

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE FARMÁCIA

EMILIANA PEREIRA BASÍLIO

**CARACTERIZAÇÃO DA PELÍCULA PRATEADA DE CAFÉ ARÁBICA,  
APLICAÇÃO EM BOLO DE CHOCOLATE E SEUS EFEITOS NO TEOR DE FIBRA  
ALIMENTAR, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ATRIBUTOS SENSORIAIS**

Belo Horizonte

2018

EMILIANA PEREIRA BASÍLIO

**CARACTERIZAÇÃO DA PELÍCULA PRATEADA DE CAFÉ ARÁBICA,  
APLICAÇÃO EM BOLO DE CHOCOLATE E SEUS EFEITOS NO TEOR DE FIBRA  
ALIMENTAR, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ATRIBUTOS SENSORIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestra em Ciência de Alimentos.

Área de concentração: Química e Bioquímica de Alimentos

Orientadora: Profa. Dra. Adriana Silva França

Coorientadora: Profa. Dra. Camila Argenta Fante

Belo Horizonte

2018

B312c Basílio, Emiliania Pereira.  
Caracterização da película prateada de café arábica, aplicação em bolo de chocolate e seus efeitos no teor de fibra alimentar, atividade antioxidante e atributos sensoriais / Emiliania Pereira Basílio. – 2018. 93 f. : il.

Orientadora: Adriana Silva França.  
Coorientadora: Camila Argenta Fante.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos.

1. Café – Teses. 2. Resíduos agroindustriais – Teses. 3. Fibras alimentares – Teses. 4. Antioxidantes – Teses. 5. Análise sensorial – Teses. I. França, Adriana Silva. II. Fante, Camila Argenta. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Farmácia. IV. Título.

CDD: 663.93



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

PPGCA

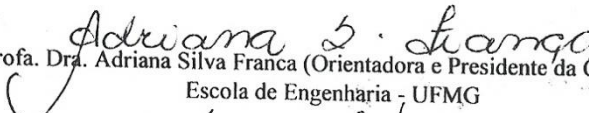
## FOLHA DE APROVAÇÃO

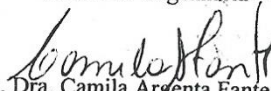
**CARACTERIZAÇÃO DA PELÍCULA PRATEADA DE CAFÉ ARÁBICA,  
APLICAÇÃO EM BOLO DE CHOCOLATE E SEUS EFEITOS NO TEOR DE FIBRA  
ALIMENTAR, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E ATRIBUTOS SENSORIAIS**

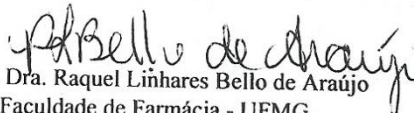
**EMILIANA PEREIRA BASÍLIO**

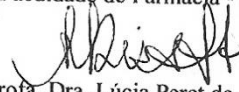
Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA DE ALIMENTOS, como requisito para obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIA DE ALIMENTOS, área de concentração CIÊNCIA DE ALIMENTOS.

Aprovada em 29 de agosto de 2018, pela banca constituída pelos membros:

  
Profa. Dra. Adriana Silva Franca (Orientadora e Presidente da Comissão)  
Escola de Engenharia - UFMG

  
Profa. Dra. Camila Argenta Fante (Coorientadora)  
Faculdade de Farmácia - UFMG

  
Profa. Dra. Raquel Linhares Bello de Araújo  
Faculdade de Farmácia - UFMG

  
Profa. Dra. Lúcia Peret de Almeida  
UNI-BH

Belo Horizonte, 29 de agosto de 2018.

Aos meus pais, com amor.

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas bênçãos, saúde e proteção.

Agradeço a minha orientadora Adriana, que despertou meu interesse em pesquisar a película prateada na disciplina Aproveitamento de Resíduos Sólidos, pelo suporte durante o desenvolvimento do trabalho e minha gratidão especial pelo apoio em uma fase difícil.

Agradeço a minha co-orientadora Camila pela atenção, por compartilhar os conhecimentos sobre análise sensorial e disponibilizar o laboratório.

Agradeço ao professor Leandro pelas interessantes aulas de Química do Café.

Agradeço à minha família que tanto amo e admiro: meus pais, pelo exemplo, presença e apoio constantes; meus irmãos, Tiago, Taciana e Guilherme pelo incentivo e pela forma unida que vivemos; e Bernardo pelo amor, companheirismo e paciência.

Agradeço à vovó Maria que estará sempre presente nas boas lembranças e marcas de amor que deixou em minha vida.

Agradeço aos amigos do laboratório, em especial a Laís Maia pela boa vontade, ajuda nos experimentos e por compartilhar suas experiências; William pela parceria no uso de equipamentos, ajuda como professor de química, pelos conselhos e suas palavras do bem; Verônica que foi meu primeiro contato no laboratório e que me acalmou quando precisei; Andréia, pelo esclarecimento de dúvidas e conversas sensatas; Carol, Pablo e Fernando pela ajuda com os equipamentos; Mariana e Anna Lidya, pela parceria nas disciplinas; Michele, Laís Brito, Gisella, Yuri, Daniela, Gabriel e Marcus, todos me ajudaram de alguma forma.

Agradeço a professora Scheilla por ter disponibilizado o laboratório de Bromatologia e a Ronália pela ajuda nos experimentos.

Agradeço aos que me ajudaram na análise sensorial: Victor, João, Marina, e novamente Laís Maia, William, Andréia, Carol e Gisella.

Agradeço aos meus familiares e amigos que me acompanham e torcem por mim.

Gratidão a todos que estiveram comigo neste trabalho!

## RESUMO

A película prateada é o resíduo do processo de torração do café. Alternativas sustentáveis de aproveitamento são importantes para preservação do meio ambiente e agregam valor aos resíduos. O objetivo deste estudo foi avaliar a aplicação da película prateada em diferentes concentrações, como fonte de fibra em bolos de chocolate. A fibra da película prateada é fonte de antioxidantes devido à presença de ácidos clorogênicos e melanoidinas na matriz do polissacarídeo. Foi realizada a caracterização físico-química da película prateada, avaliação da atividade antioxidante pelos métodos FRAP e DPPH, análise dos compostos fenólicos extraíveis e não extraíveis, e das propriedades tecnológicas. A película prateada apresentou 68,35% de fibra alimentar total e quantidades significativas de proteínas e cinzas. A adição de película aumentou o conteúdo de fibra alimentar total, a atividade antioxidante, e o teor de compostos fenólicos extraíveis e não extraíveis dos bolos. O baixo teor de umidade e os índices de absorção de água e óleo também favorecem sua aplicação em alimentos. Por meio de análise sensorial avaliou-se a aceitação dos atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global pela escala hedônica de 9 pontos, e a intenção de compra por escala de 5 pontos. A partir dos resultados dos testes de aceitação e intenção de compra foram elaborados os mapas de preferência interno. Os bolos com menores teores de película (2,61% e 3,59%) tiveram a mesma aceitação e o bolo com 4,57% foi o menos aceito pelos provadores. Os atributos mais importantes foram o sabor e a impressão global, que na escala hedônica se situaram entre os termos gostei ligeiramente e gostei moderadamente para os bolos com maior preferência.

**Palavras-chave:** Película prateada. Resíduo agroindustrial. Fibra alimentar. Antioxidantes. Análise sensorial.

## ABSTRACT

Coffee silverskin is a by-product of the roasting process. Reuse sustainable alternatives are important to preserve environment and add value to such by-products. This study aimed to evaluate the application of silverskin in different concentrations as a fiber source in chocolate cakes. The silverskin fiber is an antioxidant source that contains chlorogenic acid and melanoidins associated with the polysaccharide matrix. Physicochemical characterization, antioxidant capacity by FRAP and DPPH methods, extractable and non-extractable phenolics and technological properties were determined. Silverskin total dietary fiber was 68,35% and the amounts of protein and ashes were significant. The addition of silverskin increased total dietary fiber content, antioxidant capacity and extractable and non-extractable phenolics contents of the cakes. The low moisture content and water and oil holding capacity are good properties for use of silverskin in foods. The sensory analysis evaluated the acceptance of color, smell, taste, texture and overall impression by 9-point hedonic scale, and intention to buy used 5-point scale. Internal preference mappings were obtained with the results from acceptance and intention to buy tests. The cakes with lower coffee silverskin content (2,61% and 3,58%) had the same level of acceptance and cake with 4,57% was the less accepted. The most important attributes were taste and overall impression which according to the hedonic scale corresponded to like slightly and like moderately for the cakes that were more accepted.

**Keywords:** Coffee silverskin. Agro-industrial by-product. Dietary fiber. Antioxidants. Sensory analysis.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fruto do café .....	16
Figura 2 - Círculo cromático CIELAB .....	28
Figura 3 - Película prateada .....	30
Figura 4 - Película prateada moída e peneirada .....	31
Figura 5 - Gráficos com as respostas do questionário socioeconômico e de hábitos de consumo .....	67
Figura 6 - Mapas de preferência interno para os atributos cor (a) e aroma (b) .....	69
Figura 7 - Mapas de preferência interno para os atributos sabor (a) e textura (b) ....	70
Figura 8 - Mapa de preferência interno para o atributo impressão global .....	71
Figura 9 - Mapa de preferência interno <i>three-way</i> para cor, aroma, sabor, textura e impressão global de bolos de chocolate .....	72
Figura 10 - Mapa de preferência interno para a intenção de compra .....	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulações dos bolos de chocolate .....	42
Tabela 2 - Composição centesimal da película prateada e comparação com outros estudos .....	47
Tabela 3 - Teores de fibras insolúveis, fibras solúveis e fibra alimentar total da película prateada e comparação com outros estudos .....	49
Tabela 4 - Conteúdo de polifenóis extraíveis da película prateada e comparação com outros estudos .....	51
Tabela 5 - Conteúdo de polifenóis extraíveis da película prateada e comparação com outros resíduos .....	52
Tabela 6 - Conteúdo de polifenóis não extraíveis da película prateada e comparação com outros estudos .....	54
Tabela 7 - Atividade antioxidante da película prateada pelo método FRAP e comparação com outros estudos .....	55
Tabela 8 - Atividade antioxidante da película prateada pelo método FRAP e comparação com outros resíduos .....	56
Tabela 9 - Atividade antioxidante da película prateada pelo método DPPH e comparação com outros resíduos .....	57
Tabela 10 - Propriedades tecnológicas da película prateada e comparação com outros estudos .....	59
Tabela 11 - Teores de fibras insolúveis, fibras solúveis e fibra alimentar total dos bolos sem película e com película .....	60
Tabela 12 - Conteúdo de fibra alimentar total dos bolos com adição de película prateada e comparação com outros estudos .....	61
Tabela 13 - Resultados dos parâmetros de cor dos bolos .....	62
Tabela 14 - Conteúdo de polifenóis extraíveis dos bolos, extração com metanol 50% e acetona 70% .....	63
Tabela 15 - Conteúdo de polifenóis não extraíveis dos bolos, extração com metanol 50% e acetona 70% .....	64

Tabela 16 - Atividade antioxidante dos bolos pelo método FRAP, extração com etanol 60% .....	65
Tabela 17 - Atividade antioxidante dos bolos pelo método DPPH, extração com metanol 50% e acetona 70% .....	65
Tabela 18 - Médias dos testes de aceitação dos bolos para os atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global .....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- a\* - Parâmetro CIELAB relacionado a tonalidades de vermelho a verde
- AACC - American Association of Cereal Chemists
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists
- ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café
- ABIMAPI - Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industriais
- AGEs - Produtos de Glicação Avançada
- ALM - Departamento de Alimentos
- ANOVA - Análise de Variância
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
- b\* - Parâmetro CIELAB relacionado a tonalidades de amarelo a azul
- C\* - Parâmetro CIELAB relacionado a intensidade da cor
- CAAE - Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
- CIELAB - Sistema de cores subtrativas
- COEP - Comitê de Ética em Pesquisa
- DPPH - 2,2-difenil-1-picril-hidrazil
- EAG - Equivalentes de Ácido Gálico
- EC 50 - Concentração Efetiva 50%
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- ERO - Espécies Reativas de Oxigênio
- FAFAR - Faculdade de Farmácia
- FRAP - Ferric Reducing Antioxidant Power
- h\* - Ângulo Hue
- IAA - Índice de Absorção de Água
- IAO - Índice de Absorção de Óleo
- ISA - Índice de Solubilidade em Água
- L\* - Luminosidade
- LASEC - Laboratório de Análise Sensorial e Estudos com Consumidor
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
- PC - Componente Principal
- pH - Potencial Hidrogeniônico
- RDC - Resolução da Diretoria Colegiada

SPSS - Statistical Package for the Social Sciences

TCLE - Termo de Consentimento Livre Esclarecido

TPTZ - 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-trizina

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

VI - Volume de Intumescimento

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
<b>2.1 Processamento do Café e a Geração de Resíduos</b> .....	16
<b>2.2 Película Prateada do Café</b> .....	17
<b>2.2.1 Aplicações da Película Prateada</b> .....	18
<b>2.3 Fibra Alimentar</b> .....	23
<b>2.4 Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante</b> .....	25
<b>2.5 Análise Colorimétrica</b> .....	27
<b>2.6 Análise Sensorial</b> .....	28
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	30
<b>3.1 Obtenção e Preparo da Película Prateada do Café</b> .....	30
<b>3.2 Caracterização Físico-Química da Película Prateada</b> .....	31
<b>3.2.1 Determinação de Umidade</b> .....	31
<b>3.2.2 Determinação de Resíduo Mineral Fixo (Cinzas Totais)</b> .....	32
<b>3.2.3 Determinação de Extrato Etéreo</b> .....	32
<b>3.2.4 Determinação de Proteínas</b> .....	33
<b>3.2.5 Determinação de Fibras Alimentares Insolúveis e Solúveis</b> .....	34
<b>3.3 Análise Colorimétrica da Película Prateada</b> .....	36
<b>3.4 Capacidade Antioxidante da Película Prateada</b> .....	36
<b>3.4.1 Preparo dos Extratos para Análise</b> .....	37
<b>3.4.1.1 Extração com Metanol e Acetona</b> .....	37
<b>3.4.1.2 Extração com Etanol</b> .....	37
<b>3.4.2 Determinação dos Polifenóis Extraíveis</b> .....	38
<b>3.4.3 Determinação dos Polifenóis Não Extraíveis</b> .....	38
<b>3.4.4 Avaliação da Capacidade Antioxidante pelo método FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)</b> .....	39
<b>3.4.5 Avaliação da Capacidade Antioxidante pelo método DPPH (1,1-difenil-2-picrylhydrazil)</b> .....	40
<b>3.5 Análise das Propriedades Tecnológicas</b> .....	40
<b>3.5.1 Índice de Absorção de Óleo (IAO)</b> .....	41
<b>3.5.2 Índice de Absorção de Água (IAA)</b> .....	41
<b>3.5.3 Índice de Solubilidade em Água (ISA)</b> .....	41
<b>3.5.4 Volume de Intumescimento (VI)</b> .....	42
<b>3.6 Preparo dos Bolos de Chocolate</b> .....	42

<b>3.6.1 Determinação de Fibras Alimentares Insolúveis e Solúveis dos Bolos</b> ....	43
<b>3.6.2 Análise Colorimétrica dos Bolos</b> .....	43
<b>3.6.3 Análise da Capacidade Antioxidante dos Bolos</b> .....	44
<b>3.6.3.1 Preparo dos Extratos para Análise</b> .....	44
<b>3.6.3.2 Determinação dos Polifenóis Extraíveis</b> .....	44
<b>3.6.3.3 Determinação dos Polifenóis Não Extraíveis</b> .....	44
<b>3.6.3.4 Avaliação da Capacidade Antioxidante pelos métodos FRAP e DPPH</b> ..	44
<b>3.7 Análise Sensorial dos Bolos de Chocolate</b> .....	44
<b>3.8 Análise dos Dados</b> .....	45
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	47
<b>4.1 Caracterização Físico-Química da Película Prateada</b> .....	47
<b>4.2 Análise Colorimétrica da Película Prateada</b> .....	50
<b>4.3 Análise dos Compostos Bioativos</b> .....	51
<b>4.3.1 Análise dos Polifenóis Extraíveis</b> .....	51
<b>4.3.2 Análise dos Polifenóis Não Extraíveis</b> .....	53
<b>4.4 Análise da Capacidade Antioxidante da Película Prateada</b> .....	55
<b>4.5 Análise das Propriedades Tecnológicas</b> .....	58
<b>4.6 Conteúdo de Fibra Alimentar dos Bolos</b> .....	60
<b>4.7 Análise Colorimétrica dos Bolos</b> .....	62
<b>4.8 Análise dos Compostos Bioativos e Capacidade Antioxidante dos Bolos</b> ..	63
<b>4.9 Análise Sensorial dos Bolos</b> .....	67
<b>4.9.1 Caracterização do Perfil dos Consumidores dos Bolos</b> .....	67
<b>4.9.2 Testes de Aceitação</b> .....	68
<b>5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES</b> .....	75
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	77
<b>ANEXO A – Questionário de coleta de dados para análise sensorial de bolos de chocolate</b> .....	90
<b>ANEXO B – Ficha de avaliação</b> .....	93

## 1 INTRODUÇÃO

O café é uma das bebidas mais consumidas no mundo. O cultivo de café está presente em diversos países com expressiva produção. A Etiópia é considerada o habitat natural do café Arábica, e a África Central do café Robusta. (MURTHY; NAIDU, 2012b).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café e apresenta atualmente um parque cafeeiro estimado em 2,168 milhões de hectares, sendo 287,7 mil hectares em formação e 1.880,9 mil hectares em produção. A estimativa para 2018 indica uma produção de 58 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado, com crescimento de 29,1% em comparação com o ano passado. Minas Gerais é o maior estado produtor, seguido do Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Rondônia e Paraná (MAPA, 2018).

A produção de café para comercializá-lo como grão cru gera mais de 50% de resíduos que são descartados e causam problemas ambientais (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012). Além disso, a indústria de café gera uma quantidade significativa de resíduos, principalmente de borra de café e película prateada (MUSSATTO *et al.*, 2011a).

A película prateada é um fino tegumento que se destaca do grão de café no processo de torração, tornando-se um resíduo utilizado como combustível ou fertilizante para solo, e como não é completamente aproveitada, gera mais poluição (BORRELLI *et al.*, 2004; MUSSATTO *et al.*, 2011a). A própria composição da película como celulose, hemicelulose, proteínas, lipídeos e polifenóis, já a torna um poluente porque demanda elevada quantidade de oxigênio na degradação (ATES; ELMACI, 2018). Uma abordagem sustentável tem sido a utilização de tecnologias para transformar estes resíduos em produtos de maior valor agregado (LAUFENBERG; NYSTROEM, 2003).

As fibras alimentares são reconhecidas por atuarem na promoção da saúde, prevenindo doenças cardiovasculares, diverticulite, constipação intestinal, câncer de cólon, obesidade e diabetes (RODRIGUEZ *et al.*, 2006). A fibra alimentar antioxidante possui quantidades significativas de antioxidantes naturalmente associados à matriz da fibra, e além dos benefícios à saúde dos consumidores, apresenta propriedades



tecnológicas que ampliam seu uso nas indústrias de alimentos (SAURA-CALIXTO, 1998).

Diversos resíduos agroalimentares têm sido utilizados para obtenção de fibras como por exemplo a partir de cerejas pequenas, com danos físicos na casca ou com excesso de maturação (BASANTA *et al.*, 2014); subprodutos da indústria de sucos de limão, toranja e romã (LÓPEZ-MARCOS *et al.*, 2015) e de grãos defeituosos de café (PENNA, 2015). Estudos mostram a aplicação de fibras obtidas a partir de subprodutos em alimentos como farelo de arroz desengordurado em pães (HU *et al.*, 2009), resíduos do processamento de suco de laranja (casca, polpa e sementes) em sorvetes (CRIZEL *et al.*, 2013) e farinha de casca de romã em biscoitos (SRIVASTAVA *et al.*, 2014).

A utilização da película prateada como fonte de fibra alimentar e de compostos antioxidantes é uma alternativa interessante para o reaproveitamento deste resíduo, por agregar valor ao produto no qual for adicionada e proporcionar benefícios à saúde humana (MURTHY; NAIDU, 2012b).

Além do seu uso como fonte de fibra na formulação de pães (POURFARZAD *et al.*, 2013), estudos anteriores mostraram a obtenção de uma bebida a partir do extrato da película prateada para redução de peso corporal (MARTINEZ-SAEZ *et al.*, 2014), aplicação da película prateada em uma bebida mista de café, cacau e café cru (RIBEIRO *et al.*, 2014), como adsorvente para recuperação de óleos de fritura usados (ISMAIL *et al.*, 2017) e substituto de gordura na panificação (ATES; ELMACI, 2018).

O comércio de bolos no Brasil adquiriu crescente importância entre os produtos de panificação, principalmente devido ao desenvolvimento técnico que aumentou a escala de produção das indústrias (MOSCATTO *et al.*, 2004). De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industriais (ABIMAPI, 2017) as vendas de bolos industrializados no Brasil foram de 31,880 mil toneladas em 2017, e no ranking mundial, ocupa o décimo segundo lugar.

O desenvolvimento de novos produtos na indústria de alimentos é importante para manter as empresas no mercado e satisfazer as necessidades dos consumidores (ZHI *et al.*, 2016). A análise sensorial é primordial nesse segmento porque os consumidores possuem diferentes opiniões sobre gostos e desgostos, e técnicas são necessárias para determinar a preferência (GUINARD *et al.*, 2001). Como ciência, a análise sensorial estuda os aspectos psicológicos, comportamentais e fisiológicos das pessoas, relaciona com conhecimentos biológicos, da área de alimentos e estatística

para possibilitar o entendimento da interação entre o homem e o alimento (TUORILA; MONTELEONE, 2009).

Neste contexto e considerando a importância de se minimizar os impactos ambientais gerados pelos resíduos do processamento do café, propõe-se o acréscimo da película prateada em mistura para bolo sabor chocolate de marca comercial e preparo do produto. A mistura para bolo apresenta baixo teor de fibras e o sabor chocolate possibilita boa interação com a película que apresenta cor marrom e sabor levemente amargo. A hipótese é que a película prateada de café arábica seja rica em fibra alimentar e compostos antioxidantes, e possa ser aplicada em bolo de chocolate com boa aceitação pelos consumidores.

