



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

MAYARA DE SOUZA GOIS BARBOSA

**RELAÇÃO ENTRE A COMPOSIÇÃO DO GRÃO CRU E A
QUALIDADE DA BEBIDA DE CAFÉ ARÁBICA**

Londrina
2017

MAYARA DE SOUZA GOIS BARBOSA

**RELAÇÃO ENTRE A COMPOSIÇÃO DO GRÃO CRU E A
QUALIDADE DA BEBIDA DE CAFÉ ARÁBICA**

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marta de Toledo Benassi.

Coorientadora: Dra. Cintia Sorane Good Kitzberger.

Londrina
2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

B238r Barbosa, Mayara de Souza Gois.

Relação entre a composição do grão cru e a qualidade da bebida de café arábica /
Mayara de Souza Gois Barbosa. – Londrina, 2017.
80 f.: il.

Orientador: Marta de Toledo Benassi.

Coorientador: Cintia Sorane Good Kitberger.

Dissertação (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Coffea arabica. – Teses. 2. Café cru. – Teses. 3. NIR. – Teses. 4. Dominância temporal das sensações. Teses. I. Benassi, Marta de Toledo. II. Kitberger, Cintia Sorane Good. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências de Alimentos. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. VI. Título.

CDU 641.002.61

MAYARA DE SOUZA GOIS BARBOSA

**RELAÇÃO ENTRE A COMPOSIÇÃO DO GRÃO CRU E A
QUALIDADE DA BEBIDA DE CAFÉ ARÁBICA**

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

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof. Dra. Marta de Toledo
Benassi
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof^a. Dra. Josiane Alessandra Vignoli
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. André Luiz Buzzo Mori
Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR

Londrina, 19 de Maio de 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me guiar a cada passo dado e permitir a realização de mais esta etapa.

A minha família, pai, mãe, irmão que sempre me apoiaram em todo o meu trajeto e me deram todo o suporte necessário pra que eu chegasse neste momento.

Ao meu marido Alessandro, por sempre acreditar em mim e estar ao meu lado. Pelo amor, paciência, incentivo e apoio.

Aos meus cachorros por sempre me proporcionarem momentos de alegria e descontração.

A Prof^a. Dr^a. Marta de Toledo Benassi, pela grandiosa orientação, por ter tanta paciência e por me ensinar tanto neste tão pouco tempo. Agradeço muito pelo amparo a todo momento e por ter acrescentado tanto à minha carreira e vida.

Aos professores e profissionais do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, pelo conhecimento e apoio transmitidos.

Aos amigos e colegas de laboratório pela ajuda e disponibilidade para participação dos testes sensoriais.

Aos membros da banca, pela disponibilidade e contribuição na correção e melhoria do trabalho.

Ao Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) pelas amostras cedidas, em especial a Dr^a. Maria Brigida dos Santos Scholz e a Dr^a. Cintia Sorane Good Kitzberger, pelo auxílio nas análises e realização do trabalho.

A Dr^a. Cintia Sorane Good Kitzberger pela co-orientação, ensinamentos, e grande contribuição para o trabalho com sugestões, correções e auxílio em laboratório.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo suporte financeiro.

*“O importante não é ver o que ninguém
nunca viu, mas sim, pensar o que
ninguém nunca pensou sobre algo que
todo mundo vê”.*

Arthur Schopenhauer

BARBOSA, Mayara de Souza Gois. **Relação entre a composição do grão cru e a qualidade da bebida de café arábica**. 2017. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

RESUMO

A demanda por cafés com boa qualidade de bebida e características sensoriais diferenciadas tem aumentado nos últimos anos. Considerando-se que a comercialização e compra de café são feitas com o produto cru, é de interesse que a composição do café cru possa fornecer informações sobre a bebida a ser obtida a partir do produto torrado. O objetivo do trabalho foi relacionar o perfil de composição de cafés arábica crus a qualidade e características da bebida do café torrado. Foram estudados 68 cafés com boa qualidade de bebida (notas entre 63 e 86) procedentes de três edições do Concurso Café Qualidade Paraná (anos de 2012, 2013 e 2015). Empregou-se espectrofotometria de infravermelho próximo, para avaliar os teores de açúcares totais, sacarose, lipídios, proteínas, cafeína, ácidos clorogênicos totais, caveol e cafestol, e avaliou-se, ainda, a acidez total titulável. Dois cafés crus foram processados em dois níveis de torra (média-clara e escura) e as bebidas dos cafés torrados foram avaliadas pela técnica sensorial de Dominância Temporal das Sensações (TDS) quanto a dinâmica de percepção de seus atributos. Dos parâmetros estudados nos cafés crus, a maior variabilidade foi observada no teor de açúcares redutores e, a menor, no de lipídios. Observou-se correlação positiva entre os teores de cafeína, proteína e ácidos clorogênicos, e entre açúcares redutores e diterpenos totais. Altos valores das razões sacarose/acidez e cafestol/caveol e altos teores de diterpenos totais e açúcares redutores no grão cru foram associados a cafés com melhor qualidade de bebida (maiores notas). Cafés com menor nota foram associados a altos teores de cafeína, proteína e ácidos clorogênicos. A técnica de Dominância Temporal das Sensações mostrou que independentemente do grau de torra, o café com maior teor de cafeína no grão cru foi considerado como tendo maior dominância de gosto ácido, adstringente e torrado, e o café com maior teor de ácidos clorogênicos no grão cru, de sabor de café e amargo. Os atributos amargo e torrado foram dominantes nos cafés com torra escura, enquanto nos de torra média-clara destacou-se a acidez. Com o aumento do grau de torra, os cafés se diferenciaram menos com relação ao gosto ácido e torrado.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. Café cru. NIR. Dominância Temporal das Sensações.

BARBOSA, Mayara de Souza Gois. **Relationship between the composition of crude coffee beans and the cup quality of arabica coffee brews**. 2017. 80 p. Dissertation (Master Degree in Food Science) – State University of Londrina, Londrina, 2017.

ABSTRACT

The demand for coffees with good cup quality and distinguished sensory characteristics has increased in recent years. As the trading and purchase are made with the crude coffee, it is interesting that the crude beans composition can provide information about the brew produced with the roasted coffee. The aim of the research was to correlate the composition profile of crude arabica coffee beans to the quality and characteristics of the roasted coffee brews. Good cup quality coffees (68 samples with scores ranging from 63 to 86) from three editions of the Coffee Quality Paraná Contest (years 2012, 2013 and 2015) were analyzed. Near-infrared spectrophotometry was applied to evaluate total sugars, sucrose, lipids, proteins, caffeine, total chlorogenic acids, kahweol and cafestol. Total titratable acidity was also evaluated. Two crude coffee beans were roasted at medium-light and dark roasting degrees. The roasted coffee brews were evaluated by the Temporal Dominance of Sensations (TDS) sensory technique regarding the dynamics of perception of their attributes. Considering the studied parameters for the crude coffee beans, the highest variation was observed for the reducing sugars content and, the smaller variation for lipids content. Positive correlations were observed between the contents of caffeine, protein and chlorogenic acids, and between reducing sugars and total diterpenes. High values for the sucrose/acidity ratio and the cafestol/kahweol ratio and high contents of total diterpenes and reducing sugars in the crude beans were associated with higher cup quality coffees (higher scores). Lower scoring coffees were related to high levels of caffeine, protein and chlorogenic acids. Regardless of the roasting degree, it was observed by TDS that the coffee with the highest caffeine content in the crude bean was considered as presenting a higher dominance of acid, astringent and roasted taste, and the coffee with a higher content of chlorogenic acids in the crude beans, a higher dominance of coffee flavor and bitter taste. The bitter and roasted taste were dominant in dark roasted coffees, while the acidity taste was highlighted in the medium-light roasted coffees. Less difference in acid and roasted taste was observed with the increase of the roasting degree.

Keywords: *Coffea arabica*. crude coffee beans. NIR. Temporal Dominance of Sensations.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1

Figura 1 – Estrutura química de alguns dos principais compostos relacionados a qualidade da bebida de café.....22

Figura 2 – Via de formação dos ácidos clorogênicos.....25

CAPÍTULO 2

Figura 1 – Projeção das variáveis nas Componentes Principais 1 e 2.....51

Figura 2 – Projeção das amostras nas Componentes Principais 1 e 2 com os grupos definidos pela Análise Hierárquica de Agrupamentos (Figura 3).....52

Figura 3 – Dendograma da Análise Hierárquica de Agrupamento dos cafés.....53

CAPÍTULO 3

Figura 1 – Curvas de taxa de dominância dos atributos pelo tempo para as quatro bebidas de café.....69

Figura 2 – Representação gráfica da diferença entre as curvas de taxa de dominância dos atributos pelo tempo para as quatro bebidas de café.....71

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 – Classificação da bebida de café e suas características sensoriais.....17

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Faixa analítica (g.100g-1) empregada para determinação dos compostos por NIR.....43

Tabela 2 – Caracterização química dos cafés arábica provenientes de concurso de qualidade dos anos 2012, 2013 e 2015.....45

Tabela 3 – Caracterização química dos cafés arábica crus provenientes de concurso de qualidade, classificados como Rio e Riado.....55

Tabela 4 – Valores médios da composição dos grupos formados pela Análise Hierárquica de Agrupamentos.....61

CAPÍTULO 3

Tabela 1 – Caracterização da composição química dos cafés crus.....66

Tabela 2 – Parâmetros das curvas de dominância para cada atributo em cada bebida.....70

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivos específicos	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 Avaliação da qualidade e das características sensoriais da bebida de café	16
3.2 Compostos de importância para a qualidade e características sensoriais da bebida de café	21
REFERÊNCIAS	28

CAPÍTULO 2 – CORRELAÇÃO ENTRE O PERFIL DE COMPOSIÇÃO DE CAFÉS ARÁBICA CRUS E A QUALIDADE SENSORIAL DA BEBIDA

RESUMO	39
1 INTRODUÇÃO	39
2 MATERIAL E MÉTODOS	41
2.1 Descrição das amostras e análise da composição	41
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4 CONCLUSÕES	56
REFERÊNCIAS	56
ANEXO A - Tabela 4 – Valores médios da composição dos grupos formados pela Análise Hierárquica de Agrupamentos	61

CAPÍTULO 3 – DINÂMICA DA PERCEPÇÃO DE SENSAÇÕES EM BEBIDAS DE CAFÉ ARÁBICA COM DIFERENTES TORRAS

RESUMO	63
1 INTRODUÇÃO	63
2 MATERIAL E MÉTODOS	65
2.1 Material: caracterização do grão e do processo de torra	65
2.2 Equipe sensorial: caracterização e familiarização com o teste	66

2.3 Preparo das amostras e condições dos testes.....	67
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
4 CONCLUSÕES.....	74
REFERÊNCIAS.....	74
ANEXO A - Termo de consentimento livre e esclarecido na forma de convite para avaliadores de café torrado e moído - Teste de Dominância Temporal das Sensações.....	78
ANEXO B - Questionário apresentado aos candidatos para seleção e caracterização da equipe.....	79
CONCLUSÃO GERAL.....	80

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 INTRODUÇÃO

As espécies de café mais comercializadas no mundo são *Coffea arabica* (café arábica) e *Coffea canephora* (café robusta ou conilon), sendo que o arábica apresenta bebida de qualidade sensorial superior. Fatores como a variabilidade genética dentro da espécie (cultivares), condições edafoclimáticas de cultivo, processos de colheita, pós-colheita, secagem e processo de torra também afetam a qualidade da bebida contribuindo na formação de características sensoriais, influenciando na acidez, corpo, doçura e aroma (FARAH; SANTOS, 2015). O café arábica exige altitudes mais elevadas para cultivo, bem como temperaturas mais baixas, crescimento e amadurecimento uniforme dos frutos resultando em bebida de boa qualidade. Essas condições se assemelham as condições dos planaltos do sudoeste da Etiópia, onde se originou a espécie (VOSSEN; BERTRAND; CHARRIER, 2015).

