

MARIANA LIMA BRAGA

**COMPARATIVO DE MÉTODOS SENSORIAIS DESCRITIVOS NA  
AVALIAÇÃO DE CAFÉ TORRADO E MOÍDO**

DISSERTAÇÃO

CAMPO MOURÃO  
2019

MARIANA LIMA BRAGA

**COMPARATIVO DE MÉTODOS SENSORIAIS DESCRITIVOS NA  
AVALIAÇÃO DE CAFÉ TORRADO E MOÍDO**

DISSERTAÇÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Evandro Bona.  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Renata Hernandez Barros Fuchs.

CAMPO MOURÃO

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

B813c

Braga, Mariana Lima

Comparativo de métodos sensoriais descritivos na avaliação de café torrado e moído/ Mariana Lima Braga– 2019.

117 f.: il.; 30 cm.

Texto em português com resumo em inglês

Orientador: Evandro Bona

Coorientadora: Renata Hernandez Barros Fuchs

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Campo Mourão, 2019.

Inclui bibliografias.

1. Produtos agrícolas. 2. Café- Cultivo 3. Avaliação sensorial 4. Alimentos – Dissertações. I. Bona, Evandro orient. II. Fuchs, Renata Hernandez Barros, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. IV. Título.

CDD: 664



---

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**COMPARATIVO DE MÉTODOS SENSORIAIS DESCRITIVOS NA AVALIAÇÃO DE CAFÉ  
TORRADO E MOÍDO**

Por

**MARIANA LIMA BRAGA**

Essa dissertação foi apresentada às 09:00 horas, do dia 12 de dezembro de 2019, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos, Linha de Pesquisa Ciência e Tecnologia de Produtos Alimentícios, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos - PPGTA, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

---

Prof. Dr. Evandro Bona (Orientador – PPGTA)

---

Profa. Dra. Flávia Ap. Reitz Cardoso (Membro Interno – UTFPR-CM)

---

Profa. Dra. Marines Paula Corso (Membro Externo – UTFPR-MD)

---

Profa. Dra. Raquel Guttierres Gomes (Membro Externo – UEM)

\* A via original com as assinaturas encontra-se na secretaria do programa.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida, saúde e fé, por ter ido além do que eu acreditava conseguir.

Ao Professor Dr. Evandro Bona, pela confiança e por todos os conhecimentos transmitidos para o desenvolvimento deste projeto. Pela paciência, atenção, incentivo e compreensão.

Aos meus pais Edson e Claudia e a minha irmã, Ana Claudia, por todo o apoio, amor e atenção, que mesmo de longe sempre se fizeram presentes ao longo desta caminhada.

Ao meu namorado Vinícius Estevan, por acreditar em mim, por todo apoio, compreensão e carinho. Obrigado por ser meu parceiro de vida, compartilhar sonhos e estar ao meu lado desde sempre.

Às minhas amigas Franciele, Giovana, Larissa e Patrícia, por estarem ao meu lado nas análises sensoriais, pelos conselhos, conversas e momentos de descontração.

Às Professoras Dra. Renata Fuchs, Dra. Flávia Reitz e Dra. Marinês Corso pela contribuição para o desenvolvimento deste projeto e a todos os alunos e servidores que participaram das análises sensoriais.

Às minhas amigas Patrícia e Janmile e aos demais colegas do PPGTA meu muito obrigada por esses anos de convivência.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos por todo o conhecimento repassado.

À UTFPR pela minha formação e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa de estudos.

E por fim, a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, meu muito obrigada.

## RESUMO

BRAGA, Mariana Lima. Comparativo de métodos sensoriais descritivos na avaliação de café torrado e moído. 2019. 119 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.

O café tem sido considerado uma das mais valiosas *commodities* exportada em todo o mundo, aumentando assim a demanda por cafés de alta qualidade. Dentre as formas de avaliação da qualidade do café, destaca-se a avaliação sensorial da bebida. Métodos descritivos tradicionais requerem extensivas etapas de treinamento com os avaliadores, e no intuito de reduzir o tempo de análise, buscou-se neste estudo métodos descritivos alternativos mais rápidos, como a Dominância Temporal de Sensações (TDS), Perfil Livre (PL) e *Check-All-That-Apply* (CATA). A evolução dos testes sensoriais implica também na aplicação de métodos estatísticos mais sofisticados, nesse contexto surgiu a sensometria. Desses, citam-se a Análise de Dimensões Comuns (ComDim) e a Análise de Correspondência (AC). O ComDim foi aplicado no tratamento de dados do Perfil Livre e, em seguida, como uma nova abordagem para o tratamento de dados da Dominância Temporal de Sensações. Já a Análise de Correspondência foi aplicada na análise de dados do CATA. Além da análise sensorial, também foi realizada a quantificação dos compostos como a cafeína, trigonelina e ácido clorogênico por meio da Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC). Portanto, desenvolveu-se um comparativo entre os diferentes métodos sensoriais descritivos combinados com análises sensométricas e físico-químicas na avaliação de 12 amostras de café (A – K) torrado e moído. No teste Perfil Livre, as amostras A, C, H, I e L foram descritas com os atributos translúcido, cor de chá e caramelo, odor adocicado, sabor suave e leveza ao paladar. Enquanto que as amostras B, D, E, F, G, J e K foram caracterizadas com os atributos: cor, odor e sabor característicos da bebida de café, odor e sabor de grão torrado, odor amadeirado, sabor amargo, amargo residual e adstringente. No teste TDS, as amostras B e L apresentaram maior dominância para o atributo ácido; a amostra D para o atributo adstringente; as amostras B, D, E e F para o atributo amargo; as amostras A e L para o atributo doce; C, E e K para o atributo torrado e, por fim, o atributo sabor de café foi mais dominante nas bebidas A, C e H. Os testes CATA e Ordenação de Preferência, foram realizados com as amostras A, B, C e K. No CATA, após aplicação da Análise de Correspondência, obteve-se a formação de quatro grupos distintos. As amostras B e K, no teste de Ordenação de Preferência, foram as amostras de maior preferência pelos avaliadores. Assim, combinando os dados obtido por meio dos diferentes métodos analíticos aplicados, obteve-se uma descrição sensorial das 12 bebidas de café.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, TDS, Perfil Livre, CATA, sensometria.

## ABSTRACT

BRAGA, Mariana Lima. Comparative of descriptive sensory methods in the evaluation of roasted and ground coffee. 2019. 119 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.

Coffee has been considered one of the most valuable commodities, exported worldwide, increasing the demand for high-quality coffees. Among the methods used for coffee quality evaluation, the sensorial evaluation of the beverage stands out. Traditional descriptive methods require extensive training with assessors. In order to reduce the analysis time, this study sought for faster alternative descriptive methods such as Temporal Dominance of Sensation (TDS), Free Choice Profile (FCP) and Check-all-that-apply (CATA). With the evolution of sensory tests, it was also necessary to apply more sophisticated statistical methods for data processing. In this context, sensometric arose. Of these, the Common Dimensions Analysis (ComDim) and Correspondence Analysis (CA) are cited. ComDim was applied to the Free Choice Profile data analysis and then as a new approach to the Temporal Dominance of Sensation data analysis. Correspondence Analysis was applied to CATA data analysis. In addition to sensory analysis, the quantification of compounds such as caffeine, trigonelline, and chlorogenic acid was also performed by high-performance liquid chromatography (HPLC). Therefore, a comparative between the different descriptive sensory methods combined with sensometric and physicochemical analyzes was developed in the evaluation of 12 samples and roasted and ground coffee (A - K). In the FCP, samples A, C, H, I and L were described with the attributes translucent, tea and caramel color, sweet odor, mild taste and weightlessness to the taste. While samples B, D, E, F, G, J and K were characterized by the attributes: color, odor and taste characteristic of the coffee beverage, roasted bean odor and taste, woody odor, bitter taste, residual bitter and astringent. In the TDS test, samples B and L presented higher dominance for the acid attribute; sample D for the astringent attribute; samples B, D, E and F for the bitter attribute; samples A and L for the sweet attribute; C, E and K for the roasted attribute and, finally, the coffee flavor attribute was more dominant in beverages A, C and H. The CATA and Preference-ranking tests were performed with samples A, B, C and K. In CATA, after applying the Correspondence Analysis, four distinct groups were formed. Samples B and K, in the Preference-ranking test, were the samples most preferred by the assessors. Thus, by combining the data obtained through the different analytical methods applied, a sensory description of the 12 coffee beverages was obtained.

**Keywords:** *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, TDS, FCP, CATA, sensometrics.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação e características sensoriais da bebida de café.....	21
Tabela 2 - Estrutura e forma molecular dos compostos cafeína, trigonelina e ácido 5-cafeoilquínico (5-ACQ).....	23
Tabela 3 - Blocos de dados utilizados para o ComDim.....	43
Tabela 4 - Valores médios da avaliação de cor do café torrado e moído pelo sistema CIE L*a*b*.....	46
Tabela 5 - Concentração de melanoidinas, sólidos solúveis totais, pH e acidez titulável na bebida de café.....	47
Tabela 6 - Concentração de cafeína, trigonelina e ácido clorogênico em extrato aquoso de café.....	50
Tabela 7 - Atributos levantados pela equipe de avaliadores e suas respectivas definições.....	53
Tabela 8 - Saliências dos avaliadores para as quatro dimensões comuns.....	56
Tabela 9 - Caracterização das 12 amostras de bebida de café após análise das quatro dimensões comuns.....	64
Tabela 10 - Parâmetros das curvas de dominância* para cada atributo das 12 amostras de bebida de café.....	68
Tabela 11 - Saliências dos atributos para as cinco dimensões comuns.....	70
Tabela 12 - Número e frequência (%) de citações dos atributos sensoriais utilizados para descrever as quatro amostras de café.....	85
Tabela 13 - Coordenadas das colunas das variáveis.....	86
Tabela 14 - Grupos obtidos a partir do Dendograma da Análise de Agrupamentos.....	87
Tabela 15 - Soma das ordens obtidas no teste de ordenação de preferência.....	89



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Codificação das garrafas de café.....	38
Figura 2 - PCA com os dados das amostras.....	44
Figura 3 - Comparação dos cromatogramas de um extrato aquoso de café com os padrões autênticos .....	49
Figura 4 - Biplot da PCA dos testes físico-químicas das 12 amostras de café.....	52
Figura 5 - Variância explicada para as quatro primeiras dimensões comuns.....	55
Figura 6 - Gráfico de escore das amostras na CD 1 e CD 2.....	56
Figura 7 - Gráfico de escore das amostras na CD 1 (a) e gráfico de saliência dos avaliadores na CD 1 (b) .....	57
Figura 8 - Correlações significativas ( $p < 0,05$ ) entre os escores da CD 1 e os valores dos atributos levantados pelos avaliadores A2 e A16.....	58
Figura 9 - Gráfico de escore das amostras na CD 2 (a) e gráfico de saliência dos avaliadores na CD 2 (b).....	59
Figura 10 - Correlações significativas ( $p < 0,05$ ) entre os escores da CD 2 e os valores dos atributos levantados pelos avaliadores A3 e A14.....	60
Figura 11 - Gráfico de escore das amostras na CD 3 (a) e gráfico de saliência dos avaliadores na CD 3 (b).....	61
Figura 12 - Correlações significativas ( $p < 0,05$ ) entre os escores da CD 3 e os valores dos atributos levantados pelos avaliadores A4, A7 e A14.....	61
Figura 13 - Gráfico de escore das amostras na CD 4 (a) e gráfico de saliência dos avaliadores na CD 4 (b).....	63
Figura 14 - Correlações significativas ( $p < 0,05$ ) entre os escores da CD 4 e os valores dos atributos levantados pelos avaliadores A4, A7 e A14.....	63
Figura 15 - Curvas de taxa de dominância (%) dos atributos* em função do tempo para as 12 amostras de café torrado e moído.....	66
Figura 16 - Variância explicada para as cinco dimensões comuns.....	70
Figura 17 - Gráfico de escore das amostras na CD 1.....	71

Figura 18 - Gráficos de correlação dos atributos ácido e doce.....	71
Figura 19 - Gráfico de escore das amostras na CD 2.....	73
Figura 20 - Gráficos de correlação dos atributos amargo e sabor de café.....	74
Figura 21 - Gráfico de escore das amostras na CD 3.....	76
Figura 22 - Gráfico de correlação do atributo adstringente.....	76
Figura 23 - Gráfico de escore das amostras na CD 4.....	78
Figura 24 - Gráfico de correlação do atributo sabor de café.....	78
Figura 25 - Gráfico de escore das amostras na CD 5.....	80
Figura 26 - Gráfico de correlação do atributo torrado.....	81
Figura 27 - Dendograma da Análise de agrupamentos.....	87
Figura 28 - Mapa percentual bidimensional com agrupamento.....	88

## LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A .....	101
APÊNDICE B .....	106
APÊNDICE C .....	109
APÊNDICE D .....	110
APÊNDICE E .....	111
APÊNDICE F .....	112
APÊNDICE G .....	113
APÊNDICE H .....	114
APÊNDICE I .....	117

## LISTA DE ABREVIATURA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

AA	Análise de Agrupamento
AC	Análise de Correspondência
AAS	Área da curva acima da significância de 95% – <i>Area above significance</i>
ABIC	Associação Brasileira das Indústrias de Café
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACG	Ácido clorogênico
ADQ®	Análise Descritiva Quantitativa
ANOVA	Análise de variância
AUC	Área abaixo da curva – <i>Area under the curve</i>
CATA	Marque tudo que se aplique - <i>Check-all-that-apply</i>
CCSWA	Análise de Componentes Comuns e Pesos Específicos – <i>Common Components and Specific Weights Analysis</i>
CD	Dimensão comum – <i>Common dimension</i>
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos
CIE	<i>Commision Internationale de Eclairage</i>
ComDim	Análise de Dimensões Comuns - <i>Common Dimension Analysis</i>
D <sub>max</sub>	Período de duração da dominância
DMS	Diferença Mínima Significativa
FCP	Perfil Livre – <i>Free Choice Profile</i>
GPA	Análise Procrustes Generalizada – <i>Generalized Procrustes Analysis</i>
HPLC	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência – <i>High Performance Liquid Chromatography</i>
LOD	Limite Inferior de Detecção – <i>Lower Limit of Detection</i>
LOQ	Limite Inferior de Quantificação – <i>Lower Limit of Quantification</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MFA	Análise Multifatorial – <i>Multi Factor Analysis</i>
PARAFAC	Análise de Fatores Paralelos – <i>Parallel Factor Analysis</i>
PCA	Análise de Componentes Principais – <i>Principal Component Analysis</i>

PC	Componentes principais – <i>Principal component</i>
OIC	Organização Internacional do Café
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDS	Dominância Temporal de Sensações – <i>Temporal Dominance of Sensations</i>
$T_{\max}$	Tempo para atingir o $V_{\max}$ desde o início da prova
SCA	<i>Specialty Coffee Association</i>
$V_{\max}$	Valor máximo para taxa de dominância

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>18</b>
2.1	Objetivo Geral	18
2.2	Objetivos Específicos	18
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>19</b>
3.1	Café	19
3.2	Avaliação de Cor do Café Torrado e Moído	21
3.3	Caracterização Físico-química da Bebida de Café	22
3.4	Análise Sensorial	25
3.4.1	Perfil Livre (PL)	27
3.4.2	Dominância Temporal de Sensações (TDS)	28
3.4.3	Check-All-That-Apply (CATA)	30
3.4.4	Ordenação de Preferência	32
3.5	Sensometria	33
3.5.1	Análise de Componentes Principais (PCA)	33
3.5.2	Análise de Dimensões Comuns (ComDim)	34
3.5.3	Análise de Correspondência (AC)	36
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>37</b>
4.1	Amostras de Café Torrado e Moído	37
4.2	Avaliação de Cor do Café Torrado e Moído	37
4.3	Preparo da Bebida de Café	37
4.4	Caracterização Físico-química da Bebida de Café	38
4.5	Análise Sensorial	40
4.5.1	Perfil Livre	41
4.5.2	Dominância Temporal de Sensações	42
4.5.3	Check-All-That-Apply e Ordenação de Preferência	43

<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>46</b>
<b>5.1 Avaliação de Cor</b> .....	<b>46</b>
<b>5.2 Caracterização da Bebida de Café</b> .....	<b>47</b>
<b>5.3 Análise Sensorial</b> .....	<b>53</b>
5.3.1 Perfil Livre.....	53
5.3.2 Dominância Temporal de Sensações .....	66
5.3.3 Comparativo dos Métodos Sensoriais Perfil Livre e Dominância Temporal de Sensações.....	83
5.3.4 Check-All-That-Apply .....	84
5.3.5 Ordenação de Preferência.....	89
<b>6 CONCLUSÕES</b> .....	<b>91</b>
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>92</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O café é uma importante *commodity* exportada e consumida mundialmente, responsável pelo aumento da exigência do consumidor por produtos de alta qualidade (ABIC, 2019). No ano cafeeiro de 2018, a demanda mundial de café foi calculada em 164,64 milhões de sacas de 60 kg, das quais 50,26 milhões pelos países exportadores e 114,38 milhões foram consumidas pelos países importadores. No ano de 2019 o Brasil representou 37,7% do suprimento do consumo global (CECAFE, 2019).

Fatores como o genótipo e condições edafoclimáticas são de suma importância para a qualidade do café. Entretanto, processos envolvidos na colheita e pós-colheita, torrefação, armazenamento, e preparo da bebida são responsáveis pela produção e/ou degradação de diversos compostos influenciando nas características sensoriais do café. A avaliação da qualidade do café se dá de três maneiras principais: análise física, análise química e análise sensorial (CHENG et al., 2016; PIMENTA; ANGÉLICO; CHALFOUN, 2018).

O processo de torra tem como principal alteração física a mudança da cor dos grãos de café, passando do esverdeado para diferentes tonalidades de marrom. Portanto, a avaliação de cor possibilita caracterizar os diferentes graus de torra empregados (DMOWSKI; DAŹBROWSKA, 2014; RABELO et al., 2015). As melanoidinas, produto da reação de Maillard, além de contribuir para o sabor amargo e aroma, também estão relacionadas com a cor marrom do café (CLARKE; VITZTHUM, 2001).

A composição química dos grãos de café está diretamente relacionada com a qualidade da bebida (PIMENTA; ANGÉLICO; CHALFOUN, 2018). A caracterização do café também se dá pelos teores de cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos, em especial o isômero ácido 5-cafeoilquínico (5-ACQ) (ALMEIDA; BENASSI, 2011; DE SOUZA et al., 2010).

A análise sensorial é amplamente utilizada para a caracterização e avaliação da qualidade da bebida de café, uma vez que fornece suporte técnico para pesquisa, indústria, *marketing* e controle de qualidade (DUTCOSKY, 2013). A análise sensorial descritiva nos permite a segmentação de consumidores com relação às suas preferências por meio da correlação entre os dados da descrição sensorial com testes afetivos e, possibilita a correlação de medidas sensoriais com instrumentais (SILVA et al., 2012).



Nos métodos descritivos, para que o avaliador analise o grau de intensidade com que cada atributo é percebido no alimento, são realizados treinamentos para que os mesmos utilizem as escalas de forma consistente com os demais membros da equipe sensorial e com relação às amostras (DUTCOSKY, 2013).

Tendo em vista as extensivas etapas de treinamento dos métodos descritivos tradicionais, o que acaba sendo uma desvantagem para as indústrias devido ao longo período de execução, busca-se métodos descritivos alternativos, visando reduzir o tempo das análises. Entre eles destacam-se: Perfil Livre (LANGRON, 1983; THOMPSON; MACFIE, 1983), Dominância Temporal de Sensações (PINEAU; CORDELLE; SCHLICH, 2003) e *Check-all-that-apply* (CATA) (ADAMS et al., 2007; ARES et al., 2010a).

Técnicas de análise sensorial descritivas dinâmicas como a Dominância Temporal de Sensações (TDS) tem tido grande importância na avaliação da qualidade dos alimentos, uma vez que as informações obtidas se aproximam das percepções sensoriais que ocorrem durante o consumo dos alimentos (DI MONACO et al., 2014).

A análise de dados do TDS baseia-se na inspeção visual das curvas de dominância, bem como seus parâmetros. Tais parâmetros, usualmente, também são analisados por meio da análise de componentes principais (PCA) baseada na matriz de covariância, ou ainda, pode-se realizar a análise das curvas por meio de PARAFAC (*Parallel Factor Analysis*) (DI MONACO et al., 2014; PINEAU; SCHLICH, 2015; SCHLICH, 2017). No presente trabalho, propõem-se a utilização do método multitabela ComDim (Análise de Dimensões Comuns) a fim de simplificar as análises e explorar os parâmetros das curvas de dominância das várias tabelas de dados obtidas.

O método *Check-all-that-apply* (CATA) ou “Marque tudo que se aplique”, trata-se de uma pesquisa de múltipla escolha, onde apresenta-se ao avaliador uma lista de termos, para que ele possa escolher entre os mesmos, todos aqueles que achar adequados para descrever a amostra ou produto em questão (JAEGER et al., 2015).

A evolução dos testes sensoriais implica na necessidade de métodos estatísticos/matemáticos mais sofisticados para o tratamento dos dados. Nesse contexto, surgiu a sensometria, uma ferramenta interdisciplinar, envolvendo psicometria, quimiometria e biometria, aplicada na análise de dados resultantes de testes sensoriais e pode ser definida como aplicação da estatística e matemática em estudos sensoriais e de consumo (QANNARI, 2017)

Além disso, os alimentos, devido ao fato de apresentarem um conjunto de propriedades distintas (químicas, microbiológicas, sensoriais, etc.) são considerados matrizes complexas. Tal complexidade leva o pesquisador a coletar diferentes tipos de dados e, conseqüentemente, tabelas de uma mesma amostra, a fim de obter o máximo de informações sobre tal alimento (DI CAGNO et al., 2003; SCHÄR; BOSSET, 2002).

Dentre os métodos sensométricos, a Análise de Dimensões Comuns, do inglês *Common Dimension Analysis* (ComDim), tem como objetivo descrever conjuntos de dados multitabelas em  $n$  amostras recuperando a máxima variância possível de cada uma delas (MAZEROLLES et al., 2006). Este método foi descrito pela primeira vez por Qannari, Wakeling e Macfie (1995) na análise de dados do perfil livre e, posteriormente, foi aplicado em quimiometria para combinar métodos analíticos distintos utilizados na análise de alimentos (MAZEROLLES et al., 2002).

Portanto, o objetivo do presente trabalho é desenvolver um comparativo entre os diferentes métodos sensoriais descritivos, sendo eles: Dominância Temporal de Sensações (TDS), Perfil Livre (PL) e *Check-all-that-apply* (CATA), combinados com análises sensométricas e análises físico-químicas na avaliação de 12 amostras comerciais de café torrado e moído embalados a vácuo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Comparar os resultados obtidos por meio dos métodos sensoriais Dominância Temporal de Sensações (TDS), Perfil Livre (PL) e *Check-all-that-apply* (CATA), combinados com análises sensométricas e físico-químicas, na avaliação de 12 amostras comerciais de café torrado e moído embalados a vácuo.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Recrutar avaliadores para os testes sensoriais descritivos.
- Realizar o levantamento de atributos e, posteriormente, a aplicação do teste Perfil Livre.
- Realizar treinamento de reconhecimento de gostos básicos e sensações e, em seguida, treinamento com o *software* a ser utilizado no teste TDS.
- Aplicar o teste TDS.
- Aplicar os testes *Check-all-that-apply* e avaliar a preferência dos avaliadores em relação aos cafés, utilizando o teste de Ordenação de Preferência.
- Realizar análises físico-químicas (avaliação de cor, melanoidinas, sólidos solúveis totais, pH, acidez titulável, cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos) das 12 amostras de café e, posteriormente, a análise estatística dos dados.
- Fazer a análise sensométrica dos diferentes métodos sensoriais aplicados.
- Utilizar os métodos sensométricos para buscar uma correlação entre os diferentes métodos analíticos empregados.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Café

O café teve sua origem na Etiópia, onde se tinha o hábito de ingerir a polpa da fruta, suas folhas em chá e suco da fruta fermentado. Segundo registros históricos de 575 D.C., o lêmên foi a primeira região a receber sementes de café, e os árabes, passaram a dominar técnicas de plantio e preparo do produto, fazendo infusões com os frutos fervido em água, para fins medicinais. Posteriormente, os filósofos a ingeriam como bebida excitante, para a prática de exercícios espirituais (ABIC, 2008).

As primeiras mudas de café chegaram no Brasil em 1727 e foram plantadas no Pará, seguindo mais tarde para os estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo, que na década de 1880 passou a ser o principal produtor nacional de café (ABIC, 2008).

São descritas aproximadamente 100 espécies do gênero *Coffea*, cujo os grãos torrados dão origem a bebida de café. Porém, somente as espécies *C. arabica* (café arábica) e *C. canephora* (café robusta ou conilon) produzem frutos de importância econômica no mercado internacional (BONOMO et al., 2004; MAPA, 2017).

A Organização Internacional do Café (OIC) prevê uma produção mundial estimada em 167,47 milhões de sacas de 60 kg no ano cafeeiro de 2018/19, 1,5% acima do volume produzido no ano cafeeiro 2017/18. A produção de café arábica é estimada em 104,01 milhões de sacas (aumento de 2,5%), enquanto a produção de café robusta deve ser próxima à 63,5 milhões, 0,1% abaixo da produção de 2017/18 (OIC, 2018).

Atualmente o Brasil lidera o *ranking* de produção e exportação mundial de café. Em 2018 exportou 35,15 milhões de sacas de 60 kg, volume 13,7% maior que o ano anterior, sendo destas 30,86 milhões de sacas de café arábica e 4,29 milhões de sacas de cafés robusta. Este aumento é atribuído principalmente à safra recorde nesse ano de 2019, com um total de 61,66 milhões de sacas de 60 kg (OIC, 2019). Além disso, a safra ocorreu em um ano de bienalidade positiva, principalmente em lavouras de café arábica, e também pelas condições edafoclimáticas favoráveis (EMBRAPA., 2018).

No ano de 2019, estima-se uma produção, no Brasil, entre 50,48 milhões e 54,48 milhões de sacas beneficiadas. Sendo a produção de café arábica estimada entre 36,12 milhões e 38,16 milhões de sacas de 60 kg, e a produção de café robusta estimada entre 14,36 milhões e 16,33 milhões de sacas de 60 kg (CONAB, 2019).

O aumento no consumo do café está relacionado às características sensoriais, bem como propriedades antioxidantes e estimulantes da bebida, além das várias formas de preparo que atraem o consumidor. Dentre as formas de preparo do café, pode-se citar café fervido ou escandinavo, café turco, café preparado em cafeteira italiana ou mocha, café preparado em prensa francesa, café filtrado, café expresso, entre outros (MOEENFARD et al., 2015).

O café tem sido considerado uma das mais valiosas *commodities* exportada em todo o mundo, aumentando assim a demanda por cafés de alta qualidade. A qualidade do café varia em diferentes genótipos e espécies, o café arábica, por exemplo, apresenta maior qualidade e menor teor de cafeína, produzindo uma bebida mais aromática, quando comparado ao café robusta (OIC, 2017).

Dentre os fatores que interferem na qualidade do café, destacam-se o genótipo e condições edafoclimáticas. Entretanto, processos envolvidos na colheita e pós-colheita, torrefação e armazenamento, são responsáveis pela produção e/ou degradação de diversos compostos, tais como carboidratos, ácidos, cafeína e lipídios, influenciando nas características sensoriais da bebida de café (CHENG et al., 2016; KITZBERGER et al., 2013).

A avaliação da qualidade do café se dá de três maneiras principais: análise física (relacionada ao grão), análise sensorial (aspectos da bebida quanto ao sabor, odor e aparência) e análise química, uma vez que a sua composição está diretamente relacionada à qualidade da bebida (CHENG et al., 2016). Dentre estes, a avaliação sensorial é o critério mais importante, pois fornece suporte técnico para pesquisa, indústria, *marketing* e controle de qualidade (DUTCOSKY, 2013).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Café (ABIC, 2019), a qualidade global da bebida é definida como “a percepção conjunta dos aromas da bebida e de seu grau de intensidade, sendo que quanto mais aromático, melhor a qualidade do café; dos sabores característicos de cada bebida do café; de um amargor típico, mas não o resultante de torra excessiva; da presença não preponderante do gosto de grãos defeituosos; da inexistência do gosto característico de grãos

fermentados, tudo se traduzindo numa sensação agradável durante e após a degustação”.

No Brasil, a avaliação da qualidade do café, para comercialização e venda, é realizada pela prova da xícara, onde avaliadores treinados classificam a qualidade da bebida (do melhor ao pior) da seguinte forma: Estritamente mole, Mole, Apenas mole, Duro, Riado, Rio e Rio zona, conforme listado na Tabela 1 (FARAH et al., 2006).

**Tabela 1** - Classificação e características sensoriais da bebida de café.

Classificação		Característica
Bebidas Finas	Estritamente mole	Apresenta, em conjunto, todos os requisitos de aroma e sabor “mole”, porém mais acentuado
	Mole	Aroma e sabor agradável, brando e adocicado
	Apenas mole	Sabor levemente doce e suave, mas sem adstringência ou aspereza de paladar
	Duro	Sabor acre, adstringente e áspero, porém, não apresenta paladares estranhos
Bebidas Fenicadas	Riado	Apresenta leve sabor, típico de iodofórmio
	Rio	Sabor típico e acentuado de iodofórmio
	Rio Zona	Apresenta aroma e sabor muito acentuado, assemelhado ao iodofórmio ou ao ácido fênico, sendo repugnante ao paladar

Fonte: BRASIL, 2003.

### 3.2 Avaliação de Cor do Café Torrado e Moído

O processo de torra, onde são produzidos boa parte dos compostos voláteis, é uma das principais etapas para o desenvolvimento do sabor, cor e aroma do café. Nesta fase ocorrem reações químicas, tais como reação de Maillard e degradação de compostos fenólicos, essenciais para a formação da qualidade sensorial da bebida (CLARKE; VITZTHUM, 2001; ROSA et al., 2016).

Esse processo pode ser dividido nas seguintes etapas: secagem, pirólise e resfriamento. A etapa da secagem atinge temperatura de até 160 °C no interior dos grãos de café e é caracterizada pela liberação de água e compostos voláteis. A segunda etapa (pirólise) atinge temperaturas entre 160 e 260 °C e é caracterizada por modificações físicas e químicas nos grãos, sendo estas responsáveis pelo aroma

característico do grão torrado. Em seguida, os grãos devem ser rapidamente resfriados, com o intuito de interromper as reações e evitar a torra excessiva e, conseqüentemente, a alteração da qualidade do produto (HERNÁNDEZ et al., 2007).

A mudança da coloração dos grãos de café é a principal alteração física decorrente do processo de torra e varia ao longo desse processo, passando do esverdeado (característico do grão cru) para diferentes tonalidades de marrom, que por sua vez irão caracterizar os diferentes graus de torra (DMOWSKI; DAŁBROWSKA, 2014; RABELO et al., 2015).

A cor do café pode ser mensurada pelo sistema CIE (Commision Internationale de Eclairage)  $L^*a^*b^*$  (DMOWSKI; DAŁBROWSKA, 2014; HUNTERLAB, 2014; RABELO et al., 2015). Trata-se de um sistema de coordenadas colorimétricas, onde a coordenada  $L^*$  corresponde a luminosidade; a coordenada  $a^*$  representa o eixo verde-vermelho e; a coordenada  $b^*$ , eixo azul-amarelo (DMOWSKI; DAŁBROWSKA, 2014; RABELO et al., 2015).

### **3.3 Caracterização Físico-química da Bebida de Café**

A qualidade da bebida de café depende de diversos fatores como a composição química dos grãos, sendo essa determinada por fatores genéticos, condições ambientais e culturais; métodos de colheita, processamento e armazenamento; processo de torra e preparo da bebida (PIMENTA; ANGÉLICO; CHALFOUN, 2018).

A reação de Maillard, resultado da interação dos açúcares frutose e glicose com proteínas e aminoácidos, dá origem a compostos como as melanoidinas. Estas por sua vez contribuem para o sabor amargo e aroma do café. Os produtos da reação de Maillard também são responsáveis por conferir a cor marrom ao café, podendo a fração de melanoidinas do complexo marrom constituir até cerca de 30% de uma bebida de café (CLARKE; VITZTHUM, 2001).

Compostos nitrogenados como melanoidinas, trigonelina e cafeína têm sido correlacionados com a atividade antioxidante no café (ALMEIDA; BENASSI, 2011). Estes mesmos autores relataram valores de melanoidinas na faixa de 0,291 a 0,690, em unidades de absorbância a 420nm, em cafés torrados comerciais.

O pH, além de ser um indicativo de eventuais transformações dos frutos de café, também pode variar de acordo com o processo de torra (SIQUEIRA; ABREU,

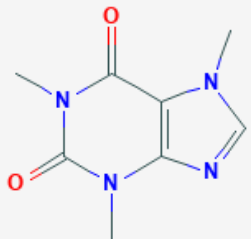
2006). Para que a bebida de café se torne palatável e sem excesso de amargor ou acidez, o pH ideal deve estar entre 4,15 e 5,15 para café arábica e, 5,25 e 5,40 para café robusta (CLARKE; VITZTHUM, 2001). Kalschne et al. (2018) relatam valores na faixa de 5,54 e 5,68 para os cafés arábica e robusta, respectivamente.