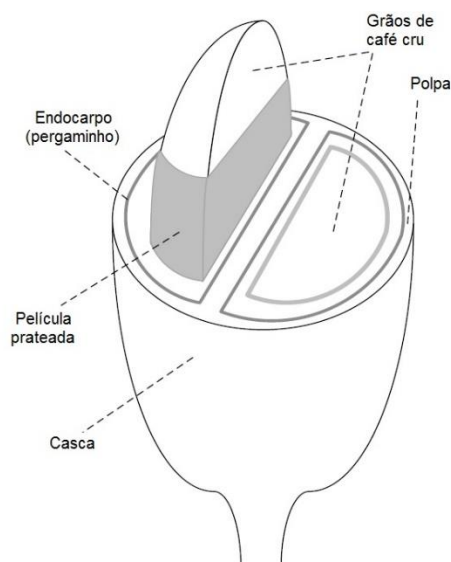
O objetivo geral deste estudo foi avaliar a aplicação do resíduo película prateada de café arábica como fonte de fibras alimentares e antioxidantes em bolo de chocolate. Os objetivos específicos foram:

- 1- Caracterizar físico-quimicamente a película prateada;
- 2- Avaliar o potencial antioxidante da película prateada;
- 3- Analisar as propriedades tecnológicas da película prateada;
- 4- Analisar o conteúdo de fibra alimentar e potencial antioxidante dos bolos com e sem adição de película prateada;
- 5- Realizar a análise sensorial dos bolos fabricados por meio dos testes de aceitação e intenção de compra, e avaliar a preferência dos provadores.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Processamento do Café e a Geração de Resíduos

O fruto do café (*Coffea* sp.), formado por dois grãos, é coberto por uma fina camada, a película prateada, que é envolta pelo pergaminho. Em seguida estão a polpa do fruto, e a camada externa, a casca. A Figura 1 mostra o fruto do café. O grão de café é o principal produto comercializado, e representa de 50 a 55% da matéria seca do fruto. O restante representa a quantidade de subprodutos gerada durante o processamento (FRANCA; OLIVEIRA, 2016a).



**Figura 1** – Fruto do café.  
Fonte: FRANCA; OLIVEIRA, 2016.

Ainda de acordo com Franca e Oliveira (2016), o processamento primário do café pode ser úmido ou seco. No processamento seco, após a colheita, ocorre a secagem das cerejas até se obter de 10 a 11% de umidade, e o material que cobre os grãos é removido em uma máquina descascadora. Este material que cobre o grão são a casca, polpa e pergaminho, que constituem os resíduos do processo. No processamento úmido, a casca externa e a polpa do fruto são mecanicamente removidas gerando a polpa de café, resíduo sólido. Os grãos de café podem ser fermentados, para remover alguns materiais da polpa que ainda permanecem nos grãos, ou serem diretamente submetidos à secagem até 12% de umidade. Os grãos são então descascados e os resíduos são as cascas de pergaminho e um pouco de

película prateada. A quantidade de película prateada obtida é maior no processamento seco do que no úmido (NARITA; INOUE, 2014).

No processo de torração do café, os grãos são aquecidos pelo ar quente em condições controladas de tempo e temperatura, em condições atmosféricas. Na primeira fase, os grãos são secos por meio da liberação de água e substâncias voláteis, com mudança da cor verde para amarelo. Em seguida ocorrem complexas reações de pirólise, com remoção de CO<sub>2</sub>, água e substâncias voláteis, os grãos se tornam marrons, devido principalmente às reações de *Maillard* e caramelização, e formam-se as substâncias relacionadas ao sabor e aroma. Por último, os grãos são resfriados com ar ou água para evitar a queima (BUFFO; FREIRE, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2005). Na torração, a película prateada desprende-se do grão e é carregada pelo ar de aquecimento, sendo o resíduo sólido gerado nesta etapa do processamento (COSTA *et al.*, 2014).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC, 2017) no período de novembro de 2016 a outubro de 2017, considerando as indústrias associadas, 1.147.736 sacas de 60 kg por mês foram para a produção de café torrado e moído, ou seja, 13,77 milhões de sacas por ano. A película prateada representa aproximadamente 4,2% dos grãos de café (BALLESTEROS *et al.*, 2014a), portanto, a geração deste resíduo, em quilos, foi de quase 35 milhões.

Os resíduos da produção afetam indústrias e consumidores, e aquelas que valorizam a inovação e buscam tecnologias alternativas para minimizar os impactos ambientais e reduzir as perdas do processo se destacam no mercado (COSTA *et al.*, 2014). Além disso, com o aumento da produção de café, a aplicação industrial dos resíduos se tornará uma necessidade para manter o equilíbrio do meio ambiente (MURTHY; NAIDU, 2012b).

## **2.2 Película Prateada do Café**

Devido à sua composição química, a película prateada apresenta características que favorecem sua aplicação em alimentos como ingrediente natural e sustentável (COSTA *et al.*, 2017; IRIONDO-DEHOND *et al.*, 2017). O conteúdo de umidade varia de 5 a 7%. A composição em base seca é de aproximadamente 16 a 19% de proteína, 1,6 a 3,3% de lipídeos e 7% de minerais (NARITA; INOUE, 2014).

A película prateada apresenta elevado conteúdo de fibra alimentar (50-60%), divididos em 15% solúveis e 85% insolúveis (BORRELLI *et al.*, 2004). Considerando que a película prateada apresenta conteúdo de fibra elevado em comparação com fontes de fibras comumente empregadas como farelos de trigo e aveia (29-42%), este subproduto do processamento do café tem sido apontado como alternativa de fonte de fibra insolúvel (NARITA; INOUE, 2014).

A concentração de compostos fenólicos na película prateada foi encontrada em quantidades inferiores ao se comparar com os grãos torrados, devido à degradação desses compostos nas condições de temperatura elevada na camada externa dos grãos durante a torração. Mesmo com pequena quantidade de compostos fenólicos livres na película prateada, a atividade antioxidante foi significativa, e atribuída à ação das melanoidinas (FRANCA; OLIVEIRA, 2016).

As melanoidinas da película prateada conferem sabor, aroma e cor, e apresentam propriedades benéficas como antioxidante, antimicrobiana, anticariogênica, anti-inflamatória, anti-hipertensiva e antiglicante (MOREIRA *et al.*, 2012).

O extrato da película prateada apresenta elevado efeito inibitório da enzima hialuronidase, que está relacionada com a inflamação pela histamina liberada a partir de mastócitos. Os inibidores presentes na película parecem ser eficazes na supressão de alergias e inflamações (FURUSAWA *et al.*, 2011).

A película prateada do café também é capaz de inibir a formação de produtos de glicação avançada (AGEs) devido aos ácidos clorogênicos e outros compostos bioativos presentes no extrato (Mesías *et al.*, 2014).

### **2.2.1 Aplicações da Película Prateada**

A película prateada tem sido utilizada na combustão e compostagem (MENÉNDEZ *et al.*, 2007). Por ser fonte natural de vários compostos com efeitos benéficos à saúde, outras aplicações têm sido sugeridas para valorizar seu aproveitamento (BORRELLI *et al.*, 2004).

Estas aplicações a incluem como fonte de fibras na formulação de pães de baixa caloria (POURFARZAD *et al.*, 2013) e na elaboração de bebida funcional (RIBEIRO *et al.*, 2014). Além disso, a película prateada do café pode ser usada como substrato para cultivo de microrganismos a fim de liberar compostos fenólicos

(MACHADO *et al.*, 2012), para produzir enzimas (MUSSATTO *et al.*, 2013), como fonte de material para produção de etanol (MUSSATTO *et al.*, 2012) e possível aplicação em alimentos prebióticos por induzir o crescimento de bifidobactérias, que são microrganismos cuja presença no intestino é benéfica à saúde do homem (BORRELLI *et al.*, 2004).

Martinez-Saez e colaboradores (2014) avaliaram a formulação de uma nova bebida de película prateada do café com potencial para prevenir acúmulo de gordura corporal. Concentrações maiores de melanoidina estavam presentes em amostras preparadas com extratos, comparando com aquelas com película prateada bruta. As bebidas preparadas com extrato de película prateada de café Robusta apresentaram concentrações maiores de ácidos clorogênicos e de cafeína do que as bebidas preparadas com o extrato de película prateada de café Arábica. As bebidas apresentaram conteúdo livre de glicose e teor de fibra total de 23% para o extrato de película prateada de café Arábica e 19% para o extrato de película prateada de café Robusta. Para os dois tipos de café, o conteúdo de fibra solúvel foi maior que o de fibra insolúvel.

O efeito desta bebida no conteúdo de gordura corporal foi avaliado *in vivo* utilizando o nematódeo *Caenorhabditis elegans* e como resultado, a bebida com 10 mg de película prateada por ml promoveu redução do acúmulo de gordura, sendo esta redução de 21% para a bebida feita com o extrato da película prateada do café Arábica, e de 24% para o café Robusta. Os resultados sugerem que o ácido clorogênico apresenta maior efeito de redução de gordura do que a cafeína e a bebida pode apresentar baixo índice glicêmico sendo apropriada para a prevenção ou tratamento de diabetes e obesidade (MARTINEZ-SAEZ *et al.*, 2014).

A película prateada tratada com peróxido de hidrogênio alcalino mostrou-se capaz de aumentar o conteúdo de fibra alimentar do pão. Foi realizado o tratamento da película prateada com peróxido de hidrogênio alcalino com variações no tempo de contato, quantidade de película e tamanho da partícula. O tratamento com peróxido de hidrogênio solubiliza parte da lignina e reduz a cristalinidade da celulose por meio da ruptura das ligações de hidrogênio entre as cadeias, o que resulta em uma estrutura interna mais aberta. Desta forma, ocorre aumento da capacidade de retenção de água e do volume de intumescimento das fibras. As melhores condições de processo obtidas por modelos de regressão foram 1h de tempo de contato, proporção 4,77:1 (solução peróxido: película prateada) e 116,41 µm de tamanho da

partícula que proporcionaram maior vida de prateleira, melhores propriedades sensoriais e de aparência do pão, e luminosidade mais clara (POURFARZAD *et al.*, 2013).

Outro estudo realizado por Ribeiro e colaboradores (2014) avaliou as propriedades químicas e antioxidantes de uma mistura de café com cacau, película prateada e café cru minimamente processado, denominada mistura de café funcional, e comparou com cafés comerciais em cápsula e com embalagem com válvula. Foram usados cafés torrados de diferentes espécies, origens e condições de torra, na proporção de 70% de café Robusta da Angola e Camarões, com torra leve a média, a 170°C por 15 minutos, e 30% de café Arábica do Brasil, Honduras e Timor Leste com torra média a 200°C por 15 minutos. Os cafés foram preparados em duas máquinas de café espresso (DQOOL e Briel).

O conteúdo de cafeína foi inferior na mistura de café funcional comparando com os demais. Os três cafés analisados apresentaram conteúdo de trigonelina semelhante. Os ácidos clorogênicos foram encontrados em maior concentração na mistura de café funcional, que apresentou também atividade antioxidante similar aos outros dois cafés estudados. Houve variação nas bebidas extraídas nas máquinas testadas, sendo que a moagem mais fina e uma torra mais leve da máquina DQOOL proporcionou aumento da quantidade de polifenóis totais extraídos. Quanto à avaliação sensorial da bebida funcional, os avaliadores consideraram que o gosto, odor e impressão visual foram os melhores atributos e julgaram com notas menores na escala hedônica de 5 pontos os atributos corpo, sabor, sabor residual e persistência (RIBEIRO *et al.*, 2014).

Fernandez-Gomez e colaboradores (2016) realizaram o primeiro estudo *in vivo* para demonstrar o efeito quimio-protetor do extrato da película prateada do café em tecido pancreático, que pode estar relacionado com sua capacidade antioxidante. Propriedades glicoreguladoras têm sido atribuídas à película prateada e o efeito antidiabético da película tem sido associado à sua capacidade de inibir a atividade enzimática da  $\alpha$ -glicosidase e lipase, considerando os resultados de estudos *in vitro* (del Castillo *et al.*, 2014).

No estudo, o extrato foi obtido pela adição de 50 ml de água fervente a 2,5 g de película prateada. A mistura foi agitada por 10 minutos, filtrada e liofilizada. O extrato da película prateada apresentou  $19,87 \pm 2,41$  mg de cafeína/g de matéria seca e  $6,88 \pm 1,77$  mg de ácido clorogênico/g de matéria seca. Foram avaliadas a

bioacessibilidade, biodisponibilidade e bioatividade do ácido clorogênico e cafeína separados, e na película prateada do café, no pâncreas de ratos.

Para verificar a digestão por  $\alpha$ -amilase *in vitro*, determinaram a composição química (compostos fenólicos, ácido clorogênico e cafeína) da película prateada digerida e não digerida, e a capacidade antioxidante. Na avaliação da biodisponibilidade, os grupos de ratos foram tratados com película prateada, ácido clorogênico, cafeína e um grupo controle (não tratados), e as amostras de urinas foram coletadas em diferentes intervalos de tempo. Para avaliação da bioatividade da película prateada no pâncreas de ratos com diabetes, os grupos de ratos foram alimentados com película prateada ou ácido clorogênico ou cafeína ou água estéril (controle), e amostras do sangue dos animais foram coletadas depois de 35 dias.

O estudo mostrou que a extração aquosa aumenta a bioacessibilidade de compostos bioativos presentes. A digestão *in vitro* afeta a composição do extrato da película prateada, reduzindo a bioacessibilidade dos compostos fenólicos, ácido clorogênico e cafeína, devido a mudanças no pH durante a digestão. No entanto, os digeridos ainda apresentaram capacidade antioxidante, sugerindo que os antioxidantes permaneceram bioacessíveis após o processo de digestão (FERNANDEZ-GOMEZ *et al.*, 2016). Compostos fenólicos são menos bioacessíveis, em parte, devido à presença de fibra alimentar na matriz (PALAFOX-CARLOS *et al.*, 2011), e a película prateada contém grandes quantidades de fibra alimentar, o que afeta a liberação de compostos fenólicos na digestão (BRESCIANI *et al.*, 2014).

A presença de cafeína na urina indica que esta é parcialmente metabolizada. A administração diária de película prateada do café, ácido clorogênico ou cafeína 35 dias antes da indução do diabetes preveniu significativamente o estresse oxidativo do pâncreas de ratos. O estudo mostrou que o ácido clorogênico e a cafeína foram metabolizados e as células do pâncreas protegidas contra o estresse oxidativo (FERNANDEZ-GOMEZ *et al.*, 2016).

A película prateada pode ser aplicada na filtração de óleos usados. Os adsorventes testados (película, cinzas de película e nanopartículas de película) foram misturados com óleo de palma (usados em fritura) na proporção de 4% (p/v). As análises de acidez, índice de peróxido, *p*-anisidina que mede o nível de oxidação secundária dos óleos, conteúdo de compostos polares e de polímeros, e viscosidade sugeriram que a película prateada, nas três formas testadas, removeu produtos da oxidação do óleo de fritura usado (ISMAIL *et al.*, 2017).



Além das aplicações na área de alimentos, a película prateada pode ser utilizada em cosméticos para a pele para prevenir o envelhecimento causado pelo estresse oxidativo (IRIONDO-DEHOND *et al.*, 2016). Rodrigues e colaboradores (2015) realizaram um estudo para avaliar se os extratos de película são seguros para uso em cosméticos, a partir de uma abordagem *in vitro* e *in vivo*. Os resultados de estudos *in vitro* mostraram que os extratos de película prateada são seguros para uso na pele e quanto à irritação ocular. Os testes *in vivo* mostraram que o extrato hidroalcoólico não causou irritação na pele.

Sung e colaboradores (2017) desenvolveram um filme de bio-nanocompósito de ácido polilático (termoplástico biodegradável de origem natural) reforçado com película prateada como fonte de nanocristais de celulose e obtiveram melhorias nas propriedades mecânicas e de barreira.

A película prateada foi aplicada em formulações de biscoitos combinada com o edulcorante natural stevia para se obter produtos saudáveis e nutritivos. A película contribuiu para intensificar a cor do produto, aumentar o conteúdo de fibra alimentar e diminuir o conteúdo de umidade (GARCIA-SERNA *et al.*, 2014).

Ates e Elmaci (2018) avaliaram o uso em formulações de bolos, da película prateada sem tratamento e da película prateada tratada com água para reduzir o amargor. Os bolos foram elaborados com diferentes concentrações de película, de forma que a quantidade de película adicionada foi igual à quantidade reduzida de óleo de girassol. O estudo evidenciou a propriedade da película como substituto de gordura, entretanto não avaliou o conteúdo de compostos fenólicos extraíveis e não extraíveis dos bolos, e a atividade antioxidante foi avaliada somente por um método. A análise sensorial descritiva, com julgadores treinados, avaliou atributos relacionados à aparência, textura e sabor. Os bolos com adição de película prateada tratada com água apresentaram características sensoriais mais parecidas ao bolo sem película, e foram preferidos em relação aos bolos com película sem tratamento.

Quanto aos aspectos de citotoxicidade e genotoxicidade da película, o estudo de Iriondo-Dehond e colaboradores (2017) mostrou a segurança do uso da película prateada em alimentos e, além de não ser tóxica, foi evidenciado que a película protege as células de danos oxidativos, com efeito quimio-protetor.

## 2.3 Fibra Alimentar

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define fibra alimentar como qualquer material comestível que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano (BRASIL, 2003).

Para a *American Association of Cereal Chemists* (AACC, 2001), fibra alimentar são as partes comestíveis de plantas ou carboidratos que resistem à digestão e absorção no intestino delgado humano, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso. Inclui polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias vegetais associadas, que exercem efeitos fisiológicos benéficos.

Os constituintes das fibras alimentares podem ser polissacarídeos não-amiláceos e oligossacarídeos (celulose, hemicelulose, polifrutoses, gomas e mucilagens, e pectinas), carboidratos análogos (amidos resistentes e maltodextrinas, componentes obtidos por síntese química ou enzimática), ligninas, substâncias associadas com polissacarídeos não-amiláceos (ceras, suberina) e fibras de origem animal (quitina, quitosana, colágeno e condroitina) (TUNGLAND; MEYER, 2002).

Dentre os principais componentes das fibras, a celulose é uma substância fibrosa, insolúvel em água, encontrada na parede celular das plantas, formada por uma cadeia linear, não ramificada, com 10 a 15.000 unidades de glicose com ligações glicosídicas  $\beta$ -1,4 (NELSON; COX, 2014). É resistente à degradação biológica, e não é digerida pelas enzimas do sistema gastrointestinal humano (DHINGRA *et al.*, 2012).

A hemicelulose apresenta moléculas lineares e ramificadas, menores que a celulose, contendo de 50 a 200 unidades de pentose (xilose e arabinose) e unidades de hexoses (glicose, galactose, manose, ramnose e ácidos galacturônicos), presente nas plantas em formas solúveis e insolúveis em água (MUDGIL; BARAK, 2013).

Lignina é um polímero de composição heterogênea que pode apresentar uma, duas ou várias unidades de fenilpropano ligadas de forma cíclica (TUNGLAND; MEYER, 2002). É muito inerte, devido à forte ligação intramolecular, sendo o polímero natural mais resistente (DHINGRA *et al.*, 2012).

A pectina, polissacarídeo presente na lamela média e na parede celular dos vegetais, é um éster de ácido galacturônico formado por cadeias de 300 a 1000 ácidos galacturônicos e açúcares como ramnose, galactose e arabinose, com ligações lineares  $\alpha$ -1,4. O grau de esterificação define as propriedades gelificantes da pectina (WICKER *et al.*, 2014).

Gomas são exsudatos vegetais que contêm polissacarídeos ramificados solúveis em água e materiais orgânicos, com capacidade de formar gel, como por exemplo goma guar e goma arábica (DHINGRA *et al.*, 2012).

As fibras são classificadas de acordo com a solubilidade em água e uma ingestão elevada de fibras contribui para uma alimentação saudável (VERONESE *et al.*, 2018).

As fibras solúveis em água incluem as pectinas, gomas e mucilagens, e as fibras insolúveis em água são formadas pela celulose, lignina e algumas hemiceluloses (DHINGRA *et al.*, 2012).

Outra forma de classificação das fibras refere-se à fermentabilidade. Celulose, hemicelulose, lignina, ceras, quitina, quitosana, colágeno e amido resistente são de parcial ou baixa fermentação. Pectinas, gomas, oligossacarídeos, carboidratos análogos e fibras de origem animal são fermentadas mais facilmente (TUNGLAND; MEYER, 2002).

Estudos epidemiológicos têm demonstrado que a ingestão de fibras alimentares está associada com a prevenção de doenças como diabetes, obesidade, doenças cardiovasculares, constipação intestinal, câncer de cólon e de pâncreas (ANDERSON *et al.*, 2009; RODRIGUEZ *et al.*, 2006; VERONESE *et al.*, 2018).

As fibras podem agir na redução da absorção de glicose e colesterol LDL (*Low Density Lipoproteins*), conferir saciedade, alterar a composição da microbiota intestinal, com produção induzida pelos microrganismos, de ácidos graxos de cadeia curta com propriedades anti-inflamatórias, e aumentar a ingestão de compostos bioativos (GUILLON; CHAMP, 2000). A estrutura química e a fração em massa dos componentes das fibras determinam suas propriedades fisiológicas (RODRIGUEZ *et al.*, 2006).

A fibra alimentar pode apresentar, associados à sua matriz, quantidades significativas de antioxidantes naturais. Neste caso, é denominada fibra alimentar antioxidante se apresentar conteúdo de fibra alimentar maior que 50% em base seca, capacidade de eliminar radicais livres de no mínimo 50 mg de vitamina E, medida pelo método DPPH, e a capacidade antioxidante deve ser derivada de componentes naturalmente presentes no alimento (SAURA-CALIXTO, 1998).

A fibra do café é formada por celulose, hemicelulose, substâncias pécticas e lignina (BORRELLI *et al.*, 2004). A fibra da película prateada é composta principalmente por celulose (glicose), hemicelulose (xilose, arabinose, galactose e

manose) e lignina. É considerada uma fibra alimentar antioxidante devido à presença de ácidos clorogênicos e outros compostos antioxidantes como melanoidinas aderidos à matriz, formando uma estrutura de carboidratos complexa (BORRELLI *et al.*, 2004; MURTHY; NAIDU, 2012b; MUSSATTO *et al.*, 2011a).

Tungland e Meyer (2002) mencionam a importância de um alimento feito com ingredientes com elevado teor de fibra provê-las juntamente com suas propriedades funcionais, e ao mesmo tempo apresentar sabor agradável, aspecto este que irá contribuir para o aumento do consumo.

Os pós fontes de fibras podem ser obtidos a partir de diversas matérias-primas. As principais características que apresentam são conteúdo de fibra alimentar total superior a 50%, umidade abaixo de 9%, baixo teor lipídico, baixo valor calórico, aroma e sabor neutros (LARRAURI, 1999).

Estudos têm desenvolvido produtos alimentícios com a adição de fibra obtida a partir de subprodutos do processamento de alimentos, como por exemplo, pães com casca de amendoim, soja, batata, bolo com bagaço de maçã, biscoitos com casca de laranja, leite fermentado com adição de fibras de frutas cítricas (SHARMA *et al.*, 2016).

## **2.4 Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante**

Os radicais livres denominados espécies reativas do oxigênio (ERO) incluem radical hidroxila, radical superóxido e peróxido de hidrogênio (KURUTAS *et al.*, 2005). São produzidos pelo próprio metabolismo celular na respiração aeróbica ou por fatores ambientais, como poluição e fumaça de cigarros. Podem ser benéficos aos organismos vivos na defesa contra agentes infecciosos ou nocivos quando causam danos às células, situações conhecidas como estresse oxidativo (BIRBEN *et al.*, 2012; POLI, *et al.*, 2004; VALKO *et al.*, 2006). O estresse oxidativo promove a ocorrência de doenças como infecções virais, câncer, doenças neurodegenerativas e infartos (MATÉS *et al.*, 1999).