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), em 2016 o Brasil se manteve como líder mundial em produção e exportação de café (MAPA, 2016). Na safra de 2016 foram produzidas 51,37 milhões sacas beneficiadas de café, valor quase 19% maior que o da safra anterior. Esse aumento pode ser justificado pelo ciclo de bienalidade positiva aliado a condições climáticas favoráveis nas principais regiões produtoras de café arábica. Do total, 43,38 milhões (84%) foram de café arábica, destacando-se o estado de Minas Gerais que representou mais de 50% da produção dessa espécie no Brasil (CONAB, 2016).

O Brasil ocupa a vice-liderança mundial em consumo com cerca de 4,90 kg por habitante ao ano de café torrado e moído (6,2 kg de café cru em grão), equivalente a 81 L por habitante ao ano (ABIC, 2017a; ICO, 2017). Analisando a história, observa-se que o café tem sido consumido pelo efeito estimulante e em grande parte por convenção social. O hábito de tomar café vem da cultura árabe, o interesse pela bebida se deu pela observação de seu poder estimulante nos animais, os primeiros a experimentarem o grão. As primeiras cafeterias surgiram em Meca, e a bebida de café esteve presente em encontros religiosos, onde nenhum tipo de bebida alcoólica era permitida. Mas, foi somente quando os árabes trouxeram o café para a Itália, que o hábito se disseminou e foi associado a encontros sociais (ABIC, 2017a). Segundo pesquisa da Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC), o café é a segunda

bebida mais consumida no Brasil, perdendo apenas para água (CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ, 2015).

Além da tradição, nos últimos anos o interesse no consumo da bebida tem aumentado pelo seu impacto a saúde. Estudos relacionam o consumo regular e moderado de café com benefícios à saúde, como redução no risco de ocorrência de doenças como alguns tipos de cânceres, doenças cardiovasculares e *diabetes mellitus* (OBA et al., 2010; BUTT; SULTAN, 2011; BØHN et al., 2012; BOSIRE et al., 2013; O'KEEFE et al., 2013; GAASCHT; DICATO; DIEDERICH, 2015; PREEDY, 2015; YARMOLINSKY et al., 2015). Pesquisa com pacientes com câncer de cólon estágio III, demonstrou que a ingestão de 4 xícaras ou mais de café diariamente reduziu a probabilidade de recorrência do câncer e morte dos pacientes (GUERCIO et al., 2015).

Os benefícios da ingestão de café tem sido atribuídos a presença de compostos bioativos. A cafeína age como estimulante, aumentando o estado de alerta e reduzindo a fadiga, e possui efeito positivo sobre a memória a longo prazo e no sistema cardiovascular; em contraposição, efeitos adversos relacionados à ingestão de grandes quantidades de cafeína foram relatados, como aumento da ansiedade e perda de sono (SMITH, 2002; CARNO-MARQUINA; TARÍN; CANO, 2013; MEJIA; RAMIREZ-MARES, 2014; MESSINA et al., 2015). Os ácidos clorogênicos e seus isômeros possuem diferentes graus de atividade antioxidante, atuando na eliminação de espécies de oxigênio e nitrogênio (XU; HU; LIU, 2012; VIGNOLI et al., 2014), e tem efeito anti-hipertensivo, antifúngico, neuroprotetor e poder de inibição de enzimas ligadas a diabetes tipo 2 (ZHAO et al., 2012; UPADHYAY; RAO, 2013; OBOH et al., 2015; ONAKPOYA, et al., 2015). Os diterpenos caveol e cafestol estão associados a um potencial antitumoral e antioxidante, mas o efeito hipercolesterolêmico tem sido citado para altas ingestões de cafestol (SPEER; KÖLLING-SPEER, 2006; CARNO-MARQUINA; TARÍN; CANO, 2013; TSUKUI; OIGMAN; REZENDE, 2014).

O café tem sido comercializado como um produto de commodity, num mercado que valoriza mais a quantidade do que a especificidade do produto. Com o aumento no consumo e na exigência dos consumidores, a qualidade do grão tem sido valorizada, com demanda no mercado para produtos diferenciados. Concursos são uma forma de premiar produtores de cafés de qualidade e classificar os melhores lotes para vendas com valores diferenciados, valorizando o cafeicultor brasileiro. O

concurso de maior destaque é o Cup of Excellence[®], que no Brasil é organizado, desde 2000, pela Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA), tendo como objetivo promover cafés brasileiros de qualidade para o mercado exterior. Os lotes recebidos são avaliados por um júri nacional para atenderem a um padrão mínimo de qualidade e seleção dos melhores. Na sequência, após degustação por um júri internacional, os melhores lotes são premiados com o certificado Cup of Excellence[®]. O concurso tem permitido mostrar ao mercado internacional que o Brasil produz cafés arábica especiais de altíssima qualidade, comparáveis aos melhores do mundo, e que podem ser vendidos a preços diferenciados, como ocorreu com o lote vencedor de 2016 (comercializado por mais de 1300 dólares/saca) (BSCA, 2017).

A Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC) realiza anualmente o Concurso Nacional ABIC de Qualidade do Café. Desde 2015 esse concurso conta também com a participação de um Júri Popular, que auxilia na seleção dos melhores cafés finalistas, provando cada um e pontuando a qualidade global da xícara. O resultado do Júri Popular somará 15% na nota final dos lotes previamente selecionados pelo Júri Técnico, composto por avaliadores e especialistas que corresponde a 70%, e a nota de sustentabilidade da propriedade, cuja pontuação equivale aos 15% restantes (ABIC, 2017b).

Além dos concursos nacionais existem outros promovidos por cooperativas e empresas e que avaliam lotes de café de cada estado ou região. No Concurso Café Qualidade Paraná de 2016, em sua 14^a edição, além do prêmio em dinheiro, o micro lote com maior pontuação foi indicado para participar do Concurso Nacional da ABIC de Qualidade de Café (EMATER, 2016). Como um exemplo dessa nova postura, em 2015, a Nestlé lançou o Concurso Colheita Premiada em parceria com o MAPA e organizado pela BSCA. Na fase eliminatória, foram escolhidos 45 finalistas, 15 em cada categoria (conilon, arábica natural e arábica lavado), sendo premiados na etapa classificatória 5 cafés de cada categoria. O lote vencedor na categoria arábica natural foi adquirido para a produção da edição especial Catuaí do Cerrado NESCAFÉ[®] Dolce Gusto[®]. O novo produto foi o primeiro exclusivamente brasileiro a integrar a série “cafés especiais”, sendo comercializado a partir de setembro de 2016, como parte da série “cafés do mundo” (REVISTA CAFEICULTURA, 2016).

Como a compra e a comercialização de café são feitas com o grão cru, informações que correlacionem a composição do café cru com a qualidade da

bebida do produto torrado são importantes para o produtor na escolha da variedade e das técnicas de cultivo a serem empregadas. Compostos como carboidratos, lipídios, proteínas, ácidos orgânicos, cafeína e diterpenos impactam em atributos sensoriais da bebida possibilitando estudos que correlacionem o perfil desses compostos com a qualidade (PINTO et al., 2001; MALTA; SANTOS; SILVA, 2002).

Testes sensoriais descritivos permitem obter uma visão geral com a descrição completa das características sensoriais do alimento; usualmente o avaliador descreve a intensidade de cada sensação percebida numa escala (LAWLEES; HEYMANN, 2010). No entanto, como a percepção do sabor, aroma e textura do alimento é um fenômeno dinâmico, a intensidade com a qual os atributos podem ser percebidos na boca varia ao longo do tempo (MONACO et al., 2014). Métodos de Tempo/Intensidade, como Dominância Temporal das Sensações (TDS) permitem investigar a percepção sensorial no decorrer da ingestão; uma lista de atributos é desenvolvida e os atributos dominantes são selecionados ao longo da prova pelos avaliadores, gerando uma curva de taxa de dominância (SCHLICH; PINEAU, 2017).

Baseado nessas considerações, o presente trabalho teve como objetivo estudar possíveis marcadores de qualidade correlacionando o perfil de compostos do grão cru de cafés arábica com a qualidade da bebida obtida.

O capítulo 1 contém a introdução geral do trabalho, os objetivos e a revisão bibliográfica onde são abordados métodos para avaliação da qualidade e das características sensoriais da bebida de café, e os compostos de importância para a qualidade.

O capítulo 2 descreve o perfil de composição (açúcares, lipídios, proteínas, ácidos clorogênicos, cafeína, diterpenos e acidez total titulável) de cafés crus, procedentes de concursos de qualidade, avaliando a importância desses compostos na qualidade de bebida.

No capítulo 3, a técnica sensorial de Dominância Temporal das Sensações (TDS) foi empregada para associar as diferenças de composição do grão cru e procedentes do processo de torra às sensações observadas pelos avaliadores ao longo do tempo de ingestão das bebidas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a relação entre a composição química de grãos crus de cafés arábica e a qualidade da bebida obtida pelo café torrado e moído, estudando cafés com boa qualidade de bebida.

2.2 Objetivos específicos

- Quantificar no grão cru compostos de importância para a qualidade da bebida de café como açúcares (totais e redutores), lipídios, proteínas, ácidos clorogênicos, cafeína, e diterpenos (caveol e cafestol) bem como a acidez total titulável.
- Correlacionar o perfil de compostos do grão de café cru com a qualidade do café (já definida anteriormente em concurso de qualidade), indicando marcadores de qualidade para a bebida.
- Empregar a técnica sensorial de Dominância Temporal das Sensações (TDS) associando as diferenças de composição do grão cru e alterações associadas ao processo de torra às sensações observadas ao longo do tempo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Avaliação da qualidade e das características sensoriais da bebida de café

Segundo pesquisa da ABIC, os consumidores estão cada vez mais atentos a qualidade e diversidade do café, o que tem gerado um aumento na procura por cafés especiais. A tendência para consumo da bebida de café é a adesão cada vez maior de um público mais jovem, mantendo seu consumo estabilizado nos próximos anos. Fatores como sabor, aroma e marca do café são os mais relevantes para o consumidor na hora da compra independente do tipo de café (CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ, 2015). Essa percepção, sem dúvida, é fruto do esforço que a indústria vem fazendo nos últimos anos de esclarecimento ao consumidor sobre atributos de qualidade para o produto.

