

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JONAS ROGÉRIO DE MELO SOUSA

**EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DA CASCA DO CAFÉ POR
DIFERENTES MÉTODOS**

Patos de Minas- MG
2018

JONAS ROGÉRIO DE MELO SOUSA

**EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DA CASCA DO CAFÉ POR
DIFERENTES MÉTODOS**

Projeto de pesquisa ao Curso de Engenharia de Alimentos apresentada Universidade Federal de Uberlândia - Patos de Minas, como requisito necessário à convalidação da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso I.

Orientadora: Profª Drª Vivian Consuelo Reolon Schmidt

**Patos de Minas
2018**

JONAS ROGÉRIO DE MELO SOUSA

**EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DA CASCA DO CAFÉ POR
DIFERENTES MÉTODOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
para obtenção do título de Bacharel no curso
de Engenharia de Alimentos da Universidade
Federal de Uberlândia - *Campus* de Patos de
Minas, pela banca examinadora, formada por:

Patos de Minas, 01 de Agosto de 2018.

Vivian C R Schmidt

Prof.^a Dr.^a Vivian Consuelo Reolon Schmidt – UFU/MG

Cleonice Gonçalves Silva

Mestranda Cleonice Gonçalves Silva – UFU/MG

Tenila S. Faria

Mestranda Tenila dos Santos Faria – UFU/MG

AGRADECIMENTO

Queria primeiramente agradecer a Deus que em sua generosidade, permitiu que tudo isso pudesse acontecer ao longo da minha vida, não somente nestes anos como graduando UFU, mas que em todos os momentos de minha existência.

À minha orientadora Prof^a Dr^a Vivian Consuelo Reolon Schmidt, que me deu a oportunidade de trabalhar com ela nesse projeto, além de toda sua paciência e dedicação.

Aos professores que em toda a sua dedicação, soube me passar seus conhecimentos e ajudando a escolher caminhos melhores e menos árduos em toda a trajetória da graduação. Fazendo assim eu ter carinho por eles de como se fosse um membro da minha família

A Universidade Federal de Uberlândia, pela oportunidade de fazer o curso. E pelo seu plantel de funcionários, que souberam com maestria executar suas funções.

Tantos são meus colegas que fazem parte de nossa jornada e que os momentos difíceis passados juntos nos tornaram uma família. Infelizmente não posso citar um por um devido ao pequeno espaço físico, mas destaco a Família UFU'House, Matilha e AAAEB que como em um casamento me ajudaram na alegria e na tristeza. Ao Uarlei Douglas que em tão pouco tempo me marcou de grande forma, e que onde estiver tenho certeza que está torcendo por mim.

A minha família, em especial aos meus avôs maternos (Vô Bandeira e Vó Beth) e aos avôs paternos (Vô Toninho e Vó Rosinha in memoriam) muito obrigada por tudo e em especial por nunca medir esforços para que isso pudesse acontecer. Nossas conquistas atuais só são possíveis devido à dedicação, ao trabalho e o esforço de vocês, que foram continuados pelos meus amados pais.

Aos meus pais Rogério e Maria Teresa (Mayte) e aos meus irmãos Giovanna, Gabriel e Matheus pelo amor e incentivo sempre e não posso deixar de agradecer também a minha madrastra Rose. Obrigada por vocês existirem e serem minha família, por mais que eu procurasse palavras, elas não seriam suficientes para definir o meu amor por todos vocês.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

Dedico esse trabalho a vocês.

*“Faça as coisas o mais simples que você puder, porém
não se restrinja às mais simples.”*

Albert Einstein

RESUMO

O café é um fruto do cafeeiro, esta é uma planta de aproximadamente 4 metros de altura, que pertence à família das *Rubáceas* do gênero *Coffea*. Existem centenas de espécies de café, porém os mais produzidos no Brasil vêm sendo o *Coffea arabica* e *Coffea canephora* (Robusta), tendo seu cultivo em lugares onde tem climas mais amenos. A cultura do café no Brasil é muito forte, tornando o país o maior produtor e exportador de café, ocupando o segundo lugar no consumo desse produto. O país conta com 2,21 milhões de hectares de café, no qual produziu mais de um bilhão de kg do fruto no primeiro semestre de 2017. A cultura do café se caracteriza por gerar uma grande quantidade de resíduos agroindustriais, que atualmente tem sido aplicado como adubo e na alimentação de ruminantes, porém nas cascas encontram-se substâncias tóxicas (cafeína e taninos), que em excesso causam danos à saúde dos animais. A casca do café representa 40% do fruto, e possui vários tipos de compostos fenólicos, sendo que os mais encontrados são os ácidos clorogênicos (ACG), que podem ter efeito emagrecedor. Diante da necessidade de um destino apropriado dos resíduos pós-colheita a fim de reduzir os impactos ambientais, juntamente com os possíveis benefícios econômicos, é preciso ampliar os estudos nessa área. Tendo em vista um melhor aproveitamento do resíduo e menor impacto ambiental, o objetivo da pesquisa foi encontrar o melhor método de extração dos compostos fenólicos da casca do café para futuramente isolá-lo. A casca do café da espécie *Coffea arabica* adquirida em Cássia Dos Coqueiros – SP foi triturada em um moinho de facas para reduzir a superfície de contato, melhorando a extração. Aproximadamente 5 g de amostra foram adicionados em 200 ml de dois solventes diferentes, álcool metílico e água. Para avaliar a eficiência da extração, quatro equipamentos foram utilizados em comparação: incubadora/agitadora shaker, extrator soxhlet, chapa com Agitador magnético e banho Ultrassônico, em temperaturas e tempos pré-determinados conforme literatura da área. Em seguida essa amostra foi filtrada e seca em estufa a 105°C por 4 horas, depois foi calculado o rendimento de cada método. Analisando os quatro métodos de extração, somente no soxhlet o solvente álcool metílico ($0,50 \pm 0,05 \text{ g extrato} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ metanol}$) foi mais eficiente do que a água. Nos demais equipamentos a água foi mais eficiente. Sendo que os resultados das extrações variaram de $0,20 \pm 0,01 \text{ g extrato} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ água}$ para o método de agitador até

9,00±1,60 g extrato·100 g⁻¹ água para o agitador shaker. Assim, o método de extração incubadora/agitador shaker foi o mais eficaz de todos os métodos testados.

Palavras Chaves: ácido clorogênico; casca do café; Resíduo.

ABSTRACT

The coffee is a fruit of the coffee, is that is plant of approximately 4 meters of height, that belongs family of the Rubiaceas of the genus *Coffea*. There are hundreds of species of coffee, but the most produced in Brazil has been *Coffea arabica* and *Coffea canephora* (Robusta), having cultivated in places where it has milder climates. The coffee culture in Brazil is very strong, making the country the largest producer and exporter of coffee, occupying the second place in the consumption of this product. The country has 2.21 million hectares of coffee, in which it produced more than one billion kg of fruit in the first half of 2017. The coffee crop is characterized by the generation of a large amount of agro-industrial waste, which has been applied as fertilizer and in the feed of ruminants, but in the barks are toxic substances (caffeine and tannins), that in excess causes damages to the health of the animals. The coffee husk represents 40% of the fruit, and has several types of phenolic compounds, and the most common are chlorogenic acids (ACG), which can have a weight-loss effect. Given the need for an appropriate destination of post-harvest residues to reduce environmental impacts, along with the potential economic benefits, further studies in this area are needed. The objective of this research was to find the best method of extracting the phenolic compounds from the coffee husks in order to isolate them. The coffee husk of the *Coffea Arabica* species purchased in Cássia dos Coqueiros - SP was ground in a knife mill to reduce the contact surface, improving extraction. Approximately 5 g of sample were added in 200 ml of two different solvents, methyl alcohol and water. In order to evaluate the efficiency of the extraction, four equipments were used in comparison: shaker incubator/shaker, soxhlet extractor, plate with magnetic stirrer and Ultrasonic bath, at predetermined temperatures and times according to the area literature. This sample was then filtered and oven dried at 105 ° C for 4 hours, then the yield of each method was calculated. By analyzing the four extraction methods, only in the soxhlet solvent methyl alcohol (0.50 ± 0.05 g extract $\cdot 100$ g⁻¹ methanol) was more efficient than water. In other equipment the water was more efficient. The results of extractions ranged from 0.20 ± 0.01 g extract $\cdot 100$ g⁻¹ water to the shaker method up to 9.00 ± 1.60 g extract $\cdot 100$ g⁻¹ water to the shaker shaker. Thus, the Shaker incubator / shaker extraction method was the most effective of all methods tested.

