



Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"

**GABRIEL FITTIPALDI DE FREITAS**

**DETERMINAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS EM BORRA DE CAFÉ E  
TESTE DE SUA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE POR SEQUESTRO  
DE RADICAIS LIVRES**

**Assis/SP  
2018**



Fundação Educacional do Município de Assis  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis  
Campus "José Santilli Sobrinho"

**GABRIEL FITTIPALDI DE FREITAS**

**DETERMINAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS EM BORRA DE CAFÉ E  
TESTE DE SUA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE POR SEQUESTRO  
DE RADICAIS LIVRES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito para a obtenção do Certificado de Conclusão.

**Orientando(a):** Gabriel Fittipaldi de Freitas

**Orientador(a):** Ma. Flávia Augusta Marquezini

**Assis/SP  
2018**

FICHA CATALOGRÁFICA

FITTIPALDI, Gabriel.

**Determinação de Fenóis totais em Borra de Café e Teste de sua Capacidade Antioxidante por Sequestro de Radicais Livres / Gabriel Fittipaldi de Freitas.**  
Fundação Educacional do Município de Assis –FEMA – Assis, 2018.  
Número de páginas, 42.

1. Café. 2.Fenóis.

CDD: 660  
Biblioteca da FEMA

DETERMINAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS EM BORRA DE CAFÉ E TESTE  
DE SUA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE POR SEQUESTRO DE  
RADICAIS LIVRES

GABRIEL FITTIPALDI DE FREITAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis,  
como requisito do Curso de Graduação, avaliado  
pela seguinte comissão examinadora:

**Orientador:**

\_\_\_\_\_  
Ma. Prof<sup>a</sup>. Flávia Augusta Marquezini

**Examinador:**

\_\_\_\_\_  
Dr<sup>a</sup> Prof<sup>a</sup>. Mary Leiva de Faria

## **DEDICATÓRIA**

Dedico aos meus pais, que sempre lutaram e trabalharam incansavelmente para que eu pudesse ter tudo do bom e do melhor principalmente os estudos. Este trabalho também é deles, esta vitória não aconteceria sem eles, então a eles dedico esta monografia.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele eu não teria forças para passar os momentos difíceis, de desespero, de fraqueza, momentos em que não queria mais saber de nada e abandonar tudo.

Agradeço à minha orientadora Ma. Flávia Augusta Marquezini, por toda a sua paciência com meus atrasos, pelo seu apoio, seus conselhos excelentes e sua ótima orientação durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço meus antigos patrões e amigos Sergio Cortez e Elaine Amorim, por se disponibilizarem a me ajudar fornecendo dados para esta pesquisa e apoio efetivo na hora de realizar todas as análises.

Agradeço a Fundação Educacional do Município de Assis, por disponibilizar o Centro de pesquisas em ciências, aonde foi realizado todos os ensaios sem nenhum custo.

Agradeço ao Me. Alexandre Vinicius Mazalli e ao Daniel Henrique Senna por também prestarem apoio efetivo na hora da realização das análises feitas. A minha amiga e companheira nesses quatro anos de curso Maria Julia Gênova, por aguentar todos meus desabafos, minhas crises e sempre me acalmar quando necessário.

Enfim agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente ajudaram durante o desenvolvimento deste trabalho. Meu muito obrigado a todos vocês, por estarem ao meu lado, numa fase tão difícil e importante como esta.

## RESUMO

O café é um dos produtos agrícolas de maior importância no comércio mundial e durante o processamento para a obtenção da bebida é gerado um resíduo chamado borra de café, o qual vem sendo utilizado na agricultura doméstica, porém, com pouca evidência científica da sua efetividade ou mesmo segurança. O objetivo deste trabalho é realizar a quantificação de fenóis totais disponíveis e verificar a capacidade antioxidante da borra do café, para melhor detalhar a composição deste resíduo e indicar outras formas de reaproveitamento. Os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa consistiram em primeiramente armazenar a borra proveniente do café comum retirado de uma residência. Os reagentes e equipamentos foram fornecidos pelo Centro de Pesquisa em Ciências (CEPECI) localizado na FEMA. Para obtenção dos extratos acetônicos seguiu-se a metodologia previamente estabelecida por Palomino e Del Bianchi (2015), a determinação de fenóis totais foi realizada pelo método Folin-Ciocalteu e a determinação da capacidade antioxidante foi feita através do método de sequestro de radicais livres (DPPH<sup>+</sup>). Os resultados obtidos para determinação de fenóis totais presente na borra de café resultaram em 13,02 mg AG/g de resíduo. O valor baixo de fenóis obtidos no resíduo pode ser explicado pela adaptação na metodologia de extração. Os resultados de DPPH<sup>+</sup> foram satisfatórios, sendo a porcentagem de sequestro  $39,74 \pm 0,9707$  na concentração 1:1000 mL e  $61,97 \pm 1,1967$  na concentração 3:1000 mL mostrando que existe grande ação antioxidante. O EC50 mostrou valores bons em ambas concentrações, 1:1000 e 3:1000 mL respectivamente,  $16,63 \pm 0,2839$  e  $10,14 \pm 0,3514$  mg/L. Conclui-se que a borra tem viabilidade para ser reutilizada como um subproduto, principalmente na área farmacêutica.

**Palavras Chave:** Fenóis; Café; Resíduos.

## ABSTRACT

Coffee is one of the most important agricultural products in the world trade and during the processing of obtaining the coffee beverage is generated a residue called coffee grounds, which has been used in domestic agriculture, but with a few scientific evidence of its effectiveness or even security. The objective of this work is to quantify available total phenols and to verify the antioxidant capacity of the coffee grounds, to better describe the composition of this residue and indicate better ways of reuse. The methodological procedures used in this research consisted in first storing the coffee grounds from the common coffee made at home. The reagents and equipment were provided by the Center for Science Research (CEPECI) located at FEMA. In order to obtain the acetone extracts, the methodology was previously established by Palomino and Del Bianchi (2015). The determination of total phenols was performed by the Folin-Ciocalteu method and the antioxidant capacity determination was done using the free radical sequestration method (DPPH+). The results obtained for determination of total phenols present in the coffee grounds resulted in 13.02 mgAG/g of residue. The low value of phenols obtained in the residue can be explained by the adaptation in the extraction methodology. The results of DPPH + were satisfactory, with the percentage of sequestration being  $39.74 \pm 0.9707$  at a concentration of 1: 1000 mL and  $61.97 \pm 1.1967$  at a concentration of 3: 1000 mL showing that there is great antioxidant action. The EC50 showed good values at both concentrations, 1: 1000 and 3: 1000 mL respectively,  $16.63 \pm 0.2839$  and  $10.14 \pm 0.3514$  mg / L. It is concluded that the coffee grounds has viability to be reused as a by-product, mainly in the pharmaceutical area.

**Keywords:** Phenols; Coffee; Residues.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Corte longitudinal de um grão de café	19
Figura 2	Fluxograma de obtenção do café, subprodutos e resíduos.	21
Figura 3	Etapas da Reação de Maillard	22
Figura 4	Classificação dos antioxidantes	28
Figura 5	Reação genérica entre o radical livre DPPH e o antioxidante	29
Figura 6	Ressonância do Anel na estabilização do Fenol	29
Figura 7	Ácidos clorogênicos importantes no café	30
Figura 8	Reação do Ácido Gálico com Molibdênio, componente do reagente do Folin-Ciocalteu	35
Figura 9	Curva de Calibração Ácido Gálico	35
Figura 10	Curva de Calibração DPPH	38
Figura 11	Curva para o cálculo de EC50	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Principais componentes dos grãos de café verde (% m/m em base seca)	18
Tabela 2	Composição química de cascas e polpa de café obtido em processo seco e úmido	24
Tabela 3	Designação e estruturas químicas dos principais compostos bioativos do café	26
Tabela 4	Resultado de Análise de Fenóis Totais	36
Tabela 5	Resultado % Sequestro de Radicais Livres	37
Tabela 6	Resultado do Consumo em Micro Mol, mol e g DPPH	38
Tabela 7	Resultados de EC50	39
Tabela 8	Resultados g borra / g de DPPH.	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ACG** – Ácido Clorogênico

**AG** – Ácido Gálico

**AbsA** – Absorbância da Amostra

**AbsC**- Absorbância do Controle

**Abs** – Absorbância

**CEPECI** – Centro de Pesquisa em Ciências

**DPPH** - Radical livre 2,2-difenil-1-picrilhidrazil

**EA** – Extrato Acetônico

**EAG** – Equivalente de Ácido Gálico

**FT** – Fenóis Totais

**ROS** – Espécies reativas de oxigênio

**SRL** – Sequestro de Radicais Livres

## LISTA DE SIMBOLOS

**%** - porcentagem

**m/m** – Massa/massa

**XIV** – Século Quatorze

**°C** – Graus Celsius

**4º** - Quarto, colocação de ordem numérica

**+** - Símbolo de adição, soma, mais.

**g** – Grama

**Hr** – Horas

**K** – Potássio

**Kg** – Quilogramas

**mg** – miligrama

**mL** – mililitro

**N** – Nitrogênio

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** – Carbonato de Sódio

**nm** – nanômetro

**P** – Fósforo

**ppm** – parte por milhão

**s** – Segundos

**uL** – Microlitros

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>HISTÓRIA E ORIGEM DO CAFÉ</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>COMPOSIÇÃO DOS GRÃOS</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>PROCESSAMENTO DO CAFÉ</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>INDÚSTRIA DO CAFÉ: RESÍDUOS E SUBPRODUTOS</b>	<b>23</b>
5.1.	POLPA E CASCA DO CAFÉ	23
5.2.	BORRAS DE CAFÉ	24
5.2.1	Esterilização da Borra	25
<b>6</b>	<b>COMPOSTOS FENÓLICOS</b>	<b>26</b>
6.1	AGENTES ANTIOXIDANTES	27
6.1.1	Ácido Clorogênico	29
<b>7</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>31</b>
7.1	MATERIAIS	31
7.2	OBTENÇÃO DOS EXTRATOS ACETÔNICOS	31
7.3	DETERMINAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS PELO MÉTODO FOLIN-CIOCALTEU	32
7.4	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE ATRAVÉS DO MÉTODO DE SEQUESTRO DE RADICAIS LIVRES (DPPH <sup>+</sup> )	32
<b>8</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>34</b>
8.1	OBTENÇÃO DOS EXTRATOS ACETÔNICOS	34
8.2	DETERMINAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS	34
8.3	DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE POR SEQUESTRO DE RADICAIS LIVRES (DPPH <sup>+</sup> )	36
<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>41</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As indústrias agroalimentares produzem anualmente grandes quantidades de resíduos, cuja valorização é mínima ou nula. Atualmente sabe-se que apenas uma pequena parte é reaproveitada para a alimentação direta de animais ou para compostagem. Tendo em conta que esses resíduos contêm importantes teores de nutrientes e de compostos bioativos, vários estudos mostram vias alternativas de aproveitamento desses subprodutos, nomeadamente para a indústria farmacêutica. Esta estratégia de gestão de resíduos, além de valorizar fortemente um subproduto, diminui consideravelmente a carga poluente resultante da atividade agroindustrial (BOND; MORRISON-SAUNDERS, 2011).