Tradicionalmente, para comercialização e venda de café, avaliadores treinados, classificam as bebidas de café arábica, em uma avaliação denominada prova de xícara, em um dos sete tipos listados na Figura 1 (BRASIL, 2003). São definidas como bebidas finas as correspondentes aos tipos estritamente mole, mole,

apenas mole e dura, na ordem decrescente de qualidade; e como bebidas fenicadas, de pior qualidade, os tipos riado, rio e rio zona.

Tabela 1. Classificações da bebida de café e suas características sensoriais.

	Tipo	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 no paladar
	Duro	Sabor acre, adstringente e áspero, porém não apresenta paladares estranhos
Bebidas Fenicadas	Riado	Bebida de café que apresenta leve sabor, típico de iodofórmio
	Rio	Sabor típico e acentuado de iodofórmio
	Rio Zona	Aroma e sabor mais acentuado, assemelhado ao iodofórmio ou ao ácido fênico, sendo repugnante ao paladar

Fonte: BRASIL, 2003.

A Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC) define a qualidade global da bebida 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 e carbonização acentuada do pó; da presença não preponderante do gosto de grãos defeituosos; da inexistência do gosto característico de grãos fermentados, podres ou preto-verdes” (ABIC, 2017a).

O Programa de Qualidade do Café, lançado há mais de 12 anos pela associação tem como objetivo definir categorias de produtos (níveis de qualidade Tradicional, Superior e Gourmet), com o objetivo de agregar valor e ampliar consumo a partir da melhoria contínua dos cafés. A Associação preconiza uma “Norma de Qualidade Recomendável e Boas Práticas de Fabricação de Cafés Torrados em Grão e Cafés Torrados e Moídos” (2017), onde descreve os procedimentos para avaliação de qualidade da bebida de café. As características sensoriais recomendáveis para classificação do tipo de bebida são aroma, acidez, amargor, sabor, sabor estranho, adstringência, corpo e qualidade global da bebida.

Na classificação, a nota final da qualidade da bebida de café vai de uma escala de 0 (zero) a 10 (dez) pontos, e é atribuída pelo conjunto das características sensoriais avaliadas. O café torrado e moído é preparado por percolação segundo padrão (uso de filtro de papel, proporção de 50 g de pó para 0,5 L de água mineral à 92°C) (ABIC, 2017c).

Considerando a necessidade de uma normatização oficial, e não apenas a recomendação de uma associação, em 2010 o MAPA propôs um regulamento para classificação do café torrado em grão e café torrado e moído e as classificações para os tipos de bebida, a Instrução Normativa MAPA nº 16 de 24 de maio “Regulamento técnico para o café torrado em grão e para o café torrado e moído” (BRASIL, 2010). Em 2011, o MAPA publicou outra instrução normativa (IN nº 6 de 22 de fevereiro de 2011), estabelecendo que a análise sensorial do café torrado em grão e café torrado e moído, ponto mais polêmico para implantação da IN 16, só seria exigido após um período de 24 meses a contar daquela data (BRASIL, 2011). Em 22 de fevereiro de 2013, foi publicada a IN 7/2013 (BRASIL, 2013) que revogou a IN 16, dessa forma no momento não há recomendação formal na legislação brasileira quanto a avaliação de qualidade da bebida de café.

Para descrever e caracterizar os atributos das bebidas de café podem ser empregadas técnicas sensoriais descritivas, que permitam obter uma descrição completa das características sensoriais do produto. Nos métodos descritivos em geral, os avaliadores utilizam um vocabulário comum na caracterização dos produtos e descrevem a intensidade de cada sensação percebida como um valor em uma escala, sendo necessário treinamento longo para uso consensual das terminologias e escalas (LAWLEES; HEYMANN, 2010).

A percepção do sabor, aroma e textura do alimento durante a degustação não é um fenômeno estático, mas dinâmico, uma vez que os atributos a serem avaliados podem ser percebidos de forma diferenciada na boca ao longo do tempo (MONACO et al., 2014). Assim, é possível que dois produtos tenham um perfil descritivo similar, mas que difiram na ordem em que os atributos são percebidos durante o consumo ou no tempo em que um dado atributo apresenta maior intensidade predominando sobre os outros (LAWLEES; HEYMANN, 2010).

Métodos sensoriais baseados em medidas de Tempo/Intensidade, permitem investigar a percepção sensorial no decorrer do tempo da ingestão dos alimentos. Entre eles tem se destacado a técnica de Dominância Temporal das Sensações

(TDS), onde o avaliadores devem, ao longo do tempo de prova, indicar na lista de atributos apresentada, qual é o atributo dominante em cada tempo pré-fixado. É importante destacar a diferença entre o TDS e o método de tempo-intensidade tradicional, uma vez que cada tipo de teste atende a uma necessidade diferente. Enquanto testes de tempo-intensidade avaliam a evolução da intensidade de uma única percepção ao longo do tempo, o TDS é um método multi-atributo, que permite avaliar uma sequência de percepções dominantes ao longo do teste (SCHLICH; PINEAU, 2017).

Para a análise por TDS, alguns autores propõe que os avaliadores sejam selecionados através de testes triangulares e de reconhecimento de sabores e odores, mas no geral é sugerido um curto treinamento no qual o principal objetivo é familiarizar o avaliador com a técnica e o software utilizado (MONACO et al., 2014). Visalli et al. (2016) ressaltam bons resultados obtidos em estudo com consumidores sem treinamento.

Para que seja possível investigar a percepção sensorial no decorrer do tempo, uma lista de atributos é desenvolvida e apresentada aos avaliadores (SCHLICH; PINEAU, 2017). Pineau et al. (2012) destacaram a importância da escolha adequada dos atributos que deverão compor a lista e do número de atributos a ser empregado, uma vez que a quantidade e qualidade dos atributos afeta diretamente a eficiência do teste. Os autores sugerem o emprego de listas com não mais do que 10 atributos, e reportaram que acima de 8 a 10 atributos alguns avaliadores não foram capazes de usar todos os atributos durante o teste. Além disso, preconizam que a ordem de apresentação dos atributos seja aleatorizada, uma vez que observaram uma tendência dos avaliadores em selecionar primeiro os atributos que se encontram no topo da lista.

Quanto a realização do teste, o avaliador inicia sua prova, e indica ao longo do tempo qual é o atributo dominante naquele tempo de análise, gerando curvas de taxa de dominância para cada atributo (SCHLICH; PINEAU, 2017). A dominância é obtida pela razão entre o número de vezes em que o atributo é citado como dominante pelo número de citações possíveis (PINEAU et al., 2009). É também reportado o uso de curvas de diferença, onde se grafica a diferença nos valores de taxa de dominância entre dois tratamentos (MEILLON; URBANO; SCHLICH, 2009; ALBERT et al., 2012). Como parâmetros numéricos da avaliação, Schlich e Pineau

(2017) descrevem o uso do valor de dominância máxima (V_{max}), do tempo para chegar a V_{max} (T_{max}), bem como do período de duração da dominância (D_{max}).

Para captar os dados gerados durante o teste, softwares específicos devem ser empregados. A Universidade Federal de Lavras desenvolveu um software gratuito denominado SensoMaker que permite ao avaliador, através de uma lista de atributos inserida no software, selecionar os atributos dominantes durante o tempo do teste, gerando posteriormente a curva de taxa de dominância (PINHEIRO; NUNES; VIETORI, 2013).

Por ser uma técnica simples e que não exige sofisticação laboratorial, o TDS poderia ser empregado em estudos de consumidor realizados fora de laboratório. Visalli et al. (2016), em trabalho onde comparam o uso de TDS utilizando computador e mouse e tela touchscreen em tablet, obtiveram resultados similares quanto aos atributos dominantes e performance da equipe, e a citação de um maior número de sensações quando se usou o touchscreen, mostrando a viabilidade do uso de TDS em situações de testes fora do laboratório e com consumidores.

O TDS vem sendo utilizado para avaliar sensorialmente vários tipos de alimentos, como sorvete, cerveja, nozes, água, polpas de groselha, polpas de morango, chocolate e produtos lácteos (PINEAU et al., 2009; TEILLET et al., 2010; NG et al., 2012; VÁZQUEZ-ARAÚJO; PARKER; WOODS, 2013; HUTCHINGS, et al., 2014; VARELA; PINTOR; FISZMAN, 2014; VISALLI et al., 2016; GONÇALVES et al., 2017). Três pesquisas empregando TDS para bebidas de café foram localizadas. Dinella et al. (2013) compararam o uso de três tipos de adoçantes na bebida de café, avaliando os atributos doce, azedo e amargo. Charles et al. (2015) avaliaram a influência do grau de torra e da adição de açúcar na liberação do aroma em café expresso, utilizando como atributos de avaliação, doce, azedo, amargo, queimado, caramelo, vegetal, adstringente, torrado e nozes. Evangelista et al. (2014) empregaram TDS na avaliação de cafés que haviam sido fermentados com cepas de leveduras selecionadas para melhora na qualidade de bebida, e além de alguns atributos já citados nos trabalhos anteriores, empregaram ainda chocolate, ácido, fermentado, frutado, herbáceo e picante.

Devido a aplicabilidade e facilidade de emprego do método, o TDS tem sido proposto também como técnica que pode ser empregada no estudo da dinâmica de emoções evocadas pelos alimentos durante seu consumo (JAGER et al., 2014).

3.2 Compostos de importância para a qualidade e características sensoriais da bebida de café

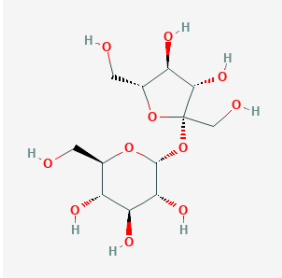
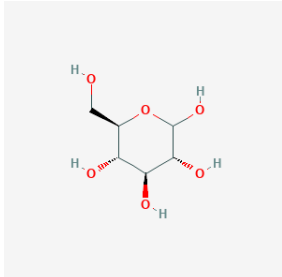
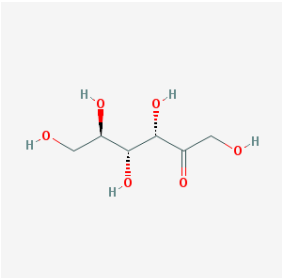
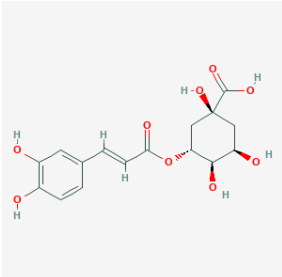
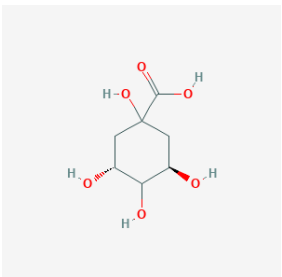
Diversas classes de compostos (carboidratos, ácidos orgânicos e diterpenos) presentes do grão cru interferem positivamente ou negativamente na qualidade da bebida obtida a partir do café torrado e moído, pelo impacto em atributos de aparência, sabor e aroma (PINTO et al., 2001; MALTA; SANTOS; SILVA, 2002; MOREIRA et al., 2014).