Keywords: chlorogenic acid; coffee bark; Residue.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1: Cafeeiro- Coffea arabica	3
Figura 2: Cafeeiro – Rubeáceas Coffea	4
Figura 3: Morfologia do café.....	6
Figura 4:Gráfico de hectares plantados 2017	8
Figura 5: Fluxograma das rotas da síntese dos compostos fenólicos.	11
Figura 6:Casca do café utilizada como matéria-prima.	16

LISTA DE TABELA

Tabela 1:Classificação dos compostos fenólicos segundo esqueleto principal.....	12
Tabela 2. Equipamentos, reagentes, temperaturas e tempo de extração.....	17
Tabela 3:Valores de extração dos compostos fenólicos.	18

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIC - Associação Brasileira da Indústria do Café

ACG - Ácido Clorogênico

CECAFE - Conselho dos Exportadores de Café do Brasil

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento

NECAF - Núcleo de Estudo Cafeicultura

SPA - Secretaria de Política Agrícola

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 CAFÉ.....	3
2.1.2. ECONOMIA DO CAFÉ	8
2.2 COMPOSTO FENÓLICO	10
3. METODOLOGIA	16
3.1 Extrações dos compostos fenólicos.....	16
3. RESULTADO E DISCUSSÃO	18
4. CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIA	21

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Associação Brasileira da Indústria de café (ABIC), o café é um fruto originário da Etiópia na África, mas foi a Arábia responsável pela propagação da cultura do café.

No Brasil, o café chegou em 1727, em Belém no Pará, trazida da Guiana Francesa (ABIC, 2017). Atualmente, o país é o maior produtor e exportador de café, ocupando o segundo lugar no consumo desse produto. O país conta com 2,21 milhões de hectares de café, no qual produziu mais de um bilhão de kg do fruto no primeiro semestre de 2017 (EMBRAPA, 2017).

Como reflexo desta alta produção há resíduos agroindustriais devido ao seu processamento, que tem sido aplicado como adubo, na alimentação de ruminantes e como briquetes para geração de energia. A produção do café traz um impacto imenso para o meio ambiente, sendo que apenas 6% do processamento é utilizado para fazer o pó de café, o restante é subproduto, que tem um maudestino final, causando assim um impacto ambiental (MATOS, 2014).

Ao observar-se o aproveitamento dos resíduos do café, nota-se que na década de 2000, a produção de resíduos sólidos no mundo chegou a dois milhões de toneladas por dia (ou 730 milhões de toneladas ao ano) (KESTER e FENNEMA, 1986). Porém, nas cascas encontram-se substâncias tóxicas como compostos fenólicos (cafeína e taninos), que em excesso, causam danos à saúde dos animais podendo até levá-los a morte (BARCELOSet al., 2017). Porém, estes compostos em uso equilibrado trazem benefícios à saúde, que comumente são usados como fitoterápico, por exemplo, cafeína como estimulante.

Sendo assim, vários efeitos benéficos à saúde têm sido atribuídos aos compostos fenólicos presentes nas frutas, vegetais, chás e vinhos. Estudos epidemiológicos, clínicos e *in vitro* mostram múltiplos efeitos biológicos relacionados aos compostos fenólicos da dieta, tais como atividades antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana e anti-carcinogênica (DELMAS; JANNIN; LATRUFFE, 2005).

Os compostos fenólicos são obtidos pelo metabolismo secundários de plantas envolvidos na adaptação as condições de estresse ambiental. Os ácidos clorogênicos (CGA) e compostos relacionados são os principais componentes da fração fenólica dos grãos de café verde, alcançando teores de até 14 % (em peso seco). Estes compostos apresentam propriedades benéficas à saúde, não só devido à sua potente atividade antioxidante, mas

também como agentes hepatoprotetores, hipoglicemiantes e antivirais. (FARAH e DONANGELO, 2006).

OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo à valorização da reutilização de subprodutos da agricultura, através da extração de compostos fenólicos totais da casca de café.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a melhor forma de extração: Shaker, chapa aquecedora, soxhlet e sonicador;
- Determinar o teor de composto fenólicototalpor espectro;
- Analisar o melhor solvente de extração: água e metanol;
- Analisar a melhor temperatura de extração.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CAFÉ

O cafeeiro é uma planta que alcança aproximadamente 4 metros de altura, que pertence à família das *Rubeáceas* do gênero *Coffea*. Existem centenas de espécies de café, porém os mais produzidos no Brasil vêm sendo o *Coffea arabica* e *Coffea canephora* (Robusta), tendo seu cultivo em lugares onde tem climas mais amenos.

O *Coffea arabica* apresentada na figura 1 é cultivado em regiões com altitude acima de 800 metros e é originário do Oriente, onde produz cafés de melhor qualidade, tendo como características aromas mais finos e requintados e os sabores mais intensos. Enquanto o Robusta pode vir a ser cultivado ao nível do mar, gerando um café com sabor adstringente e amargo de menor qualidade que o arábica, mas sua vantagem é ele ser mais resistente a pragas e a fatores climáticos (HALAL, 2008).

Figura 1: Cafeeiro- *Coffea arabica*



Fonte: Oliveira (2008).

Os principais estados brasileiros produtores do café arábica em 2016 foram Minas Gerais (53,4% do total), seguido de São Paulo (14,1%), Espírito Santo (8,2%) e Bahia (3,4%) (EMBRAPA, 2016).

Dentro do estado mineiro, vale ressaltar que Sul de Minas é a maior região produtora de café do país, e a fruta, responsável por 70% da renda agrícola da região. Mas somente 15% das propriedades são utilizadas para o cultivo de café. No cerrado de Minas com cerca de 4.300 fazendas de café em uma área de 135 mil hectares, a produtividade média é de 24 sacas/hectare. Grande parte das fazendas encontra-se na faixa de 700 m e fica localizada ao leste no estado de Minas Gerais. A região produz café do tipo arábica e responde por 70% da renda rural. Atualmente, muitos produtores estão investindo no café cultivado em altas altitudes, processando-o da forma correta e ganhando status no mercado especiais (MARQUES, 2005).

A espécie *Coffea canéfora* (Robusta) apresentada na figura 2 é de origem africana, tem um trato mais rústico e pode ser cultivada em altitudes mais baixas. Ela tornou-se mundialmente conhecida devido à sua ampla distribuição nos continentes africano e asiático, pois é ela é capaz de se adaptar às mais variadas condições climáticas, diferente da Arábica.