Os antioxidantes para neutralizar o estresse oxidativo e reduzir os danos causados pelos radicais livres podem ser produzidos por mecanismos do corpo humano (KURUTAS, 2016) ou fornecidos pelos alimentos.

Os compostos bioativos são biomoléculas não essenciais com capacidade para controlar vias metabólicas distintas, com atividade antioxidante e têm efeitos benéficos na prevenção de doenças. São encontrados em plantas e produtos de origem animal.

Nas plantas, são metabólitos secundários com ação de defesa contra radiação ultravioleta e contra patógenos, encontrados nas formas de alcaloides, fitoesteróis, carotenoides, polifenóis e outros (GANESAN *et al.*, 2017; MANACH *et al.*, 2004).

Os alimentos contêm uma mistura complexa de polifenóis, sendo os flavonoides e os ácidos fenólicos os principais. Os flavonoides são divididos em 6 classes, flavanas, flavonas, isoflavonas, flavononas, antocianidinas e flavonóis (catequinas e proantocianidinas). Os ácidos fenólicos mais comuns são o ácido cafeico, presente em frutas e vegetais, e o ácido ferúlico encontrado em cereais. Além desta diversidade, os polifenóis podem também estar associados a carboidratos e ácidos orgânicos. Os polifenóis são os principais antioxidantes fornecidos pela alimentação e como tais podem diminuir o risco de doenças degenerativas causadas pelo estresse oxidativo (MANACH *et al.*, 2004; SCALBERT *et al.*, 2005).

Além dos compostos bioativos, as melanoidinas também apresentam atividade antioxidante com propriedades benéficas à saúde (PILIPCZUCK *et al.*, 2015).

Os antioxidantes também são usados em alimentos para evitar a perda de cor e alterações do sabor, e os consumidores tendem a preferir os antioxidantes naturais aos sintéticos (NARITA; INOUE, 2012).

A diversidade de substâncias antioxidantes presentes nos alimentos alia-se a diferentes métodos para determinação da atividade antioxidante, que são necessários para comparação de resultados, devido à interferência que solventes e constituintes alimentares podem causar nas análises (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2006).

Existem vários métodos para determinar a atividade antioxidante nos alimentos. O método DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) avalia a interação do antioxidante com o radical DPPH, produzindo decréscimo na absorbância a 515 nm. O parâmetro EC50 refere-se à quantidade de antioxidante necessária para reduzir a concentração inicial de DPPH em 50% (BRAND-WILLIAMS *et al.*, 1995).

No método FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) o complexo Fe(III)-TPTZ (2,4,6-Tris(2-piridil)-s-trizina) se reduz à forma ferrosa Fe (II) em pH baixo, com formação de cor azul intensa, por compostos antioxidantes presentes na amostra. A absorbância está relacionada ao poder antioxidante da amostra, com leitura a 593 nm (BENZIE; STRAIN, 1996).

De acordo com o processo de extração, os polifenóis podem ser solúveis (extraíveis) ou insolúveis (não extraíveis). Os extraíveis estão presentes nos vacúolos

das células vegetais e os não extraíveis são componentes da parede celular (CHENG *et al.*, 2016).

Os polifenóis não extraíveis são compostos fenólicos que não são extraídos pelo solvente escolhido e, portanto, não são avaliados na maioria das análises de polifenóis. As flavanonas, elagitaninos e proantocianidinas são três importantes grupos de polifenóis não extraíveis. Apresentam efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes (GONZÁLEZ-SARRÍAS *et al.*, 2017).

As proantocianidinas são taninos condensados com afinidade com proteínas, com atividade antioxidante, capacidade de eliminar radicais livres, e propriedades anticarcinogênicas (SANTOS-BUELGA; SCALBERT, 2000).

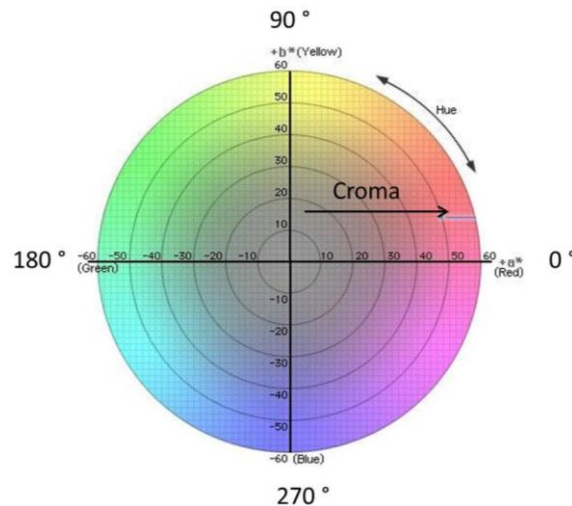
Os extratos de película prateada são potenciais fontes de antioxidantes (NARITA; INOUE, 2012). A película possui atividade antioxidante comparável a vegetais frescos como tomates, pêssegos e maçãs, que são fontes já reconhecidas. Os ácidos clorogênico e cafeico são os principais fenólicos presentes na película e a atividade antioxidante deve-se também às melanoidinas, produtos da reação de *Maillard* que ocorre no processo de torração do café (BORRELLI *et al.*, 2004).

Os compostos fenólicos e outros componentes com benefícios à saúde presentes na película prateada e seu baixo custo são fatores que favorecem a aplicação deste resíduo em alimentos (BRESCIANI *et al.*, 2014).

## 2.5 Análise Colorimétrica

Os parâmetros utilizados para quantificação de cor são as coordenadas colorimétricas  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (posição da cor nos eixos vermelho-verde) e  $b^*$  (posição da cor nos eixos amarelo e azul), do sistema de quantificação de cor CIELAB estabelecido pelo Comitê Internacional de Iluminação (CIE - *Commission Internationale de L'éclairage*). Na Figura 2 é apresentado o círculo cromático CIELAB.

Para a luminosidade, quanto menor o valor de  $L^*$ , mais escura é a amostra. Para a coordenada  $a^*$ , valores negativos indicam verde e valores positivos, vermelho. Para a coordenada  $b^*$ , valores negativos indicam azul e valores positivos, amarelo. As variáveis  $a^*$  e  $b^*$  não são utilizadas separadamente para descrever a cor e são utilizadas nos cálculos da saturação ou croma ( $C^*$ ) e do ângulo Hue ( $h^*$ ) (PATHARE *et al.*, 2013).



**Figura 2 – Círculo cromático CIELAB.**  
Fonte: SUZUKI, 2016.

Ainda de acordo com Pathare e colaboradores (2013), a saturação ou croma ( $C^*$ ) está relacionada com a intensidade da cor, sendo que quanto maior o seu valor, maior é a intensidade da cor pela percepção do olho humano, e  $h^*$  descreve o atributo qualitativo da cor, ou seja, a tonalidade.

## 2.6 Análise Sensorial

Amerine e colaboradores (1965 citado por DUTCOSKY, 2013) definem análise sensorial como um método científico para evocar, medir, analisar e interpretar respostas das características dos alimentos, como são percebidas pela visão, olfato, tato, gosto e audição.

A análise sensorial envolve os procedimentos de preparo das amostras e formas de servi-las sob condições controladas, a fim de minimizar os erros. Realiza a coleta de dados numéricos para medir a relação entre os atributos dos alimentos e a percepção humana, analisa os dados por métodos estatísticos e interpreta os resultados dentro do contexto do estudo (DUTCOSKY, 2013).

Os testes afetivos medem o quanto os provadores gostam de um produto para avaliar a aceitabilidade (grau de gostar) e a preferência (amostra escolhida em relação a outras amostras pela percepção do agradável) (DUTCOSKY, 2013). Nesses testes, escalas são utilizadas para determinar a intensidade de cada atributo sensorial presente na amostra. A escala hedônica de 9 pontos foi desenvolvida por Peryam e Pilgrim em 1957 e desde então, tem sido largamente utilizada para análise de

preferência e aceitabilidade dos alimentos pelos consumidores. Nesse contexto, a escala hedônica apresenta dois polos com quatro categorias positivas (gostou extremamente, muito, moderadamente e ligeiramente), quatro categorias negativas (desgostou ligeiramente, moderadamente, muito e extremamente), e um centro neutro (não gostou nem desgostou) (LIM, 2011).

As percepções dos consumidores são importantes para a aceitação dos alimentos, bom desempenho nas vendas e planejamento estratégico da empresa (TUORILA; MONTELEONE, 2009).

Quando se avalia os gostos e desgostos dos consumidores têm-se uma realidade heterogênea, na qual cada provador de um painel sensorial tem uma forma individual de avaliar os atributos da amostra, e por isso, os atributos usados por um provador devem ser agrupados e considerados distintos dos atributos de outro provador, mesmo que os atributos sejam os mesmos (DIJKSTERHUIS, 1995).

Uma das técnicas para examinar as preferências de cada consumidor é o mapeamento interno de preferências, que analisa estatisticamente os dados por técnicas multivariadas e fornece as direções de preferência (GUINARD *et al.*, 2001; LAWLOR; DELAHUNTY, 2000), com base no julgamento individual de cada provador (NUNES *et al.*, 2011).

Ainda de acordo com Nunes e colaboradores (2011), os mapas de preferência interno possibilitam a visualização gráfica das amostras que receberam maiores notas na escala hedônica nos testes de aceitação pela avaliação de cada atributo separadamente. Outra técnica é o *three-way internal preference* que possibilita a avaliação dos atributos, provadores e amostras em um só mapa de preferência.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Obtenção e Preparo da Película Prateada do Café

A película prateada utilizada neste estudo (Figura 3), resíduo do processo de torração de café Arábica, foi doada por uma torrefação localizada na cidade de Luz, MG.



**Figura 3** – Película prateada.

A amostra foi processada por 20 segundos no moedor, marca Cadence, modelo MDR301. Realizou-se a análise granulométrica, em triplicata, em agitador eletromagnético marca Bertel, com agitação por 10 minutos, reostato na posição 5 e peneiras da mesma marca. As médias das porcentagens de massas retidas foram 35,59%, 4,92%, 21,02%, 13,17% e 24,79% para as peneiras de 35, 42, 60, 100 mesh e fundo, respectivamente.

Determinou-se então o tamanho das partículas da película prateada utilizada no presente estudo, de 35 mesh, por apresentar maior porcentagem de retenção na análise granulométrica. Apresenta-se na Figura 4 a película moída e peneirada.



**Figura 4** – Película prateada moída e peneirada.

A amostra foi armazenada em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade, a temperatura ambiente e ao abrigo da luz, para melhor conservação da película, uma vez que a moagem aumenta a exposição e a possibilidade de degradação e perdas das propriedades antioxidantes.

### **3.2 Caracterização Físico-Química da Película Prateada**

As análises de umidade, cinzas, extrato etéreo e proteínas foram realizadas de acordo com as metodologias da AOAC (2007), com algumas adaptações, e a análise de fibra alimentar foi realizada de acordo com o método enzimático-gravimétrico (ASP *et al.*, 1983), em triplicata.

#### **3.2.1 Determinação de Umidade**

Placas de vidro identificadas foram secas em estufa, marca New Lab, com circulação de ar, a temperatura de 100-105°C por 1 hora, e em seguida, foram colocadas no dessecador para esfriar por 30 minutos. Após este tempo, realizou-se a pesagem das placas vazias. Aproximadamente 5 g de amostra foram colocados nas placas de vidro, em triplicata, e anotou-se a massa de cada amostra. As placas com amostras foram colocadas na estufa a 105°C com circulação de ar por 3 horas. Em seguida, foram colocadas no dessecador por 30 minutos para esfriar e realizou-se a pesagem. O conjunto foi levado à estufa por mais 2 horas, sendo que a cada intervalo de 1 hora, foi realizado o procedimento de colocar no dessecador por 30 minutos para

esfriar, e posterior pesagem das placas com amostras. Após este tempo, obteve-se peso constante ou a variação entre duas pesagens consecutivas não foi superior a 0,0020g, condições para finalizar o processo de secagem.

### **3.2.2 Determinação de Resíduo Mineral Fixo (Cinzas Totais)**

Cadinhos de porcelana identificados a lápis foram aquecidos em mufla a 550°C por 1 hora. Quando a temperatura da mufla estava abaixo de 200°C, os cadinhos foram retirados e colocados no dessecador por 30 minutos para esfriar. Em seguida, foi realizada a pesagem dos cadinhos vazios. Cerca de 3 g de amostra foram pesados nos cadinhos previamente preparados. O procedimento foi realizado em triplicata. Os cadinhos com as amostras foram colocados em mufla a 550°C por 12 horas. Aguardou-se a temperatura da mufla ficar abaixo de 200°C e retirou-se os cadinhos com as cinzas, cuidadosamente, com o auxílio de pinça. Os cadinhos foram colocados no dessecador por 30 minutos para esfriar. Após este tempo, realizou-se a pesagem dos cadinhos com as cinzas. As cinzas obtidas apresentaram cor bege. Pingou-se algumas gotas de água deionizada para tentar a obtenção de cinzas brancas ou acinzentadas. Os cadinhos foram colocados novamente na mufla a 550°C por mais 2 horas, e depois por mais 3h, até se obter peso constante. A cada intervalo de tempo, esperou-se a temperatura da mufla abaixar para 200°C para retirar os cadinhos, colocou-se os cadinhos no dessecador por 30 minutos para esfriar, para depois pesar os cadinhos com as cinzas. As cinzas obtidas permaneceram com coloração bege.

### **3.2.3 Determinação de Extrato Etéreo**

O extrato etéreo (gordura bruta) foi determinado pelo método de Soxhlet de extração a quente. As amostras da análise de umidade foram novamente secas a 105°C por 2 horas, e esfriadas em dessecador por 30 minutos. Em seguida foram pesados, em triplicata, aproximadamente 5 g de amostra em cartuchos de papel de filtro. Juntamente com a amostra foi colocada uma pequena quantidade de algodão desengordurado a fim de se evitar a perda de amostra, e os cartuchos foram fechados e amarrados com cordão desengordurado. Foi realizado também o branco, com cartucho sem amostra.

Aos copos de vidro vazios foram adicionadas 4 pérolas de vidro, e foram secos em estufa a 100-104°C por 30 minutos, esfriados em dessecador por 30 minutos, e pesados. Foram medidos 200 mL de éter etílico e adicionados aos copos de vidro contendo as pérolas. A quantidade de solvente foi suficiente para cobrir as amostras na etapa de submersão no solvente em ebulição.

Os cartuchos com as amostras e os copos de vidro foram colocados no equipamento para determinação de gordura da marca Quimis, modelo Q-308G26. As amostras foram colocadas em submersão no solvente em ebulição por 20 minutos, seguido de 40 minutos sob gotejamento, com taxa de refluxo de 3 a 5 gotas por segundo. Após a extração, o solvente foi recuperado, e as amostras e os copos de vidro contendo a gordura extraída foram retirados do equipamento e colocados na capela de exaustão para evaporação do solvente remanescente.

Os copos de vidro contendo a gordura extraída foram colocados em estufa a 100-104°C por 30 minutos para remoção de umidade, e em seguida, colocados em dessecador para esfriar por 30 minutos. Após este tempo, realizou-se a pesagem. As amostras desengorduradas foram armazenadas em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade, em dessecador, a temperatura ambiente, para posterior análise de fibras alimentares.

### **3.2.4 Determinação de Proteínas**

A análise de proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl, em triplicata. Foi realizado também um ensaio em branco para correção dos resultados.

Na etapa de digestão, 0,25 g da amostra foram pesados em papel manteiga (6 cm x 6 cm), fechados cuidadosamente e colocados fundo do tubo digestor. Ao fundo do tubo digestor foram adicionados 0,3 g da mistura digestora (sulfato de potássio, óxido de selênio e sulfato cúprico) e em seguida, 5 mL de ácido sulfúrico. Os tubos contendo amostra e reagentes foram colocados no bloco digestor, que foi aquecido de forma gradativa até 350°C. O processo de digestão ocorreu por 10 horas, até completa digestão da amostra, que apresentou coloração amarelo esverdeada.

Esperou-se o esfriamento dos tubos para iniciar a etapa de destilação no destilador de Kjeldahl da marca Quimis. Foram adicionados 10 mL de solução de ácido bórico 2% e 10 gotas de indicador misto (solução etanólica de vermelho de metila 0,2% e solução etanólica de verde de bromocresol 0,2%) em erlenmeyer de 250 mL.

Adicionou-se 10 mL de água aos tubos com as amostras digeridas, e estes foram acoplados ao destilador. No equipamento, foram adicionados 20 mL de NaOH 40% aos tubos e procedeu-se à neutralização, alcalinização e destilação do produto da digestão. Após a destilação, a solução ficou verde/azulada.

Em seguida, ocorreu a etapa de titulação. O destilado foi titulado com solução de ácido clorídrico 0,1 mol/L padronizado, até viragem de cor do indicador de verde/azulado para laranja. Anotou-se o volume de ácido clorídrico gasto.

O teor de nitrogênio da amostra foi calculado multiplicando-se o volume de ácido clorídrico gasto pelo fator de conversão da padronização do ácido clorídrico e por 0,0014 (como 1 mol de HCl reage com 14 g de nitrogênio, 1 mL da solução de HCl 0,1 mol/L reage com 0,0014 g de nitrogênio). A porcentagem de nitrogênio da amostra foi obtida dividindo-se o teor de nitrogênio pela massa da amostra, e multiplicando o resultado por 100.

A porcentagem de proteína foi calculada multiplicando a porcentagem de nitrogênio da amostra pelo fator de conversão universal 6,25. Os cálculos do branco foram utilizados para a correção da porcentagem de proteína.

### **3.2.5 Determinação de Fibras Alimentares Insolúveis e Solúveis**

As fibras alimentares insolúveis e solúveis foram analisadas pelo método enzimático-gravimétrico (ASP *et al.*, 1983).

Os cadinhos de Gooch foram lavados com água e detergente neutro, e enxaguados com água fervente. Colocou-se água destilada até encher os cadinhos e filtrou-se utilizando bomba de vácuo e kitassato. Em seguida, o procedimento de filtração foi realizado com 10 mL de éter etílico, e depois com 10 mL de acetona. Os cadinhos foram colocados em estufa a 105°C por 30 minutos. Após a secagem, foram colocados no dessecador por 30 minutos para esfriar. Pesou-se 0,5 g de celite em cada cadinho e colocou-se na mufla a 550°C por 5 horas. Quando a temperatura da mufla estava abaixo de 100°C, os cadinhos foram retirados e colocados no dessecador por 30 minutos para esfriar, e em seguida foram pesados e reservados.

Na etapa de digestão, 1 g de amostra seca e desengordurada, em triplicata, foram pesados em erlenmeyer, e solubilizados em 25 mL de solução tampão fosfato 0,1 mol/L. Adicionou-se 100 µL da enzima alfa-amilase e cobriu-se o erlenmeyer com uma camada dupla de papel alumínio. Colocou-se no banho-maria a 100°C por 15

minutos, com agitação mecânica a cada 5 minutos. Após esse tempo, retirou-se do banho-maria, e esperou-se esfriar, a temperatura ambiente, para ajuste do pH para 1,5 por meio da adição de HCl 4 mol/L. Foram adicionados 100 mg da enzima pepsina, cobriu-se o erlenmeyer com papel alumínio e colocou-se no banho-maria a 40°C por 1 hora, com agitação mecânica constante. Em seguida, retirou-se do banho-maria e após esfriar, o pH foi ajustado para 6,8 com solução de NaOH 4 mol/L. Adicionou-se 100 mg de pancreatina, cobriu-se com papel alumínio e colocou-se no banho-maria a 40°C por 1 hora, com agitação mecânica constante. Esperou-se esfriar, a temperatura ambiente, e o pH foi ajustado para 4,5 pela adição de HCl 4 mol/L.

Finalizada a etapa de digestão, as amostras digeridas foram filtradas nos cadinhos de Gooch, de vidro e com fundo poroso, contendo celite, previamente secos e desengordurados. Para esta etapa, utilizou-se o kitassato ligado a bomba à vácuo. O erlenmeyer que continha a amostra digerida foi lavado com 10 mL de água destilada morna acidulada com HCl 4 mol/L, por duas vezes, e o conteúdo também foi filtrado no cadinho. Os cadinhos foram reservados para análise de fibras insolúveis.

O conteúdo de cada kitassato foi transferido para um béquer de 250 mL, sendo o kitassato lavado com um pouco de água no momento desta transferência. Foram colocados aproximadamente 250 mL de solução de etanol 78% em cada béquer, e tampou-se com filme plástico para evitar a evaporação do etanol. Deixou-se em repouso por 12 horas para solubilizar a fibra solúvel. Após este tempo, filtrou-se o conteúdo de cada béquer em outro cadinho de Gooch, também já seco e desengordurado. O béquer foi lavado com 10 mL de etanol 78%, por duas vezes, sendo o conteúdo filtrado no cadinho. Os cadinhos foram lavados com 10 mL de solução de etanol 95%, duas vezes, e filtrados. O mesmo processo foi realizado com 10 mL de acetona.

Os cadinhos que estavam reservados para análise da fração de fibra insolúvel foram lavados com solução de etanol 95% e acetona, e filtrados, da mesma forma descrita acima.

Os cadinhos para análise de fibra insolúvel e solúvel foram colocados em estufa com circulação de ar a 105°C por 8 horas. Em seguida, foram colocados no dessecador por 30 minutos para esfriar, e então pesados. Foram colocados na mufla a 550°C por 5 horas, e depois no dessecador por 30 minutos antes de serem pesados.

As frações das fibras foram calculadas por diferença entre as massas antes e após a incineração, de acordo com as equações 1 e 2:

$$FAI (\%) = \frac{M1-M2-B}{MA} \times 100 \quad (1)$$

$$FAS (\%) = \frac{M1-M2-B}{MA} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

FAI = fibra alimentar insolúvel

FAS = fibra alimentar solúvel

M1 = massa do cadinho + resíduo após a secagem 105°C

M2 = massa do cadinho + resíduo após a incineração a 550°C

B = (M1-M2) do branco

MA = massa da amostra

### 3.3 Análise Colorimétrica da Película Prateada

A análise colorimétrica foi realizada em triplicata no colorímetro HunterLab Colorflex 54/0, modelo tristimulus, utilizando-se ângulo de observação de 10°, com luz diurna. As amostras de película prateada foram colocadas no recipiente específico do equipamento, em quantidade suficiente para cobri-lo por completo. As leituras foram feitas de acordo com as instruções do fabricante. Os parâmetros avaliados foram L\* (luminosidade), coordenada a\* (conteúdo de vermelho a verde) e coordenada b\* (conteúdo de amarelo a azul). Os parâmetros h\* (tonalidade) e C\* (intensidade da cor) foram calculados pelas equações 3 e 4:

$$h^* = \arctan \frac{b^*}{a^*} \quad (3)$$

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (4)$$

### 3.4 Capacidade Antioxidante da Película Prateada

Para determinar a atividade antioxidante diferentes métodos devem ser utilizados na interpretação dos resultados porque como os métodos se baseiam em

diferentes reações, diferentes substâncias antioxidantes podem interagir com os reagentes (BALLESTEROS *et al.*, 2014a).