A acidez da bebida de café (juntamente com o aroma e amargor) é reconhecida como um importante atributo para sua qualidade sensorial. Podendo esta variar em função do estágio de maturação dos frutos, bem como condições edafoclimáticas, tipo de colheita e secagem, e forma de processamento (SIQUEIRA; ABREU, 2006). Para acidez total titulável na bebida de café foram reportados valores na faixa de 2,52 a 3,03 (mL NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> em 20 mL<sup>-1</sup>) para os cafés robusta e arábica, respectivamente (KALSCHNE et al., 2018).

O café também pode ser caracterizado pelos teores de cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos, em especial o isômero ácido 5-cafeoilquínico (5-ACQ), e seus produtos de degradação (ácidos caféico, ferúlico e cumárico) (ALMEIDA; BENASSI, 2011; DE SOUZA et al., 2010). A técnica mais utilizada para a quantificação de tais compostos tem sido a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) (KALSCHNE et al., 2018; NOGUEIRA et al., 2000). A Tabela 2 reporta a estrutura e forma molecular dos compostos cafeína, trigonelina e ácido 5-cafeoilquínico (5-ACQ).

**Tabela 2** - Estrutura e forma molecular dos compostos cafeína, trigonelina e ácido 5-cafeoilquínico (5-ACQ).

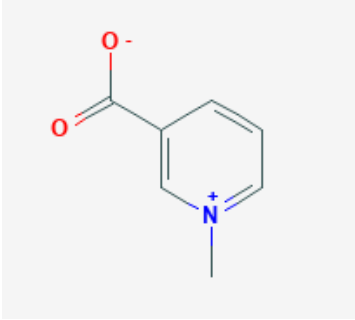
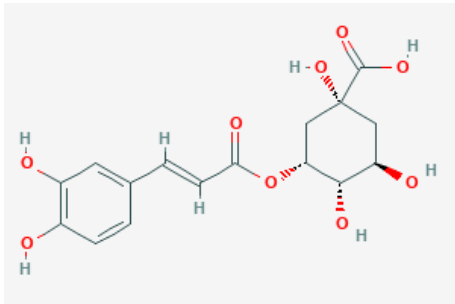
(continua)

Composto	Fórmula molecular	Estrutura
<p><b>Cafeína</b> 1,3,7-trimetilpurina-2,6-diona</p>	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	



**Tabela 2** - Estrutura e forma molecular dos compostos cafeína, trigonelina e ácido 5-cafeoilquínico (5-ACQ).

(conclusão)

Composto	Fórmula molecular	Estrutura
<p><b>Trigonelina</b> 1-metilpiridina-1-ium-3-carboxilato</p>	C <sub>7</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>2</sub>	
<p><b>Ácido 5-cafeoil quínico (clorogênico)</b> Ácido (1S,3R,4R,5R) -3-[(E)-3-(3,4-dihidroxifenil)prop-2-enoil]oxi-1,4,5-trihidroxiciclohexano-1- carboxílico</p>	C <sub>16</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	

Fonte: Adaptado de PUBCHEM (2019).

A cafeína, principal alcaloide presente no café, apresenta relativa estabilidade ao processo de torra, além de ser o maior contribuinte para o amargor da bebida, representando de 10 a 30% do amargor presente na bebida (CLARKE; VITZTHUM, 2001; DE SOUZA et al., 2010; MOREIRA; TRUGO; DE MARIA, 2000). De acordo com Moreira, Trugo e De Maria (2000), o café robusta apresenta um conteúdo mais elevado de cafeína quando comparado ao café arábica. Esse mesmo autor relata que para o café torrado, foram encontrados valores de cafeína de 1% e 2% nas variedades arábica e robusta, respectivamente.

A trigonelina sofre intensa degradação térmica durante o processo de torra, gerando uma série de compostos voláteis importantes para a formação do sabor e aroma da bebida de café (CLARKE; VITZTHUM, 2001; PIMENTA; ANGÉLICO; CHALFOUN, 2018). De acordo com Kalschne et al. (2018), as bebidas contendo café arábica apresentam maiores teores de trigonelina. Segundo estes mesmos autores, foram relatados valores de trigonelina na faixa de 0,52 a 0,96 mg mL<sup>-1</sup> para cafés robusta e arábica, respectivamente.

Formados principalmente pela esterificação do ácido quínico com o ácido caféico, ferúlico ou p-cumárico, os ácidos clorogênicos (ACGs) são os principais compostos fenólicos não-voláteis encontrados no café (MOREIRA; TRUGO; DE MARIA, 2000). Os ácidos clorogênicos, no geral, contribuem para o sabor do café pela formação de compostos fenólicos durante as degradações térmicas (MALTA; CHAGAS, 2009), relacionados principalmente com a adstringência e amargor da bebida (FARAH et al., 2006).

De acordo com Cheng et al. (2016), o conteúdo de ACGs diminui com o aumento da maturidade do grão de café. O ácido 5-cafeoilquínico (5-ACQ), intensamente degradado durante o processo de torra, é o principal representante deste grupo, sendo este responsável por originar pigmentos e voláteis aromáticos, contribuindo para o aroma do café (DE SOUZA et al., 2010).

### **3.4 Análise Sensorial**

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2019), define-se análise sensorial como uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição.

De acordo com a NBR 12994, de julho de 1993, os métodos de análise sensorial são classificados da seguinte maneira:

- a) Métodos discriminativos: estabelecem diferença qualitativa e/ou quantitativa entre as amostras.
- b) Métodos descritivos: descrevem as amostras qualitativa e quantitativamente.
- c) Métodos afetivos (subjetivos): expressam a opinião do avaliador/consumidor.

As técnicas de análise sensorial descritivas envolvem a detecção, bem como a descrição qualitativa e quantitativa, dos atributos sensoriais de um determinado produto por meio da avaliação de uma equipe de avaliadores. Os aspectos qualitativos incluem atributos sensoriais que definem a amostra com relação a aparência, aroma, sabor e textura. Enquanto que os aspectos quantitativos são obtidos quando os avaliadores, por meio de escalas de intensidade, quantificam cada aspecto qualitativo

(DUTCOSKY, 2013; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006; MURRAY; DELAHUNTY; BAXTER, 2001).

Metodologias descritivas são utilizadas com o objetivo de se obter uma descrição sensorial detalhada de um determinado produto, ou com o intuito de se comparar vários produtos em relação às suas diferenças sensoriais (LAWLESS; HEYMANN, 2010). Dentre as aplicações desta metodologia, encontra-se o mapeamento das características sensoriais de um determinado produto, visando compreender o comportamento do consumidor frente aos atributos sensoriais de um determinado produto (GACULA, 1997; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006; MURRAY; DELAHUNTY; BAXTER, 2001).

Tais análises também podem ser utilizadas para controle de qualidade, onde faz-se o monitoramento de mudanças sensoriais do produto ao longo do tempo, visando estabelecer prazos de validade, compreender as alterações do produto ao longo de sua vida útil e os efeitos de embalagem, além de investigar os efeitos de determinados ingredientes e variáveis de processos na qualidade sensorial final dos produtos (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006; MURRAY; DELAHUNTY; BAXTER, 2001).

A análise sensorial descritiva, além de possibilitar a correlação de medidas sensoriais com instrumentais, também nos permite a segmentação de consumidores com relação às suas preferências por meio da correlação entre os dados da descrição sensorial com testes afetivos (BLEIBAUM et al., 2002; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006; MURRAY; DELAHUNTY; BAXTER, 2001; SILVA et al., 2012).

O avaliador, na análise descritiva, também analisa o grau de intensidade com que cada atributo é percebido no alimento. Para que isso ocorra, os avaliadores devem ser treinados a utilizar escalas de forma consistente com os demais membros da equipe sensorial e com relação às amostras, no decorrer de todo o período de avaliação. Os métodos descritivos são classificados em: Testes de Escalas, Perfil de Textura, Perfil de Sabor, Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®), Perfil Livre, Perfil *Flash*, Tempo-intensidade, Dominância Temporal de Sensações (TDS), Teste da Amostra Única e *Check-all-that-apply* (CATA) (DUTCOSKY, 2013).

A Análise Descritiva Quantitativa, introduzida por Stone et al. em 1974, está entre os métodos descritivos mais utilizados em alimentos, pois proporciona uma completa descrição e quantifica as características sensoriais de um determinado produto, permitindo assim um tratamento estatístico dos dados (STONE et al., 1974).

Entretanto, por requerer extensivas etapas de treinamento, a ADQ® demanda um longo tempo de execução, o que acaba se tornando uma desvantagem, principalmente, para as indústrias.

Nesse contexto buscou-se métodos descritivos alternativos, visando reduzir o tempo das análises. Entre eles encontram-se: Perfil Livre (LANGRON, 1983; THOMPSON; MACFIE, 1983), Dominância Temporal de Sensações (PINEAU; CORDELLE; SCHLICH, 2003) e *Check-all-that-apply* (CATA) (ADAMS et al., 2007; ARES et al., 2010a).

### 3.4.1 Perfil Livre (PL)

O Perfil Livre (PL) trata-se de uma análise descritiva, desenvolvida por Tony Williams, no “Sensory Research Laboratories” e sua publicação original ocorreu em 1984, por Williams e Langron. A análise recebe o nome de “livre” pois o avaliador tem liberdade para usar os atributos que desejar, o quanto desejar, ou seja, cada avaliador desenvolve sua própria terminologia e, portanto, as fichas são individuais com base nos termos descritos por cada um dos avaliadores (DUTCOSKY, 2013).

Este método se baseia no princípio de que os avaliadores, mesmo que se expressem de maneira distinta, percebem as mesmas características na amostra. Ou seja, os avaliadores descrevem e classificam os mesmos produtos, independente da linguagem por eles utilizada e a configuração geral do espaço sensorial dos produtos deve ser a mesma (DUTCOSKY, 2013).

O número de descritores é limitado apenas pelas habilidades perceptivas e descritivas dos avaliadores e consumidores, que possuem um vocabulário abrangente, não analítico e menos preciso quando comparado a avaliadores treinados intensamente (MURRAY; DELAHUNTY; BAXTER, 2001). O levantamento de atributos pode ser realizado por meio do Método de Rede (Kelly's Repertory Grid Method), onde os avaliadores determinam as características sensoriais do produto levando em consideração as similaridades e diferenças entre as amostras analisadas (SIRAJ-BLATCHFORD, 1995).

O Perfil Livre requer um breve treinamento para que haja o uso consistente das escalas, bem como da terminologia desenvolvida por cada um dos avaliadores, portanto, o treinamento é realizado individualmente. Vale ressaltar que as definições dos atributos devem estar claras não somente para o avaliador como também para o

responsável pela análise, pois essa informação faz-se importante para a interpretação dos resultados (DUTCOSKY, 2013).

Essa metodologia tem se destacado dentre as análises descritivas, devido ao fato de proporcionar informações acerca da percepção dos consumidores com relação aos produtos, facilitando o processo de *marketing* e desenvolvimento destes (GUÀRDIA et al., 2010; MURRAY; DELAHUNTY; BAXTER, 2001).

Os dados obtidos com o Perfil Livre são tradicionalmente analisados pela Análise Procrustes Generalizada (GPA). A GPA possibilita a verificação da correlação dos diferentes atributos citados (WILLIAMS; LANGRON, 1984). A Análise de Componentes Comuns e Pesos Específicos (CCSWA), ou ComDim (Common Dimension), é um outro método que vem sendo utilizado para analisar os dados do Perfil Livre (FUCHS et al., 2018; QANNARI et al., 2000; QANNARI; WAKELING; MACFIE, 1995; TORMENA et al., 2017).

O Perfil Livre tem sido descrito na avaliação sensorial de mel (VIT et al., 2017), bebidas à base de laranja (APARICIO; MEDINA; ROSALES, 2007; LACHNIT et al., 2003), presunto curado (GUÀRDIA et al., 2010), vinho (LIU et al., 2018), croquetes de tilápia do Nilo enriquecidos com farinha de linhaça (FUCHS et al., 2018) e café (KITZBERGER et al., 2011; SCHOLZ et al., 2013), dentre outros.

#### 3.4.2 Dominância Temporal de Sensações (TDS)

O TDS foi desenvolvido em 1999, pelo laboratório LIRIS, no “Centre Européen des Sciences du Goût” e foi apresentado pela primeira vez no “Pangborn Sensory Science Symposium” por Pineau, Cordelle e Schlich (2003). É uma metodologia recente, capaz de avaliar vários atributos sensoriais, determinando a sensação ou presença de dominância de tal sensação percebida em alimentos, ao longo de um determinado período de tempo (PINEAU; SCHILCH, 2015).

Durante a mastigação, os alimentos e bebidas sofrem uma série de reações químicas e físicas, também ocorrem mudanças na percepção do aroma, sabor e textura. Os métodos sensoriais convencionais fornecem apenas avaliações pontuais e estão fadados a perder informações importantes sobre o produto. Pensando nisso, diferentes métodos sensoriais dinâmicos foram desenvolvidos (DI MONACO et al., 2014).

A Dominância Temporal de Sensações trata-se de uma metodologia capaz de avaliar vários atributos sensoriais, cujo objetivo é descrever a dinâmica de percepção dos atributos presentes em um produto, ao longo de um determinado período de tempo, gerando uma curva de taxa de dominância (DI MONACO et al., 2014; PINEAU; SCHILCH, 2015). Neste método, ao longo de um período de tempo pré-determinado, os avaliadores devem indicar na lista de atributos apresentada, qual é o atributo dominante em cada tempo pré-fixado (SCHLICH; PINEAU, 2017).

Segundo Pineau et al. (2012) recomenda-se que os avaliadores sejam selecionados por testes triangulares e teste de reconhecimento de gostos básicos e sensações. Di Monaco et al. (2014) sugerem que seja realizado um curto treinamento, cujo objetivo é familiarizar os avaliadores com a técnica e o *software* a ser utilizado para a coleta dos dados.

Usualmente, a análise de dados do TDS baseia-se na inspeção visual das curvas de dominância, bem como seus parâmetros. Como parâmetros numéricos Schlich e Pineau (2017) descrevem o uso do valor máximo para taxa de dominância ( $V_{max}$ ), do tempo para atingir o  $V_{max}$  desde o início da prova ( $T_{max}$ ), do período de duração da dominância ( $D_{max}$ ), da área da curva acima da significância de 95% (AAS) e da área abaixo da curva (AUC).

Os parâmetros das curvas de dominância também podem ser analisados por meio da análise de componentes principais (PCA) baseada na matriz de correlação, ou ainda, analisar as curvas por meio de PARAFAC (DI MONACO et al., 2014; PINEAU; SCHILCH, 2015; SCHLICH, 2017).

O método TDS tem sido aplicado na avaliação sensorial de diversos alimentos como vinhos (FROST et al., 2016; SOKOLOWSKY; ROSENBERGER; FISCHER, 2015), produtos lácteos fermentados (ESMERINO et al., 2017), chocolates (OBERRAUTER et al., 2018; RODRIGUES et al., 2016a; RODRIGUES et al., 2016b), lombo curado seco (LORIDO; ESTÉVEZ; VENTANAS, 2018) e café, provando ser um importante aliado na avaliação da qualidade da bebida de café (DINNELLA et al., 2013; EVANGELISTA et al., 2014; EVANGELISTA et al., 2015; RIBEIRO et al., 2017).

### 3.4.3 Check-All-That-Apply (CATA)

Dentre os métodos sensoriais descritivos encontra-se também o *Check-all-that-apply* (CATA) ou “Marque tudo que se aplique”. Este método trata-se de uma pesquisa de múltipla escolha, na qual apresenta-se ao avaliador uma lista de termos (atributos), para que ele possa escolher entre os mesmos todos aqueles que achar adequados para descrever a amostra ou produto em questão (JAEGER et al., 2015). O CATA não requer treinamento, apenas instrução mínima e, além de ser relativamente fácil de executar, é concluído rapidamente (DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010).

O método CATA foi desenvolvido por Coomb em 1964, que o aplicava em pesquisas de *marketing* com o intuito de obter a percepção dos consumidores frente às diferentes marcas comerciais e foi utilizado por Adams et al. (2007) na análise sensorial de alimentos (ARES et al., 2010a, 2010b).

No CATA os avaliadores/consumidores são instruídos a selecionar os atributos mais adequados para descrever as amostras, sem que haja um limite quanto ao número de opções escolhidas. Para Varela e Ares (2012), esta é a principal vantagem do CATA, pois assim possibilita a seleção de vários atributos, não limitando os avaliadores a apenas uma resposta ou forçando-os a analisar atributos específicos.

Os atributos utilizados podem estar exclusivamente relacionados às características sensoriais das amostras como também podem incluir termos hedônicos, aspectos afetivos e até mesmo termos relacionados com o uso do produto em questão (DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010).

Em um estudo realizado por Jaeger et al. (2015), constatou-se que o uso de listas de atributos curtas (10-17 termos) ou longas (20-28 termos) teve pouco impacto sobre a caracterização sensorial dos produtos. Entretanto, os resultados apontaram para um efeito de diluição na frequência de citações em casos onde se usou a lista longa.

Varela e Ares (2012) ressaltam que o número de termos, além de influenciar na motivação dos provadores, também influencia no tempo de avaliação, sendo a rapidez mais uma das características positivas dessa metodologia.

O CATA, além de ser um método rápido, é também considerado simples e de fácil execução. Porém, não se obtém a intensidade dos atributos, somente a

frequência de citação dos mesmos (DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010). Tendo em vista essa limitação e a natureza nominal dos dados, faz-se necessário um número expressivo de avaliadores para a realização dessa análise descritiva (VALENTIN et al., 2012).

A análise de dados é tipicamente considerada de natureza exploratória e descritiva. Em um primeiro momento, ocorre pelo Teste Q de Cochran, que irá determinar se houve ou não diferença significativa entre as amostras para cada atributo da lista (VARELA; ARES, 2012).

Dutcoski (2013) e Meyners, Castura e Carr (2013) sugerem o tratamento de dados do CATA por meio de Análise Multifatorial (MFA). A MFA possibilita dar o mesmo peso a todas as variáveis, não permitindo que apenas alguns atributos dominem o mapa perceptivo. Essa ponderação balanceada permite obter as semelhanças e diferenças entre os produtos avaliados, além dos atributos sensoriais que os caracterizam (MEYNEERS; CASTURA; CARR, 2013).

A Análise de Correspondência (AC) é considerada um caso especial da Análise de Componentes Principais (PCA) voltada para dados categóricos organizados em tabelas de contingência de dupla entrada. O problema é análogo, porém com modificações devido à ponderação das observações e à métrica ponderada, além de empregar o teste qui-quadrado com 10% de significância para verificar a independência das variáveis ao invés da variação total (ALVES; FERNANDES; REIS, 2009; CZERMAINSKI, 2004).

Uma das grandes vantagens de se trabalhar com a Análise de Correspondência de acordo com Czermainski (2004), é que esta técnica permite revelar relações que não teriam sido percebidas se a análise fosse feita aos pares de variáveis, além disso, ela é altamente flexível no tratamento dos dados por não ser necessária a adoção de nenhum modelo teórico de distribuição de probabilidade, basta que se tenha uma matriz retangular contendo dados não negativos.

A Análise de Agrupamento (AA) tem o intuito de corroborar as relações obtidas na Análise de Correspondência. Para Hair et al. (2009), a Análise de Agrupamentos objetiva situar as observações homogêneas em grupos para se obter uma estrutura para os dados.

A metodologia CATA tem sido descrita na análise sensorial de sobremesas de leite com chocolate (ARES et al., 2010a, 2010b), sorvete de baunilha (DOOLEY; LEE; MEULLENET, 2010), uvas passas (FREITAS et al., 2013), apresuntados (LAGE;



RAMOS, 2014), peixes e seus subprodutos (BELUSSO et al., 2016; LAZO; CLARET; GUERRERO, 2016) e bacon defumado (SALDAÑA et al., 2019).

#### 3.4.4 Ordenação de Preferência

Métodos sensoriais afetivos, também chamados de testes de consumidores, são aqueles que medem o quanto uma população gostou de um produto, avaliando a preferência ou aceitabilidade do mesmo. Pode-se dimensionar a preferência, pelo grau de gostar, a partir da comparação entre duas ou mais amostras (DUTCOSKY, 2013). Segundo a ISO 11136:2013, testes de preferência são utilizados para medir a ordem de gostar de diferentes produtos (ISO, 2013).

A Ordenação de Preferência trata-se de um teste quantitativo, ou seja, produz dados numéricos, permitindo a análise estatística. Tal metodologia pode ser considerada uma das etapas mais relevantes da análise sensorial, pois além de representar um conjunto de todas as percepções sensoriais, expressa a opinião do consumidor com relação à qualidade do produto (DUTCOSKY, 2013).

Para a análise de preferência, onde não existe uma ordem predeterminada, utiliza-se o teste de ordenação bilateral e, verifica-se a existência ou não de diferença significativa entre as amostras por meio do teste de Friedman (Equação 1).

$$F_{Test} = \frac{12}{j \times p(p + 1)} (R_1^2 + \dots + R_p^2) - 3j(p + 1) \quad (1)$$

onde  $j$  corresponde ao número de avaliadores,  $p$  ao número de tratamentos e,  $R_i$  representa a soma das ordens atribuídas ao  $i$ -ésimo tratamento. Se  $F_{Test}$  for menor que o valor crítico tabelado, as amostras não diferem entre si (DUTCOSKY, 2013). Caso contrário, para determinar quais amostras são significativamente diferentes entre si, calcula-se a diferença mínima significativa (DMS) para o risco escolhido ( $\alpha = 0,05$  ou  $\alpha = 0,01$ ) (Equação 2).

$$DMS = z \sqrt{\frac{j \times p(p + 1)}{6}} \quad (2)$$

onde  $z$  é o valor correspondente a uma probabilidade bicaudal normal de  $\alpha'$  (risco associado com cada par de amostras),  $j$  ao número de avaliadores e  $p$  ao número de amostras ou tratamentos. Se a diferença observada entre os totais de ordenação de duas amostras for igual ou maior do que o DMS, conclui-se que há diferença significativa entre as duas amostras (ABNT, 2015).

### 3.5 Sensometria

A troca de conhecimento entre estatísticos e analistas sensoriais possibilitou aos estatísticos ampliar a variedade de aplicações e desenvolver novos métodos de análise estatística. Nesse contexto surgiu a sensometria que trata-se da aplicação estatística em estudos sensoriais e de consumo (QANNARI, 2017).

Com isso, analistas sensoriais obtiveram novos *insights* em seu campo, por meio da aplicação de ferramentas da sensometria, bem como a adição de novos materiais e técnicas de coleta e análise de dados, possibilitando a evolução da disciplina (QANNARI, 2017).

#### 3.5.1 Análise de Componentes Principais (PCA)

A Análise de Componentes Principais (PCA) trata-se de um método multivariado não supervisionado utilizado como análise exploratória de dados, cuja sua utilização tem como objetivo visualizar a estrutura dos dados, encontrar similaridades entre amostras, detectar amostras anômalas (*outliers*) e reduzir a dimensionalidade do conjunto de dados (DE SOUZA; POPPI, 2012). A PCA foi desenvolvida em 1901 por Karl Pearson e foi consolidada na década de 1930 por Harold Hotelling (FERREIRA, 2015).

A PCA visa representar um conjunto de dados multivariados de uma amostra reduzindo o número de variáveis, sendo estas novas variáveis capazes de descrever informações contidas nos dados originais. As novas variáveis (eixos), ou componentes

principais (PC), são obtidas a partir de combinações lineares das variáveis originais e retêm uma correlação entre elas. Vale salientar que as PCs são “não” correlacionadas e ortogonais entre si, ou seja, a informação contida em uma PC não está presente nas demais. As PCs são calculadas de forma iterativa, onde a primeira delas, PC1, descreve a maior variância dos dados originais, a PC2, encontra-se ortogonal à PC1 e, as PCs subsequentes, encontram-se ortogonais às anteriores de tal maneira que descrevam a máxima variância restante (FERREIRA, 2015; GRANATO et al., 2018).

Matematicamente, na PCA, a matriz  $\mathbf{X}$  (amostras x variáveis) é decomposta em duas matrizes: uma de escores  $\mathbf{T}$  (amostras x PCs), contendo as coordenadas das amostras no novo sistema de eixos e, uma de pesos  $\mathbf{P}$  (PCs x variáveis), representando o quanto cada variável original influenciou na formação do novo sistema de eixos, como mostra a Equação 3 (DE SOUZA; POPPI, 2012; FERREIRA, 2015).

$$\mathbf{X} = \mathbf{TP} \quad (3)$$

### 3.5.2 Análise de Dimensões Comuns (ComDim)

A Análise de Componentes Comuns e Pesos Específicos (CCSWA) tem como objetivo descrever as  $m$  tabelas para as mesmas  $n$  amostras (ou seja, um conjunto de  $m$  matrizes de dados  $\mathbf{X}$ , cada uma contendo  $n$  linhas e uma quantidade variável de colunas), recuperando a inércia máxima (variância total) de cada uma delas (MAZEROLLES et al., 2006).

A análise foi proposta por Qannari, Wakeling e Macfie (1995) para o tratamento de dados provenientes de análise sensorial do tipo perfil livre, onde se tem as características sensoriais de cada avaliador organizadas em uma tabela de dados  $\mathbf{X}_m$ , com  $n$  linhas referentes as amostras e  $j$  colunas contendo os atributos. A CCSWA passou a ser referida como ComDim (*Common Dimension Analysis*) (CARIOU et al., 2018). Tradicionalmente os dados do PL são tratados unicamente por meio da Análise Procrustes Generalizada (GPA) (TORMENA et al., 2017).

A partir de um conjunto de múltiplas tabelas, o ComDim parte do princípio de que as tabelas contêm informações em comum que podem ser agrupadas formando uma dimensão comum (CD). Para a formação de cada CD, as tabelas são ponderadas individualmente, assim, cada tabela tem um peso específico ou saliência para cada

CD (EL GHAZIRI et al., 2016). O método consiste em determinar as dimensões comuns a todas as  $m$  tabelas de dados e calcular, para cada avaliador, um peso específico (saliência) que, por sua vez, indica a importância de cada avaliador na construção da dimensão comum (QANNARI; COURCOUX; VIGNEAU, 2001).

O ComDim pode ser representado por meio do produto vetorial de matrizes (Qannari et al. 2000) conforme a Equação (4).

$$\mathbf{W}_i = \mathbf{Q}\Lambda_i\mathbf{Q}^T = \sum_{j=1}^n \lambda_j^{(i)} \mathbf{q}_j \mathbf{q}_j^T \quad (4)$$

onde  $\mathbf{W}_1, \mathbf{W}_2, \dots, \mathbf{W}_m$  ( $\mathbf{W} = \mathbf{X}\mathbf{X}^T$ ) são matrizes de produtos vetoriais correspondentes as tabelas de dados  $\mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_m$ , respectivamente.  $\mathbf{Q}$  é uma matriz ortogonal, cujas colunas são vetores  $\mathbf{q}_1, \mathbf{q}_2, \dots, \mathbf{q}_n$  (dimensões comuns) e  $\Lambda_i$  é uma matriz diagonal, cujos elementos são denominados  $\lambda_1^{(i)}, \lambda_2^{(i)}, \dots, \lambda_n^{(i)}$ . O elemento  $\lambda_j^{(i)}$  é a saliência (peso) da  $i$ -ésima tabela para a  $j$ -ésima dimensão comum  $\mathbf{q}_j$ . A principal ideia do ComDim é calcular uma soma ponderada  $\mathbf{W}_G^j = \sum_{i=1}^m \lambda_j^{(i)} \mathbf{W}_i$ , das matrizes de variância e covariância das amostras,  $\mathbf{W}_i$ , e então extrair seu primeiro componente principal normalizado como uma estimativa inicial da primeira dimensão comum. A saliência ( $\lambda_j$ ) de cada tabela é otimizada por um procedimento iterativo até a convergência. Após o cálculo da primeira CD, cada matriz da tabela original é descontada do valor da CD e então repete-se o procedimento para que seja calculada a segunda CD, e assim por diante (MAKIMORI; BONA, 2019). Os pesos, ou saliências, expressam a importância de cada avaliador para a construção de cada CD, ou seja, refletem a variância total da tabela  $\mathbf{X}_i$  recuperada pela CD  $\mathbf{q}_j$  (EL GHAZIRI et al., 2016).

El Ghaziri et al. (2016) citam algumas vantagens de se utilizar o ComDim: (I) o ComDim não apresenta problemas de convergência em seu algoritmo; (II) as dimensões comuns são ortogonais, facilitando a interpretação dos resultados; (III) embasado em uma determinação sequencial dos componentes comuns, os espaços de representação são aninhados, o que também facilita a interpretação dos resultados; (IV) o ComDim se enquadra em uma estrutura de análise multibloco, facilitando a relação entre a análise ComDim e métodos alternativos.

Além das vantagens citadas anteriormente, uma outra característica interessante no ComDim é o fato de que as direções no espaço que não são

compartilhadas por todos os avaliadores, geram dimensões adicionais para reportá-las (CARIOU et al., 2018; FUCHS et al., 2018; MAKIMORI; BONA, 2019; QANNARI; WAKELING; MACFIE, 1995; TORMENA et al., 2017).

### 3.5.3 Análise de Correspondência (AC)

A Análise de Correspondência (AC) foi introduzida por Fisher (1940) que exemplificou seus conceitos principais com uma análise de associação entre cor dos olhos e tipos de cabelo de habitantes de uma cidade escocesa. Posteriormente, na década de 60, Benzécri juntamente com um grupo de colaboradores iniciaram a divulgação da AC e suas vertentes sob a alcunha de *L'Analyse des Données*, levando ao desenvolvimento da Análise de Correspondência na França (BENZÉCRI, 1977).

Trata-se de uma abordagem composicional para mapeamento perceptual, baseada nas relações entre categorias de dados nominais em uma tabela de contingência (HAIR et al., 2009). Tal análise nos permite esclarecer o grau de correlação entre as categorias das linhas, as categorias das colunas, ou ainda, entre o conjunto de categorias das linhas com o conjunto de categorias das colunas (CZERMAINSKI, 2004).

De acordo com Fávero et al. (2009) a AC aplicada à duas variáveis é denominada Análise de Correspondência Simples. Quando aplicada à três ou mais variáveis, denomina-se Análise de Correspondência Múltipla (ACM).

O teste de qui-quadrado faz-se necessário para avaliar se há, ou não, existência de relação de dependência entre duas variáveis categóricas. Porém, não demonstra a intensidade e a categoria a que pertence a dependência (SILVA, 2012).

No presente trabalho, com o intuito de se obter a descrição sensorial de 12 amostras de café torrado e moído embalados à vácuo e visando reduzir o tempo de análise, buscou-se por métodos sensoriais descritivos alternativos (Perfil Livre, Dominância Temporal de Sensações e CATA) combinados com sensometria e análises físico-químicas.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho teve as análises físico-químicas desenvolvidas no laboratório do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná e as análises sensoriais no laboratório de análise sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, ambos no campus de Campo Mourão – PR.

### 4.1 Amostras de Café Torrado e Moído

Foram avaliadas 12 amostras de café torrado e moído comerciais, armazenados em embalagens à vácuo contendo aproximadamente 500 g, adquiridos no comércio local. As amostras foram codificadas com letras únicas de “A” a “L”. Segundo informações do fabricante, apenas os produtos A, C, H e I são 100% arábica, os demais são misturas (*blends*) de café arábica e robusta.

### 4.2 Avaliação de Cor do Café Torrado e Moído

A determinação de cor das amostras de café torrado e moído foi realizada por meio do sistema CIE  $L^*a^*b^*$ , utilizando um colorímetro portátil Delta Vista 450G (São Leopoldo, Brasil), onde obteve-se os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  para cada uma das amostras. A coordenada  $L^*$  indica a luminosidade, variando de 0 (preto) a 100 (branco). Enquanto que os parâmetros  $a^*$  e  $b^*$  (coordenadas de cromaticidade) indicam as direções das cores, sendo  $+a^*$  vermelha,  $-a^*$  verde,  $+b^*$  amarela e  $-b^*$  azul.

A análise de cor foi realizada em triplicata e os valores obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, ambos por meio do *software* Statistica 13.3 (TIBCO Software Inc., 2017).

### 4.3 Preparo da Bebida de Café

As amostras de café torrado e moído foram preparadas de acordo com Specialty Coffee Association (SCA) da seguinte maneira: por percolação com uso de filtro de papel Brigitta 103 (Guaíba, Brasil), utilizando a proporção de 45 g de amostra para cada 750 mL de água mineral (Safira, BRASIL; pH 7,03), aquecida em chaleira

elétrica (Prima, 220V), a uma temperatura de 92 °C a 94,4 °C (SCA, 2018). Não foi acrescentado açúcar na bebida de café para a realização dos testes sensoriais.

Com o objetivo de liberar compostos voláteis e CO<sub>2</sub>, foi aplicada a técnica de *blooming* no preparo das bebidas. A técnica consiste em um encharcamento prévio do pó de café, durante 30 segundos. Em seguida, o restante da água era vertido em fluxo laminar, contínuo e em sentido horário (BLADYKA, 2015).

As bebidas de café foram armazenadas em garrafas térmicas Invicta de 750 mL, sendo uma garrafa para cada amostra, previamente aquecidas com água (100 °C) com o intuito de garantir a temperatura no interior das mesmas, codificadas de “A” a “L” (Figura 1), e foram servidos à uma temperatura mínima de 65 °C, em xícaras de vidro transparente de 50 mL, codificadas com três dígitos aleatórios.