A Robusta não possui sabores variados e refinados como o arábica, dizendo-se que tem um “sabor típico e único”. Tendo sua acidez mais baixa e, devido ter mais sólidos solúveis, sendo utilizada na fabricação dos cafés solúveis. Seu teor de cafeína é maior do que na *Coffea arabica*. Distingue-se o cafeeiro através das folhas, a espécie arábica apresenta flores brancas e sementes claras; já a robusta/conilon tem flores bicolors (faixas brancas e marrons) e sementes marrons (OLIVEIRA; OLIVEIRA; MOURA, 2012).

Figura 2: Cafeeiro – Rubiáceas *Coffea*



Fonte: Embrapa (2016).

Segundo o Núcleo de Estudo de Cafeicultura - NECAF (2014), a qualidade do café depende principalmente do planejamento eficaz de seu processamento, dentre as etapas a pós-colheita se destaca como uma das mais importantes, devido a diversos fatores que podem causar danos aos grãos e alterações químicas em sua composição afetando a qualidade da bebida. A eliminação de cascas e a separação dos grãos são etapas responsáveis pelo melhoramento. Já à secagem deve deixar o café a uma umidade ideal e o armazenamento deve ser feito nas condições de temperatura, luminosidade e umidade ideais e há um tempo adequado. Os cuidados nos processos dentro das indústrias são essenciais para que seja preservada a qualidade do café pré-determinada no campo.

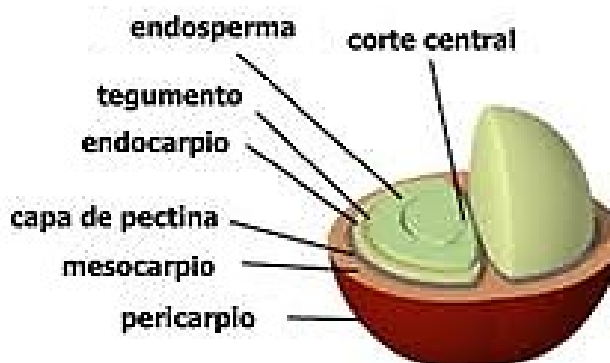
De acordo com Rodrigues (2004), o estudo dos processos é de extrema importância para que haja o conhecimento dos mesmos, pois facilita na gestão e controle, identificação de problemas, definindo de forma clara seus recursos necessários e custos envolvidos. Devem sempre ser analisados e estruturados, para que traga melhores resultados para a organização.

Os sistemas de armazenamento de café, normalmente, não possuem controle adequado dos fatores que podem interferir na qualidade. Os grãos de café, depois de secos e beneficiados, apresentam o endosperma de cor esverdeada; após algum tempo de armazenamento, eles se tornam esbranquiçados. Essa descoloração, conhecida por branqueamento, assume grande importância se considerarmos que o sistema de comercialização do café faz com que o produto que está sendo negociado e consumido, em geral, tenha sido armazenado durante algum tempo.

Neste contexto, o fruto do café é na forma ovoide, onde sua cor depende do grau de maturação, mas é colhido na cor vermelha no qual é chamado pelos cafeicultores de cereja. Esse fruto como pode ser observado na figura 3 é constituído por casca (epicarpo), mucilagem (mesocarpo), pergaminho (endocarpo) e sementes (endosperma) (HALAL, 2008).

- A casca ou epicarpo é a pele vermelhada que protege o café;
- Mucilagem ou Mesocarpo é uma camada gelatinosa, rica em açúcares, representa cerca de 29% do peso seco do fruto inteiro, sendo composto de 76% de água, 10% de proteína, 2% de fibras, 8% de cinzas e 4% de extrato livre de nitrogênio e fica entre a polpa e o pergaminho.
- Pergaminho ou endocarpo é a uma membrana que envolve as sementes.
- Semente ou endosperma que é o grande interesse do cafeicultor.

Figura 3: Morfologia do café



Fonte: Autor (2018).

A colheita dessa fruta ocorre entre maio e julho, podendo ser manual ou automatizada, usando como parâmetro para a colheita a quantidade de café na planta e no chão, e o estado de maturação dos frutos, sendo no limite de no máximo 5% de fruto verde. O fruto que cai no chão devido à colheita deve ser colhido rapidamente, por causa da riqueza de água e açúcar no fruto, torna propício para o crescimento microbiológico e fermentações (LEITE, 1998).

O período de maturação do café apresenta uma série de modificações, tendo quantidade diferentes de composição químicas na casca, polpa e sementes devido ao grau de maturação, por isso é importante saber o ponto ideal de colheita. Essa composição química do fruto de café é caracterizada pela presença de centenas de constituintes voláteis e não voláteis, tais como: ácidos, aldeídos, cetonas, açúcares, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos, cafeína, bem como enzimas polifenoloxidasas que agem sobre estes próprios constituintes e que podem vir a acarretar um prejuízo na qualidade do grão (SILVA, 1997).

Próximo passo do processo para um café de boa qualidade é a secagem, uma etapa fundamental, pois quanto maior mais longo o tempo de secagem, maior será a fermentação do fruto e assim diminuindo qualidade do sabor e aroma. Essa secagem pode ser feita por via seca ou úmida (SILVA, 1997).

A secagem via seca é a mais tradicional, onde o café depois de limpo é espalhado em um terreiro para que seja retirada a umidade do fruto pelo calor do sol, de tempos em tempos esse café deve ser mexido para que ocorra secagem mais homogênea. Enquanto a via úmida gera um café despulpado, ou seja, retiram as mucilagens que são ricas em açúcares que torna propício a fermentação, essa operação é feita em máquinas e utilizado em regiões que devido a clima não dá para utilizar a via seca (SILVA, 1997).

A fim de melhorar a qualidade do café e manter um padrão nacional, a Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos criou na década de 80, padrões de qualidade para alimentos e bebidas, onde incluiu o café, classificando-o quanto à tipo, bebida, peneira e cor.

A classificação em relação ao tipo leva em conta os defeitos que geralmente são devidos às presenças de pergaminhos, pedaços de pau, pedras, cascas e terra. E essa classificação oficial de café por peneira discrimina os grãos beneficiados pelas suas dimensões em:

- a. grão chato grosso: peneira 17 (café grande);
- b. grão chato médio: peneiras 15 e 16 (café médio);
- c. grão chatinho: peneiras 12, 13 e 14 (café miúdo ou chatinho);
- d. grão moca grosso: peneiras 11 a 13 (moca grande);
- e. grão moca médio: peneira 10 (moca médio);
- f. grão moquilha: peneiras 8 e 9 (moca miúdo ou moquilha) (ABIC, 2003).

A classificação quanto à característica organoléptica é muito utilizada na hora da compra, sendo que quanto melhor o sabor da bebida melhor o valor agregado ao grão. E esta diferença nas bebidas se dá pela fermentação, ou descuido de manejo e até mesmo por conter frutos verdes. Esta classificação é feita por provadores bem treinados que avaliam a amostra feita com 9 g de café parcialmente torrado e moído por xícara e, adicionados 90 mL de água recém-fervida.

De acordo com a tabela oficial de classificação pela bebida, os cafés são discriminados em:

- a. estritamente mole: sabor suavíssimo e adocicado;
- b. mole: sabor suave e adocicado;
- c. apenas mole: sabor suave com leve adstringência;
- d. dura: sabor adstringente, gosto áspero;
- e. riado: sabor leve de iodofórmio ou ácido fênico;
- f. rio: sabor forte e desagradável, lembrando iodofórmio;
- g. rio zona: sabor e odor intoleráveis (ABIC, 2003).