A qualidade, a segurança e a conformidade ambiental são fatores decisivos para a aquisição dos subprodutos, assim os produtores têm de responder a estas novas exigências do consumidor, aumentando a sustentabilidade dos processos que deve repercutir na redução de custos/aumento de receita (SANTOS, 2016).

O café é um dos produtos agrícolas de maior importância no comércio mundial, sendo majoritariamente produzido nas regiões tropicais e consumido, principalmente, na Europa e Estados Unidos da América (ANTÔNIO, 2008). A produção mundial de café no ano-safra 2017/18 está estimada provisoriamente em 158,78 milhões de sacas de 60kg e o consumo mundial de café previsto para esse período é de 157,59 milhões de sacas. Caso essas estimativas sejam confirmadas, os volumes de produção e consumo para este ano-safra baterão recordes históricos do mercado de café no mundo. O volume de produção deste ano-safra foi 0,7% superior ao volume do ano-safra 2016/17, que foi de 157,69 milhões de sacas, e, nesse mesmo período, o consumo teve aumento de 1,6% (ABIC, 2018). Ao consumo elevado de café encontra-se associado a produção de resíduos de baixo valor.

Estudos realizados evidenciaram que somente 6% da colheita de café é utilizada na preparação da bebida. Os restantes 94% correspondem a resíduos (MATOS, 2003) sendo, a maioria, originada durante o processo de produção do café decorrentes da lavagem e despolpa do fruto do cafeeiro. Estes resíduos incluem a polpa, a casca, a

mucilagem e a água residual. No processo de obtenção da bebida de café é gerado, um segundo resíduo, a borra de café (SANTOS, 2016).

A utilização de borras de café na agricultura doméstica é uma prática muito mencionada, mas existe pouca evidência científica da sua efetividade ou mesmo segurança. Atualmente, não há referência a nenhum estudo detalhado do efeito da aplicação das borras de café na cosmética, em formulações de cremes, ou áreas afins. Sendo esta uma excelente fonte de compostos bioativos com reconhecidas propriedades biológicas, é importante dar um destino sustentável a este resíduo orgânico de forma a reduzir o seu impacto ambiental e de certa forma melhorar o ecossistema agrícola (SANTOS, 2016).

Com o intuito de suprir esta falta de informação científica, procurou-se, neste trabalho, realizar a quantificação de fenóis totais disponível e verificar a capacidade antioxidante da borra do café de um modo geral, assim para melhor detalhar a composição deste resíduo e indicar melhores formas de reaproveitamento.

## 2 HISTÓRIA E ORIGEM DO CAFÉ

Não há evidência real sobre a descoberta do café, mas há muitas lendas que relatam sua possível origem. Uma das mais aceitas e divulgadas é a do pastor Kaldi, que viveu na Absínia, hoje Etiópia, há cerca de mil anos. Ela conta que Kaldi, observando suas cabras, notou que elas ficavam alegres e saltitantes e que esta energia extra se evidenciava sempre que mastigavam os frutos de coloração amarelo avermelhada dos arbustos existentes em alguns campos de pastoreio (BRASITALIA, 2018).

O pastor notou que as frutas eram fonte de alegria e motivação, e somente com a ajuda delas o rebanho conseguia caminhar por vários quilômetros por subidas infundáveis. Kaldi comentou sobre o comportamento dos animais a um monge da região, que decidiu experimentar o poder dos frutos. O monge apanhou um pouco das frutas e levou consigo até o monastério. Ele começou a utilizar os frutos na forma de infusão, percebendo que a bebida o ajudava a resistir ao sono enquanto orava ou em suas longas horas de leitura do breviário (BRASITALIA, 2018).

O nome tem origem na palavra árabe qahwa e quer dizer vinho. Por isso, quando chegou à Europa, no século XIV, o café era conhecido como “vinho da Arábia”. A grande demanda dos europeus pelo novo produto fez o plantio de café expandir-se e chegar ao Novo Mundo. Colonizadores europeus levaram-no a Cuba, Guianas, Porto Rico, São Domingos e Suriname. Da Guiana Francesa, o café chegou ao norte do Brasil (RUIZ, 2005).

Devido às nossas condições climáticas, o cultivo de café se espalhou rapidamente, com produção voltada para o mercado doméstico. Em sua trajetória pelo Brasil o café passou pelo Maranhão, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Minas Gerais. Num espaço de tempo relativamente curto, o café passou de uma posição relativamente secundária para a de produto-base da economia brasileira. Desenvolveu-se com total independência, ou seja, apenas com recursos nacionais, sendo, afinal, a primeira realização exclusivamente brasileira que visou a produção de riquezas (BRASITALIA, 2018).

Da produção inicial, exclusiva para o mercado doméstico, o café tornou-se base da economia brasileira. E já no final do século 18, o Brasil começou a exportar o produto. A cafeicultura trouxe imigrantes para o país, expandiu a classe média brasileira, diversificou investimentos e, até mesmo, intensificou movimentos culturais (RUIZ, 2005).

Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de café, sendo responsável por 30% do mercado internacional, volume equivalente à soma da produção dos outros seis maiores países produtores. É também o segundo mercado consumidor, atrás somente dos Estados Unidos. As áreas cafeeiras estão concentradas no centro-sul do país, onde se destacam quatro estados produtores: Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Paraná. A região Nordeste também tem plantações na Bahia, e da região Norte pode-se destacar Rondônia. A produção de café arábica se concentra em São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Bahia e parte do Espírito Santo, enquanto o café robusta é plantado principalmente no Espírito Santo e Rondônia (BRASITALIA, 2018).

### 3 COMPOSIÇÃO DOS GRÃOS

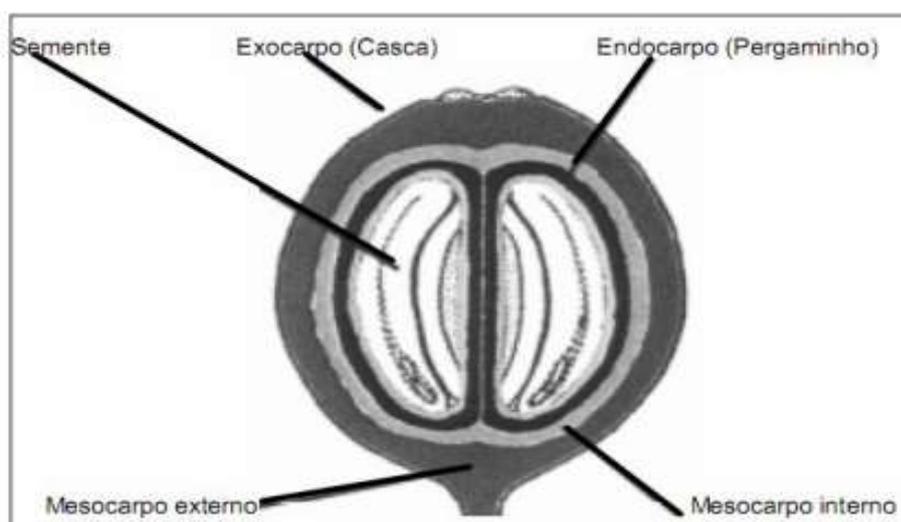
O café do ponto de vista químico é uma das bebidas mais complexas, esta complexidade não está apenas relacionada à grande quantidade de compostos químicos encontrados no grão de café verde, mas também devido às diversas transformações que estes compostos irão sofrer durante o processamento do grão até a extração do café, originando uma ampla diversidade de estruturas diversificadas (ROMERO, 2017).

A Tabela 1 mostra os principais componentes encontrados em duas espécies de café: arábica e canephora.