As características e a qualidade sensorial da bebida de café torrado e moído são dependentes de diversos fatores como genética dos grãos, tratamentos culturais (fatores edofoclimáticos e de cultivo), processamento pós-colheita e processo de torra. No processo de torra, devido a alta temperatura, normalmente acima dos 200°C, ocorrem várias transformações dos compostos químicos, que participam de reações de oxidação, redução, pirólise, despolimerização, entre outros, resultando na degradação e formação de novos compostos (ROSA et al., 2016). O impacto do processo de torra nos diferentes compostos presentes no grão cru está discutido abaixo para cada composto.

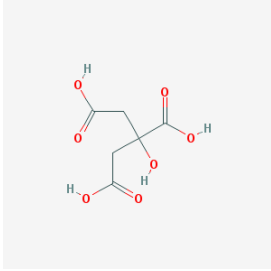
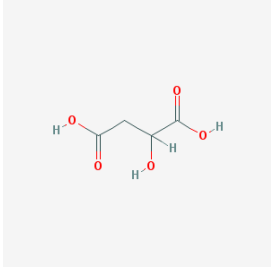
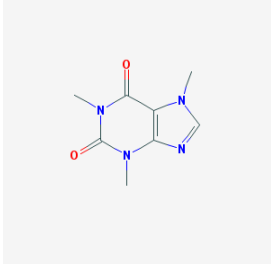
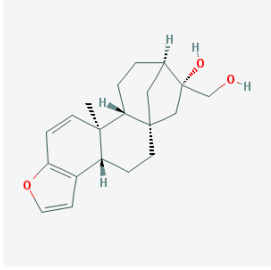
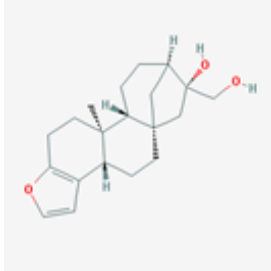
A Figura 1 reporta estrutura e fórmula molecular de alguns dos principais compostos envolvidos no processo de desenvolvimento dos atributos sensoriais da bebida do café.

A sacarose (Figura 1) é o principal carboidrato de baixa massa molecular presente no café cru, contribuindo significativamente para a produção do sabor, aroma e cor da bebida. Outros açúcares glicose e frutose (Figura 1) são encontrados em menores teores (MURKOVIC; DERLER, 2006). Além da variedade e do clima, o estágio de maturação dos grãos tem grande influência no teor de açúcares. A sacarose está presente na faixa de 5,3 a 9,3 g 100 g⁻¹ de café cru em café arábica (WEI; TANOKURA, 2015). Scholz et al. (2015) reportaram em café arábica cru teores de 5,28 a 7,18 g de sacarose 100 g⁻¹, de 0,03 a 0,15 g de glicose 100 g⁻¹ e de 0,03 a 0,25 g de frutose 100 g⁻¹. Kitzberger et al. (2013a), em um estudo com 7 cultivares de café arábica, relataram valores mais altos de sacarose (de 6,9 a 9,3 g 100 g⁻¹) e de açúcares redutores na faixa de 0,22 a 0,49 g 100 g⁻¹. Knopp, Bytof e Selmar (2006) apresentaram valores de 7,07 g 100 g⁻¹ de sacarose, 0,23 g 100 g⁻¹ de glicose e 0,39 g 100 g⁻¹ de frutose em suas amostras de café arábica cru. Além do impacto no gosto doce, os açúcares participam também de reações de Maillard

Figura 1. Estrutura química de alguns dos principais compostos relacionados a qualidade da bebida de café.

Composto	Fórmula molecular	Estrutura
<p>Sacarose (2R,3R,4S,5S,6R)-2-[(2S,3S,4S,5R)-3,4-dihidroxi-2,5-bis(hidroximetil)oxolan-2-il]oxi-6-(hidroximetil)oxano-3,4,5-triol</p>	$C_{12}H_{22}O_{11}$	
<p>Glicose (3R,4S,5S,6R)-6-(hidroximetil)oxano-2,3,4,5-tetrol</p>	$C_6H_{12}O_6$	
<p>Frutose (3S,4R,5R)-1,3,4,5,6-pentahidroxihexan-2-ona</p>	$C_6H_{12}O_6$	
<p>Ácido 5-cafeoil quínico (clorogênico) Ácido (1S,3R,4R,5R)-3-[(E)-3-(3,4-dihidroxifenil)prop-2-enoil]oxi-1,4,5-trihidroxiciclohexano-1-carboxílico</p>	$C_{16}H_{18}O_9$	
<p>Ácido quínico Ácido (3)-1,3,4,5R,5R-tetrahidroxiciclohexano-1-carboxílico</p>	$C_7H_{12}O_6$	

Cont.

Composto	Fórmula molecular	Estrutura
<p>Ácido cítrico (Ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico)</p>	$C_6H_8O_7$	
<p>Ácido málico Ácido 2-hidroxibutanodioico</p>	$C_4H_6O_5$	
<p>Cafeína 1,3,7-trimetilpurina-2,6-diona</p>	$C_8H_{10}N_4O_2$	
<p>Caveol (3bS,5aS,7R,8R,10aR,10bS)- 3b,4,5,6,7,8,9,10,10a,10b-Decahidro-7-hidroxi- 10bmetil-5a,8-Metano- 5aHciclohepta(5,6)nafto(2,1-b)furan-7-metanol)</p>	$C_{20}H_{26}O_3$	
<p>Cafestol (3bS,5aS,7R,8R,10aR,10bS)- 3b,4,5,6,7,8,9,10,10a,10b,11,12-Dodecahidro- 7-hidroxi-10b-metil-5a,8-metano- 5aHciclohepta[5,6]nafto[2,1-b]furan-7-metanol</p>	$C_{20}H_{28}O_3$	

Fonte: PubChem Compound Database (2017)

e caramelização durante o processo de torra, sendo responsáveis pela mudança de cor e sabor do grão. O café arábica apresenta maior teor de açúcares que o conilon, o que contribui para a melhor qualidade de bebida (SUNARHARUMA; WILLIAMS; SMYTH, 2014; SALVA et al., 2015).

As proteínas influenciam na formação da cor e aroma da bebida de café, e participam com açúcares redutores na reação de Maillard com formação de melanoidinas e compostos voláteis de baixa massa molecular (MONTAVON; MAURON; DURUZ, 2003). Para cafés arábica brasileiros de diferentes cultivares, teores de proteínas de 13,6 a 18,1 g 100 g⁻¹ foram descritos (SCHOLZ et al., 2011; KITZBERGER et al., 2013a; KITZBERGER et al., 2016). Oliveira et al. (2006) não reportaram diferença nos teores de proteína (faixa de 14,9 e 17,0 g 100 g⁻¹) para cafés arábica com diferente qualidade de bebida, enquanto Franca, Mendonça e Oliveira (2005) relataram teores de 14,47 a 16,11 g 100 g⁻¹, sendo os maiores valores para cafés classificados como mole.

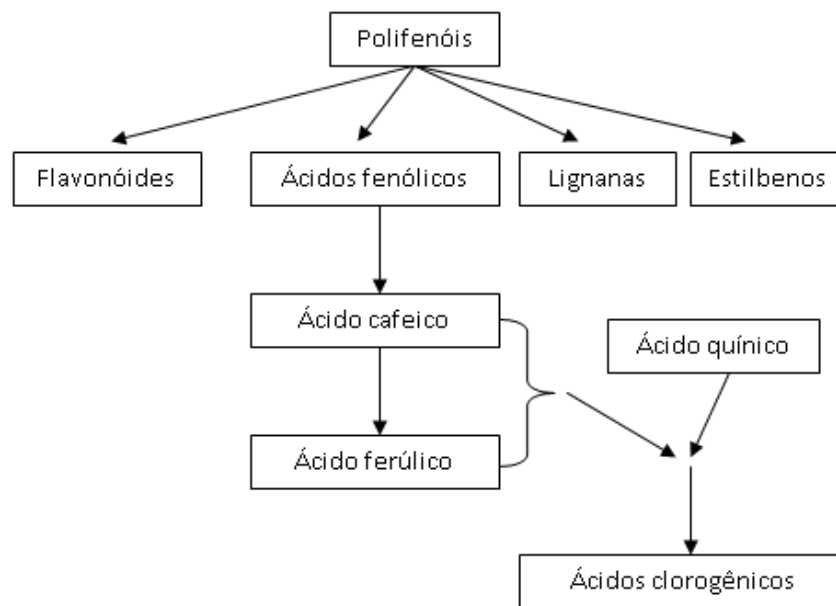
Os ácidos quínico, cítrico e málico (Figura 1) estão entre os principais ácidos orgânicos presentes no café cru. Os ácidos cítrico e málico participam do ciclo do ácido tricarbóxico, e o ácido quínico, predominante no grão, se acumula no pericarpo durante as primeiras fases de desenvolvimento do grão, tendo o seu teor diminuído durante a maturação (KOSHIRO et al., 2015).

Usualmente os ácidos correspondem a 11% da massa no grão de café arábica cru (GALLI; BARBAS, 2004). Os ácidos orgânicos estão relacionados ao processo de maturação: à medida que o café amadurece, ocorre um acúmulo de ácido cítrico e redução dos ácidos málico e quínico, o último consumido na formação de ácidos clorogênicos (ROGERS et al., 1999). Durante o processo de torra é observada uma redução nos teores de ácido cítrico e málico e um aumento de ácido quínico, produto de degradação de ácidos clorogênicos. Um maior teor de ácidos málico e cítrico no café arábica contribui para a acidez, parâmetro favorável para sua qualidade (RODRIGUES et al., 2007; WEI; TANOKURA, 2015). Para acidez total titulável em grãos de café arábica cru foram reportados valores na faixa de 198,42 a 237,64 mL de NaOH 0,1 mol.L⁻¹ (MENDONÇA; PEREIRA; MENDES, 2005).

Os ácidos clorogênicos (ACG) (Figura 1) são uma família de compostos formados por ésteres de ácidos hidroxicinâmicos (cumárico, cafeico, ferúlico e sinápico) e ácido quínico (FARAH; DONANGELO, 2006). O ácido cafeico pode se converter em ácido ferúlico com ajuda da enzima catecol-O-metiltransferase (COMT), juntos o ácido cafeico e ferúlico podem formar uma ligação éster com o ácido quínico assim formando um dos muitos isômeros pertencentes à família dos ácidos clorogênicos, como pode ser observado na Figura 2 (CARNO-MARQUINA; TARÍN; CANO, 2013). As principais classes dos ACG no café cru são os ácidos

cafeoilquínicos (ACQ), ácidos dicafeoilquínicos (ADICQ), ácidos feruloilquínicos (AFQ), ácidos p-coumaroilquínicos (pACoQ) e ácidos cafeoilferuloilquínicos (ACFQ). O ácido 5-O-cafeoilquínico (5-ACQ) é o principal representante do grupo dos ácidos clorogênicos no café. Os teores de ACG, podem variar com fatores como genética, grau maturação, e condições edafoclimáticas (FARAH; DONANGELO, 2006).

Figura 2. Via de formação dos ácidos clorogênicos.



Fonte: CARNO-MARQUINA; TARÍN; CANO, 2013.