Em relação à cor é muito abstrata, já que em um só cafeeiro temos uma grande variação de cor de acordo com a maturação do fruto, e a classificação oficial são apenas 5 tonalidades. Sendo elas: verde, que inclui a matriz azul-esverdeado; clara; amarelada; e amarela (SILVA, 1997).

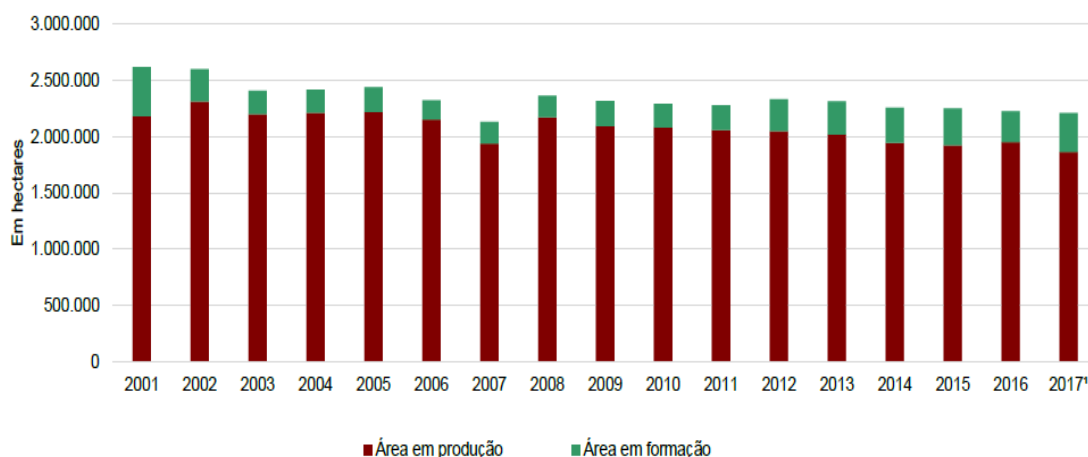
Assim, para um bom sabor na bebida de café tem que ter muitos cuidados no processo de produção. Esta qualidade influencia na economia gerada tanto pelos grãos quanto pela bebida preparada.

2.1.2. ECONOMIA DO CAFÉ

O Brasil é responsável por 30% da produção do café no mundo, sendo o maior produtor e segundo maior consumidor, sendo sua produção concentrada no centro, sudeste e sul do país (ABIC,2017).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), área total plantada no país com a cultura totaliza 2,21 milhões hectares, semelhante à cultivada em 2016. Desse total, 345,19 mil hectares (15,6%) estão em formação e 1,86 milhão de hectares (84,4%) em produção. Porém com a evolução das tecnologias a área plantada vem diminuindo cada vez mais, já que os produtores alcançam a mesma produtividade em menor território, assim dando espaço para novas culturas, como pode ser visto na figura 4(CONAB, 2017).

Figura 4:Gráfico de hectares plantados 2017



Fonte: CONAB (2017).

De acordo com a Secretaria de Política Agrícola (SPA) do Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Brasil vendeu mais de 18 milhões de sacas de 60 Kg de café no primeiro semestre de 2016, gerando US\$ 2,7 bilhões. Tendo os Estados Unidos (EUA) como o maior importador (EMBRAPA,2017). Tendo como previsão para a safra 2017/2018 o mercado Cafés do Brasil têm produtividade estimada de 28,41 a 30,54 sacas por hectare para este ano de 2018, caso alcance essa produção, será caracterizado novo recorde

histórico das lavouras de café. Sendo que o recorde atual é de 26,33 sacas por hectare, registrada em 2016. O volume de produção de café esperado para 2018 varia de 54,44 a 58,51 milhões de sacas de 60kg, sendo 75% sacas de café arábica e 25% milhões de sacas de café Robusta. A área em produção neste ano se manteve praticamente estável, com aproximadamente 1,9 milhão de hectares. A Conab atribui o crescimento da produção ao “ciclo de alta bienalidade, sobretudo em lavouras da espécie arábica, às condições climáticas favoráveis e ao implemento de novas tecnologias”.

E segundo o Conselho dos Exportadores de Café do Brasil (CECAFE), aponta que até 2030 o consumo mundial deve aumentar por volta de 30% (ponto médio da projeção) e atingir 204,65 milhões de sacas. Assim, para que o Brasil conserve sua fatia de mercado é necessário que a produção nacional aumente por volta de 16,17 milhões de sacas até 2030, atingindo 72,65 milhões de sacas.

O café é um dos mais tradicionais produtos da agricultura brasileira, tendo as primeiras lavouras sido formadas há quase 200 anos. Ao longo desse período muitas mudanças aconteceram em termos de localização da lavoura, tecnologias de produção (formação e manejo) e métodos diversos de colheita e pós-colheita. O setor vivenciou, desde o início do século, mudanças significativas na geografia da produção, redução do papel do governo e adoção de novas tecnologias. Na distribuição geográfica, os estados do Paraná e São Paulo perderam participação na produção nacional, entretanto houve o incremento em Minas Gerais e Espírito Santo (CARVALHO, 2002).

Adicionando-se as mudanças geográficas e políticas, verificou-se no setor a utilização de sistemas de produção inovadores, buscando aumento da competitividade por meio da diferenciação de mercado pela qualidade, redução de custos via elevação da produtividade e adoção de novas tecnologias de produção pré e pós-colheita (CARVALHO, 2002).

Em decorrência dessas transformações recentes do setor cafeeiro existe uma demanda por pesquisa sobre sistemas de produção mais apropriados às realidades regionais e aos resíduos gerados pelo processo produtivo (COSTA; GUILHOTO; IMORI, 2013). Não só as produções de grãos de café geram resíduos, mas também o processamento de seus subprodutos. Cerca de 50% da produção de café no mundo é usada para o preparo de café solúvel, portanto, a borra de café é gerada em grandes proporções, com uma produção anual de 6 milhões de toneladas. Um dos principais problemas encontrados pela indústria de café é a disposição desses resíduos, que até o momento inclui descarga no esgoto ou nos aterros sanitários, incineração, alimentação do gado e utilização como enchimento e adsorvente em material termofixo (GARCÍA; BIANCHI, 2015).

Do grão de café, 40% são atribuídos à semente verde e os outros 60% são resíduos do café, como casca e película interna prateada. Estes resíduos possuem vários tipos de compostos fenólicos, sendo que a classe mais encontrada é a do ácido clorogênico (ACG), que pode ter efeito emagrecedor quando utilizados em concentrações adequadas.

Dentre os resíduos agrícolas, a casca como resíduo agroindustrial pode ter valor agregado como matéria-prima para geração de energia, novas nanofibras e até como fonte de obtenção de compostos fenólicos. A seguir, serão abordados os principais compostos fenólicos e seus principais benefícios à saúde humana.

