



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

CLAUDIMARA DA SILVA PORTELA

**IMPACTO DA ESPÉCIE DE CAFÉ E CONDIÇÕES DE  
PREPARO NA COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS  
SENSORIAIS DE BEBIDAS EXTRAÍDAS A FRIO (COLD  
BREW)**

CLAUDIMARA DA SILVA PORTELA

**IMPACTO DA ESPÉCIE DE CAFÉ E CONDIÇÕES DE  
PREPARO NA COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS  
SENSORIAIS DE BEBIDAS EXTRAÍDAS A FRIO (COLD  
BREW)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina – Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Marta de Toledo Benassi

Londrina  
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

C615i Portela, Claudimara da Silva.

Impacto da espécie de café e condições de preparo na composição e características sensoriais de bebidas extraídas a frio (*cold brew*) / Claudimara da Silva Portela. - Londrina, 2020.  
92 f. : il.

Orientador: Marta de Toledo Benassi.

Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2020.

Inclui bibliografia.

1. *Coffea arabica* e *Coffea canephora* - Tese. 2. Cinética - Tese. 3. Café gelado - Tese. 4. Dominância temporal das sensações - Tese. I. Benassi, Marta de Toledo . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. III. Título.

CDU 641.1

CLAUDIMARA DA SILVA PORTELA

**IMPACTO DA ESPÉCIE DE CAFÉ E CONDIÇÕES DE PREPARO NA  
COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DE BEBIDAS  
EXTRAÍDAS A FRIO (COLD BREW)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina – Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Profa. Dra. Marta de Toledo  
Benassi  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Profa. Dra. Tahis Regina Baú  
Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC

---

Profa. Dra. Sandra Helena Prudencio  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 25 de maio de 2020.

## **Dedicatória**

A meus pais, Jucemara e Wilson,  
A meus irmãos Cláudia, Josimar e Volmar,  
Aos meus sobrinhos João, Clayton, Cleyton e Pablo,  
Ao meu amigo e companheiro, Gustavo.  
A vocês dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus.

À Professora Dra. Marta de Toledo Benassi, pela valiosa orientação, confiança, paciência, carinho, imensa dedicação no desenvolvimento deste trabalho e com minha formação acadêmica, sendo um exemplo de profissional competente e sensata. Deixo aqui minha imensa admiração.

À minha família, pelo apoio, incentivo e compreensão nos muitos momentos em que não pude estar presente. Eu amo vocês.

Ao Gustavo, pelo imenso amor e apoio.

A todos os meus Professores do Instituto Federal de Santa Catarina. Em especial aos Professores Daniele C. B. Honorato, Fernando S. Lima, Francieli M. Libero, Larissa V. Becker, Patrícia F. Schons, Stefany G. Arcari e Tahis R. Baú, por todo conhecimento transmitido, orientação, confiança e amizade. Minha imensa gratidão.

Aos meus grandes amigos, Jocieli Decol, Fabiane R. Micheilof, Luan A. Mattos, Cíntia M. Ansolin, Clara Ansolin e Claucio Rigon, pelas melhores reflexões, noites de muita jogatina e risadas. Vocês são pessoas especiais que Deus colocou em meu caminho e sempre permanecerão.

Às minhas “mães” que ganhei em Londrina, Lissianne V. D. Ribeiro e Ana E.V. Navarro, por todo carinho, acolhimento e momentos que compartilhei com vocês e seus familiares. Vocês estarão sempre em meu coração.

Ao meu amigo Anderson M. Takihara, pela amizade sincera e verdadeira, por todas as caronas, e momentos difíceis e de alegria que compartilhamos.

Aos meus amigos e colegas Caroline Zanon, Danilo M. Bordini, Luma S. Oliveira, José Renato Silva, Fernanda Mendonça, Fernanda C. H. Bana, Fernanda Farinazzo, Bruna Yoshida, Iolanda Zago, Carol Saori e Tuany M. Pomini, pela colaboração, troca de conhecimentos e momentos de descontração. Em especial as amigas Ana Clara L. Pavanello, Rebeca P. F. Catarino e Natália Y. Hata, Deus colocou vocês no meu caminho.

Ao meu grupo de pesquisa, Julyene S. Francisco, Bruna R. B. Hickmann, João L. Violin e Tamiris A. D. Reis, pela disposição em sempre ajudar, além da amizade e carinho. Vocês são muito especiais, gratidão. Ao Pós-Doutorando André L. B. Mori por partilhar seu imenso conhecimento e contribuir durante a execução do meu projeto de pesquisa.

À estagiária de iniciação científica Isabela F. Almeida, pelo profissionalismo, comprometimento e muita disposição. Além da amizade e momentos de descontração.

A todos os colegas e amigos que participaram das sessões de análise sensorial.

Aos técnicos de laboratório Patrícia, Marli e Rubens. Em especial à Alessandra, por todas as palavras de conforto e amizade.

Ao Professor Fábio Yamashita pela contribuição na análise de dados.

A todos os Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da UEL, pelo conhecimento transmitido e contribuição com minha formação acadêmica e profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

**Quem tem medo do fracasso,  
tem medo da vida.  
Quem foge das dificuldades,  
foge de si mesmo.  
(Humberto Gessinger)**

PORTELA, Claudimara da Silva. **Impacto da espécie de café e condições de preparo na composição e características sensoriais de bebidas extraídas a frio (*cold brew*)**. 2020. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

## RESUMO

O método de preparo do café gelado extraído a frio (*cold brew*) utiliza café torrado e moído e longos períodos de extração a baixas temperaturas, resultando em bebida com características diferenciadas das convencionais extraídas a quente. Como o *cold brew* é um método recente de preparo, a informação sobre composição e características sensoriais da bebida ainda é restrita, e as poucas pesquisas disponíveis descrevem o uso da espécie *Coffea arabica*. Não se observou na literatura estudos abrangentes quanto a influência da espécie de café e de condições de preparo para obtenção de *cold brew*. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito das condições de preparo (granulometria do café, temperatura e tempo de infusão) em bebidas geladas de café extraídas a frio e obtidas de cafés das espécies *C. arabica* (café Arábica) e *C. canephora* (café Robusta), visando uma eficiente extração de compostos bioativos, e correlacionar a composição aos aspectos sensoriais das bebidas. Numa primeira etapa, os efeitos da granulometria (mais grossa e mais fina) e da temperatura de preparo (5 e 15 °C) foram estudados empregando um delineamento fatorial. Na sequência, o efeito do tempo de infusão (até 25 h) foi estudado numa abordagem cinética. Foram avaliados parâmetros usuais de qualidade (pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável), perfil de bioativos (teores de cafeína, ácidos clorogênicos totais, trigonelina e melanoidinas) e atividade antioxidante (medida pela capacidade redutora e capacidade de sequestro de radical livre ABTS<sup>+</sup>). *Cold brew* de café Arábica e Robusta (2 bebidas de cada espécie) foram preparadas (15 h de infusão), empregando café com moagem mais grossa e extração a 5 °C ou moagem mais fina a 15 °C. As bebidas foram caracterizadas pela técnica de Dominância Temporal das Sensações e comparadas quanto a preferência. Em relação à composição, *cold brew* de café Arábica apresentaram menor teor de ácidos clorogênicos totais (ACG), cafeína e atividade antioxidante comparado às bebidas de café Robusta, independente da granulometria ou temperatura de preparo. Porém, o comportamento de extração dos compostos foi distinto entre bebidas elaboradas com café Arábica e Robusta, principalmente em função da granulometria. Em geral, a maior extração dos compostos ocorreu nas primeiras 3 a 5 h de preparo. Para obter um *cold brew* com maior extração de compostos bioativos (ACG, cafeína e melanoidinas), e maior atividade antioxidante e acidez, baixas temperaturas e granulometria mais grossa devem ser evitadas. As bebidas apresentaram dominância do sabor de café e gosto amargo e não diferiram quanto à preferência, porém se diferenciaram pela intensidade e tempo de permanência das percepções. O uso de diferentes espécies impactou mais na composição e percepção dos atributos que as condições de preparo. *Cold brew* de café Arábica apresentaram maior teor de trigonelina (108 mg 100 mL<sup>-1</sup>) e menor pH (5,20 a 5,23), e se destacaram pela maior dominância do gosto ácido e sabor de café. *Cold brew* de café Robusta apresentaram maiores teores de cafeína (167 a 175 mg 100 mL<sup>-1</sup>) e ACG (396 a 411 mg 100 mL<sup>-1</sup>), e se destacaram pela maior dominância do gosto amargo e sensação adstringente.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*. *Coffea canephora*. Cinética. Café gelado. Compostos bioativos. Dominância temporal das sensações.

PORTELA, Claudimara da Silva. **Impact of coffee species and brewing conditions on the composition and sensory characteristics of cold-extracted beverages (*cold brew*)**. 2020. 92 p. Dissertation (Master Degree in Food Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

## ABSTRACT

The cold brew coffee beverage is prepared by steeping roasted and ground coffee at cold water for extraction using long periods, resulting in a beverage with different characteristics compared to conventional hot-extracted ones. Since cold brew is a novel method of preparation, information on the composition and sensory characteristics of the cold brew beverages is still limited; the few researches found described the use of *Coffea arabica* species. No comprehensive studies regarding the influence of the coffee species and brewing conditions for cold brew preparation were available in the literature. The objective of this study was to assess the brewing conditions (coffee particle size, water temperature and infusion time) to obtain an efficient extraction of bioactive compounds in cold brews prepared with both coffee species *C. arabica* (Arabica coffee) and *C. canephora* (Robusta coffee). It was also studied the correlation among the composition and the sensory characteristics of the cold brews. In the first step, the effects of coffee particle size (coarser and finer) and water temperature (5 and 15 °C) were studied by factorial design. Then, the effect of the infusion time (up to 25 h) was studied by a kinetic approach. Some usual quality parameters (pH, total soluble solids, and total titratable acidity), the profile of bioactive compounds (caffeine, total chlorogenic acids, trigonelline, and melanoidins contents), and the antioxidant activity (ABTS<sup>•+</sup> radical scavenging activity and reducing capacity) were assessed. Arabica and Robusta cold brews (2 beverages of each specie) were prepared (15 h of infusion) using coarser particles coffee and extraction at 5 °C or finer particles coffee at 15 °C. The beverages were characterized by the Temporal Dominance of Sensations technique, and the preference was assessed. Regardless of the extraction condition (particle size or water temperature), Arabica cold brews have a lower content of total chlorogenic acids (CGA), caffeine and lower antioxidant activity compared to Robusta cold brews. However, different behavior of the compounds during extraction was observed between Arabica and Robusta cold brews, mainly due to the coffee particle size. Overall, the compounds were mostly extracted at the first 3 to 5 h of infusion. Low water temperature and coarser particle size should be avoided to obtain a cold brew with higher extraction of bioactive compounds (CGA, caffeine, and melanoidins), and higher antioxidant activity and acidity. Dominance of the coffee flavor and bitter taste was described for all cold brew beverages, which did not differ regarding the preference. However, differences in the intensity and duration of perceptions on each beverage were observed. The use of different coffee species had more impact on the composition and attributes perception of the beverages than the brewing conditions. Arabica cold brews showed higher content of trigonelline (108 mg 100 mL<sup>-1</sup>) and lower pH (5,20 to 5,23), and were highlighted by the greater dominance of the acid taste and coffee flavor. Robusta cold brews showed higher content of caffeine (167 to 175 mg 100 mL<sup>-1</sup>) and CGA (396 to 411 mg 100 mL<sup>-1</sup>), and were highlighted by the greater dominance of the bitter taste and astringent sensation.

**Key-words:** *Coffea arabica*. *Coffea canephora*. Kinetics. Cold brew. Bioactive compounds. Temporal Dominance of Sensation.

## LISTA DE FIGURAS

### **CAPÍTULO 2**

---

- Figura 2.1** - Superfície de resposta dos compostos avaliados em *cold brew* de café Arábica e Robusta.....56
- Figura 2.2** - Gráfico de desejabilidade de compostos bioativos, AA, SST e ATT em *cold brew* de café Arábica e Robusta.....59
- Figura 2.3** - Teores em duplicata de SST, ATT, cafeína, ACG, melanoidinas e valores de pH ao longo do tempo de extração para *cold brew* de café Arábica (♦) e Robusta (●). .....60

### **CAPÍTULO 3**

---

- Figura 3.1** - Curvas de taxa de dominância de bebidas *cold brew* .....77
- Figura 3.2** - Gráfico bidimensional de segmentação de consumidores e configuração das amostras\*. .....81
- Figura 3.S1** - Gráfico de diferença, entre as curvas de taxa de dominância dos atributos, para *cold brew* com diferentes condições de preparo. ....87
- Figura 3.S2** - Gráfico de diferença, entre as curvas de taxa de dominância dos atributos, para *cold brew* elaborados com diferentes materiais.....87

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO 1**

---

**Tabela 1.1** - Principais características da planta e produto de *C. arabica* e *C. canephora* .....19

**Tabela 1.2** - Composição química dos grãos torrados de *C. arabica* e *C. canephora* .....20

### **CAPÍTULO 2**

---

**Tabela 2.1** - Planejamento Fatorial Completo 2<sup>2</sup> - Matriz com as variáveis independentes (reais e codificadas) e variáveis dependentes em *cold brew* de café Arábica e Robusta.....53

**Tabela 2.2** - Efeitos dos fatores estudados no Planejamento Fatorial 2<sup>2</sup> na resposta das variáveis dependentes em *cold brew* de café Arábica e Robusta. ....55

**Tabela 2.3** - Parâmetros dos modelos de extração para *cold brew* de café Arábica e Robusta.....60

### **CAPÍTULO 3**

---

**Tabela 3.1** - Caracterização físico-química e de compostos bioativos em *cold brew*<sup>1</sup>. .....74

**Tabela 3.2** - Parâmetros das curvas de dominância para cada atributo em cada bebida\*.....76

**Tabela 3.3** - Somatório dos valores obtidos pelo teste de ordenação de preferência de *cold brew* de café Arábica e Robusta\*.....81

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

---

<b>1.1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>1.2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	17
1.2.1	OBJETIVO GERAL .....	17
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
<b>1.3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	18
1.3.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO GRÃO E BEBIDA DE CAFÉ.....	18
1.3.2	TENDÊNCIAS DE CONSUMO E <i>COLD BREW</i> .....	25
1.3.3	ANÁLISE SENSORIAL .....	29
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	34

### **CAPÍTULO 2 - CONDIÇÕES DE PREPARO INFLUENCIAM NA COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DE BEBIDAS DE CAFÉ ARÁBICA E ROBUSTA EXTRAÍDAS A FRIO**

---

	<b>RESUMO</b> .....	45
<b>2.1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	45
<b>2.2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	47
2.2.1	REAGENTES, PADRÕES E EQUIPAMENTOS.....	47
2.2.2	MATERIAL: CAFÉS E PREPARO DA BEBIDA.....	48
2.2.3	ESTUDO DE EXTRAÇÃO.....	49
2.2.4	DETERMINAÇÃO DE pH, ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL, SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS, COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE .....	49
<b>2.3</b>	<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	51
<b>2.4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	51
2.4.1	CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS BEBIDAS.....	51
2.4.2	EFEITO DA GRANULOMETRIA E TEMPERATURA DE PREPARO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, TEOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS E AA EM <i>COLD BREW</i> .....	54
2.4.3	CINÉTICA DE EXTRAÇÃO: EFEITO DO TEMPO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E TEOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM <i>COLD BREW</i> .....	59
<b>2.5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	62
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	62

## **CAPÍTULO 3 - BEBIDAS DE CAFÉ ARÁBICA E ROBUSTA EXTRAÍDAS A FRIO: EFEITO DO PREPARO NA PREFERÊNCIA E NA DINÂMICA DA PERCEPÇÃO SENSORIAL**

---

	<b>RESUMO</b> .....	67
<b>3.1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	67
<b>3.2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	69
3.2.1	MATERIAL: CARACTERIZAÇÃO DOS CAFÉS E PREPARO DAS BEBIDAS.....	69
3.2.2	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS BEBIDAS .....	70
3.2.3	ANÁLISE SENSORIAL .....	71
3.2.3.1	Dominância temporal de sensações.....	72
3.2.3.2	Teste de ordenação de preferência.....	73
<b>3.3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	74
3.3.1	CARACTERIZAÇÃO DAS BEBIDAS.....	74
3.3.2	DOMINÂNCIA TEMPORAL DAS SENSações .....	75
3.3.3	PREFERÊNCIA.....	80
<b>3.4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	82
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	83
	<b>MATERIAL SUPLEMENTAR</b> .....	87
	<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	<b>88</b>

---

### **ANEXOS**

---

<b>ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO NA FORMA DE CONVITE PARA AVALIADOR DE BEBIDA DE CAFÉ TORRADO E MOÍDO - TESTE DE ORDENAÇÃO PREFERÊNCIA.....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO NA FORMA DE CONVITE PARA AVALIADOR DE BEBIDA DE CAFÉ TORRADO E MOÍDO - TESTE DE DOMINÂNCIA TEMPORAL DE SENSações.....</b>	<b>92</b>

# **CAPÍTULO 1**

---

## **INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

---

## 1.1 INTRODUÇÃO

Sendo considerada uma das principais *commodities* exportadas mundialmente, o café é um dos produtos básicos da economia brasileira (CECAFÉ, 2020; MAPA, 2019). Iniciou sua produção comercial com o cultivo da espécie *Coffea arabica*, no século VIII no Iêmen (país do sudoeste da Península Arábica), exibindo rápido desenvolvimento, principalmente após a inserção na América, em meados de 1720 (HERRERA; LAMBOT, 2017; FONSECA; SAKIYMA; BORÉM, 2015).

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café verde, com destaque para as espécies *Coffea arabica* (café Arábica) e em menor quantidade, *Coffea canephora*, com as variedades Conilon e Robusta. O Brasil também se destaca como um dos países que mais consome café, ocupando a segunda posição no ranking mundial com expectativas de crescimento, além do aumento da diversificação dos produtos, como o atual consumo de café torrado em grãos e de monodoses (cápsulas) (EUROMONITOR 2017; USDA, 2019; OIC, 2020).

O consumo de café atualmente mostra a tendência de busca por produtos com qualidade sensorial superior, e com o intuito de atender a esta demanda, instituições de pesquisas e cafeicultores estão investindo no desenvolvimento e produção de cafés especiais, que já representam 12 % do mercado internacional da bebida, e a demanda pelo grão cresce cerca de 18 % ao ano (CAMPO & NEGÓCIO, 2020). Junto com o aumento na procura por cafés especiais, novas formas de consumo da bebida estão ganhando espaço nas cafeterias, como o café gelado.

As primeiras referências à ideia de café gelado ocorreram em meados do século XVII com os holandeses embebendo grãos torrados de café em água fria, com o objetivo de transportar um café pronto para ser aquecido posteriormente. Também há hipóteses de que o consumo e disseminação da bebida de café gelado tenha surgido na comunidade japonesa de Kyoto, ou que ele tenha origem em países da América Latina (Peru e Guatemala) (EVANS, 2017; WOLF, 2017). Atualmente, entre os métodos de preparo para bebidas frias de café, tem se destacado o café gelado extraído a frio (*cold brew*) - empregando temperaturas entre 5 e 25 °C e períodos de infusão de 3 a 24 horas - originando uma bebida com características sensoriais diferenciadas da bebida tradicional extraída a quente (MESTDAGH; GLABASNIA; GIULIANO, 2017; MINTEL, 2018).

A disponibilidade do consumo de café na forma de bebidas geladas tem sido

uma opção em cafeterias, podendo a bebida ser adicionada de outros ingredientes (gelo, leite, sucos, frutas ou bebidas alcoólicas). Em alguns países é usual o café gelado ser comercializado em supermercados na forma de bebida pronta para beber. No Brasil, a empresa True Coffee Inc. destacou-se como a primeira marca produtora de café gelado embalado do tipo *cold brew* no Brasil (TRUE COFFEE INC., 2020).

Pelo fato do café gelado extraído a frio ser uma forma de consumo que ainda está se inserindo no mercado, a literatura é limitada e praticamente restrita à matriz de *C. arabica*. Observa-se também que não há um método padrão para a elaboração da bebida de café extraída a frio, bem como informações a respeito do comportamento de extração de compostos de interesse e atributos sensoriais da bebida.

Com base nisso, a presente dissertação teve como objetivo avaliar o efeito das condições de extração na elaboração de bebidas de café extraídas a frio obtidas de cafés das espécies *C. arabica* e *C. canephora*, correlacionando a composição aos aspectos sensoriais das bebidas.

O capítulo 1 apresenta uma introdução geral, objetivos do trabalho e revisão bibliográfica a respeito das características gerais do grão e bebida das espécies *C. arabica* e *C. canephora*; tendências de consumo da bebida de café, principais características e estudos realizados em bebidas de café extraídas a frio, e métodos descritivos de análise sensorial utilizados no trabalho.

O capítulo 2 traz um estudo sobre o efeito da granulometria, temperatura e tempo de preparo em bebidas de café extraídas a frio elaboradas com *C. arabica* e *C. canephora*. Avaliou-se o comportamento de extração de alguns compostos bioativos de destaque na bebida (cafeína, ácidos clorogênicos totais e melanoidinas), bem como a influência sobre a atividade antioxidante (medida pela capacidade redutora e capacidade de sequestro de radical livre ABTS<sup>+</sup>) e outras características físico-químicas (pH, acidez total titulável e sólidos solúveis totais) de interesse.

No capítulo 3, são apresentados os atributos sensoriais dominantes observados em bebidas de café extraídas a frio e elaboradas a partir das espécies *C. arabica* e *C. canephora* com diferentes granulometrias de café e temperaturas de preparo. Empregou-se no estudo a técnica de Dominância Temporal das Sensações e a avaliação foi complementada com análise da preferência. Os resultados foram

ainda relacionados com as características físico-químicas (pH, acidez total titulável e sólidos solúveis totais) e perfil de bioativos (ácidos clorogênicos totais, cafeína, trigonelina e melanoidinas).

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito das condições de extração (granulometria do café torrado, temperatura e tempo de processo) e da espécie de café na composição química e características sensoriais de *cold brew* preparados com cafés *C. arabica* e *C. canephora*, visando obter uma eficiente extração de compostos bioativos e características sensoriais compatíveis com bebida de café.

### 1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência das condições de preparo nas características de qualidade (pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável), nos teores dos principais compostos bioativos hidrossolúveis (ácidos clorogênicos totais, cafeína, trigonelina e melanoidinas) e atividade antioxidante (como atividade doadora de íons hidrogênio ao radical ABTS<sup>+</sup> e capacidade redutora) de bebidas de café extraídas a frio;
- Verificar as melhores condições de extração para obtenção de bebidas de café extraídas a frio com altos teores de compostos bioativos;
- Estudar a cinética de extração dos principais compostos bioativos para verificar o efeito do tempo de infusão;
- Selecionar as condições mais adequadas de produção das bebidas para o posterior estudo sensorial;
- Caracterizar quanto à composição as bebidas selecionadas de *C. arabica* e *C. canephora* para estudo sensorial;

- Verificar os atributos sensoriais dominantes das bebidas selecionadas, e compará-las quanto à preferência, correlacionando essas informações sensoriais com as de composição.

### 1.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 1.3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO GRÃO E BEBIDA DE CAFÉ

Dentre as diversas espécies do gênero *Coffea* existentes, as espécies comerciais mais importantes são *Coffea arabica* (café Arábica) e *Coffea canephora* Pierre ex Froehner (variedades Robusta e Conilon). Na safra 2019/20, estima-se que *C. arabica* e *C. canephora* representarão respectivamente 57 % e 43 % da produção mundial de café (CONAB, 2020). Para a economia brasileira, o café é um dos produtos mais relevantes, com uma produção expressiva em diferentes regiões e estados do país (MAPA, 2019). Muitos dos cafés torrados e moídos comercializados no Brasil são compostos por mistura dessas duas espécies.

Segundo os primeiros dados divulgados pelo CONAB (2020), considerando todas as regiões produtoras, a safra brasileira de 2020 deverá apresentar um aumento de até 25,8 % em relação à safra de 2019, podendo atingir entre 57,2 e 62,0 milhões de sacas de 60 kg, sendo de 43,2 a 45,9 milhões correspondentes a *C. arabica* e de 13,6 a 16 milhões a *C. canephora*. Esse aumento deve ocorrer em função de ser um ano de bienalidade positiva, que afeta principalmente a produção de lavouras de *C. arabica*, e pelo aumento da área de produção (CONAB, 2020).

*C. arabica* e *C. canephora* são espécies que possuem diferentes origens e condições ótimas de cultivo, e cujas plantas apresentam diversidade na resistência a pragas e doenças, manejo e produtividade, gerando grãos com aparência, composição, qualidade de bebida e preço também diferenciados (Tabela 1.1).

A espécie *C. arabica* é originária das terras altas da Etiópia, sendo cultivada no continente americano, África e Ásia (HERRERA; LAMBOT, 2017; EMBRAPA, 2004). No Brasil, é produzida principalmente nos estados de Minas Gerais (maior produtor nacional, 71 %), São Paulo (13 %) e Espírito Santo (9 %); Bahia, Paraná, Rio de Janeiro e demais estados das regiões brasileira apresentam produção menos significativa (CONAB, 2020). A bebida preparada com *C. arabica* se destaca pela qualidade superior, devido as suas características sensoriais de grande aceitação,

com aroma marcante e sabor adocicado (EMBRAPA, 2004; FARAH; DOS SANTOS, 2015), sendo a mais empregada para café torrado comercializado na forma de grãos, moído e cápsulas.

**Tabela 1.1** - Principais características da planta e produto de *C. arabica* e *C. canephora*

Características	<i>C. arabica</i>	<i>C. canephora</i>
Origem	Etiópia	Bacia do Congo
Altitude preferencial	Acima de 1000 m	Abaixo de 500 m
Temperatura preferencial	18 – 22 °C	24 – 28 °C
Déficit Hídrico	Até 100 mm/ano	Até 150 mm/ano
Rusticidade	Menor	Maior
Ploidia	Tetraploide (44 cromossomos)	Diploide (22 cromossomos)
Porte	Baixo	Alto
Propagação	Semente	Semente e estaca
Desenvolvimento Inicial	Rápido	Lento
Sistema Radicular	Menos vigoroso	Mais vigoroso
Período de maturação	Aproximadamente 240 dias	Aproximadamente 300 dias
Folha e flor	Menores	Maiores
Cor do fruto	Claro	Escuro
Grãos maduros	Caem no chão	Ficam na planta
Sólidos solúveis	Teores menores	Teores elevados
Bebida	Sabor suave	Sabor amargo
Industrialização	Mais usado para café torrado e moído, cápsulas	Mais usado para solúvel e blends no torrado e moído
Preço	Maior	Menor

**Fonte:** Adaptado de EMBRAPA (2004).

A espécie *Coffea canephora* Pierre ex Froehner é nativa das florestas tropicais úmidas, de baixas altitudes da África Equatorial, na bacia do Congo, mas apresenta hoje ampla distribuição geográfica, sendo cultivada principalmente nos países da África Central e Ocidental, sudoeste da Ásia e na América do Sul (EMBRAPA, 2004). No Brasil, os estados que se destacam na produção de *C. canephora* são Espírito Santo (70 %), Rondônia (15 %) e Bahia (12 %). É interessante observar que, mesmo em quantidades menos expressivas, atualmente o plantio dessa espécie de café está sendo realizado de forma ampla no país, abrangendo estados da região Norte (Amazonas, Acre e Pará), Nordeste (Ceará), Centro-oeste (Mato Grosso) e Sudeste (Minas Gerais). A bebida elaborada a partir de *C. canephora* apresenta pouca acidez, maior corpo, adstringência e amargor, com uma menor qualidade de bebida comparativamente ao *C. arabica*. Entretanto, como apresenta um menor preço e maior teor de sólidos solúveis, a espécie é comumente utilizada na produção de café solúvel e em blends com *C. arabica* para o

produto torrado e moído (EMBRAPA, 2004; FARAH, 2009; NEGÓCIO CAFÉ, 2018).