Tsukui et al. (2015) encontraram valores de ACG em cafés arábica crus de $2,31 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ do grão. Farah et al. (2006a) reportaram para cafés classificados como rio zona, altos valores de ACG ($7,02 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), enquanto que o valor mais baixo, $5,78 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ foi observado em café mole, considerado de qualidade superior. Em outros estudos Farah et al. (2006b) e Duarte, Pereira e Farah (2010) reportaram valores de ACG na faixa de $5,08$ a $6,7 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, sendo que o 5-ACQ representou cerca de mais de 80% dos isômeros quantificados em alguns casos. Os ácidos clorogênicos estão relacionados com a adstringência e amargor do café e ajudam na formação de pigmentos, a proporção em que seus isômeros se encontram interferem diretamente nas propriedades sensoriais da bebida (SALVA et al., 2009; BUTT; SULTAN, 2011; SCHOLZ et al., 2013; SUNARHARUMA; WILLIAMS; SMYTH, 2014). Vignoli et al. (2014) descrevem perdas de até 90% do teor de 5-ACQ em grãos de café arábica, dependendo da intensidade do processo

de torra.

A cafeína (Figura 1) é um metabólito secundário e alcalóide pertencente ao grupo das xantinas (SUNARHARUMA; WILLIAMS; SMYTH, 2014). Teores de cafeína na faixa de 0,88 a 1,5 g 100 g⁻¹ foram reportados em cafés brasileiros (NOGUEIRA et al., 2000; KITZBERGER et al., 2013a). Franca, Mendonça e Oliveira (2005) e Teixeira et al. (2012) avaliaram o teor de cafeína em diferentes acessos de café arábica e reportaram valores em uma faixa próxima (0,73 a 1,39 g 100 g⁻¹), Franca, Mendonça e Oliveira (2005), relataram que os maiores teores foram encontrados nas bebidas de café arábica de melhor qualidade. A cafeína é estável a altas temperaturas, assim durante o processo de torra, o teor de cafeína não se altera (VIGNOLI et al., 2014). Eventuais aumentos descritos na literatura podem ser atribuídos à perda de outros componentes (FARAH, 2012). A cafeína contribui para o amargor e corpo do café (SUNARHARUMA; WILLIAMS; SMYTH, 2014).

O teor lipídico do grão cru de café arábica é de cerca de 12% a 16,8% em base seca (LAGO, 2001; SPEER; KOLLING-SPEER, 2006; FARAH, 2012). Os lipídios, assim como outros compostos presentes no grão, tem grande influência na formação do aroma durante o processo de torra. A decomposição e processo de auto-oxidação de lipídios dá origem a compostos secundários como aldeídos voláteis, cetonas e álcoois (MOREIRA; TRUGO; MARIA, 2000; KOSKEI; PATRICK; SIMON, 2015). Para cafés arábica brasileiros, foram reportados teores de lipídios na faixa de 11,2 a 16,3 g 100 g⁻¹ (SCHOLZ et al., 2011; KITZBERGER et al., 2013a; KITZBERGER et al., 2016). Oliveira et al. (2006), estudando cafés com diferentes níveis de defeitos, descrevem maior teor de lipídios para grãos não defeituosos.

Além dos triacilgliceróis, esteróis, fosfolipídios e tocoferóis que compõe a maioria dos lipídios encontrados no grão, existe uma fração insaponificável, cerca de 12%, a qual é rica em diterpenos da família dos cauranos (HARTMAN et al., 1968; MAZZAFERA et al., 1998; LAGO, 2001). Os principais diterpenos encontrados em óleo de café são cafestol e caveol (Figura 1), podendo ser encontrados na forma livre ou esterificados (SPEER; KÖLLING-SPEER, 2006; CARNO-MARQUINA; TARÍN; CANO, 2013; TSUKUI; OIGMAN; REZENDE, 2014). Em uma revisão sobre diterpenos, Benassi e Dias (2015) descrevem ampla faixa de variação nos teores de caveol e cafestol em café arábica: de 0,02 a 0,99 g 100 g⁻¹ e de 0,17 a 0,67 g 100 g⁻¹, respectivamente. Para cafés arábica brasileiros de diferentes cultivares são citados valores de caveol na faixa de 0,31 a 1,08 g 100 g⁻¹, e de cafestol, de 0,22 a

0,61 g 100 g⁻¹ (KITZBERGER et al., 2013a, KITZBERGER et al., 2013b, KITZBERGER et al., 2016).

Dias et al. (2014) relataram que durante o processo de torra o cafeol e cafestol desidratam gerando produtos de degradação como dehidrocafestol e dehidrocafeol, indicando instabilidade de cafestol e, notadamente, cafeol a processos térmicos mais agressivos. Os autores destacam entretanto que, devido ao aumento da concentração dos lipídios (base seca) durante o processo de torra, os teores de cafestol e cafeol se mantêm estáveis. Novaes, Neto e Rezende (2015), correlacionaram a razão dos diterpenos cafestol/cafeol de forma positiva com a qualidade da bebida de café; razões com valores mais altos foram correspondentes a cafés classificados como mole, ou seja, de qualidade superior.

A técnica mais usual para analisar compostos presentes no café é a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE), entretanto devido a existência de uma vasta gama de compostos com características distintas, há a necessidade de realizar diferentes processos de extração durante o preparo das amostras, além de diferentes condições cromatográficas para análise dos componentes. Dessa forma, para uma análise mais abrangente da composição há necessidade do emprego de grande quantidade de reagentes, bem como processos longos que encarecem a avaliação (NOLLET; TOLDRÁ, 2012).

O uso da espectroscopia de infravermelho próximo (NIR, do inglês, *Near Infrared*) permite a quantificação de diferentes compostos, sem a necessidade de processos de extração. O método tem como características simplicidade, rapidez e segurança, além de ser uma ferramenta para avaliação de múltiplos compostos simultaneamente, permitindo ainda que a amostra possa ser usada na sequência para outras análises. Seu uso na área de alimentos para diferentes matrizes tem crescido nos últimos anos com a finalidade de substituir métodos destrutivos de análise (BARBIN et al., 2014).

Barbin et al. (2014) reportam em revisão sobre o uso de NIR na análise de café, pesquisas que empregam a técnica com diferentes finalidades: classificação, verificar adulteração, discriminação, análise da composição, correlação da composição com atributos sensoriais e avaliação do grau de torra. Scholz et al. (2014a) propuseram e validaram método de análise por NIR para quantificação de compostos presentes no grão cru de café arábica como açúcares totais, sacarose, ácidos clorogênicos totais, compostos fenólicos totais, proteínas, lipídios, e cafeína.

Scholz et al. (2014b) reportam método para análise dos diterpenos cafeol e cafestol em grãos crus. Ribeiro, Ferreira e Salva (2011), estabeleceram uma correlação entre a composição química do grão de café arábica torrado e características sensoriais da bebida, avaliando atributos como corpo, amargor, acidez e qualidade global da bebida.

REFERÊNCIAS

ABIC – Associação Brasileira da Indústria de Café. Disponível em: <www.abic.com.br>. Acesso em 21 jan. 2017a.

ABIC – Associação Brasileira da Indústria de Café. Eventos: Grupo Café do Moço, do Paraná, vence o leilão dos Melhores Cafés do Brasil. Disponível em <<http://abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=304>>. Acesso em 21 jan. 2017b.

ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café. Norma de Qualidade Recomendável e Boas Práticas de Fabricação de Cafés Torrados em Grão e Cafés Torrados e Moídos. Revisão nº 29, 2017. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/media/Norma%20de%20qualidade.pdf>>. Acesso em 23 mar. 2017c.

ALBERT, A.; SALVADOR, A.; SCHLICH, P.; FISZMAN, S. 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, 2012.

BARBIN, D. F.; FELÍCIO, A. L. S. M.; SUN, D.; NIXDORF, S. L.; HIROOKA, E. Y. Application of infrared spectral techniques on quality and compositional attributes of coffee: an overview. *Food Research International*, v. 61, n.1, p. 23-32, 2014.

BENASSI, M. T.; DIAS, R. C. E. Assay of kahweol e cafestol in coffee. In: Victor R. Preedy. (ed.). *Coffee in health and disease prevention*. Londres: Academic Press, p. 993-1004, 2015.

BØHN, S. K.; WARD, N. C.; HODGSONA, J. M.; CROFT, K. D. Effects of tea and coffee on cardiovascular disease risk. *Food & Function*, v. 3, n. 6, p. 575-591, 2012.

BOSIRE, C.; STAMFER, M.J.; SUBAR, A.F.; WILSON, K.M.; PARK, Y.; SINHA, R. Coffee consumption and the risk of overall and fatal prostate cancer in the NIH-AARP diet and health study. *Cancer Causes Control*, v. 24, n. 8, p. 1527-1534, 2013.

BRASIL. Instrução Normativa MAPA nº 8 de 11 de junho de 2003 “Regulamento técnico de identidade e qualidade para classificação do café beneficiado grão cru”. Disponível em: <http://www.abic.com.br/publique/media/NMQ_LEGISLAcO_IN8.pdf> Acesso em 28 mar 2017.

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”. Disponível em: <http://www.abic.com.br/publique/media/CONS_leg_regulamentotecnicoIN16.pdf> Acesso em 13 mar 2017.

BRASIL. Instrução Normativa MAPA nº 6 de 22 de fevereiro de 2011. Altera a IN nº 16/2010. Disponível em: <http://www.abic.com.br/publique/media/LEG_IN-06-2011-prorroga.pdf> Acesso em 13 mar 2017.

BRASIL. Instrução Normativa MAPA nº 7 de 22 de fevereiro de 2013. Revoga a IN nº 16/2010. Disponível em: <http://www.abic.com.br/publique/media/CONS_leg_in0072013.pdf> Acesso em 13 mar. 2017.

BSCA O programa Cup of Excellence. Disponível em: <http://bsca.com.br/programa-cup-excellence.php>. Acesso em 21 jan 2017.

BUTT, M. S.; SULTAN, M. T. Coffee and its Consumption: Benefits and Risks. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 51, n.4, p. 363–373, 2011.

CARNO-MARQUINA, A.; TARÍN, J. J.; CANO, A. The impact of coffee on health. *Maturitas*, v. 75, n.1, p. 7-21, 2013.

CHARLES, M.; ROMANO, A.; YENER, S.; BARNABÀ, M.; NAVARINI, L.; D.MÄRK, T.; BIASOLI, F.; GASPERI, F. Understanding flavour perception of espresso coffee by the combination of a dynamic sensory method and *in-vivo* nosespace analysis. *Food Research International*, v. 69, n.1, p. 9-20, 2015.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Café, v. 3 - Safra 2016, n. 4 – Quarto levantamento. Brasília, CONAB, 77 p., 2016. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_12_27_16_26_51_boletim_cafe_portugues_-_4o_lev_-_dez.pdf > Acesso em 13 mar. 2017.

CONSORCIO PESQUISA CAFÉ. Tendências do mercado de café. 2015. Disponível em: <http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/consumo/Tendencia_do_Mercado_de_Cafe_-_2015_1.pdf> Acesso em 31 mar. 2017.

