Congresso Internacional da Agroindústria
10 e 11 de junho
CIAGRO 2021
Inovação, Gestão e Sustentabilidade na Agroindústria

POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO INDUSTRIAL DE ÓLEOS DE CAFÉ PROVENIENTES DE GRÃOS CRUS E TORRADOS

POTENCIAL PARA EL USO INDUSTRIAL DE LOS ACEITES DE CAFÉ DE GRANOS CRUDOS Y TOSTADOS

POTENTIAL FOR INDUSTRIAL USE OF COFFEE OILS FROM GREEN AND ROASTED BEANS

Clara Mariana Gonçalves Lima[1]; Luiza Zazini Benedito[2]; Jorge Pamplona Pagnossa[3] Silvani Verruck[4]; Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira[5]

DOI: https://doi.org/10.31692/IICIAGRO.0117

RESUMO
A proposta desse estudo foi reportar e discutir informações da literatura sobre as atividades antioxidante e antimicrobiana de óleos de café provenientes de grãos crus e torrados. Os alimentos funcionais têm sido objeto de crescentes estudos nos âmbitos nacional e internacional. A diversidade de compostos bioativos e a ampla aplicação terapêutica de tais compostos justificam a inesgotável busca de conhecimentos acerca das suas propriedades. Entre os produtos resultantes do processamento dos grãos de café, destaca-se o óleo. Este pode ser obtido por compressão mecânica, isento de solventes com o objetivo de preservar as suas características e compostos ativos. No entanto, outras técnicas podem ser utilizadas para a extração dos óleos de café, como a extração por solventes e fluidos supercríticos. O desenvolvimento de novos produtos com adição de misturas de óleo de café verde e torrado sustenta a expectativa das empresas de aumentarem a lucratividade uma vez que que os produtos passam a ter maior valor agregado devido ao potencial funcional. Nesse sentido, o desenvolvimento de alimentos com apelo funcional constitui um meio importante para a sustentação da competitividade haja vista que os consumidores estão cada vez mais preocupados com a manutenção e promoção da saúde.
Palavras-Chave: Lipídeos bioativos; Ingredientes; Indústria.

RESUMEN
El propósito de este estudio fue reportar y discutir información en la literatura sobre las actividades antioxidantes y antimicrobianas de los aceites de café de granos crudos y tostados. Los alimentos funcionales han sido objeto de crecientes estudios a nivel nacional e internacional. La diversidad de compuestos bioactivos y la amplia aplicación terapéutica de dichos compuestos justifican la inagotable búsqueda de conocimiento sobre sus propiedades. Entre los productos resultantes del procesamiento de los granos de café, se destaca el aceite. Este se puede obtener por compresión mecánica, libre de disolventes para preservar sus características y compuestos activos. Sin embargo, se pueden utilizar otras técnicas para la extracción de aceites de café, como la extracción mediante disolventes y fluidos supercríticos. El desarrollo de nuevos productos con la adición de mezclas de aceite de café verde y tostado respalda la expectativa de las empresas de incrementar la rentabilidad ya que los productos ahora

[1] Mestre em Ciência de Alimentos, Universidade Federal de Lavras, claramarianalima@gmail.com
[2] Doutoranda em Engenharia de Biomateriais, Universidade Federal de Lavras, lu_zazini@hotmail.com
[3] Doutor em Microbiologia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, jorgepampa@gmail.com
[4] Professora, Doutora em Ciência dos Alimentos, silvani.verruck@ufsc.br
[5] Professora, Doutora em Ciência dos Alimentos, rosegfap@daca.br

tienen mayor valor agregado por su potencial funcional. En este sentido, el desarrollo de alimentos con atractivo funcional es un medio importante para mantener la competitividad, dado que los consumidores están cada vez más preocupados por el mantenimiento y promoción de la salud.
Palabras Clave: Lípidos bioactivos; Ingredientes; Industria.

ABSTRACT
The purpose of this study was to report and discuss information in the literature about the antioxidant and antimicrobial activities of coffee oils from raw and roasted beans. Functional foods have been the subject of growing studies at the national and international levels. The diversity of bioactive compounds and the wide therapeutic application of such compounds justify the continuous search for knowledge about their properties. Among the products resulting from the processing of coffee beans, oil stands out. It can be obtained by mechanical compression, free of solvents in order to preserve its characteristics and active compounds. However, other techniques can be used for the extraction of coffee oils, such as extraction by solvents and supercritical fluids. The development of new products with the addition of mixtures of green and roasted coffee oil supports the expectation of companies to increase profitability since the products now have greater added value due to their functional potential. In this sense, the development of foods with functional appeal is an important factor for sustaining competitiveness, given that consumers are increasingly concerned with the maintenance and promotion of health.
Keywords: Bioactive lipids; Ingredients; Industry.

1. INTRODUÇÃO

A composição química do fruto e da semente do cafeeiro é complexa devido aos eventos fisiológicos e reações físicas, químicas e bioquímicas que ocorrem durante o desenvolvimento dos frutos e a execução dos procedimentos na pós-colheita (BORÉM, 2015; CLARKE; MACRAE, 1989). Dentre os compostos presentes nos grãos, tem-se a cafeína, proteínas, carboidratos (sacarose, glicose, frutose, arabinose, galactose, maltose e polissacarídeos), lipídeos (triglicerídeos e ácidos graxos), minerais (potássio, magnésio, cálcio, sódio, ferro, manganês, zinco, cobre e estrôncio), compostos fenólicos, fibras e uma vitamina no complexo B, a niacina, que é formada após a torrefação (RIBEIRO, 2015; ILLY; VIANI, 2005; CASAL et al., 200; TRUGO, 1984). Destacam-se entre os inúmeros componentes, a cafeína e os ácidos clorogênicos por seus efeitos fisiológicos e os lipídeos, pela diversidade de usos e aplicações nas indústrias alimentícia e farmacêutica (LIMA, 2019).