As diferenças sensoriais que são observadas entre as bebidas de *C. arabica* e *C. canephora* ocorrem em função da distinta composição química dos grãos torrados (Tabela 1.2).

**Tabela 1.2** - Composição química dos grãos torrados de *C. arabica* e *C. canephora*

<b>Compostos (g 100 g<sup>-1</sup>)</b>	<b><i>Coffea arabica</i></b>	<b><i>Coffea canephora</i></b>
Polissacarídeos	31 - 38	37 - 42
Sacarose	4,2	1,6
Açúcares redutores	0,3	0,3
Proteína	7,5 - 10	7,5 - 10
Cafeína	1,1 - 1,3	2,4 - 2,5
Trigonelina	0,2 - 1,2	0,3 - 0,7
Ácido nicotínico	0,02 - 0,03	0,01 - 0,02
Lipídios	17	11
Minerais	4,5	4,7
Ácidos clorogênicos	1,9 - 2,5	3,3 - 3,8
Ácidos alifáticos	1,6	1,6
Melanoidinas	23 - 25	23 - 25

**Fonte:** FARAH, 2012; WANG; LIM, 2015.

A qualidade da bebida de café está associada, entre outros aspectos, aos compostos hidrossolúveis extraídos durante o preparo, a maioria desses compostos está relacionada também às propriedades funcionais. Os principais compostos bioativos hidrossolúveis presentes na bebida de café são ácidos clorogênicos, cafeína, trigonelina e melanoidinas (FOLMER et al., 2017). A ingestão desses compostos numa dieta com consumo regular de café tem sido associada à redução de incidência de doenças crônico-degenerativas, atribuída às propriedades antioxidante, anticancerígena, antimutagênica e antiinflamatória (SARRAGUÇA et al., 2016).

Os ácidos clorogênicos (ACGs) são formados na planta por meio do processo de esterificação dos ácidos trans-cinâmicos (ácido cafeico, ferúlico e p-cumárico) com o ácido quínico. O ácido 5-o-cafeoilquínico (5-ACQ) representa aproximadamente 50 % do conteúdo de ACGs presentes no café, e seus isômeros 3-ACQ e 4-ACQ (FARAH; DONANGELO, 2006; SARRAGUÇA et al., 2016).

O café se destaca como uma importante fonte de compostos fenólicos. Efeitos benéficos à saúde, como atividade antioxidante, anti-inflamatória, antiedematogênica e anticarcinogênica, e redução dos riscos associados ao

desenvolvimento de diabetes tipo 2, também estão associados aos ácidos clorogênicos presentes no café (OZGEN et al., 2006; KRAKAUER, 2002; DOS SANTOS et al., 2006; LUDWIG et al., 2014; GODOS et al., 2014; SARRAGUÇA et al., 2016; NAVEED et al., 2018), além de contribuírem com o gosto amargo e sensação adstringente da bebida (GLOESS et al., 2013).

O teor de ACGs é dependente da genética (espécies e variedades de café), condições edafoclimáticas, e intensidade do processo de torra. Perrone, Farah e Donangelo (2012), ao avaliarem a influência de diferentes graus de torra (a 220 °C por 6, 7, 8, 9, 12 e 15 min) na composição de compostos fenólicos de bebidas de *C. arabica* e *C. canephora* verificaram, teores de ácidos clorogênicos totais de 1,52 a 185,09 mg 100 mL<sup>-1</sup> e 1,6 a 204,8 mg 100 mL<sup>-1</sup>, respectivamente. Ludwig et al. (2012) estudando o comportamento da extração dos principais compostos antioxidantes em bebidas filtradas de *C. arabica* (torra a 219 °C por 15 min) e *C. canephora* (torra a 228 °C por 14 min) procedentes de diferentes regiões geográficas, reportaram teores de ácidos clorogênicos totais de 90 e 62,2 mg 100 mL<sup>-1</sup>, respectivamente. Mori et al. (2020) estudando *C. canephora* brasileiros de diferentes variedades e com diversidade de local de cultivo, descreveram para bebidas de café torrado (processo de torra a 210 – 230 °C por 17 – 29 min) teores de ácidos clorogênicos totais na faixa de 52,8 a 94,2 mg 100 mL<sup>-1</sup> da bebida.

A cafeína (1, 3, 7-trimetilxantina) é um alcaloide cristalino de coloração branca com ponto de fusão de 236 °C, sendo um dos principais estimulantes ao sistema nervoso central consumido no mundo. No café, contribui com o gosto amargo e sensação adstringente da bebida (GLOESS et al., 2013) e sua concentração é altamente dependente da genética, bem como de tratos culturais e do processamento pós-colheita, sendo estável durante o processo de torra (BURDAN, 2015).

A cafeína pode desempenhar diversas ações biológicas no organismo humano, contribuindo com a redução da fadiga, auxiliando na consolidação da memória e na diminuição de sintomas associados à doença de Parkinson e Alzheimer, e na redução de riscos pertinentes a obesidade e desenvolvimento da diabetes tipo 2 (BOROTA et al., 2014; LUDWIG et al., 2014; MEJIA et al., 2014), bem como pela ação antioxidante e anticarcinogênicas, efeito na diminuição do estresse oxidativo e efeito hepatoprotetor (GEORGE et al., 2008; AMER et al., 2017, SALOMONE et al., 2017). Efeitos negativos inerentes ao consumo de cafeína são

dependentes da suscetibilidade de cada indivíduo, como aumento da frequência cardíaca e pressão arterial, ansiedade, palpitação, insônia, dores de cabeça, nervosismo, taquicardia e tremor (LUDWIG et al., 2014).

Kalschne et al. (2019), ao avaliarem a composição de bebidas de *C. arabica* e *C. canephora* brasileiros, com grau de torra média, verificaram teores de cafeína de 143 e 262 mg 100 mL<sup>-1</sup>, respectivamente. Ludwig et al. (2012) analisando o teor de cafeína em bebidas filtradas produzidas a partir de *C. arabica* (torrado a 219 °C por 15 min) e *C. canephora* (torrado a 228 °C por 14 min) de diferentes regiões geográficas, reportaram teores de cafeína de 57,1 e 115,3 mg 100 mL<sup>-1</sup>, respectivamente. Rodrigues et al. (2007) estudando a extração da cafeína em bebidas de *C. arabica* e *C. canephora* de diferentes regiões geográficas e torra, observaram teores de cafeína na faixa de 19 a 32,2 mg 100 mL<sup>-1</sup> e de 31,4 a 76,2 mg 100 mL<sup>-1</sup>, respectivamente. Mori et al. (2020), ao analisar bebidas de *C. canephora* de grau de torra média, com diversidade na genética e local de cultivo, reportou teores de cafeína entre 117,6 e 145,2 mg 100 mL<sup>-1</sup>.

A trigonelina (ácido n-metilnicotínico) é um alcaloide de piridina presente naturalmente no café e que pode ser degradada a ácido nicotínico (niacina ou vitamina B3) e derivados de piridina no processo de torra; esses compostos de degradação contribuem com os aspectos sensoriais da bebida, como aroma e gosto amargo (ASHIHARA, 2015; LUDWIG et al., 2014).

Em relação aos efeitos biológicos, a trigonelina destaca-se por ser um agente hipoglicemiante, e por apresentar atividade neuroprotetora, antinvasiva, estrogênica, e antibacteriana, e melhorar e regular os níveis de lipídios séricos e genes relacionados ao metabolismo dos carboidratos e lipídios (ALMEIDA et al., 2006; GEORGE et al., 2008; LUDWIG et al., 2014; YOSHINARI; IGARASHI, 2015).

Um estudo avaliando bebidas de cafés *C. arabica* e *C. canephora* com grau de torra médio, observou teores de trigonelina de 96 e 52 mg 100 mL<sup>-1</sup> de bebida, respectivamente (KALSCHNE et al., 2019). Mori et al. (2020) reportou teores menores, entre 20,6 e 41,3 mg 100 mL<sup>-1</sup>, para bebidas de *C. canephora* (torrado a 210 – 230 °C por 17 – 29 min) de diferentes cultivares.

As melanoidinas são compostos nitrogenados que apresentam cor marrom e contribuem com a cor e sabor do café, sendo formadas durante a etapa de torra dos grãos. As melanoidinas são um dos principais produtos da reação de Maillard, onde envolve várias reações intermediárias para sua formação, como condensação,

isomerização, rearranjo, desidratação, retroaldolização e ciclização (MOREIRA et al., 2012; SARRAGUÇA et al., 2016).

Os benefícios fisiológicos associados às melanoidinas são relacionados à ação antimicrobiana e atividade antioxidante, associada à presença de ácidos clorogênicos na estrutura e alta capacidade de quelar metais (DAGLIA et al., 2002; VIGNOLI et al., 2014; RUFÍAN-HENARES; DE LA CUEVA, 2009). A literatura tem destacado também a capacidade das melanoidinas de modular a microbiota intestinal, uma vez que podem ser consideradas fibras alimentares que são parcialmente fermentadas pelos microrganismos do cólon (MORALES; SOMOZA; FOGLIANO, 2012; VITAGLIONE; FOGLIANO; PELLEGRINI, 2012).

Kalschne et al. (2019) reportaram para bebidas de *C. arabica* e *C. canephora*, com grau de torra médio, teores de melanoidinas de 1121 e 1459 mg 100 mL<sup>-1</sup>, respectivamente. Mori et al. (2020) relataram menores teores (de 680 a 780 mg 100 mL<sup>-1</sup>) para bebidas produzidas a partir de *C. canephora* com grau de torra similar.

Sumarizando, vários dos compostos bioativos mencionados contribuem para a atividade antioxidante associada ao consumo de café, que pode ser atribuída tanto aos compostos hidrossolúveis naturalmente presentes nos grãos verdes, como cafeína, trigonelina e compostos fenólicos, como aos compostos formados durante a torra, as melanoidinas (SARRAGUÇA et al., 2016).

A atividade antioxidante (AA) é definida como a capacidade de um composto em baixa concentração em relação ao substrato oxidável diminuir ou inibir a degradação oxidativa (RICE-EVANS; MILLER; PAGANGA, 1996, SANTOS-SÁNCHEZ et al., 2019). Devido ao fato de não haver um método universal de medida, para estimativa da AA é interessante empregar dois ou mais métodos, que sejam validados, padronizados e amplamente divulgados para avaliar a atividade antioxidante, e que empreguem diferentes mecanismos de reação (PRIOR, WU; SCHAICH, 2005; PLAZA et al., 2014). A atividade antioxidante em produtos de café tem sido medida por diversas metodologias, como FRAP, ABTS, DPPH e Folin-Ciocalteu (VIGNOLI; BASSOLI; BENASSI, 2011; JESZKA-SKOWRON; STANISZ; DE PEÑA, 2016).

A AA medida pelo radical ABTS<sup>•+</sup> baseia-se na redução do cátion radical ABTS<sup>•+</sup> (ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolína-6-sulfônico) por antioxidantes presentes na amostra, resultando na redução da absorvância do extrato. Termodinamicamente, um composto pode reduzir o ABTS<sup>•+</sup> quando apresentar um

potencial redox inferior ao ABTS (0,68 V) (APAK; ÖZYUREK; GÜÇLU; 2016). O resultado da atividade antioxidante é comumente expresso em g de Trolox 100 mL<sup>-1</sup> ou mmol equivalente de Trolox mL<sup>-1</sup> (VIGNOLI; BASSOLI; BENASSI, 2012; VIGNOLI et al., 2016). Para cafés com torra média, Ludwig et al. (2012) reportaram valores na faixa de 400 e 600 mg Trolox 100 mL<sup>-1</sup> para bebidas de *C. arabica* e *C. canephora*, respectivamente; Vignoli et al. (2016) reportaram valores de 640 mg Trolox 100 mL<sup>-1</sup> de bebida para *C. arabica*, enquanto Mori et al. (2020) relatou valores na faixa de 680 a 880 mg Trolox 100 mL<sup>-1</sup> para bebidas de *C. canephora*.

A capacidade redutora pode ser estimada pelo método Folin-Ciocalteu, tradicionalmente utilizado para determinar o teor de compostos fenólicos totais. O mecanismo é baseado em uma reação de oxirredução, permitindo medir a concentração de substâncias redutoras presentes na amostra (SINGLETON; ORTHOFER; LAMUELA-RAVENTÓS, 1999; PRIOR, WU; SCHAICH, 2005; NACZK; SHAHIDI, 2004). Os compostos são oxidados em meio básico e formam o O<sub>2</sub>•<sup>-</sup> que reage com o molibdato e forma o óxido de molibdênio (MoO<sub>4</sub><sup>+</sup>), com aumento da absorção na faixa de 750 a 765 nm. Os resultados são expressos em equivalentes de ácido gálico ou g de ácido gálico 100 mL<sup>-1</sup> da amostra (SINGLETON; ORTHOFER; LAMUELA-RAVENTÓS, 1999; VIGNOLI; BASSOLI; BENASSI, 2012; VIGNOLI et al., 2016). Para a bebida filtrada preparada com café de torra média da espécie *C. arabica* e *C. canephora* foram relatados, respectivamente, valores de 340 mg ácido gálico 100 mL<sup>-1</sup> e não superiores 500 mg ácido gálico 100 mL<sup>-1</sup> (VIGNOLI et al., 2016; LUDWIG et al., 2012).

A composição da bebida de café, e conseqüentemente suas características sensoriais e funcionalidade, são dependentes dos métodos de preparo da bebida. Diversas são as técnicas que podem ser empregadas, sendo que a maioria dos métodos utiliza água quente no preparo (PETRACCO, 2001). O café gelado extraído a quente já era tradicionalmente comercializado em alguns países como Japão e Estados Unidos na forma de produto embalado pronto para consumo, passou a ser preparado por extração a frio em cafeterias, ganhou popularidade e vem apresentando crescimento no mercado global (LIVE JAPAN, 2019; GRAND VIEW RESEARCH, 2019; MINTEL, 2018; FORBES, 2018).

A literatura a respeito da composição química, modo de extração dos compostos, atividade antioxidante e caracterização sensorial do café gelado extraído a frio, é ainda limitada (KANG et al., 2020; HEO et al., 2019; CORDOBA et al.,

2019a; AHMED et al., 2019; ANGELONI et al., 2019a, ANGELONI et al., 2019b; DWIRANTI; ARDIANSYAH; ASIAH, 2019; RAO; FULLER, 2018; SENINDE, 2018; FULLER; RAO, 2017; LANE et al., 2017), e restrita à matriz de *C. arabica*. O único estudo com a espécie *C. canephora*, é uma dissertação desenvolvida por Seninde (2018), onde são abordados somente aspectos sensoriais. Considerando-se que a solubilidade dos compostos é dependente da temperatura da água de extração, bem como da forma de preparo, uma bebida de café elaborada por extração a frio irá apresentar composição e perfil sensorial distintos de bebidas elaboradas por extração a quente.

### 1.3.2 TENDÊNCIAS DE CONSUMO E *COLD BREW*

Mundialmente o Brasil se destaca como maior produtor e exportador de café, e segundo maior país consumidor após os Estados Unidos, mas ainda há um grande potencial de crescimento: o consumo de café no Brasil deve aumentar 3,5 % ao ano até 2021 (USDA, 2019; EUROMONITOR, 2017). Um relatório sobre as Tendências do Mercado de Cafés, publicado pelo Euromonitor em 2017 aponta que esse aumento poderia ser atribuído ao aumento na qualidade do produto e na diversidade de formas de compra, preparo e consumo (com produtos como café torrado em grãos, café torrado e moído e cápsulas) dentro e fora do lar, e que o consumo das monodoses (cápsulas) incentivou o consumidor a buscar por cafés especiais e diferenciados (EUROMONITOR, 2017; JORNAL DO CAFÉ, 2017).

Entre os métodos de preparo de uma bebida de café, no Brasil o mais usual é o café filtrado (coado). No entanto, verifica-se em estudos de consumidores mais recentes, que o público, principalmente nos grandes centros em virtude do aumento do consumo fora do lar (cafeterias), vem buscando experimentar novas formas de consumo da bebida (EUROMONITOR, 2016; EUROMONITOR, 2017; NEGÓCIO CAFÉ, 2018; MINTEL, 2018).

Um método de preparo que vem ganhando destaque nas cafeterias é o café gelado extraído a frio, denominado *cold brew*. O produto se destaca dentro do momento atual, definido como “terceira onda” de consumo dos cafés, onde há uma busca pela flexibilização na forma e local de consumir o café (dentro ou fora de casa) (TELES; BEHRENS, 2020). O produto *cold brew* é diferenciado dos produtos comerciais mais conhecidos no exterior como café gelado (*iced coffee*), que são

produzidos por extração a quente ou empregando extratos líquidos produzidos pela indústria de café solúvel, e depois são comercializados na forma gelada, podendo eventualmente ser servidos com gelo (MESTDAGH; GLABASNIA; GIULIANO, 2017).

Nos Estados Unidos, Japão e alguns países da Europa, os cafés gelados - incluindo mais recentemente o *cold brew* - são usualmente consumidos na forma de bebidas prontas-para-consumo em latas, disponíveis em grandes redes de supermercado, lojas de conveniência, máquinas de venda automática, canais online e produzido de forma artesanal em cafeterias (LIVE JAPAN, 2019; GRAND VIEW RESEARCH, 2019).

No Brasil, a primeira marca nacional a vender *cold brew* engarrafado no mercado foi a True Coffee, e em seguida novas marcas foram surgindo, como a Green Up, porém a bebida já era produzida de forma artesanal em cafeterias tradicionais e pela rede de cafeterias Starbucks, para ser comercializado em épocas específicas do ano (primavera/verão) (DUARTE, 2018; TRUE COFFEE INC., 2020).

O método de preparo do *cold brew* utiliza café torrado e moído e longos períodos de extração a baixas temperaturas (ambiente ou mais baixa), resultando em uma bebida menos ácida, que se destaca pelo corpo, doçura, que pode ser servida a quente ou a frio após a diluição em água, suco, leite ou bebidas alcoólicas. Destaca-se que a extração dos compostos responsáveis pelos atributos sensoriais é dependente da temperatura da água extratora, e no preparo a frio, para muitos desses compostos serem extraídos, períodos longos de infusão são essenciais, podendo chegar até 24 h (MESTDAGH; GLABASNIA; GIULIANO, 2017; CORDOBA et al., 2019b).

Dois métodos de preparo para o *cold brew* são descritos: por imersão ou gotejamento. No método de imersão, mais usual, o pó do café permanece em contato com a água extratora por longos períodos (3 – 24 h) e após esse tempo a bebida é filtrada com filtro de papel. Na extração por gotejamento é necessário um equipamento composto por três repartições (uma para a água extratora, outra para o café torrado e moído e uma para acondicionar a bebida de café), com uma torneira acoplada, a qual é utilizada para controlar o fluxo das gotas e o tempo de extração (3 – 24 h) (ANGELONI et al., 2019a; CORDOBA et al., 2019b).

A solubilidade dos compostos de interesse para a qualidade de bebida e bioativos é influenciada pela temperatura. Uma bebida de café elaborada por extração a frio apresenta um perfil de composição e características sensoriais

distintas de uma bebida de café elaborada por extração a quente e resfriada, produzida com o mesmo material (MESTDAGH; GLABASNIA; GIULIANO, 2017; FULLER; RAO, 2017; RAO; FULLER, 2018; ANGELONI et al., 2019a; CORDOBA et al., 2019a). Além da temperatura da água de extração, outros fatores devem ser considerados, como a proporção café:água, granulometria do pó, tempo de infusão e espécie de café (MORONEY et al., 2015; FULLER; RAO, 2017; SEVERINI et al., 2018).

Numa visão geral, os poucos e recentes estudos com *cold brew* (descritos na sequência) relatam períodos de infusão que variam de 3 até 24 h, temperatura da água extratora entre 5 e 25 °C, emprego de diferentes proporções café:água (1:7, 1:10, 1:12; 1:20 (m/v)), bem como cafés com diferentes graus de torra (clara a escura) e granulometria diversa (grossa e média) (KANG et al., 2020; CORDOBA et al., 2019a; AHMED et al., 2019; ANGELONI et al., 2019a, ANGELONI et al., 2019b; RAO; FULLER, 2018; SENINDE, 2018; FULLER; RAO, 2017; LANE et al., 2017). Em relação aos diferentes graus de torra e granulometria apresentados nos estudos a seguir, como não há um consenso estabelecido com definições que caracterizem cada grau de torra e faixas de granulometria, assim será descrito conforme reportado pelos autores.

Um dos primeiros estudos reportados na literatura a respeito do *cold brew* é de Lane et al. (2017). Os autores relatam teores de cafeína de 86 a 134 mg 100 mL<sup>-1</sup> avaliando lotes de *cold brew* comerciais elaborados em cafeteria, e descrevem que não observaram diferença entre *cold brew* e bebidas de café extraídas a quente, entretanto o estudo não relata as condições de preparo das bebidas.

Rao e Fuller (2018) produziram *cold brew* empregando cafés *C. arabica* de torra clara (procedentes de diferentes regiões geográficas), temperatura da água extratora de 21 a 25 °C com infusão por 7 h. As bebidas preparadas apresentaram pH na faixa de 5,0 e acidez total titulável (ATT) de 2,38 a 2,94 mL de NaOH 0,1 M em 20 mL de bebida, com maior diferença em relação à composição, com teor de ácidos clorogênicos totais variando de 162 a 220 mg 100 mL<sup>-1</sup>, e a atividade antioxidante, na faixa de 334 a 437 mg de TEAC 100 mL<sup>-1</sup> de bebida. Os autores empregaram bebidas com preparo convencional a quente para comparação e observaram que essas apresentaram maior ATT, teor de ácidos clorogênicos totais e atividade antioxidante do que os *cold brews*.

Fuller e Rao (2017) estudaram o efeito da matéria-prima e tempo de preparo

nos teores de cafeína e do ácido 3-cafeoil-quínico (3-ACQ) em *cold brew* empregando *C. arabica*. Os cafés estudados apresentavam grau de torra média e escura (215 – 217 °C e 223 – 225 °C, respectivamente) e com moagem média (32 e 43 % retido em peneira acima de nº 20, para torra média e escura, respectivamente) e grossa (de 71 e 78 % retido em peneira acima de nº 20, para torra média e escura, respectivamente). O preparo foi feito por infusão (21 a 25 °C), sendo feitas medidas ao longo do tempo até 24 h. As bebidas apresentaram pH de 5,40 a 5,54; os maiores teores de cafeína e 3-ACQ (123 e 52 mg 100 mL<sup>-1</sup>, respectivamente) foram observados na bebida preparada com café de torra média e granulometria grossa e os menores teores (99 e 36 mg 100 mL<sup>-1</sup>, respectivamente) na bebida elaborada com café de torra escura e granulometria grossa. Os autores observaram, para todas as bebidas avaliadas, que os teores de cafeína e 3-ACQ estabilizaram entre 6 e 7 h de preparo e a extração dos compostos seguiu uma cinética de primeira ordem, mas não foram apresentados os parâmetros cinéticos correspondentes.

Cordoba et al. (2019a), também estudaram efeito da matéria-prima e tempo de preparo do *cold brew* empregando cafés *C. arabica*, de mesma variedade mas produzidos em dois locais diferentes, com grau de torra média. Foram estudados dois tipos de moagem - média (501 a 700 µm) e grossa (701 – 900 µm) - e dois tempos de preparo de 14 e 22 h por imersão em água a 20 °C. Os autores empregaram bebidas com preparo a quente para comparação e verificaram que todas as bebidas *cold brew* apresentaram menor ATT que as extraídas a quente. Verificaram ainda que ATT e os teores de sólidos totais e de compostos fenólicos totais foram afetados pela granulometria do café e tempo de infusão, com maiores valores para *cold brew* preparados com moagem grossa por 22 h.

Kang et al. (2020) avaliaram *cold brews* preparados com *C. arabica* (com torra média e moído com tamanho de partículas menor que 850 µm) pelos métodos de infusão e gotejamento a 5 e 20 °C por 12 h e compararam com bebidas de preparo a quente. Independentemente do método (infusão ou gotejamento), foi observada maior atividade antioxidante para as bebidas *cold brew* preparadas a 20 °C (185 mg de EAG 100 mL<sup>-1</sup>). Os autores também investigaram a presença de acrilamida, furano e compostos voláteis em *cold brew*, e reportaram que o teor desses compostos na bebida é dependente das condições de preparo.

Angeloni et al. (2019a) avaliaram dois métodos de extração a frio (imersão e

gotejamento), utilizando *C. arabica* de moagem grossa, temperaturas para a água extratora de 5 e 22 °C, e tempos de infusão de 3 e 6 h. Os autores verificaram que, independente do tempo de extração, o café preparado a 5 °C apresentou maior pH (5,7) e menor teor de sólidos solúveis totais (1800 mg 100 mL<sup>-1</sup>) comparado ao café preparado a 22 °C (pH de 5,5, e sólidos solúveis totais de 2000 mg 100 mL<sup>-1</sup>). O maior teor de cafeína foi observado no café produzido pelo método por gotejamento a 22 °C por 6 h (127 mg 100 mL<sup>-1</sup>) e o menor teor, por imersão a 5 °C por 3 h (76,1 mg 100 mL<sup>-1</sup>). O teor de 5-ACQ variou de 28 a 45 mg 100 mL<sup>-1</sup> (extração a 22 °C) e de 24 a 33 mg 100 mL<sup>-1</sup> (extração a 5 °C).

Em outro estudo, Angeloni et al. (2019b) empregaram para elaboração do *cold brew* um *C. arabica* com moagem grossa, usando extração por gotejamento a 22 °C durante 6 h. A bebida apresentou pH de 5,1 e sólidos solúveis totais de 1540 mg 100 mL<sup>-1</sup>; em relação à composição de bioativos, apresentou teores de cafeína e ácidos clorogênicos totais de 125 e 360 mg 100 mL<sup>-1</sup> de bebida, respectivamente. Os autores compararam os resultados com os obtidos para bebidas de preparo a quente (moka e espresso), que apresentaram teores similares de bioativos, provavelmente em função do longo de tempo de contato do café com a água do *cold brew*.

Ahmed et al. (2019) estudaram a aplicação de métodos não convencionais (ultra-sonicação e agitação) no preparo de *cold brew* de *C. arabica*. Os autores compararam as características dessas bebidas a um *cold brew* convencional, obtido por gotejamento durante 24 h a temperatura ambiente. O emprego de métodos não convencionais permitiu uma extração mais eficiente de sólidos solúveis totais, ácidos orgânicos, compostos bioativos (cafeína e ácidos clorogênicos) e com aumento da intensidade da cor.

De forma geral, a literatura a respeito do *cold brew* ainda é limitada e recente, uma vez que não existem trabalhos com bebidas de café extraídas a frio da espécie *C. canephora*, bem como não há informações específicas sobre o comportamento de extração dos principais compostos bioativos (cafeína, ácidos clorogênicos totais, melanoidinas) presentes em *cold brew* elaborado com café de diferentes espécies.