2.2 COMPOSTO FENÓLICO

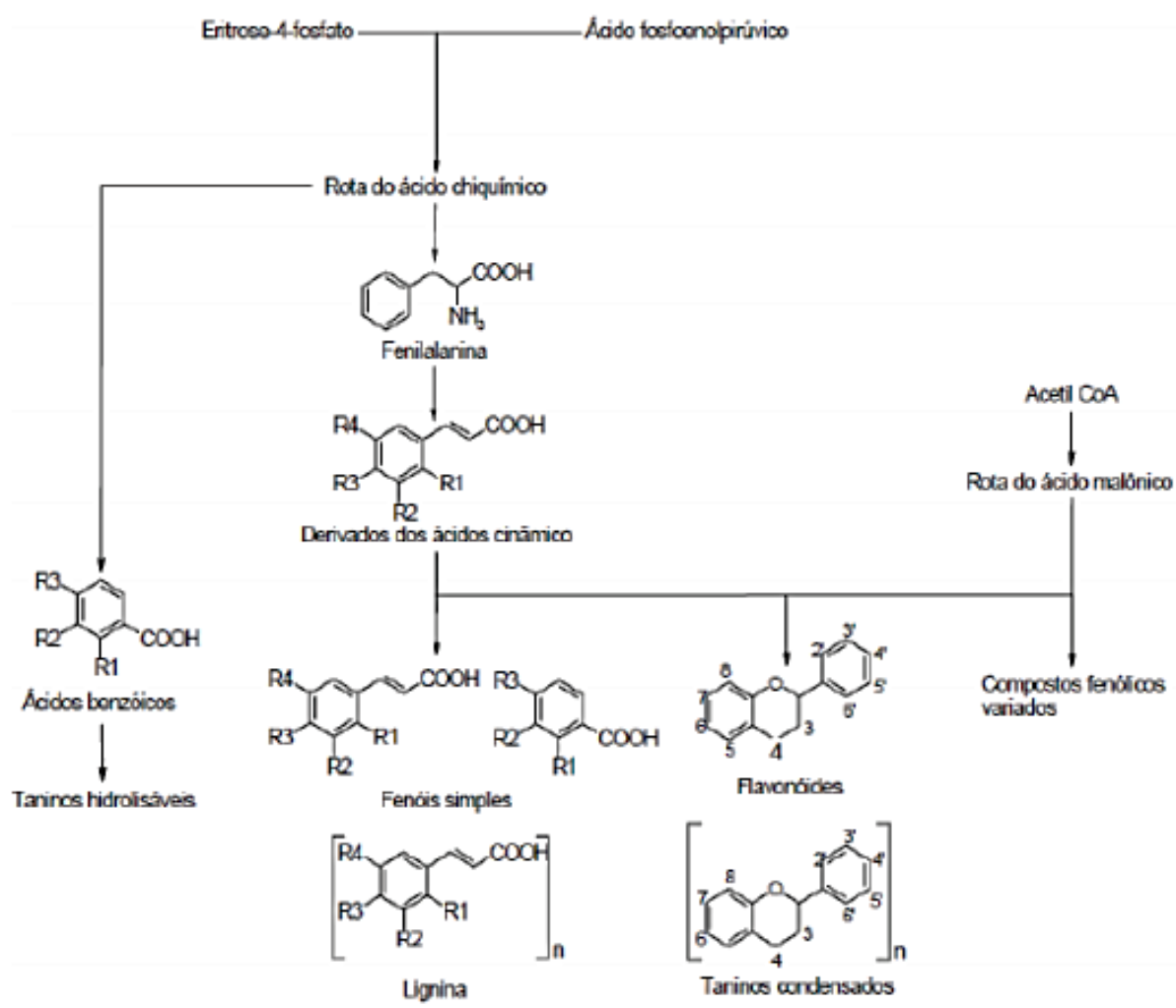
Os compostos fenólicos estão se tornando cada vez mais conhecidos pela sua funcionalidade sobre a saúde humana, o interesse por estudar os alimentos de origem vegetal tem crescido anualmente devido ser fonte desses compostos. Para a química, os compostos fenólicos são estruturas formadas de hidroxilas e anéis aromáticos que são encontradas na forma simples ou de polímeros. Podem-se encontrar esses compostos tanto na forma natural como na sintética. A partir disso, divide-se esses compostos fenólicos em flavonoides ou não-flavonoides (ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos, ligninas e tocoferóis). De origem vegetal, esses são originados do metabolismo secundário das plantas, no qual é essencial para seu crescimento e reprodução (ANGELO, 2007).

Flavonoides são produtos biossintetizados através da rota do ácido chiquímico ou do acetato apresentando-se sob muitas variações como flavonóis, flavonas, flavanonas, catequinas, antocianinas, isoflavonas e chalconas. A alta atividade de antioxidante se dá devido os átomos de hidrogênio dos grupos hidroxila adjacentes (orto-difenóis), localizados em várias posições dos anéis A, B e C, as duplas ligações dos anéis benzênicos e a dupla ligação da função oxo ($-C=O$) (Silva, 2010).

Enquanto os não flavonoides tem sua atividade antioxidante está relacionada com a posição dos grupos hidroxilas e com a proximidade do grupo $-CO_2H$ em relação ao grupo fenil. Quanto mais próximo esse grupo estiver do grupo fenil, maior será a capacidade antioxidante do grupo hidroxila na posição meta (Silva, 2010).

A formação de compostos fenólicos ocorre por duas vias, como pode ser vista na Figura 5. (TIVERON, 2010).

Figura 5: Fluxograma das rotas da síntese dos compostos fenólicos.



Fonte: TIVERON (2010).

De acordo com Tiveron (2010), os fenólicos fazem parte do complexo grupo de fitoquímicos, com mais de 8.000 estruturas conhecidas que podem ser divididas em várias classes de acordo com o esqueleto carbônico dos fitoquímicos. Na tabela 1 é apresentada classificação segundo o esqueleto da cadeia principal dos fenólicos.

Tabela 1: Classificação dos compostos fenólicos segundo esqueleto principal

ESQUELETO BÁSICO	CLASSE DE COMPOSTOS
C6	Fénois simples, Benzoquinonas
C6-C1	Ácidos Fenólicos
C26-C2	Acetofenonas e ácido feniláceticos
C6-C3	Fenilpropanóides: ácidos cinâmicos e compostos análogos, fenilpropenos, cumarinas, isocumarinas e comonas
C6-C4	Naftoquinonas
C6-C1-C6	Xantonas, benzofenonas
C6-C2-C6	Estilbenos, antraquinonas
C6-C3-C6	Flavonóides, isoflavonóides e chalconas
(C6-C3) ₂	Lignanais
(C6-C3-C6) ₂	Diflavonóides
(C6) _n	Melaninas vegetais
(C6-C3) _n	Ligninas
(C6-C1) _n	Taninos hidrolisáveis
(C6-C3-C6) _n	Taninos condensados

Fonte: TIVERON (2010).

Os compostos fenólicos são geralmente encontrados na forma natural em vegetais, frutas e chás. Onde são responsáveis pela cor dos alimentos, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (CORDEIRO, 2013). Mas algumas interferências alteram na quantidade final de compostos do mesmo produto, isso ocorre por causa do grau de amadurecimento, espécie, fatores ambientais, colheita, armazenamento, entre outros. Estes compostos são muito sensíveis, então agentes físico-químicos alteram para mais ou menos a sua concentração final (HERRERO et al. 2012).

Ramirez-Coronel e colaboradores (2004) encontraram quatro classes principais de polifenóis na polpa de café Arábica: flavan 3-óis, ácidos hidroxicinâmicos, flavonóis e antocianidinas. Prata e Oliveira (2007) estudaram a casca de café arábica como fonte de antocianinas. Assim, diante da necessidade de um destino apropriado para os resíduos pós-colheita, a fim de reduzir os impactos ambientais juntamente com os possíveis benefícios

econômicos, estes resíduos vêm tendo diversas aplicações em projetos de reutilização agroindustrial, como briquetes (MATOS, 2014).