DIAS, R. C. E.; FARIA-MACHADO, A. F.; MERCADANTE, A. Z.; BRAGAGNOLO, N.; BENASSI, M. T. Roasting process affects the profile of diterpenes in coffee. *European Food Research and Technology*, v. 239, n. 6, p. 961-970, 2014.

DINELLA, C.; MASI, C.; NAES, T.; MONTELEONE, E. 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.

DUARTE, G.S.; PEREIRA, A.A.; FARAH, A. Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods. *Food Chemistry*, v.118, n.3, p.851-855, 2010.

EMATER. Concurso Café Qualidade Paraná 2016. Disponível em : <<http://www.emater.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo/conteudo.php?conteudo=254>>. Acesso em 1 jan. 2017.

EVANGELISTA, S. R.; SILVA, C. F.; MIGUEL, M. G. P. C.; CORDEIRO, C. S.; PINHEIRO, A. C. M.; DUARTE, W. F.; SCHWAN, R. F. Improvement of coffee beverage quality by using selected yeasts strains during the fermentation in dry process. *Food Research International*, v. 61, n.1, p.183-195, 2014.

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

FARAH, A.; MONTEIRO, M. C.; CALADO, V.; FRANCA, A. S.; TRUGO, L. C. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. *Food Chemistry*, v. 98, n.2, p. 373-380, 2006a.

FARAH, A.; DE PAULIS, T.; MOREIRA, D. P.; TRUGO, L. C.; MARTIN, P. R. Chlorogenic acids and lactones in regular and water-decaffeinated Arabica coffees. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.54, n.2, p. 374–381, 2006b.

FARAH, A. Coffee constituents. In Y. -F. Chu (Ed.). *Coffee: Emerging health effects and disease prevention*. Oxford: Wiley-Blackwell. p. 21–58, 2012.

FARAH, A.; SANTOS, T. F. The Coffee Plant and Beans: An Introduction. In Preddy, V.R. *Coffee in Health and Disease Prevention*. Londres: Academic Press, p. 5-10, 2015.

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

GALLI, V.; BARBAS, C. Capillary electrophoresis for the analysis of short-chain organic acids in coffee. *Journal of Chromatography*, v.1032, n. 2, p. 299-304, 2004.

GAASCHT, F.; DICATO, M.; DIEDERICH, M. Coffee provides a natural multitarget pharmacopeia against the hallmarks of cancer. *Genes & Nutrition*, v.10, n. 6, p. 1-17, 2015.

GONÇALVES, G. A. S.; RESENDE, N. S.; GONÇALVES, C. S.; ALCÂNTARA, E. M.; CARVALHO, E. E. N.; RESENDE, J. V.; CIRILLO, M. A.; BOAS, E. V. B. V. Temporal dominance of sensations for characterization of strawberry pulp subjected to pasteurization and different freezing methods. *LWT-Food Science and Technology*, v. 77, n. 4, p. 413-421, 2017.

GUERCIO, B. J.; SATO, K.; NIEDZWIECKI, D.; YE, X.; SALTZ, L. B.; MAYER, R. J.; MOWAT, R. B.; WHITTOM, R.; HANTEL, A.; BENSON, A.; ATIENZA, D.;

MESSINO, M.; KINDLER, H.; VENOOK, A.; HU, F. B.; OGINO, S.; WU, K.; WILLETT, W. C.; GIOVANNUCCI, E. L.; MEYERHARDT, J. A.; FUCHS, C. S. Coffee intake, recurrence, and mortality in stage III colon cancer: results from CALGB 89803 (Alliance). *Journal of Clinical Oncology*, v. 33, n. 31, p. 3508-3607, 2015.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A.; TANGO, J. S.; TEIXEIRA, C. G. The effect of unsaponifiable matter on the properties of coffee seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 45, n. 8, p. 577-579, 1968.

HUTCHINGS, S. C.; FOSTER, K. D.; GRIGOR, J. M. V.; BRONLUND, J. E.; MORGENSTERN, M. P. Temporal dominance of sensations: a comparison between younger and older subjects for the perception of food texture. *Food Quality and Preference*, v. 31, n.1, p. 106-115, 2014.

ICO - International Coffee Organization. Estatísticas do Comércio. Consumo Mundial de café. Disponível em: <<http://www.ico.org/prices/new-consumption-table.pdf>> Acesso em 09 mar. 2017.

JAGER, G.; SCHLICH, P.; TIJSSEN, I.; YAO, J.; VISALLI, M.; GRAAF, C.; STIEGER, M. Temporal dominance of emotions: Measuring dynamics of food-related emotions during consumption. *Food Quality and Preference*, v. 37, n. 10, p. 87-99, 2014.

KITZBERGER, C.S.G.; SCHOLZ, M.B.S.; PEREIRA, L.F.P.; BENASSI, M.T. Composição química de cafés arábica de cultivares tradicionais e modernas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, n. 11, p. 1498-1506, 2013a.

KITZBERGER, C.S.G. ; SCHOLZ, M.B.S. ; PEREIRA, L.F.P. ; VIEIRA, L.G.E.; SERA, T. ; SILVA, J.B G.D. ; BENASSI, M.T. 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, 2013b.

KITZBERGER, C.S.G.; SCHOLZ, M.B.S.; PEREIRA, L.F.P.; SILVA, J.B.G.D.; BENASSI, M.T. Profile of the diterpenes, lipid and protein content of different coffee cultivars of three consecutive harvests. *AIMS Agriculture and Food*, v. 1, n. 3, p. 254-264, 2016.

KNOPP, S.; BYTOF, G.; SELMAR, D. Influenced of processing on the content of sugars in green arabica coffee beans. *European Food Research and Technology*, v. 223, n.2, p. 195-201, 2006.

KOSHIRO, Y.; JACKSON, M. C.; NAGAI, C.; ASHIHARA, H. 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.

KOSKEI, K. R.; PATRICK, M.; SIMON, M. Effects of coffee processing technologies n physico-chemical properties ans sensory qualities of coffee. *African Journal of Food Science*, v.9, n.4, p. 230-236, 2015.

LAGO, R. C. A. Lipídios em grãos de café. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v. 19, n. 2, p. 319-340, 2001.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*, 2ed, NewYork: Springer, 2010.

MALTA, M. R.; SANTOS, M. L.; SILVA, F. A. M. Qualidade de grãos de diferentes cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Acta Scientiarum*, v. 24, n. 5, p. 1385-1390, 2002.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Informe Estatístico do Café Outubro de 2016.2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/agroestatisticas/cafe/informe-estatistico-cafe-outubro-2016.xlsx/view>> Acesso em 21 jan de 2017.

MAZZAFERA, P.; SOAVE, D.; ZULLO, M. A. T.; FILHO, O. G. Oil content of green beans from some coffee species. *Bragantia*, v. 57, n.1, n. 45-48, 1998.

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, 2009.

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

MENDONÇA, L. M. V. L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G. Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 25, n. 2, p. 239-243, 2005.

MESSINA, G.; ZANNELLA, C.; MONDA, V.; DATO, A.; LICCARDO, D.; DE BLASIO, S.; VALENZANO, A.; MOSCATELLI, F.; MESSINA, A.; CIBELLI, G.; MONDA, M. The beneficial effects of coffee in human nutrition. *Biology and Medicine*, v. 7, n. 4, 240-245, 2015.

MONTAVON, P.; MAURON, A-F.; DURUZ, E. Changes in green coffee protein profiles during roasting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.51, n. 8, p. 2335-2343, 2003.

MONACO, R. D.; SU, C.; MASI, P.; CAVELLA, S. Temporal Dominance of Sensations: A review. *Trends in Food Science & Technology*, v.38, n. 2, p. 1-9, 2014.

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

MOREIRA, I.; SCHEEL, G. L.; HATUMURA, P. H.; SCARMINIO, I. S. Efeito do solvente na extração de ácidos clorogênicos, cafeína e trigonelina em *Coffea arabica*. *Química Nova*, v. 37, n. 1, p. 39-43, 2014.

MURKOVIC, M.; DERLER, K. Analysis of amino acids and carbohydrates in green coffee. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, v. 69, n.1-2, p. 25–32, 2006.

NG, M.; LAWLOR, J. B.; CHANDRA, S.; CHAYA, C.; HEWSON, L.; HORT, J. Using quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations analysis as complementary methods for profiling commercial blackcurrant squashes. *Food Quality and Preference*, v. 25, n. 2, p. 121-134, 2012.

NOGUEIRA, G. C.; BAGGIO, S. R.; BRAGAGNOLO, N.; MORAES, R. M.; MORI, E. E. M. Otimização da metodologia para determinação simultânea de cafeína, trigonelina e ácido clorogênico em café utilizando HPLC com coluna de permeação em gel. In: Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil, 1., 2000, Poços de Caldas. *Anais...* Poços de Caldas: Embrapa/ Minasplan, p. 646-649, 2000. Disponível em: < <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/856> > Acesso em: 13 mar 2017.

NOLLET, L. M.; TOLDRÁ, F. Food analysis by HPLC. *CRC Press*, 3 ed., 2012.

NOVAES, F. J. M.; NETO, F. R. A.; REZENDE, C. M. Diterpenos do café como possíveis marcadores de qualidade da bebida. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 9., 2015, Curitiba. *Anais*. Curitiba, 2015. Disponível em: < <http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/3512>> Acesso em: 13 mar. 2017.

OBA, S.; NAGATA, C.; NAKAMURA, K.; FUJII, K.; KAWACHI, T.; TAKATSUKA, N.; SHIMIZU, H. Consumption of coffee, green tea, oolong tea, black tea, chocolate snacks and the caffeine content in relation to risk of diabetes in Japanese men and women. *British Journal of Nutrition*, v. 103, n.3, p. 453–459, 2010.

OBOH, G.; AGUNLOYE, O. M.; ADEFEGHA, S. A.; AKINYEMI, A. J.; ADEMILUYI, A. J. Caffeic and chlorogenic acids inhibit key enzymes linked to type 2 diabetes (*in vitro*): a comparative study. *Journal of Basic and Clinical Physiology e Pharmacology*, v. 26, n. 2, p. 165-170, 2015.

O'KEEFE, J. H.; BHATTI, S.K.; PATIL, H. R.; DINICOLANTONIO, J. J.; LUCAN, S.C.; LAVIE, C.J. Effects of habitual coffee consumption on cardiometabolic disease, cardiovascular health, and all-cause mortality. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 62, n. 12, p. 1043-1051, 2013.

OLIVEIRA, L. S.; FRANCA, A. S.; MENDONÇA, J. C. F.; BARROS-JÚNIOR, M. C. Proximate composition and fatty acids profile of green and roasted defective coffee beans. *LWT-Food Science and Technology*, v. 39, p. 235-239, 2006.

ONAKPOYA, I. J.; SPENCER, E. A.; THOMPSON, M. J.; HENEGHAN, C. J. The effect of chlorogenic acid on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Journal of Human Hypertension*, v. 29, n. 2, p. 77-81, 2015.

PINEAU, N.; SCHLICH, P.; CORDELLE, S.; MATHONNIERE, C.; ISSANCHOU, S.; IMBERT, A.; ROQUEAUX, M.; ETIÉVANT, P.; KÖSTER, E. Temporal dominance of

Sensations: construction of the TDS curves and comparison with time intensity. *Food Quality and Preference*, v. 20, n.6, p. 450-455, 2009.