### 1.3.3 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial de alimentos é utilizada para evocar, medir a relação entre

os atributos do produto e a percepção humana, analisar os dados obtidos e interpretar as reações das características dos alimentos e materiais, como são percebidas pelos sentidos visão, olfato, sabor, tato e audição (STONE; SIDEL, 2004).

Os métodos de análise sensorial podem ser classificados de acordo com sua finalidade em: métodos discriminativos, que estabelecem se existe diferença entre as amostras; métodos descritivos, que descrevem qualitativa e quantitativamente as características das amostras; e métodos afetivos, que apresentam a opinião (gostar) do avaliador sobre o quanto ele aprecia um ou mais produtos (LAWLESS; HEYMANN, 2010; DUTCOSKY, 2013).

Em relação aos métodos afetivos, é possível avaliar a aceitabilidade ou a preferência de um produto. Nos testes de aceitabilidade, o avaliador informa a aceitação de um ou mais produtos por meio de uma escala, enquanto que, para preferência, um produto deve ser escolhido num conjunto de dois ou mais produtos, (LAWLESS; HEYMANN, 2010). Dentre os testes de preferência, o teste de ordenação tem como objetivo ordenar as amostras de acordo com a preferência geral ou por um determinado atributo de interesse (DUTCOSKY, 2013).

Para avaliar o grau da diferença sensorial entre as amostras são empregadas técnicas descritivas (LAWLESS; HEYMANN, 2010). A análise sensorial descritiva possibilita caracterizar os atributos sensoriais dos produtos de forma completa, podendo abranger tanto aspectos quantitativos como qualitativos da percepção em relação às características do produto, permitindo ainda correlações com outros parâmetros (VARELA; ARES, 2012).

Entre os testes descritivos, a análise de Tempo Intensidade (TI) é a metodologia mais clássica para descrever uma sensação sensorial ao longo do tempo e tem como finalidade demonstrar continuamente, o desenvolvimento e declínio da intensidade do atributo sensorial de interesse percebida durante um determinado período (LAWLESS; HEYMANN, 2010; ABNT, 2017). Entretanto, como outras técnicas descritivas mais tradicionais, requer uma equipe de avaliadores treinados (VARELA; ARES, 2012).

Existe uma tendência na proposição e estudo de técnicas descritivas mais rápidas e flexíveis, que requeiram menor tempo ou não exijam treinamento dos avaliadores, de maneira a obter perfis sensoriais menos detalhados, mas com menor tempo e custo. Nesse sentido, derivou-se do TI, a metodologia de Dominância

Temporal das Sensações (TDS), que tem como objetivo descrever a evolução temporal do conjunto das diferentes percepções dominantes durante a degustação dos alimentos (PINEAU et al., 2009). O método consiste em apresentar ao avaliador uma lista de atributos relativos a uma categoria de produtos em uma tela de computador. Em seguida solicita-se ao avaliador que inicie a análise, e que selecione qual dos atributos é percebido como dominante, no momento em que o avaliador sentir que o atributo dominante mudou deverá selecionar o novo atributo, até que a percepção termine. Durante o teste um mesmo atributo pode ser selecionado mais de uma vez, não sendo necessário selecionar todos os atributos presentes na lista (PINEAU et al., 2009). Segundo Pineau et al. (2012) para garantir a obtenção de dados confiáveis, recomenda-se que a lista de atributos da TDS apresente no máximo 10 atributos. Além disso, os avaliadores não necessariamente precisam ser treinados, mas devem ser familiarizados com o uso do software onde a análise é realizada (SCHLICH; PINEAU, 2017).

Os dados da análise de TDS são analisados considerando-se cada atributo separadamente. Em cada tempo do teste em que o atributo foi considerado dominante é computado considerando as respostas de toda a equipe, e o resultado é expresso graficamente como curvas de taxa de dominância (PINEAU; SCHILCH, 2015). Através das curvas de TDS alguns parâmetros como valor máximo da taxa de dominância ( $V_{max}$ ), tempo para atingir a  $V_{max}$  desde o início da degustação ( $T_{max}$ ) e período de duração onde a taxa de dominância se mantém em 90 % da  $V_{max}$  ( $D_{max}$ ), podem ser obtidos (PINEAU; SCHILCH, 2015).

A literatura reporta poucos estudos sensoriais em bebidas de café utilizando-se a técnica de TDS, e não foram observados trabalhos com bebidas extraídas a frio.

Dinella et al. (2013) utilizaram TDS para comparar o efeito de três adoçantes distintos em bebidas quentes de café. Utilizaram uma equipe de 13 avaliadores, e verificaram que os atributos dominantes nas bebidas foram gosto doce, ácido, amargo e sabor de café.

Charles et al. (2015) avaliaram o efeito da torra e da adição de açúcar em café expresso na dominância dos atributos gosto doce, amargo; sabor torrado, queimado, caramelo, vegetal e nozes; e sensação adstringente, empregando uma equipe de 18 avaliadores. Os autores reportaram que nas bebidas adicionadas de açúcar o gosto doce foi dominante sobre o gosto amargo e ácido, além de conferir a

bebida sabor com notas de caramelo e noz, diminuindo a percepção do sabor torrado e queimado.

Evangelista et al. (2014) avaliaram a influência da fermentação dos grãos de café em atributos sensoriais da bebida (gosto ácido e amargo; e sabor de chocolate, fermentado, frutado, herbáceo, caramelo e picante), e destacam que as bebidas apresentaram dominância do sabor de caramelo e frutado.

Ribeiro et al. (2017) também estudaram o efeito sensorial do processo de fermentação controlada de cafés, empregando diferentes culturas. Uma equipe de 11 avaliadores verificou a dominância dos atributos gosto doce, ácido, amargo; sabor de chocolate amargo, noz e frutado; e sensação adstringente das bebidas de café, e observaram que de acordo com a variedade do café e o microrganismo empregado na fermentação, a dominância dos atributos na bebida era alterada.

Barbosa et al. (2019) empregaram uma equipe com 12 avaliadores, que utilizaram 6 atributos (gostos amargo, doce, e ácido, sabor torrado e de café, e sensação adstringente) na avaliação de bebidas extraídas a quente preparadas com cafés com diferenças na composição e grau de torra. Os autores reportaram que os atributos gosto amargo e sabor torrado foram dominantes em cafés de torra escura, e o gosto ácido foi dominante em cafés de torra clara.

Para avaliar a qualidade sensorial de bebidas de café, também é tradicional o emprego de protocolos de qualidade, utilizando-se avaliadores *experts*. Os atributos avaliados em bebidas de *C. arabica*, segundo o protocolo desenvolvido pela *Specialty Coffee Association of America* (SCAA, 2014), são fragrância/aroma, uniformidade, ausência de defeitos, doçura, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio e avaliação global. Para avaliar a qualidade da bebida de *C. canephora*, o Coffee Quality Institute desenvolveu o Protocolo de Degustação de Robustas/Conilon Finos, avaliando-se os atributos de fragrância/aroma, sabor, sensação na boca, equilíbrio, uniformidade, limpeza, sabor residual, relação sal/ácido, relação amargo/doce e conjunto, bem como as nuances da bebida, que podem ser descritos como neutros, frutados, exótico, fino e suave (DE SOUZA et al., 2018; UCDA; 2010).

Os estudos sensoriais com *cold brew* disponíveis na literatura empregaram análises descritivas (DWIRANTI; ARDIANSYAH; ASIAH et al., 2019; SENINDE, 2018), sendo que em alguns casos os autores descrevem que os atributos foram selecionados dos empregados em protocolos de qualidade (ANGELONI et al.,

2019a; CORDOBA et al., 2019a), e avaliações de consumidores (HEO et al., 2019; DWIRANTI, ARDIANSYAH, ASIAH, 2019).

Angeloni et al. (2019a) empregaram uma equipe com 8 avaliadores treinados para avaliar *cold brew* de *C. arabica* preparados por imersão e gotejamento. O método por imersão conferiu a bebida uma maior intensidade do gosto doce e, por gotejamento, maior intensidade de odor e gosto amargo. Os autores também relataram que o emprego de água a 22 °C conferiu à bebida maior intensidade do gosto ácido em relação à temperatura de 5 °C.

Cordoba et al. (2019a) avaliaram em *cold brew* de *C. arabica* de torra média preparado imersão em água a 20 °C em diferentes condições: moagem média e grossa e tempos de preparo de 14 e 22 h. A equipe foi composta por 3 avaliadores *experts*, e os *cold brews* foram também comparados com bebidas extraídas a quente. Bebidas preparadas com menor tempo de imersão (14 h) e café de granulometria grossa foram caracterizadas pela maior intensidade de gosto doce e aroma frutado e floral e acidez e amargor intermediários. De modo geral, as bebidas *cold brew* apresentaram maior intensidade dos atributos sabor e aroma de malte, aroma de amêndoas, cacau e frutas vermelhas, e sabor residual doce, adstringente e amargo, em comparação com as extraídas a quente.

Heo et al. (2019) investigaram atributos sensoriais de *cold brew* comerciais utilizando uma equipe de consumidores de café (120 avaliadores) utilizando o método CATA (Check-All-That-Apply). Os principais atributos reportados para descrever as bebidas *cold brew* foram gosto ácido e amargo; sabor de chocolate amargo, grãos, avelã, noz, torrado e amadeirado.

Dwiranti, Ardiansyah e Asiah (2019) empregaram equipe de 75 avaliadores para verificar diferenças entre *cold brew* de *C. arabica* preparados em diferentes momentos após a torra do grão (1 a 9 dias) utilizando um Mapa Projetivo. Quanto maior o tempo após a torra, maior a alteração nas características sensoriais. As bebidas foram descritas principalmente como apresentando sabor frutado, porém atributos como gosto amargo e ácido, aroma de café e frutado permaneceram em todos os períodos avaliados.

No único trabalho onde se empregou café *C. canephora* na produção de *cold brew*, Seninde (2018) avaliou o efeito do grau de torra, proporção café:água, espécie de café (*C. arabica* e *C. canephora*) e método de preparo nos aspectos sensoriais do *cold brew*. As bebidas foram analisadas por uma equipe de 5 *experts*, que avaliaram

a intensidade de 42 atributos. Bebidas preparadas com café de torra escura e maior proporção café:água foram descritas como mais amargas. O autor também descreveu maior amargor nas bebidas preparadas por gotejamento comparativamente as por imersão, de forma similar ao descrito por Angeloni et al. (2019a). Bebidas com *C. canephora* de torra média, maior proporção de café e preparadas por gotejamento, foram descritas como mais amargas que as bebidas de *C. arabica* com o mesmo preparo. No entanto, quando ambas eram elaboradas por imersão, apresentavam intensidade similar de gosto amargo.

Dessa forma, apesar de a literatura apresentar alguns estudos a respeito de características sensoriais de bebidas de café extraídas a frio, nenhum deles avaliou os principais atributos dominantes percebidos durante o período de degustação da bebida através de uma abordagem de avaliação dinâmica.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Análise sensorial – Vocabulário. NBR ISO 5429:2017, 29 p.

ALMEIDA, A. A. P.; FARAH, A.; SILVA, D. A.; NUNAN, E. A.; GLÓRIA, M. B. A. Antibacterial activity of coffee extracts and selected coffee chemical compounds against enterobacteria. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, n. 23, p. 8738-8743, 2006.

AMER, M.G.; MAZEN, N.F.; MOHAMED, A.M. Caffeine intake decreases oxidative stress and inflammatory biomarkers in experimental liver diseases induced by thioacetamide: Biochemical and histological study. **International Journal of Immunopathology and Pharmacology**, v. 30, n. 1, p. 13-24, 2017.

APAK, R.; ÖZYÜREK, M.; GÜÇLÜ, K.; ÇAPANOĞLU, E. Antioxidant activity/capacity measurement. 2. Hydrogen atom transfer (HAT)-based, mixed-mode (electron transfer (ET)/HAT), and lipid peroxidation assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 64, n. 5, p. 1028-1045, 2016.

AHMED, M.; JIANG, G. H.; PARK, J. S.; LEE, K. C.; SEOK, Y. Y.; EUN, J. B. Effects of ultrasonication, agitation and stirring extraction techniques on the physicochemical properties, health-promoting phytochemicals and structure of cold-brewed coffee. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 99, n. 1, p. 290-301, 2019.

ANGELONI, G.; GUERRINI, L.; MASELLA, P.; INNOCENTI, M.; BELLUMORI, M.; PARENTI, A. Characterization and comparison of *cold brew* and cold drip coffee extraction methods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 99, n. 1, p. 391-399, 2019a.

ANGELONI, G.; GUERRINI, L.; MASELLA, P.; BELLUMORI, M.; DALUIO, S.; PARENTI, A.; INNOCENTI, M. What kind of coffee do you drink? An investigation on effects of eight different extraction methods. **Food Research International**, Essex, v116, p. 1327-1335, 2019b.

ASHIHARA, H. Plant biochemistry: Trigonelline biosynthesis in *Coffea arabica* and *Coffea canephora*. In: PREEDY, V. R. **Coffee in Health and Disease Prevention**. Cambridge: Academic Press, 2015. p. 19-28.

BARBOSA, M. S. G.; FRANCISCO, J. S.; SCHOLZ, M. B. S.; KITZBERGER, C. S. G.; BENASSI, M. T. Dynamics of sensory perceptions in arabica coffee brews with different roasting degrees. **Journal of Culinary Science & Technology**, Philadelphia, v. 17, n. 5, p. 453-464, 2019.

BOROTA, D.; MURRAY, E.; KECELI, G.; CHANG, A.; WATABE, J. M.; LY, M.; YASSA, M. A. Post-study caffeine administration enhances memory consolidation in humans. **Nature Neuroscience**, New York, v. 17, n. 2, p. 201-203, 2014.

BURDAN, F. Caffeine in Coffee. In: PREEDY, V. R. **Coffee in health and disease prevention**. Cambridge: Academic Press, 2015. p. 201-207.

CAMPO & NEGÓCIOS - **Anuário do Café**. 2020, edição nº 11. Disponível em: <<http://www.consorcioesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias/975-2020-04-06-17-40-08>> Acesso em 20 Abr. 2020

CECAFÉ Conselho dos Exportadores de Café do Brasil. Relatório mensal – março 2020. Disponível em <[http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe\\_estatistico/CECAFE\\_Relatorio\\_Mensal\\_MARCO\\_2020.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe_estatistico/CECAFE_Relatorio_Mensal_MARCO_2020.pdf)> Acesso em 28 Abr. 2020

CHARLES, M.; ROMANO, A.; YENER, S.; BARNABÀ, M.; NAVARINI, L.; MÄRK, T. D.; GASPERI, F. Understanding flavour perception of espresso coffee by the combination of a dynamic sensory method and in-vivo nosespace analysis. **Food Research International**, Essex, v. 69, p. 9-20, 2015.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Café** – v.6. Safra 2020. n. 1. Primeiro Levantamento. Disponível em: <<http://www.consorcioesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias/421-levantamento-da-safra-de-cafe>>. Acesso em: 19 Fev. 2020.

CORDOBA, N.; PATAQUIVA, L.; OSORIO, C.; MORENO, F. L. M.; RUIZ, R. Y. Effect of grinding, extraction time and type of coffee on the physicochemical and flavour characteristics of cold brew coffee. **Scientific Reports**, New York, v. 9, n. 1, p. 1-12, 2019a.

CORDOBA, N.; FERNANDEZ-ALDUENDA, M.; MORENO, F. L.; RUIZ, Y. Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brews. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 96, p. 45-60, 2019b.

DAGLIA, M.; TARSI, R.; PAPETTI, A.; GRISOLI, P.; DACARRO, C.; PRUZZO, C.;

GAZZANI, G. Antiadhesive effect of green and roasted coffee on *Streptococcus mutans*' adhesive properties on saliva-coated hydroxyapatite beads. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 5, p. 1225-1229, 2002.

DE SOUZA, C. A.; ROCHA, R. B.; ALVES, E. A.; TEIXEIRA, A. L.; DALAZEN, J. R.; DA FONSECA, A. F. A. Characterization of beverage quality in *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner. **Coffee Science**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 210-218, 2018.

DINNELLA, C.; MASI, C.; NAES, T.; MONTELEONE, E. A new approach in TDS data analysis: A case study on sweetened coffee. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 30, n. 1, p. 33-46, 2013.

DOS SANTOS, M. D.; ALMEIDA, M. C.; LOPES, N. P.; DE SOUZA, G. E. P. Evaluation of the anti-inflammatory, analgesic and antipyretic activities of the natural polyphenol chlorogenic acid. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v. 29, n. 11, p. 2236-2240, 2006.

DUTCOSKY, S. D. Métodos discriminativos. In: \_\_\_\_\_. **Análise sensorial de alimentos**. 4 ed. Curitiba: Champagnat, 2013, p. 91-133.

DUARTE, R. Quais são as tendências do mercado de café para o ano de 2019? (2018). 2018. **Blog Villa Café**. Disponível em: <<https://villacafe.com.br/blog/quais-sao-as-tendencias-do-mercado-de-cafe-para-o-ano-de-2019/>> Acesso em: 05 jan. 2019.

DWIRANTI, N. S.; ARDIANSYAH, A.; ASIAH, N. Sensory Attributes of Cold Brew Coffee Products at Various Resting Time After Roasting Process. **Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)**, Java Oriental, v. 35, n. 1, p. 42-50, 2019.

EMBRAPA. **Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia**. Porto Velho, 2004. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/906832/caracteristicas-das-principais-variedades-de-cafe-cultivadas-em-rondonia>>. Acesso em: 08 de Jan. 2019.

EUROMONITOR. **Tendências do mercado de café em 2017**. Disponível:< [http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/consumo/tendencias\\_do\\_mercado\\_cafe\\_2017.pdf](http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/consumo/tendencias_do_mercado_cafe_2017.pdf)>. Acesso em: 04 jan. 2019.

EUROMONITOR. **Tendências do mercado de café em 2016**. Disponível:< <http://abic.com.br/src/uploads/2017/10/Final-Presentation-28-Nov-2016-Ps-delivery.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2019.

EVANGELISTA, S. R.; SILVA, C. F.; CRUZ MIGUEL, M. G. P.; DE SOUZA CORDEIRO, C.; PINHEIRO, A. C. M.; DUARTE, W. F.; SCHWAN, R. F. Improvement of coffee beverage quality by using selected yeasts strains during the fermentation in dry process. **Food Research International**, Essex, v. 61, p. 183-195, 2014.

EVANS, J. C. Introduction to *Cold Brew Coffee*. In: **Cold Brew Coffee 101**:

**Understand the benefits and learn simple recipes and brewing methods (Barista, Coffee Beans, Coffee History, iced coffee, Espresso, French Press).**

São Paulo: Kindle Edition, 2017, p. 29.

FARAH, A. Coffee constituents. In: CHU, Y.F. **Coffee: emerging health effects and disease prevention**. 1 ed. New York: John Wiley & Sons, 2012, p. 21 – 58.

FARAH, A. Coffee as a speciality and functional beverage. In: PAQUIN, P. **Functional and Speciality Beverage Technology**. London: Elsevier, 2009. p. 370-395.

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

FARAH, A.; DOS SANTOS, T. F. The coffee plant and beans: An introduction. In: PREEDY, V. R. **Coffee in Health and Disease Prevention**. Cambridge: Academic Press, 2015. p. 5-10.

FOLMER, B.; FARAH, A.; JONES, L.; FOGLIANO, V. Human Wellbeing - Sociability, Performance, and Health. In: FOLMER, B. **The Craft and Science of Coffee**. 1 ed. Londres: Elsevier Academic Press, 2017. p. 493-520.

FONSECA, A.; SAKIYAMA, N.; BORÉM, A. **Café conilon: do plantio a colheita**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2015. 257 p.

FORBES. **From cafes to restaurant menus, cold brew coffee is heating up**.

2018. Disponível em:

<<https://www.forbes.com/sites/michelinemaynard/2018/05/21/cold-brew-coffee-breaks-out-of-coffee-bars-and-grocery-stores-and-onto-to-restaurant-menus/#3e18041e7d42>> Acesso em: 05 Mar. 2020.

FULLER, M.; RAO, N. Z. The effect of time, roasting temperature, and grind size on caffeine and chlorogenic acid concentrations in *cold Brew Coffee*. **Scientific Reports**, London, v. 7, n. 1, p. 17979, 2017.

GEORGE, S.E.; RAMALAKSHMI, K.; RAO, L.J. M. A Perception on health benefits of coffee. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 48, n.5, p. 464–486, 2008.

GLOESS, A. N.; SCHÖNBÄCHLER, B.; KLOPPROGGE, B.; D'AMBROSIO, L.; CHATELAIN, K.; BONGARTZ, A.; STRITTMATTER, A.; RAST, M.; YERETZIAN, C. Comparison of nine common coffee extraction methods: instrumental and sensory analysis. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 236, n. 4, p. 607-627, 2013.

GLOESS, A. N.; VIETRI, A.; WIELAND, F.; SMRKE, S.; SCHÖNBÄCHLER, B.; LÓPEZ, J. A. S.; YERETZIAN, C. Evidence of different flavour formation dynamics by roasting coffee from different origins: On-line analysis with PTR-ToF-MS. **International Journal of Mass Spectrometry**, Amsterdam, v. 365, p. 324-337, 2014.

GODOS, J.; PLUCHINOTTA, F. R.; MARVENTANO, S.; BUSCEMI, S.; LI VOLTI, G.; GALVANO, F.; GROSSO, G. Coffee components and cardiovascular risk: beneficial and detrimental effects. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Basingstoke, v. 65, n. 8, p. 925-936, 2014.

GRAND VIEW RESEARCH. **Cold Brew Coffee Market Size, Share & Trends Analysis Report by Distribution Channel (Supermarkets & Hypermarkets, Company Owned Outlets, Convenience Store, Online), by Region, and Segment Forecasts, 2019 – 2025**. 2019. Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/cold-brew-coffee-market/segmentation>> Acessado em: 03 Mar. 2020.

HEO, J.; CHOI, K. S.; WANG, S.; ADHIKARI, K.; LEE, J. Cold Brew Coffee: Consumer Acceptability and Characterization Using the Check-All-That-Apply (CATA) Method. **Foods**, Dordrecht, v. 8, n. 8, p. 344, 2019.

HERRERA, J. C.; LAMBOT, C. The coffee tree – genetic diversity and origin. In: In FOLMER, B. 1 ed., **The Craft and Science of Coffee**. Londres: Elsevier Academic Press, 2017. p. 1-14.

JAGANYI, D.; MADLALA, S. P. Kinetics of coffee infusion: a comparative study on the extraction kinetics of mineral ions and caffeine from several types of medium roasted coffees. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 80, n. 1, p. 85-90, 2000.

JESZKA-SKOWRON, M.; STANISZ, E.; DE PEÑA, M. P. Relationship between antioxidant capacity, chlorogenic acids and elemental composition of green coffee. **LWT- Food Science and Technology**, London, v. 73, p. 243-250, 2016.

JORNAL DO CAFÉ – **O avanço da qualidade e a preferência dos consumidores**. 2017, edição nº 199. Disponível em: <<http://abic.com.br/publicacoes/jornal-do-cafe/edicao-199/>> Acesso em: 28 dez. 2018.

KALSCHNE, D. L.; BIASUZ, T.; DE CONTI, A. J.; VIEGAS, M. C., CORSO, M. P.; BENASSI, M. T. Sensory characterization and acceptance of coffee brews of *C. arabica* and *C. canephora* blended with steamed defective coffee. **Food Research International**, Essex, v. 124, p. 234-238, 2019.

KANG, D. E.; LEE, H. U.; DAVAATSEREN, M.; CHUNG, M. S. Comparison of acrylamide and furan concentrations, antioxidant activities, and volatile profiles in cold or hot brew coffees. **Food Science and Biotechnology**, Seul, v. 29, n. 1, p. 141-148, 2020.

KRAKAUER, T. The polyphenol chlorogenic acid inhibits staphylococcal exotoxin-induced inflammatory cytokines and chemokines. **Immunopharmacology and Immunotoxicology**, New York, v. 24, n. 1, p. 113-119, 2002.

LANE, S.; PALMER, J.; CHRISTIE, B.; EHLTING, J.; LE, C. Can *cold brew* coffee be convenient? A pilot study for caffeine content in *cold brew* coffee concentrate using High Performance Liquid Chromatography. **The Arbutus Review**, v. 8, n. 1, p. 15-23,

2017.

LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food**. 2 ed. New York: Springer, 2010. 596 p.

LIVE JAPAN. **Japan's Best Coffee Comes in a Can?! (But We Tried It Anyway)**. 2019. Disponível em: <<https://livejapan.com/en/article-a0001159/>>. Acessado em 05 Mar. 2020.

LUDWIG, I. A.; SANCHEZ, L.; CAEMMERER, B.; KROH, L. W.; DE PEÑA, M. P.; CID, C. Extraction of coffee antioxidants: Impact of brewing time and method. **Food Research International**, Essex, v. 48, n. 1, p. 57-64, 2012.

LUDWIG, I. A.; CLIFFORD, M. N.; LEAN, M. E.; ASHIHARA, H.; CROZIER, A. Coffee: biochemistry and potential impact on health. **Food & Function**, Cambridge, v. 5, n. 8, p. 1695-1717, 2014.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2019). **Projeções do Agronegócio 2018/2019 a 2028/2029**. Disponível em: <<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias/420-aprespdfviiiispcb>>. Acesso em: 20 Abr. 2020.

MEJIA, E.G.; RAMIREZ-MARES, M.V. Impact of caffeine and coffee on our health. **Trends in Endocrinology and Metabolism**, New York, v. 25, n. 10, p. 489-492, 2014

MESTDAGH, F.; GLABASNIA, A.; GIULIANO, P. The Brew - Extracting for Excellence. In: FOLMER, B. **The Craft and Science of Coffee**. 1ed. Londres: Elsevier Academic Press, 2017. p. 355-380.

MINTEL. **Functional benefits top off attributes US consumers look for ready-to-drink cold coffee**. 2018. Disponível em: <<http://www.mintel.com/press-centre/food-and-drink/functional-benefits-top-off-attributes-us-consumers-look-for-in-ready-to-drink-cold-coffee>>. Acesso em: 05 Mar. 2020.

MOREIRA, A. S.; NUNES, F. M.; DOMINGUES, M. R.; COIMBRA, M. A. Coffee melanoidins: structures, mechanisms of formation and potential health impacts. **Food & Function**, Cambridge, v. 3, n. 9, p. 903-915, 2012.

MORI, A.; VIEGAS, M.; FERRÃO, M.; FONSECA, A.; FERRÃO, R.; BENASSI, M. T. Coffee brews composition from *coffea canephora* cultivars with different fruit-ripening seasons. **British Food Journal**, Bradford, v. 3, n. 3, p. 827-840, 2020.

MORALES, F. J.; SOMOZA, V.; FOGLIANO, V. Physiological relevance of dietary melanoidins. **Amino Acids**, Wien, v. 42, n. 4, p. 1097-1109, 2012.

MORONEY, K. M.; LEE, W. T.; SUIJVER, F.; MARRA, J. Modelling of coffee extraction during brewing using multiscale methods: An experimentally validated model. **Chemical Engineering Science**, New York, v. 137, p. 216-234, 2015.