**Figura 1** - Codificação das garrafas de café.



Fonte: MAKIMORI, 2018.

#### **4.4 Caracterização Físico-química da Bebida de Café**

As melanoidinas foram analisadas seguindo a metodologia proposta por Kalschne et al. (2018), onde diluiu-se 240 µL da bebida de café em 3,8 mL de água ultrapura, para atingir uma concentração de 3,56 mg de café mL<sup>-1</sup>. As amostras foram lidas em um espectrofotômetro (GENESYS 30, Thermo Scientific, Massachusetts, EUA) fixado em um comprimento de onda de 420 nm. Os resultados expressos em mg de melanoidinas mL<sup>-1</sup> de café.

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado utilizando um refratômetro de bancada (RMT, BEL Engineering, Milano, Itália). Os resultados foram expressos em °Brix.

O pH foi determinado diretamente na bebida de café, com auxílio de um pHmetro (PG2000, Gehaka, São Paulo, Brasil).

Para a determinação da acidez titulável, diluiu-se 20 mL da bebida de café em 20 mL de água destilada, e realizou-se a titulação com NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> até pH 8,2 (KOBAYASH; BENASSI, 2012). A análise foi realizada em triplicata, e os resultados expressos em mL de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> em 20 mL de café.

A quantificação dos compostos cafeína, trigonelina e ácido clorogênico foram realizadas por meio da técnica da cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). Para a quantificação, a fase móvel foi composta por dois solventes, solvente A (H<sub>2</sub>O com 0,1% de CH<sub>3</sub>COOH) e solvente B (CH<sub>3</sub>OH). Todas as soluções foram desgaseificadas e filtradas com um filtro de 0,45 µm de poro (Millipore, EUA). A separação foi realizada utilizando um programa de eluição de gradiente como se segue: 0-3 min (2% B), 3 -7 min (2-16% B), 7-9 min (16-18% B), 9-19 min. (18% B), 19-24 min (18-31% B), 24-26 min (100% B), 26-29 (100% de B), 29-31 (100-2% B) 31-37 (2% B). Filtrou-se as amostras e os padrões através de um filtro de seringa de *nylon* de 0,45 µm e 3 µL foram injetados. As quantificações foram realizadas utilizando curvas de calibração de padrões externos. As curvas foram preparadas utilizando a diluição de uma solução suporte. Para trigonelina e ácido clorogênico, utilizou-se as seguintes concentrações de 0,8; 0,5; 0,3; 0,2; 0,1; 0,05; 0,025 e 0,01 mg.mL<sup>-1</sup>. Para cafeína, as concentrações foram 0,8; 0,5; 0,3; 0,2; 0,1; 0,05 e 0,025 mg.mL<sup>-1</sup>. O limite inferior de detecção (LOD) e o limite inferior de quantificação (LOQ) foram calculados a partir da linha de calibração utilizando a Equação (5), de acordo com Shrivastava e Gupta (2011).

$$LOD/LOQ = \frac{F \times DP}{b} \quad (5)$$

onde *F* é o fator de 3,3 e 10 para *LOD* e *LOQ*, respectivamente, e *DP* o desvio padrão residual da regressão linear.

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata, com exceção da quantificação dos compostos cafeína, trigonelina e ácido clorogênico que, por apresentarem um desvio padrão baixo, foram realizadas em duplicata. Os valores



obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, ambos por meio do *software* Statistica 13.3 (TIBCO Software Inc., 2017) e, em seguida, por meio do *software* MatLab R2008b (The MathWorks Inc., Natick, USA), realizou-se a PCA para avaliar o comportamento das amostras frente aos diferentes métodos físico-químicos aplicados.

#### **4.5 Análise Sensorial**

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CEP) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CAAE: 90376518.5.0000.5547).

Os testes foram realizados no laboratório de análise sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, em Campo Mourão – PR, em cabines individuais, sob luz branca. As equipes foram compostas por 12 avaliadores para a Dominância Temporal de Sensações (TDS), 16 avaliadores para o Perfil Livre e 70 avaliadores para os testes de Ordenação de Preferência e CATA. Os avaliadores eram alunos e servidores da universidade previamente selecionados, maiores de 18 anos, consumidores regulares de café e que apresentaram interesse e disponibilidade de tempo para participar da pesquisa.

Em um primeiro momento foram abordados alunos e servidores da universidade para explanação do projeto de pesquisa e forma de participação na mesma. Com a demonstração de interesse e concordância em participar da pesquisa, os candidatos à avaliadores receberam o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para recrutamento e seleção de avaliadores, bem como os TCLE's para cada um dos testes, conforme o modelo do Apêndice A. Aos que estavam de acordo com os TCLE's e aceitaram participar da pesquisa, foi enviado via e-mail um questionário *online* para recrutamento de avaliadores (Apêndice B).

Para os testes Perfil Livre e TDS os avaliadores previamente selecionados por meio do questionário também foram submetidos ao teste triangular onde apresentou-se, de forma balanceada e casualizada, três amostras, codificadas com três dígitos aleatórios, sendo duas amostras iguais e uma diferente e, em seguida, foi solicitado ao avaliador que identificasse na ficha recebida (Apêndice C) a amostra diferente (DUTCOSKY, 2013). Apesar da indicação de 75% de acertos nos testes triangulares para a seleção de avaliadores (OLIVEIRA; BENASSI, 2010), foram selecionados os

avaliadores que obtiveram o mínimo de 66,7% de acerto nos testes aplicados para que fosse selecionado um número mínimo de avaliadores para ambos os testes.

#### 4.5.1 Perfil Livre

Inicialmente realizou-se o levantamento de atributos, utilizando o Método de Rede (Kelly's Repertory Grid Method) (Apêndice D), descrito por Siraj-Blatchford (1995), onde apresentou-se quatro amostras distintas de café (A, B, F, L) aos pares de maneira que os avaliadores pudessem analisá-las com relação às semelhanças e diferenças nos atributos aparência, odor, sabor e textura, descrevendo livremente as amostras. Em seguida, foi discutido com os avaliadores, individualmente, o significado de cada um dos termos por eles utilizados. Obteve-se então uma lista de descritores e suas respectivas definições, para cada um dos avaliadores.

Com base na lista de descritores e definições de cada avaliador, foram preparadas fichas com escalas não estruturadas de 9 cm, conforme modelo do Apêndice E. Posteriormente, realizou-se uma sessão, seguindo as condições de estudo, para testar as fichas de análise sensorial, onde os provadores tiveram a oportunidade de alterar suas fichas, inserindo ou excluindo atributos, quando necessário.

Após a sessão de treinamento com as fichas, foram realizadas oito sessões de análise, propriamente dita, onde avaliaram-se três amostras da bebida de café por sessão, totalizando 12 análises. As análises foram realizadas em duplicata. As amostras (40 mL) eram apresentadas aos avaliadores, de forma balanceada e casualizada, em xícaras de vidro de 50 mL, identificadas com três dígitos aleatórios.

A análise de dados foi realizada por meio do método ComDim, com o intuito de descrever as várias tabelas de dados observadas para as mesmas  $n$  amostras. Os dados para o ComDim foram organizados em 16 blocos, onde cada bloco representou um avaliador. Os blocos continham entre 4 e 13 variáveis, uma vez que o número de atributos (variáveis) diferia entre os avaliadores. O ComDim foi implementado no *software* MatLab R2008b (The MathWorks Inc., Natick, USA).

#### 4.5.2 Dominância Temporal de Sensações

Inicialmente realizou-se uma sessão de reconhecimento de gostos básicos e sensações, onde foram utilizadas seis soluções aquosas, sendo elas: sacarose 1% (gosto doce), ácido cítrico 0,03% (gosto ácido), cloreto de sódio 0,2% (gosto salgado), cafeína 0,03% (gosto amargo), ácido tânico 1% (sensação adstringente) e água mineral (Safira, BRASIL; pH 7,03), conforme descrito na norma ABNT (2016). As soluções foram servidas em copos brancos descartáveis de 50 mL.

Após a sessão de reconhecimento de gostos básicos e sensações, realizou-se uma sessão para apresentação da técnica e explicação dos conceitos de dominância e evolução temporal das sensações, bem como apresentação do *software* SensoMaker versão 1.91 (NUNES; PINHEIRO, 2012), utilizado para a coleta de dados do TDS.

Cada uma das cabines estava equipada com um computador, onde os avaliadores realizaram o teste por meio do *software* citado anteriormente. Com base na Instrução Normativa MAPA nº 16/2010 (BRASIL, 2010), foram selecionados os seguintes atributos: doce, ácido, amargo, adstringente, sabor de café e torrado.

Foram realizadas três sessões de simulação do teste, seguindo as condições de estudo, para que os avaliadores adquirissem experiência com a utilização do *software* e identificassem possíveis dificuldades. Nestas sessões, os avaliadores foram informados que um determinado atributo poderia ser selecionado como dominante mais de uma vez, e que não seria necessário a seleção de todos os atributos durante a avaliação.

Cada avaliador participou de seis sessões, onde foram avaliadas quatro amostras da bebida de café em cada sessão, totalizando em 12 análises. As análises foram realizadas em duplicata.

O teste foi aplicado utilizando a metodologia descrita por Barbosa (2017). As amostras (40 mL) eram apresentadas aos avaliadores, de forma balanceada e casualizada, em xícaras de vidro transparentes de 50 mL, identificadas com três dígitos aleatórios. Orientou-se aos avaliadores que clicassem no botão “iniciar” assim que a amostra estivesse na boca e então mantiveram na boca durante os 5 segundos iniciais, posteriormente engoliam a mesma e começavam imediatamente a avaliação, selecionando o atributo dominante cada vez que fosse percebido, totalizando 25

segundos de prova. No intervalo entre cada prova, os avaliadores foram orientados a ingerir água mineral.

Os dados coletados no TDS foram inicialmente tratados em uma rotina desenvolvida no *software* MatLab R2008b (The MathWorks Inc., Natick, USA), onde foi possível obter a curva de taxa de dominância, bem como seus parâmetros numéricos:  $V_{\max}$  (valor máximo para taxa de dominância),  $T_{\max}$  (tempo para atingir o  $V_{\max}$  desde o início da prova, variando de 0 a 20 s),  $D_{\max}$  (período de duração da dominância), AAS (área da curva acima da significância de 95%) e AUC (área abaixo da curva). Em seguida, a fim de simplificar as análises e explorar os parâmetros das várias tabelas de dados, realizou-se o ComDim como uma alternativa para a análise de dados do TDS.

Os dados para o ComDim foram organizados em seis blocos, correspondentes aos atributos utilizados no TDS: doce (bloco 1), ácido (bloco 2), amargo (bloco 3), adstringente (bloco 4), sabor de café (bloco 5) e torrado (bloco 6) (Tabela 3). O ComDim foi implementado no *software* MatLab R2008b (The MathWorks Inc., Natick, USA).

**Tabela 3** - Blocos de dados utilizados para o ComDim.

<b>Bloco</b>		<b>Dimensão</b>
		<b>(amostras × variáveis)</b>
1	Doce	12 × 401
2	Ácido	12 × 401
3	Amargo	12 × 401
4	Adstringente	12 × 401
5	Sabor de café	12 × 401
6	Torrado	12 × 401

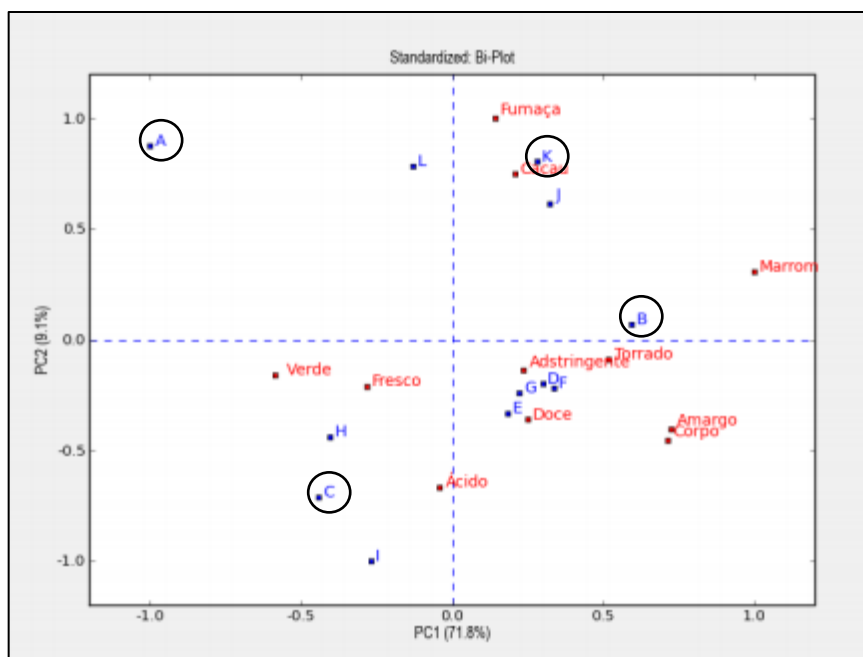
Fonte: Autoria própria.

#### 4.5.3 Check-All-That-Apply e Ordenação de Preferência

Para os testes CATA e Ordenação de Preferência, realizados em sessão única, optou-se por utilizar quatro amostras distintas de café, sendo essas selecionadas após a análise do gráfico da PCA dos dados coletados através de um perfil descritivo quantitativo realizado em estudo prévio por Makimori (2018).

As amostras selecionadas foram: A, B, C e K. Sendo a amostra A, localizada em quadrante negativo da PC1; amostra B localizada em quadrante positivo da PC1; amostra C localizada em quadrante negativo da PC2 e amostra K localizada em quadrante positivo da PC2 (Figura 2).

**Figura 2** - PCA com os dados das amostras.



Fonte: MAKIMORI, 2018.

Em um primeiro momento foi aplicado o teste CATA com cada uma das amostras e, após um intervalo de 10 minutos, aplicou-se a Ordenação de Preferência. No intervalo entre os testes, os avaliadores eram orientados a ingerir água e biscoito cream-cracker. As amostras (40 mL) eram apresentadas aos avaliadores, de forma balanceada e casualizada, em xícaras de vidro de 50 mL, identificadas com três dígitos aleatórios.

A ficha utilizada para o teste CATA continha 22 termos (incluindo termos hedônicos), agrupados em duas colunas, selecionados a partir de estudos prévios (MEYNER; CASTURA, 2014). A ordem de apresentação dos termos foi aleatorizada dentre e entre os avaliadores (ARES et al., 2013). Os avaliadores receberam uma amostra e uma ficha (Apêndice F) por vez e eram solicitados a assinalar, dentre os termos apresentados, todos aqueles que achassem adequados para descrever a amostra em questão (ARES et al., 2010b, 2013; CADENA et al., 2014).

A análise dos dados do CATA ocorreu por meio da avaliação da frequência de citações dos atributos e, em seguida, com os dados obtidos da avaliação da frequência de citações dos atributos empregados para os cafés A, B, C e K, realizou-se a Análise de Correspondência (AC) seguida pela Análise de Agrupamento (AA). Assim, foram obtidos gráficos com as componentes principais das linhas e das colunas permitindo a visualização da relação entre os conjuntos, onde a proximidade dos pontos referentes à linha e a coluna indicam associação e o distanciamento uma repulsão.

Uma decisão inicial é indispensável para determinar qual a medida de similaridade será empregada. Neste estudo optou-se por empregar a Distância Euclidiana. A segunda decisão é acerca da formação do agrupamento pelo método hierárquico empregado, além disso deve se decidir qual a formação do agrupamento. Neste caso, optou-se pelo Método de Ward (MINGOTI, 2007). A análise de dados do método CATA foi implementada por meio do *software* Statistica 13.3 (TIBCO Software Inc., 2017).

A Ordenação de Preferência foi aplicada segundo a metodologia descrita pela ISO 8587:2015 (ABNT, 2015). Os avaliadores receberam a ficha de teste (Apêndice G) e as quatro amostras de café, em ordem balanceada e casualizada, codificadas com três dígitos aleatórios, e foram orientados a ordená-las em ordem decrescente de preferência.

Os dados da Ordenação de Preferência foram analisados por meio do Teste de Friedman, com o intuito de verificar a existência ou não de diferença significativa entre as amostras. Em seguida, aplicou-se o cálculo da DMS para avaliar quais amostras diferiam entre si, sendo obtido à priori o valor de  $z$ , por meio do valor de  $\alpha'$  (Equação 6)

$$\alpha' = \frac{2 \alpha}{p(p - 1)} \quad (6)$$

onde  $p$  corresponde ao número de avaliadores e  $\alpha$  ao o nível de significância, ou risco de concluir que há uma diferença quando na verdade não há, nesse caso um risco  $\alpha = 0,05$  (ABNT, 2015).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Avaliação de Cor

Os valores médios da avaliação da cor do café torrado e moído pelo sistema colorimétrico CIE L\*a\*b\* são apresentados na Tabela 4. Observou-se que existe diferença significativa entre os valores de cada parâmetro avaliado. A coordenada L\*, que indica luminosidade, apresentou amplitude em relação aos extremos dos tratamentos de 4,21. Com relação às coordenadas de cromaticidade, a\* apresentou um valor mínimo de 7,10 e máximo de 9,38, enquanto que para a coordenada b\* os valores mínimo e máximo foram 11,86 e 16,74 respectivamente.

**Tabela 4** - Valores médios da avaliação de cor do café torrado e moído pelo sistema CIE L\*a\*b\*.

Amostra	L*	a*	b*
A	24,49 <sup>c</sup> ± 0,12	9,38 <sup>a</sup> ± 0,36	14,42 <sup>cd</sup> ± 0,20
B	22,40 <sup>f</sup> ± 0,25	7,26 <sup>d</sup> ± 0,91	13,08 <sup>f</sup> ± 0,15
C	22,81 <sup>f</sup> ± 0,11	8,50 <sup>abc</sup> ± 0,13	11,86 <sup>g</sup> ± 0,42
D	23,83 <sup>d</sup> ± 0,09	7,41 <sup>cd</sup> ± 0,44	13,46 <sup>ef</sup> ± 0,15
E	23,41 <sup>e</sup> ± 0,05	7,13 <sup>d</sup> ± 0,20	13,24 <sup>f</sup> ± 0,26
F	24,39 <sup>c</sup> ± 0,17	7,76 <sup>bcd</sup> ± 0,42	14,27 <sup>d</sup> ± 0,27
G	23,85 <sup>d</sup> ± 0,15	7,70 <sup>bcd</sup> ± 0,05	14,00 <sup>de</sup> ± 0,03
H	24,70 <sup>bc</sup> ± 0,49	8,70 <sup>ab</sup> ± 0,19	15,12 <sup>b</sup> ± 0,18
I	25,03 <sup>b</sup> ± 0,12	8,63 <sup>ab</sup> ± 0,13	15,02 <sup>bc</sup> ± 0,19
J	26,22 <sup>a</sup> ± 0,14	8,79 <sup>ab</sup> ± 0,36	16,74 <sup>a</sup> ± 0,24
K	23,38 <sup>e</sup> ± 0,17	7,10 <sup>d</sup> ± 0,17	13,19 <sup>f</sup> ± 0,15
L	24,73 <sup>bc</sup> ± 0,08	8,38 <sup>abc</sup> ± 0,19	14,02 <sup>de</sup> ± 0,15

\* Valores médios, na mesma coluna, seguidos de letras minúsculas diferentes apresentam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

\* Amostras A, C, H e I: 100% café arábica.

Fonte: Autoria própria.

Estudos anteriores, sobre análise de cor do café, mostraram que o parâmetro luminosidade (L\*) é o mais relevante em termos de diferença de cor para café torrado. (MENDONÇA; FRANCA; OLIVEIRA, 2009; REIS; FRANCA; OLIVEIRA, 2013, 2015). Portanto, a discussão dos resultados de cor levará em consideração apenas este parâmetro.

Reis, Franca e Oliveira (2013) definiram graus de torra de acordo com medidas de luminosidade (L\*) similares às amostras de café comercialmente

disponíveis, correspondentes a clara ( $23,5 < L^* < 25,0$ ), média ( $21,0 < L^* < 23,5$ ) e escura ( $19,0 < L^* < 21,0$ ). Considerando os dados citados anteriormente, sugere-se que as amostras de café A, D, F, G, H, I, J e L, com valores de  $L^*$  na faixa de 23,83 a 26,22, são provenientes de torra clara, sendo as amostras J e D as que apresentaram maior e menor valor de  $L^*$ , respectivamente. Enquanto que as amostras B, C, E e K, com valores de  $L^*$  entre 22,40 e 23,41, são provenientes de torra média, sendo as amostras E e B as que apresentaram maior e menor valor de  $L^*$ , respectivamente. Pode-se afirmar que a amostra J ( $L^* 26,22$ ) é a mais clara dentre as 12 amostras, enquanto que as amostras B e C ( $L^* 22,40$  e  $22,81$ , respectivamente) são as mais escuras.

## 5.2 Caracterização da Bebida de Café

Os valores médios encontrados para melanoidinas, sólidos solúveis totais, pH e acidez titulável na bebida de café, estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5** - Concentração de melanoidinas, sólidos solúveis totais, pH e acidez titulável na bebida de café.

Amostra	Melanoidinas (mg mL <sup>-1</sup> )	Sólidos solúveis totais (°Brix)	pH	Acidez titulável (mL NaOH 20 mL <sup>-1</sup> )
A	0,840 <sup>d</sup> ± 0,008	2,13 <sup>d</sup> ± 0,05	5,42 <sup>bd</sup> ± 0,01	1,66 <sup>ab</sup> ± 0,11
B	1,110 <sup>ab</sup> ± 0,123	2,25 <sup>b</sup> ± 0,00	5,41 <sup>bcd</sup> ± 0,01	1,13 <sup>c</sup> ± 0,40
C	0,989 <sup>c</sup> ± 0,014	2,50 <sup>ac</sup> ± 0,00	5,18 <sup>e</sup> ± 0,04	2,06 <sup>a</sup> ± 0,05
D	1,178 <sup>a</sup> ± 0,020	2,26 <sup>b</sup> ± 0,02	5,39 <sup>cd</sup> ± 0,02	1,50 <sup>bc</sup> ± 0,20
E	1,056 <sup>bc</sup> ± 0,094	2,23 <sup>bd</sup> ± 0,02	5,39 <sup>cd</sup> ± 0,01	1,40 <sup>bc</sup> ± 0,00
F	1,190 <sup>a</sup> ± 0,043	2,42 <sup>c</sup> ± 0,04	5,46 <sup>ab</sup> ± 0,01	1,73 <sup>ab</sup> ± 0,05
G	1,123 <sup>ab</sup> ± 0,013	2,53 <sup>ac</sup> ± 0,05	5,35 <sup>c</sup> ± 0,02	1,53 <sup>bc</sup> ± 0,05
H	0,990 <sup>c</sup> ± 0,017	2,51 <sup>ac</sup> ± 0,02	5,39 <sup>cd</sup> ± 0,04	1,40 <sup>bc</sup> ± 0,10
I	0,987 <sup>c</sup> ± 0,006	2,43 <sup>c</sup> ± 0,02	5,43 <sup>abd</sup> ± 0,01	1,56 <sup>b</sup> ± 0,05
J	0,993 <sup>c</sup> ± 0,011	2,55 <sup>a</sup> ± 0,05	5,38 <sup>cd</sup> ± 0,01	1,40 <sup>bc</sup> ± 0,00
K	1,147 <sup>ab</sup> ± 0,007	2,43 <sup>c</sup> ± 0,05	5,21 <sup>e</sup> ± 0,01	1,43 <sup>bc</sup> ± 0,05
L	0,831 <sup>d</sup> ± 0,018	2,28 <sup>b</sup> ± 0,02	5,49 <sup>a</sup> ± 0,01	1,40 <sup>bc</sup> ± 0,10

\* Valores médios, na mesma coluna, seguidos de letras minúsculas diferentes apresentam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

\* Amostras A, C, H e I: 100% café arábica.

Fonte: Autoria própria.



Os valores de melanoidinas tiveram grande variabilidade, na faixa de 0,831 a 1,190 mg de melanoidinas mL<sup>-1</sup> de café em absorvância medida a 420 nm, o que pode ser justificado pelos diferentes processos de torra empregados, uma vez que a evolução do grau de torra leva ao aumento no teor de melanoidinas, devido ao desenvolvimento da reação de Maillard (RUFÍÁN-HENARES; PASTORIZA, 2014).

Segundo Oestreich-Janzen (2010) as melanoidinas representam cerca de 20% da matéria seca da bebida de café. Almeida e Benassi (2011) encontraram valores na faixa de 0,291 a 0,690 em extrato filtrado obtido a partir de 5 g de cafés torrados comerciais e 50 mL de água destilada.

Com relação aos sólidos solúveis totais, pode-se observar que houve baixa variabilidade, entre 2,13 e 2,55 °Brix. Kalschne et al. (2018) reportaram valores na faixa de 2,40 a 2,83 e 2,70 a 2,97 °Brix para amostras de café arábica e robusta, respectivamente. O café arábica, de uma forma geral, apresenta menor teor de sólidos solúveis em sua composição.

A concentração de sólidos solúveis totais pode variar de acordo com a variedade da matéria-prima, método de fermentação, além do grau de torra e temperatura de percolação: torras mais escuras produzem mais sólidos solúveis e, a temperatura mais alta os extrai com mais eficiência (CLARKE; VITZTHUM, 2001).

Os valores médios de pH para as 12 amostras de café, variaram entre 5,18 e 5,49. Kalschne et al. (2018) em seu trabalho, encontraram valores de 5,54 e 5,68 para amostras de café arábica e robusta, respectivamente. Clarke e Vitzthum (2001) relataram em seu livro valores de pH, na bebida de café, entre 4,85 e 5,15 para café arábica e, 5,25 a 5,40 para café robusta. Os resultados de pH do presente trabalho, referentes as amostras A, B, F, I e L, superaram o pH ideal citado anteriormente, podendo essas amostras apresentar-se com ligeiro excesso de amargor ou acidez.

O café robusta, de forma geral, apresenta menor acidez, mas vale ressaltar que além da espécie, o processamento do grão verde, a idade e o processo torra também influenciam o pH (CLARKE; VITZTHUM, 2001).

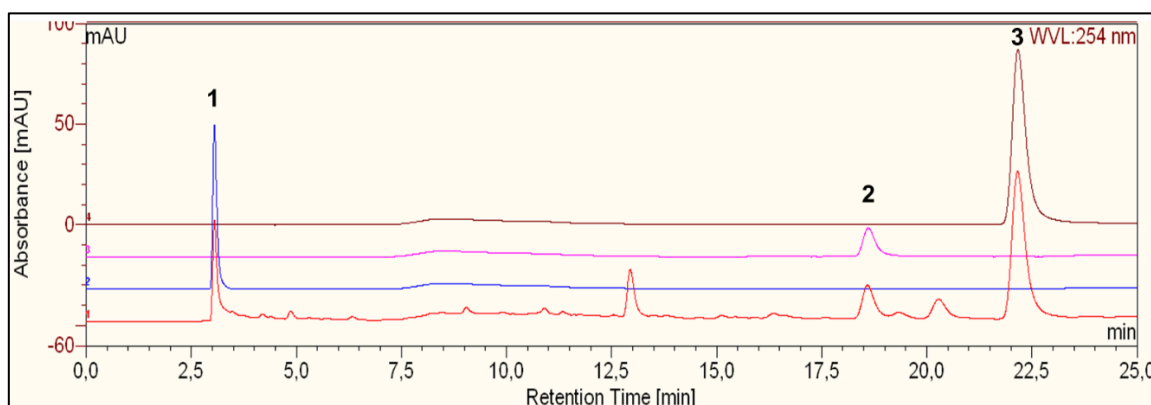
A acidez titulável, que representa a acidez total da bebida de café, apresentou valores médios na faixa de 1,13 a 2,06 mL NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> em 20 mL de café em extrato filtrado obtido a partir de 45 g de café torrado comercial e 750 mL de água mineral. Valores de acidez entre 2,23 e 3,03 mL NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> em 20 mL foram reportados por Kalschne et al. (2018) para extrato filtrado obtido a partir de 50 g de cafés torrados comerciais e 500 mL de água mineral. Fazendo-se a correção para a

diferença de concentração no preparado das bebidas, foi obtida uma faixa de 1,88 a 3,43 mL NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> em 20 mL de café, ou seja, bem próximo aos valores de Kalschne et al. (2018). De acordo com Bähre e Maier (2004), a acidez total, ou acidez titulável, apresenta melhor correlação com o sabor ácido do que o pH.

Carvalho et al. (1994), Franca, Mendonça e Oliveira (2005) e Barbosa et al. (2019) em seus trabalhos observaram que a acidez dos grãos de café beneficiado tem relação inversa com a qualidade do café, sendo a acidez maior no café torrado que no café verde.

Para a quantificação de trigonelina e ácido clorogênico, por meio de HPLC, as curvas de calibração foram lineares em uma faixa de 0,010 a 0,8 mg mL<sup>-1</sup>, com coeficiente de correlação ( $r^2$ ) de 1 e 0,9999, respectivamente. Para a cafeína, o intervalo linear foi encontrado entre 0,8 e 0,025 mg/mL<sup>-1</sup>, mostrando o coeficiente de correlação de 1. Para confirmar a autenticidade dos compostos no extrato, os espectros UV e os tempos de retenção foram comparados com os padrões autênticos (Figura 3).

**Figura 3** - Comparação dos cromatogramas de um extrato aquoso de café com os padrões autênticos.



1- Trigonelina ( $t_R = 3,05$  min); 2- Ácido clorogênico ( $t_R = 18,59$  min); 3- Cafeína ( $t_R = 22,28$  min).

Fonte: Autoria própria.

A partir dos resultados experimentais, foram obtidas as seguintes equações lineares para trigonelina, ácido clorogênico e cafeína (Equação 7, 8 e 9, respectivamente):

$$y = 70,293x + 0,0034 \quad (7)$$

$$y = 148,35x - 0,4221 \quad (8)$$

$$y = 146,04x + 0,1306 \quad (9)$$

O *LOD* para trigonelina, ácido clorogênico e cafeína foram 3,03; 11,05 e 5,51  $\mu\text{g mL}^{-1}$ , e o *LOQ* foi 9,19; 33,49; e 16,69  $\mu\text{g mL}^{-1}$ , respectivamente.

As concentrações médias de trigonelina, ácido clorogênico e cafeína na bebida de café, são apresentadas na Tabela 6.

**Tabela 6** - Concentração de cafeína, trigonelina e ácido clorogênico em extrato aquoso de café

Amostra	Cafeína (g/100 g de café)	Trigonelina (g/100 g de café)	Ácido clorogênico (g/100 g de café)
A	1,220 <sup>g</sup> ± 0,000	0,796 <sup>a</sup> ± 0,000	0,645 <sup>a</sup> ± 0,000
B	1,520 <sup>c</sup> ± 0,002	0,314 <sup>j</sup> ± 0,003	0,241 <sup>k</sup> ± 0,001
C	0,891 <sup>i</sup> ± 0,003	0,528 <sup>d</sup> ± 0,003	0,428 <sup>d</sup> ± 0,003
D	1,505 <sup>c</sup> ± 0,002	0,482 <sup>e</sup> ± 0,002	0,388 <sup>f</sup> ± 0,001
E	1,361 <sup>e</sup> ± 0,001	0,425 <sup>h</sup> ± 0,000	0,335 <sup>i</sup> ± 0,000
F	1,455 <sup>d</sup> ± 0,003	0,390 <sup>i</sup> ± 0,000	0,319 <sup>j</sup> ± 0,000
G	1,611 <sup>b</sup> ± 0,004	0,449 <sup>f</sup> ± 0,000	0,413 <sup>e</sup> ± 0,000
H	1,145 <sup>h</sup> ± 0,004	0,697 <sup>b</sup> ± 0,000	0,460 <sup>c</sup> ± 0,001
I	1,031 <sup>i</sup> ± 0,002	0,636 <sup>c</sup> ± 0,001	0,476 <sup>b</sup> ± 0,001
J	1,974 <sup>a</sup> ± 0,001	0,430 <sup>gh</sup> ± 0,001	0,433 <sup>d</sup> ± 0,002
K	1,294 <sup>f</sup> ± 0,002	0,443 <sup>fg</sup> ± 0,004	0,344 <sup>h</sup> ± 0,002
L	1,458 <sup>d</sup> ± 0,005	0,454 <sup>f</sup> ± 0,001	0,363 <sup>g</sup> ± 0,000

\* Valores médios, na mesma coluna, seguidos de letras minúsculas diferentes apresentam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

\* Amostras A, C, H e I: 100% café arábica.

Fonte: Autoria própria.

Os teores de cafeína encontrados para as 12 amostras de café variaram de 0,89 a 1,97 g de cafeína em 100 g de café, sendo as amostras C e J as de menor e maior teor de cafeína, respectivamente. Barbosa et al. (2019), em seu estudo, relata valores de cafeína entre 1,24 a 1,34 g/100 g de café. Kalschne et al. (2018) reportaram valores médios de cafeína 1,43 a 1,63 g/100 g para café arábica e 2,12 a 2,62 g/100 g para café robusta. Ky et al. (2001) encontraram valores médios de cafeína entre 0,96 a 1,62 e 1,51 a 3,33 g/100 g para cafés arábica e robusta, respectivamente.