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

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

PINTO, N. A. V. D.; FERNANDES, S. M.; PIRES, T. C.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D. Avaliação dos polifenóis e açúcares em padrões de bebida do café torrado tipo expresso. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.7, n 3, p.193-195, 2001.

PREDDY, V. R. Coffee in Health and Disease Prevention Londres: Academic Press, 1046 p., 2015.

PubChem Compound Database. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>> Acesso em 21 jan 2017.

REVISTA CAFEICULTURA. Consumo: Nescafé Dolce Gusto lança edição especial de cápsulas “Catuaí do Cerrado” para promover café brasileiro. 2016. Disponível em: <<http://revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=62594&nescafe-dolce-gusto-lanca-edicao-especial-de-capsulas--catuai-do-cerrado--para-promover-cafe-brasileiro.html>> Acesso em 13 mar 2017.

RIBEIRO, J. S.; FERREIRA, M. M. C.; SALVA, T. J. G. Chemometric models for the quantitative descriptive sensory analysis of Arabica coffee beverages using near infrared spectroscopy. *Talanta*, v. 83, n. 5, p. 1352-1358, 2011.

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

ROGERS, W.J.; MICHAUX, S.; BASTIN, M.; BUCHELI, P. Changes to the content of sugars, sugar alcohols, myo-inositol, carboxylic acids and inorganic anions in developing grains from different varieties of Robusta (*Coffea canephora*) and Arabica (*C. arabica*) coffees. *Plant Science*, v.149, n.2, p.115-123, 1999.

ROSA, J. S.; FREITAS-SILVA, O.; GODOY, R. L. O.; REZENDE, C. M. Roasting Effects on Nutritional and Antinutritional Compounds in Coffee. In: Amit K. Jaiswal. (Ed.). *Food Processing Technologies: Impact on Products Attributes*. CRC Press, p. 48-76, 2016.

SALVA, T. J. G.; RIBEIRO, J. S.; PEZZOPANE, J. R. M.; PEREIRA, S. P.; SILVAROLLA, M. B. Contribuições atuais para a melhoria da qualidade do café

arábica. *Embrapa Pecuária Sudeste*, 2009. Disponível em: <
<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/575824/contribuicoes-atuais-para-a-melhoria-da-qualidade-do-cafe-arabica>> Acesso em 13 mar. 2017.

SALVA, T. J. G.; BRAGHINI, M. T.; FAZUOLI, L. C.; FILHO, O. G.; BARBOZA, F. R.; ZAGO, C. M. Variação do teor de sacarose em grãos crus de café robusta em função do ano de produção. IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1., 2015, Curitiba. Anais, Curitiba, 2015. Disponível em: <
http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/4160/222_IX-SPCB-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 13 mar. 2017.

SCHLICH, P.; PINEAU, N. Temporal dominance of sensations. In: J. Hort; S. Kemp; T. Hollowood. (Ed.). *Time-Dependent Measures of Perception in Sensory Evaluation*. John Wiley & Sons, p. 283-320, 2017.

SCHOLZ, M. B. S.; FIGUEIREDO, V. R. G.; SILVA, J. V. N.; KITZBERGER, C. S. G. Características físico-químicas de grãos verdes e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) do IAPAR. *Coffee Science*, v. 6, n. 3, p. 245-255, 2011.

SCHOLZ, M. B. S.; KITZBERGER, C. S. G.; DURAND, N.; RAKOCEVIC, M. Isômeros de ácidos clorogênicos em grãos de café originados de diferentes arranjos de plantio. In: VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Isômeros de ácidos clorogênicos em grãos de café originados de diferentes arranjos de plantio, 1., 2013, Salvador. Anais. Curitiba, 2013. Disponível em: <
http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio8/230.pdf> Acesso em 13 mar. 2017.

SCHOLZ, M. B. S.; KITZBERGER, C. S. G.; PEREIRA, L. F. P.; DAVRIEUX, F.; POT, D.; CHARMETANT, P.; LEROY, T. Application of near infrared spectroscopy for green coffee biochemical phenotyping. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, v. 22, n. 6, p 411-421, 2014a.

SCHOLZ, M. B. S.; PAGIATTO, N. F.; KITZBERGER, C. S. G.; PEREIRA, L. F. P.; DAVRIEUX, F.; CHARMETANT, P.; LEROY, T. Validation of near-infrared spectroscopy for the quantification of cafestol e kahweol in green coffee. *Food Research International*, v. 61, n. 1, p. 176-182, 2014b.

SCHOLZ, M. B. S.; KITZBERGER, C. S. G.; DURAND, N.; CHARMETANT, P.; LEROY, T. Ácidos orgânicos e açúcares em acessos da coleção de café da etiópia do IAPAR e cultivares de café arábica. In: IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1., 2015, Curitiba. Anais. Curitiba, 2015. Disponível em: <
http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3524/112_IX-SPCB-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 13 mar. 2017.

SMITH, A. Effects of caffeine on human behavior. *Food and Chemical Toxicology*, v. 40, n.9, p. 1243–1255, 2002.

SPEER, K; KÖLLING-SPEER, I. The lipid fraction of the coffee bean. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 18, n. 1, p. 201-216, 2006.

- SUNARHARUM, W. B.; WILLIAMS, D. J.; SMYTH, H. E. Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. *Food Research International*, v. 62, n.1, p. 315–325, 2014.
- TEILLET, E.; SCHLICH, P.; URBANO, C.; CORDELLE, S.; GUICHARD, E. Sensory methodologies and the taste of water. *Food Quality and Preference*, v. 21, n.8, p. 967-976, 2010.
- TEIXEIRA, A. L.; PRADO, P. E. R.; DIAS, K. O. G.; MALTA, M. R.; GONÇALVES, F. M. A. Avaliação do teor de cafeína em folhas e grãos de acessos de café arábica. *Revista Ciência Agronômica*, v. 43, n. 1, p. 129-137, 2012.
- TSUKUI, A.; OIGMAN, S. S.; REZENDE, C. M. Óleo de grãos de café cru: diterpenos cafestol e caveol. *Revista Virtual de Química*, v. 6, n. 1, p. 16-33, 2014.
- TSUKUI, A.; BRAND, A. L. M.; VENDRAMINI, P.; H.; EBERLIN, M. N.; SCHOLZ, M. B. S.; REZENDE, C. M. Abordagem metabólica: discriminação de tratamento pós-colheita de grãos de café verde (*Coffea arabica*) do Paraná. IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 24 a 26 de Junho de 2015, Curitiba – PR. Disponível em: < <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/3517> > Acesso em 13 mar. 2017.
- UPADHYAY, R.; RAO, L. J. M. An Outlook on Chlorogenic Acids—Occurrence, Chemistry, Technology, and Biological Activities. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 53, n. 9, p. 968-984, 2013.
- VARELA, P.; PINTOR, A.; FISZMAN, S. How hydrocolloids affect the temporal oral perception of ice cream. *Food Hydrocolloids*, v. 36, n.1, p. 220-228, 2014.
- VÁZQUEZ-ARAÚJO, L.; PARKER, D.; WOODS, E. Comparison of temporal-sensory methods for beer flavor evaluation. *Journal of Sensory Studies*, v. 28, n.5, p. 387-395, 2013.
- VIGNOLI, J. A.; VIEGAS, M. C.; BASSOLI, D. G.; BENASSI, M. T. Roasting process affects differently the bioactive compounds and the antioxidant activity of arabica and robusta coffees. *Food Research International*, v. 61, n.1, p. 279–285, 2014.
- VISALLI, M.; LANGE, C.; MALLET, L.; CORDELLE, S.; SCHLICH, P. Should I use touchscreen tablets rather than computers and mice in TDS trials? *Food and Quality Preference*, v. 52, n. 9, p. 11-16, 2016.
- VOSSSEN, H. V.; BERTRAND, B.; CHARRIER, A. Next generation variety development for sustainable production of arabica coffee (*Coffea arabica* L.): a review. *Euphytica*, v. 204, n.1, p. 243-256, 2015.
- WEI, F.; TANOKURA, M. Organic Compounds in Green Coffee Beans. In: Victor R. Preedy. (ed.). *Coffee in health and disease prevention*. Londres: Academic Press, p. 149-162, 2015.
- XU, J. G.; HU, Q. P.; LIU, Y. Antioxidant and DNA-Protective Activities of Chlorogenic Acid Isomers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 60, n. 46, p. 11625-

11630, 2012.

YARMOLINSKY, J.; MUELLER, N. T.; DUNCAN, B. B.; MOLINAMDEL, C.; GOULART, A.C.; SCHMIDT, M.I. Coffee consumption, newly diagnosed diabetes, and other alterations in glucose homeostasis: A cross-sectional analysis of the longitudinal study of adult health (ELSA-Brasil). *Plos One*, v. 10, n. 5, 2015.

ZHAO, Y.; WANG, J.; BALLEVRE, O.; LUO, H.; ZHANG, W. Antihypertensive effects and mechanisms of chlorogenic acids. *Hypertension Research*, v. 35, n. 4, p. 370-374, 2012.

CAPÍTULO 2

**Correlação entre o perfil de composição de
cafés arábica crus e a qualidade sensorial da
bebida**

CORRELAÇÃO ENTRE O PERFIL DE COMPOSIÇÃO DE CAFÉS ARÁBICA CRUS E A QUALIDADE SENSORIAL DA BEBIDA

RESUMO

A demanda por cafés com boa qualidade de bebida e características sensoriais diferenciadas tem aumentado nos últimos anos. Para definição de cultivares e práticas para os produtores e considerando-se que a comercialização e compra de café são feitas com o produto cru, é de interesse que a composição do café cru possa fornecer uma estimativa da qualidade sensorial da bebida a ser obtida a partir do produto torrado. O objetivo foi caracterizar cafés arábica crus, procedentes de concursos de qualidade, correlacionando o perfil de composição à qualidade da bebida. Foram utilizados 68 cafés provenientes de 3 edições do Concurso Café Qualidade Paraná, com notas entre 63 e 86. Os teores de açúcares totais, sacarose, lipídios, proteínas, cafeína, ácidos clorogênicos totais, caveol e cafestol foram determinados por espectrofotometria de infravermelho próximo, e avaliou-se a acidez total titulável. A menor e maior variabilidade foram observadas nos lipídios e açúcares redutores, respectivamente. Na Análise Hierárquica de Agrupamento foram observados três grupos G1 (somente cafés do concurso 2012), com nota média menor; G2 (principalmente cafés de 2013, mas também dos concursos 2015 e 2012) apresentando altos teores das razão sacarose/acidez; e G3 (predominantemente cafés 2015), com maior nota média, caracterizados por altos teores de diterpenos totais e açúcares redutores. Cafés com menor nota foram correlacionados a altos teores de cafeína, proteína e ácidos clorogênicos. Altos valores das razões sacarose/acidez e cafestol/caveol e altos teores de diterpenos totais e açúcares redutores foram associados a maiores notas. Sendo assim, para cafés com boa qualidade de bebida alguns parâmetros do grão cru podem ser correlacionados a bebida do café torrado e moído.