NAVEED, M.; HEJAZI, V.; ABBAS, M.; KAMBOH, A. A.; KHAN, G. J.; SHUMZAID,

M.; AHMAD, F.; BABAZADEH, D.; FANGFANG, X.; MODARRESI-GHAZANI, F.; WENHUA, L.; XIAOHUI, Z. Chlorogenic acid (CGA): A pharmacological review and call for further research. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, Paris, v. 97, p. 67-74, 2018.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, New York, v. 1054, n. 1-2, p. 95-111, 2004.

NEGÓCIO CAFÉ – **Tendências da SIC 2018**. (2018) Ano 01, nº 04. Disponível em: <<http://www.consorcioesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias/423-dados-mundiais>> Acesso em: 04 jan. 2020.

OIC - ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ. **Relatório sobre o mercado de Café** – Março, 2020. Disponível em: <<http://www.consorcioesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias/423-dados-mundiais>>. Acesso em: 26 Abr. 2020.

OZGEN, M.; REESE, R. N.; TULIO, A. Z.; SCHEERENS, J. C.; MILLER, A. R. Modified 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2, 2',-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, n. 4, p. 1151-1157, 2006.

PERRONE, D.; FARAH, A.; DONANGELO, C. M. Influence of coffee roasting on the incorporation of phenolic compounds into melanoidins and their relationship with antioxidant activity of the brew. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 60, n. 17, p. 4265-4275, 2012.

PETRACCO, M. Technology IV: beverage preparation: brewing trends for the new millennium. In: CLARKE, R. J.; VITZTHUM, O. G. **Coffee: recent developments**. 1 ed. Oxford: Blackwell Science, p. 140-164, 2001.

PINEAU, N.; DE BOUILLÉ, A. G.; LEPAGE, M.; LENFANT, F.; SCHLICH, P.; MARTIN, N.; RYTZ, A. Temporal Dominance of Sensations: What is a good attribute list? **Food Quality and Preference**, Barking, v. 26, n. 2, p. 159-165, 2012.

PINEAU, N.; SCHLICH, P. Temporal dominance of sensations (TDS) as a sensory profiling technique. In: DELARUE, J.; LAWLOR, B.; ROGEAUX, M. (Ed). **Rapid Sensory Profiling Techniques: applications in new product development and consumer research**. 1 ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2015. p. 269-306.

PINEAU, N.; SCHLICH, P.; CORDELLE, S.; MATHONNIÈRE, C.; ISSANCHOU, S.; IMBERT, A.; KÖSTER, E. Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time–intensity. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 20, n. 6, p. 450-455, 2009.

PLAZA, M.; POZZO, T.; LIU, J.; GULSHAN ARA, K. Z.; TURNER, C.; NORDBERG KARLSSON, E. Substituent effects on in vitro antioxidant properties, stability, and solubility in flavonoids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington,

v. 62, n. 15, p. 3321-3333, 2014.

PRIOR, R. L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, n. 10, p. 4290-4302, 2005.

RAO, N. Z.; FULLER, M. Acidity and Antioxidant Activity of *Cold Brew Coffee*. **Scientific Reports**, London, v. 8, n. 1, p. 16030, 2018.

RIBEIRO, L. S.; RIBEIRO, D. E.; EVANGELISTA, S. R.; MIGUEL, M. G. D. C. P.; PINHEIRO, A. C. M.; BORÉM, F. M.; SCHWAN, R. F. Controlled fermentation of semi-dry coffee (*Coffea arabica*) using starter cultures: A sensory perspective. **LWT- Food Science and Technology**, London, v. 82, p. 32-38, 2017.

RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; PAGANGA, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free radical biology and medicine**, New York, v. 20, n. 7, p. 933-956, 1996.

RODRIGUES, C. I.; MARTA, L.; MAIA, R.; MIRANDA, M.; RIBEIRINHO, M.; MÁGUAS, C. Application of solid-phase extraction to brewed coffee caffeine and organic acid determination by UV/HPLC. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 20, n. 5, p. 440-448, 2007.

ROGINSKY, V.; LISSI, E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. **Food Chemistry**, Barking, v. 92, n. 2, p. 235-254, 2005.

RUFIAN-HENARES, J. A.; DE LA CUEVA, S. P. Antimicrobial Activity of Coffee Melanoidins: A Study of Their Metal-Chelating Properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 57, n. 2, p. 432-438, 2009.

SANTOS-SÁNCHEZ, N. F.; SALAS-CORONADO, R.; VILLANUEVA-CAÑONGO, C.; HERNÁNDEZ-CARLOS, B. Antioxidant compounds and their antioxidant mechanism. In: SHALABY, E. **Antioxidants**. IntechOpen, 2019. p. 1-28.

SALOMONE, F.; GALVANO, F.; VOLTI, G.L. Molecular bases underlying the hepatoprotective effects of coffee. **Nutrients**, Basel, v. 9, n. 85, p. 1-13, 2017.

SARRAGUÇA, M. C.; PÁSCOA, R. N. M. J.; LOPO, M.; SARRAGUÇA, J. M. G.; LOPES, J. A. Bioactive compounds in coffee as health promoters. In: DA SILVA, L. R.; SILVA, B. **Natural Bioactive Compounds from Fruits and Vegetables as Health Promoters Part II**. Xarja: Bentham Science Publishers, 2016. p. 180-220.

SCAA- Specialty Coffee Association of America. **SCAA Protocols**, 2014. Disponível em: < <http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf> > Acesso em: 19 jan. 2019.

SCHLICH, P.; PINEAU, N. Temporal Dominance of Sensations. In: HORT, J.; KEMP, S. E.; HOLLOWOOD, T. **Time-Dependent Measures of Perception in Sensory Evaluation**. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2017. p. 283-318.

SENINDE, D. R. **Determining the impact of roasting degree, coffee to water ratio and brewing method on the sensory characteristics of cold brew Ugandan coffee**. 2018. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência) – Universidade Estadual do Kansas, Manhattan, 2018.

SENSOMAKER. Versão 1.91.2018. Disponível em: <<http://ufla.br/sensomaker/>>. Acesso em: 28 dez 2018.

SEVERINI, C.; DEROSI, A.; RICCI, I.; CAPORIZZI, R.; FIORE, A. Roasting conditions, grinding level and brewing method Highly affect the healthy benefits of a coffee cup. **International Journal of Clinical Nutrition & Dietetics**, Bangalore, v. 2018, 2018.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. In: **Methods in Enzymology**. Cambridge: Academic Press, 1999. p. 152-178.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. 3º ed. New York: Academic Press, 2004. 408p.

TAGLIAZUCCHI, D.; VERZELLONI, E.; CONTE, A. Effect of Dietary Melanoidins on Lipid Peroxidation during Simulated Gastric Digestion: Their Possible Role in the Prevention of Oxidative Damage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.58, n. 4, p. 2513-2519, 2010.

TELES, C. R. A.; BEHRENS, J. H. The waves of coffee and the emergence of the new Brazilian consumer. In: ALMEIDA, L. F.; SPERS, E. E. **Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2020. p. 257-274.

TRUE COFFEE INC. **Cold Brew**. 2020. Disponível em: <<https://truecoffeeinc.com.br/quem-somos>> Acesso em: 05 Abr. 2020.

UCDA- Uganda Coffee Development Authority. **Robusta cupping protocols**. PSCB 123/10. Londres, Inglaterra, 2010. Disponível em: <<http://dev.ico.org/documents/pscb-123-p-robusta.pdf>>. Acesso em: 19 Jan. 2019.

USDA – United States Department of Agriculture. Coffee: world markets and trade – 2019/20 Forecast Overview. Disponível em: <<https://www.fas.usda.gov/data/coffee-world-markets-and-trade>>. Acesso em: 26 Abr. 2020.

VARELA, P.; ARES, G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. **Food Research International**, Essex, v. 48, n. 2, p. 893-908, 2012.

VIGNOLI, J. A.; BASSOLI, D. G.; BENASSI, M. T. Antioxidant activity, polyphenols, caffeine and melanoidins in soluble coffee: The influence of processing conditions and raw material. **Food Chemistry**, Barking, v. 124, n. 3, p. 863-868, 2011.

VIGNOLI, J. A.; BASSOLI, D. G.; BENASSI, M. D. T. Antioxidant activity of roasted and instant coffees: standardization and validation of methodologies. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 68-75, 2012.

VIGNOLI, J. A.; VIEGAS, M. C.; BASSOLI, D. G.; DE TOLEDO BENASSI, M. Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffees. **Food Research International**, Essex, v. 61, p. 279-285, 2014.

VIGNOLI, J. A.; VIEGAS, M. C.; BASSOLI, D. G.; BENASSI, M. T. Coffee brews preparation: extraction of bioactive compounds and antioxidant activity. In: MASSEY, J. L. **Coffee: Production, Consumption and Health Benefits**, 1 ed. Nova Iorque: Nova Publishers. 2016. p. 29-49.

VITAGLIONE, P.; FOGLIANO, V.; PELLEGRINI, N. Coffee, colon function and colorectal cancer. **Food & function**, Cambridge, v. 3, n. 9, p. 916-922, 2012.

WANG, X.; LIM, L.T. Physicochemical Characteristics of Roasted Coffee. In: PREEDY, V. R. **Coffee in Health and Disease Prevention**. 1 ed. Cambridge: Academic Press, 2015. p. 247-254.

WOLF, M. What's is *Cold Brew* Coffee? In: **Cold Brew: harnessing the power of delicious cold brew & nitro coffee recipes**. São Paulo: Kindle Edition, 2017, p. 48.

YOSHINARI, O.; IGARASHI, K. Antidiabetic effects of trigonelline: Comparison with nicotinic acid. In: PREEDY, V. R. **Coffee in Health and Disease Prevention**. 1 ed. Cambridge: Academic Press, 2015. p. 765-775.

## **CAPÍTULO 2**

---

**CONDIÇÕES DE PREPARO  
INFLUENCIAM NA COMPOSIÇÃO E  
CARACTERÍSTICAS DE BEBIDAS  
DE CAFÉ ARÁBICA E ROBUSTA  
EXTRAÍDAS A FRIO**

---

## Condições de preparo influenciam na composição e características de bebidas de café Arábica e Robusta extraídas a frio

### Resumo

O preparo do café gelado extraído a frio (*cold brew*) é caracterizado por empregar longos períodos de extração e baixas temperaturas, porém a literatura não reporta a influência da espécie de café e condições de preparo na extração a frio da bebida. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da granulometria (moagem mais grossa e mais fina), temperatura (5 e 15 °C) e tempo de extração (até 25 h) na composição e características físico-químicas de bebidas *cold brew* elaboradas com café Arábica e Robusta. A maior extração dos compostos ocorreu nas primeiras 3 a 5 h de preparo. O comportamento de extração dos compostos foi distinto entre bebidas elaboradas com diferentes matrizes, principalmente em função da granulometria. *Cold brew* de café Arábica apresentaram menor teor de ácidos clorogênicos totais (ACG), cafeína e atividade antioxidante (medida pela capacidade redutora e capacidade de sequestro de radical livre ABTS<sup>•+</sup>) em relação às bebidas de café Robusta, independente da granulometria ou temperatura de preparo. Em geral, observou-se que para obter um *cold brew* com maior extração de compostos bioativos (ACG, cafeína e melanoidinas), maior atividade antioxidante e acidez, baixas temperaturas e granulometria mais grossa devem ser evitadas.

**Palavras-chave:** Granulometria; Temperatura; Cinética; Compostos bioativos; Atividade antioxidante.

### 2.1 Introdução

A bebida de café é um produto amplamente consumido e apreciado. As duas principais espécies comerciais de café são *Coffea arabica* (café Arábica) e *Coffea canephora* (variedades Conilon e Robusta), cujos grãos apresentam diferentes características morfológicas e de composição, que são refletidas na forma como os compostos são extraídos de cada matriz durante o preparo da bebida (Farah & Santos, 2015; Gloess et al., 2014; Ludwig et al., 2012).

A bebida de café é comumente consumida a quente e elaborada por diferentes métodos que são dependentes do contexto social, cultural e geográfico da

região de consumo (Mestdagh, Glabasnia, & Giuliano, 2017; Angeloni et al., 2019a). Uma forma de consumo usual nos EUA e Japão e que vem ganhando espaço na Europa é o café gelado (Mintel, 2018ab; Rao & Fuller, 2018), destacando-se mais recentemente o preparo por extração a frio. O café gelado extraído a frio (*cold brew*) é preparado empregando café torrado e moído e longos períodos de extração a baixas temperaturas, resultando em uma bebida com menor acidez e amargor e maior doçura, comparativamente a bebida extraída a quente (Mestdagh, Glabasnia & Giuliano, 2017). Bebidas *cold brew* podem ser preparadas por imersão indireta, por gotejamento, ou direta, onde o café permanece em contato com água (Cordoba, Fernandez-Aldueda, Moreno, & Ruiz, 2020).

Os poucos estudos referentes ao *cold brew* são bastante recentes. Em alguns dos primeiros trabalhos sobre o tema, Lane, Palmer, Christie, Ehlting e Le (2017) reportaram o teor de cafeína em *cold brew* preparado em cafeteria e Rao e Fuller (2018) avaliaram o teor de ácidos clorogênicos, acidez e atividade antioxidante em *cold brew* preparados por imersão direta. Algumas pesquisas focaram na comparação da composição do *cold brew* com bebidas obtidas por outras formas de preparo, geralmente a quente (Kang, Lee, Davaatseren, & Chung, 2020; Angeloni et al., 2019a; Angeloni et al., 2019b; Cordoba, Pataquiva, Osorio, Moreno, & Ruiz, 2019; Rao & Fuller, 2018; Fuller & Rao, 2017). Foram também comparados *cold brew* preparados por imersão e gotejamento em diferentes temperaturas (Kang, Lee, Davaatseren, & Chung, 2020; Angeloni et al., 2019b) ou empregando métodos não convencionais na elaboração do *cold brew*, como agitação e ultrassom (Ahmed et al., 2019). O grau de torra, granulometria dos cafés e o tempo de preparo (a temperatura ambiente) foram estudados por Fuller e Rao (2017) e Cordoba, Pataquiva, Osorio, Moreno e Ruiz (2019), mas não houve consenso sobre o impacto nas características físicas e composição do *cold brew*, e somente a primeira pesquisa empregou uma abordagem cinética. Quanto a composição, foram avaliados os teores de compostos fenólicos totais e compostos voláteis (Kang, Lee, Davaatseren, & Chung, 2020; Ahmed et al., 2019; Cordoba, Pataquiva, Osorio, Moreno, & Ruiz, 2019), ácido 3-cafeoilquínico (Fuller & Rao, 2017), e, com maior destaque, os ácidos clorogênicos e cafeína (Lane, Palmer, Christie, Ehlting, & Le, 2017; Fuller & Rao, 2017; Rao & Fuller 2018; Angeloni et al., 2019a; Angeloni et al., 2019b; Ahmed et al., 2019). Dois estudos (Rao & Fuller, 2018; Kang, Lee, Davaatseren, & Chung, 2020) reportaram a atividade de sequestro de radical livre

(ABTS<sup>•+</sup>) das bebidas, mas em nenhuma pesquisa foi avaliado o teor de melanoidinas, que representam aproximadamente 25 % da matéria seca do grão e que têm contribuição relevante na atividade antioxidante de bebidas extraídas à quente (Grosso, Godos, Galvano, & Giovannucci, 2017; Moreira, Nunes, Domingues, & Coimbra, 2012). Todos os estudos da literatura foram realizados com café da espécie *C. arabica*. Café *C. canephora*, pelo maior teor de sólidos, é um material com potencial de interesse tendo em vista a tendência a uma menor extração dos compostos em *cold brew* pelo uso de temperaturas mais baixas.

Sumarizando, os dados sobre bebidas *cold brew* são ainda escassos, e não se observou na literatura uma abordagem mais abrangente da influência da espécie de café e condições de preparo na extração a frio da bebida. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da granulometria, temperatura e tempo de extração nas características físico-químicas (pH, acidez total titulável e sólidos solúveis totais), teor de compostos bioativos (cafeína, ácidos clorogênicos e melanoidinas) e atividade antioxidante (sequestro de radicais livres ABTS<sup>•+</sup> e capacidade redutora) em bebidas *cold brew* elaboradas com *C. arabica* e *C. canephora*.

## 2.2 Material e Métodos

### 2.2.1 Reagentes, padrões e equipamentos

Foram utilizados acetonitrila grau HPLC (Merck, Darmstadt, Alemanha); ácido acético grau HPLC (J.T. Backer, Phillipsburg, EUA); ABTS (2,2-azino-bis-(ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico) (pureza ≥ 98 %, Sigma-Aldrich, St. Louis, EUA); Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich, St. Louis, EUA); Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico) (pureza ≥ 97 %, Sigma-Aldrich, St. Louis, EUA); ácido gálico (pureza ≥ 97 %, Sigma-Aldrich, St. Louis, EUA); dihidrogenofosfato de potássio (pureza ≥ 99 %, Sigma-Aldrich, St. Louis, EUA); persulfato de potássio (pureza ≥ 99 %, Dinâmica, Indaiatuba, Brasil); carbonato de sódio (pureza ≥ 99,9 %, Anidrol, Diadema, Brasil). Os padrões cromatográficos utilizados foram: cafeína e ácido 5-cafeoilquínico (5-ACQ) (Sigma-Aldrich, St. Louis, EUA). A água utilizada no preparo de padrões e soluções foi obtida por um sistema de purificação e filtração Elga Purelab Option-Q (Veolia Water Technologies, Saint-Maurice, França). Empregou-se coluna Spherisorb ODS1 (250 x 4,6 mm, 5 μm) (Waters, Dublin,

Irlanda). No preparo das bebidas foi utilizado filtro de papel (Mellita, São Paulo, Brasil) e água mineral (Crystal, Bauru, Brasil; pH 8,45). Para filtração de amostras e fase móvel empregou-se membranas de nylon 0,22 e 0,45  $\mu\text{m}$  (Millex®, Carrigtwohill, Co. Cork, Irlanda).

Para as análises cromatográficas foi utilizado cromatógrafo líquido de alta eficiência (Shimadzu, Kyoto, Japão) composto por duas bombas LC-10AD, válvula injetora Rheodyne com alça de amostragem de 20  $\mu\text{L}$ , forno para coluna CTO-20A e detector espectrofotométrico UV/Visível SPD-10A. Para as demais análises de caracterização dos grãos, bebidas e preparo dos *cold brews* foram utilizados: colorímetro portátil Konica Minolta - CR 400 (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japão) com geometria 45/0 e iluminante D65; analisador gravimétrico de umidade MB 45 com lâmpada halógena (Ohaus, Barueri, Brasil); espectrofotômetro UV-Visível (Agilent Technologies, Cary, Malasia); pHmetro (Mettler Toledo, FiveEasy F20, Suíça); estufa de secagem (DeLeo, Porto Alegre, Brasil); moinho de bancada Burr grinder GVX 2 (Krupps, Shangai, China); e incubadora BOD (Solab, SL – 200/300, Brasil).

### **2.2.2 Material: cafés e preparo da bebida**

Foram empregados grãos de café Arábica, variedade Mundo Novo, e *Coffea canephora*, variedade Robusta, oriundos da fazenda Sta. Maria (Monte Carmelo, Minas Gerais, Brasil) e Sítio Rio Limão (Cacoal, Rondônia, Brasil), respectivamente. Os grãos apresentaram grau torra média ( $L^*$  de  $37,4 \pm 0,4$  e  $36,9 \pm 0,1$ , respectivamente) e umidade de  $3,8 \pm 0,1$  e  $4,0 \pm 0,1 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , para cafés Arábica e Robusta, respectivamente.

Os grãos de café foram moídos e caracterizados quanto à granulometria utilizando peneiras granulométricas padrão (ASTM n° 20, n° 40 e fundo) por meio de agitação manual. Os critérios para definição do que representaria uma moagem mais grossa e uma mais fina foram baseados em testes preliminares e nos citados na literatura (Fuller & Rao, 2017; Von Blittersdorff & Klatt, 2017). Para compor a fração de moagem mais grossa foi utilizado como critério empregar 30 % do café retido em peneira acima de n° 20 (0,820 mm), 60 % em peneira de n° 40 (0,420 mm) e 10 % do fundo. A fração de moagem mais fina correspondia a 15 % em peneira acima de n° 20, 55 % em peneira de n° 40 e 30 % do fundo.

As bebidas foram extraídas em um processo de contato direto e estático. Empregou-se uma proporção 1:10 café:água (15 g:150 mL, m/v). O café torrado e moído foi adicionado em um recipiente de vidro contendo água mineral na temperatura definida para extração. O recipiente foi fechado com tampa e mantido a temperaturas e tempos descritos no item 2.2.3. Na sequência, cada bebida foi filtrada em filtro de papel e analisada (Rao & Fuller, 2018).

### **2.2.3 Estudo de extração**

No estudo de extração foram avaliados os efeitos da granulometria do café e da temperatura de preparo, empregando um planejamento fatorial  $2^2$  com duas repetições no ponto central (Tabela 2.1), sendo as variáveis independentes a granulometria ( $x_1$ ) e a temperatura ( $x_2$ ) e as dependentes ( $y$ ) o teor de sólidos solúveis totais (SST), a acidez total titulável (ATT), os teores de compostos bioativos (cafeína, ácidos clorogênicos totais e melanoidinas) e a atividade antioxidante (AA). Os níveis escolhidos para granulometria (mais grossa e mais fina) e temperatura de extração (5 e 15 °C) foram baseados na literatura (Angeloni et al., 2019a; Fuller & Rao, 2017). O tempo de infusão das bebidas, para essa parte inicial do estudo, foi definido, com base na literatura e em ensaios preliminares, como 15 horas.

Após a definição das melhores condições de extração em termos de granulometria e temperatura, foi realizado para cada tipo de grão (Arábica e Robusta) um estudo cinético para avaliar o efeito do tempo de extração sobre o teor de bioativos, ATT e SST da bebida. As bebidas foram preparadas de forma independente, nas condições descritas no item 2.2.2, e a cada tempo (30 min, a cada uma hora até 5 h, e em 7, 10, 15 e 25 h) foram retiradas para análise (em duplicata). A escolha dos tempos foi baseada nos resultados obtidos por Fuller & Rao (2017).

### **2.2.4 Determinação de pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, compostos bioativos e atividade antioxidante**

O pH e ATT das bebidas foram determinados de acordo Barbosa, Francisco, Scholz, Kitzberger e Benassi (2019). Os resultados de ATT foram expressos em mL de NaOH 0,1 M por 20 mL de bebida.

O teor de SST foi determinado secando as bebidas (10 mL) em estufa a 105 °C até peso constante. O resultado foi expresso em mg 100 mL<sup>-1</sup> da bebida. Os teores de SST no equilíbrio (obtidos no estudo cinético), permitiram calcular o rendimento de extração, considerando a massa de café empregada no preparo.

Para análise de cafeína e ácidos clorogênicos totais (ACG) as condições analíticas foram adaptadas de Corso, Vignoli e Benassi (2016). Empregou-se eluição gradiente com ácido acético 5 % (A) e acetonitrila (B) com vazão de 1 mL min<sup>-1</sup>, nas seguintes condições: 0 - 5 min: 97 % de A e 3 % de B; 5 - 25 min: 80 % de A e 20 % B; 27 - 30 min: 97 % de A e 3 % de B a 25 °C. A detecção foi feita a 272 nm para cafeína e 320 nm para ACG. A identificação foi realizada de acordo com os tempos de retenção e co-eluição dos padrões. A quantificação foi realizada por padronização externa, utilizando curva analítica de 5 pontos, medidas em triplicata ( $R^2 \geq 0,999$  e  $p < 0,0001$ ), na faixa de concentração de 1 a 40 µg mL<sup>-1</sup> para ácido-5-cafeoilquínico (5-ACQ) e 10 a 35 µg mL<sup>-1</sup> para cafeína. O teor de ácidos clorogênicos totais foi estimado considerando-se a soma das áreas dos compostos detectados a 320 nm, utilizando-se o 5-ACQ como padrão (Corso, Vignoli & Benassi, 2016). Os resultados foram expressos em mg 100 mL<sup>-1</sup> da bebida

As melanoidinas foram analisadas de acordo com Mori et al. (2020) empregando método espectrofotométrico. O teor de melanoidinas foi estimado com base na absorvidade molar 1,1289 L g cm conforme sugerido por Tagliazucchi, Verzelloni e Conte (2010). Os resultados foram expressos em mg 100 mL<sup>-1</sup> da bebida.

A atividade doadora de íons hidrogênio ao radical ABTS<sup>•+</sup> e a capacidade redutora (empregando o reagente Folin-Ciocalteu) foram estimadas de acordo com Vignoli et al. (2014). Uma alíquota de 2,5 mL da bebida foi transferida para um balão volumétrico de 50 mL e o volume completado com água ultrapura. Curvas analíticas de 5 pontos, medidas em triplicata ( $R^2 \geq 0,999$  e  $p < 0,0001$ ), foram preparadas com concentrações conhecidas de Trolox em etanol (2,5; 5,0; 7,5; 12,5 e 20,0 µmol L<sup>-1</sup>) e ácido gálico (0,5; 1,0; 2,0; 5,0; e 7,0 µmol L<sup>-1</sup>) para quantificar a atividade doadora de íons hidrogênio ao radical ABTS<sup>•+</sup> e a capacidade redutora, respectivamente. Os resultados do ABTS<sup>•+</sup> foram expressos como mg equivalente de Trolox (TEAC) 100 mL<sup>-1</sup> e, os da capacidade redutora, como mg equivalente de ácido gálico (EAG) 100 mL<sup>-1</sup> da bebida.

A caracterização do pH, ATT e SST foi realizada apenas para as bebidas. As

determinações de compostos bioativos e atividade antioxidante foram realizadas para as bebidas e os respectivos cafés empregados no preparo, para permitir comparação e avaliar a eficiência de extração. Os extratos para análise dos cafés foram preparados de acordo com Kalschne et al. (2019), as análises foram realizadas conforme descrito acima para as bebidas, e os resultados foram expressos em 10 g de café (que corresponde ao material utilizado para a obtenção de 100 mL de bebida).

### 2.3 Análise Estatística

Os resultados do Planejamento Fatorial 2<sup>2</sup> (Tabela 2.1) para as bebidas de café Arábica e Robusta foram avaliados utilizando o software Statistica 7.0 (Statsoft Inc., Tulsa, USA, 2004). A adequação dos modelos gerados pelo planejamento fatorial foi avaliada considerando o valor de R<sup>2</sup>. A função de desejabilidade foi empregada para maximizar conjuntamente os teores de bioativos, AA, SST e ATT, com valores entre 0 e 1, sendo um o valor mais desejável. A desejabilidade global é obtida pela média geométrica de todas desejabilidades individuais (Neto, Scarminio, & Bruns, 2007).

O comportamento cinético de extração dos compostos bioativos, SST e ATT foi modelado de acordo com a equação 1, e foram obtidos as constantes de velocidade de extração (S) e teores no equilíbrio (TE<sub>∞</sub>).

$$\frac{1}{[TE]_{\theta}} = \frac{1}{[TE]_{\infty}} + \frac{1}{S \cdot [TE]_{\infty}} \cdot \frac{1}{\theta}$$

Onde: (1)

[TE]<sub>θ</sub> = teor dos compostos bioativos, SST ou ATT num determinado tempo θ;

[TE]<sub>∞</sub> = teor no equilíbrio;

S = constante de velocidade de extração;

θ = tempo de extração.