Neste estudo optou-se por avaliar a atividade antioxidante pelos métodos FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) e DPPH (1,1-difenil-2-picrylhidrazil).

### **3.4.1 Preparo dos Extratos para Análise**

#### **3.4.1.1 Extração com Metanol e Acetona**

A extração com metanol e acetona baseou-se no estudo de Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997) com adaptações. Em tubos Falcon protegidos com papel alumínio foi pesado 1 grama de amostra e adicionados 40 mL de solução de metanol 50%. Homogeneizou-se os tubos em vórtex e deixou-se em repouso por 1 hora a temperatura ambiente. Em seguida, os tubos foram centrifugados a 3.500 rpm por 15 minutos, e o sobrenadante transferido para um balão volumétrico de 100 mL, com auxílio de funil e papel de filtro. Foram adicionados 40 mL de solução de acetona 70% aos resíduos, e os tubos foram homogeneizados em vórtex e deixados em repouso por 1 hora a temperatura ambiente. Após, os tubos foram centrifugados a 3.500 rpm por 15 minutos. O sobrenadante foi transferido para o balão de 100 mL com o sobrenadante da primeira extração. O volume do balão foi completado com água destilada até o menisco. Os extratos foram transferidos para tubos Falcon protegidos com papel alumínio e armazenados a -18°C. Os resíduos foram utilizados para análise dos polifenóis não extraíveis.

#### **3.4.1.2 Extração com Etanol**

A extração com etanol baseou-se no estudo de Ballesteros e colaboradores (2014b) com adaptações. Em tubos Falcon protegidos com papel alumínio foi pesado 1 grama de amostra e adicionados 35 mL de solução de etanol 60%. Os tubos foram homogeneizados em vórtex e aquecidos em banho-maria a 60-65°C por 30 minutos, com agitação mecânica. Em seguida, os tubos foram centrifugados a 3.500 rpm por 20 minutos, e o sobrenadante transferido para um balão volumétrico de 50 mL com auxílio de funil e papel de filtro. Completou-se o volume do balão com água destilada até o menisco. Os extratos foram transferidos para tubos Falcon protegidos com papel



alumínio e armazenados a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Os resíduos foram utilizados para análise dos polifenóis não extraíveis.

### **3.4.2 Determinação dos Polifenóis Extraíveis**

O método Folin-Ciocalteu descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventó's (1999), com adaptações, foi utilizado para análise dos polifenóis extraíveis.

Em tubos Falcon de 15 mL protegidos da luz com papel alumínio foram adicionados 1 mL dos extratos concentrados da amostra e 5 mL de solução do reagente Folin-Ciocalteu 10% (m/v), e agitou-se em vórtex por 5 segundos. Após 1 minuto, foram adicionados 4 mL de solução de carbonato de sódio 7,5% (m/v). Agitou-se novamente em vórtex por 5 segundos e deixou-se em repouso a temperatura ambiente por 2 horas em ambiente escuro. Em seguida, realizou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro Micronal modelo AJX 1900 a 765 nm. O branco para calibração do equipamento foi feito com solução de Folin-Ciocalteu e solução de carbonato de sódio nas mesmas quantidades e concentrações descritas anteriormente. As análises foram conduzidas em triplicata.

Para a curva, plotou-se no Excel a concentração dos extratos (mg/mL) no eixo X e a absorbância no eixo Y. A curva de calibração foi obtida usando ácido gálico nas concentrações de 20, 40, 60, 80 e 100  $\mu\text{g/mL}$ . A quantidade de polifenóis extraíveis foi calculada em mg de ácido gálico (EAG) por grama de amostra.

### **3.4.3 Determinação dos Polifenóis Não Extraíveis**

Os polifenóis não extraíveis foram determinados de acordo com a metodologia descrita no estudo de Zurita, Díaz-Rubio e Saura-Calixto (2012) com algumas modificações. As proantocianidinas complexadas com proteínas e polissacarídeos podem permanecer nos resíduos da extração.

Os resíduos das extrações com metanol-acetona e etanol foram colocados em placas de Petri e secos a  $35^{\circ}\text{C}$  em estufa com circulação forçada de ar, marca New Lab, por 15 h. Os resíduos secos foram colocados em tubos Falcon de 50 mL aos quais foram adicionados 10 mL de solução HCl/butanol (5:95 v/v) contendo 0,7 g/L de cloreto férrico. Os tubos foram colocados em banho-maria a aproximadamente  $100^{\circ}\text{C}$  sob agitação constante por 1 h. Em seguida, os tubos foram centrifugados a 3500 rpm

por 10 minutos. O sobrenadante foi recolhido em balão volumétrico de 25 mL. O resíduo foi lavado com 5 mL da solução HCl/butanol/ $\text{FeCl}_3$  e centrifugado a 3500 rpm por 10 minutos; esta etapa foi realizada duas vezes. Os sobrenadantes foram recolhidos no balão de 25 mL e ao final, o volume foi completado com a solução HCl/butanol/ $\text{FeCl}_3$ . As soluções foram diluídas até concentração de 2.000 mg/L e realizou-se as leituras em espectrofotômetro Micronal modelo AJX 1900 a 450 e 555 nm. As proantocianidinas foram calculadas com base no mesmo estudo de referência. Os resultados foram expressos em mg proantocianidinas por 100g de amostra.

#### **3.4.4 Avaliação da Capacidade Antioxidante pelo método FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)**

A avaliação da capacidade antioxidante pelo método FRAP foi realizada de acordo com a metodologia descrita pela Embrapa (2006), e baseia-se na redução do complexo Fe (III) - TPTZ (2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina) por compostos antioxidantes da amostra, para a forma Fe (II), com formação de cor azul.

Foram preparadas 4 diluições a partir dos extratos das amostras. A tubos Falcon de 15 mL, protegidos da luz com papel alumínio, foram transferidos 90  $\mu\text{L}$  das diluições, 270  $\mu\text{L}$  de água destilada e 2.700  $\mu\text{L}$  de solução FRAP, preparada com tampão acetato 0,3 M, solução de TPTZ 10mM e solução de cloreto férrico 20mM. Os tubos foram homogeneizados em vórtex e mantidos em banho-maria a 37°C por 30 minutos. Após este tempo, realizou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro da marca Micronal modelo AJX 1900, a 595 nm. O reagente FRAP foi utilizado como branco para calibração do equipamento. As análises foram conduzidas em triplicata.

A partir das absorbâncias obtidas das diluições dos extratos, plotou-se a absorbância no eixo Y e a diluição (mg/L) no eixo X, em um gráfico no Excel e determinou-se a equação da reta. Para cálculo da atividade antioxidante foi feita uma curva-padrão com sulfato ferroso com as concentrações de 125, 250, 500, 1.000, 1.500 e 2.000  $\mu\text{M}$ . Os resultados foram expressos em  $\mu\text{M}$  de sulfato ferroso por grama de amostra.

### **3.4.5 Avaliação da Capacidade Antioxidante pelo método DPPH (1,1-difenil-2-picrylhidrazil)**

A atividade antioxidante foi determinada pelo método de DPPH (1,1-difenil-2-picrylhidrazil) conforme metodologia da Embrapa (2007). Este método baseia-se na captura do radical DPPH por antioxidantes presentes na amostra, com redução da absorbância a 515 nm.

Para a curva do DPPH, a partir da solução inicial de 60  $\mu\text{M}$ , foram preparadas as soluções de 10 a 50  $\mu\text{M}$ . Transferiu-se 4 mL de cada solução de DPPH para cubetas de vidro e realizou-se a leitura a 515 nm. Para calibrar o espectrofotômetro Micronal modelo AJX 1900 utilizou-se álcool metílico como branco. Plotou-se no Excel as concentrações de DPPH no eixo X e as respectivas absorbâncias no eixo Y, e calculou-se a equação da reta.

Em seguida, foram preparadas 4 diluições a partir dos extratos das amostras. Foi transferido 0,1 mL de cada diluição para tubos Falcon de 15 mL protegidos da luz com papel alumínio, e 3,9 mL de solução de DPPH 60  $\mu\text{M}$ . Os tubos foram homogeneizados em vórtex. As leituras foram realizadas no espectrofotômetro a 515 nm até estabilização, com a última leitura maior ou igual à anterior. Foi utilizado álcool metílico como branco para calibrar o equipamento. Realizou-se também a leitura da absorbância inicial da solução controle, contendo metanol 50%, acetona 70% e água, ou etanol 60%, dependendo do extrato utilizado. A leitura da absorbância final foi utilizada para cálculo do EC50 e a análise foi realizada em triplicata. Os resultados foram expressos em EC 50 mg/ml.

### **3.5 Análise das Propriedades Tecnológicas**

Foram determinados Índice de Absorção de Óleo (IAO), Índice de Absorção de Água (IAA), Índice de Solubilidade em Água (ISA) e Volume de Intumescimento (VI) de acordo com a metodologia descrita por Seibel (2006) com algumas modificações. As análises foram feitas em triplicata.

### 3.5.1 Índice de Absorção de Óleo (IAO)

Aproximadamente 1 g de película prateada foi misturado com 20 mL de óleo de soja em tubos Falcon de 50 mL, a temperatura ambiente, e pesados. Os tubos foram mantidos sob agitação constante a 150 rpm durante 30 minutos em mesa giratória. Em seguida, foram centrifugados a 3500 rpm por 10 minutos. O sobrenadante dos tubos foi descartado e pesou-se a massa do tubo contendo o resíduo embebido em óleo. O IAO foi calculado conforme a equação 5 e o resultado foi expresso em grama de óleo absorvido por grama de matéria seca.

$$IAO = \frac{\text{massa (g) da amostra com óleo}}{\text{massa (g) da amostra seca}} \quad (5)$$

### 3.5.2 Índice de Absorção de Água (IAA)

O índice de absorção de água foi determinado de acordo com o mesmo procedimento que o IAO, porém substituindo o óleo de soja comercial por água destilada. O resultado foi calculado conforme a equação 6 e o sobrenadante foi recolhido para cálculo do ISA.

$$IAO = \frac{\text{massa (g) da amostra com água destilada}}{\text{massa (g) da amostra seca}} \quad (6)$$

### 3.5.3 Índice de Solubilidade em Água (ISA)

Cadinhos de porcelana foram secos em estufa com circulação de ar a 105°C por 12 horas, colocados em dessecador a temperatura ambiente por 30 minutos para esfriar, e pesados. O sobrenadante obtido na análise do IAA foi colocado nos cadinhos e o conjunto foi seco em estufa com circulação de ar a 105°C por 12 horas. Em seguida, foram colocados no dessecador a temperatura ambiente por 30 minutos e então pesados. O ISA foi calculado conforme a equação 7:

$$ISA = \frac{(\text{massa da cápsula com resíduo seco} - \text{massa da cápsula vazia})}{\text{massa da amostra}} \times 100 \quad (7)$$

### 3.5.4 Volume de Intumescimento (VI)

Cerca de 150 mg de película prateada foram colocados em erlenmeyer de 250 mL. Água destilada em excesso foi adicionada e o sistema foi agitado continuamente por 2 horas em mesa agitadora. Em seguida, o conteúdo do erlenmeyer foi transferido para proveta de 10 mL, e foi deixado em repouso até completa decantação, por aproximadamente 12 horas. O volume final ocupado pela amostra na proveta foi denominado volume de intumescimento e o resultado foi expresso em mL/grama de amostra seca.

### 3.6 Preparo dos Bolos de Chocolate

Os bolos de chocolate foram preparados a partir de uma mistura para bolo cremoso sabor chocolate de marca comercial adquiridas em um supermercado da cidade de Luz, MG. Foram preparadas quatro formulações, sendo uma formulação sem película prateada e três formulações com película prateada em diferentes concentrações conforme mostrado na Tabela 1. As formulações foram determinadas com base nos resultados das análises de fibras da película prateada, de forma que a adição de película em menor quantidade permitisse a classificação do bolo como fonte de fibra, e a adição em maior quantidade, como rico em fibra.

**Tabela 1 – Formulações dos bolos de chocolate.**

<b>Ingredientes</b>	<b>Padrão (F0)</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
Mistura para bolo	400 g	380 g	372,5 g	365 g
Leite integral	220 g	220 g	220 g	220 g
Ovo de galinha	145 g	145 g	145 g	145 g
Película prateada	0 g	20 g	27,5 g	35 g

F0: bolo sem película; F1: bolo com 2,61% de película; F2: bolo com 3,59% de película; F3: bolo com 4,57% de película.

A mistura para bolo cremoso sabor chocolate da marca comercial é composta pelos seguintes ingredientes: açúcar, farinha de arroz, gordura vegetal hidrogenada, farinha de trigo tipo 1 enriquecida com ferro e ácido fólico, cacau em pó, amido modificado, sal refinado, emulsificante (monoglicerídeos destilados e estearato de

propileno glicol), aromatizante idêntico ao natural, corante caramelo IV, fermento químico (bicarbonato de sódio, fosfato de alumínio e sódio e fosfato monocálcico) e espessante goma xantana.

Para o preparo dos produtos foram seguidas as instruções descritas na embalagem. Os utensílios foram previamente limpos e higienizados. O forno elétrico foi preaquecido a 180°C por 10 minutos. Os ingredientes (mistura para bolo, leite, ovo e película prateada) foram pesados em vasilhas, separadamente. Em uma tigela colocou-se a mistura para bolo e a película prateada, esta somente nas formulações F1, F2 e F3. Em seguida, acrescentou-se o ovo e o leite. Com auxílio de uma colher os ingredientes foram misturados por 1 minuto, quando foi obtida uma massa homogênea. As massas de cada formulação foram transferidas para formas redondas untadas com óleo de soja. Colocou-se no forno elétrico por 40 minutos. Retirou-se do forno, e esperou-se esfriar para desenformar. Os bolos foram embalados com papel alumínio e saco plástico até o momento do preparo das amostras para análises.

As análises de fibras alimentares, análise colorimétrica, capacidade antioxidante, teor de compostos fenólicos extraíveis e não extraíveis foram realizadas para os bolos sem película (F0), com 2,61% de película (F1) e com 4,57% de película (F3). Estas análises não foram realizadas para o bolo F2 porque este apresentou concentração intermediária de película prateada.

### **3.6.1 Determinação de Fibras Alimentares Insolúveis e Solúveis dos Bolos**

As fibras alimentares insolúveis e solúveis foram analisadas pelo método enzimático-gravimétrico. O procedimento foi o mesmo descrito na seção 3.2.5, Determinação de Fibras Alimentares Insolúveis e Solúveis da Película Prateada.

### **3.6.2 Análise Colorimétrica dos Bolos**

A análise colorimétrica dos bolos foi realizada conforme descrito na seção 3.3, Análise Colorimétrica da Película Prateada.

### **3.6.3 Análise da Capacidade Antioxidante dos Bolos**

#### **3.6.3.1 Preparo dos Extratos para Análise**

Os extratos dos bolos com e sem película prateada foram preparados da mesma forma que os extratos da película prateada, conforme descrito nas seções 3.4.1.1 Extração com Metanol e Acetona, e 3.4.1.2 Extração com Etanol, com alteração da quantidade de amostra, que foi aproximadamente 5 g para cada tipo de bolo. Os resíduos das extrações foram utilizados para análise dos polifenóis não extraíveis.

#### **3.6.3.2 Determinação dos Polifenóis Extraíveis**

A análise dos polifenóis extraíveis dos bolos foi realizada conforme descrito na seção 3.4.2.

#### **3.6.3.3 Determinação dos Polifenóis Não Extraíveis**

As proantocianidinas foram determinadas conforme descrito na seção 3.4.3.

#### **3.6.3.4 Avaliação da Capacidade Antioxidante pelos métodos FRAP e DPPH**

A avaliação da capacidade antioxidante pelos métodos FRAP e DPPH foram realizadas conforme descrito nas seções 3.4.4 e 3.4.5, respectivamente.

### **3.7 Análise Sensorial dos Bolos de Chocolate**

A análise sensorial avaliou as formulações F0 (bolo sem película prateada), F1 (bolo com 2,61% de película prateada), F2 (bolo com 3,59% de película prateada), e F3 (bolo com 4,57% de película prateada). Os bolos foram avaliados por meio dos testes de aceitação e intenção de compra, em única sessão.

Participaram 90 provadores não treinados, constituídos por estudantes dos cursos de graduação e pós-graduação, professores e funcionários técnico-administrativos da Faculdade de Farmácia da UFMG. Um questionário foi aplicado

para caracterizar o perfil socioeconômico e os hábitos de consumo dos provadores (ANEXO A).

No teste de aceitação foram avaliados os atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global, utilizando a escala hedônica de 9 pontos, na qual o número 1 indicou “desgostei extremamente” e o número 9 indicou “gostei extremamente”. A intenção de compra foi avaliada com uma escala hedônica de 5 pontos, na qual o número 1 indicou “certamente não compraria” e o número 5 indicou “certamente compraria”. A ficha de avaliação está apresentada no ANEXO B.

A análise sensorial foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Pró-Reitoria de Pesquisa da UFMG, Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAEE) número 855663718.1.0000.5149, Parecer número 2.615.875. Os participantes do teste assinaram um Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) para pesquisa com seres humanos.

Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial e Estudos com Consumidor (LASEC) do Departamento de Alimentos (ALM) da Faculdade de Farmácia (FAFAR) da UFMG, em cabines de provas individuais, climatizadas, sob luz branca.

As amostras codificadas com números de três dígitos aleatórios foram apresentadas na quantidade aproximada de 13 g em guardanapos de papel de forma balanceada, monádica e sequencial. Foi servido também um copo de água filtrada à temperatura ambiente. Cada provador recebeu uma ficha de avaliação por amostra.

A partir dos resultados dos testes de aceitação e intenção de compra, foram elaborados os mapas de preferência. Os mapas de preferência são obtidos a partir da análise de componentes principais, sendo uma representação gráfica das diferenças de aceitação entre os produtos. Tratam os avaliadores de forma individualizada, e não consideram somente a média do grupo da escala hedônica (MINIM, 2010).

### **3.8 Análise dos Dados**

Os experimentos foram realizados em triplicata, e foram calculados a média e o desvio padrão. A normalidade dos dados foi verificada pelos métodos Kolmogorov-Smirnova e/ou Shapiro-Wilk. Os resultados das análises da atividade antioxidante, conteúdo de fenólicos extraíveis e não extraíveis da película prateada, e os resultados da análise de fibras alimentares, atividade antioxidante e teor de compostos fenólicos



dos bolos foram analisados por ANOVA e Teste de Tukey, em nível de significância de 5%, no software IBM SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versão 19.0 licenciada.

Os resultados do teste de aceitação foram determinados por meio da análise de variância (ANOVA) e a significância estatística das diferenças entre as médias foi determinada pelo teste de Tukey, com 5% de significância, com o auxílio do software *SensoMaker* (PINHEIRO *et al.*, 2013).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização Físico-Química da Película Prateada

São apresentados na Tabela 2 os resultados da composição centesimal da película prateada do café e a comparação com outros estudos.

**Tabela 2** – Composição centesimal da película prateada e comparação com outros estudos. Valores expressos em g/100g, base seca.

	<b>Presente estudo</b>	<b>BALLESTEROS <i>et al.</i>, 2014a</b>	<b>JIMÉNEZ-ZAMORA <i>et al.</i>, 2015</b>
Proteínas	16,39 ± 0,68	18,69 ± 0,10	17,3 ± 1,8
Cinzas	8,48 ± 0,12	5,36 ± 0,20	5,4 ± 1,6
Extrato etéreo	6,43 ± 0,59	3,78 ± 0,40	2,1 ± 0,4
Carboidratos	68,69*	NI**	62,7 ± 5,9

Valores médios ± desvio padrão. \*Quantidade de carboidratos calculada por diferença. \*\*NI = Não Informado.

O presente estudo analisou a composição centesimal da película obtida a partir de café arábica, assim como o estudo de Jiménez-Zamora e colaboradores (2015). Ballesteros e colaboradores (2014a) estudaram a película prateada proveniente de uma mistura de café arábica e robusta.

O conteúdo de umidade influencia de forma significativa o crescimento de microrganismos. Uma das características dos pós comercializados como fonte de fibra é o teor de umidade abaixo de 9% (LARRAURI, 1999). A película prateada deste estudo apresentou 3,83% de umidade. Valores abaixo de 9% também foram descritos em outras pesquisas, como 7,3%, 7,1% e 4,76% (BORRELLI *et al.*, 2004; POURFARZAD *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2017), respectivamente.

A quantidade de proteínas foi similar aos estudo de Jiménez-Zamora e colaboradores (2015) e de Ballesteros e colaboradores (2014a), sendo o segundo nutriente presente em maior quantidade. Não foram encontradas na literatura especificações para o teor de proteínas em pós fontes de fibra alimentar. Comparando com algumas reconhecidas fontes de fibra, o conteúdo de proteína da película foi

superior à fibra de aveia ( $4,6 \pm 0,14\%$ ), próximo ao farelo de trigo ( $17,2 \pm 0,27\%$ ) e ao farelo de arroz ( $19,3 \pm 0,12\%$ ) (CLAYE *et al.*, 1996).

A quantidade de cinzas deste estudo foi superior aos valores encontrados nas outras pesquisas. Este estudo analisou a quantidade de cinzas totais pelo método da incineração, que impossibilita a determinação dos componentes individuais devido à alta temperatura utilizada ( $550^{\circ}\text{C}$ ) que pode promover perdas por volatilização ou interação entre os componentes da amostra (CECCHI, 2003). Costa e colaboradores (2017) ao determinarem a composição mineral da película prateada encontraram principalmente potássio ( $\sim 5\text{g}/100\text{g}$  de película), magnésio ( $2\text{g}/100\text{g}$ ) e cálcio ( $0,5\text{g}/100\text{g}$ ), que são minerais importantes na manutenção da respiração, circulação e digestão. Os resultados das análises de cinzas mostram que a película pode ser aplicada na fabricação de alimentos como fonte de nutrientes (BALLESTEROS *et al.*, 2014a).

A quantidade de extrato etéreo ( $6,43\%$ ) da película prateada deste estudo foi superior aos  $3,78\%$  e  $2,42\%$  dos outros estudos (BALLESTEROS *et al.*, 2014a; JIMÉNEZ-ZAMORA *et al.*, 2015), respectivamente. O conteúdo lipídico da película varia de 2 a  $7\%$ , e o procedimento de extração influencia nesse resultado (TOSCHI *et al.*, 2014). É recomendado que os pós fontes de fibra apresentem baixo conteúdo de gordura, porém não há especificação da quantidade máxima desse nutriente (LARRAURI, 1999).