A cafeína apresenta relativa estabilidade ao processo de torra (CLARKE; VITZTHUM, 2001; NOGUEIRA; TRUGO, 2003). Portanto, pode-se afirmar que as

variações nos teores de cafeína devem-se as variações dos *blends* utilizados. Amostras com menores teores de cafeínas, provavelmente, apresentam maior teor de café arábica, uma vez que essa espécie apresenta menor quantidade de cafeína que o café robusta.

Analisando os resultados obtidos por Kalschne et al. (2018) e Ky et al. (2001), sugere-se que todas as amostras, com exceção da amostra J, cujo os valores médios de cafeína foram de 0,89 a 1,61 g/100 g de café, são provenientes de café arábica ou *blends* contendo grande quantidade dessa espécie. A amostra J apresentou valor médio de 1,97 g/100 g de café, podendo essa ser *blend* contendo grande quantidade de café robusta em sua composição.

Os valores encontrados para trigonelina apresentaram baixa variabilidade, entre 0,31 e 0,80 g de trigonelina em 100 g de café. Nogueira e Trugo (2003) relataram valores de 0,345 a 0,98 g/100 g de café. Valores na faixa de 0,72 a 0,96 e 0,45 a 0,52 g/100 g para cafés arábica e robusta, respectivamente, foram reportados por Kalschne et al. (2018). Ky et al. (2001) encontraram valores na faixa de 0,88 a 1,77 e 0,75 a 1,24 g/100 g para cafés arábica e robusta, respectivamente.

De acordo com os resultados apresentados por Kalschne et al. (2018) e Ky et al. (2001), amostras de café robusta apresentam menores teores de trigonelina. De acordo com Clarke e Vitzthum (2001), a trigonelina apresenta baixa estabilidade ao processo de torra, contribuindo com a produção de compostos voláteis. Além de contribuir para o sabor amargo, juntamente com a cafeína, compostos fenólicos originalmente presentes em grãos de café verde e compostos formados no processo de torra.

Com base nos resultados citados por Kalschne et al. (2018) e Ky et al. (2001), sugere-se que as amostras A, H e I, que apresentaram maiores teores de trigonelina (0,80, 0,70 e 0,64 g/100g de café, respectivamente), são provenientes de café arábica. Enquanto que as demais amostras, com teores na faixa de 0,31 a 0,48 g/100 g de café, são provenientes de café robusta ou *blends* com grande quantidade dessa espécie. O café C, apesar de ser arábica, apresentou uma menor quantidade de trigonelina que pode ser justificada por uma torra mais intensa que os demais cafés, visto que o mesmo apresentou um dos menores valores de L\* (Tabela 4) para o conjunto de amostras avaliadas.

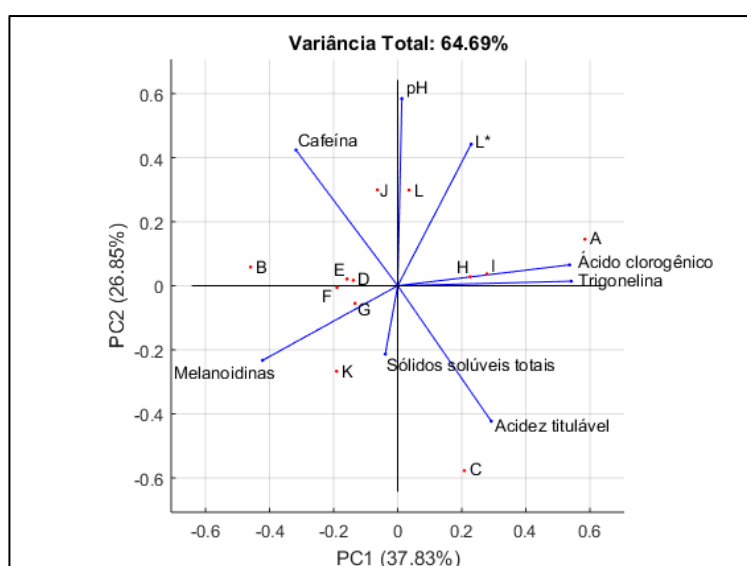
Para ácidos clorogênicos, obteve-se valores médios na faixa de 0,24 a 0,65 g de ácido clorogênico em 100 g de café, sendo as amostras B e A as de menor e maior

teor, respectivamente. Nogueira e Trugo (2003), em sua pesquisa, reportaram valores entre 0,716 e 5,851 g/100 g de café. Kalschne et al. (2018) relataram teores de ácido clorogênico na faixa de 0,80 a 087 g/100 g para café arábica e, 0,55 a 0,60 g/100 g para café robusta. Tendo em vista os resultados obtidos por Kalschne et al. (2018), sugere-se que as amostras com maiores teores de café arábica apresentam correlação positiva com as concentrações de ácidos clorogênicos.

Os teores de ácidos clorogênicos são dependentes das condições dos processamentos empregados, bem como das formulações dos *blends*. De acordo com Nogueira e Trugo (2003) amostras de cafés obtidas de grãos com alto grau de torra apresentam menores teores de ácidos clorogênicos, tendo em vista sua baixa estabilidade ao tratamento térmico. Portanto, sugere-se que amostras com baixos teores de ácidos clorogênicos tenham passado por intensos processos de torra, o que pode ser justificado pelas altas concentrações de melanoidinas (Tabela 5).

A partir dos dados obtidos nos testes físico-químicos foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA) (matriz autoescalada), sendo que três PCs foram suficientes para explicar 82,26% da variância total dos dados. O gráfico biplot das duas primeiras componentes comuns dos dados físico-químicos está apresentado na Figura 4.

**Figura 4** - Biplot da PCA dos dados físico-químicos das 12 amostras de café.



Fonte: Autoria própria.

De acordo com a PCA (Figura 4), o conteúdo de melanoidinas das amostras de café apresentou correlação negativa com os ácidos clorogênicos e a trigonelina. Esses compostos diminuem e as melanoidinas aumentam com a evolução do grau de torra (RUFÍÁN-HENARES; PASTORIZA, 2014), ao contrário do que ocorre com a trigonelina e os ácido clorogênicos que apresentam baixa estabilidade ao tratamento térmico (CLARKE; VITZTHUM, 2001; MALTA; CHAGAS, 2009).

As amostras A, C, H, I e L (quadrante positivo da PC1) foram caracterizadas por maiores concentrações de ácidos clorogênicos e trigonelina. Tais resultados podem ser justificados por essas amostras serem provenientes de café arábica ou apresentarem grandes proporções deste em suas composições. Já as amostras localizadas no quadrante negativo da PC1, foram caracterizadas por maiores teores de cafeína e melanoidinas, sendo estas provenientes de *blends* contendo grandes quantidades de café robusta em suas composições.

Na PC2, as variáveis mais importantes para a diferenciação das amostras foram pH, luminosidade (L\*) e cafeína (quadrante positivo de PC2) e acidez titulável (quadrante negativo de PC2) (Figura 4).

### 5.3 Análise Sensorial

#### 5.3.1 Perfil Livre

O número de atributos levantados pelos 16 avaliadores variou de 4 a 13 e alguns descritores foram empregados por mais de um avaliador, totalizando 34 descritores (Tabela 7).

**Tabela 7** – Atributos levantados pela equipe de avaliadores e suas respectivas definições.

(continua)

Atributo	N*	Definição
<b>Aparência</b>		
Caramelo	2	Remete a cor de caramelo.
Café	4	Cor característica da bebida de café.
Chá	2	Semelhante a cor de chá mate.
Chocolate	4	Mais claro que a cor do café, semelhante ao chocolate.
Espuma	2	Semelhante à espuma de bebidas.
Marrom	9	Semelhante a cor de terra (avermelhado).

**Tabela 7** – Atributos levantados pela equipe de avaliadores e suas respectivas definições.

(conclusão)

<b>Atributo</b>	<b>N*</b>	<b>Definição</b>
<b>Aparência</b>		
Turbidez	2	Líquido levemente turvo.
Translúcido	1	Transparente, quando se consegue enxergar o fundo da xícara.
<b>Odor</b>		
Adocicado	4	Odor levemente adocicado.
Ardido	2	Odor característico de café mofado (ardido).
Cacau	2	Semelhante ao odor de chocolate.
Café	12	Odor característico da bebida de café.
Fumaça	2	Odor de defumado.
Madeira	1	Remete ao odor de madeira.
Mentolado	2	Semelhante a bala mentolada (fresco).
Grão verde	6	Odor característico de grão de café verde.
Grão torrado	3	Odor característico de café Grão torrado.
Suave	1	Odor característico da bebida de café, em menor intensidade.
Terroso	1	Remete ao odor de terra.
<b>Sabor</b>		
Ácido	6	Semelhante ao sabor de limão, em menor intensidade.
Adocicado	3	Sabor de café levemente adoçado.
Adstringente	4	Sabor que amarra na boca.
Amargo	13	Amargor característico da bebida de café.
Amargo residual	2	Amargor que permanece na boca após engolir o café.
Amêndoa	1	Remete ao sabor de amêndoa.
Ardido	1	Sabor “ardido”, rançoso.
Cacau	1	Remete ao sabor de cacau.
Café	8	Sabor característico da bebida de café.
Grão verde	2	Sabor semelhante ao grão de café verde.
Grão torrado	8	Sabor característico de café Grão torrado.
Mentolado	1	Sabor levemente refrescante (mentolado).
Suave	5	Como se estivesse aguado, fraco.
<b>Textura</b>		
Encorpado	6	Remete a sensação de preenchimento na boca.
Leve	11	Remete a sensação de leveza no paladar.

\*N = Número de provadores que empregaram o atributo.

Fonte: Autoria própria.

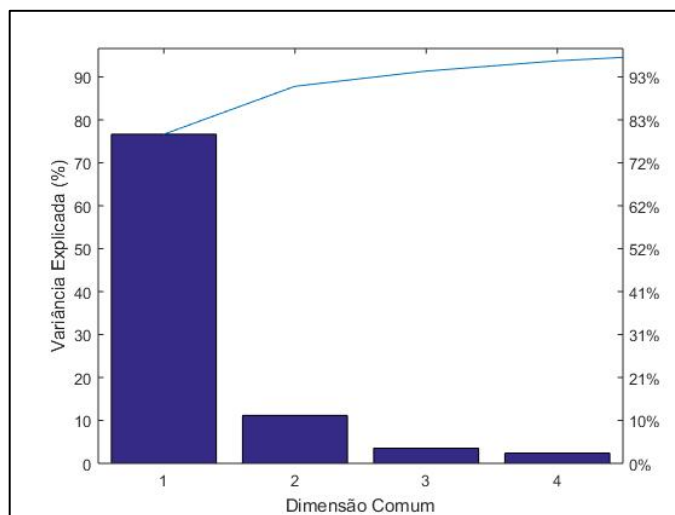
Para aparência, o atributo mais utilizado foi marrom, com 9 citações, seguido de café e chocolate, ambos com 4 citações. Com relação ao odor, o atributo café

obteve 12 citações, seguido de grão verde com 6. O atributo amargo foi o mais frequente para sabor, utilizado por 13 avaliadores, seguido de café e grão torrado, ambos utilizados por 8 avaliadores. Para textura, foram citados os atributos leve e encorpado, com 11 e 6 citações, respectivamente.

Os atributos utilizados foram similares aos encontrados na literatura para técnicas sensoriais descritivas. Kitzberger et al. (2011), em seu estudo sobre caracterização sensorial de cafés arábica, cita o uso dos atributos cor característica e turbidez; aroma característico, verde, doce, chocolate e queimado; sabor amargo, verde, doce, ácido, queimado, amargo residual e café; e quanto à textura, encorpado. Narain, Paterson e Reid (2004), citaram os seguintes atributos: aroma doce e torrado; sabor amargo, doce, ácido, castanha, ardido e torrado; e corpo. Moura et al. (2007), estudando sobre a influência da torra, citou os atributos aroma e sabor característicos da bebida de café, além de doçura, acidez, amargor, amargor residual e corpo.

O método ComDim foi utilizado para obter-se uma distribuição do consenso dos avaliadores, com relação as amostras. Quatro dimensões comuns foram suficientes para explicar 93,7% da variância total dos dados (Figura 5).

**Figura 5** - Variância explicada para as quatro primeiras dimensões comuns.

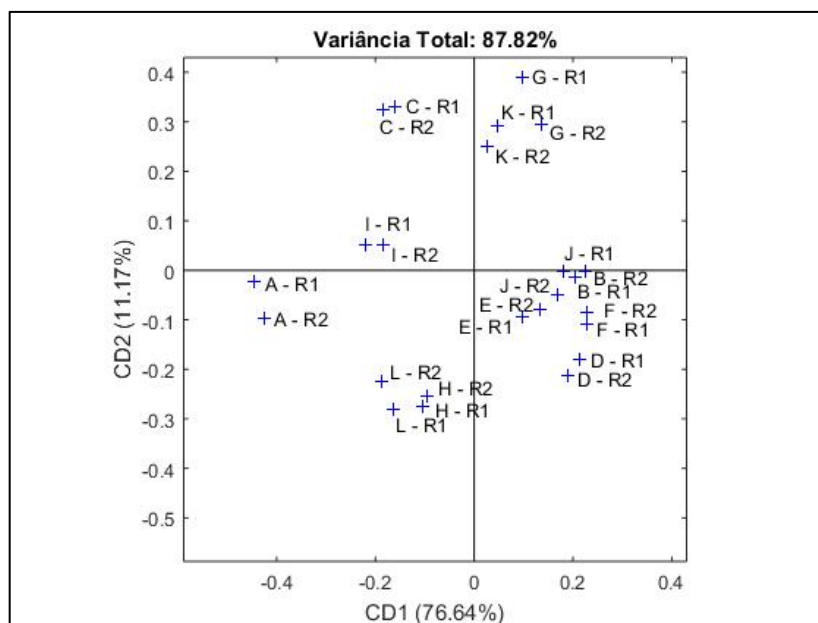


Fonte: Autoria própria.

A partir do gráfico de escores das amostras em CD 1 e CD 2 (dimensões comuns que explicaram a maior parte da variância total dos dados), pode-se observar que houve uma boa repetibilidade e capacidade de discriminação da equipe, com relação as amostras das bebidas de café (Figura 6).



**Figura 6** - Gráfico de escore das amostras na CD 1 e CD 2.



Fonte: Autoria própria.

As saliências dos 16 avaliadores, ou seja, a importância de cada avaliador para a construção de cada dimensão comum (CD), estão descritas na Tabela 8. A análise das saliências permite identificar os avaliadores que possuem baixas saliências nas dimensões comuns mais relevantes, ou seja, aqueles que não conseguiram discriminar as amostras.

**Tabela 8** – Saliências dos avaliadores para as quatro dimensões comuns.

(continua)

Avaliador	CD 1	CD 2	CD 3	CD 4
A1	0,0855	0,0886	0,0287	0,1601
A2	0,6541	0,0045	0,0429	0,0440
A3	0,2897	0,4326	0,0123	0,0320
A4	0,2051	0,0310	0,4325	0,0125
A5	0,3393	0,0741	0,0581	0,0481
A6	0,4433	0,0620	0,0692	0,0430
A7	0,1807	0,0242	0,1183	0,0568
A8	0,4220	0,0720	0,0790	0,0368
A9	0,1650	0,1144	0,0397	0,3950
A10	0,4245	0,0920	0,0047	0,0259
A11	0,1420	0,0860	0,0588	0,0267
A12	0,3926	0,1244	0,0160	0,0608

**Tabela 8** – Saliências dos avaliadores para as quatro dimensões comuns.

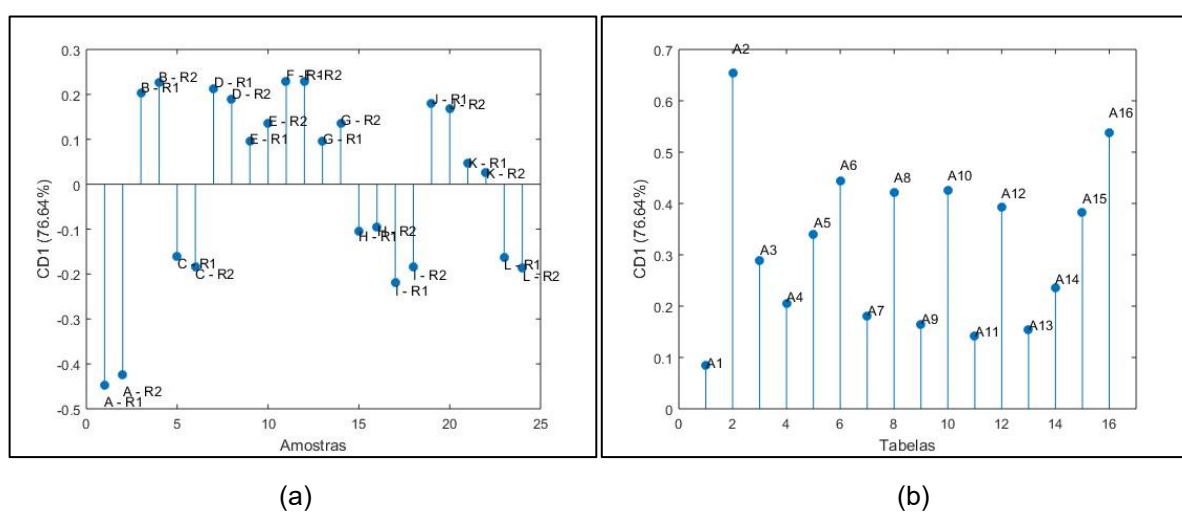
Avaliador	(conclusão)			
	CD 1	CD 2	CD 3	CD 4
A13	0,1546	0,0521	0,0727	0,1251
A14	0,2366	0,1768	0,1509	0,0758
A15	0,3834	0,1340	0,0322	0,0347
A16	0,5386	0,0757	0,0134	0,0267

Fonte: Autoria própria.

A tabela com as correlações significativas entre os escores das CDs e os valores dos atributos levantados pelos avaliadores no Perfil Livre está contida no Apêndice H.

A primeira dimensão comum (CD 1) representou 76,64% da variância total dos dados, sendo essa a mais importante. A Figura 7 (a) representa o escore que cada uma das amostras teve para a construção da CD 1. No quadrante positivo, se destacaram as amostras B, D e F e, já no quadrante negativo as amostras de menores escores foram A, I e L. De acordo com a Figura 7 (b), os avaliadores de maior importância na CD 1, ou seja, os que apresentaram maiores saliências foram os avaliadores A2 e A16 com valores de saliência igual a 0,6541 e 0,5386, respectivamente (Tabela 8).

**Figura 7** – Gráfico de escore das amostras na CD 1 (a) e gráfico de saliência dos avaliadores na CD 1 (b).

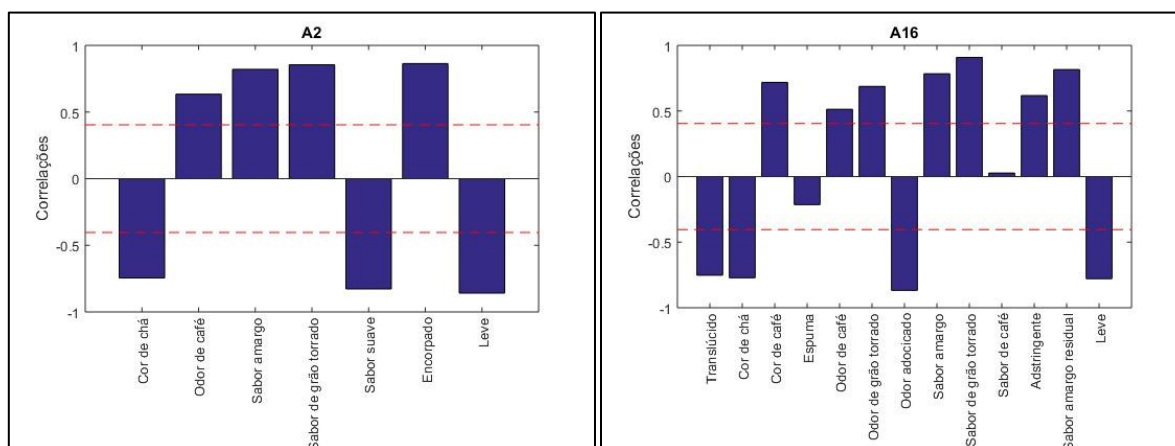


Fonte: Autoria própria.

A Figura 8 representa as correlações significativas entre os escores da CD 1 e os valores para os atributos levantados pelos avaliadores A2 e A16, onde a linha

horizontal tracejada representa o valor crítico para considerar a correlação estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

**Figura 8** - Correlações significativas ( $p < 0,05$ ) entre os escores da CD 1 e os valores dos atributos levantados pelos avaliadores A2 e A16.



Fonte: Autoria própria.

Observando o gráfico de escore das amostras na CD 1 (Figura 7 (a)) e as correlações significativas dos avaliadores A2 e A16 (Figura 8), pode-se concluir que as amostras A, C, H, I e L (localizadas no quadrante negativo da CD 1) apresentam maior correlação com os atributos translúcido, cor de chá, odor adocicado, sabor suave e leveza no paladar.

As amostras A, C, H, I e L apresentaram, nas análises físico-químicas (Tabelas 3 e 4), menores concentrações de melanoidinas. Tais amostras, provavelmente, são provenientes de café arábica ou apresentam grandes quantidades deste em suas composições.

Bebidas provenientes de café arábica apresentam qualidade superior, menor teor de cafeína e melanoidinas, maior acidez e pH e, maiores concentrações de trigonelina, ácidos clorogênicos e sacarose (CLARKE; VITZTHUM, 2001; KALSCHNE et al., 2018). O que justifica o odor adocicado, coloração menos intensa e, conseqüentemente, são bebidas mais leves ao paladar.

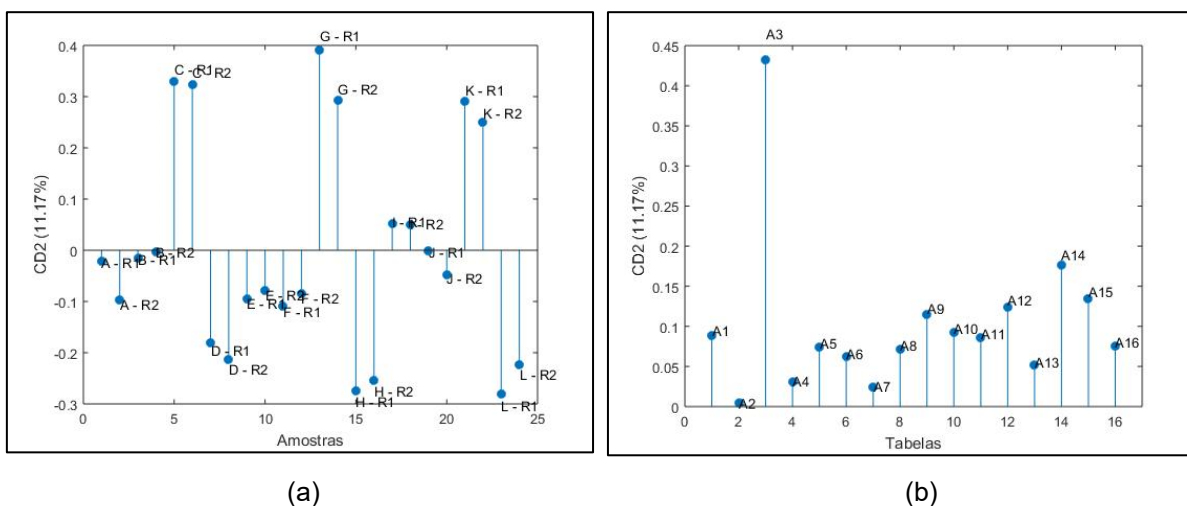
As demais amostras, situadas no quadrante positivo da CD 1, apresentam maior correlação com cor, odor e sabor característicos da bebida de café, odor e sabor de grão torrado, sabor amargo, amargo residual e adstringente. O que pode ser justificado por apresentarem maiores quantidades de café robusta em sua composição, uma vez que estas amostras apresentam maior concentração de cafeína

e melanoidinas e menores concentrações de ácidos clorogênicos e menor acidez (Tabelas 3 e 4).

Clarke e Vitzhum (2001) e Cid e De Peña (2015) relatam que o café robusta, de forma geral, apresenta menor acidez e concentrações de trigonelina e ácidos clorogênicos e maiores teores de melanoidinas e cafeína. Justificando assim, o amargor presente nas bebidas B, D, E, F, G, J e K, bem como a coloração mais intensa.

A segunda dimensão comum (CD 2) representou 11,17% da variância total dos dados. O gráfico de escore da CD 2 é apresentado na Figura 9 (a), onde se destacaram as amostras C, G e K (quadrante positivo) e, as amostras D, H e L (quadrante negativo). De acordo com a Figura 9 (b), os avaliadores A3 e A14 apresentaram as maiores saliências na CD 2, com valores iguais a 0,4326 e 0,1768, respectivamente (Tabela 8), sendo estes os avaliadores mais importantes para a segunda dimensão comum.

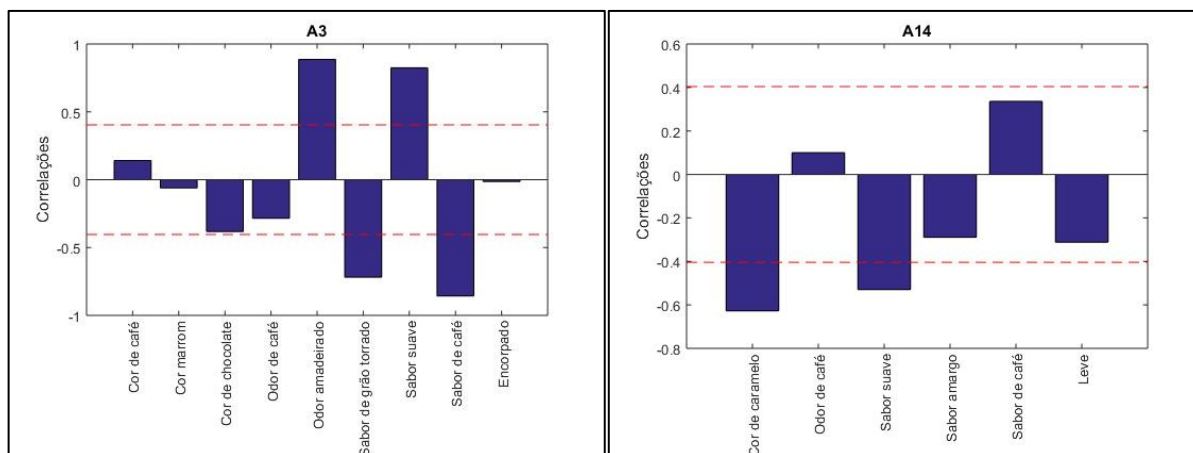
**Figura 9** - Gráfico de escore das amostras na CD 2 (a) e gráfico de saliência dos avaliadores na CD 2 (b).



Fonte: Autoria própria.

As correlações significativas entre os escores da CD 2 e os valores dos atributos levantados pelos avaliadores A3 e A14, são demonstradas na Figura 10.

**Figura 10** - Correlações significativas ( $p < 0,05$ ) entre os escores da CD 2 e os valores dos atributos levantados pelos avaliadores A3 e A14.



Fonte: Autoria própria.

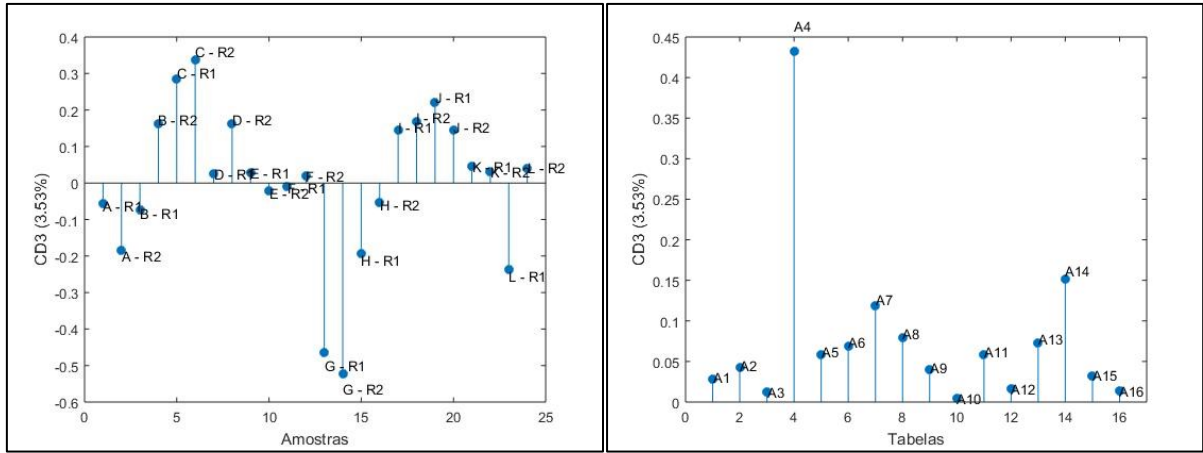
De acordo com o gráfico de escores das amostras na CD 2, na Figura 9 (a), e as correlações significativas do avaliador A3 (Figura 10), pode-se afirmar que as amostras D, H e L (de maior escore negativo na CD 2) possuem sabor de grão torrado e sabor característico da bebida de café e, em menor intensidade, cor de chocolate e odor característico da bebida. Ainda sobre essas amostras, o avaliador A14 as descreveu como tendo maior relação com cor de caramelo e sabor suave.

A cor de caramelo das amostras D, H e L pode ser explicada com base no alto valor de luminosidade encontrado para essas amostras (Tabela 4). Além de que as bebidas de café H e L apresentam menores concentrações de melanoidinas (Tabela 5).

Com relação ao quadrante positivo da CD 2, as amostras C, G e K são caracterizadas, pelo avaliador A3, com odor amadeirado e sabor suave. Os demais atributos encontram-se abaixo da significância, não sendo relevantes para a descrição das amostras, segundo os avaliadores A3 e A 14.

A terceira dimensão comum (CD 3) representou apenas 3,53% da variância total dos dados. Na CD 3, conforme Figura 11 (a), as amostras de maior relevância foram C e G, nos quadrantes positivo e negativo, respectivamente. De acordo com a Figura 11 (b), os avaliadores mais relevantes na CD 3 foram A4, A7 e A14 com valores de saliência 0,4325, 0,1183 e 0,1509, respectivamente (Tabela 8).

**Figura 11** - Gráfico de escore das amostras na CD 3 (a) e gráfico de saliência dos avaliadores na CD 3 (b).



(a)

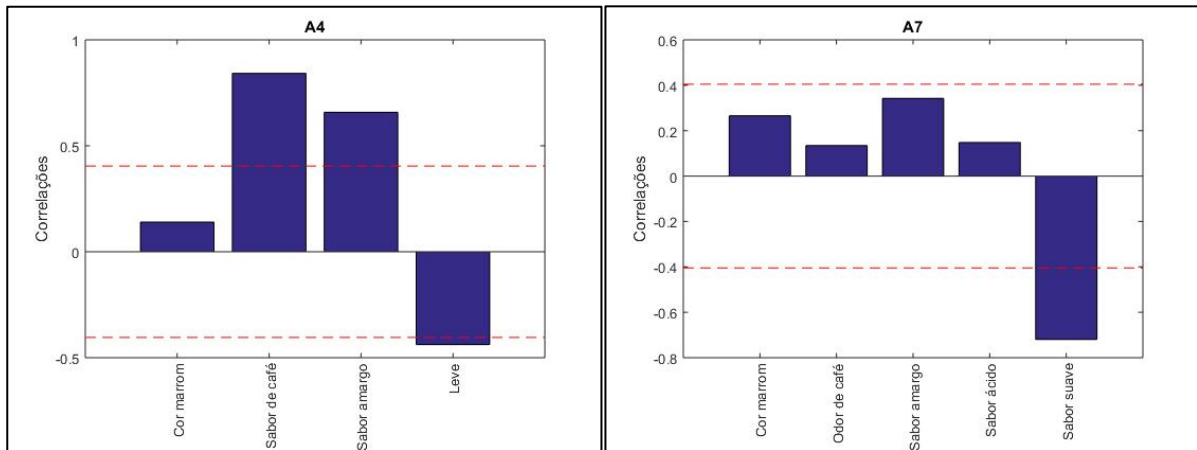
(b)

Fonte: Autoria própria.

Na Figura 12 estão demonstradas as correlações significativas entre os escores da CD 3 e os valores dos atributos levantados pelos avaliadores A4, A7 e A14.

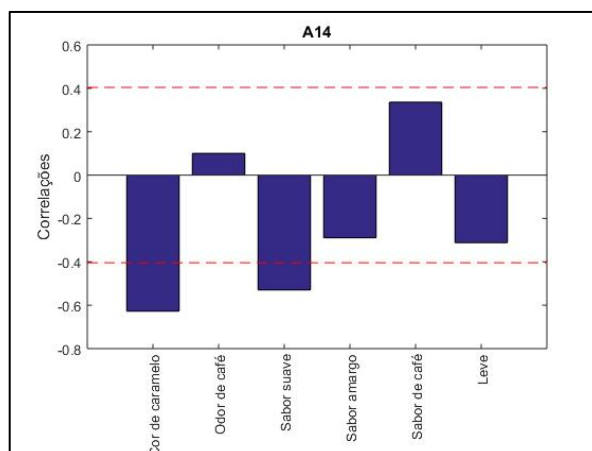
**Figura 12** - Correlações significativas ( $p < 0,05$ ) entre os escores da CD 3 e os valores dos atributos levantados pelos avaliadores A4, A7 e A14.