Os lipídeos do café, constituem fonte de compostos fenólicos, ácidos graxos, álcoois terpenos, fitoquímicos, tocoferóis, carotenóides, fitoesteróis, dentre outros. Os compostos citados exercem várias funções do ponto de vista biológico como, por exemplo, atividade antioxidante, antimutagênica, antibacteriana e antiviral, estimulante do sistema nervoso central e imune, propriedades analgésica e ansiolítica, são auxiliares na liberação de adrenalina, na prevenção de doenças cardiovasculares e reumatológicas (ANWAR et al., 2016; GUZZO et al., 2012; CHENG et al., 2007; MELLO; KUNSLER; FARAH, 2007). Os teores de cafeína e lipídeos mantem-se praticamente inalterados durante a torração.

As mudanças que ocorrem nos grãos de café durante o processo de torrefação são de natureza física e química como por exemplo, a reação de Maillard, caramelização e degradação de Strecker (BUFFO; CARDELLI-FREIRE, 2004). Aminoácidos sulfurados, hidroxiaminoácidos e aminoácidos, em geral, reagem com compostos compostos carbonilados como os carboidratos e com outros produtos intermediários da reação de Maillard para formar compostos voláteis, que também podem ser produtos da degradação da trigonelina, do ácido quínico, de pigmentos e lipídeos em menor escala, gerando finalmente uma complexa rede de compostos voláteis (DE MARIA; MOREIRA; TRUGO, 1999). No café torrado, os lipídeos têm como função principal a preservação dos compostos voláteis.

Ressalta-se que o desenvolvimento do sabor e aroma constitui um processo altamente complexo e não completamente elucidado, pois ocorrem, simultaneamente, reações de desidratação, hidrólise e catálise as quais liberam gases e formam compostos aromáticos. Estima-se que após a torrefação do café sejam formados mais de 2000 compostos químicos (FARAH et al., 2006; OOSTERVELD; VORAGEN; SCHOLS, 2003; FLAMENT; DAGLIA et al., 1998).

É crescente a demanda pela utilização de matérias-primas de origem natural na produção de alimentos processados (COHEN et al., 2018) uma vez que a população se preocupa, cada vez mais, com a manutenção da saúde (MARKLE; FISHER; SMEGO, 2015). Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi reportar e discutir informações da literatura sobre as atividades antioxidante e antimicrobiana de óleos de café provenientes de grãos crus e torrados.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 O café no Brasil

O cultivo do café se espalhou rapidamente pelo Brasil em função das condições climáticas. Em um espaço de tempo relativamente curto, saiu de uma posição secundária para a de produto base da economia brasileira. Desenvolveu-se com total independência, ou seja, apenas com recursos nacionais constituindo a primeira realização exclusivamente brasileira que visou à produção de riquezas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ, 2012).

O cafeeiro é uma planta perene, de porte arbustivo, pertencente à família Rubiaceae e ao gênero *Coffea*. Somente duas espécies desse gênero produzem frutos que têm importância econômica a *Coffea arabica* L. e a *Coffea canehphora* Pierre, popularmente conhecidas como arábica e conilon e/ou robusta, respectivamente (WAGEMAKER et al., 2011).

O café arábica por apresentar melhor qualidade, tem uma bebida de maior valor comercial, alcançando preços superiores ao do café robusta que é muito utilizado em *blends* e na indústria de café solúvel por ter um maior teor de sólidos solúveis, apresentando maior rendimento industrial (REIS; CUNHA; CARVALHO, 2011).

Segundo dados do Conselho dos Exportadores de Café do Brasil – CECAFÉ (2018), o país é o maior produtor e exportador mundial de café. A Cafeicultura nacional caracteriza-se como forte, competitiva internacionalmente e geradora potencial de receitas. Em 2018, a produção total de café no Brasil foi estimada em 61, 7 milhões de sacas, e O Valor Bruto da Produção – VBP calculado em R$ 25,05 bilhões (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018).

Nesse cenário, o estado de Minas Gerais possui o maior parque cafeeiro do Brasil, sendo o principal estado produtor (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2018). O estado possui mais de um milhão de hectares plantados, produzindo mais de 50% de toda a safra brasileira de café. As regiões mineiras que se destacam pela qualidade do produto são Cerrado, Chapadas de Minas, Matas de Minas, Mantiqueira de Minas e Sul de Minas (EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2016).

Vale destacar que há uma tendência da utilização do café para além da bebida como por exemplo, como ingreditente em alimentos processados (CEVALLOS, 2019), fonte de enzimas (RÊGO et al., 2019), adsorventes (RAMOS et al., 2018), adubos (CARNIER et al., 2019) e combustíveis (ANDRÉ, 2018).

2.2 Composição química dos grãos de café

Dentre os constituintes do café, são encontrados diversos compostos bioativos como ácidos clorogênicos, trigonelina, cafeína, vitamina B3 e quinídeos (SHOKOUH et al., 2018; SALDAÑA; MAZZAFERA; MOHAMED, 1997). Estes compostos são reconhecidos por suas propriedades benéficas à saúde humana, atuam na inibição da biossíntesse dos leucotrienos, no efeito trófico sobre a microbiota intestinal, como estimulante do sistema nervoso central e antidepressivo, na redução dos riscos de incidência de várias doenças crônicas como câncer, diabetes e doenças cardiovasculares (ARAÚJO; MANCINI FILHO, 2006; SVILAAS et al., 2004).

A fração lipídica representa em torno de 10-16% da composição química do grão de café arábica cru, composta principalmente por triacilgliceróis, esteróis e tocoferóis (AZEVEDO

et al., 2008; SPEER; SPEER, 2006). São expelidos para a camada de superfície do grão durante a torrefação formando uma camada que impede a volatilização de aromas e a perda imediata destes componentes (CLIFFORD; WILSON, 1985).

Adicionalmente, o óleo de café apresenta uma fração insaponificável que contém cafestol e caveol, dois furanoditerpenos da família dos cauranos, de interesse devido aos seus efeitos fisiológicos (DURÁN et al., 2017). Os palmitatos de cafestol e de caveol aumentam a atividade da glutationa S-transferase (GST), um grupo de enzimas multifuncionais capaz de atuar na defesa das células contra o estresse oxidativo e frente às substâncias estranhas ao organismo, conhecidas como xenobióticos (LAM; SPARNINS; WATTERBERG, 1982). Os diterpenos em questão apresentam, ainda, atividade anti-inflamatória (KIM et al., 2004) e potencial antioxidante (LEE; JEONG, 2007). O cafestol e o caveol estão presentes na forma livre e esterificada com diferentes ácidos graxos (LIMA, 2019).