Toschi e colaboradores (2014) determinaram o perfil lipídico da película prateada de uma mistura de café Arábica e Robusta. Os ácidos graxos saturados representaram  $0,9\%$  da película, sendo principalmente ácido palmítico, seguido pelo ácido beênico, araquídico e esteárico. Os ácidos linoleico e oleico foram os principais ácidos graxos insaturados e corresponderam a  $0,6\%$  da película.

Os carboidratos foram calculados por diferença, subtraindo de  $100\text{g}$  de película prateada em base seca, o conteúdo de proteína, lipídeo e cinzas. O valor encontrado foi superior ao estudo de Jiménez-Zamora e colaboradores (2015).

A película prateada é constituída principalmente pelos polissacarídeos celulose e hemicelulose, que contêm glicose, xilose, galactose, manose e arabinose. Os carboidratos solúveis representam de  $0,87$  a  $1,39\%$  e são constituídos principalmente por frutose, sacarose, manitol, glicose e inositol (TOSCHI *et al.*, 2014).

São mostrados na Tabela 3 os valores de fibra alimentar insolúvel, fibra alimentar solúvel e fibra alimentar total da película prateada e a comparação com outros estudos.

**Tabela 3** – Teores de fibras insolúveis, fibras solúveis e fibra alimentar total da película prateada e comparação com outros estudos. Valores expressos em g/100g, base seca.

	<b>Presente estudo</b>	<b>BALLESTEROS <i>et al.</i>, 2014a</b>	<b>JIMÉNEZ- ZAMORA <i>et al.</i>, 2015</b>
Fibras insolúveis	63,61 ± 0,40	45,98 ± 0,18	49,1 ± 0,44
Fibras solúveis	4,74 ± 1,27	8,16 ± 0,90	7,3 ± 0,07
Fibra alimentar total	68,35	54,11 ± 0,10	56,4 ± 0,70

Valores médios ± desvio padrão.

A película prateada deste estudo apresentou conteúdo de fibras insolúveis (63,61%) e totais (68,35%) superior às películas das outras pesquisas, entretanto, a quantidade de fibras solúveis (4,74%) foi inferior. Os três estudos realizaram análise de fibras pelo método enzimático-gravimétrico. Produtos com conteúdo de fibras totais superior a 50g/100g de matéria seca podem ser considerados como fontes de fibra alimentar (LARRAURI, 1999).

O conteúdo maior de fibras insolúveis do que solúveis se justifica porque celulose, hemicelulose e lignina, que fazem parte da fração insolúvel das fibras, estão presentes em quantidades significativas na película prateada (BALLESTEROS *et al.*, 2014a).

A película prateada apresentou maior quantidade de fibras insolúveis e totais que o farelo de trigo (49,6% de fibras insolúveis, 4,6% de fibras solúveis e 54,2% de fibras totais) e o farelo de arroz (46,7% de fibras insolúveis, 4,7% de fibras solúveis e 51,4% de fibras totais). E menor quantidade de fibras insolúveis e totais que a fibra de aveia (73,6% de fibras insolúveis, 1,5% de fibras solúveis e 75,1% de fibras totais) (CLAYE *et al.*, 1996).

Comparando os resultados da película prateada com outros resíduos como as cascas de frutas, a quantidade de fibras insolúveis foi superior, e a quantidade de fibras solúveis foi inferior à casca de manga (38,30% de fibras insolúveis, 29,54% de

fibras solúveis e 67,84% de fibras totais) (WANLAPA *et al.*, 2015), e a quantidade de fibras insolúveis e totais foram superiores, e de fibras solúveis inferiores à farinha da casca de pequi (33,94% de fibras insolúveis, 9,38% de fibras solúveis e 43,31% de fibras totais) (LEÃO *et al.*, 2017).

Murthy e Naidu (2012a) avaliaram o teor de fibras de subprodutos do processamento do café (polpa, casca, película prateada e borra) e a película prateada apresentou o maior conteúdo de fibras totais ( $80 \pm 0,6\%$ ).

A caracterização físico-química demonstrou que a película prateada é rica em proteínas, minerais e fibras. As variações na composição centesimal são inerentes aos alimentos, e os vegetais de uma mesma variedade podem apresentar composições diferentes. Constituição genética, condições de crescimento (solo, clima, irrigação, fertilização, temperatura, insolação), estágio de maturação, tempo e condições de estocagem são alguns fatores que influenciam na composição dos alimentos de origem vegetal (CECCHI, 2003).

#### **4.2 Análise Colorimétrica da Película Prateada**

Os resultados da análise colorimétrica da película prateada foram  $38,96 \pm 0,07$  para a luminosidade ( $L^*$ ),  $6,58 \pm 0,09$  para a coordenada  $a^*$  e  $18,27 \pm 0,22$  para a coordenada  $b^*$ .

A análise dos resultados mostra que a película prateada apresenta luminosidade ( $L^*$ ) escura, o valor de  $C^*$  ( $19,42 \pm 0,24$ ) está mais próximo do centro do círculo cromático, caracterizando uma cor menos intensa, e o resultado do ângulo Hue ( $70,17 \pm 0,08$ ) indica uma tonalidade amarela.

Pourfarzad e colaboradores (2013) realizaram o tratamento da película prateada com peróxido de hidrogênio alcalino e obtiveram uma película com luminosidade mais clara ( $L=70,19$ ), valores negativos para a coordenada  $a^*$  ( $-8,53$ ) e valores próximos para a coordenada  $b^*$  ( $14,97$ ). No cálculo de  $C^*$ , obtém-se  $17,23$ , valor que, pela posição no círculo cromático, também caracteriza uma cor menos intensa.

A cor é um parâmetro sensorial importante nos alimentos. A película mais clara pode ser vantajosa quando se considera a possibilidade de adição em maior número de alimentos, porém, a luminosidade mais baixa está associada a produtos integrais,

que podem ser preferidos por alguns consumidores, além de possibilitar a adição em produtos que contenham chocolate e café.

### 4.3 Análise dos Compostos Bioativos

Foram analisados os polifenóis extraíveis e não extraíveis da película prateada. Assim como para a atividade antioxidante, dois tipos de extração foram utilizados, um com metanol 50% e acetona 70%, e outro com etanol 60%.

#### 4.3.1 Análise dos Polifenóis Extraíveis

São apresentados na Tabela 4 os resultados do conteúdo de polifenóis extraíveis da película prateada e a comparação com outros estudos e na Tabela 5 os resultados do conteúdo de polifenóis extraíveis da película prateada e a comparação com outros resíduos.

**Tabela 4** – Conteúdo de polifenóis extraíveis da película prateada e comparação com outros estudos.

Amostra	Polifenóis extraíveis (mg EAG/g de amostra)	Solvente da Extração	Referência
Película prateada	7,83 ± 0,84 <sup>a</sup>	Metanol 50% e acetona 70%	Presente estudo
Película prateada	4,69 ± 0,17 <sup>b</sup>	Etanol 60%	Presente estudo
Película prateada	4,0	Metanol 40%	ATES; ELMACI (2018)
Película prateada	6 ± 0 a 36 ± 3	Água subcrítica a 25°C-270°C	NARITA; INOUE (2012)
Película prateada	12,81	Etanol 60%	BALLESTEROS <i>et al.</i> (2014b)
Película prateada	16,1 ± 1,2	Água acidificada	BRESCIANI <i>et al.</i> (2014)

Valores médios ± desvio padrão. Letras diferentes indicam diferença estatística entre as amostras, com 5% de significância pelo teste de Tukey.

**Tabela 5** – Conteúdo de polifenóis extraíveis da película prateada e comparação com outros resíduos.

Amostra	Polifenóis extraíveis (mg EAG/g de amostra)	Solvente da Extração	Referência
Película prateada	7,83 ± 0,84 <sup>a</sup>	Metanol 50% e acetona 70%	Presente estudo
Película prateada	4,69 ± 0,17 <sup>b</sup>	Etanol 60%	Presente estudo
Casca de maçã	3,25	Etanol 70%, água destilada e ácido fórmico 0,65 mol/L (80:20:1, v/v/v)	ZARDO <i>et al.</i> (2013)
Casca de mamão papaia	3,92	Etanol	LYDIA <i>et al.</i> (2016)
Casca de café	5,15	Acetona 50%	MELO (2013)
Casca de abacate	7,6 ± 0,8	Acetona, água e ácido acético (70:29,7:0,3, v/v/v)	WANG <i>et al.</i> (2010)
Casca de buriti branqueada	9,3 ± 0,3	Metanol 50% e acetona 70%	RESENDE (2016)

Valores médios ± desvio padrão. Letras diferentes indicam diferença estatística entre as amostras, com 5% de significância pelo teste de Tukey.

A extração com metanol-acetona foi mais eficiente para extrair os polifenóis da película prateada deste estudo. Os compostos fenólicos da película prateada são constituídos principalmente por ácidos clorogênicos (ácidos cafeoilquínicos, cumaroilquínicos e feruloilquínico) (BRESCIANI *et al.*, 2014).

Narita e Inouye (2012) obtiveram diferentes extratos de película prateada a partir da extração com água subcrítica em temperaturas de 25 a 270°C. O conteúdo de fenólicos totais aumentou com o aumento da temperatura de 25 a 240°C, provavelmente devido à degradação de compostos polifenólicos (lignina e lignana) em compostos menores e solúveis.

Considerando a extração com metanol-acetona, a película prateada do presente estudo apresentou quantidades de polifenóis dentro dos valores encontrados por Narita e Inouye (2012), superior ao encontrado por Ates e Elmaci (2018) e

quantidades inferiores aos estudos de Ballesteros e colaboradores (2014b) e Bresciani e colaboradores (2014).

Ao se comparar com o conteúdo de polifenóis extraíveis de cascas de frutas, a película prateada extraída com metanol-acetona apresentou valores superiores à farinha da casca de maracujá (CAZARIN *et al.*, 2014), cascas de maçã (ZARDO *et al.*, 2013), mamão papaia (LYDIA *et al.*, 2016) e café (MELO, 2013), valores próximos à casca de abacate (WANG *et al.*, 2010), e valores inferiores às cascas de buriti branqueada (RESENDE, 2016).

Os solventes orgânicos em solução com água possibilitam uma extração de compostos fenólicos mais efetiva do que na forma pura (MUSSATTO *et al.*, 2011a).

Os compostos fenólicos contribuem significativamente para a atividade antioxidante dos alimentos (NARITA; INOUE, 2012). Entretanto, o estudo de Costa e colaboradores (2017) não apresentou correlação entre o conteúdo de fenólicos totais e atividade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP, sugerindo que outros compostos além dos fenólicos também são responsáveis pela atividade antioxidante da película, como as melanoidinas.

As diferenças encontradas no conteúdo de compostos fenólicos e na atividade antioxidante das matrizes alimentícias, além dos fatores já mencionados como as condições de extração, também podem ser justificadas por fatores genéticos e condições ambientais, germinação da planta, grau de maturação na colheita, a variedade da planta, tipo de solo, clima, parâmetros utilizados no processamento como tempo e temperatura na etapa de torração, e condições de armazenamento (BRAVO, 1998; WANG *et al.*, 2010).

#### **4.3.2 Análise dos Polifenóis Não Extraíveis**

São apresentados na Tabela 6 os resultados do conteúdo de polifenóis não extraíveis, proantocianidinas, da película prateada e a comparação com outros estudos.

As proantocianidinas são taninos condensados que conferem adstringência, amargor e cor às plantas. A importância de sua quantificação deve-se ao fato de que podem permanecer complexadas com proteínas e polissacarídeos presentes nos resíduos dos extratos (ZURITA *et al.*, 2012).



**Tabela 6** – Conteúdo de polifenóis não extraíveis da película prateada e comparação com outros estudos.

<b>Amostra</b>	<b>Polifenóis não extraíveis (mg proantocianidinas/ 100g de amostra)</b>	<b>Solvente da Extração</b>	<b>Referência</b>
Película prateada	236,34 ± 4,00 <sup>b</sup>	Metanol 50% e acetona 70%	Presente estudo
Película prateada	309,17 ± 0,29 <sup>a</sup>	Etanol 60%	Presente estudo
Amendoim torrado	15,6 ± 2,3	Acetona, água e ácido acético (70:29,5:0,5, v/v/v)	GU <i>et al.</i> (2004)
Maça com casca	55 ± 1	Metanol 50% e acetona 70%	ZURITA <i>et al.</i> (2012)
Uva vermelha	61,0 ± 12,3	Acetona, água e ácido acético (70:29,5:0,5, v/v/v)	GU <i>et al.</i> (2004)
Farinha da casca de pequi	215,54 ± 24,49	Metanol 50% e acetona 70%	LEÃO <i>et al.</i> (2017)
Pistache	237,3 ± 52,0	Acetona, água e ácido acético (70:29,5:0,5, v/v/v)	GU <i>et al.</i> (2004)
Casca de abacate	490	Acetona, água e ácido acético (70:29,7:0,3, v/v/v)	WANG <i>et al.</i> (2010)
Avelã	500,7 ± 152,0	Acetona, água e ácido acético (70:29,5:0,5, v/v/v)	GU <i>et al.</i> (2004)

Valores médios ± desvio padrão. Letras diferentes indicam diferença estatística entre as amostras, com 5% de significância pelo teste de Tukey.

A extração com etanol foi mais eficiente na obtenção dos polifenóis não extraíveis da película prateada. Não foram encontrados resultados desta análise em outros estudos com película prateada.

A película prateada, considerando a extração com etanol, apresentou maior conteúdo de polifenóis não extraíveis do que o amendoim torrado, uva vermelha,

pistache (GU *et al.*, 2004) , maçã com casca (ZURITA *et al.*, 2012) e farinha da casca de pequi (LEÃO *et al.*, 2017), e menor conteúdo ao se comparar com a casca de abacate (WANG *et al.*, 2010) e avelã (GU *et al.*, 2004).

#### 4.4 Análise da Capacidade Antioxidante da Película Prateada

A capacidade antioxidante da película prateada foi avaliada pelos métodos FRAP e DPPH. Foram avaliados dois tipos de extração, com metanol 50% e acetona 70%, e outra com etanol 60%.

São mostrados na Tabela 7 os resultados da atividade antioxidante pelo método FRAP e a comparação com outros estudos.

**Tabela 7** – Atividade antioxidante da película prateada pelo método FRAP e comparação com outros estudos.

<b>Película Prateada</b>	<b>Atividade Antioxidante (mmol Fe (II)/g de amostra)</b>	<b>Solvente da Extração</b>
Presente estudo	0,034 ± 0,001 <sup>a</sup>	Metanol 50% e acetona 70%
Presente estudo	0,020 ± 0,0003 <sup>b</sup>	Etanol 60%
BALLESTEROS <i>et al.</i> (2014b)	0,098 ± 0,002	Etanol 60%
BRESCIANI <i>et al.</i> (2014)	0,1388	Água acidificada

Valores médios ± desvio padrão. Letras diferentes indicam diferença estatística entre as amostras, com 5% de significância pelo teste de Tukey.

No método FRAP, a combinação dos solventes metanol-acetona foi mais eficiente para extrair os compostos antioxidantes da película do que o etanol.

A atividade antioxidante da película prateada deste estudo foi menor que das outras, embora a extração tenha sido a mesma realizada por Ballesteros e colaboradores (2014b), entretanto o estudo não informa se a película prateada é de café Arábica ou Robusta. Valores superiores foram encontrados por Bresciani e colaboradores (2014) que analisou a película prateada de café arábica e obtiveram o extrato a partir de água acidificada com 1% de ácido fórmico.

Como em diversas situações as cascas de frutas são resíduos do processamento, realizou-se a comparação da atividade antioxidante da película prateada com cascas de frutas. Sabe-se que o consumo de frutas está associado a efeitos benéficos à saúde, e a presença de compostos bioativos é um dos fatores que contribui para isto. Na casca da maioria das frutas ocorre maior concentração de substâncias antioxidantes do que na polpa, o que pode ser justificado pelo fato de que os compostos fenólicos são metabólitos secundários das plantas, envolvidos na defesa contra insetos, patógenos e radiação ultravioleta (GUO *et al.*, 2003; STALIKAS, 2007).

São apresentados na Tabela 8 os resultados da atividade antioxidante da película prateada pelo método FRAP e a comparação com a atividade antioxidante de cascas de frutas.

**Tabela 8** – Atividade antioxidante da película prateada pelo método FRAP e comparação com outros resíduos.

<b>Amostra</b>	<b>Atividade Antioxidante (<math>\mu\text{M}</math> de sulfato ferroso/ g de amostra)</b>	<b>Solvente da Extração</b>	<b>Referência</b>
Película prateada	170,64 $\pm$ 2,98 <sup>a</sup>	Metanol 50% e acetona 70%	Presente estudo
Película prateada	98,37 $\pm$ 1,41 <sup>b</sup>	Etanol 60%	Presente estudo
Casca de tâmara	166,9	Água destilada	GUO <i>et al.</i> (2003)
Casca de buriti branqueada	155,5 $\pm$ 4,6	Metanol 50% e acetona 70%	RESENDE (2016)
Casca de kiwi	111,3	Água destilada	GUO <i>et al.</i> (2003)
Casca de uva	110,3	Água destilada	GUO <i>et al.</i> (2003)
Casca de manga	101,3	Água destilada	GUO <i>et al.</i> (2003)

Valores médios  $\pm$  desvio padrão. Letras diferentes indicam diferença estatística entre as amostras, com 5% de significância pelo teste de Tukey.

Ao se comparar a atividade antioxidante da película prateada com cascas de frutas (Tabela 5), reconhecidas fontes de compostos bioativos, verifica-se que, quando se considera a extração da película com metanol-acetona, os valores são

similares à casca de tâmara (GUO *et al.*, 2003), e superiores às cascas de buriti branqueada (RESENDE, 2016), kiwi, uva e manga (GUO *et al.*, 2003).

São mostrados na Tabela 9 os resultados da atividade antioxidante da película prateada pelo método DPPH e a comparação com outros resíduos.

**Tabela 9** – Atividade antioxidante da película prateada pelo método DPPH e comparação com outros resíduos.

Amostra	Atividade		
	Antioxidante (EC 50 mg/ml)	Solvente da Extração	Referência
Película prateada	18,94 ± 1,23 <sup>b</sup>	Metanol 50% e acetona 70%	Presente estudo
Película prateada	4,46 ± 0,24 <sup>a</sup>	Etanol 60%	Presente estudo
Farinha de mirtilo	2,77 ± 0,07	Etanol, ácido clorídrico e água (70:1:30, v/v/v)	GOLDMEYER <i>et al.</i> (2014)
Casca de buriti	5,0 ± 0,2	Metanol 50% e acetona 70%	RESENDE (2016)

Valores médios ± desvio padrão. Letras diferentes indicam diferença estatística entre as amostras, com 5% de significância pelo teste de Tukey.

Na análise de DPPH que mede quantos miligramas de amostra foram necessários para reduzir em 50% a concentração do radical DPPH, quanto menor o valor, maior a atividade antioxidante. Para a película prateada deste estudo, houve diferença estatística entre as amostras e a extração com etanol foi melhor. Costa e colaboradores (2017) compararam extrações aquosas e etanólicas, e os extratos etanólicos também apresentaram maior atividade antioxidante para a película prateada.

Ao se comparar com outros resíduos e considerando a extração com etanol, a película prateada apresentou atividade antioxidante semelhante à casca de buriti (RESENDE, 2016) e menor que a farinha de mirtilo (GOLDMEYER *et al.*, 2014).

A comparação dos resultados da atividade antioxidante da película prateada pelos métodos FRAP e DPPH com outros estudos é dificultada, porque são expressos em diferentes unidades de medida e os extratos são obtidos sob diferentes condições.

As diferenças entre os métodos de avaliação da capacidade antioxidante estão nos mecanismos e condições das reações, substância antioxidante alvo da reação e expressão dos resultados (KARADAG *et al.*, 2009). Existem diversos métodos, cada um com suas vantagens e limitações. Em razão disso, é recomendada a utilização de mais de um método para estudo do perfil antioxidante (COSTA *et al.*, 2017).

O tipo de extração vai influenciar na quantidade de antioxidantes que serão extraídos (ALOTHMAN *et al.*, 2009). O rendimento na extração de compostos bioativos e a atividade antioxidante vão depender da polaridade e concentração do solvente, quantidade de solvente em relação à matriz alimentícia, composição química da matriz, temperatura, tempo de extração e tamanho da partícula da amostra (COSTA *et al.*, 2014; MUSSATTO *et al.*, 2011a).

Diferentes formas de extração têm sido aplicadas para a película prateada (NARITA; INOUE, 2014). Costa e colaboradores (2014) aplicaram o etanol como solvente em diferentes concentrações e temperaturas de extração. A extração com solução de etanol 50% a 40°C por 60 minutos obteve um extrato rico em compostos fenólicos, com alta capacidade antioxidante, e menor gasto de tempo e energia do que as outras condições avaliadas.

Outros estudos obtiveram extratos com água e metanol (ATES; ELMACI, 2018; BORRELLI *et al.*, 2004), água acidificada com 1% de ácido fórmico (BRESCIANI *et al.*, 2014), acetona, etanol e metanol em diferentes concentrações (BALLESTEROS *et al.*, 2014b), sendo que neste último, a melhor extração foi com etanol 60% na proporção de 35 ml por grama de película prateada durante 30 minutos a 60-65°C, condições escolhidas para um dos extratos do presente estudo.

A extração com água subcrítica em temperaturas de 25 a 270°C mostrou-se eficiente na obtenção de compostos antioxidantes da película (NARITA; INOUE, 2012), entretanto, o procedimento requer equipamento especial que nem sempre está disponível em laboratórios e pequenas indústrias (COSTA *et al.*, 2014).

#### **4.5 Análise das Propriedades Tecnológicas**

São mostrados na Tabela 10 os resultados das propriedades tecnológicas da película prateada e a comparação com outros estudos.

**Tabela 10** – Propriedades tecnológicas da película prateada e comparação com outros estudos.

<b>Amostra</b>	<b>IAO (g/g)</b>	<b>IAA (g/g)</b>	<b>ISA (g/100g)</b>	<b>VI (mL/g)</b>	<b>Referência</b>
Película prateada	4,06 ± 0,21	4,82 ± 0,02	15,59 ± 0,47	6,29 ± 0,30	Presente estudo
Película prateada	4,72 ± 0,10	5,11 ± 0,20	NI	NI	BALLESTEROS <i>et al.</i> (2014a)
Película prateada	4,76	6,74	NI	NI	POURFARZAD <i>et al.</i> (2013)
Película prateada	4,8 ± 0,2	5,5 ± 0,2	NI	NI	ATES; ELMACI (2018)
Pó da casca de buriti	1,26 ± 0,02	1,14 ± 0,02	8,79 ± 0,75	3,70 ± 0,83	RESENDE (2016)
Farinha da casca de pequi	1,35 ± 0,03	3,98 ± 0,04	16,7 ± 0,48	8,82 ± 0,36	LEÃO <i>et al.</i> (2017)
Fibra da casca de laranja	3,63 ± 0,29	9,63 ± 0,25	NI	NI	CRIZEL <i>et al.</i> (2013)

Valores médios ± desvio padrão. IAO: Índice de absorção de óleo; IAA: Índice de absorção de água; ISA: Índice de solubilidade em água; VI: Volume de intumescimento. NI: Não Informado.