(continua)



**Figura 12** - Correlações significativas ( $p < 0,05$ ) entre os escores da CD 3 e os valores dos atributos levantados pelos avaliadores A4, A7 e A14.

(conclusão)



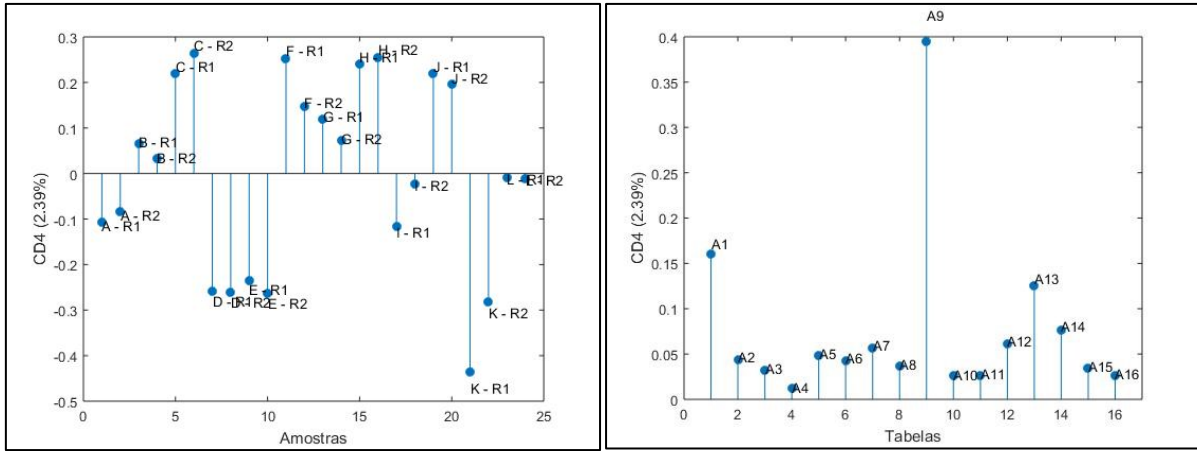
Fonte: Autoria própria.

O gráfico de escores das amostras na CD 3, conforme Figura 11 (a), e as correlações significativas dos avaliadores A4, A7 e A14, sugerem que as amostras situadas no quadrante negativo da CD 3 (em especial a G, de maior escore negativo), apresentam correlação com os atributos (Figura 12): cor de caramelo, sabor suave e textura leve ao paladar.

Ainda sobre a terceira dimensão comum (CD 3), no quadrante positivo (onde se destacou, principalmente, a amostra C), os avaliadores A4, A7 e A14 descreveram as amostras como apresentando sabor característico da bebida de café e amargo, (Figura 12).

A quarta dimensão comum (CD 4) representou 2,39% da variância total dos dados. Na Figura 13 (a) é demonstrado os escores das amostras na CD 4, onde (no quadrante positivo) se destacaram as amostras C, F, H e J e, no quadrante negativo, as amostras K, D e E. Conforme a Figura 13 (b), a CD 4 é explicada principalmente pelos avaliadores A1, A9 e A 13, que apresentaram maior saliência para tal dimensão: 0,1601, 0,3950 e 0,1251, respectivamente (Tabela 8).

**Figura 13** - Gráfico de escores das amostras na CD 4 (a) e gráfico de saliência dos avaliadores na CD 4 (b).



(a)

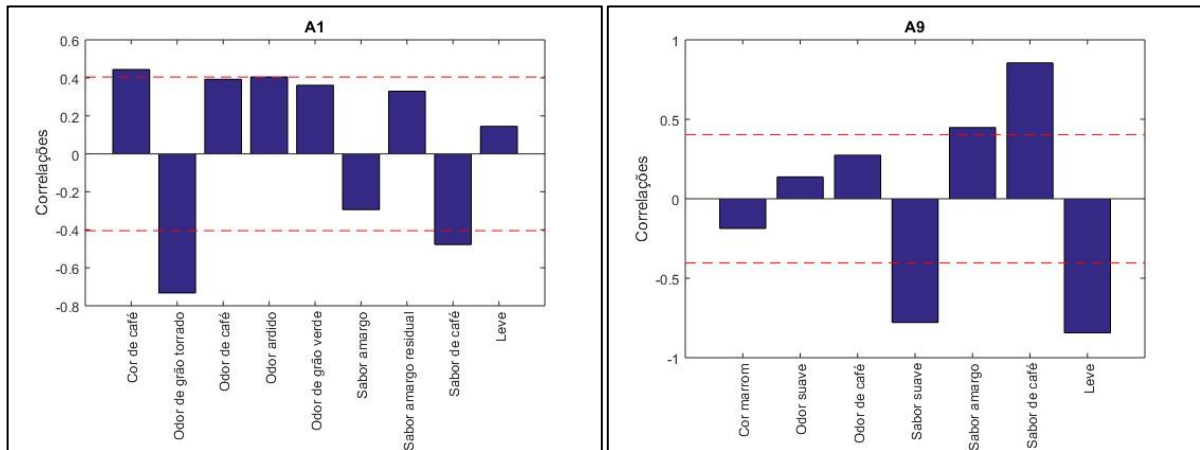
(b)

Fonte: Autoria própria.

As correlações significativas entre os escores da CD 4 e os valores dos atributos levantados pelos avaliadores A1, A9 e A13, são apresentadas na Figura 14.

**Figura 14** - Correlações significativas ( $p < 0,05$ ) entre os escores da CD 4 e os valores dos atributos levantados pelos avaliadores A4, A7 e A14.

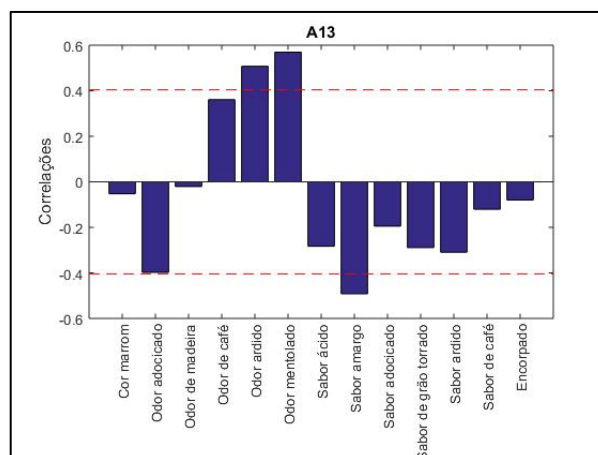
(continua)





**Figura 14** - Correlações significativas ( $p < 0,05$ ) entre os escores da CD 4 e os valores dos atributos levantados pelos avaliadores A4, A7 e A14.

(conclusão)



Fonte: Autoria própria.

De acordo com o gráfico de correlação dos avaliadores A1, A9 e A13 (Figura 14), as amostras que se situam no quadrante positivo da CD 4, conforme Figura 13 (a), possuem correlação com os atributos cor e sabor característico da bebida de café, odor ardido (rançoso), odor mentolado e sabor amargo.

Estes mesmos avaliadores caracterizaram as amostras situadas no quadrante negativo da CD 4, conforme Figura 13 (a), com os seguintes atributos: odor de grão torrado, odor adocicado, sabor característico da bebida de café, sabor amargo e leveza no paladar e, em menor intensidade, sabor ácido e ardido (rançoso). Os demais atributos não apresentaram significância.

Após análise dos resultados obtidos no teste Perfil Livre e levando em consideração os dados da CD1 (responsável por 76,64% da variância total dos dados) bem como os atributos de maior relevância, foi possível separar as 12 amostras em dois grupos distintos (Grupo 1 e Grupo 2) como mostra a Tabela 9. As amostras do Grupo 1 estão localizadas no quadrante negativo do gráfico de escores das amostras na CD1 e as do Grupo 2 localizadas no quadrante positivo (Figura 7a).

**Tabela 9** - Caracterização das 12 amostras de bebida de café após análise das quatro dimensões comuns.

(continua)

Grupos	Amostras	Atributos
Grupo 1	A, C, H, I e L	Translúcido, cor (de chá e caramelo), odor adocicado, sabor suave, leveza ao paladar.

**Tabela 9** - Caracterização das 12 amostras de bebida de café após análise das quatro dimensões comuns.

(conclusão)

Grupos	Amostras	Atributos
Grupo 2	B, D, E, F, G, J e K	Cor, odor e sabor característicos da bebida de café, odor e sabor de grão torrado, odor amadeirado, sabor amargo, amargo residual e adstringente.

Fonte: Autoria própria.

As amostras do Grupo 1, de acordo com os dados obtidos na avaliação de cor (Tabela 4), estão entre as amostras mais claras, sendo essa uma das justificativas para a cor de chá e caramelo citadas pelos avaliadores. A cor também pode ser explicada pelas baixas concentrações de melanoidinas encontradas para essas amostras (Tabela 5).

Tais amostras possivelmente são provenientes de café arábica e, conseqüentemente, possuem qualidade superior, menor teor de cafeína e melanoidinas e maiores concentrações de trigonelina, ácidos clorogênicos e sacarose, além de maior pH e acidez titulável (Tabelas 5 e 6).

Os atributos utilizados para descrever as amostras Grupo 2, podem ser justificados pelos dados obtidos através das análises físico-químicas. A avaliação de cor sugere que essas amostras possuem coloração mais intensa (Tabelas 4 e 5). O amargor pode ser justificado devido aos teores de cafeína encontrado para essas amostras (Tabela 6).

Supõe-se que as amostras do Grupo 2 sejam provenientes de café robusta, uma vez que apresentam sabor mais intenso, maior teor de cafeína e melanoidinas, menores concentrações de trigonelina e ácidos clorogênicos e menor acidez (Tabelas 5 e 6).

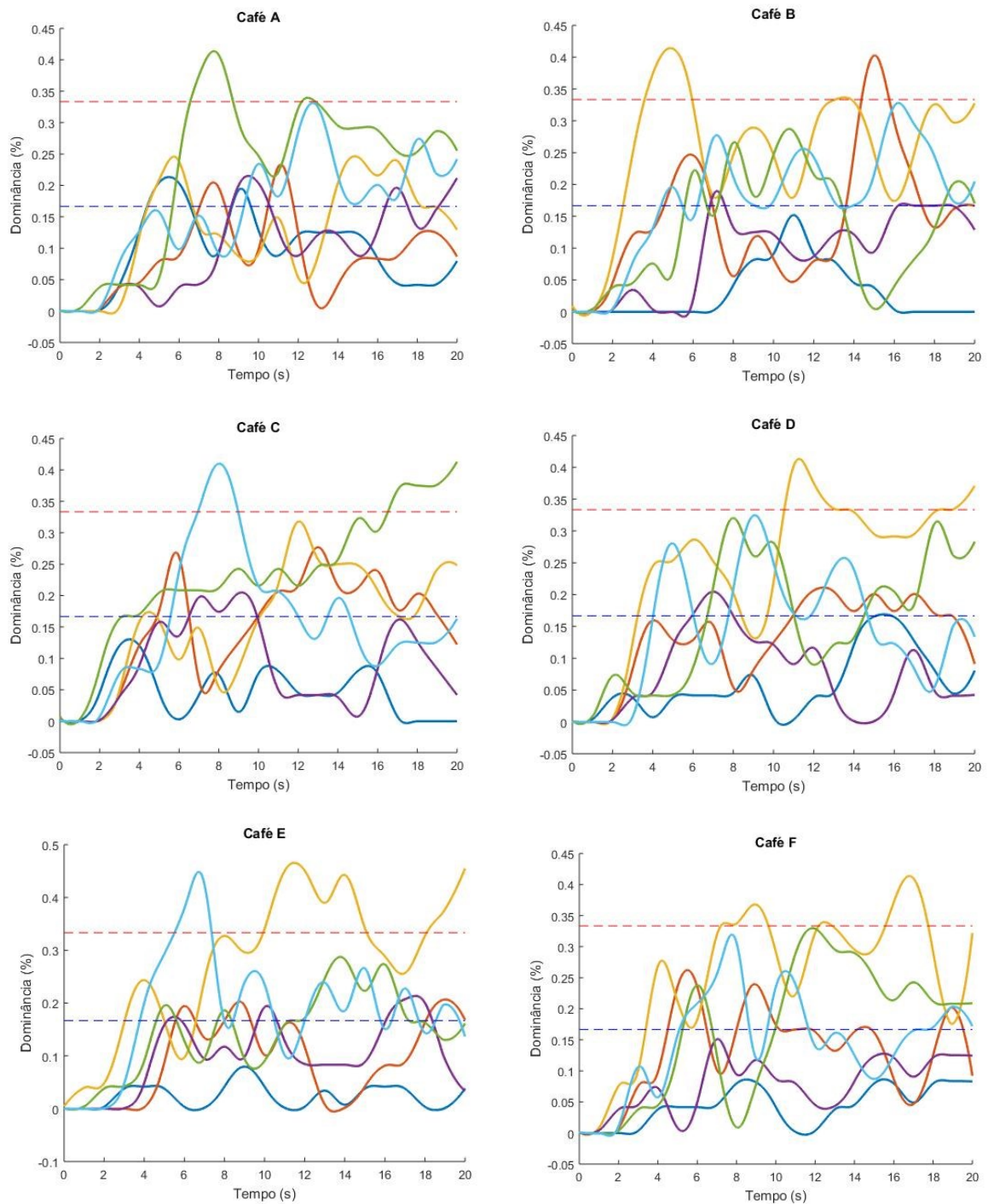
Em estudo prévio, onde avaliou-se as mesmas 12 amostras de bebida de café por meio do Perfil Descritivo Quantitativo, Makimori (2018) concluiu que, de acordo com os avaliadores, as amostras A, C, H e L apresentaram alta intensidade dos atributos odor fresco, odor verde, odor de fumaça e sabor ácido, já as amostras G, K, E, D, F, I, J e B foram descritas com os atributos sabor adstringente, corpo da bebida, odor de torrado, sabor amargo e cor marrom mais intensos, sendo a adstringência e o sabor amargo características comuns de bebidas proveniente de café robusta.

### 5.3.2 Dominância Temporal de Sensações

As curvas de taxa de dominância dos atributos obtidas para as 12 amostras de bebida de café, são apresentadas na Figura 15.

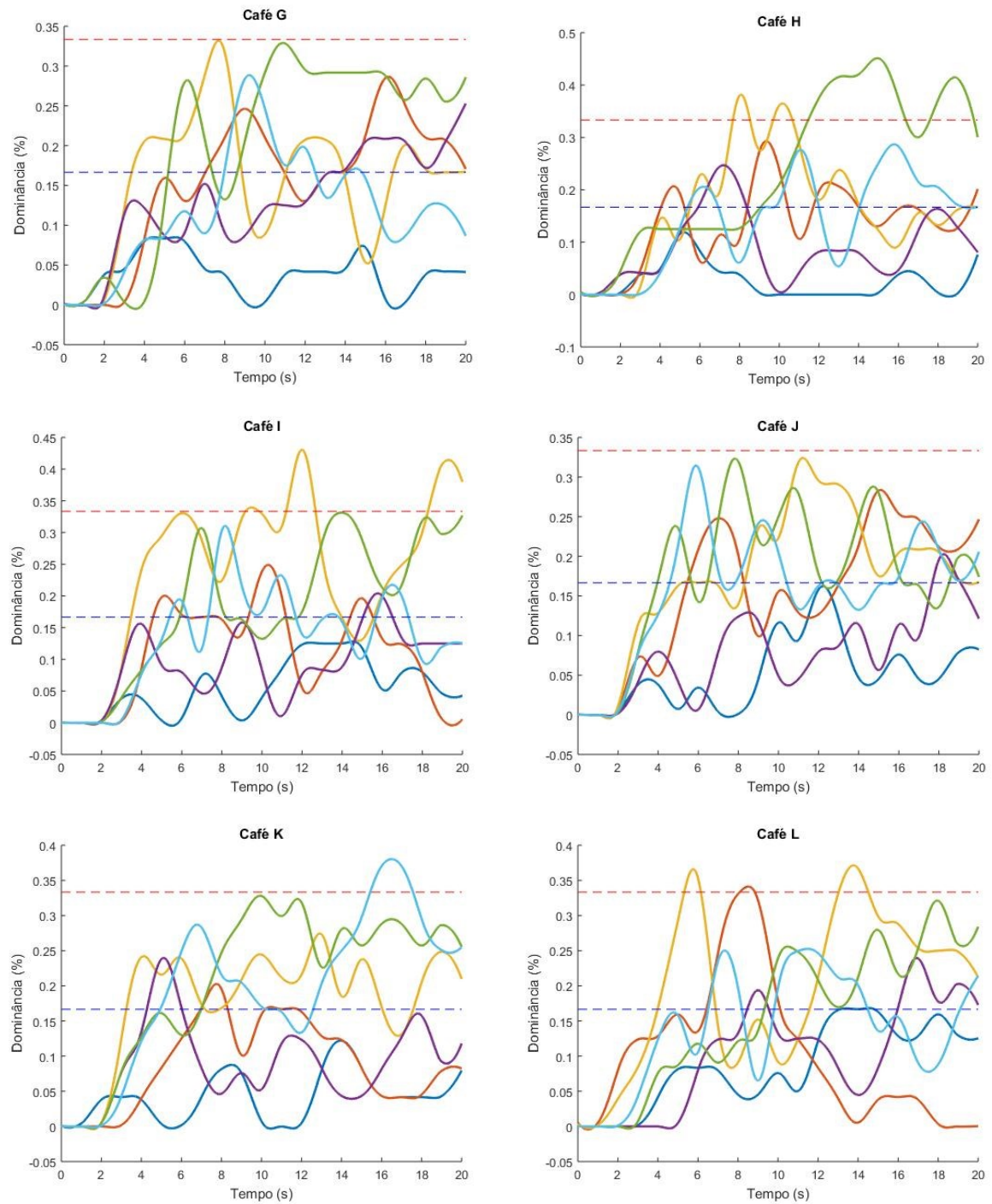
**Figura 15** - Curvas de taxa de dominância (%) dos atributos\* em função do tempo para as 12 amostras de café torrado e moído.

(continua)



**Figura 15** - Curvas de taxa de dominância (%) dos atributos\* em função do tempo para as 12 amostras de café torrado e moído.

(conclusão)



\* **Ácido, Adstringente, Amargo, Doce, Sabor de café, Torrado.**

\*\* **-----** Limiar (alfa = 0,05); **-----** Acaso.

Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 10, estão descritos os parâmetros ( $V_{max}$ ,  $T_{max}$ ,  $D_{max}$ , AUC e AAS) obtidos a partir das curvas de taxa de dominância geradas para cada atributo das 12 amostras.

**Tabela 10** - Parâmetros das curvas de dominância\* para cada atributo das 12 amostras de bebida café.  
(continua)

Parâmetro	Amostra	Ácido	Adstringente	Amargo	Doce	Sabor de café	Torrado
$V_{max}$	A	0,23	0,22	0,25	0,21	0,41	0,33
	B	0,40	0,19	0,41	0,15	0,29	0,33
	C	0,28	0,20	0,32	0,13	0,41	0,41
	D	0,21	0,20	0,41	0,17	0,32	0,32
	E	0,21	0,21	0,46	0,07	0,29	0,45
	F	0,26	0,15	0,41	0,08	0,33	0,32
	G	0,29	0,25	0,33	0,08	0,33	0,29
	H	0,29	0,25	0,38	0,12	0,45	0,29
	I	0,25	0,20	0,43	0,13	0,33	0,31
	J	0,28	0,20	0,32	0,16	0,32	0,31
	K	0,20	0,24	0,27	0,12	0,33	0,38
	L	0,34	0,24	0,37	0,17	0,32	0,25
$T_{max}$	A	11,15	9,50	14,85	5,50	7,75	1,15
	B	15,05	7,20	4,85	11,00	10,80	16,20
	C	13,00	9,15	12,05	3,50	20,00	8,05
	D	12,50	7,00	11,25	15,50	8,00	9,05
	E	19,00	17,55	11,50	9,00	13,80	6,70
	F	5,50	7,05	16,80	15,50	11,85	7,75
	G	16,15	20,00	7,70	4,45	10,90	9,20
	H	9,35	7,20	8,10	5,20	14,95	15,80
	I	10,30	15,80	12,00	14,55	13,95	8,15
	J	15,10	18,25	11,20	12,20	7,85	5,90
	K	7,75	5,10	12,90	13,95	9,95	16,50
	L	8,50	16,90	13,75	14,55	17,95	11,50
$D_{max}$	A	0,65	1,20	1,40	1,45	1,40	1,15
	B	0,95	0,60	1,65	0,70	1,25	1,30
	C	1,00	1,25	1,00	1,10	2,90	1,35
	D	1,90	1,30	1,25	1,95	1,00	1,05
	E	1,35	1,65	1,75	0,80	1,20	0,85
	F	0,90	0,60	1,40	1,10	1,80	0,75
	G	1,30	0,50	1,00	2,20	1,85	1,10

**Tabela 10** - Parâmetros das curvas de dominância\* para cada atributo das 12 amostras de bebida café.  
(conclusão)

Parâmetro	Amostra	Ácido	Adstringente	Amargo	Doce	Sabor de café	Torrado
D <sub>max</sub>	H	0,85	1,20	0,70	0,70	3,05	1,25
	I	0,90	0,95	0,85	3,30	1,70	0,70
	J	1,40	0,90	1,50	0,85	0,95	0,80
	K	0,90	0,85	0,85	1,05	3,20	1,90
	L	1,55	0,95	1,45	2,85	1,15	2,20
AUC	A	1,75	1,97	2,61	1,95	4,42	3,24
	B	2,91	1,85	4,99	0,62	2,63	3,55
	C	3,02	1,81	3,12	0,91	4,62	1,16
	D	2,63	1,52	4,89	1,16	3,18	2,94
	E	1,84	2,02	5,51	0,47	2,87	3,74
	F	2,64	1,56	5,01	0,87	3,27	2,96
	G	3,08	2,58	3,12	0,77	4,01	2,42
	H	2,68	1,80	3,33	0,49	4,74	2,79
	I	2,17	1,85	4,78	1,10	3,66	2,69
	J	3,12	1,57	3,54	1,04	3,59	3,18
	K	1,79	1,80	3,61	0,83	4,17	3,91
	L	2,08	2,00	3,90	1,73	3,18	2,77
AAS	A	0	0	0	0	0,12	0
	B	0,06	0	0,13	0	0	0
	C	0	0	0	0	0,15	0,09
	D	0	0	0,12	0	0	0
	E	0	0	0,54	0	0	0,12
	F	0	0	0,16	0	0	0
	G	0	0	0	0	0	0
	H	0	0	0,05	0	0,48	0
	I	0	0	0,22	0	0	0
	J	0	0	0	0	0	0
	K	0	0	0	0	0	0,07
	L	0,004	0	0,08	0	0	0

\* V<sub>max</sub>: valor máximo para taxa de dominância; T<sub>max</sub>: tempo para atingir o V<sub>max</sub> desde o início da prova; D<sub>max</sub>: período de duração da dominância; AUC: área abaixo da curva; AAS: área da curva acima da significância de 95%.

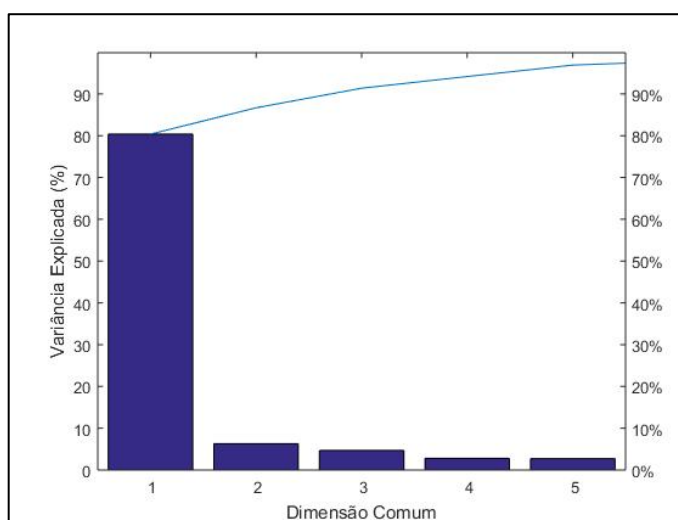
Fonte: Autoria própria.

Albert et al. (2012), Bruzzone, Ares e Giménez (2013) e Meillon, Urbano e Schlich (2009) relataram em seus estudos a possibilidade de avaliar a diferença na

dinâmica da percepção entre dois tratamentos a partir de curvas de diferença, sendo estas obtidas por meio da diferença nos valores de taxa de dominância.

Cinco dimensões comuns (CD) foram suficientes para representar 96,9% da variância total dos dados, sendo a CD 1 e a CD 2 as de maior importância, representando 80,38% e 6,29%, respectivamente (Figura 16).

**Figura 16** – Variância explicada para as cinco dimensões comuns.



Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 11 estão apresentadas as saliências de cada um dos seis atributos utilizados para descrever as bebidas de café, ou seja, a importância de cada atributo para a construção de cada dimensão comum (CD).

**Tabela 11** – Saliências dos atributos para as cinco dimensões comuns.

Atributo	CD 1	CD 2	CD 3	CD 4	CD 5
Ácido	0,4689	0,0451	0,0936	0,0702	0,0467
Adstringente	0,0748	0,0357	0,3597	0,0748	0,0406
Amargo	0,0461	0,3941	0,0794	0,1263	0,0394
Doce	0,2082	0,1136	0,1503	0,1387	0,0770
Sabor de café	0,0370	0,2761	0,1278	0,2293	0,0707
Torrado	0,0704	0,0916	0,0678	0,0671	0,3324

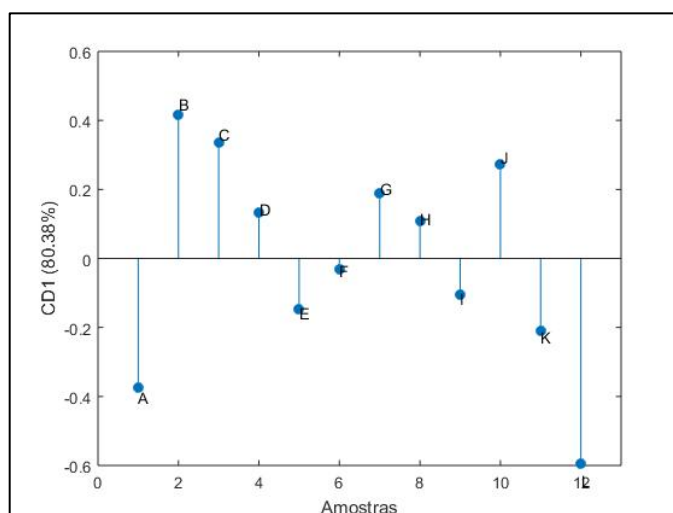
Fonte: Autoria própria.

A Figura 17 representa o escore de cada uma das amostras na CD 1, onde predominam os atributos ácido e doce com saliências de 0,4689 e 0,2082,



respectivamente (Tabela 11). As amostras B, C e J apresentam maior escore positivo em CD 1, enquanto que as amostras A e L apresentam maior escore negativo.

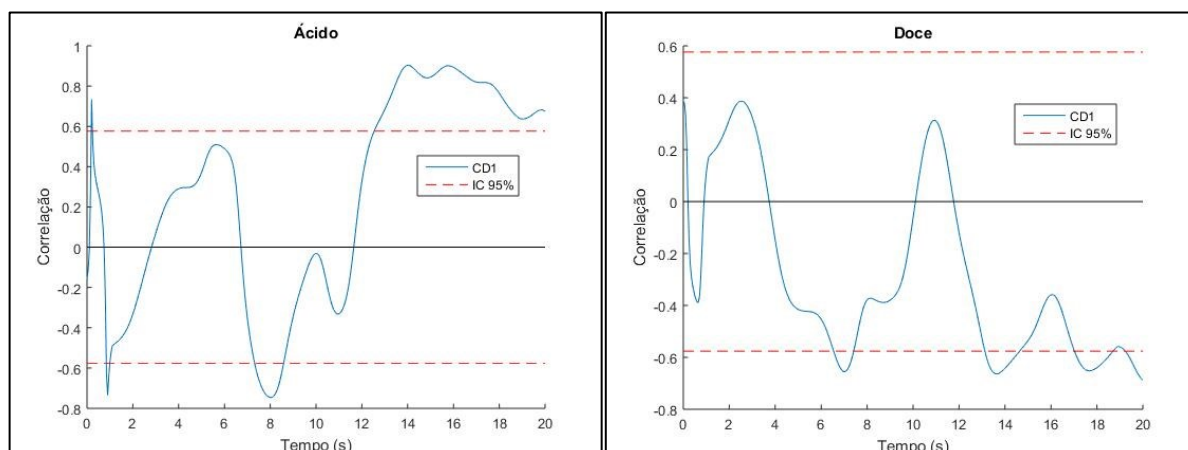
**Figura 17** – Gráfico de escore das amostras na CD 1.



Fonte: Autoria própria.

Os gráficos de correlação dos atributos ácido e doce (predominantes na CD 1) são demonstrados na Figura 18.

**Figura 18** – Gráficos de correlação dos atributos ácido e doce.



Fonte: Autoria própria.

De acordo com o gráfico de correlação (Figura 18), o atributo ácido apresenta um pico de correlação positiva que inicia em aproximadamente 15 s e, pode-se observar um pico de correlação negativa em aproximadamente 8 s.

As amostras B, C e J, que se destacaram no quadrante positivo da CD 1, e a amostra L (quadrante negativo), estão relacionadas ao atributo ácido. As curvas de



dominância das amostras B, C, J e L, mostram picos para esse atributo em aproximadamente 15 s, 13 s, 15 s e 8 s, respectivamente (Figura 15).

Os valores de tempo máximo ( $T_{max}$ ) confirmam os picos em 15,05 s, 13 s, 15,10 s e 8,50 s para as amostras B, C, J e L, respectivamente e explica os picos encontrados no gráfico de correlação do atributo ácido (Figura 18). As amostras B, C e J tem a acidez mais dominante no final da prova ( $T_{max}$  a partir de 13,50 s) com períodos de duração da dominância mais baixos ( $D_{max}$  entre 0,95 a 1,40s) enquanto que a amostra L apresenta o maior período de dominância do atributo ácido ( $D_{max} = 1,55$  s) (Tabela 10).

Quando comparado às demais amostras, as amostras B, C e J encontram-se entre as maiores áreas de curva para o atributo ácido, sendo a amostra J a de maior área ( $AUC = 3,12$ ). Os valores de área de curva para as amostras B, C e L são 2,91, 3,02 e 2,08, respectivamente. Na amostra B o  $V_{max}$  foi atingido aos 15,05 s, ou seja, neste tempo 40% dos avaliadores concordaram que o atributo ácido era dominante ( $V_{max} = 0,40$ ). B e L foram as únicas amostras com área acima da significância para o atributo ácido, sendo B a de maior AAS (0,06) (Tabela 10). Em seu estudo, Barbosa (2017) observou que a bebida de café proveniente de torra clara apresentou maior dominância ( $V_{max} = 0,45$ ) num tempo mais curto ( $T_{max} = 9,8$  s).

Observando o gráfico de correlação do atributo doce (Figura 18) nota-se dois picos principais de correlação negativa, em 7 e 14 s e, dois picos de correlação positiva em aproximadamente 3,50 e 10 s.

As amostras A e L, que apresentaram maior escore negativo na CD 1 (Figura 17), estão correlacionadas ao atributo doce. De acordo com as curvas de dominância dessas amostras, observa-se picos em aproximadamente 7 e 14 s para as amostras A e L, respectivamente e, as amostras C e J apresentam picos em aproximadamente 3 e 12 s (Figura 15).

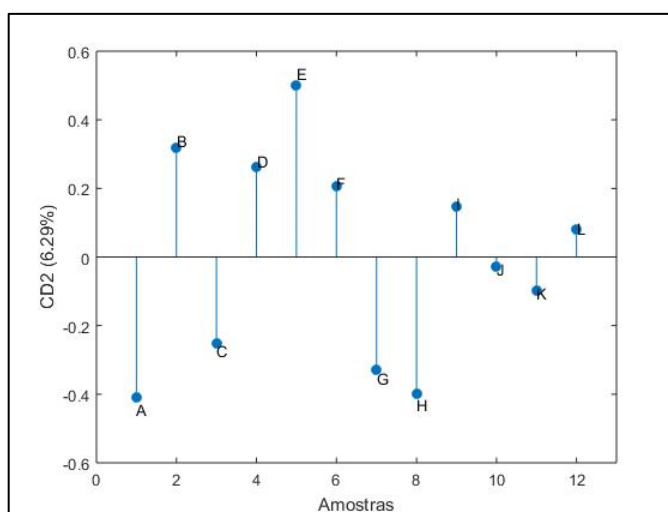
Analisando os parâmetros (Tabela 10) para as amostras A, C, J e L, pode-se explicar os picos encontrados no gráfico de correlação do atributo doce (Figura 18), uma vez que os valores de  $T_{max}$  para as quatro amostras foram de 5,50 s, 3,50 s, 12,20 s e 14,55 s, respectivamente. A amostra L, dentre as quatro amostras, foi a de maior período de duração da dominância para o atributo doce ( $D_{max} = 2,85$  s) seguida das amostras A, C e J, 1,45, 1,10 e 0,85 s, respectivamente.