### 2.4 Resultados e Discussão

#### 2.4.1 Caracterização geral das bebidas

Com relação ao material empregado no estudo, o café Robusta apresentou maior teor de ACG, cafeína, e melanoidinas (575,8 mg, 193,0 mg e 1217,3 mg, respectivamente, considerando a massa de 10 g empregada para elaboração de 100

mL de bebida) que o café Arábica (437,1 mg, 143,2 mg, e 1157,4 mg em 10 g, respectivamente). O café Robusta também se destacou pela maior atividade de sequestro de radical livre e capacidade redutora (1056 mg de TEAC e 473 mg de EAG em 10 g) (Tabela 2.1).

As bebidas *cold brew* elaboradas com café Arábica e Robusta apresentaram valores de pH na faixa de 5,15 a 5,38, ATT de 3,6 a 4,6 mL de NaOH 0,1 M em 20 mL de bebida e teores (em 100 mL<sup>-1</sup>) de 1912 a 2100 mg de SST, de 383,4 a 492,3 mg de ACG, de 116,6 a 180,1 mg de cafeína, e de 713,1 a 828,9 mg de melanoidinas, bem como capacidade de sequestro do radical ABTS<sup>•+</sup> de 582 a 1051 mg de TEAC e capacidade redutora de 228 a 387 mg de EAG (Tabela 2.1).

Destaca-se, que apesar de ser reportado na literatura o maior teor de SST em café Robusta (Gloess et al., 2014; Bicho, Leitão, Ramalho, & Lidon, 2011), no presente estudo os teores de SST das bebidas das duas espécies foi próximo (Tabela 2.1), provavelmente devido ao longo tempo de preparo da bebida (15 h).

Em geral, observou-se menor teor de ACG, cafeína e AA em *cold brew* elaborado com café Arábica, comparativamente ao Robusta, independente da granulometria do café ou temperatura de preparo (Tabela 2.1). É conhecido que o café Robusta apresenta maiores teores de ACG e cafeína em relação ao café Arábica (Wang & Lim, 2015), e que esses compostos têm uma significativa contribuição na AA de bebidas de café (Grosso, Godos, Galvano, & Giovannucci, 2017). Um comportamento diferente foi observado para melanoidinas - compostos formados no processo de torra - que estavam presentes nas mesmas faixas de concentração em *cold brew* das duas matrizes (Tabela 2.1), provavelmente em função do similar grau de torra dos dois materiais.

Não há dados na literatura sobre *cold brew* elaborado com café Robusta para comparação.

*Cold brew* elaborados com café Arábica (Tabela 2.1) apresentaram teores de SST e cafeína dentro da faixa descrita na literatura, de 700 a 2275 mg SST 100 mL<sup>-1</sup> (Angeloni et al., 2019a; Angeloni et al., 2019b; Cordoba, Pataquiva, Osorio, Moreno, & Ruiz, 2019) e de 78 a 134 mg cafeína 100 mL<sup>-1</sup> (Angeloni et al., 2019a; Angeloni et al., 2019b; Rao & Fuller, 2018; Fuller & Rao, 2017; Lane, Palmer, Christie, Ehling, & Le, 2017), mas apresentaram maior acidez do que o reportado por Rao e Fuller (2018) (de 2,4 a 2,9 mL de NaOH 0,1 M em 20 mL de bebida). Destacaram-se ainda pelo maior teor de ACG e AA (Tabela 2.1), uma vez que são reportados para *cold*

**Tabela 2.1** - Planejamento Fatorial Completo 2<sup>2</sup> - Matriz com as variáveis independentes (reais e codificadas) e variáveis dependentes em *cold brew* de café Arábica e Robusta.

Granulometria (x <sub>1</sub> ) (%) <sup>*</sup>	Temperatura (x <sub>2</sub> ) (°C)	ACG <sup>**</sup>	Cafeína <sup>**</sup>	Melanoidinas <sup>**</sup>	AA- ABTS <sup>***</sup>	AA-Folin- Ciocalteu ****	ATT <sup>*****</sup>	SST <sup>**</sup>	pH
<b>Café Arábica</b>									
15 (-1)	5,0 (-1)	387,8 ± 9,9 (2,6)	120,1 ± 3,9 (3,3)	756,5 ± 4,0 (0,53)	687 ± 26 (3,7)	234 ± 5 (2,3)	4,1 ± 0,0 (0)	2035 ± 7 (0,4)	5,18 ± 0,01 (0,3)
30 (+1)	5,0 (-1)	383,4 ± 6,2 (1,6)	116,6 ± 0,8 (0,7)	713,4 ± 0,3 (0,04)	582 ± 11 (1,8)	228 ± 5 (2,3)	3,9 ± 0,0 (0)	1912 ± 167 (8,7)	5,19 ± 0,01 (0,1)
15 (-1)	15,0 (+1)	402,8 ± 5,4 (1,3)	122,5 ± 2,9 (2,4)	828,9 ± 1,4 (0,17)	697 ± 12 (1,8)	249 ± 5 (1,9)	4,1 ± 0,0 (0)	1960 ± 99 (5,1)	5,15 ± 0,00 (0)
30 (+1)	15,0 (+1)	407,2 ± 5,1 (1,3)	125,7 ± 0,5 (0,4)	738,8 ± 4,5 (0,61)	631 ± 7 (1,1)	252 ± 2 (0,8)	4,6 ± 0,1 (3)	2085 ± 7 (0,3)	5,20 ± 0,01 (0,1)
22,50 (0)	10,0 (0)	402,9 ± 9,4 (2,3)	120,1 ± 4,7 (3,9)	744,9 ± 0,9 (0,12)	646 ± 20 (3,1)	242 ± 7 (3,0)	4,0 ± 0,0 (0)	2025 ± 7 (0,4)	5,15 ± 0,01 (0,1)
22,50 (0)	10,0 (0)	396,9 ± 9,9 (2,5)	121,3 ± 0,9 (0,8)	752,3 ± 0,6 (0,08)	610 ± 3 (0,5)	256 ± 10 (3,8)	4,3 ± 0,2 (4)	2085 ± 21 (1,0)	5,16 ± 0,01 (0,1)
Grão torrado (mg 10 g b.s)		437,1 ± 9,2 (2,1)	143,2 ± 1,2 (0,8)	1157,4 ± 28,5 (2,46)	691 ± 10 (1,4)	321 ± 4 (1,1)			
<b>Café Robusta</b>									
15 (-1)	5,0 (-1)	478,3 ± 34,5 (7,2)	180,1 ± 2,5 (1,4)	713,1 ± 0,8 (0,11)	921 ± 12 (1,3)	330 ± 2 (0,6)	4,2 ± 0,0 (0)	2015 ± 7 (0,4)	5,34 ± 0,01 (0,1)
30 (+1)	5,0 (-1)	479,5 ± 0,2 (0,1)	175,3 ± 4,4 (2,5)	682,8 ± 4,3 (0,62)	929 ± 17 (1,8)	340 ± 4 (1,3)	3,6 ± 0,1 (3)	1920 ± 14 (0,8)	5,36 ± 0,00 (0,1)
15 (-1)	15,0 (+1)	484,3 ± 2,8 (0,6)	178,6 ± 2,1 (1,2)	825,3 ± 2,9 (0,35)	1013 ± 13 (1,3)	386 ± 2 (0,5)	4,1 ± 0,0 (0)	2100 ± 14 (0,7)	5,32 ± 0,01 (0,1)
30 (+1)	15,0 (+1)	483,8 ± 1,2 (0,2)	178,8 ± 1,9 (1,1)	770,5 ± 3,0 (0,39)	1051 ± 39 (3,7)	387 ± 4 (1,1)	3,6 ± 0,0 (0)	1995 ± 7 (0,4)	5,33 ± 0,00 (0)
22,50 (0)	10,0 (0)	483,8 ± 23,7 (4,9)	180,0 ± 6,8 (3,8)	754,6 ± 0,6 (0,08)	987 ± 3 (0,3)	375 ± 10 (2,8)	4,1 ± 0,0 (0)	1960 ± 57 (2,9)	5,38 ± 0,01 (0,1)
22,50 (0)	10,0 (0)	492,3 ± 8,8 (1,8)	179,9 ± 2,2 (1,2)	753,6 ± 2,4 (0,32)	949 ± 22 (2,3)	369 ± 3 (0,9)	4,2 ± 0,2 (5)	1995 ± 7 (0,4)	5,36 ± 0,00 (0)
Grão torrado (mg 10 g b.s)		575,8 ± 16,1 (2,8)	193,0 ± 2,9 (1,5)	1217,3 ± 3,0 (0,24)	1056 ± 18 (1,7)	473 ± 7 (2)			

Média ± desvio padrão (CV %), \*% de café retido em peneira granulométrica ASTM n° 20, \*\*expresso em mg 100 mL<sup>-1</sup>, \*\*\*mg TEAC 100 mL<sup>-1</sup>, \*\*\*\*mg EAG 100 mL<sup>-1</sup>, \*\*\*\*\*mL NaOH 0,1 M em 20 mL de bebida.

*brew* elaborado com café Arábica valores na faixa de 51 a 360 mg ACG 100 mL<sup>-1</sup> (Angeloni et al., 2019a; Angeloni et al., 2019b; Rao & Fuller, 2018; Fuller & Rao, 2017); 334 a 437 mg de TEAC 100 mL<sup>-1</sup> e de 121 a 185 mg de EAG 100 mL<sup>-1</sup> (Kang, Lee, Davaatseren, & Chung, 2020; Rao & Fuller, 2018). Não há relato de teores de melanoidinas em *cold brew*. Para bebidas de café Arábica e Robusta extraídas a quente, em diferentes proporções de café:água, foram reportados valores de 250 a 810 mg de melanoidinas·100 mL<sup>-1</sup> (Mori et al., 2020; Fogliano & Morales, 2011), indicando que houve uma relevante extração do composto no preparo do *cold brew* (Tabela 2.1).

#### **2.4.2 Efeito da granulometria e temperatura de preparo nas características físico-químicas, teor de compostos bioativos e AA em *cold brew***

Para definição dos modelos que representam o comportamento e efeito da granulometria do café e temperatura de preparo na extração dos compostos e características das bebidas *cold brew* produzidas com café Arábica e Robusta, foram consideradas variáveis com efeitos significativos ( $p < 0,05$ ); quando a retirada de uma variável com  $p > 0,05$  afetou o ajuste (reduziu  $R^2$ ), optou-se por mantê-la no modelo (Figura 2.1 e Tabela 2.2). Dos parâmetros avaliados, apenas para a extração de ACG da bebida de Robusta, e capacidade redutora de bebidas de Arábica, não se observou efeito significativo das variáveis estudadas (temperatura e granulometria) e o ajuste dos modelos foi inadequado ( $R^2 < 0,7$ ).

Os modelos de extração de SST e ATT foram diferenciados para bebidas de café Arábica e Robusta (Tabela 2.2 e Figura 2.1). Observou-se efeito positivo da temperatura ( $x_2$ ) na extração na extração de SST de bebidas das duas matrizes, mas o comportamento em relação a granulometria ( $x_1$ ) foi diferenciado (Tabela 2.2 e Figura 2.1). Para *cold brew* preparado com café Arábica, a associação da granulometria mais grossa com maior temperatura favoreceu a extração de SST e aumentou a ATT (interação  $x_1 \cdot x_2$  positiva). Para bebidas de café Robusta observou-se maior extração de SST e maior ATT em moagem mais fina (efeito negativo de  $x_1$ ). Na extração de componentes sólidos solúveis do café durante o preparo da bebida, inicialmente as partículas secas absorvem água, o material na superfície da partícula é extraído mais rapidamente para os poros intergranulares e o material nas estruturas intactas sai mais lentamente para o espaço intragranular e depois se

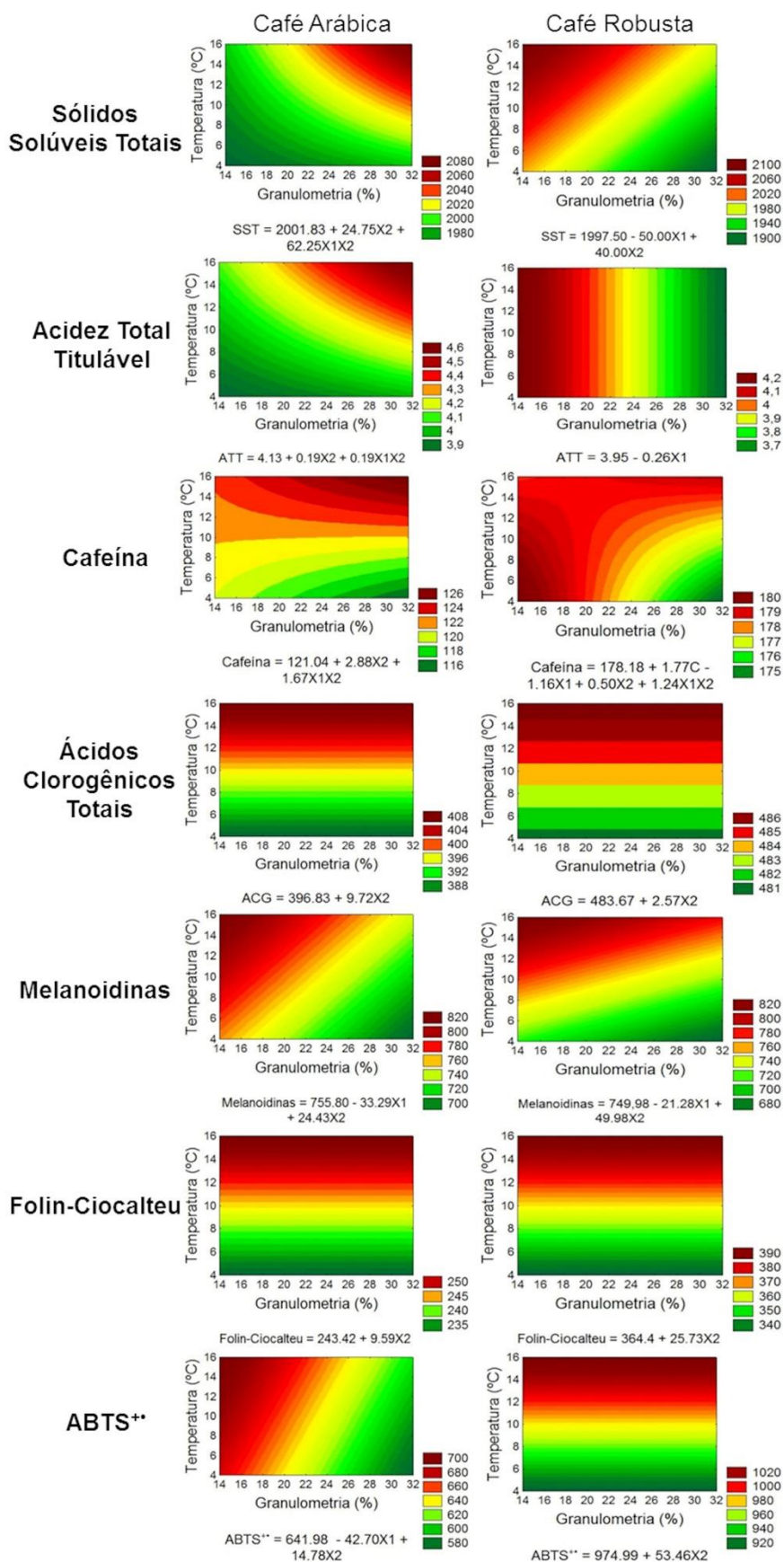
difunde para os poros intergranulares (Moroney, Lee, O'Brien, Suijver, & Marra, 2015). Diferenças nas características dos grânulos de café obtidos para cada espécie, podem fazer com que a água percole e extraia os compostos solúveis de modo distinto (Severini, Derossi, Ricci, Caporizzi, & Fiore, 2018).

**Tabela 2.2** - Efeitos dos fatores estudados no Planejamento Fatorial 2<sup>2</sup> na resposta das variáveis dependentes em *cold brew* de café Arábica e Robusta.

Variáveis dependentes	Fator	Efeito	Erro Padrão	Teste-t	p-valor	R <sup>2</sup>	Rajustado
<b>Café Arábica</b>							
SST (mg 100 mL <sup>-1</sup> )	média	2001,83	6,01	333,04	< 0,001*	0,97	0,94
	x <sub>2</sub>	49,50	14,72	3,36	0,044*		
	x <sub>1</sub> ,x <sub>2</sub>	124,50	14,72	8,46	0,003*		
ATT (mL NaOH em 20 mL bebida)	média	4,13	0,07	62,74	< 0,001*	0,78	0,63
	x <sub>2</sub>	0,37	0,16	2,29	0,106		
	x <sub>1</sub> ,x <sub>2</sub>	0,37	0,16	2,29	0,106		
Cafeína (mg 100 mL <sup>-1</sup> )	média	121,04	0,24	507,52	< 0,001*	0,98	0,96
	x <sub>2</sub>	5,76	0,58	9,85	0,002*		
	x <sub>1</sub> ,x <sub>2</sub>	3,34	0,58	5,71	0,011*		
ACG (mg 100mL <sup>-1</sup> )	média	396,83	1,65	239,79	< 0,001*	0,85	0,81
	x <sub>2</sub>	19,44	4,05	4,80	0,009*		
Melanoidinas (mg 100 mL <sup>-1</sup> )	média	755,80	6,39	118,19	< 0,001*	0,90	0,84
	x <sub>1</sub>	-66,57	15,66	-4,25	0,024*		
AA	média	48,85	15,66	3,12	0,053	0,64	0,54
	x <sub>2</sub>	243,42	2,97	82,10	< 0,001*		
Folin-Ciocalteu (mg EAG 100 mL <sup>-1</sup> )	x <sub>2</sub>	19,19	7,26	2,64	0,058		
AA – ABTS <sup>++</sup> (mg TEAC 100 mL <sup>-1</sup> )	média	641,98	9,39	68,33	< 0,001*	0,84	0,73
	x <sub>1</sub>	-85,40	23,01	-3,71	0,034*		
	x <sub>2</sub>	29,55	23,01	1,28	0,289		
<b>Café Robusta</b>							
SST (mg 100 mL <sup>-1</sup> )	média	1997,50	10,10	197,70	< 0,001*	0,90	0,83
	x <sub>1</sub>	- 100,00	24,75	- 4,04	0,027*		
	x <sub>2</sub>	80,00	24,75	3,23	0,048*		
ATT (mL NaOH em 20 mL bebida)	média	3,95	0,07	53,60	< 0,001*	0,68	0,59
	x <sub>1</sub>	- 0,52	0,18	- 2,88	0,045*		
Cafeína (mg 100 mL <sup>-1</sup> )	média	178,18	0,003	50396,91	< 0,001*	1,00	≥ 0,99
	curvatura	3,53	0,01	288,22	0,002*		
	x <sub>1</sub>	- 2,33	0,01	- 329,51	0,002*		
	x <sub>2</sub>	1,00	0,01	141,42	0,005*		
	x <sub>1</sub> ,x <sub>2</sub>	2,47	0,01	349,31	0,002*		
ACG (mg100mL <sup>-1</sup> )	média	483,67	1,99	243,29	< 0,001*	0,22	0,22
	x <sub>2</sub>	5,14	4,87	1,06	0,351		
Melanoidinas (mg 100 mL <sup>-1</sup> )	média	749,98	3,35	223,77	< 0,001*	0,98	0,97
	x <sub>1</sub>	- 42,57	8,21	- 5,18	0,014*		
AA	média	99,97	8,21	12,18	0,001*	0,92	0,90
	x <sub>2</sub>	364,46	3,13	116,27	< 0,001*		
Folin-Ciocalteu (mg EAG 100 mL <sup>-1</sup> )	x <sub>2</sub>	51,46	7,68	6,70	0,003*		
AA – ABTS <sup>++</sup> (mg TEAC 100 mL <sup>-1</sup> )	média	974,99	8,21	118,78	< 0,001*	0,88	0,85
	x <sub>2</sub>	106,92	20,11	5,32	0,006*		

\*p ≤ 0,05; x<sub>1</sub> = granulometria (%); x<sub>2</sub> = temperatura (°C).

**Figura 2.1** - Superfície de resposta dos compostos avaliados em *cold brew* de café Arábica e Robusta.



Para cafeína, a temperatura e a interação temperatura x granulometria apresentaram efeitos positivos, demonstrando que a extração do composto nas duas matrizes também tem dependência da granulometria (Tabela 2.2 e Figura 2.1). Para *cold brew* preparado com café Arábica, a associação da moagem mais grossa com maior temperatura favoreceu a extração de cafeína, num comportamento similar ao observado para SST na mesma matriz; mas pode-se observar que para temperaturas próximas de 15 °C, a cafeína é extraída eficientemente, independente da granulometria.

Fuller e Rao (2017) reportaram que a extração da cafeína não foi influenciada pela granulometria do café na elaboração de *cold brew* com café Arábica a 20 °C. Entretanto, no presente estudo, para café Robusta, o modelo de extração da cafeína, mostra efeitos negativo para granulometria e positivos para curvatura (C), temperatura e interação temperatura x granulometria; as maiores extrações foram obtidas em granulometria mais fina e temperaturas mais baixas, pois o efeito da temperatura (+1,00) foi menor que o da interação (+2,47) e o da granulometria (-2,33), em módulo. A cafeína apresenta moderada solubilidade em água (21,6 mg mL<sup>-1</sup> a 25 °C) (PubChem, 2019), e mesmo verificando que a difusão do composto foi dependente da matriz, observou-se que a pior condição de extração ocorre com emprego de moagem mais grossa e temperatura baixa.

Nas faixas estudadas, não houve efeito significativo da temperatura e granulometria na extração de ACG em bebidas de café Robusta, mas observou-se efeito positivo da temperatura para *cold brew* de café Arábica (Tabela 2.2, Figura 2.1). Fuller e Rao (2017) também reportam que a extração de ACG em bebida *cold brew* de café Arábica não foi influenciada pela granulometria do café. A alta solubilidade (40 mg mL<sup>-1</sup> a 25 °C) e a massa molecular relativamente baixa (354,31 g mol<sup>-1</sup>) do ACG (PubChem, 2019) são características que favorecem sua extração, dessa forma a superfície de contato não foi um fator limitante.

Para extração das melanoidinas das matrizes de café Arábica e Robusta, observou-se efeito negativo da granulometria e positivo da temperatura (Tabela 2.2 e Figura 2.1). As melanoidinas são compostos de alta massa molecular (> 10 kDa) (Moreira, Nunes, Domingues, & Coimbra, 2012), desse modo uma moagem mais fina, que proporciona uma maior superfície de contato, associado a temperaturas mais altas, permitiram uma melhor extração do composto. Estruturas intracelulares mais integras na moagem mais grossa, podem também dificultar a extração do

composto do interior da matriz (Tabela 2.1) (Moroney, Lee, O'Brien, Suijver, & Marra, 2015).

Considerando os teores de bioativos estudados, presentes originalmente no grão de ambas as espécies (Tabela 2.1), verifica-se que em torno de 81 a 93 % da cafeína e ACG foram extraídos nos diferentes preparos; a extração de melanoidinas correspondeu em torno de 56 a 72 % do teor presente no grão, destacando-se a maior dificuldade de extração das melanoidinas nas condições do estudo.

Quanto a atividade antioxidante, medida pela capacidade redutora (Folin-Ciocalteu) e capacidade de sequestro de radical livre (ABTS<sup>••</sup>), o efeito positivo da temperatura ( $x_2$ ) foi observado para as bebidas preparadas com as duas matrizes (Tabela 2.2 e Figura 2.1). Esse comportamento é justificado pelo efeito positivo da temperatura na extração de cada bioativo estudado, que impacta na AA da bebida.

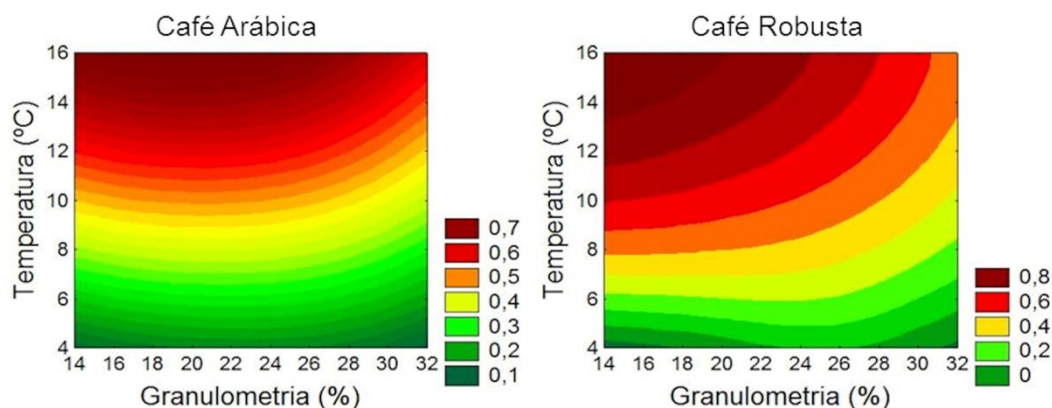
Em relação aos modelos da capacidade redutora, as bebidas de café Arábica e Robusta apresentaram comportamento similar à extração dos ACG (Tabela 2.2 e Figura 2.1). Os ACG são os compostos fenólicos predominantes em bebidas de café (Tajik, Tajik, Mack, & Enck, 2017) e a medida por Folin-Ciocalteu é usualmente empregada na estimativa de compostos fenólicos totais (Singleton, Orthofer, & Lamuela-Raventós, 1999), desse modo os ACG podem estar contribuindo com maior peso na resposta da capacidade redutora das bebidas que os outros bioativos estudados, justificando a importância do uso de temperatura mais alta no preparo de bebidas das duas matrizes, caso o objetivo seja uma maior capacidade redutora.

Com relação à capacidade de sequestro de radical livre (ABTS<sup>••</sup>), observou-se que no modelo para bebidas de café Arábica havia também um efeito negativo da granulometria ( $x_1$ ), semelhante ao perfil observado para extração das melanoidinas (Tabela 2.2 e Figura 2.1). Considerando as massas de compostos bioativos extraídos de cada matriz no preparo das bebidas, observa-se que proporcionalmente os *cold brew* de café Arábica apresentaram maior teor de melanoidinas do que de cafeína e de ACG, comparativamente aos de café Robusta. Dessa forma, as melanoidinas podem estar contribuindo com mais peso na medida de ABTS<sup>••</sup> das bebidas de café Arábica. *Cold brew* das duas matrizes apresentam maior capacidade de sequestro de radicais livres (ABTS<sup>••</sup>) quando preparados em temperatura mais alta, mas para café Arábica o uso de granulometria mais fina também foi significativo.

Considerando o conjunto de todos os parâmetros avaliados, o perfil de desejabilidade foi utilizado para maximizar o teor de compostos bioativos, AA e

outras características (SST e ATT) em *cold brew* de café Arábica e Robusta (Figura 2.2).

**Figura 2.2** - Gráfico de desejabilidade de compostos bioativos, AA, SST e ATT em *cold brew* de café Arábica e Robusta.



Observou-se que, de modo geral, condições de baixa temperatura e granulometria mais grossa devem ser evitadas, quando o objetivo é obter uma bebida com maior extração de compostos bioativos, AA, ATT e SST (Figura 2.2). No caso de um interesse mais específico em um composto/característica ou em uma das matrizes, os modelos individuais devem ser considerados (Figura 2.1, Tabela 2.2).