Os índices de absorção de óleo e de água medem a capacidade que um material tem de reter água ou óleo após a aplicação de uma força centrífuga ou compressão (BALLESTEROS *et al.*, 2014a). São parâmetros importantes no processamento de alimentos, como por exemplo, para determinar a quantidade de fibra a ser adicionada para se obter a textura ou viscosidade desejada, e influenciam também nas características sensoriais e nutricionais (AYALA-ZAVALA *et al.*, 2011; RAGHAVENDRA *et al.*, 2004).

Os índices de absorção aumentam com a diminuição do tamanho da partícula, e dependem também da estrutura e da composição química (MURTHY; NAIDU, 2012a).

Os resultados encontrados para os IAO e IAA deste estudo foram próximos aos encontrados em outros estudos com película prateada (ATES; ELMACI, 2018; BALLESTEROS *et al.*, 2014a, POURFARZAD *et al.*, 2013).

A película do estudo de Pourfarzad e colaboradores (2013) apresentou o maior IAA. Este estudo realizou o tratamento da película com peróxido de hidrogênio alcalino para alterar as propriedades físicas da fibra, solubilizar lignina, diminuir a cristalinidade da celulose e, conseqüentemente, aumentar a capacidade de retenção de água. Ballesteros e colaboradores (2014a) consideraram que os resultados obtidos para IAO e IAA foram satisfatórios.

O volume de intumescimento é uma propriedade que contribui para a funcionalidade das fibras alimentares (BALLESTEROS *et al.*, 2014a). Ao se comparar com outros resíduos agroalimentares, a película prateada apresentou IAO, IAA, ISA e VI superiores ao pó da casca de buriti (RESENDE, 2016); IAO e IAA maiores, valores próximos de ISA, e VI inferior à farinha da casca de pequi (LEÃO *et al.*, 2017). Quanto à fibra da casca de laranja, a película prateada apresentou valores próximos de IAO, e IAA inferior (CRIZEL *et al.*, 2013).

#### 4.6 Conteúdo de Fibra Alimentar dos Bolos

O conteúdo de fibra alimentar dos bolos foi calculado em base úmida e está apresentado na Tabela 11.

**Tabela 11** – Teores de fibras insolúveis, fibras solúveis e fibra alimentar total dos bolos sem película e com película. Valores expressos em g/100g, base úmida.

	<b>Bolo sem Película (F0)</b>	<b>Bolo com película (F1)</b>	<b>Bolo com película (F3)</b>
Fibras insolúveis	1,91 ± 0,18 <sup>c</sup>	4,30 ± 0,13 <sup>b</sup>	5,37 ± 0,02 <sup>a</sup>
Fibras solúveis	0,83 ± 0,14 <sup>a</sup>	1,13 ± 0,16 <sup>a</sup>	0,92 ± 0,34 <sup>a</sup>
Fibra alimentar total	2,74	5,43	6,29

Valores médios ± desvio padrão. Médias com letras diferentes na horizontal diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey. F0: sem película; F1: 2,61% de película prateada; F3: 4,57% de película prateada.

O acréscimo de película prateada aumentou o conteúdo de fibra alimentar total dos bolos. Houve diferença significativa entre as amostras sem película (F0) e com 2,61% (F1) e 4,57% (F3) de película quanto ao conteúdo de fibra alimentar insolúvel, de forma que quanto maior a quantidade de película adicionada, maior foi o conteúdo

de fibra alimentar insolúvel. Para as fibras solúveis, não houve diferença estatística entre as amostras.

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) N° 54 de 12 de Novembro de 2012 da ANVISA, que dispõe sobre o regulamento técnico sobre informação nutricional complementar, determina que o produto é considerado como fonte de fibra alimentar quando apresentar no mínimo 3 g de fibra por 100 g de produto preparado ou no mínimo 2,5 g de fibra por porção. E para o atributo alto conteúdo de fibra alimentar ou rico em fibra alimentar, no mínimo 6 g de fibra para 100 g de produto preparado ou no mínimo 5 g de fibra por porção (BRASIL, 2012).

A RDC N° 359 de 23 de Dezembro de 2003 da ANVISA, que aprova o regulamento técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional, define que porção é a quantidade média do alimento consumida por pessoas saudias, maiores de 36 meses de idade, em cada ocasião de consumo, para promover uma alimentação saudável. A porção determinada para bolos é de 60 g (BRASIL, 2003).

Estão apresentados na Tabela 12 o conteúdo de fibra total das formulações F1 e F3 e a comparação com bolos com adição de outros resíduos.

**Tabela 12** – Conteúdo de fibra alimentar total dos bolos com adição de película prateada e comparação com outros estudos. Valores expressos em g/100g, base úmida.

<b>Bolos enriquecidos com</b>	<b>Fibra alimentar total</b>	<b>Referências</b>
2,61% de película prateada (F1)	5,43	Presente estudo
4,57% de película prateada (F3)	6,29	
7,5% de farinha de semente de abóbora	0,76 ± 0,02	BITENCOURT <i>et al.</i> (2014)
15% de farinha de semente de abóbora	1,34 ± 0,10	
30% de farinha de semente de abóbora	2,40 ± 0,19	
7% de farinha da casca do maracujá	2,33	MIRANDA <i>et al.</i> (2013)
10% de farinha da casca do maracujá	2,68	
14% de farinha da casca do maracujá	3,10	

Valores médios ± desvio padrão.



De acordo com o regulamento sobre informação nutricional complementar, a formulação F1 é considerada como fonte de fibra, pois apresenta mais de 3 g de fibra por 100 g de produto preparado, e a formulação F3, que apresenta mais de 6 g de fibra por 100 g de produto preparado é classificada como alto conteúdo de fibra alimentar ou rica em fibra alimentar.

Os bolos com película prateada apresentaram conteúdo de fibra alimentar total maior do que os bolos acrescidos de farinha de semente de abóbora (BITENCOURT *et al.*, 2014) e farinha da casca de maracujá (MIRANDA *et al.*, 2014). Verifica-se que uma menor porcentagem de película prateada aumentou significativamente as fibras alimentares dos bolos.

A adição de fibras de origem natural aos alimentos, incluindo as obtidas a partir de resíduos agroalimentares, conferem além dos benefícios de proteção à saúde já mencionados sobre as fibras ligadas a compostos antioxidantes, a vantagem de atrair os consumidores que buscam por alimentos nutritivos e evitam ingredientes de fontes sintéticas (AYALA-ZAVALA *et al.*, 2011; PALAFOX-CARLOS *et al.*, 2011; SAURA-CALIXTO, 1998).

#### 4.7 Análise Colorimétrica dos Bolos

Os resultados da análise colorimétrica dos bolos encontram-se na Tabela 13.

**Tabela 13** – Resultados dos parâmetros de cor dos bolos.

Bolo	L*	a*	b*	C*	h*
F0	39,52 ± 0,55 <sup>a</sup>	10,19 ± 0,16 <sup>a</sup>	19,58 ± 0,32 <sup>b</sup>	22,07 ± 0,34 <sup>b</sup>	62,48 ± 0,21 <sup>c</sup>
F1	40,31 ± 0,36 <sup>a</sup>	8,97 ± 0,03 <sup>b</sup>	21,71 ± 0,23 <sup>a</sup>	23,49 ± 0,22 <sup>a</sup>	67,54 ± 0,22 <sup>a</sup>
F3	33,24 ± 0,73 <sup>b</sup>	6,90 ± 0,16 <sup>c</sup>	14,49 ± 0,57 <sup>c</sup>	16,04 ± 0,58 <sup>c</sup>	64,53 ± 0,38 <sup>b</sup>

Valores médios ± desvio padrão. Médias com letras diferentes na vertical diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey. F0: bolo sem película; F1: bolo com 2,61% de película prateada; F3: bolo com 4,57% de película prateada. L\* (luminosidade); coordenada a\* (conteúdo do vermelho ao verde); coordenada b\* (conteúdo do amarelo ao azul); C\* (intensidade); h\* (tonalidade).

A luminosidade dos bolos sem película e com 2,61% de película não diferiram entre si ( $p < 0,05$ ), e o bolo com 4,57% de película diferiu entre as amostras e foi a mais escura. Em outro estudo com adição de película prateada em bolos como substituto

de gordura, quanto maior a quantidade de película adicionada, menor foi a luminosidade dos bolos, ou seja, também ficaram mais escuros. A luminosidade do bolo controle foi  $70,3 \pm 0,3$  e a do bolo mais escuro foi  $38,9 \pm 0,1$  com substituição de 30% de gordura por película (ATES; ELMACI, 2018).

Garcia-Serna e colaboradores (2014) também observaram que a adição de película prateada como fonte de fibra alimentar em biscoitos escureceu a cor, indicando seu uso como corante natural.

A intensidade ( $C^*$ ) e a tonalidade ( $h^*$ ) da cor diferiram para todas as amostras. O bolo com mais película (F3) foi a amostra de cor menos intensa. Um dos fatores que pode ter interferido nesse resultado é que o bolo com 2,61% de película, a amostra de cor mais intensa (F1), foi fabricado com mistura para bolo de lote diferente dos demais, e embora tenham sido assados no mesmo equipamento, e nas mesmas condições de tempo e temperatura, como o processo aconteceu em dias diferentes, podem ter ocorrido oscilações no forno, como por exemplo na distribuição de calor no interior do equipamento.

Diversos fatores influenciam no processo de forneamento, como a taxa de aplicação de calor, quantidade de calor fornecida, umidade dentro do forno e duração do processo. Estudos têm sido realizados para melhorar o desempenho de fornos quanto à heterogeneidade e desvios do ponto de ajuste da temperatura (SHAHAPUZI *et al.*, 2015).

#### 4.8 Análise dos Compostos Bioativos e Capacidade Antioxidante dos Bolos

São mostrados na Tabela 14 os resultados do conteúdo de polifenóis extraíveis dos bolos, extração com metanol 50% e acetona 70%.

**Tabela 14** – Conteúdo de polifenóis extraíveis dos bolos, extração com metanol 50% e acetona 70%.

Amostra	Polifenóis extraíveis (mg EAG/g de amostra)
Bolo sem película (F0)	$0,87 \pm 0,02^c$
Bolo com 2,61% de película (F1)	$1,19 \pm 0,03^a$
Bolo com 4,57% de película (F3)	$1,00 \pm 0,02^b$

Valores médios  $\pm$  desvio padrão. Médias com letras diferentes diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

São mostrados na Tabela 15 os resultados do conteúdo de polifenóis não extraíveis dos bolos, extração com metanol 50% e acetona 70%.

**Tabela 15** – Conteúdo de polifenóis não extraíveis dos bolos, extração com metanol 50% e acetona 70%.

<b>Amostra</b>	<b>Polifenóis não extraíveis (mg proantocianidinas/100g de amostra)</b>
Bolo sem película (F0)	8,89 ± 0,12 <sup>c</sup>
Bolo com 2,61% de película (F1)	16,96 ± 0,12 <sup>a</sup>
Bolo com 4,57% de película (F3)	16,11 ± 0,12 <sup>b</sup>

Valores médios ± desvio padrão. Médias com letras diferentes diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

A adição de película prateada aumentou o conteúdo de polifenóis extraíveis e não extraíveis dos bolos, comparando-se com o bolo sem película.

O bolo com menor quantidade de película apresentou maior teor de compostos fenólicos extraíveis e não extraíveis. Embora ocorra diferença estatística entre as amostras, a diferença entre os valores absolutos é pequena, considerando os bolos adicionados de película.

Pesquisas anteriores não realizaram análises de compostos fenólicos em bolos. Este estudo mostrou que tais compostos estão presentes na película prateada e permaneceram nos bolos mesmo após a etapa de forneamento em temperatura elevada.

A capacidade antioxidante dos bolos foi avaliada pelos métodos FRAP e DPPH. Foram realizadas também análises dos compostos fenólicos extraíveis e não extraíveis. Os tipos de extração foram os mesmos aplicados para a película prateada, com metanol 50% e acetona 70%, e outra com etanol 60%. Os resultados apresentados abaixo são os da melhor extração.

São mostrados na Tabela 16 os resultados da atividade antioxidante dos bolos pelo método FRAP, extração com etanol.

**Tabela 16** – Atividade antioxidante dos bolos pelo método FRAP, extração com etanol 60%.

<b>Amostra</b>	<b>Atividade Antioxidante (<math>\mu\text{M}</math> de sulfato ferroso/g de amostra)</b>
Bolo sem película (F0)	2,84 $\pm$ 0,19 <sup>b</sup>
Bolo com 2,61% de película (F1)	6,12 $\pm$ 0,56 <sup>a</sup>
Bolo com 4,57% de película (F3)	6,49 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>

Valores médios  $\pm$  desvio padrão. Médias com letras diferentes diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

São apresentados na Tabela 17 os resultados da atividade antioxidante dos bolos pelo método DPPH, extração com metanol-acetona.

**Tabela 17** – Atividade antioxidante dos bolos pelo método DPPH, extração com metanol 50% e acetona 70%.

<b>Amostra</b>	<b>Atividade Antioxidante (EC 50 mg/mL)</b>
Bolo sem película (F0)	555,06 $\pm$ 102,48 <sup>b</sup>
Bolo com 2,61% de película (F1)	237,89 $\pm$ 20,79 <sup>a</sup>
Bolo com 4,57% de película (F3)	295,02 $\pm$ 42,21 <sup>a</sup>

Valores médios  $\pm$  desvio padrão. Médias com letras diferentes diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Na determinação da atividade antioxidante, pelos métodos FRAP e DPPH, houve diferença estatística entre os bolos com e sem película, porém, ao se avaliar os bolos com 2,61% e 4,57% não houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as amostras. Os bolos com película apresentaram atividade antioxidante mais elevada do que o bolo sem, o que confirma a presença de compostos antioxidantes na película. Tais compostos se mantiveram mesmo após o aquecimento na etapa de forneamento dos bolos.

Ates e Elmaci (2018) adicionaram película prateada em formulações de bolo para substituir óleo de girassol. A atividade antioxidante dos bolos aumentou com a adição de película prateada, porém ao se comparar as adições de 25 e 30% de película, a atividade antioxidante foi maior para o bolo com 25%. O mesmo foi

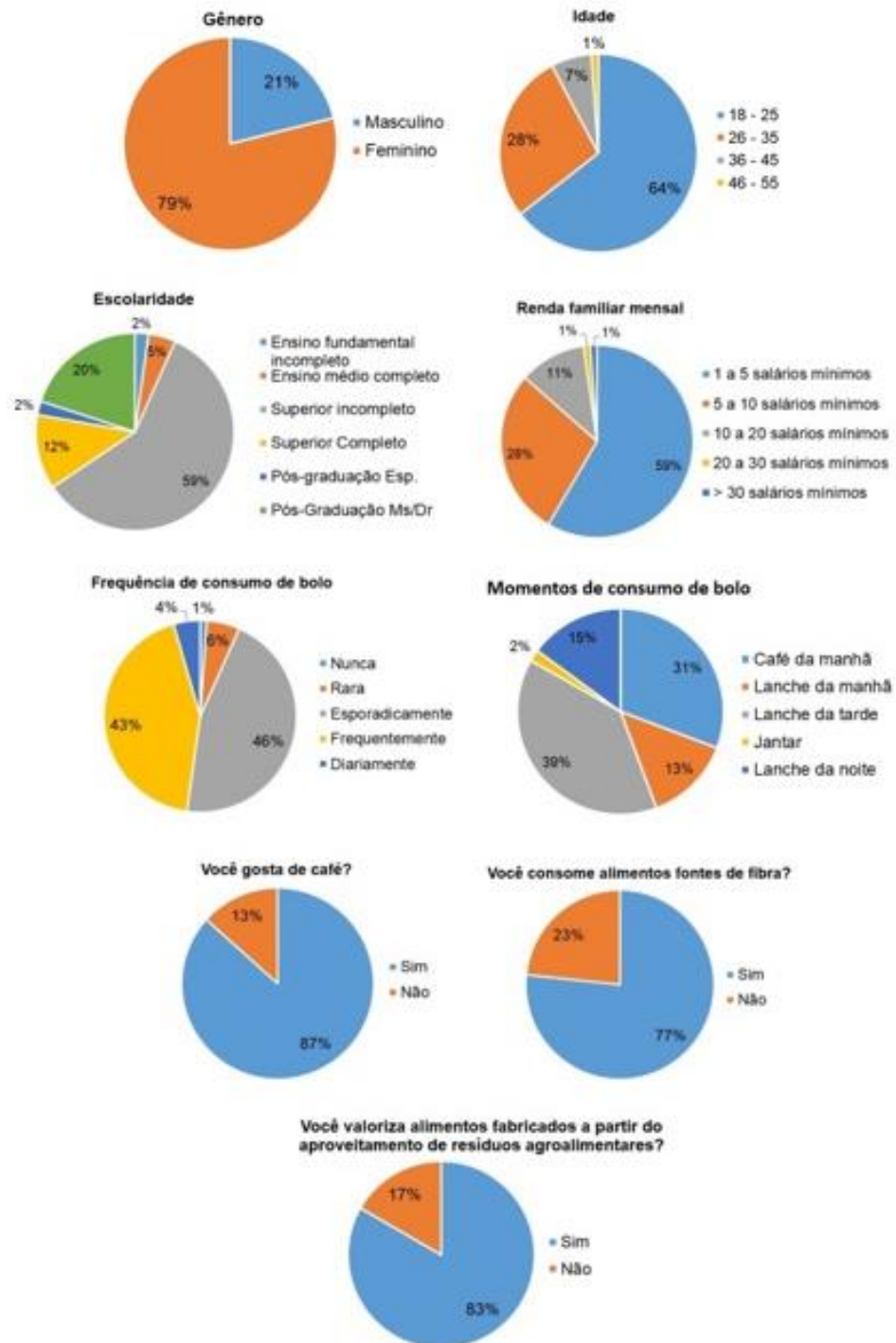
observado neste estudo, na determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH e nas análises de compostos fenólicos extraíveis e não extraíveis, em que o aumento da quantidade de película não aumentou a atividade antioxidante e o conteúdo de compostos fenólicos.

Na justificativa desses resultados, pode-se considerar que na fabricação dos bolos com 2,61% e 4,57% de película prateada foram utilizadas misturas para bolo de diferentes lotes, e embora o modo de preparo tenha sido padronizado, e os bolos assados no mesmo equipamento, o processo aconteceu em dias diferentes, e podem ter ocorrido variações de temperatura no forno no decorrer da etapa de forneamento, com degradação de compostos fenólicos.

## 4.9 Análise Sensorial dos Bolos

### 4.9.1 Caracterização do Perfil dos Consumidores dos Bolos

O perfil socioeconômico e os hábitos de consumo dos participantes da análise sensorial dos bolos estão apresentados na Figura 5.



**Figura 5** – Gráficos com as respostas do questionário socioeconômico e de hábitos de consumo.

Participaram 90 provadores não treinados, consumidores de bolo de chocolate, 79% mulheres e 21% homens, sendo 64% com idade entre 18 e 25 anos. O grau de escolaridade da maioria (59%) era superior incompleto, seguido de 20% com pós-graduação com título de mestre ou doutor. A renda familiar de 59% estava entre 1 a 5 salários mínimos e de 28% entre 5 a 10 salários mínimos.

Quanto à frequência de consumo de bolo, 46% consomem esporadicamente e 43% consomem frequentemente. Entre os momentos de consumo, os mais citados foram o lanche da tarde (39%) e o café da manhã (31%).

Questionados se gostam de café, 87% responderam que sim. Sobre o consumo de alimentos com fibra, 77% responderam que consomem alimentos fontes de fibra. E entre os julgadores, 83% afirmaram que valorizam a fabricação de alimentos a partir do aproveitamento de resíduos alimentares.

#### 4.9.2 Testes de Aceitação

Estão apresentadas na Tabela 18 as médias dos testes de aceitação dos bolos.

**Tabela 18** – Médias dos testes de aceitação dos bolos para os atributos cor, aroma, sabor, textura e impressão global.

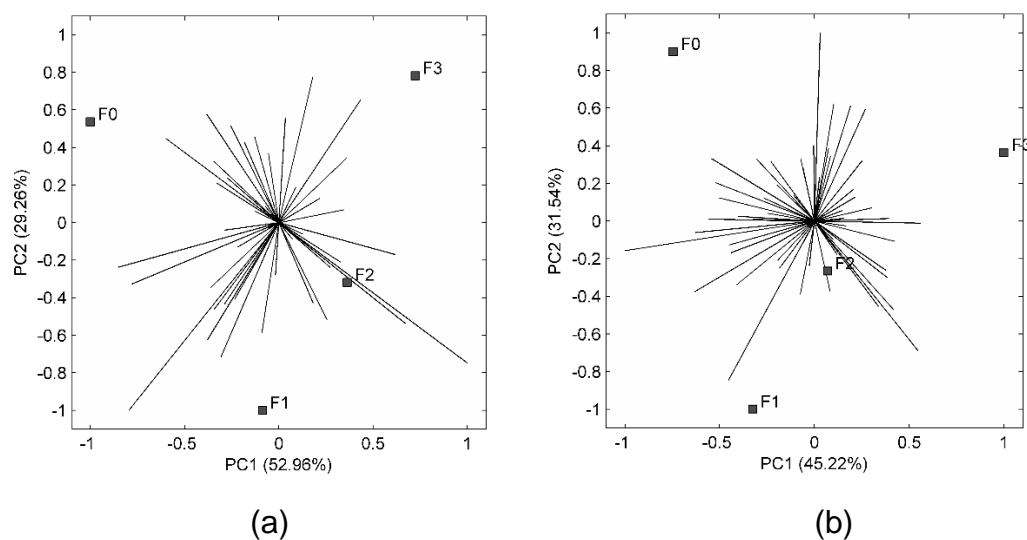
<b>Bolos</b>	<b>Cor</b>	<b>Aroma</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Impressão Global</b>
F0	7,83 ± 1,10 <sup>a</sup>	7,4 ± 1,40 <sup>a</sup>	7,91 ± 0,99 <sup>a</sup>	7,24 ± 1,55 <sup>a</sup>	7,61 ± 1,22 <sup>a</sup>
F1	7,74 ± 1,10 <sup>a</sup>	7,27 ± 1,36 <sup>a</sup>	6,58 ± 1,75 <sup>b</sup>	6,68 ± 1,88 <sup>b</sup>	6,75 ± 1,56 <sup>b</sup>
F2	7,71 ± 1,47 <sup>a</sup>	7,45 ± 1,37 <sup>a</sup>	6,51 ± 1,91 <sup>b</sup>	7,14 ± 1,69 <sup>ab</sup>	6,74 ± 1,72 <sup>b</sup>
F3	7,61 ± 1,25 <sup>a</sup>	7,02 ± 1,55 <sup>a</sup>	5,81 ± 2,21 <sup>c</sup>	6,89 ± 1,92 <sup>ab</sup>	6,35 ± 1,84 <sup>b</sup>

Valores médios ± desvio padrão. Médias com a mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). F0: bolo sem adição de película; F1: bolo com 2,61% de película; F2: bolo com 3,59% de película; F3: bolo com 4,57% de película.