Cada vez mais os pesquisadores e a indústria de alimentos e farmacêutica têm se interessado pelos compostos fenólicos, pois estudos mostram os benefícios que esses compostos trazem a saúde humana. A principal vantagem destes compostos é que eles são encontrados em frutas, verduras e hortaliças, no qual se encontra em abundância, tornando de menor custo sua obtenção. Além do mais, são alimentos de grande consumo, onde o ser humano pode chegar a ingerir quantidades significativas diariamente (HERRERO et al. 2012).

Os compostos fenólicos apresentam diversos benefícios como antioxidante, efeitos anticancerígeno, anti-inflamatória, antiobesidade, antidiabética e antialérgica. Assim, a ação antioxidantes são definidos como a habilidade de uma molécula ou íon evitar reações oxidantes de outras moléculas, onde pode vir a evitar a doença como câncer, cardiovasculares e neurodegenerativas. Além de ser empregada em alimentos visando evitar perdas ligadas a oxidação (LORENZO; MUNEKATA, 2016).

As propriedades antioxidantes da casca do café poderiam ser consequência da presença de cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos. Assim, a seguir será feita uma breve abordagem do ácido clorogênicos, um dos principais compostos fenólicos presente na casca de café (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012).

A sua capacidade antioxidante se dá pela capacidade dos compostos fenólicos em transferir hidrogênio ou elétrons aos radicais, contribuindo com a inibição da oxidação de vários constituintes do alimento, como os ácidos graxos, contribuindo na prevenção de algumas doenças. Porém, a relação de antioxidante e seus benefícios dependem da quantidade absorvida pelo corpo humano e metabolismo do composto fenólico que é determinada pela sua estrutura. Mas há preocupação da quantidade ingerida, pois a ingestão elevada de alguns compostos fenólicos pode causar efeitos adversos como carcinogenicidade, genotoxicidade, toxicidade da tireoide e entre outros (BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2006).

Porém a grande desvantagem é a dificuldade em extrair esses compostos fenólicos por eles serem muito sensíveis, mas recentemente vários métodos vêm sendo desenvolvidos para identificar e quantificar esses compostos.

Para uma melhor extração de compostos fenólicos é necessário conhecer os melhores métodos e a polaridade dos compostos para escolha do solvente. Além da temperatura, tempo e concentração adequada para que consigam migrar esses compostos para a solução sem degradar e com maior rendimento (SOUZA, 2013).

O metanol e o etanol devido suas polaridades tornam-se os solventes mais indicados como meios extratores para determinação de compostos fenólicos de várias matérias-primas. É comum encontrar em pesquisas outros solventes orgânicos tendo como empecilho para o seu uso sua alta toxicidade, por isso o grande interesse da indústria alimentícia e farmacêutica pelo solvente água, etanol e metanol (BARBI, 2016).

Como exemplo pode-se analisar os estudos de Souza-Santori (2013), no qual observou-se que a melhor temperatura para extração de compostos fenólicos em vegetais é em temperaturas de aproximadamente 70°C, com concentração de solvente de 40% de etanol foi mais eficaz na extração de compostos fenólicos totais da cana-de-açúcar (SOUZA-SANTORI, 2013).

SANTANA (2013) observou estudos com sementes de maracujá que a melhores condições que apresentou melhor extração de compostos fenólicos totais, foi o extrato etanólico a 80% submetido à temperatura de 70°C durante 40 minutos.

2.2.1. ÁCIDOS CLOROGÊNICOS (ACG)

A classe do ácido clorogênico (ACG) constitui a família de ésteres gerada por certos ácidos hidroxinâmicos e o ácido da via de ácido chiquímico. Estes compostos ligados ao ácido caféico se transforma em um éster chamado ácido clorogênico (GARAMBONE, 2007), conforme apresenta a figura 4. Ácido clorogênico incluem diferentes grupos de compostos e isômeros relacionados formados por esterificação de uma molécula de ácido químico e uma a três moléculas de uma enzima trans-hidroxicinâmica específica ácido.

Desde 1974, o ácido clorogênico tem sido estudado como os principais componentes da fração fenólica de grãos de café verde. Inúmeros trabalhos tentam correlacionar a qualidade final da bebida do café com a composição química do grão verde. Estes estudos sugerem que cafés de qualidade inferior apresentam menores teores de compostos fenólicos e maiores de acidez total titulável (ABRAHÃO et al., 2010).

O Ácido Clorogênico juntamente com o ácido caféico tem relevante importância no café, visto que ele age como antioxidante de aldeídos quando o grão sofre qualquer problema no processamento, indo da colheita até o armazenamento, influenciando no sabor (GARAMBONE, 2007).

Em geral, estes compostos fenólicos são extraídos por utilização de solventes, como água e álcoois que se ligam por polaridades. Após a extração, realiza-se a concentração. E

para viabilizar o uso nas indústrias farmacêuticas transformá-lo em sólido para facilitar o manuseio, pois na forma líquida é pouco estável a oxidação e volatilidade. Sendo assim, processos de secagem são interessantes para manter a estabilidade do produto.

3. METODOLOGIA

O projeto foi desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) *campus* Patos de Minas, com as metodologias descritas a seguir.

A casca de café (figura 7) utilizada neste projeto foi gentilmente cedida pela fazenda Santa Anesia localizada na cidade de Cássia dos Coqueiros - SP. Trata-se da casca extraída de grãos de café da variedade Arábica, sendo a casca decafé, que provém do processo seco da cereja. O reagente Folin-Ciocalteu grau analítico foi adquirido da Synth (Diadema, SP, Brasil), o álcool metílico (metanol) foi adquirido da MERCK (Taquara, RJ, Brasil) e foi usada água deionizada purificada em sistema Milli-Q (Millipore, Bedford, MA, USA).

Figura 6: Casca do café utilizada como matéria-prima.



Fonte: O autor (2018).

3.1 Extrações dos compostos fenólicos

Os resíduos (casca de café) passaram por secagem em estufa com circulação de ar forçada a 40°C por 24 h. Após esta etapa foram moídas em moinho de facas (tipo Willye, modelo STAR FT-50, Fortinox). A gramatura da peneira foi menor de 850 µm.

Para extração, de acordo com a literatura dois solventes foram definidos para extração de compostos fenólicos presentes na casca do café, água e metanol. Duas temperaturas foram testadas, a temperatura ambiente de 25°C e 70°C, mais utilizadas. Assim como,

quatro processos de extração foram analisados, o aquecimento em chapa, ultrassom, refluxo em *soxhlete* e agitação em *shaker*.

2 g de casca de café foram colocadas em um béquer com 300 ml de solvente. Em seguida, foi escolhido o equipamento, o solvente e o tempo para esta extração dos compostos fenólicos. A concentração da solução de extração utilizada foi de 1:150, fixada conforme alguns trabalhos da literatura, que trabalharam com a quantificação de fenólicos de borra e casca de café. Estes pesquisadores perceberam que quanto maior a diluição da solução, maior a extração de compostos fenólicos. No método com a chapa (modelo C-MAC HS4, marca IKA) foi utilizado uma barra magnética para agitação constante de 1.000 rpm. No ultrassom foi utilizado banho ultrassom com frequência de 40 kHz (modelo USC – 1400, marca UNIQUE). No equipamento *shaker* “Control Orbital Shaker” com câmara a temperatura controlada e utilizado agitação de 200 rpm (modelo IKA KS 4000i, marca IKA).