#### 2.4.3 Cinética de extração: efeito do tempo nas características físico-químicas e teor de compostos bioativos em *cold brew*

Com base na análise de desejabilidade (Figura 2.2), foi estabelecida a condição de granulometria mais fina e temperatura de 15 °C para o estudo cinético de extração dos compostos bioativos, SST e ATT das matrizes de café Arábica e Robusta no preparo de bebidas *cold brew*. Os dados experimentais obtidos foram ajustados e os parâmetros cinéticos de extração de cada modelo encontram-se na Tabela 2.3, os gráficos da cinética de extração estão na Figura 2.3.

O pH foi pouco afetado pelo tempo de extração, com valores médios de  $5,17 \pm 0,03$  e  $5,34 \pm 0,01$  para bebidas de café Arábica e Robusta, respectivamente (Figura 2.3), e os valores foram similares aos obtidos no estudo inicial de extração (Tabela 2.1).

**Tabela 2.3** - Parâmetros dos modelos de extração para *cold brew* de café Arábica e Robusta.

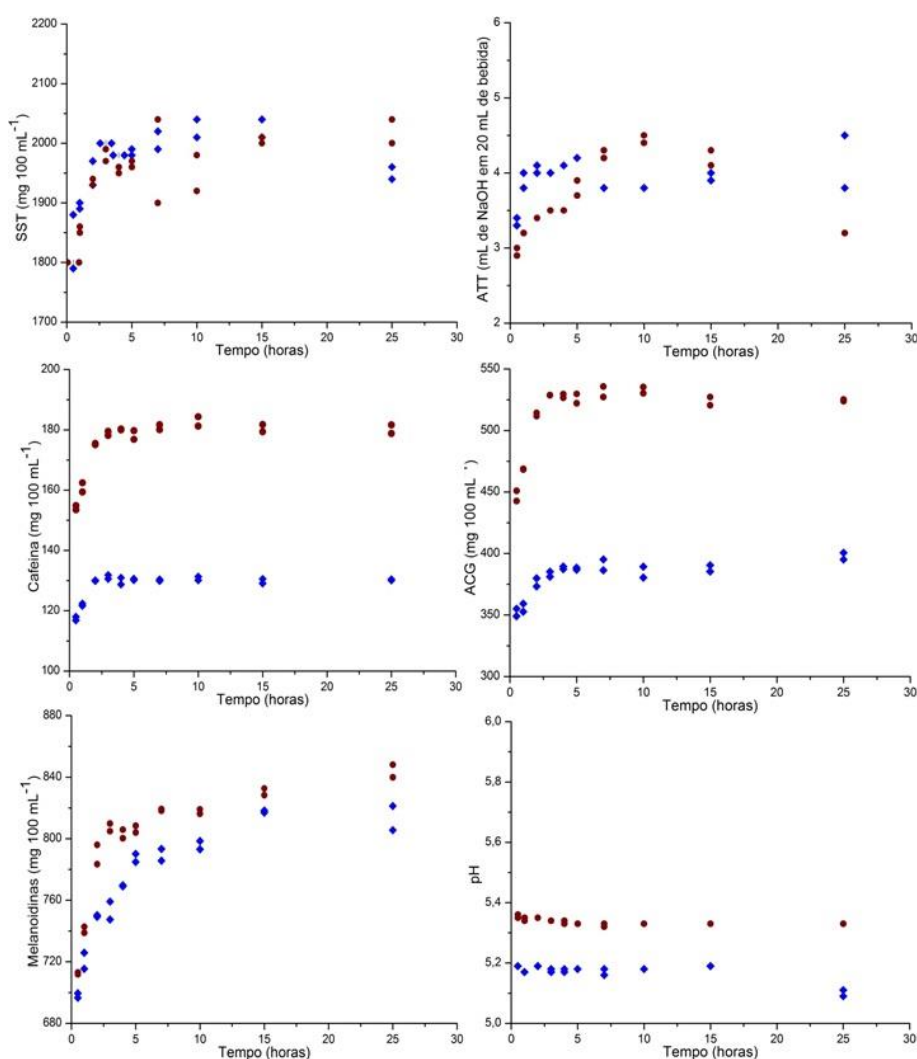
Espécie	Composto	S (h <sup>-1</sup> )	TE <sub>∞</sub> *	R <sup>2</sup> **	Extração no Equilíbrio (%)***
Café Arábica	SST	20,25	2008	0,77	
	ATT	10,92	4,08	0,53	
	Cafeína	16,24	132	0,91	92
	ACG	15,54	391	0,83	89
	Melanoidinas	12,26	797	0,83	69
Café Robusta	SST	17,40	1993	0,79	
	ATT	5,85	3,87	0,50	
	Cafeína	10,08	183	0,93	95
	ACG	9,52	535	0,92	93
	Melanoidinas	11,25	828	0,93	68

\*mL de NaOH 0,1 M em 20 mL de bebida para ATT e mg 100 mL<sup>-1</sup> de bebida, para outros compostos

\*\* p < 0,001 para todos os modelos \*\*\* calculada em relação ao teor nos grãos (Tabela 2.1)

S = constante de velocidade de extração; TE<sub>∞</sub> = teor no equilíbrio.

**Figura 2.3** - Teores em duplicata de SST, ATT, cafeína, ACG, melanoidinas e valores de pH ao longo do tempo de extração para *cold brew* de café Arábica (♦) e Robusta (●).



Apesar do maior teor de compostos bioativos (maior valor de  $TE_{\infty}$  para cafeína, ACG e melanoidinas) na composição final da bebida de café Robusta (Tabela 2.3, Figura 2.3), comportamento já constatado na primeira parte do estudo (Tabela 2.1), observou-se maior velocidade de extração de todos os compostos na matriz de café Arábica (maiores valores de  $S$ ) (Tabela 2.3).

O maior valor de constante de velocidade de extração ( $S$ ) foi observado para SST (20,25 e 17,40  $h^{-1}$ , para *cold brew* Arábica e Robusta, respectivamente) (Tabela 2.3), pois corresponde à extração de um conjunto diverso de componentes sólidos solúveis do café durante o preparo da bebida. Considerando os teores de SST no equilíbrio e a massa de café empregada no preparo das bebidas, observou-se rendimento médio de 20 % na extração de sólidos. Por ser uma extração estática e a baixa temperatura, esse valor é expressivo, tendo em vista que a literatura reporta um teor de sólidos solúveis de 26 a 31 % em grãos torrados de café Arábica e Robusta (Bicho, Leitão, Ramalho, & Lidon, 2011). Também é interessante observar que é próximo ao usualmente obtido para bebidas quentes, para as quais se preconiza que rendimentos entre 18 e 22 % são ideais para uma boa qualidade de bebida de café (Mestdagh, Glabasnia, & Giuliano, 2017).

Na sequência, observou-se que a velocidade de extração dos bioativos específicos seguiu uma ordem diferenciada para as duas matrizes, com saída mais rápida de cafeína, seguida de ACG e melanoidinas para café Arábica, enquanto para café Robusta, a ordem de velocidade de saída foi melanoidinas, cafeína e ACG (Tabela 2.3).

A menor velocidade foi observada para extração de compostos associados à ATT, com valores de  $S$  de 10,92 e 5,82  $h^{-1}$  para *cold brew* de café Arábica e Robusta, respectivamente (Tabela 2.3).

Não há dados na literatura sobre a velocidade de extração de compostos em *cold brew* elaborado com café Arábica e Robusta para comparação.

Os gráficos da cinética mostram que ocorreu uma rápida extração dos compostos entre as primeiras 3 e 5 h de preparo (Figura 2.3), com extrações médias no equilíbrio de 69 % para melanoidinas e entre 89 e 95 % para ACG e cafeína (Tabela 2.3), seguida de uma extração mais lenta e constante até 25 h. Fuller e Rao (2017) analisaram a cinética de extração da cafeína e 3-CGA em *cold brew* de café Arábica e relatam que os compostos alcançaram equilíbrio entre 6 e 7 h de extração, e Angeloni et al (2019b) comparando o preparo de *cold brew* de café Arábica por

imersão em períodos de preparo de 3 e 6 h, não observaram diferenças no teor de cafeína nos dois períodos avaliados.

A extração das melanoidinas pode ter sido limitada pela sua elevada massa molecular (> 10 kDa) (Moreira, Nunes, Domingues, & Coimbra, 2012) e pela baixa temperatura de preparo (15 °C) empregada, que poderiam dificultar a extração e o alcance do equilíbrio; nas condições estudadas, tempos ou temperaturas maiores poderiam permitir maiores extrações (Figuras 2.1 e 2.3).

Em geral, a rápida extração dos compostos entre as primeiras 5 h pode ter ocorrido em função da granulometria mais fina e homogênea, a qual favoreceu uma maior superfície de contato do café, possibilitando com que a água permeasse com maior facilidade pela estrutura inter e intracelular do grão moído (Moroney, Lee, Suijver, & Marra, 2015). Entretanto, outros compostos associados à qualidade da bebida não foram avaliados no presente estudo, e podem apresentar um comportamento e tempo de extração distintos, assim não é possível preconizar que o tempo de 5 h seria suficiente para obter *cold brew* de café Arábica e Robusta com qualidade de bebida adequada.

## 2.5 Conclusão

O comportamento de extração de SST, ATT, cafeína, ACG e capacidade de sequestro de radicais livres foi distinto entre bebidas elaboradas com café Arábica e Robusta, principalmente em função da granulometria. A velocidade relativa de extração dos compostos bioativos durante o preparo também foi dependente da matriz. Bebidas *cold brew* elaboradas com café Arábica apresentaram menor teor de ACG, cafeína e AA, comparado as de Robusta, independente da granulometria do café ou temperatura de preparo. A maior parte da extração dos compostos ocorreu nas primeiras 3 a 5 h do preparo. No geral, sugere-se que, para obter um *cold brew* com maior teor de compostos bioativos, ATT e AA, baixas temperaturas e granulometria mais grossa devem ser evitadas.

## Referências

Ahmed, M., Jiang, G. H., Park, J. S., Lee, K. C., Seok, Y. Y., & Eun, J. B. (2019). Effects of ultrasonication, agitation and stirring extraction techniques on the

physicochemical properties, health-promoting phytochemicals and structure of cold-brewed coffee. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(1), 290-301. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9186>.

Angeloni, G., Guerrini, L., Masella, P., Bellumori, M., Daluiso, S., Parenti, A., & Innocenti, M. (2019a). What kind of coffee do you drink? An investigation on effects of eight different extraction methods. *Food Research International*, 116, 1327-1335. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.022>.

Angeloni, G., Guerrini, L., Masella, P., Innocenti, M., Bellumori, M., & Parenti, A. (2019b). Characterization and comparison of cold brew and cold drip coffee extraction methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(1), 391-399. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9200>.

Barbosa, M. D. S. G., Francisco, J. S., Scholz, M. B. S, Kitzberger, C. S. G., & Benassi, M. T. (2019). Dynamics of sensory perceptions in Arábica coffee brews with different roasting degrees. *Journal of Culinary Science & Technology*, 17(5), 453-464. <https://doi.org/10.1080/15428052.2018.1489321>.

Bicho, N. C., Leitao, A. E., Ramalho, J. C., & Lidon, F. C. (2011). Identification of chemical clusters discriminators of the roast degree in Arabica and Robusta coffee beans. *European Food Research and Technology*, 233(2), 303-311. <https://doi.org/10.1007/s00217-011-1518-5>.

Cordoba, N., Fernandez-Alduenda, M., Moreno, F. L., & Ruiz, Y. (2020). Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brews. *Trends in Food Science & Technology*. 96, 45-60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.004>.

Cordoba, N., Pataquiva, L., Osorio, C., Moreno, F. L. M., & Ruiz, R. Y. (2019). Effect of grinding, extraction time and type of coffee on the physicochemical and flavour characteristics of cold brew coffee. *Scientific Reports*, 9(1), 8440. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44886-w>.

Corso, M. P., Vignoli, J. A., & Benassi, M. T. (2016). Development of an instant coffee enriched with chlorogenic acids. *Journal of Food Science and Technology*, 53(3), 1380-1388. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2163-y>.

Farah, A., & Santos, T. F. (2015). The coffee plant and beans: An introduction. In Preedy, V. R. (Ed.), *Coffee in Health and Disease Prevention* (pp. 5-10). London: Academic Press.

Fogliano, V., & Morales, F. J. (2011). Estimation of dietary intake of melanoidins from coffee and bread. *Food & Function*, 2(2), 117-123. <https://doi.org/10.1039/c0fo00156b>.

Fuller, M., & Rao, N. Z. (2017). The effect of time, roasting temperature, and grind size on caffeine and chlorogenic acid concentrations in cold brew coffee. *Scientific Reports*, 7(1), 17979. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18247-4>.

Gloess, A. N., Vietri, A., Wieland, F., Smrke, S., Schönbacher, B., López, J. A. S., & Yeretzyan, C. (2014). Evidence of different flavour formation dynamics by roasting

coffee from different origins: On-line analysis with PTR-ToF-MS. *International Journal of Mass Spectrometry*, 365, 324-337.

- Grosso, G., Godos, J., Galvano, F., & Giovannucci, E. L. (2017). Coffee, caffeine, and health outcomes: an umbrella review. *Annual Review of Nutrition*, 37, 131-156. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-071816-064941>.
- Kalschne, D. L., Viegas, M. C., De Conti, A. J., Corso, M. P., & Benassi, M. T. (2019). Effect of steam treatment on the profile of bioactive compounds and antioxidant activity of defective roasted coffee (*Coffea canephora*). *LWT*, 99, 364-370. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.09.080>.
- Kang, D. E., Lee, H. U., Davaatseren, M., & Chung, M. S. (2020). Comparison of acrylamide and furan concentrations, antioxidant activities, and volatile profiles in cold or hot brew coffees. *Food Science and Biotechnology*, 29(1), 141-148. <https://doi.org/10.1007/s10068-019-00644-2>.
- Lane, S., Palmer, J., Christie, B., Ehling, J., & Le, C. (2017). Can cold brew coffee be convenient? A pilot study for caffeine content in cold brew coffee concentrate using High Performance Liquid Chromatography. *The Arbutus Review*, 8 (1), 15-23. <https://doi.org/10.18357/tar81201716816>.
- Ludwig, I. A., Sanchez, L., Caemmerer, B., Kroh, L. W., Peña, M. P., & Cid, C. (2012). Extraction of coffee antioxidants: Impact of brewing time and method. *Food Research International*, 48(1), 57-64. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.02.023>.
- Mestdagh, F., Glabasnia, A., & Giuliano, P. (2017). The Brew - Extracting for Excellence. In *The Craft and Science of Coffee* (pp. 355-380). London: Elsevier Academic Press.
- Mintel. Functional benefits top off attributes US consumers look for ready-to-drink cold coffee (2018a). <http://www.mintel.com/press-centre/food-and-drink/functional-benefits-top-off-attributes-us-consumers-look-for-in-ready-to-drink-cold-coffee>. Acessado 17 de novembro de 2019.
- Mintel. Iced coffee accounts for one in five global coffee launches (2018b). <https://www.mintel.com/press-centre/food-and-drink/brewed-for-success-iced-coffee-accounts-for-one-in-five-global-coffee-launches>. Acessado 01 de dezembro de 2019.
- Moreira, A. S., Nunes, F. M., Domingues, M. R., & Coimbra, M. A. (2012). Coffee melanoidins: structures, mechanisms of formation and potential health impacts. *Food & Function*, 3(9), 903-915. <https://doi.org/10.1039/c2fo30048f>.
- Mori, A. L. B.; Viegas, M.C.; Ferrão, M.A.G.; Fonseca, A. F. A.; Ferrão, R.G.; Benassi, M. T. Coffee brews composition from *Coffea canephora* cultivars with different fruit-ripening seasons. *British Food Journal*, ahead-of-print, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BFJ-03-2019-0203>.
- Moroney, K. M., Lee, W. T., Suijver, F., & Marra, J. (2015). Modelling of coffee extraction during brewing using multiscale methods: An experimentally validated

model. *Chemical Engineering Science*, 137, 216-234.  
<https://doi.org/10.1016/j.ces.2015.06.003>.

Neto, B., Scarminio, I. S., & Bruns, R. E. (2007). *Como fazer experimentos - Pesquisa e Desenvolvimento na Ciência e na Indústria* (3ª ed.). Campinas: Unicamp.

PubChem. National Center for Biotechnology Information. Database. Chlorogenic acid, CID=1794427 (2019). <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound>  
Acessado 23 de Dezembro de 2019.

Rao, N. Z., & Fuller, M. (2018). Acidity and antioxidant activity of cold brew coffee. *Scientific Reports*, 8(1), 16030. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34392-w>.

Severini, C., Derossi, A., Ricci, I., Caporizzi, R., & Fiore, A. (2018). Roasting conditions, grinding level and brewing method highly affect the healthy benefits of a coffee cup. *International Journal of Clinical Nutrition & Dietetics*, 4, 127. <https://doi.org/10.15344/2456-8171/2018/127>.

Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. In L. Packer (Ed.), *Methods in enzymology* (pp. 152-178). Cambridge: Academic press.

StatSoft, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

Tagliacruzchi, D., Verzelloni, E., & Conte, A. (2010). Effect of dietary melanoidins on lipid peroxidation during simulated gastric digestion: their possible role in the prevention of oxidative damage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(4), 2513-2519. <https://doi.org/10.1021/jf903701h>.

Tajik, N., Tajik, M., Mack, I., & Enck, P. (2017). The potential effects of chlorogenic acid, the main phenolic components in coffee, on health: a comprehensive review of the literature. *European Journal of Nutrition*, 56(7), 2215-2244. <https://doi.org/10.1007/s00394-017-1379-1>.

Vignoli, J. A., Viegas, M. C., Bassoli, D. G., & Benassi, M. T. (2014). Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of Arábica and Robusta coffees. *Food Research International*, 61, 279-285. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.006>.

Von Blittersdorff, M., & Klatt, C. (2017). The Brew - Extracting for Excellence. In *The Grind – Particles and Particularities* (pp. 311-328). London: Elsevier Academic Press.

Wang, X., & Lim, L. T. (2015). Physicochemical characteristics of roasted coffee. In V. R., Preedy (Ed), *Coffee in Health and Disease Prevention* (pp. 247-254). London: Academic Press.

## **CAPÍTULO 3**

---

**BEBIDAS DE CAFÉ ARÁBICA E  
ROBUSTA EXTRAÍDAS A FRIO:  
EFEITO DO PREPARO NA  
PREFERÊNCIA E NA DINÂMICA DA  
PERCEPÇÃO SENSORIAL**

---

## Bebidas de Café Arábica e Robusta Extraídas a Frio: efeito do preparo na preferência e na dinâmica da percepção sensorial

### Resumo

O objetivo desse estudo foi verificar atributos sensoriais dominantes e preferência para bebidas *cold brew* com diferentes espécies de café e preparos. Foram estudadas quatro bebidas, empregando café Arábica e Robusta, e preparo com moagem mais grossa e extração a 5 °C ou moagem mais fina a 15 °C. As bebidas apresentaram dominância do sabor de café e gosto amargo e não diferiram quanto à preferência, porém se diferenciaram na composição e pela intensidade e tempo de permanência das percepções. O uso de diferentes espécies de café impactou mais na composição e percepção dos atributos que as condições de preparo. *Cold brew* de café Arábica apresentaram maior teor de trigonelina (108 mg 100 mL<sup>-1</sup>) e menor pH (5,20 a 5,23), e se destacaram pela maior dominância do gosto ácido e sabor de café. *Cold brew* de café Robusta apresentaram maiores teores de cafeína (167 a 175 mg 100 mL<sup>-1</sup>) e ácidos clorogênicos totais (396 a 411 mg 100 mL<sup>-1</sup>), e se destacaram pela maior dominância do gosto amargo e sensação adstringente.

**Palavras-chave:** *Cold brew*; *Coffea arabica*; *Coffea canephora*; TDS.

### 3.1 Introdução

O café é um produto de importância econômica global (OIC, 2020). Sua bebida se destaca pelo sabor e aroma e pelos benefícios à saúde do consumidor, como redução da incidência de diabetes do tipo 2, vários tipos de câncer, Parkinson, Alzheimer e obesidade, que são reconhecidamente obtidos pela ingestão regular e moderada de café (Folmer, Farah, Jones, & Fogliano, 2017). Esses benefícios são atribuídos às propriedades antioxidante, anticarcinogênica, antimutagênica e anti-inflamatória da bebida, que tem sido associada à presença de compostos bioativos como ácidos clorogênicos, cafeína, trigonelina e melanoidinas (Sarraguça, Páscoa, Lopo, Sarraguça, & Lopes, 2016).

As bebidas de café são mais usualmente preparadas e consumidas a quente, mas o consumo de bebidas geladas, destacando-se o café gelado extraído a frio

(*cold brew*) vem se popularizando (StoreBrands, 2019; Grand View Research, 2019). O *cold brew* não apresenta um método padrão de preparo, sendo descrito o emprego de café de torra clara a escura, moído em diferentes granulometrias, em temperaturas de extração variando de 5 a 25 °C por períodos de 3 a 24 h. (Ahmed et al., 2019; Angeloni et al., 2019a; Rao & Fuller, 2018; Fuller & Rao, 2017; Lane, Palmer, Christie, Ehling, & Le, 2017). O *cold brew* ainda pode ser preparado por imersão indireta, onde a água é gotejada lentamente no pó do café, ou direta, onde o pó permanece em contato com a água sendo separado por filtração (Cordoba, Fernandez-Alduenda, Moreno, & Ruiz, 2020). Os poucos estudos que avaliaram sensorialmente a bebida *cold brew*, relatam que a bebida apresenta características distintas da extraída a quente, com menor acidez e amargor, que tem sido associada a menor extração de alguns compostos da matriz (Mestdagh, Glabasnia, & Giuliano, 2017). No entanto, a diversidade nas condições de extração a frio também pode conferir características sensoriais e físico-químicas diferentes entre bebidas preparadas com o mesmo material (Angeloni et al., 2019b; Cordoba, Pataquiva, Osorio, Moreno, & Ruiz, 2019; Dwiranti, Ardiansyah, & Asiah, 2019; Heo, Choi, Wang, Adhikari, & Lee, 2019).

Análises sensoriais empregando técnicas descritivas rápidas, que demandam de menor tempo ou não exijam treinamento dos avaliadores e que resultam na obtenção de perfis sensoriais menos detalhados, porém com menor custo, vem sendo empregadas. Entre os métodos rápidos, destaca-se a técnica de Dominância Temporal das Sensações (TDS), que tem o intuito de descrever a evolução temporal de um conjunto de diferentes percepções dominantes durante a degustação dos alimentos (Schlich & Pineau, 2017). A literatura reporta poucos estudos sensoriais em bebidas de café utilizando a técnica TDS (Reis, Conti, Mori, & Benassi, 2020; Barbosa, Francisco, Scholz, Kitzberger, & Benassi, 2019; Ribeiro et al., 2017; Charles et al., 2015; Evangelista et al., 2014; Dinnella, Masi, Naes, & Monteleone, 2013), e não foram observados trabalhos com bebidas extraídas a frio.

Existem mais de cem espécies pertencentes ao gênero *Coffea*, sendo as de maior importância econômica *C. arabica* e *C. canephora* Pierre ex Froehner. (OIC, 2020). No geral, a espécie *C. arabica* produz uma bebida considerada de qualidade sensorial superior comparada à obtida com *C. canephora*. Entretanto, o menor custo do *C. canephora*, associado ao maior teor de sólidos solúveis no grão, favorece o uso da espécie na produção de café solúvel e em *blends* com *C. arabica* para cafés

torrados e moídos (Farah, 2009; Farah & Santos, 2015). Essa característica poderia ser de interesse para *cold brew*, onde o uso de temperaturas mais baixas limita a extração de compostos.

Na literatura, os estudos com *cold brew* se restringem a matriz de *C. arabica*, apesar do bom potencial de emprego de *C. canephora*. Assim, o objetivo desse estudo foi verificar as características sensoriais dominantes e avaliar a preferência de bebidas *cold brew* com diferentes preparos. Foram comparadas bebidas preparadas a partir das espécies *C. arabica* e *C. canephora* e produzidas empregando diferentes granulometrias de café e temperaturas de extração.

## 3.2 Material e Métodos

### 3.2.1 Material: caracterização dos cafés e preparo das bebidas

Na elaboração das bebidas foram empregados grãos de café das espécies *C. arabica*, variedade Mundo Novo, e *C. canephora*, variedade Robusta, com grau de torra médio ( $L^*$  de  $37,4 \pm 0,4$  e  $36,9 \pm 0,1$ , respectivamente). Os cafés Arábica e Robusta eram cafés descritos como especiais e procedentes de Monte Carmelo, estado de Minas Gerais/Brasil (Fazenda Sta. Maria) e Cacoal, estado de Rondônia/Brasil (Sítio Rio Limão), respectivamente.

Os grãos foram moídos utilizando um moinho de bancada Burr grinder GVX 2 (Krupps, Shanghai, China) e caracterizados quanto a granulometria utilizando peneiras granulométricas padrão ASTM por meio de agitação manual. Os critérios para definição das moagem foram descritos no capítulo 2. Para compor a fração de moagem mais grossa foi utilizado como critério empregar 30 % do café retido em peneira acima de  $n^\circ 20$ , 60 % em peneira de  $n^\circ 40$  e 10 % do fundo. A fração de moagem mais fina correspondia a 15 % em peneira acima de  $n^\circ 20$ , 55 % em peneira de  $n^\circ 40$  e 30 % do fundo.

As bebidas foram preparadas por extração a frio por um método de contato direto estático, empregando uma proporção 1:10 café:água (m/v). Baseado em estudo preliminar, discutido no Capítulo 2, definiu-se as condições do presente estudo variando-se a espécie de café, granulometria e temperatura de extração para obtenção de bebidas diferenciadas. Para o preparo das bebidas, foi utilizada água mineral com pH 8,45 (Crystal, Bauru, Brasil). O café torrado e moído (15 g) foi

adicionado em um recipiente de vidro contendo 150 mL de água a temperatura de extração; bebidas elaboradas com café de granulometria mais fina foram extraídas a 15 °C e as com granulometria mais grossa, a 5 °C. O recipiente foi tampado e mantido sob refrigeração em BOD SL-200/300 (SOLAB, Piracicaba, Brasil) por 15 h. Após o período de extração, as bebidas foram filtradas em filtro de papel descartável (Melitta 102, São Paulo, Brasil) para a remoção da fração sólida. No total foram preparadas quatro bebidas: AG5 e RG5, a partir de café Arábica e Robusta, respectivamente, com moagem mais grossa e extraída a 5 °C; AF15 e RF15, com café Arábica e Robusta, respectivamente, com moagem mais fina a 15 °C.

### 3.2.2 Caracterização físico-química das bebidas

Foram feitas 6 repetições genuínas de preparo de cada bebida que foram armazenadas em frascos de vidro âmbar e mantidas congeladas (-18 °C) até a realização das análises físico-químicas. As análises cromatográficas foram realizadas em duplicata, e as demais avaliações foram feitas em triplicata.