Comparando as 12 amostras de bebida de café, a amostra A apresentou a maior área abaixo da curva para o atributo doce ( $AUC = 1,95$ ), seguida da amostra L.

Os resultados encontrados para valor máximo para taxa de dominância das amostras A, C, J e L, com relação ao atributo doce, foram 0,21, 0,13, 0,16 e 0,17, respectivamente, sendo a amostra A, a de maior  $V_{max}$ , ou seja, aos 5,50 s 21% dos avaliadores perceberam o atributo doce como dominante para a amostra A. Nenhuma das amostras apresentou área acima da significância para o atributo doce (Tabela 10).

O gráfico de escores da CD 2 é demonstrado na Figura 19. As amostras que se destacaram no quadrante positivo da CD 2 foram B, D, E e F, e no quadrante negativo, as amostras predominantes foram A, C, G e H.

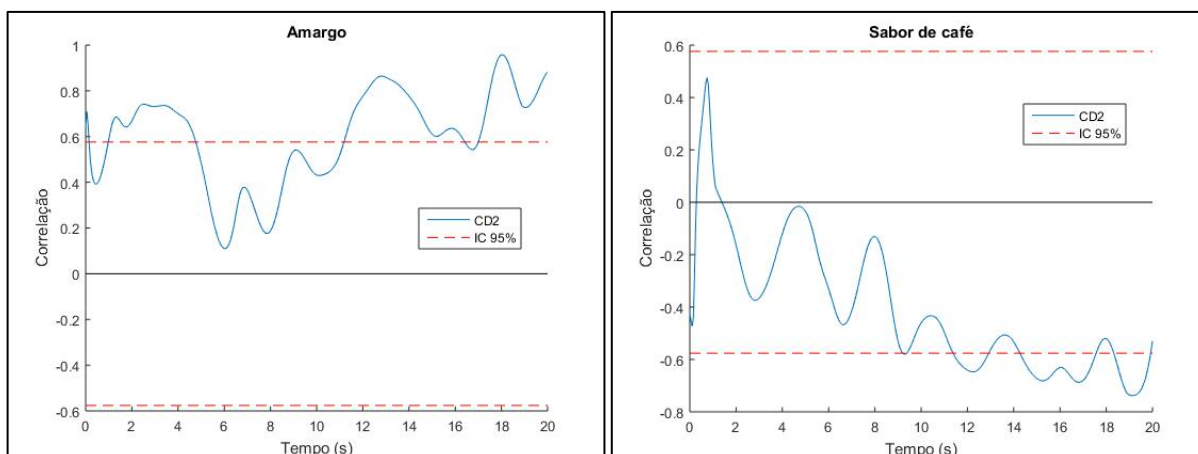
**Figura 19** - Gráfico de escores das amostras na CD 2.



Fonte: Autoria própria.

Os atributos que predominaram na segunda dimensão comum foram amargo e sabor de café, com valores de saliências de 0,3941 e 0,2761, respectivamente (Tabela 11). A Figura 20 representa os gráficos de correlação dos atributos amargo e sabor de café, predominantes na segunda dimensão comum (CD 2).

**Figura 20** - Gráficos de correlação dos atributos amargo e sabor de café.



Fonte: Autoria própria.

O gráfico de correlação do atributo amargo (Figura 20) apresenta três picos relevantes de correlação positiva com os escores da CD 2, sendo os picos em aproximadamente 3, 13 e 18 s. As amostras B, D, E e F, que se destacaram no quadrante positivo da CD 2, estão relacionadas ao atributo amargo.

De acordo com as curvas de dominância dessas amostras (Figura 15), os picos do atributo amargo encontram-se em aproximadamente 4 s na amostra B, 11 s nas amostras D e E e, 17 s na amostra F.

O  $T_{\max}$  encontrado para as amostras B, D, E e F, confirmam os picos encontrados nas curvas de dominância (Figura 15) e no gráfico de correlação do atributo amargo na CD 2 (Figura 20). Os valores de tempo máximo ( $T_{\max}$ ) foram 4,85 s, 11,25 s, 11,50 s e 16,80 s, respectivamente. A amostra B apresenta maior amargor no início da prova ( $T_{\max} = 4,58$  s), já as outras três amostras têm maior dominância desse atributo do meio para fim da prova ( $T_{\max}$  a partir de 11,25 s). Charles et al. (2015), avaliando bebidas de café arábica tipo expresso, relataram maior dominância do atributo amargo a partir dos 3 s iniciais ( $T_{\max}$  3 a 9 s). Barbosa (2017), avaliando bebida de café arábica de diferentes graus de torra, reportou que seus avaliadores relataram o sabor amargo logo no início da prova ( $T_{\max}$  6,4 a 9,8 s).

As amostras B e E apresentam os maiores tempos de permanência para o atributo amargo, sendo a amostra E a de maior  $D_{\max}$  (1,75 s) (Tabela 10). Com relação a área abaixo da curva (AUC), as amostras B, D, E, F e I apresentam as maiores áreas: 4,99, 4,89, 5,51, 5,01 e 4,78, respectivamente. Essas mesmas amostras também possuem os maiores valores de dominância máxima para o atributo amargo ( $V_{\max}$  entre 0,41 e 0,46). Para a amostra E o  $V_{\max}$  foi atingido aos 11,50 s, ou seja,

neste tempo 46% dos avaliadores concordaram que o atributo era dominante ( $V_{\max} = 0,46$ ), para a amostra I, aos 12 s de prova, 43 % dos avaliadores perceberam este atributo como dominante ( $V_{\max} = 0,43$ ) (Tabela 10).

As amostras B, D, E, F, H, I e L apresentaram área acima da significância (AAS). A amostra E foi a que apresentou maior AAS (0,54) para o atributo amargo e, conseqüentemente, apresentou o maior período de duração da dominância ( $D_{\max} = 1,75$  s) e maior valor máximo para taxa de dominância ( $V_{\max} = 0,46$ ) (Tabela 10).

De acordo com o gráfico de correlação do atributo sabor de café (Figura 20) nota-se dois picos principais de correlação negativa com os escores da CD 2 em aproximadamente 5, 8, 10 e 14 s. As amostras A, C, G e H, que se destacaram no quadrante negativo da CD 2, estão relacionadas ao atributo sabor de café.

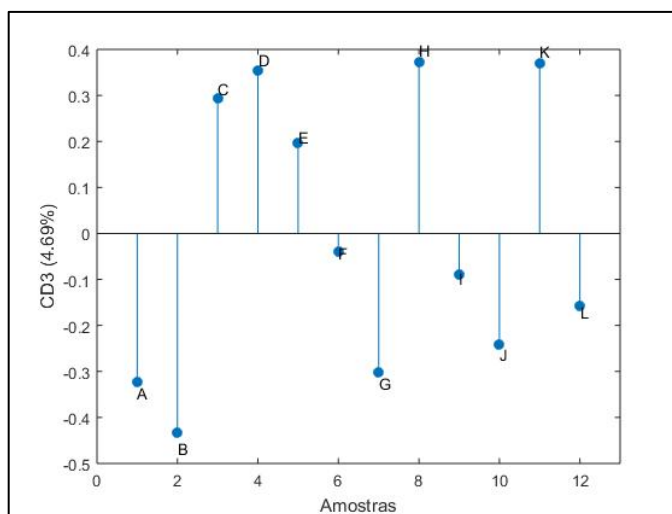
As curvas de dominância, demonstradas na Figura 15, sugerem picos para o atributo sabor de café em aproximadamente 8, 18, 11 e 15 s para as amostras A, C, G e H.

Analisando os parâmetros das curvas de dominância (Tabela 10), os valores encontrados para tempo máximo ( $T_{\max}$ ) das amostras A, C, G e H foram de 7,75 s, 20 s, 10,90 s e 14,95 s, respectivamente. Os valores de  $T_{\max}$  das amostras A e H confirmam os picos encontrados no gráfico de correlação do atributo sabor de café na segunda dimensão comum (Figura 20). O sabor de café nas amostras C e H é predominante no final da prova e ambas apresentam maior período de dominância, comparado as demais amostras ( $D_{\max}$  2,90 e 3,05 s, respectivamente).

Com relação ao valor de dominância máxima para o atributo sabor de café ( $V_{\max}$ ), as amostras A e C apresentaram  $V_{\max}$  igual a 0,41, amostra G 0,33 e a amostra H 0,45, sendo este o maior valor para  $V_{\max}$  dentre as 12 amostras da bebida de café, ou seja, para a amostra H, aos 14,95 s, 45% dos avaliadores reconheceram o atributo sabor de café como dominante.

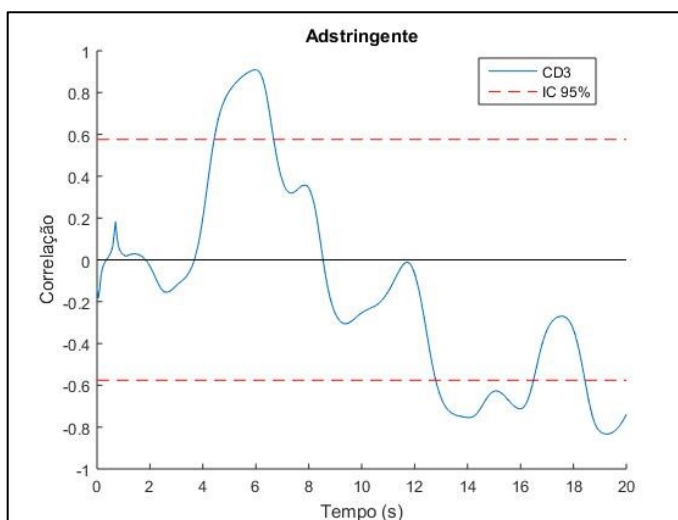
As amostras A, C e H foram as de maior área abaixo da curva para o atributo sabor de café, com valores de AUC 4,42, 4,62 e 4,74, nesta ordem. As três amostras apresentaram área acima da significância. Porém, a amostra H, que apresentou maiores valores para os parâmetros  $V_{\max}$ ,  $D_{\max}$  e AUC, conseqüentemente foi a de maior AAS (0,48) para o atributo em questão.

A Figura 21 representa o gráfico de escores da CD 3, onde se destacaram as amostras C, D, H e K (quadrante positivo) e, no quadrante negativo, destacaram-se as A, B e G.

**Figura 21** - Gráfico de escore das amostras na CD 3.

Fonte: Autoria própria.

O atributo de maior saliência (0,3597) na terceira dimensão comum foi o atributo adstringente (Tabela 11). O gráfico de correlação do atributo adstringente é demonstrado na Figura 22.

**Figura 22** - Gráfico de correlação do atributo adstringente.

Fonte: Autoria própria.

O gráfico de correlação do atributo adstringente (Figura 22) mostra um pico de correlação positiva com os escores da CD 3 que se inicia em aproximadamente 5 s. De acordo com as curvas de dominância das amostras C, D, H e K (predominantes no quadrante positivo da CD 3), nota-se picos para o atributo adstringente em aproximadamente 8 s na amostra C, 7 s nas amostras D e H e, aproximadamente, 4 s na amostra K (Figura 15).

Os valores de tempo máximo ( $T_{\max}$ ) encontrados para as amostras C, D, H e K, confirmam os picos encontrados no gráfico de correlação do atributo adstringente (Figura 22) e nas curvas de dominância (Figura 15). Os valores de  $T_{\max}$  foram 9,15 s, 7,00 s, 7,20 s e 5,10 s, respectivamente. Dentre as 12 amostras, as amostras C e D apresentaram os maiores períodos de duração da dominância ( $D_{\max}$  1,25 e 1,30 s, nesta ordem) (Tabela 10).

As amostras H e K estão entre os maiores valores de  $V_{\max}$  para o atributo adstringência, ou seja, para a amostra H, aos 7,20 s, 25% dos avaliadores concordaram que neste tempo o atributo adstringente era dominante ( $V_{\max} = 0,25$ ), para a amostra K, no tempo 5,10 s, 24% dos avaliadores perceberam este atributo como dominante ( $V_{\max} = 0,24$ ). Analisando a área abaixo da curva das amostras C, D, H e K, nota-se que dentre essas, a amostra C foi a de maior AUC (1,81), seguida das amostras H e K (1,80) e a amostra D (1,52). Nenhuma amostra apresentou área acima da significância para o atributo adstringente, porém dentre as amostras C, D, H e K, a amostra D foi de maior período de duração da dominância do atributo adstringente ( $D_{\max}$  1,30 s) (Tabela 10).

O gráfico de correlação do atributo adstringente (Figura 22) aponta dois picos principais de correlação negativa: em aproximadamente 14 e 19 s. As curvas de dominância das amostras A, B e G (predominantes no quadrante negativo da CD 3) mostram picos do atributo adstringente em aproximadamente 9 s, 7 s e 19 s, nessa ordem (Figura 15).

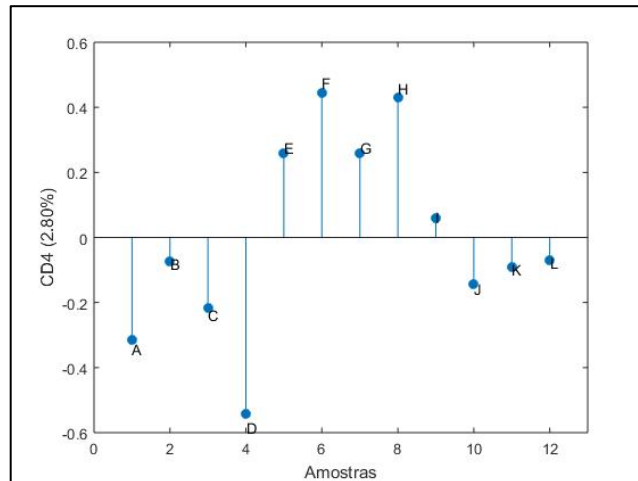
Analisando os parâmetros das amostras A, B e G (Tabela 10), pode-se explicar os picos negativos encontrados no gráfico de correlação do atributo adstringente para a CD 3 (Figura 22). O  $T_{\max}$  para essas amostras foi de 9,50 s, 7,20 s e 20 s, respectivamente. Nota-se que na amostra G o atributo é mais percebido no final da prova, aos 20 s. Dentre as três amostras, a amostra A foi a que apresentou maior período de duração da dominância, com um  $D_{\max}$  de 1,20 s, seguida das amostras B ( $D_{\max} = 0,60$  s) e G ( $D_{\max} = 0,50$  s).

O baixo valor no período de duração da dominância ( $D_{\max}$ ) da amostra G pode ser explicado pelo fato de o atributo ter tido maior percepção no segundo final de prova, uma vez que essa amostra apresentou a maior área abaixo da curva pra o atributo em questão (AUC = 2,58). A amostra G também apresentou o maior valor de dominância máxima, ou seja, 25% dos avaliadores concordaram que o

adstringente era dominante nesta amostra aos 20 s de prova ( $V_{\max} = 0,25$ ), sendo esta uma das amostras de maior dominância para o atributo adstringente.

O gráfico de escores da CD 4 é apresentado na Figura 23. No quadrante positivo, as amostras de maior relevância foram F e H e no quadrante negativo se destacaram as amostras A, C e D.

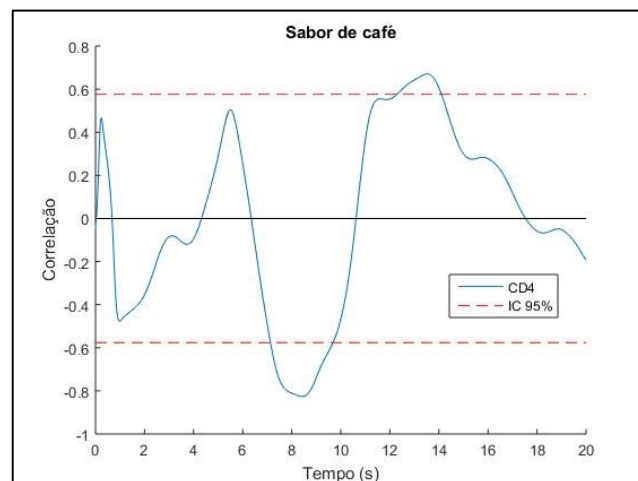
**Figura 23** - Gráfico de escore das amostras na CD 4.



Fonte: Autoria própria.

A quarta dimensão comum (CD 4) tem maior predominância do atributo sabor de café, cuja saliência é igual a 0,2293 (Tabela 11). O gráfico de correlação do atributo sabor de café da CD 4 é apresentado na Figura 24.

**Figura 24** - Gráfico de correlação do atributo sabor de café.



Fonte: Autoria própria.

Pode-se observar um pico de correlação positiva que se inicia em aproximadamente 13 s para o atributo sabor de café (Figura 24). As amostras F e H que apresentaram maiores escores positivos na CD 4, estão relacionadas a esse atributo. As curvas de dominância das amostras F e H sugerem picos para o atributo sabor de café em aproximadamente 11 e 15 s, respectivamente (Figura 15).

Os valores de tempo máximo ( $T_{max}$ ) das amostras F e H confirmam o pico do gráfico de correlação do atributo sabor de café (Figura 24), que se inicia em aproximadamente 12 s. O  $T_{max}$  das amostras foi de 11,85 s e 14,95, na devida ordem, sendo o atributo sabor de café relevante no final da prova em ambas as amostras. Em seu estudo, Barbosa (2017), relatou que o tempo para a percepção do atributo sabor de café como dominante aumenta com o aumento do grau de torra das bebidas de café.

O período de dominância máxima da amostra H está entre os maiores valores desse parâmetro para as 12 amostras ( $D_{max} = 3,05$  s) e, para a amostra F,  $D_{max}$  foi igual 1,80 s (Tabela 10). Esta, está entre as três amostras com área acima da significância para o atributo sabor de café, sendo essa a de maior AAS (0,48) e, conseqüentemente, dentre as 12 amostras, apresentou a maior área abaixo da curva ( $AUC = 4,74$ ) e o maior valor de dominância máxima, ou seja, aos 14,95 s, 45% dos avaliadores perceberam o atributo sabor de café como dominante nesta amostra ( $V_{max} = 0,45$ ).

No gráfico de correlação do atributo sabor de café (Figura 24) pode-se observar também um pico de correlação negativa em aproximadamente 8 s e um segundo pico que se inicia próximo de 20 s. As curvas de dominância das amostras A, C e D, para este atributo, mostram picos em aproximadamente 8 s para as amostras A e D, e 18 s para a amostras C (Figura 15).

O  $T_{max}$  (tempo máximo) das amostras A, C e D, comprova os picos no gráfico de correlação do atributo sabor de café (Figura 24) e nas respectivas curvas de dominância (Figura 15). Os valores encontrados para  $T_{max}$  nas devidas amostras foram de 7,75 s, 20 s e 8 s, respectivamente. A amostra C, dentre as três amostras de maior relevância no quadrante negativo da CD 4, foi a que apresentou maior período de duração da dominância ( $D_{max} = 2,90$  s) (Tabela 10).

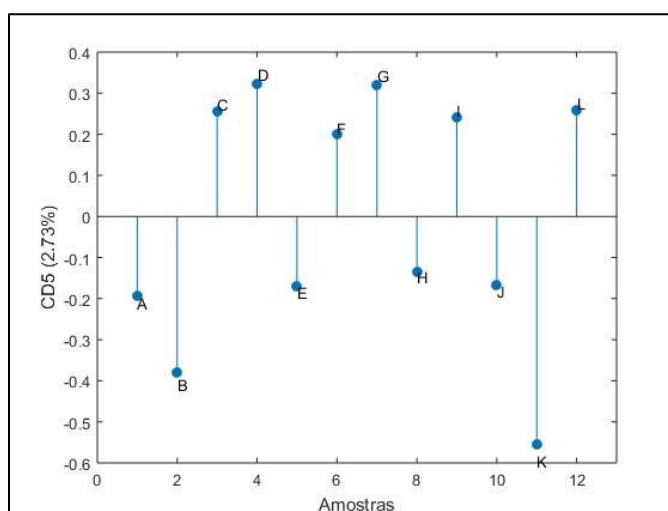
As amostras A e C estão entre os maiores valores para os parâmetros valor de dominância máxima ( $V_{max}$ ), ambas com  $V_{max} = 0,41$  (ou seja, aos 7,75 s e 20 s, para a amostras A e C, respectivamente, 41% dos avaliadores concordaram que o



atributo sabor de café era dominante nestas amostras) e, área abaixo da curva (AUC), onde os valores foram 4,42 e 4,62, na ordem apresentada. Ambas as amostras apresentaram área acima da significância: AAS = 0,12 e 0,15 para A e C, respectivamente, estando entre as três amostras mais relevantes para o atributo sabor de café.

O gráfico de escore da quinta dimensão comum (CD 5) é demonstrado na Figura 25. As amostras de maior relevância em escore positivo da CD 5 foram C, D, G e L, enquanto que em escore negativo foram as amostras B e K.

**Figura 25** - Gráfico de escore das amostras na CD 5.

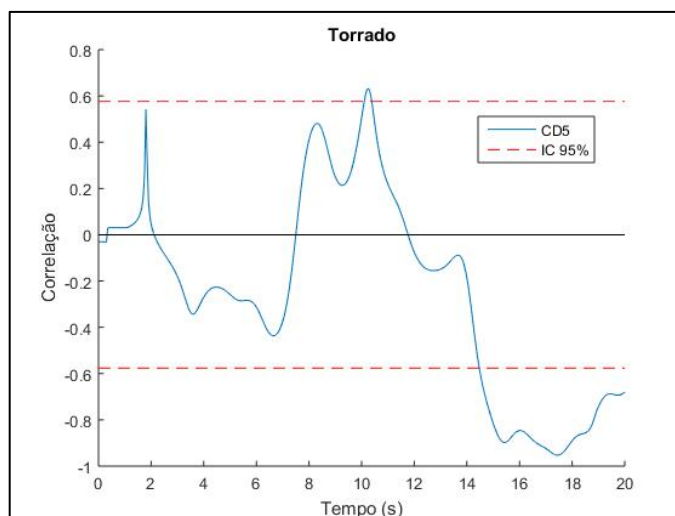


Fonte: Autoria própria.

Na CD 5, o atributo torrado foi o de maior saliência (0,3324), sendo este o atributo de maior importância para tal dimensão. O gráfico de correlação do atributo torrado é representado na Figura 26.

O gráfico de correlação do atributo torrado (Figura 26) apresenta dois picos principais em *loading* positivo: aproximadamente 8 s e 11s. As amostras C, D, G e L (de maior importância em escore positivo da CD 5) estão relacionadas com o atributo torrado. As curvas de dominância das amostras C, D, G e L apresentam picos em aproximadamente 11 s para a amostra C, 9 s para D e G e, 11 s para L (Figura 15).

**Figura 26** - Gráfico de correlação do atributo torrado.



Fonte: Autoria própria.

De acordo com os parâmetros das curvas de dominância (Tabela 10), os picos do gráfico de correlação do atributo torrado (Figura 26) são condizentes com os picos presentes nas curvas de dominância das amostras C, D, G e L (Figura 15). Os valores de  $T_{\max}$  das amostras foram: 8,05 s, 9,05 s, 9,20 s e 11,50 s, respeitando a devida ordem. A amostra L, que teve seu pico em 11,50 s foi a que apresentou maior período de duração da dominância ( $D_{\max} = 2,20$ ) dentre as 12 amostras de bebida de café.

Os valores de dominância máxima ( $V_{\max}$ ) encontrados foram de 0,41, 0,32, 0,29 e 0,25 para as amostras C, D, G e L, respectivamente. Para a amostras C, de maior  $V_{\max}$ , 41 % dos avaliadores perceberam o atributo torrado como dominante aos 8,05 s de prova ( $V_{\max} = 0,41$ ). As amostras apresentaram valores de área abaixo da curva (AUC) entre 1,16 e 2,94, sendo as amostras C e D responsáveis pelo menor e maior valor, na devida ordem.

Dentre as quatro amostras, a bebida de café C (que apresentou maior  $V_{\max}$ ) foi a única que obteve área acima da significância (AAS = 0,09), sendo esta a bebida mais importante para o atributo torrado em escore positivo da quinta dimensão comum.

Os principais picos do gráfico de correlação do atributo torrado (em *loading* negativo) ocorrem em aproximadamente 6 e 17 s (Figura 26). Ainda em *loading* negativo, as bebidas que apresentaram maior escore negativo e possuem correlação com o atributo torrado são: B e K (Figura 25). Na Figura 15 foram apresentadas as curvas de dominância dessas amostras, onde pode-se observar picos para o atributo torrado em aproximadamente 17 s para as bebidas B e K.

O  $T_{\max}$  (tempo máximo) encontrado para as amostras B e K condiz com os picos encontrados em *loading* negativo do gráfico de correlação do atributo torrado (Figura 26). O atributo torrado, nas bebidas de café B e K, foi percebido próximo ao fim da prova ( $T_{\max} = 16,20$  s e  $16,50$ , respectivamente). Barbosa (2017) em seu estudo avaliando bebidas de café arábica de diferentes graus de torra, relatou em seu estudo que o atributo torrado foi percebido como dominante pelos avaliadores ao final da prova ( $T_{\max} =$  de 15 a 20 s).

Dentre as duas amostras, a que apresentou maior período de duração da dominância ( $D_{\max}$ ) foi a amostra K ( $D_{\max} = 1,90$  s). Entre as 12 amostras avaliadas, a amostra E obteve o maior valor de taxa de dominância máxima para o atributo torrado ( $V_{\max} = 0,45$ ), ou seja, 45% dos avaliadores concordaram que aos 6,70 s de prova o atributo torrado era dominante nesta amostra. Barbosa (2017) observou maior valor de taxa de dominância máxima conforme o aumento do grau de torra dos cafés por ela avaliados.

As maiores áreas abaixo da curva foram para as amostras B, E e K com AUC de 3,55, 3,74 e 3,91, respectivamente. Destas três amostras, apenas a bebida B não apresentou área acima da significância (AAS). Os valores de AAS das amostras E e K foram de 0,12 e 0,07, na devida ordem. Portanto, a amostra E (que apresentou maiores valores de  $V_{\max}$  e AAS) foi a mais relevante com relação ao atributo torrado dentre as amostras em escore negativo da CD 5.

De acordo com os resultados obtidos no teste TDS, as amostras B e L foram as que apresentaram maior dominância para o atributo ácido, uma vez que ambas as amostras foram as únicas a apresentarem área acima da significância para o atributo em questão, sendo a amostra B a de maior AAS.

As amostras C, D, H e K apresentaram maior correlação com atributo adstringente, sendo a amostra D a de maior importância dentre essas. Bebidas provindas de café robusta tendem a apresentar maior adstringência. As análises físico-químicas sugerem que a amostra D seja oriunda de café robusta, uma vez que essa apresenta baixa acidez, baixos teores de trigonelina e ácidos clorogênicos e maiores teores de cafeína e melanoidinas (Tabelas 5 e 6). De acordo com Gloess et al. (2013) a adstringência da bebida de café está correlacionada com os compostos cafeína e ácidos clorogênicos. Barbosa (2017) observou em seu estudo que cafés com maiores teores de cafeína no grão cru apresentaram maior dominância da sensação adstringente.

Os cafés B, D, E e F são correlacionados com o atributo amargo. Tais amostras apresentaram altas concentrações de melanoidinas e cafeína (Tabelas 5 e 6), podendo essa ser a justificativa para o amargor percebido pelos avaliadores nessas amostras, uma vez que estas possivelmente foram submetidas a processo de torra mais intensos. Monteiro et al. (2005) avaliando bebidas de café arábica de diferentes qualidades e graus de torra por meio da técnica de tempo-intensidade, relataram que a intensidade e o tempo total de percepção do sabor amargo foi maior para bebidas provenientes de torra escura.

O atributo doce apresentou maior correlação com as amostras A e L. De acordo com os resultados dos testes físico-químicos (Tabelas 5 e 6), sugere-se que essas amostras sejam provenientes de café arábica. Sabe-se que bebidas provindas de café arábica possuem maiores concentrações de sacarose, além de menores teores de cafeína e melanoidinas, maior pH e acidez e menores concentrações de trigonelina e ácidos clorogênicos (CLARKE; VITZTHUM, 2001; KALSCHNE et al., 2018).

As bebidas A, C e H, que possuem maiores teores de ácidos clorogênicos (Tabela 6), apresentaram maior dominância para o atributo sabor de café. As três amostras apresentaram área acima da significância para o atributo sabor de café, sendo a amostras H a de maior dominância para este atributo.

O atributo torrado apresentou maior relação com as amostras C, E e K, que apresentaram maiores concentrações de sólidos solúveis totais e estão entre as amostras com maiores concentrações de melanoidinas (Tabela 5). Cafés com torras mais escuras produzem maiores concentrações de sólidos solúveis e melanoidinas, podendo essa ser a justificativa para o sabor torrado percebido pelos avaliadores. Monteiro et al. (2005) em seu estudo relataram maior intensidade de percepção do atributo queimado em bebidas de café provenientes de torra escura.

### 5.3.3 Comparativo dos Métodos Sensoriais Perfil Livre e Dominância Temporal de Sensações

Os métodos Perfil Livre e Dominância Temporal de Sensações foram capazes de descrever as 12 amostras de café de forma semelhante.

No Perfil Livre, as amostras foram separadas em dois grupos, sendo as amostras A, C, H, I e L caracterizadas pelos atributos translúcido, cor (de chá e caramelo), odor adocicado, sabor suave, leveza ao paladar e as amostras B, D, E, F, G, J e K caracterizadas por Cor, odor e sabor característicos da bebida de café, odor e sabor de grão torrado, odor amadeirado, sabor amargo, amargo residual e adstringente (Tabela 9).

Enquanto que no TDS, onde avaliou-se a dominância temporal de seis atributos (ácido, adstringente, amargo, doce, sabor de café e torrado). O atributo ácido apresentou maior dominância nas amostras B e L. As bebidas C, D, H e K apresentaram maior correlação com o atributo adstringente. O atributo amargo obteve maior dominância nas amostras B, D, E e F, enquanto que as amostras A e L apresentaram maior dominância para o atributo doce. Já os cafés A, C e H apresentaram maior correlação com o atributo sabor de café e, por fim, o atributo torrado apresentou maior dominância nas amostras C, E e K.

O TDS trata-se de uma metodologia dinâmica capaz de avaliar vários atributos sensoriais, sem que haja a necessidade de extensivas etapas de treinamento, diferente dos métodos sensoriais descritivos tradicionais como o Perfil Livre e o Perfil Descritivo Quantitativo. Portanto, o TDS faz-se uma excelente alternativa principalmente pesquisas e indústria, tendo em vista o tempo de análise reduzido.

#### 5.3.4 Check-All-That-Apply

Os 22 termos que compuseram a ficha de avaliação, incluindo termos hedônicos e de intensidade, foram: cor (de café, marrom clara e marrom escura), odor (adocicado, agradável, cacau, café, desagradável, grão verde e torrado), sabor (ácido, adocicado, adstringente, amargo, intenso, pouco ácido, pouco adocicado, pouco adstringente, pouco amargo, ruim, saboroso e suave).

No presente trabalho, os avaliadores utilizaram de 2 a 12 termos para caracterizar as quatro amostras de bebida de café. Ares et al. (2010a), em seu estudo com consumidores, relataram entre 1 e 8 termos para caracterizar sobremesas à base de leite. Lado et al. (2010), avaliando amostras de morango, relataram que os avaliadores utilizaram entre 1 e 18 termos para caracterizar as amostras e Ares et al. (2010b) avaliando sobremesas de chocolate, relataram a utilização de 13 a 18 termos.

Ares et al. (2010b) e Lado et al. (2010) objetivaram uma análise do perfil do consumidor onde abrangiam em suas listas termos hedônicos. Rocha (2014) em seu estudo de mercado, utilizou termos com caráter de intensidade.

O número de citações dos atributos sensoriais utilizados pelos 70 avaliadores para descrever as quatro amostras de bebida de café esta apresentado na Tabela 12.

**Tabela 12** – Número e frequência (%) de citações dos atributos sensoriais utilizados para descrever as quatro amostras de café.

Atributos	Amostras				Soma
	A	B	C	K	
<b>Cor</b>					
Café	15 (21,4)	53 (75,7)	34 (48,6)	52 (74,3)	154 (55)
Marrom clara	60 (85,7)	3 (4,3)	38 (54,3)	11 (15,7)	112 (40)
Marrom escura	4 (5,7)	32 (45,7)	11 (15,7)	31 (44,3)	78 (27,9)
<b>Odor</b>					
Adocicado	20 (28,6)	20 (28,6)	12 (17,1)	14 (20)	66 (23,6)
Agradável	32 (45,7)	41 (58,6)	39 (55,7)	47 (57,1)	159 (56,8)
Cacau	11 (15,7)	2 (2,9)	5 (7,1)	4 (5,7)	22 (7,9)
Café	36 (51,4)	38 (54,3)	38 (54,3)	46 (65,7)	158 (56,4)
Desagradável	8 (11,4)	6 (8,6)	3 (4,3)	3 (4,3)	20 (7,1)
Grão verde	13 (18,6)	5 (7,1)	8 (11,4)	7 (10)	33 (11,8)
Torrado	18 (25,7)	36 (51,4)	28 (40)	28 (40)	110 (39,3)
<b>Sabor</b>					
Ácido	9 (12,9)	9 (12,9)	17 (24,3)	12 (17,1)	47 (16,8)
Adocicado	13 (18,6)	3 (4,3)	6 (8,6)	4 (5,7)	26 (9,3)
Adstringente	7 (10)	8 (11,4)	18 (25,7)	7 (10)	40 (14,3)
Amargo	28 (40)	52 (74,3)	38 (54,3)	47 (67,1)	165 (58,9)
Intenso	8 (11,4)	35 (50)	23 (32,9)	36 (51,4)	102 (36,4)
Pouco ácido	23 (32,9)	12 (17,1)	18 (25,7)	17 (24,3)	70 (25)
Pouco adocicado	23 (32,9)	36 (51,4)	29 (41,4)	36 (51,4)	124 (44,3)
Pouco adstringente	16 (22,9)	13 (18,6)	11 (15,7)	15 (21,4)	55 (19,6)
Pouco amargo	27 (38,6)	6 (8,6)	13 (18,6)	11 (15,7)	57 (20,4)
Ruim	19 (27,1)	8 (11,4)	22 (31,4)	9 (12,9)	58 (20,7)
Saboroso	16 (22,9)	27 (38,6)	10 (14,3)	31 (44,3)	84 (30)
Suave	46 (65,7)	18 (25,7)	26 (37,1)	20 (28,6)	110 (39,3)

\* Amostras A e C: 100% café arábica.

Fonte: Autoria própria.

Os três atributos com maiores frequências de citações foram sabor amargo (58,9%), odor agradável (56,8%) e odor característico da bebida de café (56,4%), sendo o atributo sabor amargo relacionado à amostra B e odor agradável e característico da bebida de café relacionados à amostra K. Os atributos com menores frequências de citação foram: odor desagradável (7,1%), odor de cacau (7,9%) e sabor adocicado (9,3%), todos estes relacionados à amostra A. Segundo Parente, Manzoni e Ares (2011) presume-se que os avaliadores sentem-se mais motivados a descrever as amostras mais atraentes sensorialmente.

De acordo com as coordenadas das colunas das variáveis (Tabela 13) é possível verificar que a associação das variáveis com 100% da variância total dos dados aconteceria com três dimensões, o que não poderia acontecer porque na terceira dimensão o valor p do teste qui-quadrado foi menor do que o nível de significância de 10%, proposto inicialmente. Por conta desta consideração se trabalhou com as duas dimensões, sendo estas capazes de explicar 97,29% da variância entre as amostras, e se analisou a distância entre as variáveis com a Análise de Agrupamentos, apresentada pelo dendograma na Figura 27.

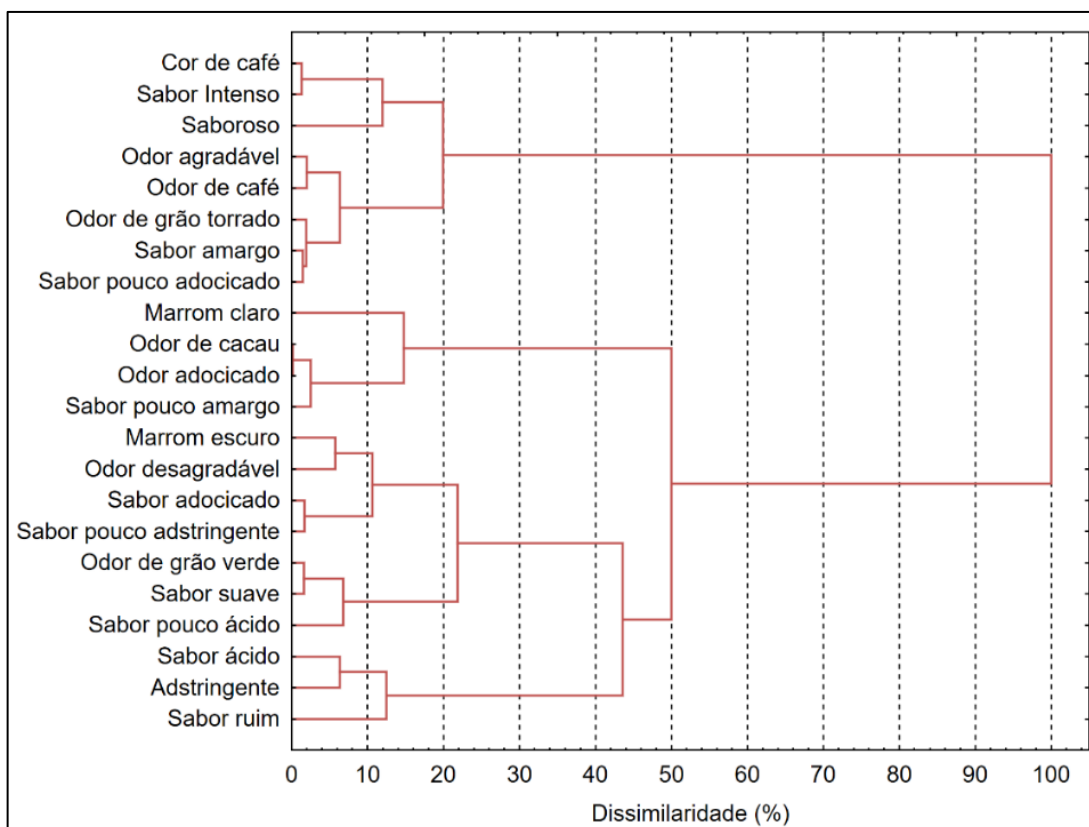
**Tabela 13** - Coordenadas das colunas das variáveis.

<b>Dimensões</b>	<b>Valores Singulares</b>	<b>Variância</b>	<b>Variância Acumulada</b>	<b>Qui-quadrado</b>
<b>1</b>	0,1080	79,88	79,88	0,3287
<b>2</b>	0,0236	17,42	97,30	0,1535
<b>3</b>	0,0037	2,70	100,00	0,0605

Fonte: Autoria própria.

Também vale ressaltar que a importância de cada dimensão é dada pelas correspondentes variâncias, estas, indicam o percentual de informação que é restituída a cada eixo gerador de uma dimensão, sendo que a soma das variâncias elevadas ao quadrado é igual à variância total, ou seja, é igual à variabilidade total da tabela de dados.

Na Figura 27 é apresentado o dendograma obtido na Análise de Agrupamentos, onde pode-se observar a formação de 4 grupos principais, sendo estes apresentados na Tabela 14.

**Figura 27** - Dendograma da Análise de Agrupamentos.

Fonte: Autoria própria.

**Tabela 14.** Grupos obtidos a partir do Dendograma da Análise de Agrupamentos.

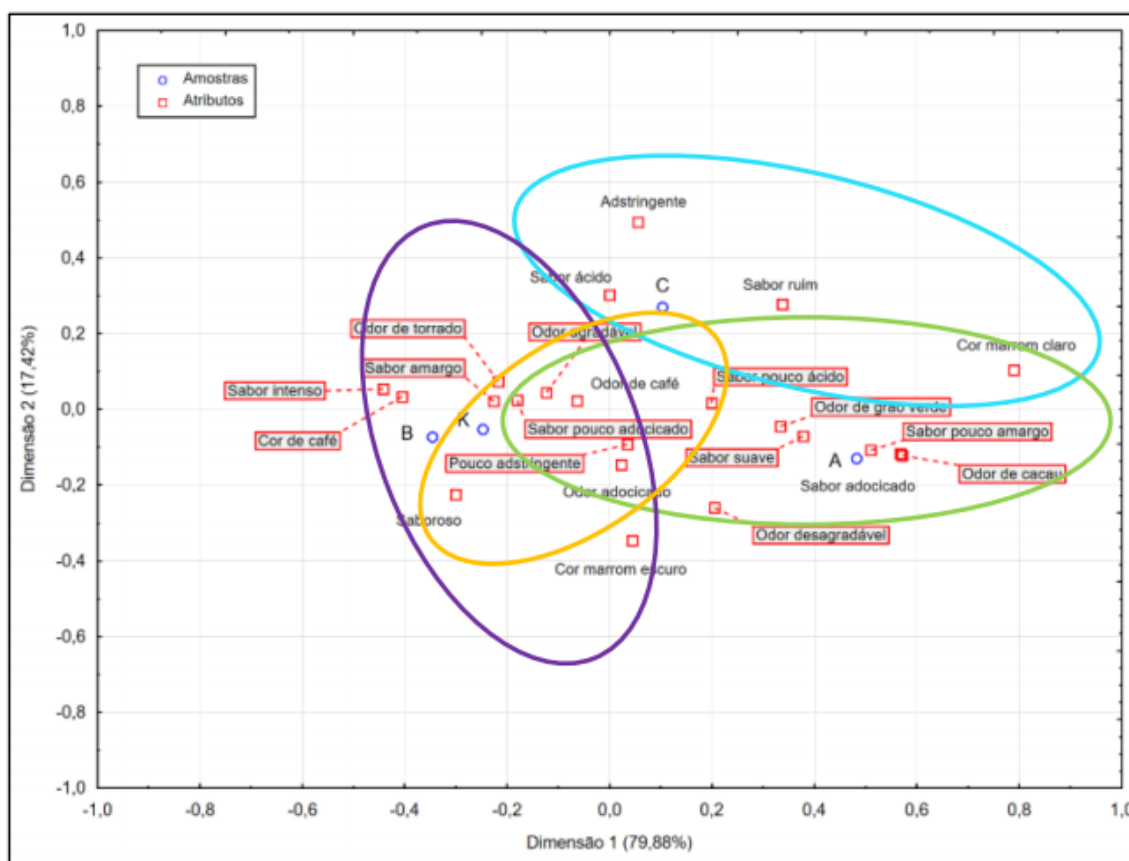
Grupo	Descrição (atributos)	Similaridade (%)
1	Cor de café, sabor intenso, saboroso, odor agradável, odor de café, odor de grão torrado, sabor amargo e sabor pouco adocicado.	20
2	Marrom claro, odor de cacau, odor adocicado e sabor pouco amargo.	14,88
3	Marrom escuro, odor desagradável, sabor adocicado, sabor pouco adstringente, odor de grão verde, sabor suave e sabor pouco ácido.	22
4	Sabor ácido, adstringente e ruim.	12,50

Fonte: Autoria própria.

Utilizando a distância Euclidiana como nível de similaridade e o método de Ward como o método hierárquico, foi identificada a presença de quatro grupos, como dispostos na Figura 28.



**Figura 28** - Mapa percentual bidimensional com agrupamento.



\* Amostra A, amostra B, amostra C e amostra K.

Fonte: Autoria própria.

Por meio dos agrupamentos foi possível identificar que o café C apresentou os atributos de sabor ácido, adstringente e ruim como os mais citados pelos avaliadores. O café K obteve maior frequência de citações para os atributos sabor pouco adstringente, pouco adocicado, pouco ácido, amargo e saboroso, odor adocicado, característico da bebida de café e agradável, e cor marrom escuro. O café A apresentou cor marrom claro, sabor pouco ácido, adocicado, pouco adstringente, pouco amargo e suave, odor de grão verde, cacau, adocicado e odor desagradável. O café B apresentou sabor amargo, cor e odor característicos da bebida de café, sabor amargo e intenso e pouco adocicado.

As amostras A e C, de acordo com as análises físico-químicas (Tabelas 4 e 5), indicam ser provenientes de café arábica, justificando a semelhança na caracterização de tais amostras. Bebidas provenientes de café arábica apresentam qualidade superior, menor teor de cafeína e melanoidinas e maiores concentrações de trigonelina, ácidos clorogênicos e sacarose, além de maior pH e acidez titulável (CLARKE; VITZTHUM, 2001). Tais características podem explicar o odor adocicado,

coloração menos intensa, conseqüentemente, são bebidas mais suaves e leves ao paladar.

As amostras B e K, nos testes físico-químicos (Tabelas 3 e 4), apresentaram altos teores de melanoidinas e cafeína e baixas concentrações de trigonelina e ácidos clorogênicos, justificando dessa forma a cloração mais escura e o sabor amargo e intenso, característicos de café robusta.

### 5.3.5 Ordenação de Preferência

Os resultados da ordenação de cada um dos 70 avaliadores estão dispostos no Apêndice J.

Por meio do Teste de Friedman obteve-se  $F_{\text{calculado}}$  igual a 16,85 sendo o mesmo maior que o  $F_{\text{tabelado}}$  (7,81), portanto, prosseguiu-se para o cálculo da DMS. Obteve-se o valor de  $z$  (2,40) por meio do valor de  $\alpha'$  (0,008). Em seguida, por meio do cálculo da diferença mínima significativa (DMS), para 70 avaliadores e 4 amostras obteve-se  $DMS = 15$ . A Tabela 15 representa os dados obtidos no teste de ordenação de preferência.

**Tabela 15** – Soma das ordens obtidas no teste de ordenação de preferência.

<b>Amostra</b>	<b><math>\sum</math> das ordens</b>
A	198 <sup>a</sup>
C	195 <sup>a</sup>
B	161 <sup>b</sup>
K	146 <sup>c</sup>

\* Amostras seguidas por letras iguais não diferem entre si a um nível de significância de 5%.

Fonte: Autoria própria.

As amostras A e C não diferiram entre si com relação a preferência dos avaliadores a um nível de significância de 5%, sendo essas as amostras de menor preferência pelos avaliadores. As amostras B e K foram as de maior preferência pelos avaliadores, sendo a amostra K a que apresentou maior preferência dentre as 4 amostras avaliadas ( $\sum$  das ordens = 146).

Como observações para justificar tais resultados, os avaliadores citaram as amostras B e K como sendo as bebidas mais fortes. O que pode ser explicado pelo fato de essas amostras apresentam altos teores de cafeína (1,52 e 1,29 g/100 g) para as amostras B e K, respectivamente) e baixas concentrações de trigonelina (0,31 e 0,44 g/100g) e ácidos clorogênicos (0,24 e 0,34 g/100 g) (Tabela 6), que pode ser justificado por conter maiores proporções de café robusta em suas composições.

Além disso, essas amostras apresentaram baixos valores de luminosidade (22,40 e 23,38 para as amostras B e K, respectivamente) (Tabela 4) e altas concentrações de melanoidinas (1,110 e 1,147 mg/mL<sup>-1</sup>) (Tabela 5) que sugere que as amostras B e K são mais escuras, podendo essas serem provenientes de um processo de torra mais intenso.

De acordo com Clarke e Vitzhum (2001) e Cid e De Peña (2015), o café robusta apresenta menor acidez, menores concentrações de trigonelina e ácidos clorogênicos e maiores teores de melanoidinas e cafeína, justificando o amargor presente nas bebidas B e K, bem como a coloração mais intensa.

Sabe-se que bebidas provenientes de café robusta apresentam maior amargor e adstringência, caracterizados pelos avaliadores como bebidas mais fortes. De acordo uma pesquisa com consumidores de café, realizada pela ABIC, os cafés tradicionais e extra forte lideram o consumo no Brasil e o consumidor brasileiro têm exigido cada vez mais qualidade e disposição a pagar por tal (ABIC, 2019).

## 6 CONCLUSÕES

Os métodos sensoriais descritivos empregados foram capazes de descrever as 12 amostras de café de forma similar. Com isso foi possível distinguir as amostras que eram provenientes de café arábica, associadas aos atributos cor de chá ou marrom clara e sabor suave, enquanto que os *blends* foram caracterizados, principalmente, pelo sabor amargo e intenso.

As amostras A, C, H, I e L foram caracterizadas por meio do teste Perfil Livre com os atributos translúcido, cor (de chá e caramelo), odor adocicado, sabor suave e leveza ao paladar. Enquanto que as amostras B, D, E, F, G, J e K foram caracterizadas com os atributos: cor, odor e sabor característicos da bebida de café, odor e sabor de grão torrado, odor amadeirado, sabor amargo, amargo residual e adstringente.

No teste TDS, as amostras B e L apresentaram correlação com o atributo ácido; a amostra D com o atributo adstringente; as amostras B, D, E e F com o atributo amargo; as amostras A e L apresentaram maior correlação com o atributo doce; C, E e K com o atributo torrado e, por fim, o atributo sabor de café foi melhor representado pelas bebidas A, C e H.

O emprego do ComDim, como alternativa para o tratamento de dados do método sensorial Dominância Temporal de Sensações (TDS), foi capaz de discriminar e fornecer uma descrição sensorial das amostras de café, atribuindo diferentes pesos aos atributos trabalhados neste método.

No teste CATA, após aplicação da Análise de Correspondência foi possível identificar a presença de quatro grupos distintos, sendo estes relacionados as amostras A, B, C e K, respectivamente. Na Ordenação de Preferência, avaliando estas quatro amostras, os cafés B e K foram as amostras de maior preferência pelos avaliadores.

Assim, conforme o objetivo proposto inicialmente, conclui-se que por meio dos métodos sensoriais descritivos, combinados à sensometria e análises físico-químicas, foi possível descrever as 12 amostras de café.

## 7 REFERÊNCIAS

- ADAMS, J. et al. **Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to tradicional scaling of attributes for salty snacks.** 7th Pangborn Sensory Science Symposium. **Anais...**Minneapolis, USA: 2007
- ALBERT, A. et al. Comparison between temporal dominance of sensations (TDS) and key-attribute sensory profiling for evaluating solid food with contrasting textural layers: Fish sticks. **Food Quality and Preference**, v. 24, n. 1, p. 111–118, abr. 2012.
- ALMEIDA, M. B.; BENASSI, M. D. T. Atividade antioxidante e estimativa do teor de melanoidinas em cafés torrados comerciais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. SUPPL. 1, p. 1893–1900, 2011.
- ALVES, S. M. F.; FERNANDES, P. M.; REIS, E. F. DOS. Análise de correspondência como instrumento para descrição do perfil do trabalhador da cultura de tomate de mesa em Goiás. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 2042–2049, 17 jul. 2009.
- APARICIO, J. P. .; MEDINA, M. A. T. .; ROSALES, V. L. Descriptive sensory analysis in different classes of orange juice by a robust free-choice profile method. **Analytica Chimica Acta**, v. 595, p. 238–247, 2007.
- ARES, G. et al. Comparison of two sensory profiling techniques based on consumer perception. **Food Quality and Preference**, v. 21, p. 417–426, 2010a.
- ARES, G. et al. Application of a check-all-that-apply question to the development of chocolate milk desserts. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, p. no-no, maio 2010b.
- ARES, G. et al. Visual attention by consumers to check-all-that-apply questions: Insights to support methodological development. **Food Quality and Preference**, v. 32, p. 210–220, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CAFÉ - ABIC. **Categorias de Qualidade.** Disponível em: <<http://abic.com.br/certificacao/qualidade/categorias-de-qualidade/>>. Acesso em: 18 mar. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CAFÉ - ABIC. **Origem do Café.** Disponível em: <<http://abic.com.br/cafecom/historia>>. Acesso em: 10 set. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CAFÉ - ABIC. **Desempenho da Produção e do Consumo Interno Período: Novembro/2017 a Outubro/2018.** Disponível em: <<http://abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/indicadores-da-industria-de-caffe-2018/>>. Acesso em: 17 jul. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12994: Métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas - classificação.**Rio de Janeiro, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise Sensorial — Metodologia — Ordenação**, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial — Guia geral para a seleção, treinamento e monitoramento de avaliadores selecionados e de especialistas ou experts**, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise Sensorial – Metodologia e Orientações Gerais**, 2019.
- BÄHRE, F.; MAIER, H. G. Electrophoretic clean-up of organic acids from coffee for the GC/MS analysis. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 355, n. 2, p. 190–193, 2004.

BARBOSA, M. DE S. G. **Relação entre a composição do grão cru e a qualidade da bebida de café arábica**. [s.l.] Universidade Estadual de Londrina, 2017.

BARBOSA, M. DE S. G. et al. Correlation between the composition of green Arabica coffee beans and the sensory quality of coffee brews. **Food Chemistry**, v. 292, n. April, p. 275–280, 2019.

BELUSSO, A. C. et al. Check all that apply (CATA) as an instrument for the development of fish products. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 36, n. 2, p. 275–281, 2016.

BENZÉCRI, J. P. Histoire et préhistoire de l'analyse des données. Partie V L'analyse des correspondances. **Les cahiers de l'analyse des données**, v. 2, n. 1, p. 9–40, 1977.

BLADYKA, E. **Coffee Brewing: Wetting, Hydrolysis & Extraction Revisited**. Santa Ana, California: Specialty Coffee of America, 2015.

BLEIBAUM, R. N. et al. Comparison of sensory and consumer results with electronic nose and tongue sensors for apple juices. **Food Quality and Preference**, v. 13, p. 409–422, 2002.

BONOMO, P. et al. Avaliação de progênies obtidas de cruzamentos de descendentes do híbrido de timor com as cultivares catuaí vermelho e catuaí amarelo. **Bragantia**, v. 63, n. 2, p. 207–219, 2004.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 8, de 11 de junho de 2003 - Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru**, 2003. Disponível em: <[http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/cafebenef008\\_03.pdf](http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/cafebenef008_03.pdf)>. Acesso em: 08 abr, 2019.

BRASIL. **Instrução Normativa MAPA nº 16 de 24 de maio de 2010 “Regulamento técnico para o café torrado em grão e para o café torrado e moído”**., 2010. Disponível em: <[http://abic.com.br/src/uploads/2017/07/CONS\\_leg\\_regulamentotecnicoIN16.pdf](http://abic.com.br/src/uploads/2017/07/CONS_leg_regulamentotecnicoIN16.pdf)>. Acesso em: 08 abr, 2019.

BRUZZONE, F.; ARES, G.; GIMÉNEZ, A. Temporal aspects of yoghurt texture perception. **International Dairy Journal**, v. 29, n. 2, p. 124–134, abr. 2013.

CADENA, R. S. et al. Comparison of rapid sensory characterization methodologies for the development of functional yogurts. **Food Research International**, v. 64, p. 446–455, 2014.

CARIOU, V. . et al. ComDim: From multiblock data analysis to path modeling. **Food Quality and Preference**, v. 67, p. 27–34, 2018.

CARVALHO, V. D. DE et al. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e a qualidade de bebida do café - Atividades de polifenoloxidase e peroxidase, índice de coloração de acidez. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 29, n. 3, p. 449–454, 1994.

CHARLES, M. et al. Understanding flavour perception of espresso coffee by the combination of a dynamic sensory method and in-vivo nosespace analysis. **Food Research International**, v. 69, p. 9–20, mar. 2015.

CHENG, B. et al. Influence of genotype and environment on coffee quality. **Trends in Food Science and Technology**, v. 57, p. 20–30, 2016.

CID, M. C.; DE PEÑA, M. P. Coffee: Analysis and Composition. **Encyclopedia of Food and Health**, p. 225–231, 2015.

CLARKE, R. J.; VITZTHUM, O. G. **COFFEE: Recent Developments**. Oxford: Blackwell Science Ltd., 2001.

CONAB, C. N. DE A. **Acompanhamento da Safra Brasileira - Café**. Disponível em: <[http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/levantamento/conab\\_safra2019\\_n1.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/levantamento/conab_safra2019_n1.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2019.

CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL - CECAFE. **Relatório mensal - Junho 2019**. Disponível em: <[http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe\\_estatistico/CECAFE\\_Relatorio\\_Mensal\\_JUNHO\\_2019.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe_estatistico/CECAFE_Relatorio_Mensal_JUNHO_2019.pdf)>. Acesso em: 19 jul. 2019.

CZERMAINSKI, A. B. **Análise de Correspondência**. Piracicaba: 2004. Disponível em: <<http://ce.esalq.usp.br/tadeu/anabeatriz.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2019.

DE SOUZA, A. M.; POPPI, R. J. Experimento didático de quimiometria para análise exploratória de óleos vegetais comestíveis por espectroscopia no infravermelho médio e análise de componentes principais: UM tutorial, parte I. **Química Nova**, v. 35, n. 1, p. 223–229, 2012.

DE SOUZA, R. M. N. et al. Teores de compostos bioativos em cafés torrados e moídos comerciais. **Química Nova**, v. 33, n. 4, p. 885–890, 2010.

DI CAGNO, R. . et al. Comparison of the microbiological, compositional, biochemical, volatile profile and sensory characteristics of three Italian PDO ewe's milk cheeses. **International Dairy Journal**, v. 13, p. 961–972, 2003.

DI MONACO, R. et al. Temporal dominance of sensations: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 38, n. 2, p. 104–112, 2014.

DINNELLA, C. et al. A new approach in TDS data analysis: A case study on sweetened coffee. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 1, p. 33–46, 2013.

DMOWSKI, P.; DĄBROWSKA, J. Comparative study of sensory properties and color in different coffee samples depending on the degree of roasting. **Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni**, v. 84, p. 28–36, 2014.

DOOLEY, L.; LEE, Y.; MEULLENET, J.-F. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 4, p. 394–401, jun. 2010.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013.

EL GHAZIRI, A. et al. Analysis of multiblock datasets using ComDim: Overview and extension to the analysis of ( K + 1 ) datasets. **Journal of Chemometrics**, v. 30, n. 8, p. 420–429, ago. 2016.

EMBRAPA. **Produção dos Cafés do Brasil equivale a 36% da produção mundial em 2018**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/34724227/producao-dos-cafes-do-brasil-equivale-a-36-da-producao-mundial-em-2018>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

ESMERINO, E. A.; CASTURA, J. C.; FERRAZ, J. P.; TAVARES FILHO, E. R.; SILVA, R.; CRUZ, A. G.; FREITAS, M. Q.; BOLINI, H. M. A. Dynamic profiling of different ready-to-drink fermented dairy products: A comparative study using Temporal Check-All-That-Apply (TCATA), Temporal Dominance of Sensations (TDS) and Progressive Profile (PP). **Food Research International**, v. 101, p. 249–258, 2017.

EVANGELISTA, S. R.; MIGUEL, M. G. D. C. P.; CORDEIRO, C. S. .; SILVA, C. F. .; PINHEIRO, A. C. M.; SCHWAN, R. F. Inoculation of starter cultures in a semi-dry coffee (*Coffea arabica*) fermentation process. **Food Microbiology**, v. 44, p. 87–95, 2014.

EVANGELISTA, S. R.; MIGUEL, M. G. D. C. P.; SILVA, C. F. .; PINHEIRO, A. C. M. .; SCHWAN, R. F. Microbiological diversity associated with the spontaneous wet method of coffee fermentation. **International Journal of Food Microbiology**, v. 210, p. 102–112, 2015.

FARAH, A. et al. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. **Food Chemistry**, v. 98, n. 2, p. 373–380, 2006.

FÁVERO, L. P. L. et al. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. 3 ed ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FERREIRA, M. M. C. **Quimiometria – Conceitos, Métodos e Aplicações**. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2015.

FISHER, R. A. THE PRECISION OF DISCRIMINANT FUNCTIONS. **Annals of Eugenics**, v. 10, n. 1, p. 422–429, jan. 1940.

FRANCA, A. S.; MENDONÇA, J. C. F.; OLIVEIRA, S. D. Composition of green and roasted coffees of different cup qualities. **LWT - Food Science and Technology**, v. 38, n. 7, p. 709–715, 2005.

FREITAS, D. DE G. C. et al. Aceitação de Uvas Passas Brasileiras e suas Características Sensoriais Segundo a Percepção do Consumidor. **Comunicado Técnico - EMBRAPA**, v. 192, p. 1–5, 2013.

FROST, S. C.; BLACKMAN, J. W.; EBELER, S. E.; HEYMANN, H. Analysis of temporal dominance of sensation data using correspondence analysis on Merlot wine with differing maceration and cap management regimes. **Food Quality and Preference**, 2016.

FUCHS, R. H. B. et al. Sensory characterization of Nile tilapia croquettes enriched with flaxseed flour using free-choice profiling and common components and specific weights analysis. **Journal of Sensory Studies**, v. 33, n. 3, p. 1–6, 2018.

GACULA, M. C. **Descriptive sensory analysis in practice**. Trumbull, CT: Food and Nutrition, 1997.

GLOESS, A. N. et al. Comparison of nine common coffee extraction methods: instrumental and sensory analysis. **European Food Research and Technology**, v. 236, n. 4, p. 607–627, 30 abr. 2013.

GRANATO, D. et al. Use of principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA) for multivariate association between bioactive compounds and functional properties in foods: A critical perspective. **Trends in Food Science and Technology**, v. 72, n. October 2017, p. 83–90, 2018.

GUÀRDIA, M. D. et al. Sensory characterization of dry-cured ham using free-choice profiling. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 1, p. 148–155, 2010.

HAIR, J. F. J. et al. **Análise Multivariada de Dados**. 6 ed. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2009.

HERNÁNDEZ, J. A. et al. Analysis of the heat and mass transfer during coffee batch roasting. **Journal of Food Engineering**, v. 78, n. 4, p. 1141–1148, 2007.

HUNTERLAB. **Color Measurement of Roasted Coffee Using HunterLab Spectrophotometers**. Disponível em: <<https://www.hunterlab.com/>>. Acesso em: 24 abr. 2019.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 11136: Sensory analysis methodology - General guidance for conducting hedonic tests with consumers in controlled area**. Switzerland, 2013.

JAEGER, S. R. et al. Check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization by consumers: Investigations into the number of terms used in CATA questions. **Food Quality and Preference**, v. 42, p. 154–164, 2015.

KALSCHNE, D. L. et al. Sensory characterization and acceptance of coffee brews of C. arabica and C. canephora blended with steamed defective coffee. **Food Research International**, n. January, p. 0–1, 2018.

KITZBERGER, C. S. G. et al. Caracterização sensorial de cafés arábica de diferentes cultivares produzidos nas mesmas condições edafoclimáticas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. EE01, p. 39–48, 8 jun. 2011.

KITZBERGER, C. S. G. et al. Diterpenes in green and roasted coffee of Coffea arabica cultivars growing in the same edapho-climatic conditions. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 30, n. 1, p. 52–57, 2013.



- KOBAYASH, M. L. I.; BENASSI, M. D. T. Sensory characterization of commercial soluble coffees by Flash Profile. **Semina**, v. 33, p. 3081–3092, 2012.
- KOSHIRO, Y. et al. Changes in the content of sugars and organic acids during ripening of *Coffea arabica* and *Coffea canephora* fruits. **European Chemical Bulletin**, v. 4, n. 8, p. 378–383, 2015.
- KY, C. L. et al. Caffeine, trigonelline, chlorogenic acids and sucrose diversity in wild *Coffea arabica* L. and *C. canephora* P. accessions. **Food Chemistry**, v. 75, n. 2, p. 223–230, 2001.
- LACHNIT, M. et al. Suitability of free choice profiling for assessment of orange-based carbonated soft-drinks. **Food Quality and Preference**, v. 14, n. 4, p. 257–263, 2003.
- LADO, J. et al. Application of a check-all-that-apply question for the evaluation of strawberry cultivars from a breeding program. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 13, p. 2268–2275, 2010.
- LAGE, F. C. S.; RAMOS, E. M. Utilização do método de rede check-all-that-apply (cata) e avaliação de apresentados elaborados com soro de leite e enriquecidos com lactulose. **Conexão ci.: r. cient.**, v. 9, n. 2, p. 1–15, 2014.
- LANGRON, S. P. **The application of Procrustes statistics to sensory profiling**. Chichester: Ellis Horwood Ltd., 1983.
- LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food. Principles and Practices**. 2. ed. New York: Springe, 2010.
- LAZO, O.; CLARET, A.; GUERRERO, L. A Comparison of Two Methods for Generating Descriptive Attributes with Trained Assessors: Check-All-That-Apply (CATA) vs. Free Choice Profiling (FCP). **Journal of Sensory Studies**, v. 31, n. 2, p. 163–176, abr. 2016.
- LIU, J. et al. Comparison of rapid descriptive sensory methodologies: Free-Choice Profiling, Flash Profile and modified Flash Profile. **Food Research International**, v. 106, n. November 2017, p. 892–900, 2018.
- LORIDO, L. .; ESTÉVEZ, M. .; VENTANAS, S. Fast and dynamic descriptive techniques (Flash Profile, Time-intensity and Temporal Dominance of Sensations) for sensory characterization of dry-cured loins. **Meats Science**, v. 145, p. 154–162, 2018.
- MAKIMORI, G. Y. F. **Desenvolvimento de nariz eletrônico de baixo custo: comparativo entre a discriminação instrumental e perfil descritivo quantitativo na análise de cafés torrados comerciais**. [s.l.] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.
- MAKIMORI, G. Y. F.; BONA, E. Commercial Instant Coffee Classification Using an Electronic Nose in Tandem with the ComDim-LDA Approach. **Food Analytical Methods**, 2019.
- MALTA, M. R.; CHAGAS, S. J. DE R. Avaliação de compostos não-voláteis em diferentes cultivares de cafeeiro produzidas na região sul de Minas Gerais. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 31, n. 1, p. 57–61, 2009.
- MAPA (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO). **Café**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 20 out. 2017.
- MAZEROLLES, G. et al. Chemometric methods for the coupling of spectroscopic techniques and for the extraction of the relevant information contained in the spectral data tables. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v. 63, n. 1, p. 57–68, ago. 2002.
- MAZEROLLES, G. . et al. Common components and specific weights analysis: A chemometric method for dealing with complexity of food products. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v. 81, n. 1, p. 41–49, mar. 2006.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2006.

MEILLON, S.; URBANO, C.; SCHLICH, P. Contribution of the Temporal Dominance of Sensations (TDS) method to the sensory description of subtle differences in partially dealcoholized red wines. **Food Quality and Preference**, v. 20, n. 7, p. 490–499, out. 2009.

MENDONÇA, J. C. F.; FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. Physical characterization of non-defective and defective Arabica and Robusta coffees before and after roasting. **Journal of Food Engineering**, v. 92, n. 4, p. 474–479, 2009.

MEYNEERS, M.; CASTURA, J. Check-All-That-Apply Questions. **Novel Techniques in Sensory Characterization and Consumer Profiling**, n. September, p. 271–306, 2014.

MEYNEERS, M.; CASTURA, J. C.; CARR, B. T. Existing and new approaches for the analysis of CATA data. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 2, p. 309–319, 2013.

MINGOTI, S. A. **Análise de Dados Através de Métodos de Estatística Multivariada: uma abordagem aplicada**. 1. ed. Belo Horizonte: EDITORA UFMG, 2007.

MOEENFARD, M.; SILVA, J.A.; BORGES, N.; SANTOS, A.; ALVES, A. Quantification of diterpenes and their palmitate esters in coffee brews by HPLC-DAD. **International Journal of Food Properties**, v. 18, p. 2284–2299, 2015.

MONTEIRO, M. A. M. et al. Perfil sensorial da bebida café (*Coffea arabica* L.) determinado por análise tempo-intensidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 772–780, dez. 2005.

MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C.; DE MARIA, C. A. B. Componentes voláteis do café torrado. Parte II. Compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 195–203, 2000.

MOURA, S. C. S. R. DE et al. Avaliações físicas, químicas e sensoriais de blends de café arábica com café canephora (robusta). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 10, n. 4, p. 271–277, 2007.

MURRAY, J. .; DELAHUNTY, C. .; BAXTER, I. . Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, v. 34, n. 6, p. 461–471, jan. 2001.

NARAIN, C.; PATERSON, A.; REID, E. Free choice and conventional profiling of commercial black filter coffees to explore consumer perceptions of character. **Food Quality and Preference**, v. 15, n. 1, p. 31–41, 2004.

NOGUEIRA, G. C. . et al. Otimização da metodologia para determinação simultânea de cafeína, trigonelina e ácido clorogênico em café utilizando hplc com coluna de permeação em gel. **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, v. 2, 2000.

NOGUEIRA, M.; TRUGO, L. C. De Cafeína E Trigonelina Em Cafés Solúveis Brasileiros 1. **296 Ciênc. Technol. Aliment**, v. 23, n. 2, p. 296–299, 2003.

NUNES, C. A. .; PINHEIRO, A. C. M. **Sensomaker free user-friendly interface for sensory analysis**. Disponível em: <<http://www.ufla.br/sensomaker>>. Acesso em: 3 out. 2017.

OBERRAUTER, L. -M.; JANUSZEWSKA, R.; SCHLICH, P. .; MAJCHRZAK, D. Sensory evaluation of dark origin and non-origin chocolates applying Temporal Dominance of Sensations (TDS). **Food Research International**, v. 11, p. 39–49, 2018.

OESTREICH-JANZEN, S. **Chemistry of Coffee**. Hamburg: Elsevier Inc., 2013.

OLIVEIRA, A. P. V. .; BENASSI, M. T. Avaliação sensorial de pudins de chocolate com açúcar e dietéticos por perfil livre. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 1, 2010.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ - OIC. **Relatório sobre o mercado do café - Setembro**

2017. Disponível em: <<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/imprensa/noticias/834-2017-10-20-14-56-37>>. Acesso em: 21 out. 2017.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ - OIC. **Relatório sobre o mercado do café - Dezembro 2018**. Disponível em: <<http://www.ico.org/documents/cy2018-19/cmr-1218-p.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2019.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ - OIC. **Relatório sobre o mercado de Café - Janeiro 2019**. Disponível em: <[http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/publicacoes\\_tecnicas/relatorioOIC01-2019.pdf](http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/relatorioOIC01-2019.pdf)>. Acesso em: 27 fev. 2019.

PARENTE, M. E.; MANZONI, A. V.; ARES, G. EXTERNAL PREFERENCE MAPPING OF COMMERCIAL ANTIAGING CREAMS BASED ON CONSUMERS' RESPONSES TO A CHECK-ALL-THAT-APPLY QUESTION. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, n. 2, p. 158–166, abr. 2011.

PIMENTA, C. J.; ANGÉLICO, C. L.; CHALFOUN, S. M. Challenges in coffee quality: Cultural, chemical and microbiological aspects. **Desafios na qualidade de café: Aspectos cultural, químico e microbiológico. Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 4, p. 337–349, 2018.

PINEAU, N. et al. Temporal Dominance of Sensations: What is a good attribute list?. **Food Quality and Preference**, v. 26, n. 2, p. 159–165, 2012.

PINEAU, N.; CORDELLE, S.; SCHLICH, P. Temporal dominance of sensations: A new technique to record several sensory attributes simultaneously over time. **5th Pangborn Sensory Science Symposium**, p. 121, 2003.

PINEAU, N.; SCHILCH, P. Temporal dominance of sensations (TDS) as a sensory profiling technique. In: **Rapid Sensory Profiling Techniques**. Cambridge: Elsevier, 2015. p. 269–306.

PUBCHEM. **PubChem**. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

QANNARI, E. M. et al. Defining the underlying sensory dimensions. **Food Quality and Preference**, v. 11, n. 1–2, p. 151–154, 2000.

QANNARI, E. M. Sensometrics approaches in sensory and consumer research. **Current Opinion in Food Science**, v. 15, p. 8–13, 2017.

QANNARI, E. M.; COURCOUX, P.; VIGNEAU, E. Common components and specific weights analysis performed on preference data. **Food Quality and Preference**, v. 12, n. 5–7, p. 365–368, 2001.

QANNARI, E. M.; WAKELING, I.; MACFIE, H. J. H. A hierarchy of models for analysing sensory data. **Food Quality and Preference**, v. 6, n. 4, p. 309–314, jan. 1995.

RABELO, M. H. S. et al. **Relação entre os sistemas colorimétricos para café torrado e moído com diferentes tonalidades**. Curitiba, IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, , 2015. Disponível em: <[http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3605/188\\_IX-SPCB-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3605/188_IX-SPCB-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>

REIS, N.; FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. Performance of diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy and chemometrics for detection of multiple adulterants in roasted and ground coffee. **LWT - Food Science and Technology**, v. 53, n. 2, p. 395–401, 2013.

REIS, N.; FRANCA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. Concomitant Use of Fourier Transform Infrared Attenuated Total Reflectance Spectroscopy and Chemometrics for Quantification of Multiple Adulterants in Roasted and Ground Coffee. **Journal of Spectroscopy**, v. 2016, p. 1–7, 2015.

RIBEIRO, L. S. et al. Controlled fermentation of semi-dry coffee (*Coffea arabica*) using starter cultures: A sensory perspective. **LWT - Food Science and Technology**, v. 82, p. 32–38, 2017.

ROCHA, C. F. **O consumidor como fonte de inovação : ferramentas de avaliação sensorial para**

**o desenvolvimento de novos produtos alimentares.** Dissertação - Mestrado em ciências do consumo, Universidade Aberta, 2014.

RODRIGUES, J. F.; CONDINO, J. P. F.; PINHEIRO, A. P. M.; NUNES, C. A. Temporal dominance of sensations of chocolate bars with different cocoa contents: Multivariate approaches to assess TDS profiles. **Food Quality and Preference**, v. 47 – A, p. 91–96, 2016.

RODRIGUES, J. F.; SOUZA, V. R.; LIMA, R. R.; CARNEIRO, J. D. S.; NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. Temporal dominance of sensations (TDS) panel behavior: A preliminary study with chocolate. **Food Quality and Preference**, v. 54, p. 51–57, 2016.

ROSA, J. S. et al. Roasting Effects on Nutritional and Antinutritional Compounds in Coffee. **Food Processing Technologies**, p. 48–76, 2016.

RUFÍÁN-HENARES, J. A.; PASTORIZA, S. **Melanoidins in Coffee**. 1. ed. London: Academic Press, 2014.

SALDAÑA, E. et al. Descriptive and hedonic sensory perception of Brazilian consumers for smoked bacon. **Meat Science**, v. 147, n. May 2018, p. 60–69, 2019.

SCHÄR, W. .; BOSSET, J. O. Chemical and Physico-chemical changes in processed cheese and ready-made fondue during storage, A review. **Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie**, v. 35, p. 15–20, 2002.

SCHLICH, P. Temporal Dominance of Sensations (TDS): a new deal for temporal sensory analysis. **Current Opinion in Food Science**, v. 15, p. 38–42, 2017.

SCHLICH, P.; PINEAU, N. Temporal dominance of sensations. In: HORT, J.; KEMP, S. E.; HOLLOWOOD, T. (Eds.). . **Time-Dependent Measures of Perception in Sensory Evaluation**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2017. p. 283–320.

SCHOLZ, M. B. DOS S. et al. Atributos sensoriais e características físico-químicas de bebida de cultivares de café do IAPAR. **Coffee Science**, v. 8, n. 1, p. 6–16, 2013.

SHRIVASTAVA, A. .; GUPTA, V. B. Methods for the determination of limit of detection and limit of quantification of the analytical methods. **Chronicles of Young Scientists**, v. 2, p. 21–25, 2011.

SILVA, Y. V. DA. **Análise De Correspondência: Uma Abordagem Geométrica**. [s.l.] Universidade Federal de Viçosa, 2012.

SILVA, R. C. S. N. et al. Optimized Descriptive Profile: A rapid methodology for sensory description. **Food Quality and Preference**, v. 24, p. 190–200, 2012.

SIQUEIRA, H. H.; ABREU, C. M. P. Composição Físico-Química e Qualidade do Café Submetido a Dois Tipos de Torração e com Diferentes Formas de Processamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 1, p. 112–117, 2006.

SIRAJ-BLATCHFORD, J. **Kelly's repertory grid: a technique for developing evaluation in design and technology**. IDATER 1995 Conference. **Anais...**Loughborough: Loughborough University, 1995Disponível em: <<https://dspace.lboro.ac.uk/2134/1526>>

SOKOLOWSKY, M.; ROSENBERGER, A.; FISCHER, U. Sensory impact of skin contact on white wines characterized by descriptive analysis, time–intensity analysis and temporal dominance of sensations analysis. **Food Quality and Preference**, v. 39, p. 285–297, 2015.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION. **Coffee Standards**. Disponível em: <<https://static1.squarespace.com/static/584ff6bbef5e23149e5522201/t/5bd985c1352f53cb4cc1be48/1540982325719/Coffee+Standards-Digital.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2019.

STONE, H. et al. Sensory evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. **Food Technology**, v. 28, n.

11, p. 24–33, 1974.

THOMPSON, D. M. H.; MACFIE, H. J. H. I. Is there an alternative to descriptive sensory assessment? In: WILLIAMS, A. A.; ATKIN, R. K. (Eds.). . **Sensory Quality in Foods and Beverages; definition, measurement and control**. Chichester: Horwood, 1983.

TORMENA, M. M. L. et al. Application of multi-block analysis and mixture design with process variable for development of chocolate cake containing yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and maca (*Lepidium meyenii*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, p. 3559–3567, 2017.

VALENTIN, D. et al. Quick and dirty but still pretty good: a review of new descriptive methods in food science. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 47, n. 8, p. 1563–1578, ago. 2012.

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**, v. 48, n. 2, p. 893–908, out. 2012.

VIT, P. et al. Ecuadorian honey types described by kichwa community in rio chico, Pastaza province, Ecuador using free-choice profiling. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 27, n. 3, p. 384–387, 2017.

WILLIAMS, A. A.; LANGRON, S. P. The use of free choice profiling for the evaluation of commercials ports. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 35, n. 3, p. 558–568, 1984.

## APÊNDICE A

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

#### Recrutamento e seleção de julgadores

**Título da pesquisa:** Comparativo entre os métodos de dominância temporal de sensações, perfil livre e *Check All That Apply* na avaliação de café torrado e moído.

**Pesquisador (es), com endereços e telefones:**

Mariana Lima Braga, Via Rosalina Maria dos Santos, 1233, 87301-899, Campo Mourão - PR.

Renata Hernandez Barros Fuchs, Via Rosalina Maria dos Santos, 1233, 87301-899, Campo Mourão - PR.

**Orientador ou outro profissional responsável, com endereços e telefones:**

Evandro Bona (Orientador), Via Rosalina Maria dos Santos, 1233, 87301-899, Campo Mourão-PR.  
Tel. (44) 3518-1400

**Local de realização da pesquisa:**

Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão - PR.

**Endereço, telefone do local:**

Via Rosalina Maria dos Santos, 1233, 87301-899, Campo Mourão-PR. Tel. (44) 3518-1400.

#### INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), de uma equipe de análise sensorial de café torrado e moído. O café torrado e moído pode ser produzido, principalmente, a partir das variedades *Coffea arabica*, *Coffea canephora* ou uma mistura das duas, e cada variedade confere características sensoriais diferentes para a bebida. Diferentes marcas comerciais de café serão analisadas por julgadores previamente selecionados, a fim de identificar essas diferenças.

#### 1. Apresentação da pesquisa.

O Brasil é considerado um grande produtor e consumidor de café, sendo *Coffea arábica* (café arábica) e *Coffea canephora* (café robusta ou conilon) os mais comercializados. O café tem sido considerado uma das mais valiosas *commodities*, exportada em todo o mundo, o que aumenta a demanda por produtos de alta qualidade. Dentre os métodos de avaliação da qualidade do café, destacam-se os métodos de análise sensorial, sendo esse o principal ponto de aceitação pelos consumidores. Serão realizados três métodos de análise sensorial: Perfil Livre, Dominância Temporal de Sensações e *Check All That Apply*.

---

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do participante da pesquisa

O método do Perfil Livre trata-se de uma análise descritiva, onde cada avaliador tem liberdade para usar os atributos que desejar com base em sua própria percepção e entendimento, desenvolvendo assim sua própria terminologia e, permitindo a descrição das características sensoriais com precisão em termos matemáticos.

O método da Dominância Temporal de Sensações (TDS) é uma metodologia recente, capaz de avaliar diversos atributos sensoriais, determinando a sensação ou presença de dominância de tal sensação percebida em alimentos, ao longo de um determinado período de tempo.

Dentre os métodos sensoriais descritivos encontra-se o Check-all-that-apply (CATA) ou "Marque tudo que se aplique", trata-se de uma pesquisa de múltipla escolha, onde apresenta-se ao avaliador uma lista de termos (atributos), para que ele possa escolher entre os mesmos, todos aqueles que achar adequados para descrever a amostra ou produto em questão.

## **2. Objetivos da pesquisa.**

Selecionar julgadores que possuam habilidades sensoriais mínimas de paladar e olfato para compor um grupo de julgadores para aplicar as técnicas de Perfil Livre, Dominância Temporal de Sensações e *Check All That Apply* em 12 amostras comerciais de café torrado de moído.

## **3. Participação na pesquisa.**

Em um primeiro momento serão abordados alunos e servidores da universidade, os mesmos receberão o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para recrutamento e seleção de julgadores, bem como os TCLE's do Perfil Livre, Dominância Temporal de Sensações e *Check All That Apply*. Aos que estiverem de acordo com os TCLE's e aceitarem participar da pesquisa, será enviado via e-mail um questionário *online* para recrutamento de avaliadores, contendo informações pessoais, hábitos de consumo da bebida de café, conhecimentos básicos sobre gostos e aromas.

Em seguida, será realizado um teste triangular com o objetivo de selecionar os julgadores. O teste triangular será aplicado com três amostras de café, sendo duas iguais e uma diferente, onde você deverá ser capaz de identificar a amostra distinta entre elas. Serão selecionados os julgadores que obtiverem um mínimo de 75% de acertos no total de testes realizados.

## **4. Confidencialidade.**

Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o (a) pesquisador (a) e o (a) orientador (a) terão conhecimento dos dados. Para a divulgação dos resultados não há necessidade de se divulgar nenhum dado pessoal dos participantes.

## **5. Riscos e Benefícios.**

**a) Riscos:** Os produtos terão assegurada sua qualidade microbiológica, uma vez que são produtos comerciais e serão preparados conforme as boas práticas de fabricação. Portanto, os

---

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do participante da pesquisa



riscos para o provador estão relacionados a possibilidade de não gostar do produto ou se sentir constrangido em participar do teste. Neste caso, o provador pode desistir da análise sensorial em qualquer momento.

**b) Benefícios:** Não há benefícios diretos ao participante, porém, você estará participando de uma equipe de provadores treinados, podendo contribuir para o desenvolvimento das pesquisas com alimentos que envolvem provadores selecionados e/ou treinados. A compreensão do que pode ser percebido sensorialmente e quantificado a partir de análise sensorial de café pode ser informação interessante para o desenvolvimento de produtos alimentícios.

#### **6. Critérios de inclusão e exclusão.**

**a) Inclusão:** Serão incluídos indivíduos maiores de 18 anos, de ambos os sexos, consumidores habituais de café, alunos e/ou servidores da UTFPR, campus Campo Mourão, que obtiverem 75% de acerto no teste triangular.

**b) Exclusão:** Serão excluídos desta pesquisa indivíduos alérgicos a qualquer um dos ingredientes da formulação; pessoas que estejam com algum tipo de doença que possa interferir nos resultados finais das análises sensoriais (gripes ou resfriados e crise de rinite alérgica), hipertensos, diabéticos e mulheres grávidas.

#### **7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.**

Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade.

Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse :

(  ) quero receber os resultados da pesquisa (email para envio : \_\_\_\_\_)

(  ) não quero receber os resultados da pesquisa

#### **8. Ressarcimento e indenização.**

Todos os testes serão realizados na UTFPR-CM, e os horários das seções serão marcados conforme a disponibilidade dos participantes. Você não será remunerado por participar desta pesquisa.

Caso ocorram perdas ou danos comprovadamente decorrentes de sua participação na pesquisa, indenizações podem ocorrer como previsto na Resolução 466/2012. Itens II.21 – ressarcimento: compensação material, exclusivamente de despesas do participante e seus acompanhantes, quando necessário, tais como transporte e alimentação; e II.7 – indenização: cobertura material para reparação a dano, causado pela pesquisa ao participante da pesquisa.

---

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do participante da pesquisa



**ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:**

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que estão trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4494, e-mail: [coep@utfpr.edu.br](mailto:coep@utfpr.edu.br)

**CONSENTIMENTO**

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

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

RG: \_\_\_\_\_ Data de Nascimento: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Telefone: (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisador: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

(ou seu representante)

---

Rubrica do Pesquisador

---

Rubrica do participante da pesquisa

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Mariana Lima Braga, via e-mail: [marianalbraga@hotmail.com](mailto:marianalbraga@hotmail.com), ou telefone: (44) 99771-0337.

---

Rubrica do Pesquisador

Rubrica do participante da pesquisa

## APÊNDICE B

**QUESTIONÁRIO PARA RECRUTAMENTO DE  
AVALIADORES DE CAFÉ**

Este questionário tem como objetivo pré-selecionar avaliadores para análise sensorial da bebida de café.

Suas informações não serão divulgadas.

**\*Obrigatório**

**1. Nome Completo \***

---

**2. E-mail \***

---

**3. Sexo \***

*Marque todas que se aplicam.*

- Feminino  
 Masculino

**4. Idade \***

*Marque todas que se aplicam.*

- 20 - 25  
 25 - 40  
 40 - 50  
 acima de 50

**5. Quais os dias e/ou horários, durante a semana, em que você poderia participar das sessões de análise sensorial? \***

---

---

---

---

---

**6. Que tipo de café você consome? \***

*Marque todas que se aplicam.*

- Torrado e moído  
 Solúvel  
 Outros

**7. Com relação à pergunta anterior, se outros, quais os tipos?**

---

**8. Qual a quantidade de café que você consome diariamente \***

Marque todas que se aplicam.

- Uma xícara por dia
- 2 xícaras por dia
- 3 - 5 xícaras por dia
- Outro

**9. Você costuma consumir café: \***

Marque todas que se aplicam.

- Não adoçado
- Adoçado com açúcar
- Adoçado com adoçante

**10. Com relação a temperatura, você costuma consumir café: \***

Marque todas que se aplicam.

- Quente
- Frio
- Morno

**11. Escolha a melhor opção para um alimento doce. \***

Marque todas que se aplicam.

- Pão de forma
- Geleia de Frutas
- Limão
- Agrião

**12. Escolha a melhor opção para um alimento salgado. \***

Marque todas que se aplicam.

- Maçã
- Gelatina
- Bacalhau
- Iogurte

**13. Escolha a melhor opção para um alimento ácido. \***

Marque todas que se aplicam.

- Laranja
- Carne bovina
- Batata
- Brócolis

**14. Escolha a melhor opção para um alimento amargo. \***

Marque todas que se aplicam.

- Salsinha
- Tomate
- Sorvete
- Café

**15. Tem experiência anterior em análise sensorial? \***

Marque todas que se aplicam.

- Sim
- Não

**16. Com relação à pergunta anterior, se sim, qual o tipo de teste?**

Marque todas que se aplicam.

- Aceitação
- Descritivo
- Diferença

**APÊNDICE C****TESTE TRIANGULAR**

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_

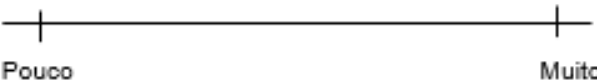
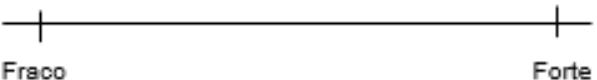
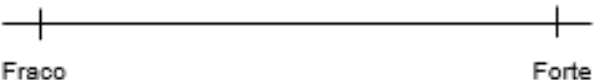

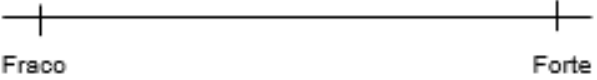
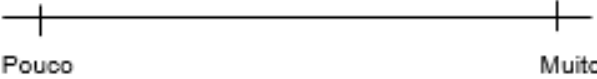
Em cada grupo de amostras apresentadas, existem duas iguais e uma diferente. Prove cuidadosamente cada uma das amostras, na ordem e quem são apresentadas, e escreva o código da amostra diferente.

Amostra diferente	
-------------------	--

**APÊNDICE D**

LEVANTAMENTO DOS ATRIBUTOS – PERFIL LIVRE		
NOME: _____ DATA: _____		
<p>Prove as duas amostras de café, da esquerda para a direita, e indique os atributos relacionados às similaridades e diferenças entre elas. Lembre-se de considerar a APARÊNCIA, ODOR, SABOR e TEXTURA.</p>		
Identifique as amostras: _____ e _____		
	SIMILARIDADES	DIFERENÇAS
Aparência		
Odor		
Sabor		
Textura		

## APÊNDICE E

PERFIL LIVRE	
NOME: _____	DATA: _____
AMOSTRA: _____	
Prove a amostra e avalie a intensidade percebida para cada atributo, colocando um traço vertical nas escalas correspondentes.	
<u>APARÊNCIA</u>	
Cor preta	
<u>ODOR</u>	
Fumaça/torrado	
<u>SABOR</u>	
Amargo	
Ácido	
Torrado/queimado	
<u>TEXTURA</u>	
Corpo	



## APÊNDICE F

CATA – *Check all that apply*

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_ Idade: \_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Você está recebendo uma amostra de café. Por favor, prove-as e assinale na lista abaixo os atributos que considera adequados para descrever cada uma das amostras.

Amostra: \_\_\_\_\_

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Cor marrom escura  | <input type="checkbox"/> Sabor ácido              |
| <input type="checkbox"/> Cor de café        | <input type="checkbox"/> Sabor amargo             |
| <input type="checkbox"/> Cor marrom clara   | <input type="checkbox"/> Sabor pouco ácido        |
| <input type="checkbox"/> Odor de café       | <input type="checkbox"/> Sabor ruim               |
| <input type="checkbox"/> Odor adocicado     | <input type="checkbox"/> Sabor pouco adocicado    |
| <input type="checkbox"/> Odor de cacau      | <input type="checkbox"/> Sabor pouco adstringente |
| <input type="checkbox"/> Odor desagradável  | <input type="checkbox"/> Saboroso                 |
| <input type="checkbox"/> Odor torrado       | <input type="checkbox"/> Sabor intenso            |
| <input type="checkbox"/> Odor de grão verde | <input type="checkbox"/> Sabor adstringente       |
| <input type="checkbox"/> Odor agradável     | <input type="checkbox"/> Sabor suave              |
| <input type="checkbox"/> Sabor pouco amargo | <input type="checkbox"/> Sabor adocicado          |

**APÊNDICE G**

TESTE DE ORDENAÇÃO DE PREFERÊNCIA			
Nome: _____ Sexo: ___ Idade: ___ Data: _____			
Você está recebendo quatro amostras de café. Por favor, prove-as e ordene-as de acordo com sua preferência, colocando em primeiro lugar aquela que você mais gostou e por último a que menos gostou.			
1. _____	2. _____	3. _____	4. _____
Explique a razão de sua preferência o rejeição: _____			
_____			
_____			

## APÊNDICE H

Correlações significativas ( $p < 0,05$ ) entre os escores das dimensões comuns (CD) e os valores dos atributos levantados no perfil livre.

(continua)

CC1		CC2		CC3		CC4		CC5	
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
<b>Aparência</b>									
Caramelo (1)	Caramelo (1)	Caramelo (1)	Caramelo (1)	Chá (1)	Chá (1)	Caramelo (1)	Caramelo (1)	Espuma (1)	Chocolate (1)
Espuma (1)	Chocolate (1)	Espuma (1)	Chocolate (1)	Turbidez (1)	Chocolate (1)	Espuma (1)	Chocolate (1)	Translúcido (1)	Espuma (1)
Turbidez (2)	Espuma (1)	Café (3)	Espuma (1)	Caramelo (2)	Translúcido (1)	Translúcido (1)	Espuma (1)	Caramelo (2)	Café (3)
Café (5)	Translúcido (1)	Marrom (4)	Translúcido (1)	Espuma (2)	Turbidez (1)	Turbidez (1)	Turbidez (1)	Chá (2)	Marrom (5)
Marrom (7)	Café (2)	-	Chá (2)	Café (5)	Café (3)	Chá (2)	Café (5)	Turbidez (2)	-
-	Chá (2)	-	Turbidez (2)	Marrom (5)	Marrom (4)	Marrom (2)	Marrom (7)	Marrom (4)	-
-	Marrom (2)	-	Café (4)	-	-	Café (4)	-	Café (5)	-
-	-	-	Marrom (4)	-	-	-	-	-	-
<b>Odor</b>									
Adocicado (1)	Cacau (1)	Cacau (1)	Cacau (1)	Cacau (1)	Adocicado (1)	Adocicado (1)	Fumaça (1)	Adocicado (1)	Grão verde (1)
Cacau (1)	Mentolado (1)	Fumaça (1)	Fumaça (1)	Fumaça (1)	Cacau (1)	Fumaça (1)	Grão verde (1)	Mentolado (1)	Mentolado (1)

Correlações significativas ( $p < 0,05$ ) entre os escores das dimensões comuns (CD) e os valores dos atributos levantados no perfil livre.

(continua)

CC1		CC2		CC3		CC4		CC5	
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
<b>Odor</b>									
Grão verde (1)	Ardido (1)	Mentolado (1)	Grão verde (1)	Madeira (1)	Fumaça (1)	Madeira (1)	Terroso (1)	Suave (1)	Terroso (1)
Mentolado (1)	Terroso (1)	Ardido (1)	Madeira (1)	Suave (1)	Grão verde (1)	Suave (1)	Cacau (2)	Fumaça (2)	Grão torrado (1)
Ardido (1)	Grão torrado (1)	Adocicado (2)	Mentolado (1)	Terroso (1)	Madeira (2)	Mentolado (2)	Madeira (2)	Grão torrado (2)	Cacau (2)
Suave (1)	Café (2)	Madeira (2)	Ardido (1)	Mentolado (2)	Ardido (2)	Ardido (2)	Adocicado (3)	Grão verde (3)	Ardido (2)
Fumaça (2)	Adocicado (3)	Grão torrado (2)	Suave (1)	Adocicado (3)	Café (5)	Grão verde (3)	Grão torrado (3)	Madeira (3)	Adocicado (3)
Grão torrado (2)	Grão verde (3)	Grão verde (3)	Terroso (1)	Grão verde (3)	-	Café (4)	Café (7)	Café (7)	Café (5)
Café (9)	Madeira (3)	Café (6)	Grão torrado (1)	Grão torrado (3)	-	-	-	-	-
-	-	-	Adocicado (2)	Café (6)	-	-	-	-	-
-	-	-	Café (5)	-	-	-	-	-	-
<b>Sabor</b>									
Ácido (1)	Adocicado (1)	Amargo residual (1)	Adstringente (1)	Adocicado (1)	Ácido (1)	Amargo residual (1)	Amêndoa (1)	Adocicado (1)	Adstringente (1)
Amargo residual (1)	Amargo (1)	Amêndoa (1)	Ardido (1)	Amargo residual (1)	Adstringente (1)	Ácido (2)	Cacau (1)	Amargo residual (1)	Cacau (1)
Cacau (1)	Amêndoa (1)	Cacau (1)	Ácido (2)	Amêndoa (1)	Cacau (1)	Adstringente (2)	Ardido (1)	Amêndoa (1)	Mentolado (1)
Suave (1)	Café (1)	Mentolado (1)	Grão verde (2)	Mentolado (1)	Grão verde (1)	Grão verde (2)	Mentolado (1)	Ardido (1)	Adocicado (2)

Correlações significativas ( $p < 0,05$ ) entre os escores das dimensões comuns (CD) e os valores dos atributos levantados no perfil livre.

(conclusão)

CC1		CC2		CC3		CC4		CC5	
+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
<b>Sabor</b>									
Adocicado (2)	Mentolado (1)	Suave (2)	Adocicado (3)	Ardido (1)	Suave (1)	Suave (2)	Adstringente (2)	Grão verde (2)	Café (2)
Adstringente (2)	Grão torrado (1)	Adstringente (3)	Café (3)	Adstringente (3)	Adocicado (2)	Café (3)	Adocicado (3)	Ácido (3)	Suave (2)
Café (7)	Adstringente (2)	Ácido (4)	Suave (3)	Suave (3)	Café (2)	Grão torrado (3)	Suave (3)	Adstringente (3)	Ácido (3)
Grão torrado (7)	Grão verde (2)	Café (5)	Grão torrado (3)	Ácido (5)	Grão torrado (3)	Amargo (7)	Ácido (4)	Suave (3)	Amargo (5)
Amargo (12)	Suave (4)	Grão torrado (5)	Amargo (5)	Grão torrado (5)	Amargo (6)	-	Café (5)	Grão torrado (5)	-
-	Ácido (5)	Amargo (8)	-	Café (6)	-	-	Grão torrado (5)	Café (6)	-
-	-	-	-	Amargo (7)	-	-	Amargo (6)	Amargo (8)	-
<b>Textura</b>									
Encorpado (4)	Encorpado (2)	Encorpado (2)	Encorpado (4)	Encorpado (4)	Encorpado (2)	Encorpado (3)	Encorpado (3)	Encorpado (2)	Encorpado (4)
-	Leve (9)	Leve (3)	Leve (7)	Leve (7)	Leve (2)	Leve (3)	Leve (6)	Leve (6)	Leve (4)

Fonte: Autoria própria.

**APÊNDICE I**

Resultados do teste de ordenação de cada um dos avaliadores.

(continua)

<b>Avaliador</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>K</b>
1	4	2	3	1
2	2	4	3	1
3	4	3	2	1
4	4	2	3	1
5	2	1	3	4
6	3	4	2	1
7	3	4	1	2
8	1	2	3	4
9	4	1	3	2
10	1	3	4	2
11	2	3	1	4
12	4	3	2	1
13	4	1	3	2
14	4	1	3	2
15	1	2	3	4
16	1	4	3	2
17	2	4	3	1
18	3	1	4	2
19	1	3	4	2
20	4	2	3	1
21	4	2	3	1
22	4	2	1	3
23	4	3	2	1
24	2	4	3	1
25	3	1	4	2
26	4	2	3	1
27	4	3	1	2
28	4	3	1	2
29	2	4	3	1
30	3	1	2	4
31	4	1	2	3
32	1	4	3	2
33	4	1	3	2
34	2	1	4	3

Resultados do teste de ordenação de cada um dos avaliadores.

(conclusão)

<b>Avaliador</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>K</b>
35	3	1	4	2
36	2	4	1	3
37	4	1	2	3
38	1	4	2	3
39	4	2	3	1
40	3	2	4	1
41	2	1	4	3
42	4	1	3	2
43	3	2	4	1
44	1	2	3	4
45	2	3	4	1
46	1	3	4	2
47	2	4	3	1
48	4	1	3	2
49	2	4	3	1
50	1	2	4	3
51	3	2	4	1
52	4	1	3	2
53	3	1	2	4
54	4	3	2	1
55	1	2	4	3
56	1	4	3	2
57	4	1	3	2
58	3	4	2	1
59	3	1	4	2
60	4	2	3	1
61	3	4	2	1
62	4	3	1	2
63	3	2	1	4
64	3	1	2	4
65	3	1	4	2
66	4	1	3	2
67	3	1	4	2
68	4	1	3	2
69	2	3	1	4
70	1	4	2	3
<b>Soma</b>	<b>198</b>	<b>161</b>	<b>195</b>	<b>146</b>

Fonte: Autoria própria.