Os principais ácidos orgânicos presentes nos grãos de café são os cítrico, málico, clorogênico e quínico (BERTRAND et al., 2012; LINGLE, 2011; BALZER, 2001). O conteúdo de ácidos carboxílicos em cafés está associado ao nível de maturação dos grãos. Concentrações de ácido quínico e málico diminuem com o desenvolvimento do processo de maturação, já o ácido cítrico apresenta menores valores nos estágios iniciais de desenvolvimento do fruto (ROGERS et al., 1999).

Sabe-se que os ácidos graxos encontrados como componentes de óleos e gorduras são membros do grupo de ácidos carboxílicos. Uma molécula de ácido graxo consiste em uma longa cadeia hidrocarbônica (CH_2), ligada a um grupo carboxílico em uma das extremidades. Com raras exceções, os ácidos graxos constituem os triacilgliceróis dos óleos e gorduras dos alimentos, possuem número par de átomos de carbono dispostos em uma cadeia linear, em decorrência de sua produção a partir de unidades de acetato derivados da acetil coenzima A. Ressalta-se que a maioria dos ácidos graxos de óleos e gorduras comestíveis possui uma cadeia carbônica de 16 a 18 carbonos, embora alguns alimentos apresentam ácidos graxos contendo 12, 14, 20 ou 22 carbonos (NUNES, 2013).

Os compostos fenólicos são um grupo de metabólitos secundários que permitem aos vegetais a adaptação a ambientes bióticos e abióticos conferindo atributos de cor, aroma e sabor além das propriedades tecnológicas e funcionais aos alimentos (OKSANA et al., 2012; BOUDET, 2007; TOMAS-BARBERAN; ESPIN, 2001). São mais de 8.000 compostos fenólicos já identificados, sendo os principais pertencentes à classe dos flavonoides, ácidos fenólicos, estilbenos e taninos. Muitas pesquisas acerca desse grupo de substâncias têm sido realizadas no sentido de afirmar que o consumo regular e em quantidades adequadas de

vegetais, frutas e bebidas ricas em compostos fenólicos está associado à prevenção de diversas doenças crônicas não transmissíveis (PEREIRA; ANGELIS-PEREIRA, 2014).

Os fenólicos possuem propriedades fisiológicas e farmacológicas, como por exemplo, a atividade antioxidante conferida devido às propriedades redutoras e à estrutura química. Essas características desempenham um papel importante na neutralização de radicais livres e quelação de metais de transição, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Os intermediários formados pela ação de antioxidantes fenólicos são relativamente estáveis, em razão da ressonância do anel aromático presente na estrutura dessas substâncias. Entre os principais componentes da fração fenólica tem-se os ácidos clorogênicos, na forma de diversos isômeros (ABOUL-ENEIN; BERCZYNSKI; KRUK, 2013; DAMODARAN et.al., 2010; SOUZA et al., 2007; FARAH; DONANGELO, 2006).

Além disso, os fenólicos exercem também diversos outros efeitos biológicos específicos, por meio de mecanismos de ação mais complexos (CATALÁN et al., 2017), podendo apresentar eficácia quimiopreventiva (PAN et al., 2015; MANOHAR et al., 2013; BARVE et al., 2009), promover a modificação da ação de enzimas como cicloxigenases e lipoxigenases (HALLIWELL; RAFTER; JENNER, 2005), interagir nas vias de transdução de sinais (ZHANG et al., 2012) e com fatores de transcrição envolvidos em mecanismos de regulação da célula (HANEISHI et al., 2012) e atuar na supressão e prevenção de hiperplasias (OROZCO-SEVILLA et al., 2013).

O grupo de compostos em questão são gradualmente decompostos, na torrefação do café, resultando na formação das melanoidinas, voláteis de aromas como o silicato de metila, vanilina e eugenol, além da liberação de CO_2. O ácido clorogênico é hidrolisado à ácidos cafeico e quínico cujos sabores, são mais amargos e adstringentes do que dos outros ácidos, pois seu grupo cíclico é um fenol. Diversos compostos fenólicos têm sido identificados em café torrado e alguns deles são originados dos ácidos clorogênicos (PARR; BOWELL, 2000; MENEZES, 1994).

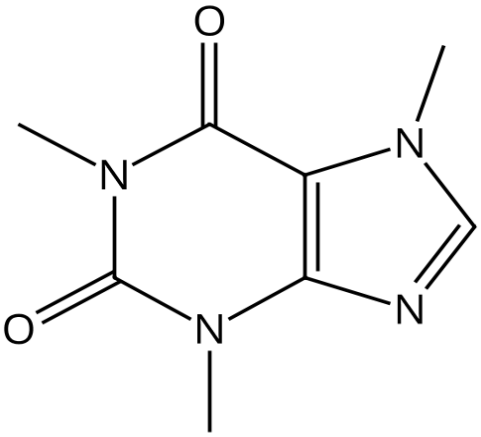
Antes da torrefação, um grande número de compostos voláteis é hidrocarboneto, após o processo, prevalecem os furanos e os compostos nitrogenados (PARLIMENT et al., 1999). Alguns compostos heterocíclicos têm sido considerados de alto impacto para o aroma do café torrado. Dentre eles, destacam-se: 2-furil-metanotiol; caveofurano; N-furil-2metil-pirrol; 2etilfurano; N-etil-2-formil-pirrol; tio-butirolactona e o 2-acetil-3-metil-tiofeno (OLIVEIRA, 2001).

A importância de compostos não voláteis do café como a trigonelina e os ácidos clorogênicos relaciona-se com a função de serem precursores de certos voláteis durante o

processo de torrefação, contribuindo para o sabor e aroma característicos (MALTA; CHAGAS, 2009). Segundo Mullen et al. (2013), os ácidos clorogênicos mais comuns nos grãos de café são os formados a partir dos ácidos cafeico, quínimo, ferúlico e p-cumárico, principalmente.