Os teores de trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos totais foram determinados com base em Corso, Vignoli, e Benassi (2016). As bebidas foram diluídas em água ultrapura obtida por sistema de filtração Elga Purelab Option-Q (Veolia Water Technologies, Saint-Maurice, França) e as soluções filtradas em membrana 0,45 µm (Filtrilo, Colombo, Brasil). Empregou-se um sistema cromatográfico líquido de ultra eficiência Waters Acquity (Waters, Milford, EUA) equipado com injetor automático de amostras, sistema de bombeamento quaternário de solvente, termostatizador de coluna e detector de arranjo de diodos, controlados pelo programa Empower 3. Foi utilizada uma coluna Spherisorb ODS1 (150 mm × 3.2 mm i.d., 3 µm) (Waters, Milford, EUA) e solventes acetonitrila de grau HPLC (Merck, Darmstadt, Alemanha) e ácido acético PA (Anidrol, Diadema, Brasil). Os compostos foram eluídos em gradiente de ácido acético 5 % (A) e acetonitrila (B), com vazão de 0,5 mL min<sup>-1</sup>, na condição de: 0 – 5 min 5 % de B; 5 – 10 min 13 % de B; 10 – 25 min 13 % B; 25 – 27 min 5 % de B. A detecção foi realizada a 260 nm para trigonelina, 272 nm para cafeína e 320 nm para ácidos clorogênicos totais (ACG). A quantificação foi feita com padronização externa construindo curvas analíticas (7 pontos em triplicata) com os padrões de trigonelina, cafeína e ácido-5-cafeoilquínico (5-ACQ) (Sigma Aldrich, St. Louis, EUA) nas faixas de 1 a 30 µg mL<sup>-1</sup>,

10 a 60  $\mu\text{g mL}^{-1}$  e 1 a 60  $\mu\text{g mL}^{-1}$  ( $r=0,999$ ,  $p<0,000$ ), respectivamente. O teor de ACG foi estimado considerando-se a soma das áreas dos compostos detectados em 320 nm, utilizando-se o 5-ACQ como padrão (Corso, Vignoli, & Benassi, 2016). Os resultados foram expressos em mg 100  $\text{mL}^{-1}$  de bebida.

Para estimar o teor de melanoidinas, 400  $\mu\text{L}$  da bebida foi diluída para 8,0 mL de água ultrapura, seguida de leitura a 420 nm em espectrofotômetro (Agilent Technologies, Cary, Malásia) (Mori et al., 2020). Foi considerado na estimativa o valor de absorvidade de 1,1289  $\text{L g}^{-1} \text{cm}^{-1}$  sugerido por Tagliazucchi, Verzelloni, e Conte (2010). Os resultados foram expressos em mg 100  $\text{mL}^{-1}$  da bebida.

O pH foi determinado em pHmetro (Mettler Toledo, FiveEasy F20, Suíça).

O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado secando as bebidas (10 mL) em estufa (DeLeo, Porto Alegre, Brasil) a 105 °C até peso constante. O resultado foi expresso em mg 100  $\text{mL}^{-1}$ .

A acidez total titulável (ATT) foi determinada por volumetria potenciométrica. As bebidas (20 mL) foram tituladas com hidróxido de sódio 0,1 M, até pH 8,2 (Barbosa, Francisco, Scholz, Kitzberger, & Benassi, 2019). O resultado foi expresso em mL de NaOH 0,1 M por 20 mL de bebida.

Os resultados foram analisados por one-way ANOVA, considerando as bebidas como causa de variação, e teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) empregando o software Statistica 7.0 (Statsoft Inc., Tulsa, USA, 2004).

### 3.2.3 Análise sensorial

As análises foram realizadas em laboratório de análise sensorial em cabines individuais sob luz branca. Participaram dos testes alunos, professores e demais funcionários, consumidores regulares de café, e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual de Londrina (CAAE 09479419.2.0000.5231).

As quatro bebidas de café foram preparadas conforme descrito no item 3.2.1 e mantidas sob refrigeração (por um período de, no máximo, 48 h após o preparo) até análise. As bebidas foram servidas em copos de acrílico transparente de 25 mL e codificadas com três dígitos aleatórios. Os avaliadores foram orientados a ingerir água e biscoito cream cracker entre cada avaliação. A ordem de apresentação das amostras foi aleatorizada para cada avaliador em todas as avaliações.

### 3.2.3.1 Dominância temporal de sensações

A equipe foi composta por 24 consumidores (15 mulheres e 9 homens), com idade entre 24 e 50 anos, com alto nível de escolaridade e experiência prévia em análise sensorial.

Para familiarizar os avaliadores com os atributos mais usuais em bebidas de café, foi realizado um teste prévio de reconhecimento de gostos básicos e sensações. Cada avaliador provou soluções de gosto doce (sacarose 1 %), gosto ácido (ácido cítrico 0,03 %), gosto amargo (cafeína 0,03 %), sensação de adstringência (ácido tânico 0,1 %) e água mineral (Crystal, Bauru, Brasil; pH 8,45) conforme descrito por Barbosa, Francisco, Scholz, Kitzberger, e Benassi (2019). Os avaliadores que apresentaram problemas com o reconhecimento de algum gosto e/ou sensação foram submetidos a mais uma sessão de familiarização.

Na sequência, foi apresentado a cada avaliador, em uma sessão individual, o conceito do teste de dominância temporal de sensações (TDS) e o software utilizado para a coleta e análise dos dados (SensoMaker versão 1.91). Todos os avaliadores realizaram uma sessão teste preliminar, simulando o procedimento para verificar se havia alguma dúvida.

Foram realizadas 3 sessões de avaliação, em cada sessão o avaliador provou as quatro bebidas de forma monádica e sequencial, totalizando 12 avaliações por avaliador. Na cabine estava disposto um computador, onde na tela, os avaliadores visualizaram uma lista com 8 atributos. Foram empregados os atributos gostos doce, ácido e amargo; sabor de café e sensação adstringente, com base em Barbosa, Francisco, Scholz, Kitzberger, e Benassi (2019), e sabores de amêndoas, chocolate e tabaco, que constavam nas descrições presentes nas embalagens dos cafés.

Antes do início da análise, os avaliadores foram orientados a manter o café na boca por 5 s e, na sequência, selecionar as sensações dominantes durante 45 s de análise; os tempos foram selecionados com base na literatura (Reis, Conti, Mori, & Benassi, 2020; Barbosa, Francisco, Scholz, Kitzberger, & Benassi, 2019). Os avaliadores foram solicitados a selecionar qual dos atributos descritos na tela do computador era percebido como dominante e marcar um novo atributo dominante a cada vez que a percepção se alterasse (Schlich & Pineau, 2017).

Os resultados, de cada atributo, foram expressos como curvas de taxa de dominância que foram calculadas dividindo o número de vezes em que o atributo foi

citado como dominante pelo número de citações possíveis (número de avaliadores x número de repetições de análise; 72 respostas por bebida). Os valores de taxa de dominância podem variar de 0 a 1, o valor 1 indica que todos os avaliadores consideram o atributo dominante em um mesmo tempo. Outros três parâmetros da curva foram analisados: dominância máxima ( $V_{max}$ ), tempo máximo ( $T_{max}$ ) e duração da dominância ( $D_{max}$ ).  $V_{max}$  é definido como o valor máximo de taxa de dominância (varia de 0 a 1),  $T_{max}$ , como o tempo para chegar em  $V_{max}$  (0 a 45 s), e  $D_{max}$ , como o período em que o valor da taxa de dominância é maior que 90 % de  $V_{max}$ . Também foram considerados para análise dos dados o nível de chance de 0,125 ( $p = 1/8$  atributos), que representa a taxa de dominância que um atributo pode ter ao acaso, e o nível de significância de 0,21 ( $\alpha = 0,05$ ), que representa a taxa de dominância mínima para ser considerada significativamente maior do que o nível de chance, calculados como sugerido por Schlich e Pineau (2017). Curvas de diferença que permitem avaliar a diversidade na percepção dinâmica da dominância entre dois tratamentos foram calculadas considerando bebidas com o mesmo material, mas com diferença nas condições de preparo (AF15 – AG5 e RF15 – RG5), bem como bebidas com mesmo preparo, mas com diversidade no material (AG5 – RG5 e AF15 – RF15) e estão disponíveis como material suplementar (Material suplementar, Figuras 3.S1 e 3.S2).

### 3.2.3.2 Teste de ordenação de preferência

Participaram do teste de ordenação de preferência 72 consumidores de café (51 mulheres e 21 homens), que foram orientados a provar as quatro bebidas *cold brew* e reportar a preferência em ordem crescente. Solicitou-se ainda que citassem as características mais e menos gostadas nas bebidas.

A análise dos dados foi realizada calculando-se a soma dos resultados de todos os avaliadores para cada amostra. Foi utilizado o teste de Friedman para verificar a diferença entre as amostras (Dutcosky, 2013) e a tabela de Christensen, Ogden, Dunn, e Eggett. (2006) para obter os valores críticos de diferença entre os totais de ordenação, considerando  $\alpha = 0,05$ . Para verificar a segmentação dos consumidores, foi feita uma avaliação multivariada dos dados de preferência empregando Escala Multidimensional e Análise de Agrupamentos utilizando o software Senstools versão 2.3.28 (OP & P Product Research, 1998).

### 3.3 Resultados e Discussão

#### 3.3.1 Caracterização das bebidas

Com relação ao efeito da espécie de café, no geral, as bebidas elaboradas com café Arábica foram caracterizadas pelo maior teor de trigonelina ( $p < 0,05$ ) (valor médio de  $108 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) e menor valor de pH ( $p < 0,05$ ) (5,20), enquanto as bebidas de café Robusta apresentaram maiores teores ( $p < 0,05$ ) de cafeína (de 167 a  $175 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) e ACG (de 396 a  $411 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) (Tabela 3.1). Considerando as mesmas condições de preparo, bebidas de café Arábica apresentaram maior ATT que as de Robusta (Tabela 3.1). Não há na literatura informação ou comparação com *cold brew* de café Robusta, mas o comportamento foi similar ao reportado para bebidas de café extraídas a quente, com maiores teores de trigonelina e maior acidez em bebidas de café Arábica, e maiores teores de cafeína e ACG para bebidas de café Robusta (Kalschne et al., 2019; Gloess et al., 2014; Perrone, Farah, & Donangelo, 2012).

**Tabela 3.1** - Caracterização físico-química e de compostos bioativos em *cold brew*<sup>1</sup>.

Parâmetro	Amostras			
	AG5	AF15	RG5	RF15
SST ( $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ )	$1928^b \pm 49$ (3)	$2058^a \pm 34$ (2)	$1891^b \pm 28$ (1)	$2029^a \pm 27$ (1)
ATT (mL de NaOH 0,1 M em 20 mL da bebida)	$3,8^b \pm 0,2$ (6)	$4,5^a \pm 0,3$ (6)	$3,4^c \pm 0,3$ (9)	$3,7^b \pm 0,3$ (7)
pH	$5,23^c \pm 0,01$ (0,2)	$5,20^d \pm 0,01$ (0,1)	$5,38^a \pm 0,01$ (0,2)	$5,37^b \pm 0,01$ (0,1)
Cafeína ( $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ )	$121^d \pm 1$ (1)	$123^c \pm 1$ (1)	$167^b \pm 3$ (2)	$175^a \pm 3$ (2)
ACG ( $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ )	$301^d \pm 5$ (2)	$313^c \pm 3$ (1)	$396^b \pm 8$ (2)	$411^a \pm 7$ (2)
Trigonelina ( $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ )	$108^a \pm 1$ (1)	$107^a \pm 1$ (1)	$58^b \pm 1$ (1)	$58^b \pm 1$ (1)
Melanoidinas ( $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ )	$693^d \pm 8$ (1)	$802^b \pm 11$ (1)	$713^c \pm 4$ (1)	$836^a \pm 20$ (2)

<sup>1</sup>Média ( $n=24$ , sextuplicata genuína com triplicata analítica)  $\pm$  desvio padrão de seis repetições de preparo (CV em %). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (teste de Tukey,  $p \leq 0,05$ ). AG5 e RG5: café Arábica e Robusta moagem mais grossa a  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ ; AF15 e RF15: café Arábica e Robusta moagem mais fina a  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Com relação ao efeito do processo (granulometria do café e temperatura de extração), no geral, *cold brew* de ambas as espécies preparados com moagem mais fina e extraídos a  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  apresentaram maiores teores de SST (valor médio de  $2044 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) em relação aos preparos com moagem mais grossa a  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  (Tabela 3.1). Comparando *cold brew* preparados com uma mesma matriz, o emprego de moagem mais fina e temperatura de  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  também permitiu uma maior extração de

cafeína, ACG, e melanoidinas e maior ATT ( $p < 0,05$ ) (Tabela 3.1). No Capítulo 2 foi relatado, com relação ao comportamento de extração de cafeína, ACG, SST e ATT em *cold brew* de café Arábica e Robusta, que foi observada uma maior extração nas bebidas preparadas a 15 °C comparado as obtidas a 5 °C.

Comparando com dados da literatura (Tabela 3.1), os teores dos compostos avaliados estão dentro da faixa para *cold brew* de *C. arabica*, com pH de 4,82 a 6,00 (Ahmed et al., 2019; Angeloni et al., 2019a; Cordoba, Pataquiva, Osorio, Moreno, & Ruiz, 2019; Rao & Fuller, 2018; Fuller & Rao, 2017), e teores (em 100 mL de bebida) de 700 a 2275 mg SST (Angeloni et al., 2019a; Angeloni et al., 2019b; Cordoba, Pataquiva, Osorio, Moreno, & Ruiz, 2019), 78 a 134 mg cafeína e 51 a 360 mg ACG (Angeloni et al., 2019a; Angeloni et al., 2019b; Rao & Fuller, 2018; Fuller & Rao, 2017; Lane, Palmer, Christie, Ehling, & Le, 2017), porém com maior ATT que o relatado por Rao e Fuller (2018) (2,4 a 2,9 mL de NaOH 0,1 M em 20 mL de bebida). Teores de trigonelina e melanoidina ainda não foram reportados na literatura para *cold brew*.

### 3.3.2 Dominância temporal das sensações

O perfil de dominância dos atributos dos *cold brew* preparados com café Arábica e Robusta, em diferentes condições (moagem mais grossa e mais fina, e temperaturas de 5 e 15 °C) podem ser visualizados e comparados pelas curvas de taxa de dominância (Figura 3.1) e curvas de diferença (Material suplementar, Figuras 3.S1 e 3.S2), e pelos parâmetros  $V_{max}$ ,  $T_{max}$  e  $D_{max}$  (Tabela 3.2).

Com exceção do gosto doce, os outros atributos estudados ou mostraram dominância acima do nível de significância ( $V_{max} \geq 0,21$ ) - como observado para os gostos ácido e amargo, sabores de café e tabaco e sensação adstringente - ou foram percebidos acima do nível de chance ( $V_{max} \geq 0,125$ ) - como para os sabores de amêndoa e chocolate - para pelo menos uma das bebidas avaliadas (Figura 3.1, Tabela 3.2).

O sabor de café foi descrito como sendo um atributo dominante em todas as bebidas, sendo mais destacado após algum tempo da degustação ( $T_{max} \geq 29$  s) (Tabela 3.2). Observou-se similaridade na dominância entre bebidas que empregavam a mesma espécie de café, mesmo com diferentes preparos. Bebidas de café Arábica (AG5 e AF15) apresentaram maior dominância de sabor de café

(Vmax de 0,46 e 0,47) e por maior tempo (Dmax) em comparação as bebidas de café Robusta (RG5 e RF15) (Tabela 3.2, Figuras 3.1 e 3.S1). Quanto ao efeito do preparo, AF15 e RF15, preparadas com moagem mais fina a 15 °C apresentaram maior duração da percepção da dominância do sabor de café (Dmax de 23,30 e 17,10 s, respectivamente), em relação AG5 e RG5 (Tabela 3.2, Figuras 3.1), que pode estar relacionado à maior extração de SST (Tabela 3.1).

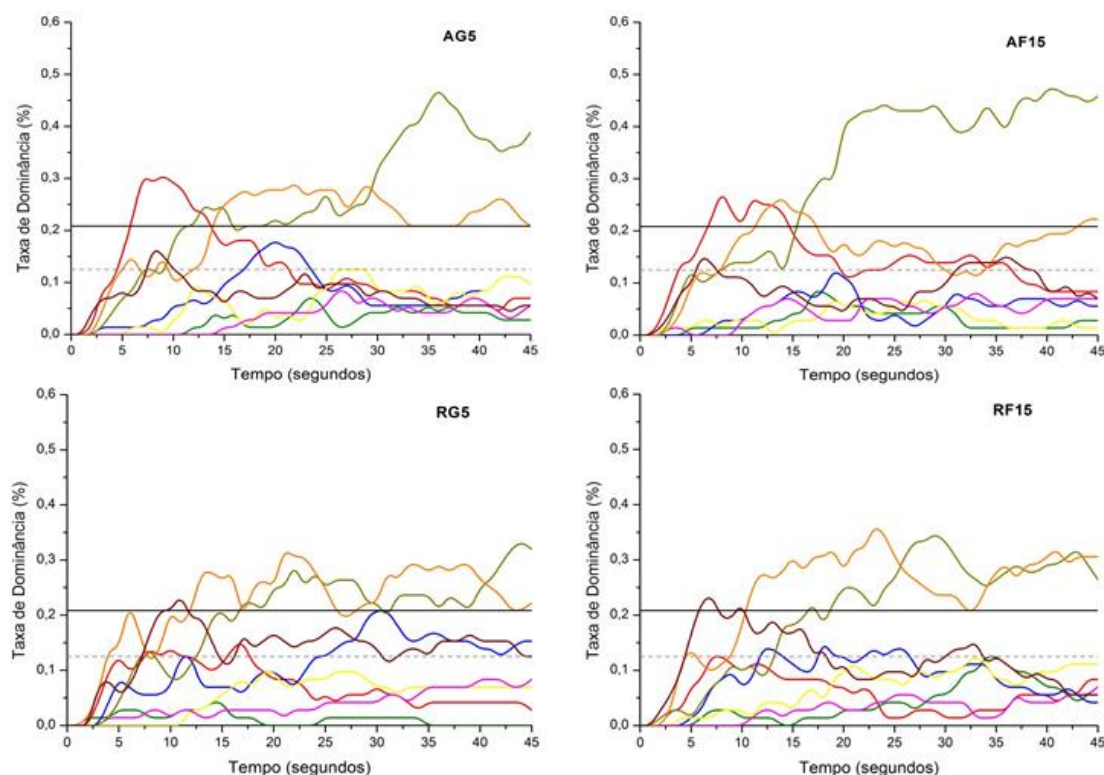
Os valores de Vmax para o sabor de café do presente estudo são superiores aos relatados em bebidas de *C. arabica* extraídas/preparadas a quente por Barbosa, Francisco, Scholz, Kitzberger, e Benassi (2019) para café filtrado (Vmax de 0,14 a 0,29), e por Reis, Conti, Mori, e Benassi (2020) para café solúvel (Vmax de 0,23). Somente Dinnella, Mais, Naes, e Monteleone (2013), estudando bebidas de *C.arabica* extraídas a quente e adoçadas, obtiveram um valor comparável ao obtido no presente trabalho, mas os autores reportaram que o uso de sacarose e acesulfame aumentou a dominância do sabor de café nas bebidas (Vmax de 0,45 e 0,42, respectivamente) comparativamente ao uso de esteviol. Os resultados obtidos no presente estudo sugerem que na bebida de café extraída a frio o sabor de café é dominante em comparação com o gosto amargo e ácido que tradicionalmente se destacam nas bebidas quentes (Barbosa, Francisco, Scholz, Kitzberger, & Benassi, 2019).

**Tabela 3.2** - Parâmetros das curvas de dominância para cada atributo em cada bebida\*.

Parâmetro	Bebida	Atributo							
		café	ácido	amargo	adstringente	tabaco	amêndoa	chocolate	doce
<b>V<sub>max</sub></b>	AG5	<b>0,46</b>	<b>0,30</b>	<b>0,29</b>	<i>0,16</i>	<i>0,18</i>	0,07	<i>0,13</i>	0,08
	AF15	<b>0,47</b>	<b>0,26</b>	<b>0,26</b>	<i>0,15</i>	0,12	0,08	0,07	0,08
	RG5	<b>0,33</b>	<i>0,15</i>	<b>0,31</b>	<b>0,23</b>	<b>0,21</b>	0,04	0,10	0,08
	RF15	<b>0,34</b>	<i>0,13</i>	<b>0,36</b>	<b>0,23</b>	<i>0,14</i>	<i>0,13</i>	0,12	0,07
<b>T<sub>max</sub>(s)</b>	AG5	36,00	9,00	21,80	8,40	20,00	23,50	26,50	26,50
	AF15	40,50	8,10	13,80	36,00	19,30	17,50	26,00	33,00
	RG5	44,00	16,70	21,40	10,90	30,50	14,50	19,50	40,50
	RF15	29,00	7,50	23,30	6,70	18,20	34,50	33,00	45,00
<b>D<sub>max</sub>(s)</b>	AG5	3,80	4,30	26,80	1,40	3,70	1,20	3,40	1,40
	AF15	23,30	6,40	4,00	31,60	1,60	1,70	10,00	1,60
	RG5	2,80	9,40	18,80	2,70	2,80	1,20	9,90	5,60
	RF15	17,10	2,00	2,90	4,30	14,30	2,20	13,10	0,50

\*n = 72; V<sub>max</sub>: valor máximo de taxa de dominância, **em negrito**: acima do nível de significância ( $\alpha = 0,05$ ), *em itálico*: acima do nível de chance; T<sub>max</sub>: tempo para chegar a V<sub>max</sub>; D<sub>max</sub>: período em que o valor da taxa de dominância é maior que 90 % de V<sub>max</sub>. AG5 e RG5: café Arábica e Robusta moagem mais grossa a 5 °C; AF15 e RF15: café Arábica e Robusta moagem mais fina a 15 °C.

**Figura 3.1** - Curvas de taxa de dominância de bebidas *cold brew*.



\*Atributos identificados em cores: **café**, **ácido**, **amargo**, **adstringente**, **tabaco**, **amêndoas**, **chocolate**, **doce**. Destacados nas linhas: - - nível de chance e — nível de significância. AG5 e RG5: café Arábica e Robusta moagem mais grossa a 5 °C; AF15 e RF15: café Arábica e Robusta moagem mais fina a 15 °C.

A dominância do gosto ácido nas bebidas de café Arábica permitiu discriminá-las das de café Robusta, onde esse gosto foi percebido ( $V_{max}$  acima do nível de chance), mas não foi dominante (Tabela 3.2, Figuras 3.1 e 3.S1). A acidez é uma característica muito mais associada à espécie do que ao preparo, uma vez que bebidas de café Robusta extraídas a quente também são caracterizadas por apresentarem menor acidez e maior pH em relação às bebidas de café Arábica (Kalschne et al., 2019; Mori et al., 2018; Gloess et al., 2014).

Em bebidas de café Arábica, o gosto ácido foi o atributo percebido mais rapidamente como dominante ( $T_{max}$  de 8,1 a 9,0 s), e a maior dominância foi percebida na bebida AG5 ( $V_{máx}$ : 0,30), porém a maior permanência da dominância foi na bebida AF15, preparada com moagem mais fina a 15 °C ( $D_{max}$  de 6,4 s), que apresentou o maior valor de ATT (Tabela 3.1). Angeloni et al.(2019b), avaliando *cold brew* de *C. arabica* reportam maior intensidade do gosto ácido em *cold brew* elaborado a 22 °C comparado ao elaborado a 5 °C. Alguns estudos em bebidas de *C. arabica* extraídas a quente, adoçadas (Charles et al., 2015; Dinnella, Mais, Naes,

& Monteleone, 2013) ou não (Barbosa, Francisco, Scholz, Kitzberger, & Benassi, 2019; Ribeiro et al., 2017), também reportam a percepção do gosto ácido logo no início da prova (Tmax de 7 a 13 s).

A percepção do gosto amargo como dominante também foi observada para todas as bebidas. A dominância do gosto amargo ocorreu antes da percepção do sabor de café (Tmax de 13,8 a 23,3 s). A diferenciação na percepção do gosto amargo entre bebidas das duas espécies foi menor do que a observada para sabor de café e gosto ácido, mas, no geral, bebidas de Robusta tiveram maior dominância de gosto amargo que as de Arábica (Tabela 3.2, Figuras 3.1 e 3.S2). Cafeína e ACG, que tem sido associados ao gosto amargo em bebida de café (Gloess et al., 2013), estão presentes em maiores teores em bebidas de café Robusta (Tabela 3.1). Bebidas AG5 e RG5, preparadas com moagem mais grossa a 5 °C, apresentaram maior duração da percepção da dominância do gosto amargo (Dmax de 26,80 e 18,80 s, respectivamente) em relação AF15 e RF15 (Tabela 3.2), para as quais pode ser observado um início mais rápido na percepção da dominância do sabor de café (Figuras 3.1 e 3.S1). Dinnella, Mais, Naes, e Montelene (2013) também reportam valores de Tmax (23 s) para gosto amargo em bebidas de *C. arabica* extraídas a quente e adoçadas, na faixa do presente estudo. Entretanto, demais estudos com bebidas de *C. arabica* extraídas a quente reportam a percepção do gosto amargo logo no início (Barbosa, Francisco, Scholz, Kitzberger, & Benassi, 2019; Charles et al., 2015) ou em períodos intermediários e próximos do fim de prova (Ribeiro et al., 2017).

A sensação adstringente diferenciou as bebidas de café Arábica e Robusta, mas foi pouco afetada pela condição de preparo (Figura 3.S1 e 3.S2). Nas bebidas de café Robusta, o atributo adstringente foi o primeiro a ser percebido como dominante (Tmax de 6,70 a 10,90 s, Vmax de 0,23), mas a percepção da dominância ocorreu por um curto período, principalmente para a bebida preparada com moagem mais grossa a 5 °C (Dmax de 2,70 a 4,30 s, para RG5 e RF15 respectivamente). Cafeína e ACG, presentes em maiores teores em bebidas de café Robusta (Tabela 3.1), são também associados à adstringência (Gloess et al., 2013). Para as bebidas com café Arábica, a sensação adstringente foi percebida (Vmax de 0,15 a 0,16, acima do nível de chance), mas não foi dominante (Tabela 3.2). Alguns estudos que empregaram TDS na avaliação de bebidas de *C. arabica* extraídas a quente, comparando variedades ou processos pós-colheita (como fermentação e

torra), verificaram diversidade no comportamento com relação à dominância da sensação adstringente (diferentes valores de  $V_{max}$  e  $T_{max}$ ), indicando assim que a percepção da adstringência poderia ser mais dependente da matriz que do preparo (Barbosa, Francisco, Scholz, Kitzberger, & Benassi, 2019; Ribeiro et al., 2017; Charles et al., 2015).

A percepção do sabor de tabaco foi dominante somente na bebida de café Robusta preparada com moagem mais grossa a 5 °C, RG5 (Tabela 3.2, Figura 3.1). Os atributos sabor de amêndoa e chocolate foram percebidos (acima do nível de chance) em apenas duas bebidas (RF15 e AG5, respectivamente), confirmando a descrição sensorial presente no rótulo dos cafés.

O gosto doce não foi um atributo dominante no perfil sensorial dos *cold brew* de café Arábica e Robusta (Tabela 3.2). Um comportamento similar havia sido descrito para bebidas de café extraídas a quente e não adoçadas (Barbosa, Francisco, Scholz, Kitzberger, & Benassi, 2019; Ribeiro et al., 2017; Charles et al., 2015), mostrando que a dominância do gosto doce não é dependente do método de preparo.

Alguns estudos com *cold brew* de *C. arabica*, produzidos em condições controladas ou comerciais, reportam atributos comumente presentes em bebidas de café, como os descritos acima, além de atributos como sabor de frutas cítricas, avelã, caramelizado, uísque, amadeirado, malte, floral e frutas vermelhas (Angeloni et al., 2019a; Cordoba, Pataquiva, Osorio, Moreno, & Ruiz, 2019; Dwiranti, Ardiansyah., & Asiah, 2019; Heo, Choi, Wang, Adhikari, & Lee, 2019). Entretanto, no presente estudo, pelo método empregado, somente as características consideradas dominantes foram destacadas para cada material e preparo.