<b>COMPONENTES</b>	<b><i>Coffea arábica</i></b>	<b><i>Coffea canephora</i></b>
Cafeína	0,6 - 1,5	2,2 – 2,8
Trigonelina	1,0	0,7
Ácido clorogênico (ACG)	5,2 – 6,4	5,5 – 7,2
Ácido 3,5-di-O-cafeoilquínico	0,7 – 1,0	1,4 – 2,5
Ácido O-feruoilquínico	0,3 – 0,5	0,5 – 1,5
Outros ácidos orgânicos	~2,0	~2,0
Sacarose e outros açúcares redutores	5,3 – 9,3	3,7 – 7,1
Flavana	9,0 – 13,0	6,0 – 8,0
Manana	25,0 – 30,0	19,0 – 22,0
Galactano	4,0 – 6,0	10,0 – 14,0
Outros polissacáridos	8,0 – 10,0	8,0 – 10,0
Aminoácidos livres	0,4 – 2,4	0,8 – 0,9
Proteínas	~12,4	~12,0
Kahweol	0,7 – 1,1	-
Ácidos gordos	10,0 -14,0	8,0 – 10,0
Outros lípidios	~2,0	~4,0
Mineral	~4,0	~4,0
<b>Total</b>	<b>91,0 – 114,0</b>	<b>86,0 – 107,0</b>

**Tabela 1:** Principais componentes dos grãos de café verde (% m/m em base seca), (ROMERO, 2017, p 7).

O fruto do café apresenta o exocarpo, mesocarpo e o endocarpo, este conhecido como pergaminho, que envolve a semente. O mesocarpo externo, denominado polpa, 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, os quais são representados pelos taninos, substâncias pécnicas, açúcares redutores e não redutores, cafeína, ácido clorogênico e ácido caféico, celulose, hemicelulose, lignina, aminoácidos, minerais como potássio, cálcio, ferro, sódio, magnésio e outros. A mucilagem que se situa na parte no mesocarpo interno e está fortemente aderida ao pergaminho do grão é um sistema de hidro gel, sendo quimicamente composta por água, substâncias pécnicas, açúcares redutores e ácidos orgânicos. A Figura 1 mostra o corte longitudinal de um grão de café (MELO EL HALLAL, 2008).



**Figura 1:** Corte longitudinal de um grão de café, (MELO EL HALLAL, 2006, p 14).

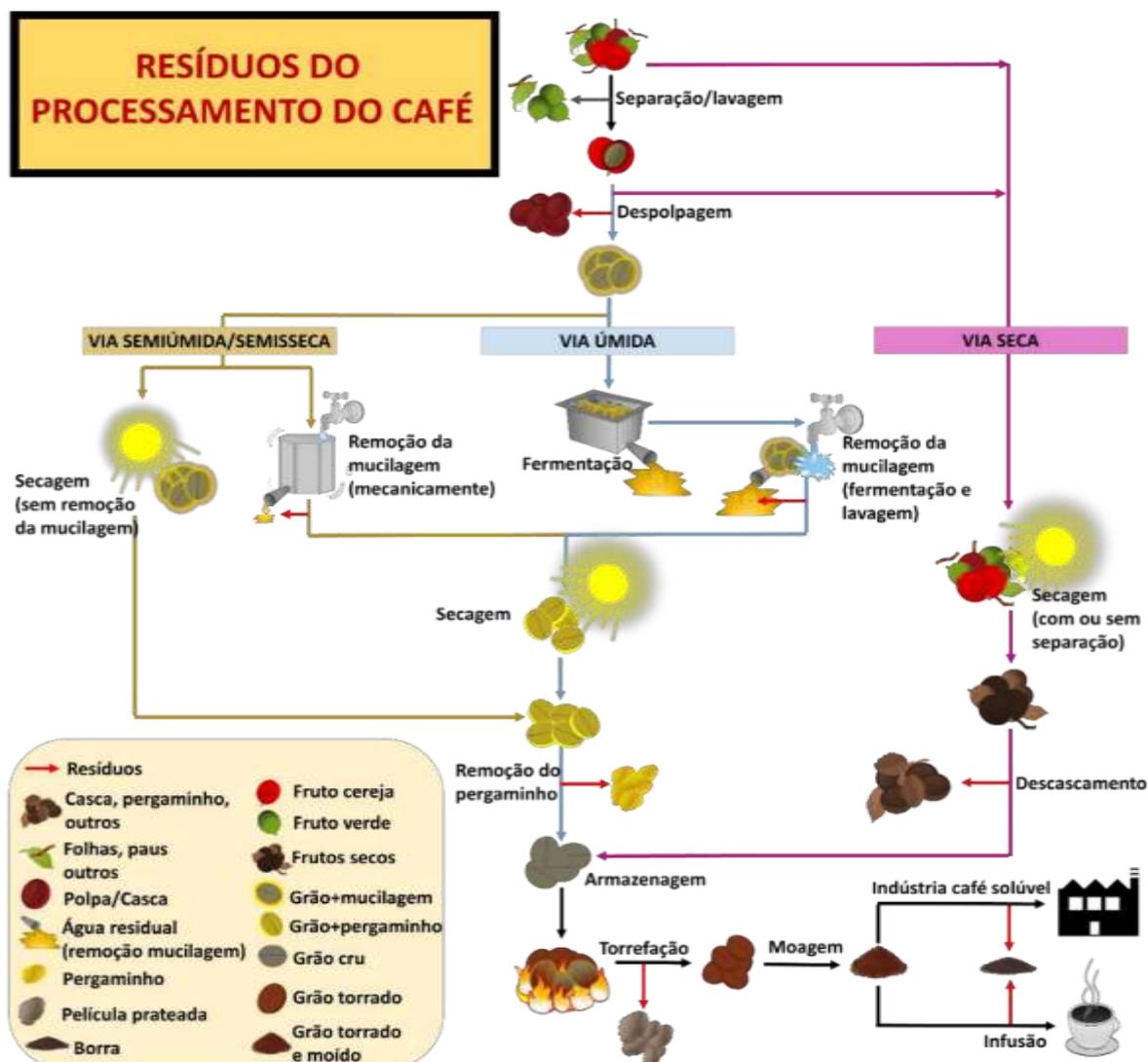
## 4 PROCESSAMENTO DO CAFÉ

As cerejas do café são processadas de duas maneiras diferentes para que se obtenha o café verde: processo seco e úmido. O processo seco é mais simples tecnologicamente e é mais utilizado para o café robusta. Neste processamento os grãos são secos ao sol e depois descascados (ESQUIVEL; JIMENEZ, 2012).

Já no processo úmido, mais utilizado para o café arábica, os grãos maduros e verdes são separados pela imersão em água, observando que os grãos maduros se afundam enquanto os grãos verdes permanecem na superfície. Este processo envolve diversas etapas incluindo fermentação microbiana, o que concede ao café melhores qualidades aromáticas. Logo depois, polpa e pele são separadas por moagem (MURTHY; NADU, 2012).

A torrefação é um processo no qual o café sofre diversas modificações tanto químicas como físicas, este processo complexo expõe o café a uma temperatura de até 300°C, formando-se os compostos voláteis de grande importância para o sabor e aroma do café (TOLEDO; PEZZA; TOCI, 2016). Também envolve reações de Maillard, Streckler, pirólise e hidrólise, durante as quais aminoácidos, açúcares, trigonelina e ácidos clorogênicos são convertidos em furanos, pirazinas, piridinas e outros compostos azotados e sulfurados (ROMERO, 2017).

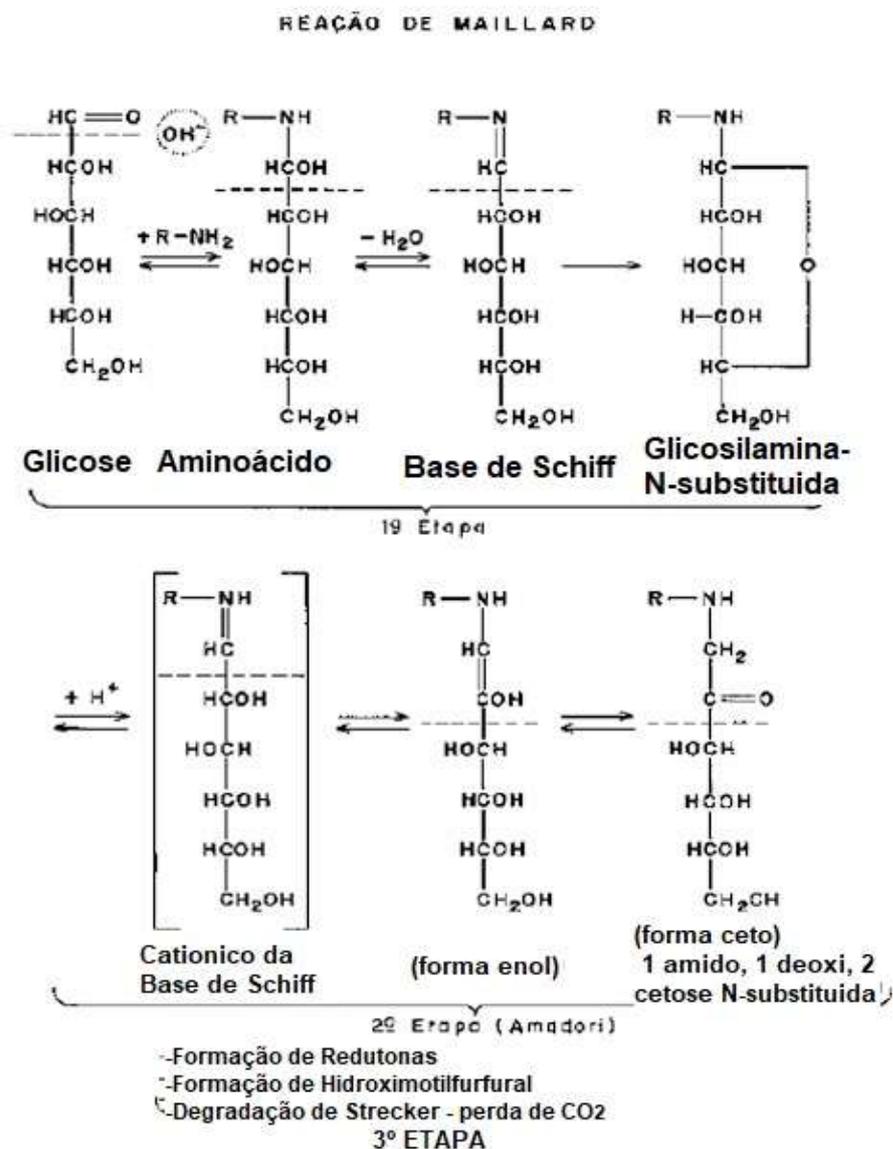
O processamento desde a colheita do café até chegar nas casas para o preparo da bebida pode ser melhor visualizado no fluxograma apresentado na figura 2.



**Figura 2:** Fluxograma de obtenção do café, subprodutos e resíduos, (DÚRAN, 2016, p 122).

Um dos grandes desafios na torra de café é o de se conseguir preservar ao máximo aqueles que denominamos de açúcares majoritários (sacarose, frutose e glicose). A etapa de maior importância para se trabalhar os açúcares é aquela em que há o predomínio das Reações de Maillard, um impressionante conjunto de reações envolvendo quebra, rearranjo e formação de moléculas de aminoácidos e açúcares entre outros, (TRAVELER, 2016).

As etapas deste conjunto de reações são mostradas na figura 3.



**Figura 3** – Etapas da Reação de Maillard, (BOBBIO; BOBBIO, 1995, p 48).

A reação de “Maillard” ocorre entre 1 grupamento carbonila do açúcar ou da gordura e o grupamento NH<sub>2</sub> do aminoácido, em meio preferencialmente alcalino, na presença de água e calor. Ocorre complexação do açúcar com o aminoácido, formando uma base, o que acelera a reação formando imediatamente um composto mais estável, cíclico que é a glicosamina N-substituída. Esta recebe prótons e os doa. Devido a isomerização recebe o nome de rearranjo de Amadori levando a 1- amino- 1- deoxi- 2- celulose- N- substituída. Na fase posterior, há despreendimento de CO<sub>2</sub> (aroma) e formação de redutonas e de hidroximetilfurfural, (BOBBIO; BOBBIO, 1995).

## 5 INDÚSTRIA DO CAFÉ: RESÍDUOS E SUBPRODUTOS

Ressalta-se que a cafeicultura brasileira é uma das mais exigentes do mundo em relação às questões sociais e ambientais, havendo uma preocupação em garantir a produção de um café sustentável. A atividade cafeeira é desenvolvida com base em rígidas legislações trabalhistas e ambientais. São leis que respeitam a biodiversidade e todas as pessoas envolvidas na cafeicultura e pune rigorosamente qualquer tipo de trabalho escravo e/ou infantil nas lavouras. As leis brasileiras estão entre as mais rigorosas entre os países produtores de café (MAPA, 2017).

Segundo dados do 4º Levantamento da Safra de Café de 2016, da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a safra brasileira alcançou 51,37 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, sendo os principais estados produtores: Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Rondônia, Paraná, Rio de Janeiro, Goiás e Mato Grosso, que correspondem por cerca de 98,6% da produção nacional (MAPA, 2017).

Durante o processamento do café não se utiliza cerca de 50% do fruto na comercialização, sendo assim, eliminados no processo resultando em resíduos. Devido a grande quantidade gerada é interessante buscar maneiras de aplicação para os mesmos. Nos últimos anos vem sendo estudado as possíveis maneiras de reutilização dos resíduos já que o seu descarte no meio ambiente causa problemas de poluição. Os produtos agroindustriais são boas fontes de compostos fenólicos e tem sido utilizado como fontes antioxidante naturais (DIAS, 2016).

### 5.1. POLPA E CASCA DO CAFÉ

O primeiro subproduto a ser obtido durante o processamento do café é a polpa que representa cerca de 29% do peso seco de toda a baga. Ela é obtida durante o processamento úmido do café e a cada duas toneladas de pó produzidos é obtido uma tonelada de polpa, a qual, é rica em carboidratos, proteínas e minerais, dentre o qual o potássio é um dos principais, e contém quantidades consideráveis de taninos,

polifenóis e cafeína (DIAS, 2016). A porcentagem dos componentes orgânicos presente na polpa do café (peso seco) é de: taninos 1,80-8,56%, substâncias pécticas 6,5%, açúcares redutores 12,4%, açúcares não redutores 2,0%, cafeína 1,3%, ácido clorogênico 2,6% e ácido caféico 1,6% (ROMERO, 2017).

As cascas de café processadas à seco têm um conteúdo de umidade entre 7% a 18%, dependendo das condições de processamento e armazenamento. Valores médios para a composição química de cascas de café são apresentados na tabela 2 a seguir.

	<b>Cascas de café (processo seco)</b>	<b>Polpa de café (processo úmido)</b>
Proteína	8 – 11	4 – 12
Lipídios	0,5 – 3	1 – 2
Minerais	3 – 7	6 – 10
Hidratos de carbono	58 – 85	45 – 89
Cafeína	~1	~1
Taninos	~5	1 - 9

**Tabela 2:** Composição química de cascas e polpa de café obtido em processo seco e úmido, (ROMERO, 2017, p 13).

## 5.2. BORRAS DE CAFÉ

Outro resíduo gerado do café é a borra. Tanto no cotidiano das casas ou nas indústrias de café solúvel, este é resultado da extração da bebida do grão do café torrado e moído. A borra do café é composta principalmente por sólidos insolúveis e uma alta quantidade de água. Como a quantidade de produção deste resíduo é muito grande, se faz necessário a elaboração de planos de gestão adequados (ROMERO, 2017).

A composição deste subproduto é de interesse alimentar e industrial, devido a teores razoáveis de N, P, K e ao grande percentual de matéria orgânica. Neste contexto a borra tem grande potencial para ser utilizada como adubo orgânico ou até mesmo para corrigir solos (BRITO, 2013).

Sua composição é interessante para diversas áreas de pesquisa. Por exemplo, a quantidade rica de açúcares presente no resíduo tem levado ao estudo de produção

de bioetanol com recuperação de ácidos Clorogênicos ou para a produção de açúcares. Por outro ponto de vista, a quantidade de compostos fenólicos presente nas borras e suas diversas maneiras de extração, tem levado a estudos, para a reutilização até mesmo da borra na área de cosméticos e os extratos fenólicos devido à ação antioxidante (ROMERO, 2017).

Um dos componentes da borra de café é a cafeína que é utilizada em tratamentos para a celulite, através da eliminação da regeneração celular e da circulação sanguínea, bem como, no rejuvenescimento e revitalização da pele (SANTOS, 2016).

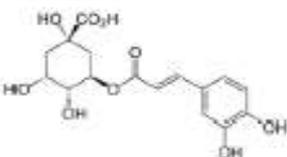
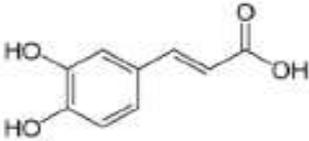
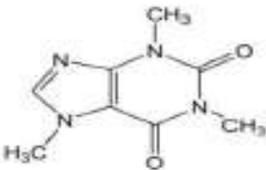
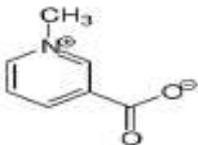
### **5.2.1 Esterilização da Borra**

Dependendo para quais fins a borra é utilizada, principalmente na área cosmética, ela deve passar por um processo de esterilização. Seu alto teor de umidade faz com que ela degrade rapidamente por ação de fungos e bactérias, podendo assim prejudicar o produto no qual poderá ser adicionado como em cremes, sabonetes ou diminuir seu tempo de armazenamento para utilização futura, perdendo também sua capacidade antioxidante (SANTOS, 2016).

A borra pode ser submetida a um processo de esterilização por autoclave, a 150°C durante 15 minutos, para assim deixar o material mais puro e livre de bactérias (SANTOS, 2016).

## 6 COMPOSTOS FENÓLICOS

Nos últimos anos, os estudos sobre o café mostraram que ele pode ser reconhecido como uma fonte ampla de antioxidantes, e cada vez mais os estudos provam e reforçam o seu potencial de promoção da saúde dos consumidores regulares. A tabela abaixo nos mostra os principais compostos bioativos presentes no café (ROMERO, 2017).

Composto	Sinónimo (Número CAS)	Estrutura química
Ácido Clorogénico $C_{16}H_{18}O_9$	5- <i>o</i> -ácido cafeoilquinico (327-97-9)	
Ácido Cafeico $C_9H_8O_4$	Ácido 3,4- dihidroxicinâmico (331-39-5)	
Cafeína $C_8H_{10}N_4O_2$	Metilteobromina (58-08-2)	
Trigonelina $C_7H_7NO_2$	Cafearina (535-83-1)	

**Tabela 3:** Designação e estruturas químicas dos principais compostos bioativos do café, (ROMERO, 2017, p 16).

## 6.1 AGENTES ANTIOXIDANTES

Antioxidantes são substâncias que podem atrasar ou extinguir a oxidação de lipídios ou outras moléculas, evitando o início ou propagação das reações em cadeia de oxidação, (DEGÁSPARI et al, 2004).

Os agentes oxidantes ou radicais livres são moléculas altamente instáveis por não possuírem um número par de elétrons na última camada eletrônica. Estão sempre buscando atingir a estabilidade travando reações químicas de oxi-redução com células vizinhas. São fundamentais para a saúde, mas quando em excesso, os radicais livres passam a agredir e oxidar células saudáveis, proteínas, lipídios e até o próprio DNA (ECYCLE, 2015).

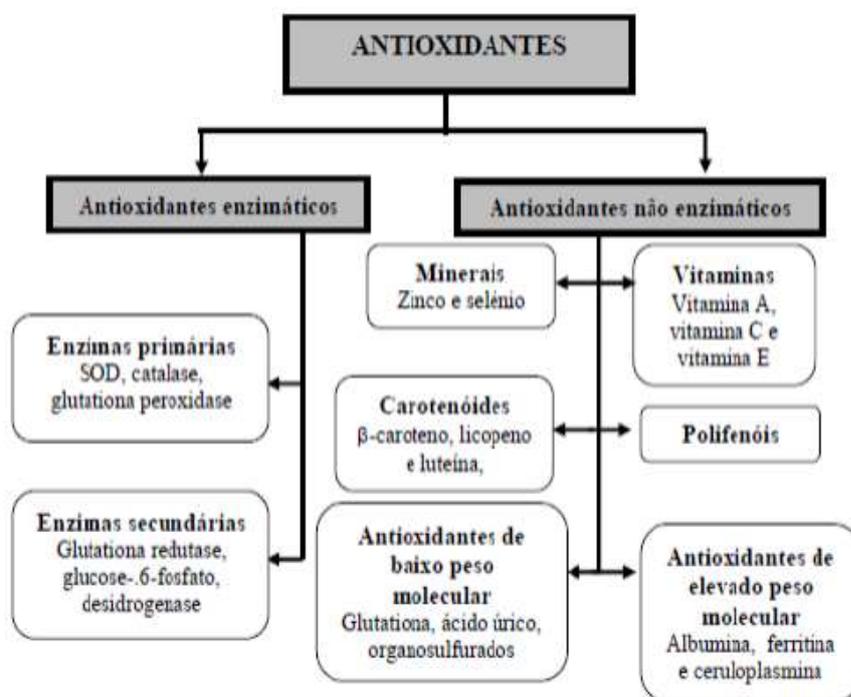
O constante ataque a estas células leva a destruição dos ácidos graxos poli-insaturados que compõem as membranas celulares, este processo é chamado de peroxidação lipídica. A intensificação deste processo está diretamente associada ao desenvolvimento de algumas doenças crônicas como obesidade, diabetes, hipertensão e outras doenças que são degenerativas, Alzheimer e o Parkinson, e alguns tipos de câncer (ECYCLE, 2015).

Os antioxidantes são importantes por serem capazes de combater esse ataque às células provocados pelos radicais livres. Nosso organismo naturalmente já produz certa quantidade de antioxidantes, chamamos de sistema enzimático endógeno, mas nem sempre é suficiente. Para estabelecer um equilíbrio, utiliza-se de um segundo sistema que é o sistema não-enzimático exógeno, que se trata dos antioxidantes presentes nos alimentos ingeridos. Com o passar dos anos, devido ao envelhecimento, o sistema endógeno é reduzido, assim o sistema exógeno deve ser intensificado com uma dieta rica em alimentos com os compostos fenólicos (ECYCLE, 2015).

Devido a propriedade de oxido-redução, os compostos fenólicos têm atividade antioxidante, que pode desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres, quelando o oxigênio triplete ou singlete ou decompondo peróxidos (DEGÁSPARI et al, 2004).

Estes compostos podem ser divididos em duas categorias: os enzimáticos, que fazem parte do nosso sistema de defesa antioxidante endógeno e são enzimas que

sequestram e neutralizam as espécies reativas de oxigênio (ROS), e os não enzimáticos, que são moléculas orgânicas ou elementos minerais provenientes da dieta ou dos nossos processos metabólicos, que interagem com as ROS, ou com os compostos que intervêm na sua formação, transformando-os em moléculas mais estáveis e portanto com menos tendência para provocar a oxidação das biomoléculas (ROMERO, 2017). A figura 4 mostra os dois grupos de antioxidantes:

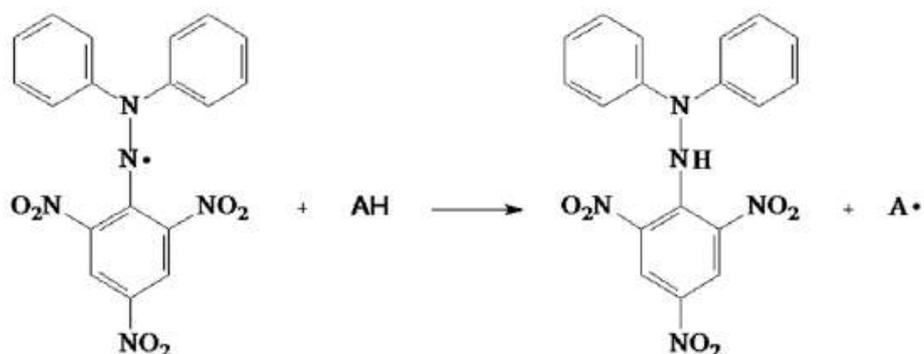


**Figura 4:** Classificação dos antioxidantes, (ROMERO, 2017, p 17).

A função dos antioxidantes é capturar os radicais livres e fazer com que essas moléculas não fiquem soltas no organismo danificando as células. Com isso, previnem as doenças que são causadas por esses danos celulares, além de melhorarem a saúde do sistema imunológico (SÁ, 2015).

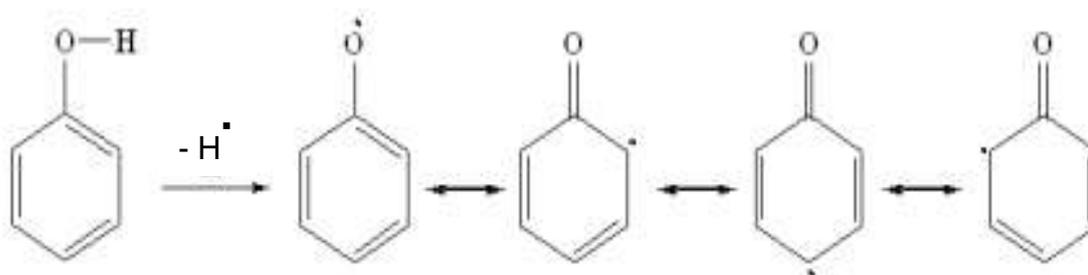
Os compostos bioativos são capazes de inibir ou retardar a oxidação por inativação de radicais livres graças a doação de átomos de hidrogênio ou de elétrons, o que transforma os radicais em substâncias estáveis. Os antioxidantes secundários apresentam uma grande variedade de modos de ação: ligação de íons metálicos, alteração de valência, conversão de hidroperóxidos em espécies não-radicaais ou absorção de radiação ultravioleta (NEPLAME, 2018).

A figura abaixo (figura 5 ) mostra a reação inicial entre o radical livre DPPH e o antioxidante:



**Figura 5** – Reação genérica entre o radical livre DPPH e o antioxidante (REZENDE, 2010, p 6).

Depois que um radical livre é estabilizado, o antioxidante responsável por essa estabilidade, consequentemente também vira um radical, só que este é altamente estável. Essa propriedade ocorre porque os elétrons do anel benzênico realizam ressonância, dando estabilidade para o carbono ligado ao grupo OH, enquanto se forma o radical fenóxido, (FOGAÇA, 2018). A ressonância do anel é apontada na figura 6.

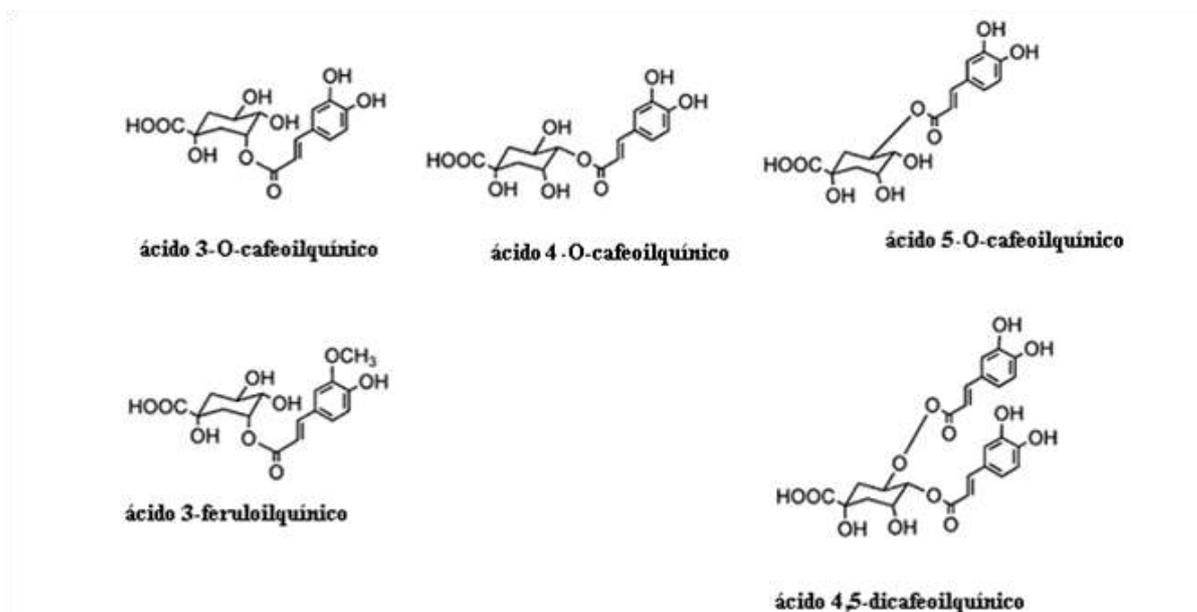


**Figura 6** – Ressonância do Anel na Estabilização do Fenol, (adaptado de Silva et al, 2014, p 59).

### 6.1.1 Ácido Clorogênico

Os compostos fenólicos predominantemente encontrados em grãos de café verde correspondem a ácidos Clorogênico (ACG), cerca de 12% de sólidos. Também conhecido como ácidos cinamoilquínicos, estes derivados de ácidos são uma família de ésteres formados entre ácido quínico e um ou mais ácidos cinâmicos (ácido

caféico, ferúlico e *p*- coumárico) (ROMERO, 2017). Na figura 7 podemos observar os principais ácidos clorogênicos encontrados no café:



**Figura 7:** Ácidos clorogênicos importantes no café, (TSUKUI, 2018, p 1).

Café é uma das bebidas mais consumidas no mundo sendo seus polifenóis quase que inteiramente ácido Clorogênico, fornecendo de 0,5 a 1,0 g por dia de ácidos hidroxinâmicos aos consumidores de café. Um litro de café fornece de 500 a 800 mg de ácido Clorogênico, o que corresponde a 250 a 400 mg de ácido caféico. Mais de 50 % dos americanos consomem café e a média per capita é de duas xícaras por dia (GARAMBONE et al, 2007).

## 7 MATERIAIS E MÉTODOS

### 7.1 MATERIAIS

Os resíduos de café utilizados nessa pesquisa foram obtidos através do armazenamento da borra do preparo de café comum, produzido em uma residência. O padrão, ácido Gálico (AG) e os demais reagentes: 2,2 – difenil -1 – picril-hidrazil (DPPH), o Folin-Ciocalteu, Acetona P.A, Água Destilada, Metanol P.A e Bicarbonato de Sódio foram fornecidos pelo Centro de Pesquisa em Ciências (CEPECI), assim como todos os equipamentos: Estufa de circulação de ar MA 035 – MARCOM, Dessecador, Estufa de Incubação 45°C MA 032/1, bomba a vácuo FISATOM 820, balança Analítica e as vidrarias: provetas, pipetas graduadas e volumétricas, balões volumétricos, espátula, bastão de vidro, Becker, Erlenmeyer e todo o suporte técnico para a realização da presente pesquisa.

### 7.2 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS ACETÔNICOS

Para ser utilizado, o resíduo foi colocado na estufa de ar forçado a 55°C (Estufa de circulação de ar MA 035 – MARCOM), durante 20 horas e depois colocado em um dessecador por 1 hora para que resfriasse.

Foi pesado 10g do resíduo, adicionando-se 200mL de acetona-água (80:20 v/v). As amostras foram colocadas em frascos Erlenmeyer em uma Estufa incubadora a 40°C sendo agitada 3 vezes por 1 minuto em um intervalo de tempo de 10 minutos, totalizando um tempo de 30 minutos na estufa. O sobrenadante foi filtrado com auxílio do filtro a vácuo e reservado. O sólido restante foi submetido novamente ao processo de extração. Após realizado a segunda extração os dois sobrenadantes foram colocados em um único recipiente e homogeneizados. Uma parte do sobrenadante foi reservada para a determinação de fenóis totais pelo método de Folin-Ciocalteu e outra para a determinação da capacidade antioxidante através do método de sequestro de radicais livres (DPPH<sup>+</sup>).

### 7.3 DETERMINAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS PELO MÉTODO FOLIN-CIOCALTEU

Foi preparada previamente uma curva de calibração do ácido gálico (AG), tendo como solução mãe, 0,05 g AG – 500 mL de metanol. Partindo desta solução, foram efetuadas diluições de 50 ug a 500 ug mL<sup>-1</sup>. A determinação de compostos fenólicos totais foi realizada em triplicata para a amostra de extrato fenólico.

O extrato previamente preparado foi dissolvido em metanol, (1 mL – 100 mL), em um balão volumétrico. Uma alíquota de 100 uL desta última solução foi agitada com 500uL do reagente de Folin-Ciocalteu e 6mL de água destilada durante 1 min; passado este tempo, 2 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> a 15% foi adicionado a mistura e submetida a agitação por 30s. A solução teve seu volume ajustado para 10 mL com água destilada. Após 2 h, a absorbância das amostragens foram lidas a 750 nm, utilizando-se cubetas de quartzo, tendo como “branco” o metanol e todos os reagentes sem o extrato. O teor de fenóis totais (FT) foi determinado pela interposição da absorbância das amostras contra uma curva de calibração construída e expressos como mg de EAG (equivalente de ácido gálico) por g de extrato.

### 7.4 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE ATRAVÉS DO MÉTODO DE SEQUESTRO DE RADICAIS LIVRES (DPPH<sup>+</sup>)

Para a determinação do DPPH<sup>+</sup> foi previamente preparada uma curva de calibração do reagente, em que 2,4 mg do reagente foi dissolvido para 100 mL de metanol, depois que a solução 60 µM foi devidamente preparada ficou armazenada em um vidro do tipo âmbar envelopado com papel alumínio para poder ser usado posteriormente. A partir desta solução de 60 µM, foram feitas soluções de 10 mL com concentrações que variaram de 10 µM a 50 µM. A leitura destas soluções foi

realizada em um ambiente escuro utilizando-se cubeta de quartzo em espectrofotômetro ajustado para 515 nm. O metanol foi empregado como branco.

Para determinação da atividade antioxidante utilizou o extrato previamente preparado, no qual volumes de 1 e 3 mL foram diluídos para 1000 ml de metanol, sendo baseado na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) pelos antioxidantes. Junto das amostras também foi preparada a solução controle que é composta por metanol 50 %, acetona 70% e água destilada (40:40:20 v/v, respectivamente).

A análise foi realizada em triplicata, onde 0,1 mL de cada diluição do extrato e da solução controle foi homogeneizado com 3,9 mL do radical DPPH. Após repouso de 40 minutos em local completamente escuro, a leitura foi feita em espectrofotômetro com absorvância de 515 nm, utilizando metanol como branco, os valores foram quantificados seguindo curva analítica previamente preparada, onde a absorvância foi dividida pela metade para ser utilizada no cálculo.

Os resultados da atividade antioxidante total (ATT), foi expresso como EC50(mg/L), que se refere a quantidade de amostra necessária para reduzir 50% da quantidade do radical DPPH inicial. Este valor é obtido a partir de uma segunda curva, que foi feita com os resultados de %SRL das amostras, estes valores foram plotados no eixo Y e as concentrações no eixo X, gerando uma segunda equação da reta, quando o cálculo foi realizado as absorvâncias foram divididas por 2 antes de substituir o Y da equação.

## 8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

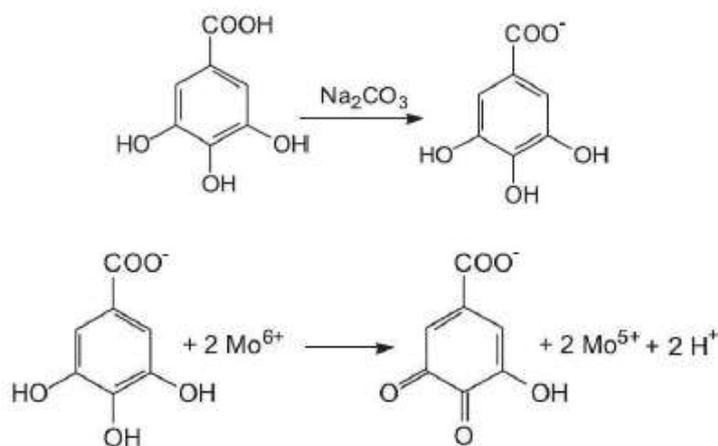
### 8.1 OBTENÇÃO DOS EXTRATOS ACETÔNICOS

Foi utilizada a metodologia de extração previamente estabelecida por Palomino e Del Bianchi (2015), com alterações.

### 8.2 DETERMINAÇÃO DE FENÓIS TOTAIS

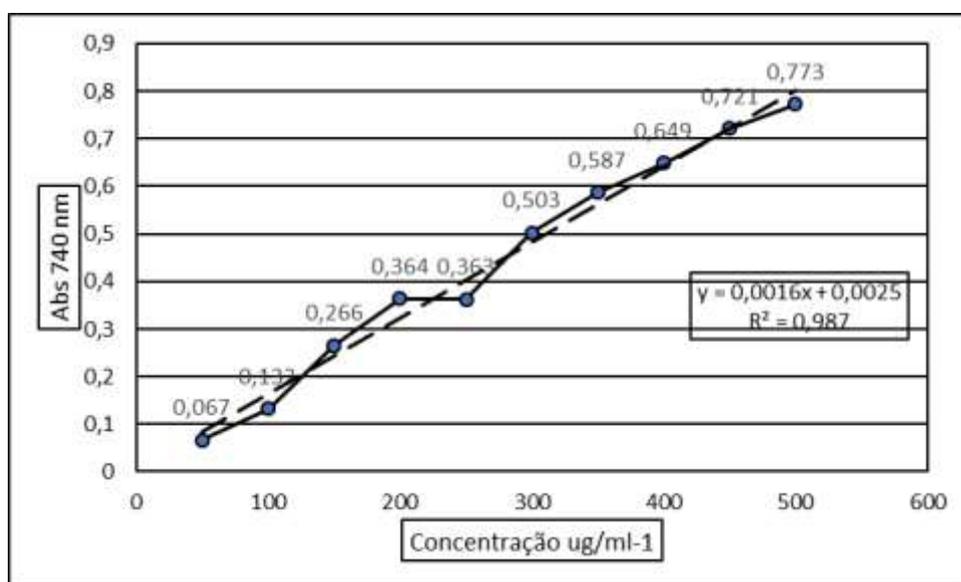
A determinação de compostos fenólicos totais foi realizada em triplicata para o extrato fenólico, empregando-se a metodologia descrita de Palomino e Del Bianchi (2015). O método de Folin-Ciocalteu, é um dos mais utilizados para a determinação de fenólicos totais em alimentos e seus derivados. Consiste na redução dos ácidos fosfomolibdico-fosfotungstico por agentes redutores, como as hidroxilas fenólicas, originando óxidos azuis de tungstênio ( $W_8O_{23}$ ) e de molibdênio ( $Mo_8O_{23}$ ), um complexo que absorve em  $\lambda_{\text{máx}}=760$  nm, (REZENDE, 2010). Esta redução que ocorre nos permite determinar a concentração de agentes redutores, que não necessariamente são de natureza fenólica, (SOUSA et al, 2007).

A reação, ocorre em meio alcalino e a solução de  $Na_2CO_3$  é a mais utilizada. O grupo fenólico deve se encontrar na forma de fenolato, para os ânions produzirem a oxidação. Acontecendo a desprotonação dos compostos fenólicos com o padrão ácido gálico, em meio básico, se gera o ânion carboxilado. A partir deste ponto, ocorre uma reação de oxi-redução entre o ânion e o reagente de Folin, na qual o molibdênio, componente do reagente de Folin, sofre redução e o meio reacional muda de coloração amarela para azul, (REZENDE, 2010). A figura 8 nos mostra a reação do ácido gálico com o molibdênio.



**FIGURA 8** – Reação do Ácido Gálico com Molibdênio, componente do reagente do Folin-Ciocalteu, (REZENDE, 2010, p 12).

Com o objetivo de expressar os resultados como equivalentes de ácido gálico (mg de ácido gálico/g de resíduo), realizou-se uma curva de calibração com esse padrão nas concentrações de 50 a 500  $\mu\text{g mL}^{-1}$ . A figura 9 nos apresenta a curva.



**FIGURA 9** – Curva de Calibração Ácido Gálico

O extrato de borra de café (água/cetona 20:80) apresentou uma quantidade relativa de teor de fenóis totais como constata-se na tabela 4, a seguir:

Amostra	Abs (760 nm)	Teor de Fenóis totais (mg AG g <sup>-1</sup> resíduo)
Extrato Acetônico Borra (0,1 – 100 mL)	0,029	16,56
	0,024	13,44
	0,028	15,94
Média	0,027	15,31
Desvio Padrão	0,00216	1,348612

**Tabela 4- Resultado da análise de fenóis totais.**

Os valores obtidos, se comparados aos encontrados no artigo de Palomino e Del Bianch (2015), são muito menores, o que nos mostra que as adaptações realizadas no método de obtenção do extrato fizeram com que a mesma não fosse tão eficiente quanto a original.

De acordo com Palomino e Del Bianch (2015), a maior parte dos compostos fenólicos no café se dá por ácidos clorogênicos e que a quantidade destes na borra do café é zero. Segundo Farah e Donangelo (2006), os ácidos clorogênicos possuem uma instabilidade térmica, podendo ser assim quase ou totalmente degradados durante o processo de torrefação, essa degradação forma vários derivados fenólicos, como por exemplo o ácido caféico.

Então a presença de fenóis totais neste resíduo pode ser atribuída a outros compostos fenólicos derivados do ácido clorogênico e até mesmo a outros compostos de natureza não fenólica, como cafeína e trigonelina, como já citado por Esquivel e Jimenez (2012). Uma vez que o método de determinação Folin-Ciocalteu não é de extrema precisão e pode conter diversos interferentes, já que outros compostos podem estar também realizando a redução dos componentes do reagente de Folin, e não exclusivamente as hidroxilas fenólicas como citado por Sousa et al (2007).

### 8.3 DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE POR SEQUESTRO DE RADICAIS LIVRES (DPPH<sup>+</sup>)

A determinação da capacidade antioxidante por sequestro de radicais livres foi feita seguindo a metodologia de Rufino et al (2007). O teste do DPPH (1,1-difenil-2-picril-

hidrazil) é um método colorimétrico rápido e eficaz para estimar a atividade antiradicalar. Este ensaio químico é amplamente utilizado em pesquisas de desenvolvimento de alimentos, cosméticos, fármacos dentre outros produtos com uma intensa atividade antiradicalar, no isolamento de antioxidantes e para testar a capacidade geral dos extratos de alimentos ou outros produtos e compostos puros de absorção de radical. O radical DPPH é um composto orgânico estável contendo nitrogênio com uma forte absorção em  $\lambda_{max}$  517 nm e uma cor púrpura escura. Depois de reagir com compostos antioxidantes, ele é reduzido e a cor muda para amarela, (REZENDE, 2010).

Para expressar os resultados da % de sequestro de radicais livres (%SRL), utilizou-se um cálculo entre a razão da Abs da amostra(AbsA) e a Abs do Controle(AbsC). Como mostra a equação abaixo:

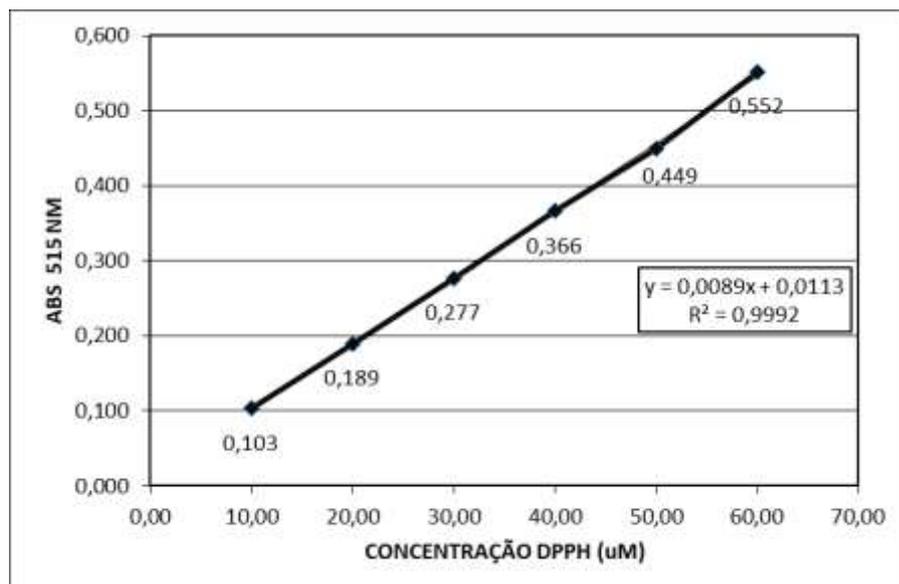
$$\% \text{ SRL} = (1 - (\text{AbsA} / \text{AbsC})) * 100.$$

Os resultados estão apresentados na tabela 5:

Amostra	Abs	%SRL	Média % SRL	Desvio Padrão
0,1 ml 1:1000	0,697	40,43	39,74	0,97075
	0,700	40,17		
	0,718	38,63		
0,1 ml 3:1000	0,432	63,08	61,97	1,1976
	0,460	60,68		
	0,445	61,97		
0,1 ml Solução Controle	1,170	0,0		

**TABELA 5** – Resultados da Porcentagem de Sequestro de Radicais livres (%SRL).

Após a leitura das amostras, para realizar a determinação do consumo em  $\mu\text{M}$  DPPH, foi utilizada a equação da reta da curva de calibração previamente preparada. No qual os valores das absorbâncias foram divididos pela metade antes de serem utilizados no cálculo. A figura 10 mostra a curva de calibração.



**FIGURA 10** – Curva de Calibração DPPH.

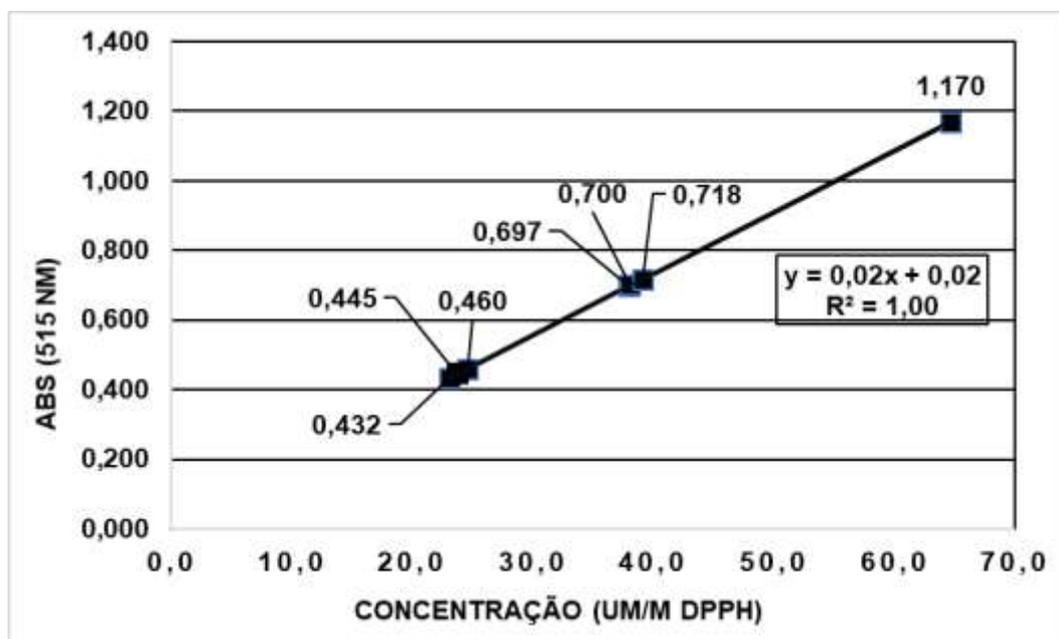
Os resultados encontrados em  $\mu\text{M}$  foram transformados para Mol e posteriormente em g de DPPH, para ser utilizado em um quarto cálculo, os valores estão apresentados na tabela 6.

Amostra	ABS	ABS/2	Micro Mol / L	Mol / L	g DPPH
0,1 ml 1:1000	0,697	0,3485	37,89	0,000037888	0,0149
	0,700	0,3500	38,06	0,000038056	0,0150
	0,718	0,3590	39,07	0,000039067	0,0154
0,1 ml 3:1000	0,432	0,2160	23,00	0,000023000	0,0091
	0,460	0,2300	24,57	0,000024573	0,0097
	0,445	0,2225	23,73	0,000023730	0,0094
0,1 mL Solução Controle	1,170	0,5850	64,46	0,000064461	0,0254

**Tabela 6** – Resultados do consumo em MicroMol, Mol e g de DPPH.

Para calcular o EC50, que expressa a quantidade mínima necessária de um composto para começar a realizar atividade antioxidante de maneira a inibir 50% da concentração inicial de DPPH presente, foi construída uma segunda curva linear

com os valores da concentração do DPPH em  $\mu\text{M}$  no eixo X e as absorvâncias das amostras no eixo Y. Obtendo uma segunda equação da reta para efetuar o cálculo. A figura 11 nos apresenta a curva para cálculo do EC50.



**FIGURA 11** – Curva para Cálculo do EC50

Os valores da absorvância ainda são utilizados pela metade, os resultados encontrados com a equação da reta, estão expressos em mg/L como normalmente é empregado e considerado, mas ainda assim foram transformados para g / L para um último cálculo de g de borra / g DPPH. Os resultados obtidos estão apresentados na tabela 7.