Com relação à cor e ao aroma, não houve diferença significativa entre as amostras ( $p > 0,05$ ), sendo que as médias variaram de 7,61 (F3) até 7,83 (F0) para a cor, e de 7,02 (F3) até 7,45 (F2) para o aroma, situando entre os termos hedônicos

“gostei moderadamente” e “gostei muito”. Para as amostras com acréscimo de película, a cor foi um dos atributos que os provadores mais gostaram, descrevendo-a como atrativa, forte e brilhante.

O teste afetivo por meio da escala hedônica ao fornecer a média das aceitações dos atributos pode resultar em médias que não diferem significativamente entre si, e desta forma, pode ser que os valores não mostrem a média real. Diante desta possibilidade, a estatística pelos mapas de preferência interno tratam os avaliadores de forma diferenciada e consideram sua variabilidade individual, fornecendo pesos menores para variâncias menores, complementando os resultados dos testes de aceitação (CARDELLO; FARIA, 2000).



**Figura 6** – Mapas de preferência interno para os atributos cor (a) e aroma (b).  
PC1: Componente Principal 1; PC2: Componente Principal 2.

O mapa de preferência interno para o atributo cor (a) mostra que os dois componentes principais explicam 82,22% da variação entre as amostras, e para o atributo aroma (b) explicam 76,76% (Figura 6). O mapa confirma os resultados do teste de aceitação, que para os avaliadores, a cor e o aroma das quatro amostras foram igualmente preferidos.

Quanto ao sabor, o bolo sem película foi o mais aceito, diferindo estatisticamente entre as amostras ( $p > 0,05$ ), com média 7,91 (termos hedônicos “gostei moderadamente” e “gostei muito”). Entre os comentários dos provadores foi relatado bolo suave com sabor doce e agradável. Os bolos com 2,61% e 3,59% de película prateada não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ), mas diferiram das outras amostras, e apresentam médias 6,57 e 6,51, situando respectivamente, entre os termos “gostei

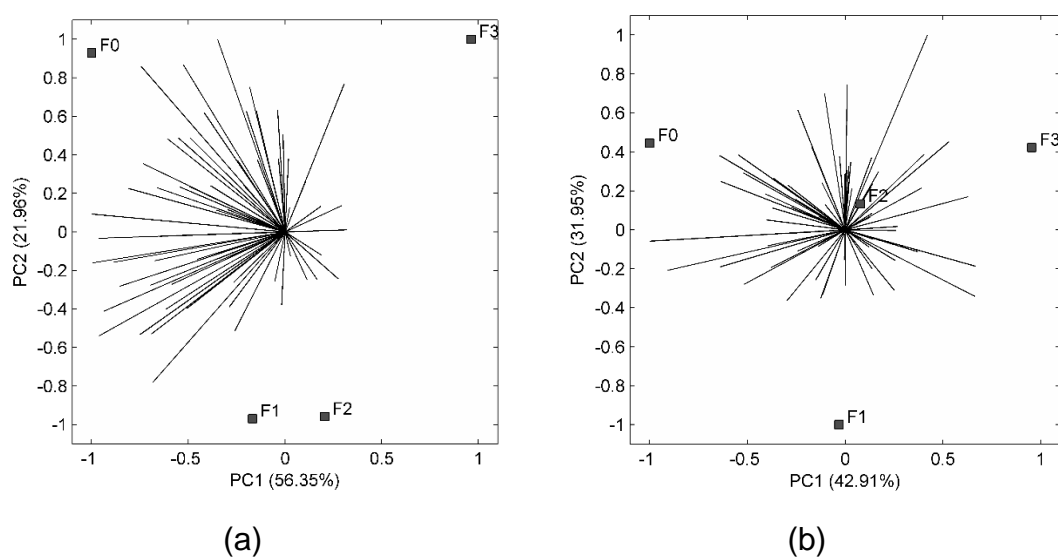


ligeiramente” e “gostei moderadamente”, e os avaliadores perceberam um sabor amargo. O bolo com 4,57% de película diferiu significativamente das outras amostras ( $p < 0,05$ ), sendo a menos aceita, com média 5,81, situando entre os termos hedônicos “nem gostei, nem desgostei” e “gostei moderadamente”, e os provadores descreveram o sabor do bolo como intenso, forte e amargo.

O sabor amargo é uma característica intrínseca da película e no estudo em que esta foi adicionada em bolo como substituto de gordura, foi realizado um tratamento com água para reduzir o amargor. A análise sensorial foi realizada por oito julgadores treinados e os sabores de café e amargo foram mais intensos nos bolos com a película sem tratamento (ATES; ELMACI, 2018).

O sabor também foi um atributo importante no estudo de Martinez-Saez e colaboradores (2014) que realizaram análise sensorial de uma bebida de película prateada nas concentrações de 2,5 e 10 mg/ml. No teste de aceitação, foi indicado que 10% do painel de julgadores consumiriam as bebidas como servido, 85% beberiam se fosse adicionado a outro ingrediente como açúcar, leite, gelo, e 5% declararam que não beberiam.

No mapa de preferência para o atributo sabor (a) (Figura 7), os componentes principais explicam 56,35% e 21,96% totalizando 78,31%, e os vetores se direcionam para a formulação sem película (F0), indicando que este foi o bolo preferido pelos provadores.



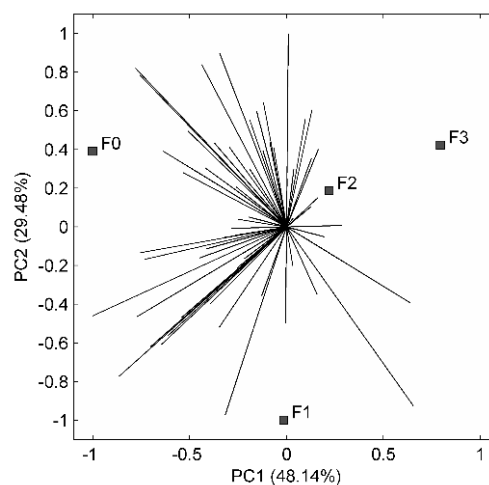
**Figura 7** – Mapas de preferência interno para os atributos sabor (a) e textura (b). PC1 = Componente Principal 1; PC2 = Componente Principal 2.

A aceitação quanto a textura diferiu ( $p < 0,05$ ) somente entre os bolos sem película (F0) e o bolo com 2,61% de película (F1), sendo mais aceita a textura do bolo sem película. Os avaliadores descreveram nas fichas do bolo F1 uma textura aerada e macia. E para os bolos F2 e F3 descreveram textura boa e agradável.

Para o atributo textura (b) (Figura 7), os componentes principais explicam 74,86%, e os julgadores preferiram a textura das amostras F0, F2 e F3, e embora tenham relatado textura fibrosa e arenosa para os bolos com adição de película, esta característica não foi relatada como desvantagem pelos provadores. Já o painel sensorial do estudo de adição de película prateada em pão como fonte de fibra considerou a textura arenosa como um efeito indesejável (POURFARZAD *et al.*, 2013).

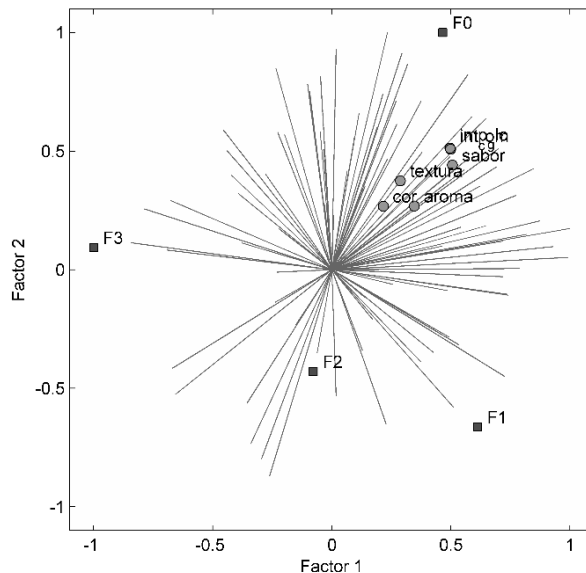
No atributo impressão global, todas as formulações foram aceitas pelos avaliadores. Sendo que, as amostras com película receberam notas que variaram entre o “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” e a amostra sem película, diferiu das demais, com média 7,61, situando entre os termos “gostei moderadamente” e “gostei muito”.

Para a impressão global, o mapa de preferência (Figura 8) explica por meio de seus componentes principais 77,62% da variação entre as amostras. De uma forma geral, maior número de provadores interagiu melhor com a amostra sem película (F0), e considerando as amostras com película, as amostras com 2,61% (F1) e 3,59% (F2) tiveram maior preferência.



**Figura 8** – Mapa de preferência interno para o atributo impressão global.  
PC1 = Componente Principal 1; PC2 = Componente Principal 2.

Os dados foram plotados em um mapa interno de preferência *three-way* (Figura 9) considerando as amostras, os atributos e os consumidores, o que permite uma comparação global das amostras no teste de aceitação.



**Figura 9** – Mapa de preferência interno *three-way* para cor, aroma, sabor, textura e impressão global de bolos de chocolate.

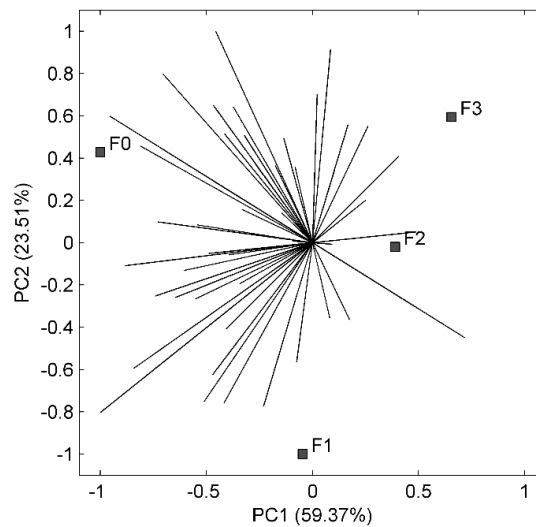
O bolo sem película (F0) foi o preferido entre as amostras, os bolos com 2,61% (F1) e 3,59% (F2) de película foram similarmente apreciados pelos provadores e o bolo com 4,57% (F3) foi o menos aceito.

A impressão global e o sabor foram os atributos mais importantes para se explicar a disposição das amostras e de uma forma geral, todos os atributos avaliados foram percebidos pelos julgadores de uma mesma forma, já que estão localizados em uma mesma região do mapa de preferência.

Considerando os bolos com adição de película prateada e os atributos mais importantes obtidos pelo mapa de preferência *three-way* (sabor e impressão global), as amostras com 2,61% (F1) e 3,59% (F2) de película não diferiram quanto ao sabor e foram as preferidas quanto à impressão global.

Os resultados para intenção de compra mostraram que o bolo sem película diferiu dos demais, com média  $4,02 \pm 0,91$ , situando no termo “possivelmente compraria”. Os bolos com película não diferiram entre si ( $p < 0,05$ ), e apresentaram médias  $3,19 \pm 1,1$  (F1),  $3,15 \pm 1,23$  (F2) e  $2,83 \pm 1,22$  (F3). Tais amostras situaram-se no termo “talvez compraria, talvez não compraria”.

A Figura 10 mostra o mapa de preferência interno para a intenção de compra.



**Figura 10** – Mapa de preferência interno para a intenção de compra.  
PC1 = Componente Principal 1; PC2 = Componente Principal 2.

Para a intenção de compra, os componentes principais explicaram 59,37% e 23,51% totalizando 82,88% da variação entre as amostras. Os vetores estão direcionados principalmente para o bolo sem película (F0), seguido do bolo com 2,61% de película (F1).

O mapa de preferência foi aplicado no estudo sensorial descritivo com 7 amostras de bolos, sendo 3 bolos com película prateada tratada com água nas concentrações de 20, 25 e 30% como substituto de gordura, 3 bolos com adição de película não tratada nas mesmas concentrações e o bolo controle. A análise dos componentes principais mostrou a formação de dois grupos, um com o bolo controle e os bolos com a película tratada, e outro grupo com os bolos com película não tratada, sendo que neste último grupo os atributos mais significativos foram fibrosidade, sabor de café, sabor amargo e grau de cor marrom no miolo (ATES; ELMACI, 2018).

Estudos com outros tipos de alimentos têm aplicado o mapa de preferência interno como por exemplo, para avaliar a aceitação de uma bebida energética elaborada com água de coco e suco de caju clarificado de cinco formulações com diferentes concentrações. Os resultados mostraram segmentação dos consumidores, sendo que uma formulação foi mais aceita quanto à avaliação global e sabor, e outras duas formulações foram mais aceitas com relação à cor (CARVALHO *et al.*, 2006).

O mapeamento de preferências também foi aplicado para identificar os atributos do sabor que os consumidores utilizam na escolha de morangos de diferentes cultivares e os resultados mostraram que os sabores doce, fruto silvestre,

caramelo, frutas e flores são os que mais contribuíram para a aceitação do consumidor (OLIVER *et al.*, 2018).

## 5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A película prateada de café arábica é um resíduo que apresenta quantidades significativas de proteínas e minerais, e características desejáveis para pós fontes de fibra, como elevado conteúdo de fibra alimentar e baixo teor de umidade.

A atividade antioxidante da película foi superior a cascas de frutas reconhecidas como antioxidantes, e o conteúdo de compostos fenólicos apresentou valores intermediários. Neste estudo, não foi possível determinar a melhor forma de extração, porque a extração com metanol 50% e acetona 70% apresentou valores maiores de atividade antioxidante pelo método FRAP e de polifenóis extraíveis, e a extração com etanol 60% foi mais eficiente na avaliação da capacidade antioxidante pelo método DPPH e de polifenóis não extraíveis.

A utilização da película prateada aumentou o teor de fibra alimentar total, assim como a atividade antioxidante dos bolos de chocolate, mesmo com a aplicação de temperatura elevada na etapa de forneamento dos bolos.

Na análise sensorial, as formulações dos bolos não diferiram quanto à cor e aroma. Para o atributo sabor, os bolos com 2,61% e 3,59% não diferiram entre si. O bolo com 4,57% foi o menos aceito, e na impressão global, todas as amostras foram aceitas. O mapa de preferência interno *three-way* mostrou que os bolos com 2,61% e 3,59% de película foram igualmente preferidos e o bolo com 4,57% o menos aceito.

Na oportunidade de fabricação do produto, seria escolhida a formulação com 2,61% de película prateada, porque com relação à atividade antioxidante não diferiu estatisticamente do bolo com 4,57% e apresentou a mesma aceitação que o bolo com 3,59%. O bolo com 2,61% de película prateada embora tenha perda de fibras em valores absolutos, qualitativamente foi classificado igual ao bolo com 3,59%, como fonte de fibra.

O sabor amargo e a textura arenosa foram aspectos mencionados por muitos julgadores, fato que justifica a aplicação de menor quantidade de película, o que agrada um maior número de consumidores.

Embora os resultados tenham sido satisfatórios, estudos futuros podem realizar ajustes na formulação, como alteração na quantidade de ovo e leite (que foram iguais para as quatro amostras) a fim de se obter um produto com características sensoriais que agradem mais os consumidores.

O painel sensorial preferiu o bolo sem adição de película e o sabor doce dessa amostra foi descrito como agradável. Diante disso, pode-se adicionar aromas ou realizar o tratamento da película para diminuir o amargor. Outra possibilidade é a aplicação da película em bolos com formulação sem glúten, sem lactose e sem açúcar, e realizar a análise sensorial com um público específico, acostumado com o consumo de alimentos com essas características.

Estudos posteriores podem também analisar as propriedades físicas dos bolos (volume específico, perda de peso, dureza, coesividade, elasticidade), e aplicar outros métodos para determinar a atividade antioxidante da película prateada e dos bolos.

## REFERÊNCIAS

AACC (American Association of Cereal Chemists). The definition of dietary fiber. *Cereal Food World*, v. 46, n. 3, p. 112-126, 2001.

ABIC (Associação Brasileira da Indústria de Café). Indicadores da indústria de Café – 2017. Disponível em: <<http://abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/indicadores-da-industria-de-cafe-2017/>>. Acesso em 19 jul. 2018.

ABIMAPI (Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães e Bolos Industrializados). Estatísticas Pães & Bolos - 2017. Disponível em:<<https://www.abimapi.com.br/estatistica-paes-bolos.php>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

ALOTHMAN, M., BHAT, R., KARIM, A. A. Antioxidant capacity and phenolic content of selected fruits from Malaysia, extracted with different solvents. **Food Chemistry**, v. 155, p. 785-788, 2009.

AMERINE, M. A., PANGBORN, R. M., ROESSLER, E. B. **Principles of sensory evaluation of food**. New York: Academic Press, 1965 *apud* DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2013.

ANDERSON, J. W., BAIRD, P., DAVIS, R. H. J., FERRERI, S., KNUDTSON, M., KORAYM, A., WILLIAMS, C. L. Health benefits of dietary fiber. **Nutrition Reviews**, v. 67, n. 4, p. 188-205, 2009.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis of the AOAC International**. Virginia: AOAC, 2007.

ASP, N. G., JOHANSSON, C. G., HALLMER, H., SILJESTROM, M. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 476-482, 1983.

ATES, G., ELMACI, Y. Coffee silverskin as fat replacer in cake formulations and its effect on physical, chemical and sensory attributes of cakes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 90, p. 519-525, 2018.

AYALA-ZAVALA, J. F., VEJA-VEJA, V., ROSAS-DOMÍNGUEZ, C., PALAFOX-CARLOS, H., VILLA-RODRIGUEZ, J. A., SIDDIQUI, M. W., DÁVILA-AVINA, GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Agro-industrial potential of exotic fruit byproducts as a source of food additives. **Food Research International**, v. 44, p. 1866-1874, 2011.



BALLESTEROS, L. F., TEIXEIRA, J. A., MUSSATTO, S.I. Chemical, functional, and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin. **Food and Bioprocess Technology**, v. 7, p. 3494-3503, 2014a.

BALLESTEROS, L. F., TEIXEIRA, J. A., MUSSATTO, S.I. Selection of the solvent and extraction conditions for maximum recovery of antioxidant phenolic compounds from coffee silverskin. **Food and Bioprocess Technology**, v. 7, p. 1322-1332, 2014b.

BASANTA, M. F., PLÁ, M. F. E., RAFFO, M. D., STORTZ, C.A., ROJAS, A. M. Cherry fibers isolated from harvest residues as valuable dietary fiber and functional food ingredients. **Journal of Food Engineering**, v. 126, p. 149-155, 2014.

BENZIE, I. F. F., STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the frap assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, p. 70-76, 1996.

BIRDEN, E., SAHINER, U. M., SACKESSEN, C., ERZURUM, S., KALAYCI, O. Oxidative Stress and Antioxidant Defense. **World Allergy Organization Journal**, p. 9-19, 2012.

BITENCOURT, C., DUTRA, F. L. G., PINTO, V. Z., HELBIG, E. BORGES, L. R. Elaboração de bolos enriquecidos com semente de abóbora: avaliação química, física e sensorial. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 32, p. 19-32, 2014.

BORRELLI, R. C., ESPOSITO, F., NAPOLITANO, A., RITIENI, A., FOGLIANO, V. Characterization of a new potential functional ingredient: Coffee silverskin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 1338-1343, 2004.

BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, W.E., BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft Technologie**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC 54 de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC 359 de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 12 nov. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC 360 de 23 de dezembro de 2003. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. Disponível em <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 31 mai. 2018.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, v. 56, p. 317-333, 1998.

BRESCIANI, L., CALANI, L., BRUNI, R., BRIGHENTI, F., DEL RIO, D. Phenolic composition, caffeine content and antioxidant capacity of coffee silverskin. **Food Research International**, v. 61, p. 196-20, 2014.

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

CARDELO, H. M. A. B., FARIA, J. B. Análise da aceitação de aguardentes de cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, p. 32-36, 2000.

CARVALHO, J. M., SOUSA, P. H. M., MAIA, G. A., PRADO, G. M., GONÇALVES, M. C. Nota prévia - Mapa de preferência interno de bebida energética elaborada com água de coco e suco de caju clarificado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 9, n. 3, p. 171-175, 2006.

CAZARIN, C. B. B., SILVA, J. K., COLOMEU, T. C., ZOLLNER, R. L., JUNIOR, M. R. R. Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, v. 44, p. 1699-1704, 2014.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: Unicamp, 2003.

CHENG, A., HAN, C., FANG, X., SUN, J., CHEN, X., WAN, F. Extractable and non-extractable polyphenols from blueberries modulate LPS-induced expression of iNOS and COX-2 in RAW264.7 macrophages via NF- $\kappa$ B signaling pathway. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, p. 3393-3400, 2016.

CLAYE, S. S., IDOURAINE, A., WEBER, C. W. Extraction and fractionation of insoluble fiber from five fiber sources. **Food Chemistry**, v. 57, p. 305-310, 1996.

COSTA, A. S. G., ALVES, R. C., VINHA, A. F., BARREIRA, S. V. P., NUNES, M. A., CUNHA, L. M., OLIVEIRA, M. B. P. P. Optimization of antioxidants extraction from coffee silverskin, a roasting by-product, having in view a sustainable process. **Industrial Crops and Products**, v. 53, p. 350-357, 2014.

COSTA, A. S. G., ALVES, R. C., VINHA, A. F., COSTA, E., COSTA, C. S. G., NUNES, M. A., ALMEIDA, A. A., SANTOS-SILVA, A., OLIVEIRA, M. B. P. P. Nutritional, chemical and antioxidant/pro-oxidant profiles of silverskin, a coffee roasting by-product. **Food Chemistry**, in press, 2017.

CRIZEL, T. M., JABLONSKI, A., RIOS, A.O., RECH, R. Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer. **LWT - Food Science and Technology**, v. 53, n. 1, p. 9-14, 2013.

DEL CASTILLO, M.D., FERNANDEZ-GOMEZ, B., ULLATE, M., MESA, M. D. (Espanha) Uso de productos de la cascarilla de café para la prevención y tratamiento de las patologías que conforman el síndrome metabólico y de sus factores de riesgo. P2577889, 2014.

DHINGRA, D., MICHAEL, M., RAJPUT, H., PATIL, R. T. Dietary fibre in foods: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n.3, p. 255-266, 2012.

DIJKSTERHUIS, G. Multivariate data analysis in sensory and consumer Science: an overview of developments. **Trends in Food Science & Technology**, v. 6, p. 206-211, 1995.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2013. 123 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Comunicado Técnico N°. 125. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP)**. Fortaleza, 2006. 4 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Comunicado Técnico N°. 127. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH**. Fortaleza, 2007. 4 p.

ESQUIVEL, P., JIMÉNEZ, V. M. Functional properties of coffee and coffee by-products. **Food Research International**, v. 46, p. 488-495, 2012.