Sumarizando, verificou-se que entre *cold brew* preparados com diferentes materiais, a maior diferença na percepção temporal dos atributos foi observada no início da degustação, onde as bebidas de café Arábica apresentaram dominância do gosto ácido, enquanto as bebidas de café Robusta foram inicialmente percebidas como adstringentes. Na sequência, as bebidas das duas matrizes apresentaram dominância do gosto amargo e sabor de café. No entanto, foram diferenciadas pela intensidade da dominância e tempo de permanência da percepção: bebidas de café Robusta apresentaram maior dominância do gosto amargo em relação às de café Arábica, que apresentaram, comparativamente, maior dominância e por maior tempo do sabor de café. Com relação ao método de preparo, as diferenças observadas

foram relativas à duração da percepção dos atributos: bebidas preparadas com moagem mais fina a 15 °C apresentaram maior duração da dominância do sabor de café, enquanto bebidas preparadas com moagem mais grossa a 5 °C, apresentaram maior duração da dominância do gosto amargo.

### 3.3.3 Preferência

Durante a análise de ordenação de preferência, os avaliadores também informaram características sensoriais gostadas ou não gostadas das bebidas *cold brew* avaliadas. Fazendo uma compilação do total das citações, independentemente de terem sido associadas de forma negativa ou positiva às amostras, verificou-se que os gostos amargo e ácido foram citados para todas as bebidas. O sabor de café foi também citado para as bebidas, com exceção de RF15 para a qual houve citações de sensação adstringente. Para RG5 foi mencionado o atributo chocolate, e para AF15, o gosto doce. Bebidas preparadas com moagem mais grossa a 5 °C (AG5 e RG5) receberam citações de fraco/aguado, enquanto que para as de moagem mais fina a 15 °C (AF15 e RF15), as citações foram de encorpado e forte/concentrado, respectivamente. A maioria dos atributos mencionados havia sido considerado na análise de TDS, mostrando uma adequada seleção de atributos para essas bebidas (Tabela 3.2).

Apesar das diferenças na composição (Tabela 3.1) e do perfil sensorial temporal distinto, as bebidas *cold brew* de café Arábica (AG5 e AF15) e Robusta (RG5 e RF15) não diferiram quanto à preferência na avaliação dos consumidores (Tabela 3.3). Esse comportamento poderia estar associado ao fato de todas as bebidas, independentemente do material empregado ou do método de preparo, apresentarem dominância expressiva do sabor de café (Tabela 3.2, Figura 3.1), podendo atender, portanto, a expectativa dos consumidores com relação a uma bebida gelada de café.

**Tabela 3.3** - Somatório dos valores obtidos pelo teste de ordenação de preferência de *cold brew* de café Arábica e Robusta\*.

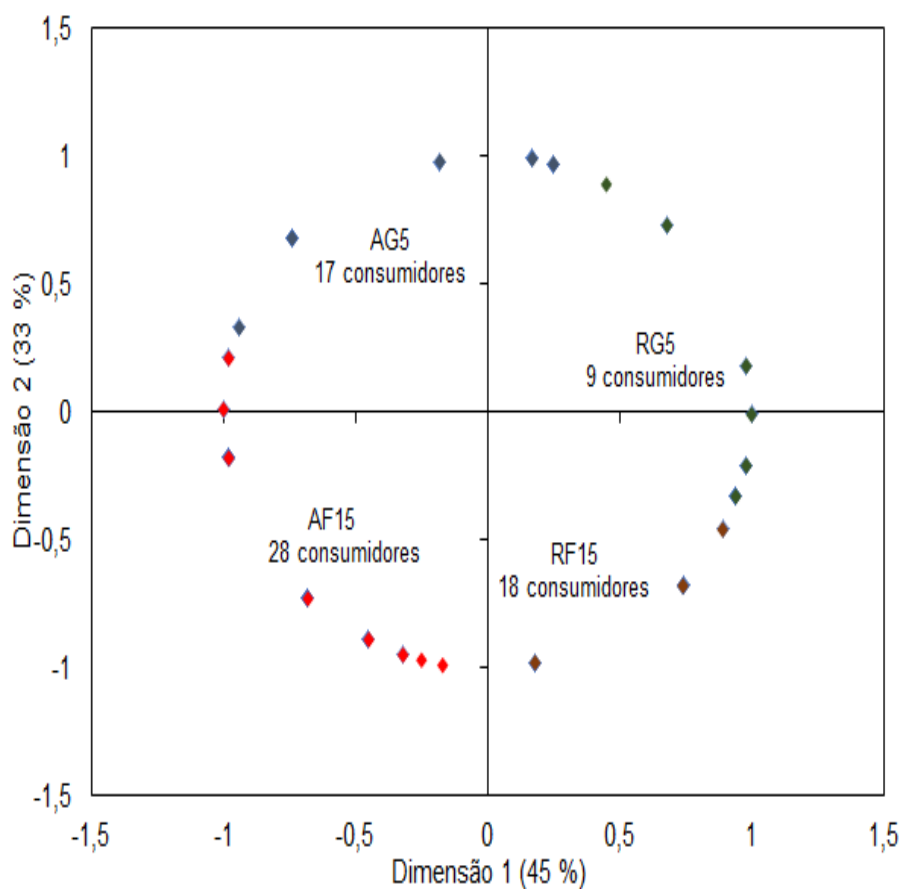
Tratamento	R (soma das ordens)
AG5	176 <sup>a</sup>
RG5	165 <sup>a</sup>
AF15	193 <sup>a</sup>
RF15	186 <sup>a</sup>

\*n=72. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ).

AG5 e RG5: café Arábica e Robusta moagem mais grossa a 5 °C; AF15 e RF15: café Arábica e Robusta moagem mais fina a 15 °C.

Em uma avaliação multivariada dos dados de preferência, observou-se 78 % de explicação numa solução bidimensional (Figura 3.2), e foi possível identificar que existem grupos de consumidores com preferência diferenciada pelas bebidas.

**Figura 3.2** - Gráfico bidimensional de segmentação de consumidores e configuração das amostras\*.



\*AF15 e RF15: café Arábica e Robusta com moagem de pó mais fina a 15 °C; AG5 e RG5: café Arábica e Robusta com moagem de pó mais grossa a 5 °C.

A dimensão 1 (45 % de explicação) separou as bebidas pelo material empregado (Figura 3.2). Bebidas de café Arábica, diferenciadas por apresentarem maior teor de trigonelina, menor pH, maior percepção do gosto ácido e maior dominância e por maior tempo do sabor de café (Tabelas 3.1 e 3.2), foram alocadas no lado esquerdo do gráfico e preferidas por 45 consumidores (AF15 = 28 e AG5 = 17 consumidores) (Figura 3.2). Bebidas de café Robusta, diferenciadas por apresentarem maior teor de cafeína e ACG, percepção da sensação adstringente e maior dominância do gosto amargo, foram alocadas no lado direito do gráfico e preferidas por 27 consumidores (RF15 = 18 e RG5 = 9 consumidores) (Figura 3.2).

A dimensão 2 (33 % de explicação) foi associada ao método de preparo (Figura 3.4). *Cold brew* preparados com moagem mais fina e extraídos a 15 °C, que apresentaram maior extração de compostos e maior duração da dominância do sabor de café (Tabelas 3.1 e 3.2), foram alocados na parte inferior do gráfico (Figura 3.2). Bebidas preparadas com moagem mais grossa a 5 °C, que apresentaram maior duração da dominância do gosto amargo (Tabela 3.2), foram alocadas na parte superior do gráfico (Figura 3.2).

A bebida de café Arábica preparada com moagem mais fina e extraída a 15 °C (AF15), que foi preferida por 39 % dos avaliadores, destacou-se pelo bom potencial para atender ao consumidor.

### 3.4 Conclusão

Verificou-se que as diferentes espécies de café utilizadas (Café Arábica e Robusta) impactaram mais na composição e percepção da dominância dos atributos sensoriais nos *cold brews* do que as condições de preparo (diferentes granulometrias de café e temperaturas de extração). *Cold brews* de café Robusta apresentaram maior teor de cafeína e ACG e se destacaram pela dominância do gosto amargo e sensação adstringente, enquanto, *cold brew* de café Arábica, com maior teor de trigonelina e menor pH, se destacaram pela dominância do sabor de café e gosto ácido. Apesar das diferenças observadas, não houve diferença na preferência entre as quatro bebidas, mas identificou-se que existem grupos de consumidores que podem preferir bebidas de uma espécie de café ou preparo específico.

## Referências

- Ahmed, M., Jiang, G. H., Park, J. S., Lee, K. C., Seok, Y. Y., & Eun, J. B. (2019). Effects of ultrasonication, agitation and stirring extraction techniques on the physicochemical properties, health-promoting phytochemicals and structure of cold-brewed coffee. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(1), 290-301. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9186>.
- Angeloni, G., Guerrini, L., Masella, P., Bellumori, M., Daluiso, S., Parenti, A., & Innocenti, M. (2019a). What kind of coffee do you drink? An investigation on effects of eight different extraction methods. *Food Research International*, 116, 1327-1335. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.10.022>.
- Angeloni, G., Guerrini, L., Masella, P., Innocenti, M., Bellumori, M., & Parenti, A. (2019b). Characterization and comparison of cold brew and cold drip coffee extraction methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(1), 391-399. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9200>.
- Barbosa, M. S. G., Francisco, J. S., Scholz, M. B. S., Kitzberger, C. S. G., & Benassi, M. T. (2019). Dynamics of sensory perceptions in arabica coffee brews with different roasting degrees. *Journal of Culinary Science & Technology*, 17(5), 453-464. <https://doi.org/10.1080/15428052.2018.1489321>.
- Charles, M., Romano, A., Yener, S., Barnabà, M., Navarini, L., Märk, T. D., & Gasperi, F. (2015). Understanding flavour perception of espresso coffee by the combination of a dynamic sensory method and in-vivo nosespace analysis. *Food Research International*, 69, 9-20. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.036>.
- Christensen, Z. T., Ogden, L. V., Dunn, M. L., & Eggett, D. L. (2006). Multiple comparison procedures for analysis of ranked data. *Journal of food science*, 71(2), S132-S143. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.tb08916.x>.
- Cordoba, N., Fernandez-Alduenda, M., Moreno, F. L., & Ruiz, Y. (2020). Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brews. *Trends in Food Science & Technology*. 96, 45-60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.004>.
- Cordoba, N., Pataquiva, L., Osorio, C., Moreno, F. L. M., & Ruiz, R. Y. (2019). Effect of grinding, extraction time and type of coffee on the physicochemical and flavour characteristics of cold brew coffee. *Scientific Reports*, 9(1), 8440. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44886-w>.
- Corso, M. P., Vignoli, J. A., & Benassi, M. T. (2016). Development of an instant coffee enriched with chlorogenic acids. *Journal of Food science and Technology*, 53(3), 1380-1388. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2163-y>.
- Dinnella, C., Masi, C., Naes, T., & Monteleone, E. (2013). A new approach in TDS data analysis: A case study on sweetened coffee. *Food quality and preference*, 30 (1), 33-46. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.04.006>.
- Dutcosky, S. D. (2013). Análise Sensorial de Alimentos. (4 ed.) Curitiba:

Champagnat.

- Dwiranti, N. S., Ardiansyah, A., & Asiah, N. (2019). Sensory Attributes of Cold Brew Coffee Products at Various Resting Time After Roasting Process. *Pelita Perkebunan*, 35(1), 42-50. <https://doi.org/10.22302/iccri.jur.pelitaperkebunan.v35i1.349>.
- Farah, A. (2009). Coffee as a speciality and functional beverage. In Paquin, P. (Ed.), *Functional and Speciality Beverage Technology* (pp. 370-395). Cambridge: Woodhead Publishing.
- Farah, A., & Santos, T. F. (2015). The coffee plant and beans: An introduction. In Preedy, V. R. (Ed.), *Coffee in Health and Disease Prevention* (pp. 5-10). Academic Press: London.
- Folmer, B., Farah, A., Jones, L., & Fogliano, V. (2017). Human Wellbeing - Sociability, Performance, and Health. In Folmer, B. (Ed), *The Craft and Science of Coffee* (pp. 493-520). Londres: Elsevier Academic Press.
- Fuller, M., & Rao, N. Z. (2017). The effect of time, roasting temperature, and grind size on caffeine and chlorogenic acid concentrations in cold brew coffee. *Scientific Reports*, 7(1), 17979. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-18247-4>.
- Gloess, A. N., Schönbächler, B., Klopprogge, B., Lucio, D., Chatelain, K., Bongartz, A., & Yeretian, C. (2013). Comparison of nine common coffee extraction methods: instrumental and sensory analysis. *European Food Research and Technology*, 236(4), 607-627. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-1917-x>.
- Grand View Research. Cold brew coffee market size, Share & trends analysis report by distribution channel (supermakets & hypermarkets, company owned outlets, convenience stores, online), by region, and segment forexasts, 2019 – 2025 (2019). <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/cold-brew-coffee-market>. Acessado 04 de fevereiro de 2020.
- Heo, J., Choi, K. S., Wang, S., Adhikari, K., & Lee, J. (2019). Cold brew coffee: Consumer acceptability and characterization using the Check-All-That-Apply (CATA) Method. *Foods*, 8(8), 344. <https://doi.org/10.3390/foods8080344>.
- Kalschne, D. L., Biasuz, T., De Conti, A. J., Viegas, M. C., Corso, M. P., & Benassi, M. T. (2019). Sensory characterization and acceptance of coffee brews of *C. arabica* and *C. canephora* blended with steamed defective coffee. *Food Research International*, 124, 234-238. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.038>.
- Lane, S., Palmer, J., Christie, B., Ehltng, J., & Le, C. (2017). Can cold brew coffee be convenient? A pilot study for caffeine content in cold brew coffee concentrate using High Performance Liquid Chromatography. *The Arbutus Review*, 8(1), 15-23. <https://doi.org/10.18357/tar81201716816>.
- Mestdagh, F., Glabasnia, A., & Giuliano, P. (2017). The Brew – Extracting for Excellence. In Folmer, B. (Ed.). *The craft and science of coffee* (pp. 355-380). Londres: Elsevier Academic Press.

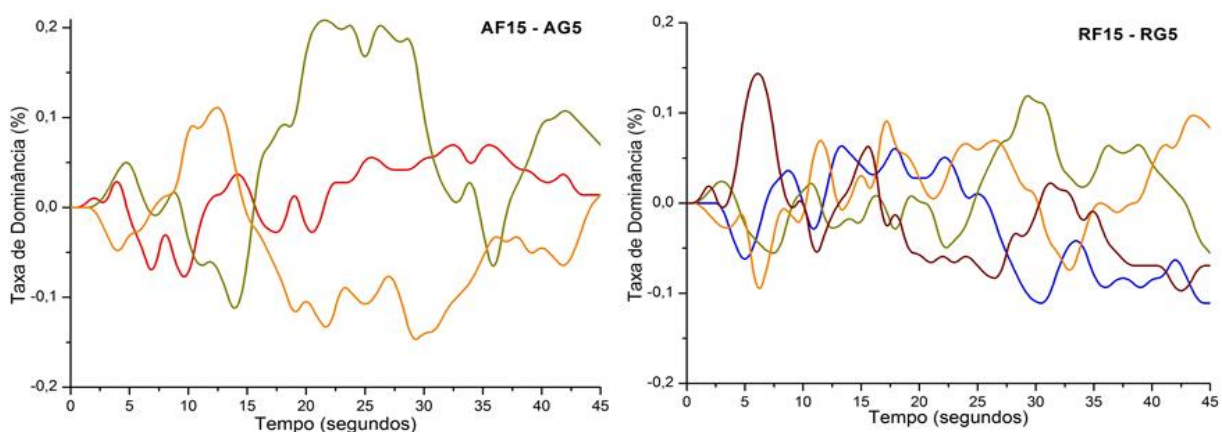
- Mintel. The strength of cold brew (2016). <https://www.mintel.com/blog/drink-market-news/the-strength-of-cold-brew>. Acessado 12 de janeiro de 2019.
- Mori, A. L. B., Garcia, A. D. O., Ferrão, M. A. G., Fonseca, A. F. A. , Ferrão, R. G., & Benassi, M. T. (2018). Sensory profile of conilon coffee brews from the state of Espírito Santo, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53(9), 1061-1069. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2018000900010>.
- Mori, A.L.B., Viegas, M.C., Ferrão, M.A. G., Fonseca, A. F. A., Ferrão, R. G.; & Benassi, M. T. (2020). Coffee brews composition from *Coffea canephora* cultivars with different fruit-ripening seasons. *British Food Journal*, 122(3): 827-840. <https://doi.org/10.1108/BFJ-03-2019-0203>.
- OIC - Organização internacional do café. Relatório sobre o mercado de Café – Março de 2020 (2020). <http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias/423-dados-mundiais>. Acessado 26 de abril de 2020.
- OP & P PRODUCT RESEARCH, Senstools Versão 2.3. Utrecht: OP & P Product Research, 1995-1998. Conjunto de Programas. 1 CD ROOM.
- Perrone, D., Farah, A., & Donangelo, C. M. (2012). Influence of coffee roasting on the incorporation of phenolic compounds into melanoidins and their relationship with antioxidant activity of the brew. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(17), 4265-4275. <https://doi.org/10.1021/jf205388x>.
- Rao, N. Z., & Fuller, M. (2018). Acidity and antioxidant activity of cold brew coffee. *Scientific Reports*, 8(1), 16030. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34392-w>.
- Sarraguça, M. C.; Páscoa, R. N. M. J.; Lopo, M.; Sarraguça, J. M. G.; Lopes, J. A. (2016) Bioactive compounds in coffee as health promoters. In: Da Silva, L. R.; Silva, B. (Eds). *Natural Bioactive Compounds from Fruits and Vegetables as Health Promoters Part II* (pp. 180-220). Xarja: Bentham Science Publishers.
- Reis, T. A. D., De Conti, A. J., Mori, A. L. B, & Benassi. M. T. (2020). Sensory description of instant coffee brews with *Coffea canephora* steamed defective beans. In Kalschne. D. L, Corso, M. P., & Dias, R. C. E. (Eds), *Innovations in Coffee Quality* (pp. 63-81). New York: Nova Science Publishers. *In press*.
- Ribeiro, L. S., Ribeiro, D. E., Evangelista, S. R., Miguel, M. G. D. C. P., Pinheiro, A. C. M., Borém, F. M., & Schwan, R. F. (2017). Controlled fermentation of semi-dry coffee (*Coffea arabica*) using starter cultures: A sensory perspective. *LWT - Food Science and Technology*, 82, 32-38. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.04.008>.
- Sensomaker. Versão 1.91.2018 (2018). <http://ufla.br/sensomaker>. Acessado em 16 novembro de 2019.
- Schlich, P., & Pineau, N. (2017). Temporal Dominance of Sensations. In Hort, J.; Kemp, S. E.; Hollowood, T. (Eds.), *Time-Dependent Measures of Perception in Sensory Evaluation* (pp: 283-318). New Jersey: Wiley Blackwell.
- StoreBrands. Why cold brew coffee is one hot drink (2019).

<https://storebrands.com/why-cold-brew-coffee-one-hot-drink>. Acessado 04 de fevereiro de 2020.

Tagliacucchi, D., Verzelloni, E., & Conte, A. (2010). Effect of dietary melanoidins on lipid peroxidation during simulated gastric digestion: their possible role in the prevention of oxidative damage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(4), 2513-2519. <https://doi.org/10.1021/jf903701h>.

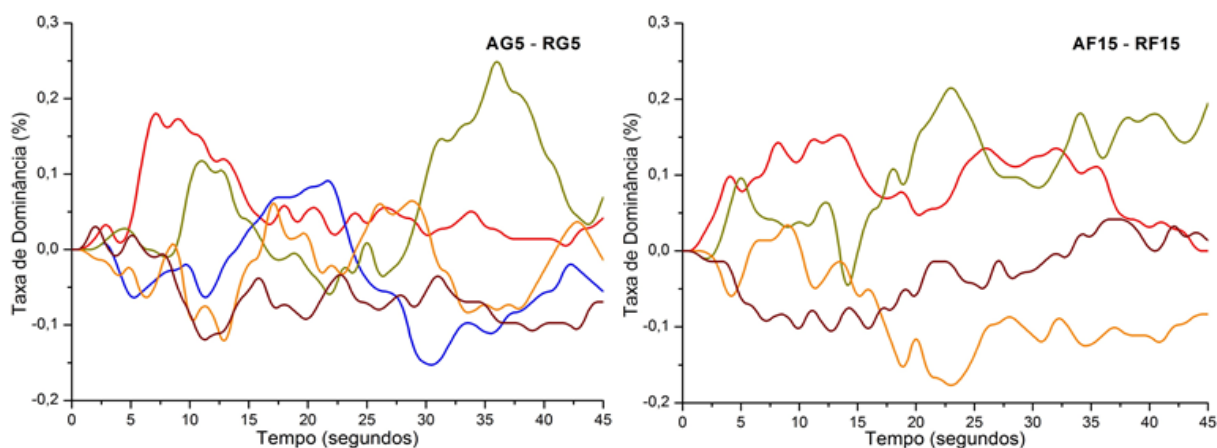
## Material Suplementar

**Figura 3.S1** - Gráfico de diferença, entre as curvas de taxa de dominância dos atributos, para *cold brew* com diferentes condições de preparo.



\*Atributos identificados em cores: **ácido**, **tabaco**, **café**, **amargo**, **adstringente**. AG5 e RG5: café Arábica e Robusta moagem mais grossa a 5 °C; AF15 e RF15: café Arábica e Robusta moagem mais fina a 15 °C.

**Figura 3.S2** - Gráfico de diferença, entre as curvas de taxa de dominância dos atributos, para *cold brew* elaborados com diferentes materiais.



\*Atributos identificados em cores: **ácido**, **tabaco**, **café**, **amargo**, **adstringente**. AG5 e RG5: café Arábica e Robusta moagem mais grossa a 5 °C; AF15 e RF15: café Arábica e Robusta moagem mais fina a 15 °C.

---

## **CONCLUSÃO GERAL**

---

A composição e características sensoriais das bebidas de café extraídas a frio foram mais dependentes da espécie de café empregada do que das condições de preparo. O comportamento de extração de SST, compostos associados a ATT, cafeína, ACG e a capacidade de sequestro de radicais livres foram distintos entre bebidas elaboradas com café Arábica e Robusta, principalmente em função da granulometria.

*Cold brew* de café Arábica, que se caracterizaram pela maior dominância do sabor de café e gosto ácido, apresentaram menor teor de ACG, cafeína e AA, comparado aos de Robusta, destacados pela dominância do gosto amargo e sensação adstringente. Apesar das diferenças de composição e sensoriais, não houve preferência entre *cold brew* elaborados com diferentes espécies de café e condições de preparo e todas as bebidas apresentaram dominância de sabor de café.

No geral, independentemente da espécie de café, para obter uma eficiente extração de compostos de interesse na bebida *cold brew*, condições de alta temperatura (15 °C), granulometria mais fina e tempos superiores a 5 horas de infusão devem ser aplicadas. Para extração de compostos específicos ou obtenção de bebidas com diferentes características, os modelos individuais para a matriz de interesse devem ser considerados.

---

# **ANEXOS**

---

**ANEXO A - Termo De Consentimento Livre E Esclarecido Na Forma De Convite Para Avaliador De Bebida De Café Torrado E Moído - Teste De Ordenação Preferência.**

**“Impacto do material e condições de preparo na composição e características sensoriais de bebida de café extraída a frio (*cold brew*)”**

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa “Impacto do material e condições de preparo na composição e características sensoriais de bebida de café extraída a frio (*cold brew*)”, realizada no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos/UEL, Londrina-Paraná. O objetivo dessa etapa da pesquisa é verificar a preferência de bebidas geladas de café. Sua participação é muito importante e você participará como integrante de uma equipe que vai consumir bebidas geladas de café (sem açúcar), preparadas a partir de café torrado e moído, e será solicitado a ordenar as bebidas de acordo com sua preferência. A análise (uma sessão) levará em torno de 5 min, e você poderá fazê-la no horário que tiver maior disponibilidade. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo pessoal. Ressalta-se ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar sua identidade. O benefício esperado é verificar a preferência entre as bebidas. Informamos que você não pagará nem será remunerado por sua participação, porém garantimos que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação no estudo. Os riscos associados à ingestão das bebidas de café são mínimos, pois serão recrutados somente consumidores regulares de café, que não apresentem restrição a ingerir produtos de café pela sensibilidade ao próprio produto ou cafeína. Se ocorrer algum problema a pesquisadora se compromete a ampará-los. Caso tenha dúvidas ou necessite de esclarecimentos pode nos contatar (Claudimara da Silva Portela, claudimaraportela@hotmail.com e Profa. Dra. Marta de Toledo Benassi, DCTA/UEL, martatb@uel.br, (43) 3371-5970), ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380 (PR 445), situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone (43) 3371-5455. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada entregue a você.

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

Telefone para contato/e mail: \_\_\_\_\_

Londrina, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

Pesquisador Responsável

RG: \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_ (nome por extenso do sujeito de pesquisa), tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos do estudo, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica):

Data:

**ANEXO B - Termo De Consentimento Livre E Esclarecido Na Forma De Convite Para Avaliador De Bebida De Café Torrado E Moído - Teste De Dominância Temporal De Sensações.**

**“Impacto do material e condições de preparo na composição e características sensoriais de bebida de café extraída a frio (*cold brew*)”**

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa “Impacto do material e condições de preparo na composição e características sensoriais de bebida de café extraída a frio (*cold brew*)”, realizada no Departamento de Ciência e Tecnologia Alimentos/UEL, Londrina-Paraná. O objetivo dessa etapa da pesquisa é descrever as principais sensações observadas durante a degustação de bebidas geladas de café. A sua participação é muito importante e você participará como integrante de uma equipe que vai consumir bebidas geladas de café (sem açúcar), preparadas a partir de café torrado e moído. Cada sessão levará em torno de 10 minutos, e você poderá fazê-la no horário que tiver maior disponibilidade. Serão necessárias em torno de 5 sessões. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo pessoal. Ressalta-se ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar sua identidade. O benefício esperado é avaliar os atributos sensoriais dominantes das bebidas geladas de café. Informamos que você não pagará nem será remunerado por sua participação, porém garantimos que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação no estudo. Os riscos associados à ingestão das bebidas de café são mínimos, pois serão recrutados somente consumidores regulares de café, que não apresentem restrição a ingerir produtos de café pela sensibilidade ao próprio produto ou cafeína. Se ocorrer algum problema a pesquisadora se compromete a ampará-los. Caso tenha dúvidas ou necessite de esclarecimentos pode nos contatar (Claudimara da Silva Portela, claudimaraportela@hotmail.com e Profa. Dra. Marta de Toledo Benassi, DCTA/UEL, martatb@uel.br, (43) 3371-5970), ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380 (PR 445), situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone (43) 3371-5455. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada entregue a você.

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

Telefone para contato/e mail: \_\_\_\_\_

Londrina, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

Pesquisador Responsável

RG: \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_ (nome por extenso do sujeito de pesquisa),  
tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos do estudo, concordo em  
participar **voluntariamente** da pesquisa.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica):

Data: