sul Brasileiro de Engenharia de Alimentos*. v. 4. n. 1. p. 111-124 (2018).

Vieira, G. S. Estudo dos processos de extração de Antocianinas da polpa de juçara (*Euterpe edulis* Mart.) E da concentração do extrato por nanofiltração. 2015. 249 p. Tese (Doutorado

em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas. 2015.

Wojciechowski, A. L., Pandey, A., Machado, C. M. M., Cardoso, E. B., R, C., & Soccol. (1991). Hydrolysis of coffee husk: Process optimization to recover its fermentable sugars. In T. Sera, C. R. Soccol, A. Pandey, & S. Roussos (Eds.), *Coffee biotechnology and quality* (pp. 409–417). SPRINGER-SCIENCE+BUSINESS MEDIA, B.V.

Woldesenbet, A. G.; Woldeyes, B.; Chandravanshi, B. S. Bio-ethanol production from wet coffee processing waste in Ethiopia. *SpringerPlus*, v. 5, n. 1, p. 1903, 2016.