A tabela 2 apresenta os códigos de cada amostra, variando os equipamentos de extração, a temperatura utilizada, reagente e tempo de extração.

Tabela 2. Equipamentos, reagentes, temperaturas e tempo de extração.

Amostra	Equipamentos	Reagentes	Temperatura	Tempo (h)
SAA SA70	Soxhlet	Água	Ambiente (25 °C) 70 °C	8
SMA SM70	Soxhlet	Metanol	Ambiente (25 °C) 70 °C	8
CAA CA70	Chapa	Água	Ambiente (25 °C) 70 °C	24
CMA CM70	Chapa	Metanol	Ambiente (25 °C) 70 °C	24
KAA KA70	Shaker	Água	Ambiente (25 °C) 70 °C	24
KMA KM70	Shaker	Metanol	Ambiente (25 °C) 70 °C	24
UAA UA70	Ultrassom	Água	Ambiente (25 °C) 70 °C	2
UMA UM70	Ultrassom	Metanol	Ambiente (25 °C) 70 °C	2

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

O teor de composto fenólico totais dos extratos da casca de café obtido pelos quatro diferentes métodos de extração (Soxhlet, Ultrassom, Chapa e Shaker), feitos em triplicata, utilizando como solventes água e metanol estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 3: Valores de extração dos compostos fenólicos.

Equipamentos/ Solvente	Teor de Fenólicos Totais (mgEAG.g ⁻¹ resíduos)	
	METANOL	ÁGUA
SHAKER	56±1,3	93±1,6
CHAPA	12±0,1	20±0,2
SOXHLET	51±0,1	40±0,1
ULTRASSOM	12±0,1	40±0,4

Segundo os resultados expostos pela tabela 3, o equipamento shaker apresentou maior teor de compostos fenólicos que os demais equipamentos. Este mesmo comportamento foi observado para ambos solventes, água e metanol. O valor de 93±1,6 mg AG.g⁻¹ resíduos para extração com água encontrado neste trabalho está de acordo com o encontrado por Matos (2017) que encontrou 132,67mg AG.g⁻¹ no pó de café torrado que utilizou como solvente acetona e ácido clorídrico.

A escolha do solvente depende de diversos fatores e se torna importante para a taxa de extração. As realizações da extração podem ser completamente alteradas pelas características químicas do solvente, relacionados à sua estrutura e composição (LLOYD e VAN WYK, 2012). Sendo assim, o solvente de uma extração deve ser capaz de dissolver o soluto de interesse, sendo a seletividade um fator mais importante do que a solubilidade (GOBO, 2015).

Palomino e Del Bianchi (2015) que estudaram resíduos de café, encontraram presença de compostos fenólicos totais de 159,50 mgAG.g⁻¹ casca de café com solvente acetona e 96,9 ± 5,0mg.AG g⁻¹ casca de café para o solvente água. Estes autores encontraram também na casca de café o maior conteúdo de ácido clorogênico. Ainda estes autores analisaram qual seria o melhor reagente, para extração, entre eles etanol, metanol e acetona com concentração de 80% para extração de compostos fenólicos, sendo que a melhor solução foi acetona obtendo 159,5 ± 1,1 mg AG.g⁻¹ substrato de compostos fenólicos, quando comparado aos

demais reagentes. Segundo estes autores a segunda solução com maior eficiência de extração foi com o solvente metanol com $125,0 \pm 0,4 \text{ mg AG} \cdot \text{g}^{-1}$ substrato. Zhou e Yu(2004) ao estudar em compostos fenólicos presentes em extratos de trigo observaram que extratos de acetona (5%) apresentaram maiores níveis de fenólicos totais, e o etanol (7%) foi menos eficaz na extração destes compostos. Assim para estes estudos de Zhou e Yu(2004), os solventes em altas concentrações extraíram maiores teores de fenólicos do que a água. Contudo, neste estudo de extração de compostos fenólicos da casca de café está evidenciado que em baixas concentrações, a água possui melhor extração.

Analizando a eficiências dos métodos de extração, de acordo com os dados apresentados na tabela 3, o que conseguiu extrair a maior quantidade de compostos fenólicos foi o *shaker* com a água como solvente e o *shaker* seguido do extrator *soxhlet* com o solvente metanol. Isso pode ser devido ao fato do equipamento *shaker* no momento de extração causar a rotação completa do frasco e com um ambiente totalmente controlado, permitindo melhor permeabilidade do solvente nos resíduos de extração. Entre os processos extrativos, a extração do tipo sólido-líquido é uma das principais na indústria de alimentos.

Na literatura há diversos trabalhos com a utilização de *shaker* (PALOMINO E DEL BIANCHI, 2015), extrator *soxhlet* (MATOS, 2014), chapa agitadora (FARAH e DONANGELO, 2006) e ultrassom (GOBO, 2015). Estes equipamentos são utilizados no intuito de utilização de frequência e intensidade, no caso de ondas ultrassônicas, por rotação no caso da chapa agitadora e shaker, e quantidades vezes que o solvente passa pela amostra no equipamento extrator *soxhlet*. Cada método com seu princípio são importantes para os melhora de transferência de massa e energia, para que ocorra a transferência dos compostos ativos para o solvente (GOBO, 2015).

Segundo Romero (2017) há diversos trabalhos, principalmente em borra de café que utilizam micro-ondas, autoclaves, extração pressurizada, extrator *soxhlet* e *shaker*. Segundo esta autora a extração mais eficiente na borra com os solventes água e etanol foi a assistida por micro-ondas o que resultou em $399,0 \text{ mg} \cdot \text{AG} \cdot \text{g}^{-1}$ substrato (PAVLOVIĆ et al., 2013). E a segunda melhor extração foi para casca de café utilizando acetona e água por shaker (PALOMINO e DEL BIANCHI, 2015).

Sendo assim, este trabalho apresenta resultados similares da literatura, onde maiores valores são de teor de compostos fenólicos utilizando o método por shaker.

4. CONCLUSÃO

Pelo presente trabalho é possível concluir que a água como solvente foi o melhor comparando com a utilização de metanol. É bem interessante utilizar a água como solvente para diminuição de efluentes líquidos na reutilização de resíduos industriais como a casca de café.

O método que vem sendo pouco aplicado na literatura, porém que comprovadamente apresentou melhores resultados de extração de composto fenólicos da casca do café é o *shaker*. Contudo é importante lembrar, que utilizar diferentes solventes pode-se ter discussão do melhor método de extração, devido a difusão sólido-líquido (resíduo-solvente).

REFERÊNCIA

ABIC – Associação Brasileira da Indústria de Café. Disponível em: http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=279&gclid=Cj0KEQjw7dfKBRCdkKrvmfKtyeoBEiQAch0egQmFV4NBPiWcHxORtWWCAh9-b1frsi_UxtRCKG_4VpYaAgYT8P8HAQ. Acessado em 23 de Jan 2017.

ANGELO, Priscila Milene e JORGE, Neuza. **Compostos fenólicos em alimentos -uma breve revisão.***Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)*[online], vol.66, n.1, pp. 01-09, 2007.

BALASUNDRAM, Nagendran; SUNDRAM, Kalyana; SAMMAN, Samir. **Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses.***Food Chemistry*, [s.l.], v. 99, n. 1, p.191-203, jan. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042>.

BALLESTEROS, Lina F. et al. **Encapsulation of antioxidant phenolic compounds extracted from spent coffee grounds by freeze-drying and spray-drying using different coating materials.***Food Chemistry*, [s.l.], v. 237, p.623-631, dez. 2017.