Outro constituinte do café que merece destaque é a cafeína (Figura 1), principalmente devido às propriedades estimulantes, farmacológicas e fisiológicas. É classificada como alcaloide do grupo das xantinas e designada quaimicamente como 1,3,7-trimetilxantina. É empregada em alguns medicamentos atuando como agente antagonizador do efeito calmante, também se liga aos receptores da adenosina, bloqueando sua ação normal no cérebro de forma a aumentar a atividade neural (RAHIMI et al., 2018).

Figura 1. Molécula de cafeína



Fonte: SciFinder[n] (2021).

Já os açúcares livres predominantes nos grãos de café são frutose, glicose e sacarose, os componentes traços que podem ser encontrados são galactose, ribose, arabinose, estaquinose, rafinose, manose e ramnose (SANTOS et al., 2018). Durante o processo de torrefação do café, os açúcares redutores reagem com aminócidos dando origem a compostos responsáveis pela cor marrom e aroma inerente (GARCIA et al., 2018).

2.3 Óleos de café provenientes de grãos crus e torrados

O crescimento da população mundial impulcionou a demanda por melhoria da qualidade, quantidade e diversidade de fontes de óleo (SORKHEH; KIANI; SOFO, 2016). Ocorreu, assim, a popularização do consumo de óleos vegetais associada à busca por valorização de novas fontes (SENGER et al., 2017; SUN et al., 2015) visando efeitos benéficos à saúde humana e alta aceitação pelos consumidores (ABUAJAH; OGBONNA; OSUJI, 2015).

Os referidos óleos são contrituídos, principalmente, de triglicerídeos contendo ácidos graxos com cadeias carbônicas de diferentes comprimentos (C8-C24) e graus de saturação (KUTZNER et al., 2017).

Os óleos vegetais são amplamente utilizados em aplicações industriais devido ao seu papel importante na composição de diversos produtos alimentícios, farmacêuticos e cosméticos. Os lipídios podem atuar como emolientes, emulsificantes, veiculadores de aromas, modificadores de viscosidade, ligantes e lubrificantes. As aplicações específicas dependem das características do óleo, que também são passíveis de variações de acordo com as sementes utilizadas (AZEVEDO et al., 2008). São constituídos por uma mistura de tri, di e monoacilgliceróis, ácidos graxos livres, glicolipídeos, esteróis e outras substâncias (BERSET; CUVELIER, 1996).

Os óleos vegetais são constituídos principalmente por triacilgliceróis, que são substâncias formadas a partir da reação de uma molécula de glicerina e três moléculas de ácidos graxos. Vale salientar que os comprimentos das cadeias carbônicas e os graus de insaturação determinam das propriedades físicas e químicas dos óleos. As composições químicas também contam com esteróis, vitaminas lipossolúveis, tocoferóis, compostos fenólicos, ácidos graxos livres e mono e diacilgliceróis (LEHNINGER; NIELSON; COX, 2018; KAMAL-ELDIN, 2006).

Os lipídeos são compostos que exercem várias funções do ponto de vista biológico, tais como: atividade antioxidante, estimulação do sistema imunológico, atividade antibacteriana e antiviral. Constituem, ainda, uma importante fonte de energia, contribuindo para manter um volume reduzido de alimentos necessários à manutenção do organismo (VOET; VOET; PRATT, 2014).

Entre os produtos resultantes do processamento dos grãos de café, destaca-se o óleo. Este pode ser obtido por compressão mecânica, isento de solventes com o objetivo de preservar as suas características e compostos ativos. No entanto, outras técnicas podem ser utilizadas para a extração dos óleos de café, como a extração por solventes e fluidos supercríticos (CANTE et al., 2021; FRASCARELI et al., 2012; TURATTI, 2001).

A maior parte dos lipídeos está presente na forma líquida no interior das células do grão (MAGGIOLI, 2014). O óleo de café cru é um produto composto principalmente por triglicerídeos sendo o teor de matéria insaponificável relativamente alto (9,0 a 14,4%) quando comparado aos óleos vegetais que, em média, apresentam valores abaixo de 1% (GARATTINI, 1993). O óleo em questão possui propriedades de quimioproteção contra toxinas de ação carcinogênica e propriedades de proteção contra radiações solares UVB, sendo utilizado em

formulações de filtros solares e cremes anti-idade (WAGEMAKER et al., 2016; WAGEMAKER et al., 2015; WAGEMAKER et al., 2014; WAGEMAKER et al., 2013; WAGEMAKER et al., 2012; WAGEMAKER et al., 2011).

O óleo de café proveniente dos grãos torrados, obtido por compressão, é composto por uma fração de lipídios e uma típica fração de voláteis de aroma de café. Essa fração contém boa proporção de constituintes aromáticos de baixa e média volatilidade (ROSELIUS; VITZTHUM; HUBERT, 1982). Comumente estão presentes no referido óleo as pirazinas, piridinas e derivados de furano (FRASCARELI, 2010; OLIVEIRA et al., 2005; BAREL; JACQUET, 1994).

O óleo de café cru é utilizado na indústria de cosméticos por sua propriedade emoliente fornecida pelos ácidos graxos e sua capacidade de bloquear radiações ultravioleta. Por ser rico em fitoesteróis, promovem excelente hidratação, rápida penetração e boa aderência em aplicações cosméticas (ALVAREZ; RODRIGUES, 2000). Além disso, possui propriedades tonificantes, suavizantes e antissépticas sendo empregado em formulações de cremes, hidratantes e sabonetes.

O óleo de café torrado é utilizado como fonte de aroma e sabor em produtos de confeitaria, balas, chocolates e na produção de café solúvel (ARAÚJO, 2011; HOFMANN; SCHIEBERLE, 2002; OLIVEIRA et al., 2005). Durante o processamento, estocagem ou uso, os óleos podem sofrer alterações em sua estrutura glicerídica, que podem ser causadas pelo contato com agentes externos: a água, que leva a alterações hidrolíticas; o oxigênio atmosférico, que acarreta em alterações oxidativas e a temperatura que provoca alterações como a isomerização. Vale ressaltar que os óleos vegetais apresentam boa resistência aos processos oxidativos. Esse fato se deve à presença de antioxidantes naturalmente presentes nas fontes vegetais (ESKIN; SHAHIDI, 2015).