FERNANDEZ-GOMEZ, B., LEZAMA, A., AMIGO-BENAVENT, M., ULLATE, M., HERRERO, M., MARTÍN, M. A., MESA, M. D., DEL CASTILLO, M. D. Insights on the health benefits of the bioactive compounds of coffee silverskin extract. **Journal of Functional Foods**, v. 25, p. 197-207, 2016.

FRANCA, A. S., OLIVEIRA, L. S. Coffee and its by-products as sources of bioactive compounds. In: MASSEY, J.L. **Coffee: Production, Consumption and Health Benefits**. New York: Nova Science Publishers, 2016. p. 1-28.

FURUSAWA, M., NARITA, Y., IWAI, K., FUKUNAGA, F., NAKAGIRI, O. Inhibitory effect of hot water extract of coffee “silverskin” on hyaluronidase. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v. 75, n.6, p. 1205-1207, 2011.

GANESAN, K., JAYACHANDRAN, M., XU, B. A critical review on hepatoprotective effects of bioactive food components. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 58, p. 1165-1229, 2017.

GARCIA-SERNA, E., MARTINEZ-SAEZ, N., MESIAS, M., MORALES, F. J., DEL CASTILLO, M. D. Use of coffee silverskin and stevia to improve the formulations of biscuits. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 64, p. 243-251, 2014.

GOLDMEYER, B., PENNA, N. G., MELO, A., ROSA, C. S. Características físico-químicas e propriedades funcionais tecnológicas do bagaço de mirtilo fermentado e suas farinhas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 980-987, 2014.

GONZÁLEZ-SARRÍAS, A., ESPÍN, J. C., TOMÁS-BARBERÁN, F. A. Non-extractable polyphenols produce gut microbiota metabolites that persist in circulation and show anti-inflammatory and free radical-scavenging effects. **Trends in Food Science and Technology**, v. 69, p. 281-288, 2017.

GU, L., KELM., M. A., HAMMERSTONE, J. F., BEECHER, G., HOLDEN, J., HATOWITZ, D., GEBHARD, S., PRIOR, R. L. Concentrations of proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption. **The Journal of Nutrition**, v. 134, p. 613-617, 2004.

GUINARD, J., UOTANI, B., SCHLICH, P. Internal and external mapping of preferences for commercial lagers beers: comparison of hedonic ratings by consumers blind versus with knowledge of brand and price. **Food Quality and Preference**, v. 12, p. 243-255, 2001.

GUO, C., YANG, J., WEI, J., LI, Y., XU, J., JIANG, Y. Antioxidant activities of peel, pulp, and seeds fractions of common fruit as determined by FRAP assay. **Nutrition Research**, v. 23, p. 1719-1726, 2003.

HU, G., HUANG, S., CAO, S., MA, Z. Effect of enrichment with hemicellulose from rice bran on chemical and functional properties of bread. **Food Chemistry**, v. 115, p. 839-842, 2009.

IRIONDO-DEHOND, A., HAZA, A. I., ÁVALOS, A., DEL CASTILLO, M. D., MORALES, P. Validation of coffee silverskin extract as a food ingredient by the analysis of cytotoxicity and genotoxicity. **Food Research International**, v. 100, p. 791-797, 2017.

IRIONDO-DEHOND, A., MARTORELL, P., GENOVÉS, S., RAMÓN, D., STAMATAKIS, K., FRESNO, M., MOLINA, S., DEL CASTILLO, M. D. Coffee silverskin extract protects against accelerated aging caused by oxidative agents. **Molecule**, v. 21, 721, 2016.

ISMAIL, S. A., EL-ANANY, A. M., ALI, R. F. M. Regeneration of used frying palm oil with coffee silverskin (CS), CS Ash (CSA) and nanoparticles of CS (NCS). **Journal of Oleo Science**, v. 66, p. 897-905, 2017.

JIMÉNEZ-ZAMORA, A., PASTORIZA, S., RUFÍAN-HENARES, J. A. Revalorization of coffee by-products. Prebiotic, antimicrobial and antioxidant properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 61, p. 12-18, 2015.

KARADAG, A., OZCELIK, B., SANER, S. Review of methods to determine antioxidant capacities. **Food Analytical Methods**, v. 2, p. 41-60, 2009.

KURUTAS, E. B. The importance of antioxidants which play the role in cellular response against oxidative/nitrosative stress: current state. **Nutrition Journal**, v.15, 22 p., 2016.

KURUTAS, E. B., CIRAGIL, P., GUL, M., KILINC, M. The effects of oxidative stress in urinary tract infection. **Mediators of Inflammation**, v. 4, p. 242-244, 2005.

LARRAURI, J. A. New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products. **Trends in Food Science and Technology**, v. 10, p. 3-8, 1999.

LARRAURI, J. A., RUPÉREZ, P., SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LAUFENBERG, G., KUNZ, B., NYSTROEM, M. Transformation of vegetable waste into value added products: (A) the upgrading concept; (B) practical implementations. **Bioresource Technology**, v. 87, p. 167-198, 2003.

LAWLOR, J. B., DELAHUNTY, C. M. The sensory profile and consumer preference for ten speciality cheeses. **International Journal of Dairy Technology**, v. 53, p. 28-36, 2000.

LEÃO, D. P., FRANCA, A. S., OLIVEIRA, L. S., BASTOS, R., COIMBRA, M. A. Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit by-products. **Food Chemistry**, v. 225, p. 146-153, 2017.

LIM, J. Hedonic scaling: a review of methods and theory. **Food Quality and Preference**, v. 22, p. 733-747, 2011.

LÓPEZ-MARCOS, M. C., BAILINA, C., VIUDA-MARTOS, M., PÉREZ-ALVAREZ, J. A., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. Properties of dietary fibers from agroindustrial coproducts as source for fiber-enriched foods. **Food and Bioprocess Technology**, v.8, p. 2400-2408, 2015.

LYDIA, E., RIYAZUDIN, M., JOHN, S., THIYAGARAJAN, S. Investigation on the phytochemicals present in the fruit peel of *Carica papaya* and evaluation of its antioxidant properties. **International Journal of Health & Allied Sciences**, v. 5, p. 247-252, 2016.

MACHADO, E. M. S., RODRIGUEZ-JASSO, R. M., TEIXEIRA, J. A., MUSSATTO, S. I. Growth of fungal strains on coffee industry residues with removal of polyphenolic compounds. **Biochemical Engineering Journal**, v. 60, p. 87-90, 2012.

MANACH, C., SCALBERT, A., MORAND, C., RÉMÉSY, C., JIMÉNEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, p. 727-747, 2004.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento, Safra Brasileira de Café) Boletim Café maio 2018.

Disponível em:<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

MARTINEZ-SAEZ, N., ULLATE, M., MARTIN-CABREJAS, M. A., MARTORELL, P., GENOVÉS, S., RAMON, D., DEL CASTILLO, M. D. A novel antioxidant beverage for body weight control based on coffee silverskin. **Food Chemistry**, v. 150, p. 227-234, 2014.

MATÉS, J.M., PÉREZ-GOMEZ, C., CASTRO, I. N. Antioxidant enzymes and human diseases. **Clinical Biochemistry**, v. 32, n.8, p. 595-603, 1999.

MELO, J. C. S. **Avaliação do potencial tecnológico e antioxidante de cascas de café como substrato para produção de fibras alimentares**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

MENÉNDEZ, J. A., DOMÍNGUEZ, A., FERNÁNDEZ, Y., PIS, J. J. Evidence of self-gasification during the microwave-induced pyrolysis of coffee hulls. **Energy & Fuels**, v. 21, p. 373–378, 2007.

MESÍAS, M., NAVARRO, M., MARTINEZ-SAEZ, N., ULLATE, M., DEL CASTILLO, M. D., MORALES, F. J. Antiglycative and carbonyl trapping properties of the water soluble fraction of coffee silverskin. **Food Research International**, v. 62, p. 1120-1126, 2014.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2010. 308 p.

MIRANDA, A. A., CAIXETA, A. C. A., FLÁVIO, E. F., PINHO, L. Desenvolvimento e análise de bolos enriquecidos com farinha da casca de maracujá (*Passiflora edulis*) como fonte de fibras. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v.24, p. 225-232, 2013.

MOREIRA, A. S. P., NUNES, F. M., DOMINGUES, M. R., COIMBRA, M. A. Coffee melanoidins: structures, mechanisms of formation and potential health impacts. **Food & Function**, v. 3, p. 903-915, 2012.

MOSCATTO, J. A., PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H., HAULY, M. C. O. Farinha de yacon e inulina como ingrediente na formulação de bolo de chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 64, p. 634-640, 2004.

MUDGIL, D., BARAK, S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: a review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 61, p. 1-6, 2013.

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

MURTHY, P. S., NAIDU, M. M. Sustainable management of coffee industry by-products and value addition – a review. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 66, p. 45-58, 2012b.

MUSSATTO, S. I., BALLESTEROS, L. F., MARTINS, S., MALTOS, D. A. F., AGUILAR, C. N., TEIXEIRA, J. A. Maximization of fructooligosaccharides and  $\beta$ -fructofuranosidase production by *Aspergillus japonicus* under solid-state fermentation conditions. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, p. 2128-2134, 2013.

MUSSATTO, S. I., BALLESTEROS, L. F., MARTINS, S., TEIXEIRA, J. A. Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds. **Separation and Purification Technology**, v. 83, p. 173-179, 2011a.

MUSSATTO, S. I., MACHADO, E. M. S., MARTINS, S., TEIXEIRA, J. A. Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. **Food and Bioprocess Technology**, v. 4, p. 661-672, 2011b.

MUSSATTO, S. I., MACHADO, E. M. S., CARNEIRO, L. M., TEIXEIRA, J. A. Sugars metabolism and ethanol production by different yeast strains from coffee industry wastes hydrolysates. **Applied Energy**, v. 92, p. 763–768, 2012.

NARITA, Y., INOUE, K. High antioxidant activity of coffee silverskin extracts obtained by the treatment of coffee silverskin with subcritical water. **Food Chemistry**, v. 135, n.3, p. 943–949, 2012.

NARITA, Y., INOUE, K. Review on utilization and composition of coffee silverskin. **Food Research International**, v. 61, p. 16-22, 2014.

NELSON, D.L., COX, M.M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Tradução: Ana Beatriz Gorini da Veiga et al. 6d. Porto Alegre: Artmed, 2014.



NUNES, C. A., PINHEIRO, A. C. M., BASTOS, S. C. Evaluating consumer acceptance tests by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**, v. 26, p. 167-174, 2011.

OLIVEIRA, S. D., FRANCA, A. S., GLÓRIA, M. B. A., BORGES, M. L. A. The effect of roasting on the presence of bioactive amines in coffees of different qualities. **Food Chemistry**, v. 90, p. 287-291, 2005.

PALAFIX-CARLOS, H., AYALA-ZAVALA, J. F., GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. The role of dietary fiber in the bioaccessibility and bioavailability of fruit and vegetable antioxidants. **Journal of Food Science**, v. 76, p. 6-15, 2011.

PATHARE, P. B., OPARA, U. L., AL-SAID, F. A.-J. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 1, p. 36-60, 2013.

PENNA, A. M. M. **Avaliação do potencial de grãos defeituosos de café como substratos na produção de fibras com potencial antioxidante**. 2015. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents of different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v. 39, p. 791-800, 2006.

PILIPCZUCK, T., KUSZNIEREWICZ, B., ZIELINSKA, D., BARTOSZEK. The influence of roasting and additional processing on the content of bioactive components in special purpose coffees. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, p. 5736-5744, 2015.

PINHEIRO, A. C. M., NUNES, C. A., VIETORIS, V. SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 37, n. 3, p. 199-201, 2013.

POLI, G., LEONARDUZZI, G., BIASI, F., CHIARPOTTO, E. Oxidative Stress and Cell Signaling. **Current Medical Chemistry**, v. 11, p. 1163-1182, 2004.

POURFARZAD, A., MAHDAVIAN-MEHR, H., SEDAGHAT, N. Coffee silverskin as a source of dietary fiber in bread-making: optimization of chemical treatment using response surface methodology. **LWT – Food Science and Technology**, v. 50, n. 2, p. 599–606, 2013.

RAGHAVENDRA, S N., RASTOGI, N. K., RAGHAVARAO, K. S. M. S., THARANATHAN, R. N. Dietary fiber from coconut residue: effects of different treatments and particle size on hydration properties. **European Food Research and Technology**, v. 218, p. 563-567, 2004.

REGAZZONI, L., SALIGARI, F., MARINELLO, C., ROSSONI, G., ALDINI, G., CARINI, M., ORIOLI, M. Coffee silver skin as a source of polyphenols: high resolution mass spectrometric profiling of components and antioxidant activity. **Journal of Function Foods**, v. 20, p. 472-485, 2016.

RESENDE, L. M. **Avaliação do potencial de aproveitamento de resíduos da extração de óleo de buriti para produção de pós ricos em fibra alimentar com compostos antioxidantes associados**. 2016. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

RIBEIRO, V. S., LEITÃO, A. E., RAMALHO, J. C., LIDON, F. C. Chemical characterization and antioxidant properties of a new coffee blend with cocoa, coffee silverskin and green coffee minimally processed. **Food Research International**, v. 61, p. 39-47, 2014.

RODRIGUEZ, R.; JIMENEZ, A.; FERNANDEZ-BOLANOS, J.; GUILLEN, R.; HEREDIA, A. Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. **Trends in Food Science and Technology**, v. 17, p. 3-15, 2006.

RODRIGUES, F., PEREIRA, C., PIMENTEL, F. B., ALVES, R. C., FERREIRA, M., SARMENTO, B., AMARAL, M. H., OLIVEIRA, M. B. P. P. Are coffee silverskin extracts safe for topical use? An in vitro and in vivo approach. **Industrial Crops and Products**, v. 63, p. 167-174, 2015.

SANTOS-BUELGA, C., SCALBERT, A. Proanthocyanidins and tannin-like compounds - nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 1094-1117, 2000.

SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant dietary fiber product: a new concept and a potential food ingredient. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 4303-4306, 1998.

SCALBERT, A., JOHNSON, I. T., SALTMARSH, M. Polyphenols: antioxidants and beyond. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 81, p. 215-217, 2005.

SEIBEL, N. F. **Caracterização, fracionamento e hidrólise enzimática dos componentes do resíduo do processamento de soja [(Glycine max (L.) Merrill)],**

**fibra dos cotilédones.** 2006. 111 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

SHAHAPUZI, N. S., TAIP, F. S., AZIZ, N. A., AHMEDOV, A. Effect of oven temperature profile and different baking conditions on final cake quality. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 50, p. 723-729, 2015.

SHARMA, S. K., BANSAL, S., MANGAL, M., DIXIT, A. D., GUPTA, R. K., MANGAL, A. K. Utilization of food processing by-products as dietary, functional, and novel fiber: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 56, p. 1647-1661, 2016.

SINGLETON, V. L., ORTHOFER, R., LAMUELA-RAVENTO'S, R. M. **Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent.** In: Packer, L. *Methods in Enzymology*, 1999.

SRIVASTAVA, P., INDRANI, D., SINGH, R. P. Effect of dried pomegranate (*Punica granatum*) peel powder (DPPP) on textural, organoleptic and nutritional characteristics of biscuits. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 65, n.7, p. 827-833, 2014.

STALIKAS, C.D. Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. **Journal of Separation Science**, v. 30, p. 3268-3295, 2007.

SUNG, S. H., CHANG, Y., HAN, J. Development of polylactic acid nanocomposite films reinforced with cellulose nanocrystals derived from coffee silverskin. **Carbohydrate Polymers**, v. 169, p. 495-503, 2017.

SUZUKI, A. H. **Desenvolvimento e caracterização de filmes antioxidantes de PVC e óleo residual epoxidado e sua utilização para preservação de frutas in natura.** 2016. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

TOSCHI, T. G., CARDENIA, V., BONAGA, G., MANDRIOLI, M. RODRIGUEZ-ESTRADA, M. T. Coffee silverskin: characterization, possible uses, and safety aspects. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, p. 10836-10844, 2014.

TUNGLAND, B. C., MEYER, D. Nondigestible oligo- and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 3, p. 90-109, 2002.

TUORILA, H., MONTELEONE, E. Sensory food Science in the changing society: opportunities, needs, and challenges. **Trends in Food Science and Technology**, v. 20, p. 54-62, 2009.

VALKO, M., RHODES, C. J., MONCOL, J., IZAKOVIC, M., MAZU, M. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. **Chemico-Biological Interactions**, v. 160, p. 1-40, 2006.

VERONESE, N., SOLMI, M., CARUSO, M. G., GIANNELLI, G., OSELLA, A. R., EVANGELOU, E., MAGGI, S., FONTANA, L., STUBBS, B., TZOULAKI, I. Dietary fiber and health outcomes: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 107, p. 436-444, 2018.

WANG, W., BOSTIC., T. R., GU, L. Antioxidant capacities, procyanidins and pigments in avocados of different strains and cultivars. **Food Chemistry**, v. 122, p. 1193-1198, 2010.

WANLAPA, S., WACHIRASIRI, K., SITHISAM-ANG, D., SUWANNATUP, T. Potential of selected tropical fruit peels as dietary fiber in functional foods. **International Journal of Foods Properties**, v. 18, p. 1306-1316, 2015.

WICKER, L., KIM, Y., KIM, M., THIRKIELD, B., LIN, Z., JUNG, J. Pectin as a bioactive polysaccharide – extracting tailored function from less. **Food Hydrocolloids**, v. 42, p. 251-259, 2014.

ZARDO, D. M., SILVA, K. M., GUYOT, S., NOGUEIRA, A. Phenolic profile and antioxidant capacity of the principal apples produced in Brazil. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 64, p. 611-620, 2013.

ZHI, R., ZHAO, L., SHI, J. Improving the sensory quality of flavored liquid milk by engaging sensory analysis and consumer preference. **Journal of Dairy Science**, v. 99, p. 5305-5317, 2016.

ZURITA, J., DÍAZ-RUBIO, M. E., SAURA-CALIXTO, F. Improve procedure to determine non-extractable polymeric proanthocyanidins in plant foods. **International Journal of Food Science and Nutrition**, v. 63, n. 8, p. 936-939, 2012.

## ANEXO A – Questionário de coleta de dados para análise sensorial de bolos de chocolate

Número do Proveedor: \_\_\_\_\_

Caso tenha concordado em participar deste projeto, por favor, complete o questionário com todas as informações solicitadas, as quais serão mantidas confidenciais. Desde já agradecemos sua colaboração.

**Gênero:**  Masculino  Feminino

**Idade:**  < 18  18-25  26-35  36-45  46-55  56-65

### Escolaridade:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Ensino fundamental incompleto | <input type="checkbox"/> Superior completo             |
| <input type="checkbox"/> Ensino fundamental completo   | <input type="checkbox"/> Pós-graduação: Especialização |
| <input type="checkbox"/> Ensino médio incompleto       | <input type="checkbox"/> Pós-graduação:                |
| <input type="checkbox"/> Ensino médio completo         | Mestrado/Doutorado                                     |
| <input type="checkbox"/> Superior incompleto           |  |

**Profissão:** \_\_\_\_\_

### Renda familiar mensal:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 1 a 5 salários mínimos   | <input type="checkbox"/> 20 a 30 salários mínimos |
| <input type="checkbox"/> 5 a 10 salários mínimos  | <input type="checkbox"/> 30 salários mínimos      |
| <input type="checkbox"/> 10 a 20 salários mínimos |   |

### Você está fazendo uso de algum medicamento?

Não  Sim Qual(is)? \_\_\_\_\_

### Você está seguindo alguma dieta especial?

Não  Sim Qual(is)? \_\_\_\_\_

### Você tem alguma restrição de saúde que impossibilite ou torne não recomendado o consumo de bolo de chocolate?

Não  Sim  
Qual(is)? \_\_\_\_\_

**Você tem alguma restrição de saúde que impossibilite ou torne não recomendado o consumo de farinha de trigo?**

Não  Sim Qual(is)? \_\_\_\_\_

**Você tem alguma restrição de saúde que impossibilite ou torne não recomendado o consumo de leite de vaca integral?**

Não  Sim Qual(is)? \_\_\_\_\_

**Você tem alguma restrição de saúde que impossibilite ou torne não recomendado o consumo de ovo?**

Não  Sim Qual(is)? \_\_\_\_\_

**Você tem alguma restrição de saúde que impossibilite ou torne não recomendado o consumo de açúcar?**

Não  Sim Qual(is)? \_\_\_\_\_

**Você tem alguma restrição de saúde que impossibilite ou torne não recomendado o consumo de sal (cloreto de sódio)?**

Não  Sim Qual(is)? \_\_\_\_\_

**Você tem alguma restrição de saúde que impossibilite ou torne não recomendado o consumo de aromatizante idêntico ao natural de chocolate?**

Não  Sim Qual(is)? \_\_\_\_\_

**Você tem alguma restrição de saúde que impossibilite ou torne não recomendado o consumo de corante caramelo IV?**

Não  Sim Qual(is)? \_\_\_\_\_

**Você gosta de bolo de chocolate?**

Sim  Não

**Com que frequência você consome bolo?**

Nunca

Raramente

Esporadicamente

Frequentemente

Diariamente

**Assinale abaixo os momentos que você prefere consumir bolo (Pode ser marcada mais de uma opção):**

Café da manhã

Lanche da manhã

Almoço

Lanche da tarde

Jantar

Lanche da noite

Outros:

**Você gosta de café?**

Não

Sim

**Você procura consumir alimentos que sejam fonte de fibra alimentar?**

Não

Sim Qual(is)? \_\_\_\_\_

**Você valoriza alimentos fabricados a partir do aproveitamento de resíduos agroalimentares?**

Não

Sim

**ANEXO B – Ficha de avaliação**  
**Teste de Aceitação e Intenção de Compra do Bolo de Chocolate com Película Prateada do Café**

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/2018

Número: \_\_\_\_\_

Código da amostra: \_\_\_\_\_

Por favor, avalie a amostra de bolo de chocolate com película prateada do café, utilizando a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou da amostra em relação aos atributos COR, AROMA, SABOR, TEXTURA e IMPRESSÃO GLOBAL.

9- gostei extremamente	COR	_____
8- gostei muito	AROMA	_____
7- gostei moderadamente	SABOR	_____
6- gostei ligeiramente	TEXTURA	_____
5- nem gostei / nem desgostei	IMPRESSÃO GLOBAL	_____
4- desgostei ligeiramente		
3- desgostei moderadamente		
2- desgostei muito		
1- desgostei extremamente		

Agora por favor, responda:

Quais **características sensoriais** você mais **gostou** neste produto?

Odor                                       Cor                                       Maciez                                       Sabor

Por quê?

Quais **características sensoriais** você mais **desgostou** neste produto?

Odor                                       Cor                                       Maciez                                       Sabor

Por quê?

Com base em sua opinião sobre esta amostra, marque com um X a opção abaixo que representa sua **intenção de compra**. Qual seria sua atitude de compra em relação a este bolo?

- Certamente não compraria  
 Possivelmente não compraria  
 Talvez compraria, talvez não compraria  
 Possivelmente compraria  
 Certamente compraria

Por quê?

Comentários:

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_