BARBI, Rafaela Cristina Turola. **EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ANTIOXIDANTES DA CHIA (SALVIA HISPÂNICA L) USANDO DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SOLVENTES.** 2016. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão - PR, 2016.

BARCELOS, A.F.; PAIVA, P.C.A.; PÉREZ, J.R.O.; SANTOS, V.B. E; CARDOSO, R.M. **Determinação dos fatores antinutricionais da casca e da polpa desidratada de café (coffea arábica l.) armazenada em diferentes períodos.** II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio2/poscolheita18.pdf. Acessado em 11 de jun 2017.

CARVALHO, Glauco Rodrigues. **AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CAFÉ NA REGIÃO SUL DE MINAS GERAIS: UM MODELO DE ANÁLISE DE**

DECISÃO. 2002. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Econômicas, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-01/conab-estima-producao-de-cafe-em-2018-entre-21-e-30-superior-ao-ano-passado>. Acessado em 23 de Mar 2018.

CORDEIRO, A M T M. **Desenvolvimento de bioativos antioxidantes para otimização da estabilidade oxidativa de óleos comestíveis.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos). PARAIBA: Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

COSTA, Cinthia Cabral da; GUILHOTO, Joaquim José Martins; IMORI, Denise. **Importância dos setores agroindustriais na geração de renda e emprego para a economia brasileira.** Revista de Economia e Sociologia Rural, [s.l.], v. 51, n. 4, p.787-814, dez. 2013. FapUNIFESP (SciELO).

DELMAS, D.; JANNIN, B.; LATRUFFE, N. **Resveratrol: Preventing properties against vascular alterations and ageing.** Mol. Nutr. Food Res., v. 49,p. 377-395, 2005.

EMBRAPA, 2017. **Exportações brasileiras de café atingem mais de 18 milhões de sacas de 60kg de janeiro a julho de 2016.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/15307238/exportacoes-brasileiras-de-cafe-atingem-mais-de-18-milhoes-de-sacas-de-60kg-de-janeiro-a-julho-de-2016>, acessado em 23 de Jan 2017.

ESQUIVEL, Patricia; JIMÉNEZ, Víctor M. **Functional properties of coffee and coffee by-products.** Food Research International, [s.l.], v. 46, n. 2, p.488-495, maio 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>.

FARAH A., DONANGELO, C. M. **Phenolic compounds in coffee.** Braz. J. Plant Physiol., vol. 18, ed. 1, p. 23-36, 2006.

GARAMBONE, E; Rosa. Possíveis benefícios do ácido clorogênico à saúde, **Alim. Nutr.**, vol.18, ed.2, p. 229-235, 2007.

GARCÍA, Lady Rossana Palomino; BIANCHI, Vanildo Luiz del. **Efeito da fermentação fúngica no teor de compostos fenólicos em casca de café robusta.**Semina: Ciências

Agrárias, Londrina, v. 36, n. 2, p.777-786, 22 abr. 2015. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p777>.

HALAL, S.L.M. **COMPOSIÇÃO, PROCESSAMENTO E QUALIDADE DO CAFÉ**. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2008.

HERRERO, M; PLAZA, M; CIFUENTES, A, IBANEZ, E. **Extraction Techniques for the Determination of Phenolic Compounds in Food**. Institute of Food Science Research (CIAL-CSIC), Madrid, Spain, 2012. Elsevier Inc. All rights reserved.

KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. **Edible films and coating: a review**. Food Technology, vol.40, 4, p.47 – 59, 1986.

LEITE, R.A. **Qualidade tecnológica do café (coffea arabica L.) pré-processado por “via seca” e “via úmida”**. Trabalho de Conclusão de Curso. MINAS GERAIS: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa 1998.

LLOYD, P. J.; VAN WYK, J. **Introduction to Extraction in Food Processing In: LEBOVKA, N.; VOROBIEV, E., et al (Ed.). Enhancing Extraction Processes in the Food Industry** Estados Unidos: CRC Press, 2012. cap. 1, p.1 - 24. (Contemporary Food Engineering).

LORENZO, José Manuel; MUNEKATA, Paulo Eduardo Sichetti. **Phenolic compounds of green tea: Health benefits and technological application in food**. Asian Pacific Journal Of Tropical Biomedicine, [s.l.], v. 6, n. 8, p.709-719, ago. 2016. Medknow. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.06.010>.

MATOS, L. P. C. **Compostos fitoquímicos e atividade antioxidante de casca de café**, Trabalho de conclusão de curso. PARANÁ: Universidade Tecnológica Federal Paraná, 2014.

MARQUES, Beatriz. **Regiões produtoras de café no Brasil**. 2005. Disponível em: <<http://revistacafeicultura.com.br/?mat=3348>>. Acesso em: 21 set. 2017.

MATOS, L. P. C. **Compostos fitoquímicos e atividade antioxidante de casca de café**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, Departamento de Alimentos (DALIM), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Site: https://run.unl.pt/bitstream/10362/22178/1/Romero_2017.pdf. Acesso em: 01/06/2018.

OLIVEIRA, Itamar Pereira de; OLIVEIRA, Luana Carvalho; MOURA, Camila Stéffane Fernandes Teixeira de. **Cultura de café: histórico, classificação botânica e fases de crescimento.** Faculdade Montes Belos, São Luís de Montes Belos - Go, v. 5, n. 4, p.17-32, ago. 2012.

PALOMINO GARCÍA, L. R.; DEL BIANCHI, V. L. **Capacidade antioxidante em resíduos da indústria cafeeira.**Braz. J. Food Technol., Campinas v. 18, n. 4, p. 307-313, out./dez. 2015

PALOMINO GARCÍA, L. R.; DEL BIANCHI, V. L. **Efeito da fermentação fúngica no teor de compostos fenólicos em casca de café robusta.**Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 36, n. 2, p. 777-786, mar./abr. 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n2p777

PAVLOVIĆ, M. D., BUNTIĆ A. V., ŠILER-MARINKOVIĆ, S. S., DIMITRIJEVIĆ-BRANKOVIĆ, S. I. **“Ethanol influenced fast microwave-assisted extraction for natural antioxidants obtaining from spent filter coffee,”** Sep. Purif.Technol., vol. 118, pp. 503–510, 2013.

ROMERO, N. G., **Extração de compostos fenólicos a partir de café e sua caracterização química e funcional.** Trabalho de conclusão de Curso, Ciência e Tecnologia da Produção Aplicada aos Alimentos, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/22178/1/Romero_2017.pdf. Acesso em: 31/05/2018.

SILVA, C.G. **Qualidade da bebida do café (coffeaarabica L.) avaliada por análise sensorial e espectrofotometria.** Trabalho de Conclusão de Curso. MINAS GERAIS: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa 1997.

SOUZA, Ana Cardinale Pereira. **Tração de compostos fenólicos de subprodutos do processamento de sementes de girassol.** 2013. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - Rs, 2013.

Souza-Sartori JÁ, Scalise C, Baptista AS, Lima RB, Aguiar CL. **Parâmetros de influência na extração de compostos fenólicos de partes aéreas da cana-de-açúcar com atividade antioxidante total.** BioscienceJournal. 2012; 29(2): 297-307.

TIVERON, Ana Paula. **Atividade antioxidante e composição fenólica de legumes e verduras consumidos no Brasil**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Mestradoescola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

ZHOU, K.; YU, L. **Effects of extraction solvent on wheat bran antioxidant activity estimation**. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, London, v. 37, n. 7, p. 717- 721, 2004.