Oliveira et al., (2020) desenvolveram um suco de tamarindo com óleo de café verde microencapsulado por coacervação complexa utilizando goma de cajú e gelatina como material de parede. O suco em questão não apresentou alterações sensoriais e reológicas durante 30 dias de armazenamento. Desafios precisam ser superados para aplicação direta do óleo em matriz alimentar isso porque seus compostos bioativos apresentam-se instáveis, principalmente os diterpenos. O estudo forneceu uma nova e ampla perspectiva sobre a aplicação de microcápsulas em suco, mostrando ser uma tecnologia passível de ser empregada industrialmente.

De acordo com Lima (2019), o desenvolvimento de novos produtos com adição de misturas de óleo de café verde e torrado sustenta a expectativa das empresas de aumentarem a lucratividade uma vez que os produtos passam a ter maior valor agregado devido ao potencial

funcional. Dentre os tratamentos estudados, o T4 (75% de óleo torrado e 25% de óleo verde) apresetou o maior potencial funcional para as análises de Fenólicos totais, DPPH e ABTS, conforme pode ser obsevado na Tabela 1.

Table 1. Análises de Fenólicos Totais, DPPH e ABTS

Tratamentos	Fenólicos Totais (mg EAG·100g^{-1})	DPPH EC_{50} (g amostra·g^{-1} DPPH)	ABTS (µM trolox·g^{-1})
T1	519.52^{c}	2638.18^{b}	34.36^{b}
T2	447.89^{d}	3447.54^{c}	21.55^{c}
T3	620.78^{b}	2647.55^{b}	34.67^{b}
T4	809.55^{a}	1366.13^{a}	69.90^{a}
T5	660.94^{b}	2661.67^{b}	32.64^{b}

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância (p<0,05). Fonte: Lima (2019).

Nesse sentido, o desenvolvimento de alimentos com apelo funcional constitui um meio importante para a sustentação da competitividade haja vista que os consumidores estão cada vez mais preocupados com a manutenção e promoção da saúde (LIMA et al., 2020).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os alimentos funcionais têm sido objeto de crescentes estudos nos âmbitos nacional e internacional. A diversidade de compostos bioativos e a ampla aplicação terapêutica de tais compostos justificam a inesgotável busca de conhecimentos acerca das suas propriedades. Estudos com óleos de café obtidos de grãos verdes e torrados bem como as possíveis aplicações na indústria alimentícia podem proporcionar o desenvolvimento de processos e formulações, fomentar investimentos em pesquisa e desenvolvimento, além de gerar empregos e renda. Misturas dos referidos óleos são potenciais conservantes e aromatizantes na indústria alimentícia. Sugere-se como tema para futuros trabalhos a aplicação dos *blends* em matrizes de origem animal associada a testes sensoriais.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG pela concessão da bolsa de estudos e à Cooperativa Regional dos Cafeicultores em Guaxupé – COOXUPÉ.

REFERÊNCIAS

ABOUL-ENEIN, H. Y.; BERCZYNSKI, P.; KRUK, I. Phenolic compounds: the role of redox regulation in neurodegenerative disease and câncer. **Mini-Reviews in Medicinal Chemistry**, v. 13, n.3, p. 385-398, 2013.

ABUAJAH, C. I.; OGBONNA, A. C.; OSUJI, C. M. Functional components and medicinal properties of food: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, p. 2522-2529, 2015.

ALVAREZ, A. M. R.; RODRÍGUEZ, M. L. G. Lipids in pharmaceutical and cosmetic preparations. **Grasas y Aceites**, v. 51,p. 74-96, 2000.

ANDRÉ, P. A. G. **Projeto de uma unidade de produção de bioetanol para valorização da borra de café**. 2018. 125 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2018.

ANWAR, F.; KAMAL, G. M.; NADEEM, F; SHABIR, G. Variations of quality characteristics among oils of different soybean varieties. **Journal of King Saud University – Science**, v. 28, p. 332-338, 2016.

ARAÚJO, F. A.; MANCINI FILHO, J. Compostos bioativos do café e seus benefícios à saúde. **Revista Higiene Alimentar**, v.20, p.60-65, 2006.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos – Teoria e Prática**. Viçosa: Editora UFV, 2011.

AZEVEDO, A. B. A.; KIECKBUSH, T. G.; TASHIMA, A. K.; MOHAMED, R. S.; MAZZAFERA, P.; MELO, S. A. B. V. Extraction of green coffee oil using supercritical carbon dioxide. **The Journal of Supercritical Fluids**. v. 44, p.186-192, 2008.

BALZER, H. H. Acids in coffee. In: CLAKE, R. J; VITZTHUM, O.G. (Ed). **Cofee recente developments**. Berlin: Blackwell Science, p. 18, 2001.

BAREL, M.; JACQUET, M. La qualité du café ses causes son appréciation, son amélioration. **Plantations, Recherche, Développement**, v. 1 p. 5-13, 1994.

BARVE. A.; CHEN, C.; HEBBAR, V.; DESIDERIO, J.; SAW, C. L.; KONG, A. N. Metabolism, oral bioavailability and pharmacokinetics of chemopreventive kaempferol in rats. **Biopharmaceutics & Drug Disposition**, v. 30, n. 7, p. 356-365, 2009.

BERSET, C.; CUVELIER, M. E. Methodes d'évaluation du degré d' oxidation des lipides et de mensure du pouvoir antioxydant. **Sciences des Aliments**, v. 16, n. 3, p. 219-245, 1996.

BERTRAND, B.; BOULANGER, R.; DUSSERT, S.; RIBEYRE, F.; BERTHIOT, L.; DESCROIX, F.; JOET, T. Climatic factors directly impact the volatile organic compound fingerprint in green Arábica coffee bean as well as coffee beverage quality. **Food Chemistry**, v. 135, p. 2575-2583, 2012.

BORÉM, F. M**. Pós-colheita do café**. Lavras: Editora UFLA, 2015.

BOUDET, A. M. Evolution and current status of reserach in phenolic compunds. **Phytochemistry**, v. 68, p. 2722-2735, 2007.