Amostra	ABS	ABS/2	EC50 mg/L	Média EC50 mg/l	Desvio Padrão EC50 mg/l
0,1 ml 1:1000	0,697	0,3485	16,43	16,63	0,2839
	0,700	0,3500	16,50		
	0,718	0,3590	16,95		
0,1 ml 3:1000	0,432	0,2160	9,80	10,14	0,3514
	0,460	0,2300	10,50		
	0,445	0,2225	10,13		

**Tabela 7**– Resultado EC50.

Os últimos cálculos realizados levaram aos valores de g borra / g DPPH. Os resultados estão exibidos na tabela 8.

Amostra	EC50 mg/L	EC 50 g/L	g Borra/ g DPPH	Média g borra / g DPPH	Desvio Padrão gborra/gdpph
0,1 ml 1:1000	16,43	0,0164	1,0994	1,0997	0,0005
	16,50	0,0165	1,0995		
	16,95	0,0170	1,1003		
0,1 ml 3:1000	9,80	0,0095	1,0806	1,0821	0,0015
	10,50	0,0105	1,0836		
	10,13	0,010	1,0820		

**TABELA 8 – Resultados de g de borra / g DPPH.**

Mesmo com a pouca eficiência de extração devido as adaptações feitas no método de obtenção do extrato fenólico, os valores encontrados de %SRL foram significativos, uma vez que mesmo numa concentração mais diluída quase 50% dos radicais foram sequestrados.

No caso do EC50, quanto menores forem os valores encontrados, melhor pode ser visto a eficácia dos antioxidantes. Já que uma quantidade pequena contém grande ação antiradicalar. Os resultados obtidos foram satisfatórios, mostrando que pequenas quantidades seriam necessárias para acontecer a ação antioxidante.

## 9 CONCLUSÃO

Sendo a borra do café um dos resíduos mais gerados dentro da indústria cafeeira, a reversão deste resíduo em um subproduto se mostra mais que necessária, visando tanto a parte econômica, como também a parte ambiental, sendo que uma vez que esta é reutilizada o seu descarte em aterros passa a ser menor, dando um controle maior à poluição gerada pelas indústrias.

Devido a sua capacidade antioxidante e sua granulometria fina, a borra pode ser empregada tanto a fabricação de extratos fenólicos como também diretamente nos cosméticos na forma em que se encontra, sua granulometria faz com que a borra tenha uma ação esfoliante sobre a pele, assim sendo irá varrer as impurezas e pele morta e seus componentes fenólicos completam o processo ajudando a proteger a pele com os antioxidantes presentes.

Com base em todos os estudos levantados e após a realização das devidas análises e avaliação de seus resultados, mesmo com alguns interferentes, pode-se concluir com base nesta pesquisa que a borra do café tem presença de antioxidantes em quantidades consideráveis para a sua reutilização na indústria cosmética farmacêutica.

## REFERÊNCIAS

ABIC, **Associação Brasileira da Indústria de café**, 2018. Disponível em: <[www.abic.com.br](http://www.abic.com.br)>. Acesso em: 18 de jul. 2018.

ANTÓNIO, J. **O micro-crédito como ferramenta para o relançamento da cultura do café na região agrícola do Libolo e Amboim**, 2008, Angola. Disponível em <<http://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/609/1/Tese%20JA1.2.pdf>>. Acesso em: 24 jul. 2018.

BOBBIO, Florinda O.; BOBBIO, Paulo A. **Introdução à química de alimentos**, 1995. Varela, Rio de Janeiro: 1995.

BOND A. J.; MORRISON-SAUNDERS A.. Re-evaluating Sustainability Assessment: Aligning the vision and the practice. **Environmental Impact Assessment Review**, n. 3 v. 11 2011, p. 1-7.

BRASITALIA, Máquinas e Café. **A História do Café: Origem e Trajetória**, 2018. Disponível em <<http://www.brasitaliacafe.com.br/anexos/880/23273/a-origem-do-cafe-pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

BRITO, Adjaci Dias de. **Caracterização Química De Resíduo De Café (Borra) E Seu Efeito Em Cafeeiro Orgânico Adensado E Em Plântulas De cafeeiro E Tomateiro**. 2013. 2 P. Tese De Doutorado Em Agronomia (Programa De Pós-Graduação Em Agronomia - Ppga) - Faculdade De Agronomia E Medicina Veterinária - Fav, Universidade De Brasília - Unb, Brasília, Df, 2013.

DEGÁSPARI, Claudia Helena; WASZCZYNSKYJ, Nina. **Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos**. 2004. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/academica/article/viewFile/540/453>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

DIAS, Mariana. **Aproveitamento de resíduos do processamento de café para produção de carotenóides por leveduras e bactérias**. 2016. 122 p. Tese (Programa de pós graduação em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, 2016.

DURAN, 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. **Rev. Virtual Quim.**, n. 1, v. 09, 2016, p. 107-134.

ECYCLE, Equipe. **Antioxidantes**: o que são e em quais alimentos encontrá-los. 2015. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/2740-antioxidantes-antioxidante>>. Acesso em: 24 jul. 2018.

ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V.M. Functional properties of coffee and coffee by-products. **Food Res. Int.**, vol. 46, no. 2, 2012 p. 488–495.

FARAH, A.; DONANGELO, C. M. **Phenolic compounds in coffee**. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Piracicaba, v. 18, n. 1, 2006, p. 23–36.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. **Propriedades dos Fenóis**, 2018. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/propriedades-dos-fenois.htm>>. Acesso em: 19 de out. 2018.

GARAMBONE, E.; ROSA, G. Possíveis benefícios do ácido clorogênico à saúde. **Alimentos e Nutrição**, Marília, v. 18, n. 2, 2007, p. 229-235.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Café no Brasil**, 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/cafe/cafeicultura-brasileira>>. Acesso em: 05 de jul. 2018.

MATOS, A.T.. Tratamento e Destinação Final dos Resíduos Gerados no Beneficiamento do Fruto do Cafeeiro: In: **Produção Integrada de Café**. Viçosa: UFV: DFP, 710, 2003, p 648 a 695.

MELLO EL HALAL, Shanise Lisie. **Composição, processamento e qualidade do café**. 2008. 13 p. Projeto de Pós-Graduação (Curso de Bacharelado em Química de alimentos) - Faculdade de Ciências Domésticas, Universidade Federal De Pelotas, Pelotas, RS, 2008.

MURTHY, P.S.; NAIDU, M. **Sustainable management of coffee industry by-products and value addition - A review**. *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 66, 2012, p 45;58.

NEPLAME, **Atividade Antioxidante**. 2018. Disponível em <<http://www.neplame.univasf.edu.br/atividade-antioxidante.html>>. Acesso em: 24 de jul. 2018.

PALOMINO GARCÍA, Lady Rossana; DEL BIANCHI, Vanildo Luiz. **Capacidade antioxidante em resíduos da indústria cafeeira**. 2015. Brazilian Journal of Food Technology, Campinas v.18, n. 4, p. 307;313.

REZENDE, Larissa Cavalcante de. **Avaliação da atividade antioxidante e composição química de seis frutas tropicais consumidas na Bahia**. 2010. 106 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal da Bahia (UFBA), Bahia. 2010.

ROMERO, Noelia Giselle. **Extração de compostos fenólicos a partir de café e sua caracterização química e funcional**. 2017. 1-129 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2017.

RUFINO, Maria do Socorro Moura; ALVES, Ricardo Elesbão; BRITO, Edy Sousa de; MORAIS, Selene Maia de; SAMPAIO, Caroline de Goes; JIMÉNEZ, Jara Pérez; CALIXTO, Fulgencio Diego Saura. Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do Radical Livre DPPH. In: **Comunidade Técnico online**. Embrapa Ceará, Fortaleza, 2007, 4 p.

RUIZ, Antônio Ibañez. Café. **Cartilha Temática (Café)** - Ministério da Educação, Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica, Brasília, DF, 2005.

SÁ, Matheus Malta de. **Antioxidantes: efeitos no organismo**. 2015. Disponível em: <<https://www.criasaude.com.br/noticias/2015/007/antioxidantes-efeitos-no-organismo-e-fontes-naturais.html>>. Acesso em: 24 jul. 2018.

SANTOS, Rita Cristina da Costa. **Desenvolvimento e caracterização de um sabonete contendo borras de café**. 2016. 1-2 p. Projeto de Pós-Graduação (Mestre em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal, 2016.

SILVA, ALVES PEREIRA, DUCIMARA, et al. **Otimização da Degradação do Fenol da água produzida por radiação U.V – Efeito Sinérgico da Adsorção Cinética de Poluentes em SiO<sub>2</sub>**. Revista Tecnologia e Informação Ano 2, nov/14-Fev/15. 2014, p 53 – 61.

SOUSA, C. M. D. M. et al. **Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais**. Química Nova, São Paulo, v. 30, n. 2, 2007, p. 351–355.

TOLEDO, P.R.A.B.; PEZZA, H.R.; TOCI, A.T. Relationship Between the Different Aspects Related to Coffee Quality and Their Volatile Compounds. **Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.**, vol. 15, no. 4, pp. 705–719, 2016.

TRAVELER, The Coffee. **Caramelização**: Um olhar microscópico. 2013. Disponível em: <<http://www.thecoffeetraveler.net/new-blog-4/2015/8/27/caramelizao-um-olhar-microscopico>>. Acesso em: 19 de out. 2018.

TSUKUI, ANNA. Ácidos Clorogênicos – Disponível em <[http://qnint.sbg.org.br/qni/popup\\_visualizarMolecula.php?id=ym3ATeaK0yBB5T-cXzLrAxfHbW6SqaiOx9hi4WFxvpwqgEupASE\\_aa9pC4LCD8qAVaOP0q0Thr1wYHkT4g06aw==](http://qnint.sbg.org.br/qni/popup_visualizarMolecula.php?id=ym3ATeaK0yBB5T-cXzLrAxfHbW6SqaiOx9hi4WFxvpwqgEupASE_aa9pC4LCD8qAVaOP0q0Thr1wYHkT4g06aw==)> Acesso: 19 ago. 2018.