BUFFO R. A.; CARDELLI-FREIRE, C. Coffee flavour: an overview. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 19, p. 99-104, 2004.

CARNIER, R.; BERTON, R. S.; COSCIONE, A. R.; PIRES, A. M. M. CORBO, J. Z. F. Coffee silverskin and expired coffee poder used as organic fertilizers. **Coffee Science**, v. 14, n. 1, p. 24-32, 2019.

CASAL, S.; OLIVEIRA, M. B.; ALVES, M. R.; FERREIRA, M. A. Discriminate analysis of roasted coffee varieties for trigonelline, nicotinic acid, and caffeine content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 8, p. 3420-3424, 2000.

CATALÁN, U.; BARRUBÉS, L.; VALLS, R. M.; SOLÀ, R.; RUBIO, L. In vitro Metabolomic Approaches to Investigating the Potential Biological Effects of Phenolic Compounds: An Update. **Genomics Proteomics Bioinformatics**, v.16, p. 236-245, 2017.

CEVALLOS, A. A. V. **Análisis del poder edulcorante de la pulpa de café deshidratada (*Coffea arabica*) variedade Caturra**. 2019. 80p. Trabalho de Conclusão de Curso (Ingeniería agroindustrial y de alimentos) – Universidad de las Américas, Quita, 2019.

CHENG, J. C.; DAI, F.; ZHOU, B.; YANG, L.; LIU, Z. L. Antioxidant activity of hydroxycinnamic acid derivatives in human low density lipoprotein: Mechanism and structure-activity relationship. **Food Chemistry**, v. 104, p. 132-139, 2007.

CLARKE, R. J.; MACRAE, R. **Coffee**. Londes: Elsevier, v. 1, n. 2, 1989.

CLIFFORD, M.N. & WILLSON, K.C. **Coffee: botany, biochemistry and production of beans and beverage**. Westport, Connecticut, Avi Publishing, 1985.

CANTE, R. C.; Garella, I.; Gallo, M.; Nigro, R. Effect of moisture content on the extraction rate of coffee oil from spent coffee grounds using Norflurane as solvent. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 165, p. 172-179, 2021.

COHEN, S. M.; EISENBRAND, G.; FUKUSHIMA, S.; GOODERHAM, N. J.; PETER GUENGERICH, F. P.; HECHT, S. S.; RIETJENS, I. M. C. M.; DAVIDSEN, J. M.; ,

HARMANH, C. L.; TAYLOR, S. V. Updated procedure for the safety evaluation of natural flavor complexes used as ingredients in food. **Food and Chemical Toxicology**, v. 113, p. 171-178, 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra de café**, v. 5, n. 3, setembro, 2018.

DAGLIA, M.; PAPETTI, A; DACARRO, C.; GAZZANI, G. Isolation of an antibacterial component from roasted coffee. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 18, p. 219-225, 1998.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2010.

DE MARIA, C. A. B.; MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C. Componentes voláteis do café torrado. Parte I: compostos heterocíclicos. **Química Nova**, v. 22, p. 209-217, 1999.

DURÁN, C. A. A.; TSUKUI, A.; SANTOS, F. K. F.; MARTINEZ, S. T.; BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M. Café: aspectos gerais e seu aproveitamento para além da bebida. **Revista Virtual de Química**, v. 9, p. 107-134, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Valor bruto da produção**. 8 p., novembro, 2018.

ESKIN, N. A. M; SHAHIDI, F. **Bioquímica de Alimentos**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2015.

FARAH, A.; DONANGELO, C.M. Phenolic compounds in coffee. **Brazilian Journal Plant of Physiololy**, Londrina, v. 18, n. 1, p. 23-26, June/Mar. 2006.

FARAH, L. et al. Correlation between cup quality and chemical atributes of Brasilian coffee. **Food Chemistry**, London, v. 98, n. 2, p. 373-380, 2006.

FRASCARELI, E. C.; SILVA, V. M.; TONONA, R. V.; HUBINGER, M.D. Effect of process conditions on the microencapsulation of coffee oil by spray drying. **Food and Bioproducts Processing**, 2012.

FRASCARELI, E. **Microencapsulação de óleo de café através de secagem por atomização: avaliação das propriedades da emulsão e do tipo de material de parede sobre as características do pó**. 2010. 181p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

GARANTTINI, S. **Caffeine, coffee, and health**. New York: Raven Press, 1993.

GARCIA, C. C et al., Relative importance and interaction of roasting variables in coffee roasting process. **Coffee Science**, v.13, n. 3, p.379-388, jul./sep.2018.

GUZZO, L. S; PEREZ, A. C; ROMERO, T. R. L; AZEVEDO, A. O; DUARTE, I. D. G. Cafestol, a coffee-specific diterpene, induces peripheral antinociception mediated by endogenous opioid peptides. **Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology**, v. 39, p. 412-416, 2012.

HALLIWEL, B.; RAFTER, J.; JENNER, A. Health promotion by flavonoids, tocopherols, tocotrienols, and other phenols: direct or indirect effects? Antioxidant or not? **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 81, p. 268S-276S, 2005.

HANEISHI, A.; TAKAGI, K.; ASANO, K.; NAKAMURA, S.; YAMADA, K. Analysis of induction mechanisms of an insulin-inducible transcription factor SHARP-2 gene by (-)epigallocatechin-3-gallate. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 9850-9855, 2012.

HOFMANN, T.; SCHIEBERLE, P. Chemical Interactions between Odor-Active Thiols and Melanoidins Involved in the Aroma Staling of Coffee Beverages. J**ournal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 50, p. 319-326, 2002.

ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso Coffee: the Science of Quality**, London: Elsevier, 2005.

KAMAL-EDIN, A. Effect of fatty acids and tocopherols on the oxidative stability of vegetable oils. **European Journal of Lipid Science and Technology**. v. 58, p. 10511061, 2006.

KIM, J. Y.; JUNG, K. S.; LEE, K J.; NA, H. K.; CHUN, H-K.; KHO, Y-H., JEONG, H. G. The coffee diterpene kahweol suppress the inducible nitric oxide synthase expression in macrophages. **Cancer Letters**, n. 213, p. 147-154, 2004.

KUTZNER, L.; OSTERMANN, A. I; KONRAD, T.; RIEGEL, D.; HELLHAKE, S.; SCHUCHARDT, J. P.; SCHEBB, N. H . Lipid Class Specific Quantitative Analysis of n-3 Polyunsaturated Fatty Acids in Food Supplements. **Jounal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 65, p. 139-147, 2017.

LAM, L. K. T.; SPARNINS, V. L.; WATTERBERG, L. W. Isolation and Identification of Kahweol Palmitate and Cafestol Palmitate as Active Constituents of Green Coffee Beans That Enhance Glutathione S-Transferase Activity in the Mouse. **Cancer Research**, v. 42, p. 1193-1198, 1982.

LEE, K. J.; JEONG, H. G. Protective effects of kahweol and cafestol against hydrogen peroxideinduced oxidative stress and DNA damage. **Toxicology Letters**, n. 173, p. 80-87, 2007.

LEHNINGER, A.; NIELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica.** New York: Worth Publisher, 2018.

LIMA, C. M. et al. Functional and technological potential of arabica coffee oils. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e700997702, 2020.

LIMA, C. M. G. **Atividade antioxidante, comportamento reológico, estabilidade oxidativa e potencial antibacteriano de óleos do café arábica**. 2019. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook: systematic guide to the sensory evaluation of cofee's flavor.** Long Beach: Specialty Coffee Association of America, 2011.

MAGGIOLI, M. F. **Retenção de óleo de café verde em complexos coacervados de proteínas concentradas do soro de leite ou soja e goma arábica**. 2014. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

MALTA, M. R.; CHAGAS, S. J. R. Avaliação de compostos não-voláteis em diferentes cultivares de cafeeiro produzidas na região do sul de Minas Gerais. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 1, p. 57-61, 2009.

MANOHAR, M. FATIMA, I.; SAXENA, R.; CHANDRA, V.; SANKHWAR, P. L.; DWIVEDI, A. (-)-Epigallocatechin-3-gallate induces apoptosis in human endometrial adenocarcinoma cells via ROS generation and p38 MAP kinase activation. **The Journal of Nutritional Biochemisty**, v. 24, n. 6, p. 940-947, 2013.

MELLO, D.; KUNZLER, D. K.; FARAH, M. a cafeína e seu efeito ergogênico. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 1, n. 2, p. 30-37, mar/abril, 2007.

MENEZES, H. C. **Variação dos monoisômeros e diisômeros do ácido cafeoilquínico com maturação de café.** 1994. 171 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

MULLEN, W.; NEMZER, B.; STALMACH, A.; ALI, S.; COMBET, E. Polyphenolic and Hydroxycinnamate Contents of Whole Coffee Fruits from China, India, and Mexico Phenolic compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p. 5298-5309, 2013.

NUNES, C. A. **Tecnologia de óleos e gorduras para engenharia de alimentos**. Texto acadêmico. Lavras: Editora UFLA, 2013.

OKSANA, S.; MARIAN, B.; MAHENDRA, R.; BO, S. H. Plant phenolic compounds for food, pharmaceutical and cosmetics production. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 6, p. 25262539, 2012.

OLIVEIRA, A. L. **Extração supercrítica de óleo aromático de café torrado**. 2001, 405p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

OLIVEIRA, W. Q. et al. Complex coacervates of cashew gum and gelatina as carriers of green coffee oil: the effect of microcapsule application on the rheological and sensorial quality of a fruit juice. **Food Research International**, v. 131, p. 109047, 2020.

OLIVEIRA, A. L.; CRUZ, P. M.; EBERLIN, M. N; CABRAL, F. A. Brazilian roasted coffee oil obtained by mechanical expelling: compositional analysis by GC-MS. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** v. 25, n. 4, p. 677-682, 2005.

OOSTERVELD, A; VORAGEN, A.G.J; SCHOLS, H.A. Effect of roasting on the carbohydrate composition of Coffea arabica beans. **Carbohydrate Polymers**, v. 54, p. 183-192, nov. 2003.

OROZCO-SEVILLA, V.; NAFTALOVICH, R.; HOFFMANN, T.; LONDON, D.; CZERNIZER, E.; YANG, C.; DARDIK, A.; DARDIK, H. Epigallocatechin-3-gallate is a potent phytochemical inhibitor of intimal hyperplasia in the wire-injured carotid artery. **Journal of Vascular Surgery**, v. 58, n.5, p. 1360-1365, 2013.

PAN, M.; CHIOU, Y.; CHEN, L.; HO, C. Breast cancer chemoprevention by dietary natural phenolic compounds: specific epigenetic related molecular targets. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 59, p. 21-35, 2015.

PARLIMENT, T. H.; CHI-TANG HO; SCHIEBERLE. **Caffeinated beverages: health benefits, physiological effects, and chemistry.** 217th National American Chemical Society, p. 188 – 261, 1999.

PARR, A. J.; BOLWELL, G. P. Phenols in the plant and in man: the potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols contente or profile. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, v. 80, p. 985-1012, 2000.

PEREIRA, R. C.; ANGELIS-PEREIRA, M. C. **Compostos fenólicos na saúde humana: do alimento ao organismo.** Texto acadêmico. Lavras: Editora UFLA, 2014.

RAHIMI, A.; ZANJANCHIA, M. A.; BAKHTIARIC, S.; DEHSARAEI, M. Selective determination of caffeine in foods with 3D-graphene based ultrasound-assisted magnetic solid phase extraction. **Food Chemistry**, v. 262, p. 206–214, 2018.

RAMOS, R.; ALVARENGA, L. H. C.; PAULA, S. M.; CARBONARI, A. W.; SILVA, M. Produção de adsorventes à base de borra de café industrializado e folhas de *Corymbia citriodora* (eucalipto limão). **Dissertar**, v.1, n.28, p. 17-22, 2018.

RÊGO, A. P. B.; CUNHA, C. R. B.; SANTOS, R. S.; VAL DE ASSIS, F. G.; LEAL, P. L.

Produção de enzimas CMCASE e Pectinase por processo fermentativa utilizando casca de café suplementada com manipueira como substrato. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 8, n.1, p. 1004-121, 2019.

REIS, P. R.; CUNHA, R. L.; CARVALHO, G. R. **Café arábica da pós-colheita ao consumo**. Lavras: Editora EPAMIG, 2011.

RIBEIRO, J. M, 2015. **Estudo da composição química e das atividades antioxidante e antibacteriana dos óleos extraídos dos grãos de café (coffea arabica) cru e torrado.** 2015. 72 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2015.

ROGERS, W. J.; MICHAUX, S.; BASTIN, M.; BUCHELI, P. Changes to the contente of sugars, sugar alcohols, myo-inositol, carboxylics acids and inorganic anions in developing grains front different varietires of Robusta (*Coffea canephora*) and Arabica (*C. arabica*) coffes. **Plant Science**, v. 149, p. 115-123, 1999.

ROSELIUS, W.; VITZHUM, O.; HUMBERT, P. **Method of extracting coffee containing aroma constituents from roasted coffee**. US Patent 4328255, 1982.

SALDAÑA, M. D. A.; MAZZAERA, P.; MOHAMED, R. S. S. Extração dos alvalóides cafeína e trigonelina dos grãos de café com CO_2 supercrítico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 4, 1997.

SANTOS, R. A.; PRADO, M. A.; PERTIERRA, R. E.; PALACIOS, H. A. Análises de açúcares e ácidos clorogênicos de cafés colhidos em diferentes estádios de maturação e após o processamento. **Brazililian Journal of Food Tecnology**, v. 21, p. 1-10, 2018.

SENGER, E.; BOHLINGER, B.; ESGAIB, S.; HERNÁNDEZ-CUBERO, L. C.; MONTES, J. M.; BECKER, K. Chuta (edible Jatropha curcas L.), the newcomer among underutilized crops: a rich source of vegetable oil and protein for human consumption. **European Food Research and Technology, v.** 243, p. 987–997, 2017.

SHOKOUH, P. et al. Effects of unfiltered coffee and bioactive coffee compounds on the development of metabolic syndrome components in a high-fat-/high-fructose-fed rat model. **Nutrientes**, v.10, n.10, p.1547, 2018.

SORKHEH, K.; KIANI, S.; SOFO, A. Wild almond (Prunus scoparia L.) as potential oilseed resource for the future: Studies on the variability of its oil content and composition. **Food Chemistry**, v. 212, p. 58–64, 2016.

SOUZA, E. C.; VILAS BOAS, E. V. B. ; VILAS BOAS, B. M.; RODRIGUES, L. J.; PAULA, N. R. F. Qualidade e vida útil de pequi minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1811-1817, 2007.

SPEER, K.; SPEER, I. K. The lipid fraction of coffee bean. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 18, p. 201-216, 2006.

SVILAAS, A. et al. Instakes of antioxidants in coffee, wine and vegetables are correlated with plasma carotenoids in humans. **Jounal of Nutrition**, v. 134, n.3, p. 562-567, 2004.

TOMAS-BARBERAN, F. A.; ESPIN, J. C. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, n. 81, p. 853-876, 2001.

TRUGO, L. C. **HPLC in coffee analysis**. PhD Thesis, University of Reading, England, 1984.

TURATTI, J. M. **Extração e Caracterização do óleo de café**. In: II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, p. 1533-1539, 2001.

VOET, D; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica**. Porto Alegre: Editora ARTMED, 2014.

WAGEMAKER, T. A. L.; CAMPOS, P. M. B. G. M.; FERNANDES, A. S.; RIJO, P.; NICOLAI, M.; ROBERTO, A.; ROSADO, C.; REIS, C.; RODRIGUES, L. M.; CARVALHO, C. R. L.; MAIA, N. B.; GUERREIRO FILHO, O. Unsaponifiabel matter from oil of green cofee beans: cosmetic properties and safety evaluation. **Drug Development and Industrial Pharmacy**, v. 42, p. 16951699, 2016.

WAGEMAKER, T. A. L.; CARVALHO, C. R. L.; MAIA, N. B.; BAGGIO, S. R.; GUERREIRO-FILHO, O. Sun protection factor, content and composition of lipid fraction of green coffee beans. **Industrial Crops and Products**, v. 33, p. 469-473, 2011.

WAGEMAKER, T. A. L.; FERNANDES, A. S.; CAMPOS, P. M. B. G. C.; RODRIGUES, L. M.; RIJO, P. Evaluation of antioxidante and antimicrobial activities of green coffee oil in cosmetic formulations. **Biomedical and Biopharmaceutical Research**, v. 9, p. 207-214, 2012.

WAGEMAKER, T. A. L.; RIJO, P.; RODRIGUES, L. M.; CAMPOS, P. M. B. G. C.; FERNANDES, A. S.; ROSADO, C. Integrated approach in the assessment of skin compatibility of cosmetic formulation with green coffee oil. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 37, p. 506-510, 2015.

WAGEMAKER, T. A. L.; ROSADO, C.; JIRRAH, P. A.; FERNANDES, A. S.; RIJO, P. CAMPOS, P. M.; RODRIGUES, L. M. Evaluation of the sensory properties of a cosmetic formulation containing green coffee oil. **Biopharmaceutical Sciences**, v. 10, p. 101-108, 2013.

WAGEMAKER, T. A. L.; SILVA, S. A. M.; LEONARDI, G. R.; CAMPOS, P. M. B. G. M. Green Coffea arábica L. seed oil influences the stability and protective effects of topical formuations. **Industrial Crops and Products**, v. 63, p. 34-40, 2014.

ZHANG, X. H.; MA, Z. G.; ROWLANDS, D. K.; GOU, Y. Y.; FOK, K. L.; WONG, H. Y.; YU, M. K.; TSANG, L. L.; MU, L.; CHEN, L.; YUNG, W. H.; CHUNG, Y. W.; ZHANG, B. L.; ZHAO, H.; CHAN, H. C. Flavonoid Myricetin Modulates $GABA_A$ Receptor Activity through Activation of Ca^{2+} Channels and CaMK-II Pathway. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2012, p. 1-10, 2012.