Palavras chave: Ácidos clorogênicos. Açúcares redutores. Cafeína. Diterpenos. Proteínas.

1 INTRODUÇÃO

Em 2016, o Brasil se manteve como líder mundial em produção e exportação de café com 51,4 milhões de sacas de 60 kg beneficiadas, sendo que 32 milhões de sacas foram destinadas a exportação para países como Alemanha, Estados Unidos, Itália, Japão e Bélgica (CONAB, 2016). Em janeiro de 2017, o Brasil já exportou cerca de 2,39 milhões de sacas beneficiadas do grão cru, sendo 2,36 milhões de sacas de café arábica (CECAFÉ, 2017).

O café arábica é conhecido por produzir uma bebida com boa qualidade sensorial, entretanto, um conjunto de fatores, como qualidade do solo, disponibilidade de água e condições edafoclimáticas, assim como a genética, é determinante para o resultado final da bebida porque afetam o perfil de compostos presentes no grão. Processos de colheita e pós-colheita, bem como torra e armazenamento são responsáveis por produção e/ou degradação de compostos agregando características sensoriais finais à bebida (SILVA et al., 2005; LEROY et al., 2006; KITZBERGER et al., 2013a; KITZBERGER; SCHOLZ; BENASSI, 2014; CHENG et al., 2016; ROSA et al., 2016).

Atributos sensoriais como acidez, corpo e doçura são importantes para a qualidade da bebida de café (ROSA et al., 2016). Carboidratos simples, que no café são representados principalmente pela sacarose, glicose e frutose, além de impactar no gosto doce, participam de reações de Maillard que ocorrem durante o processo de torra, alterando características de aroma e cor (OOSTERVELD; VORAGEN; SCHOLS, 2003; MURKOVIC; DERLER, 2006). Proteínas também participam desses processos, com formação de melanoidinas e voláteis de baixa massa molecular (MONTAVON; MAURON; DURUZ, 2003). Os ácidos orgânicos quínico, cítrico e málico contribuem para a acidez da bebida (ROGERS et al., 1999; KOSHIRO et al., 2015), enquanto que os ácidos clorogênicos estão associados à adstringência e amargor, além de participar na formação de pigmentos (FARAH; DONANGELO, 2006). Também associada ao amargor e contribuindo para o corpo da bebida, temos a cafeína, composto de grande estabilidade a processos térmicos (ROSA et al., 2016; SUNARHARUMA; WILLIAMS; SMYTH, 2014). Os lipídios auxiliam na formação de aroma durante o processo de torra devido a processos de decomposição e auto-oxidação (KOSKEI; PATRICK; SIMON, 2015; MOREIRA; TRUGO; MARIA, 2000). Para os diterpenos, lipídios da fração insaponificável, a

literatura relata que maiores valores na razão cafestol/caveol já foram associadas a bebidas de melhor qualidade (NOVAES; NETO; REZENDE, 2015).

Tradicionalmente, para comercialização e venda de café, avaliadores treinados, classificam as bebidas de café arábica, em uma avaliação denominada prova de xícara, sendo definidas como bebidas finas as correspondentes aos tipos estritamente mole, mole, apenas mole e dura, na ordem decrescente de qualidade; e como bebidas fenicadas, de pior qualidade, os tipos riado, rio e rio zona. (BRASIL, 2003). No entanto, a exigência dos consumidores por cafés com boa qualidade de bebida tem aumentado nos últimos anos, gerando uma demanda na produção de cafés diferenciados. Como forma de incentivo aos produtores, são realizados concursos de qualidade, regionais, nacionais ou internacionais, onde um júri composto por uma equipe especializada avalia os cafés. Um dos protocolos mais empregados nos concursos de qualidade de café em países produtores e compradores é o estabelecido pela Specialty Coffee Association of America (SCAA), onde 11 atributos sensoriais (fragrância/aroma, uniformidade, ausência de defeitos, doçura, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, defeitos e avaliação global) são avaliados, gerando uma nota final para classificação da bebida (SCAA, 2015; BSCA, 2017).

São poucos na literatura os estudos que relacionam a composição do grão de café cru com a qualidade da bebida (FRANCA; MENDONÇA; OLIVEIRA, 2005; FARAH et al., 2006a) e são focados na comparação de cafés com grandes diferenças na qualidade de bebida (mole, dura, rio e riado), mas não abrangem cafés especiais. Como a compra e comercialização do café são feitas com o grão cru, informações que correlacionem a composição do café cru com a qualidade da bebida do produto torrado, identificando possíveis marcadores de qualidade, seriam importantes para o produtor e a indústria. Assim, o trabalho teve como objetivo caracterizar cafés arábica crus, procedentes de concursos de qualidade, correlacionando o perfil de composição à qualidade da bebida obtida.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição das amostras e análise da composição

Foram selecionados para o estudo, 68 cafés arábica procedentes dos concursos Café Qualidade Paraná, realizados nos anos de 2012, 2013 e 2015, que

foram cedidos pelo Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR, Londrina-Paraná). As amostras eram procedentes dos municípios da região cafeeira paranaense, localizada no norte do estado, sendo provenientes das cidades do Norte Central (Apucarana, Califórnia, Cambé, Cambira, Carlópolis, Grandes Rios, Jandaia do Sul, Londrina, Mandaguari, Rolândia e Sabáudia) e Norte Pioneiro (Ribeirão Claro, Ibaiti, Joaquim Távora, Nova Fátima, Japira, Tomazina, Cornélio Procópio, e Pinhalão). O conjunto compreendia tanto cafés naturais como cafés cereja descascados.

Nos concursos, a avaliação foi realizada segundo o protocolo estabelecido pela SCAA. Dessa forma os cafés em estudo foram avaliados considerando onze atributos (fragrância/aroma, uniformidade, ausência de defeitos, doçura, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, defeitos e avaliação global), para os quais foi dada nota baseada em uma escala com intervalos de 0,25, representando os níveis de qualidade, sendo estes: 6,00 a 6,75 (Bom), 7,00 a 7,75 (Muito Bom), 8,00 a 8,75 (Excelente), 9,00 a 9,75 (Excepcional). Ao final da avaliação foram somadas as notas, gerando uma nota final que classificou o café nas categorias: abaixo da Qualidade Especial (abaixo do Premium) para notas abaixo de 80; Muito Bom (Premium) para notas entre 80 e 84,99 (abaixo de 85), Excelente (Especial Origin) para notas entre 85 e 89,99; Exemplar (Especial Raro) notas entre 90 e 100 (SCAA, 2015). Todos os cafés estudados possuíam assim boa qualidade de bebida, mas havia variação nas classificações com notas de 63 a 86, enquadrando-se portanto como abaixo do Premium, Premium ou Excelente (Tabela 2).

Alguns cafés (oito amostras) também procedentes desses concursos, mas que foram classificados como apresentando bebidas fenicadas Rio e Riado, consideradas de qualidade ruim (BRASIL, 2003), também foram caracterizados para comparação (Tabela 3).

Os grãos secos (ao redor de 12% de umidade) foram armazenados congelados (-18 °C) até o momento da análise, sendo então triturados em moinho Perten 3600 (Hägersten, Suécia), com uso de nitrogênio líquido, padronizando o tamanho das partículas para 24 mesh (0,5 mm) (KITZBERGER et al., 2013a).

As análises foram realizadas conforme descrito por Scholz et al. (2014a) e Scholz et al. (2014b) empregando um espectrofotômetro de infravermelho próximo (NIRS) modelo 6500 Foss NIRSystems (Silver Spring, MD) equipado com detector de reflectância difusa e região espectral de 400 a 2500 nm. Aproximadamente 6 g de amostra dos grãos de café crus moídos foram colocadas em uma célula retangular,

comprimidos suavemente com uma espátula de metal e fechada com uma tampa. O software ISScan (Foss, Silver Spring, Maryland-USA) foi utilizado para controlar o espectrofotômetro, recolher os espectros, importar e analisar os dados. Os espectros foram coletados entre 1100 nm e 2500 nm em intervalos de 2 nm. As varreduras foram armazenadas como $\log(1/R)$, em que R foi a refletância em cada comprimento de onda. Todos os cálculos foram realizados no software WinISI 4,5 (Infrasoft International, Port Matilda, PA, EUA).

Tabela 1. Faixa analítica ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) e coeficiente de determinação empregados para determinação dos compostos por NIR.

Composto	Faixa	R ²
Proteínas	9,62 - 18,34	0,97
Lipídios	10,15 - 16,69	0,86
Cafeína	0,69 - 1,57	0,83
Ácidos clorogênicos totais	3,93 - 13,71	0,93
Açúcares totais	5,01 - 10,81	0,90
Sacarose	4,72 - 10,51	0,90
Caveol	0,18 - 1,27	0,87
Cafestol	0,18 - 1,39	0,93

Fonte: SCHOLZ et al. (2014a), SCHOLZ et al. (2014b)

Os compostos foram avaliados nas faixas analíticas (Tabela 1) para as quais os modelos foram validados (SCHOLZ et al., 2014a; SCHOLZ et al., 2014b). Foram avaliados teores de açúcares totais e sacarose, lipídios, proteínas, cafeína, ácidos clorogênicos totais, caveol e cafestol, expressos em $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ de café cru. O teor de açúcares redutores ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) foi calculado pela diferença entre os valores de açúcares totais e sacarose. O teor de diterpenos totais ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) foi obtido pela somatória dos teores de caveol e cafestol.

Avaliou-se ainda a acidez total titulável (AOAC, 1990), que foi expressa em mL de NaOH $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ 100 g^{-1} de café cru.

As razões sacarose/acidez (sac/ac, g de sacarose/g de ácido cítrico) e cafestol/caveol (c/k, g de cafestol/g de caveol) foram também calculadas.

Para análise conjunta dos compostos estudados, foram empregadas Análise de Componentes Principais (ACP) e Análise Hierárquica de Agrupamento (AHA), utilizando o software Statistica 8.0 (Statsoft, Tulsa, EUA).

Para a ACP, foram consideradas como variáveis ativas: proteínas, lipídios, açúcares redutores, cafeína, ácidos clorogênicos totais, diterpenos totais, razão cafestol/caveol e razão sacarose/acidez. As notas atribuídas aos cafés foram utilizadas como variável suplementar e os cafés classificados como rio e riado foram incluídos como amostras suplementares.

A AHA foi realizada com as variáveis ativas da ACP, considerando-se como medida de dissimilaridade a distância Euclidiana e, como critério para formar os agrupamentos, o método de Ward.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de carboidratos (sacarose e açúcares redutores), ácidos clorogênicos, compostos nitrogenados (proteína e cafeína), lipídios totais e diterpenos (caveol, cafestol e diterpenos totais), bem como as razões sacarose/acidez e cafestol/caveol, estão na Tabela 2, onde também se observam as notas correspondentes à bebida de cada café. A variabilidade (CV%) observada nos teores dos diferentes compostos variou de 5 a 63%.

Os teores de sacarose nos cafés provenientes dos 3 concursos variaram entre 5,13 e 7,76 g 100 g⁻¹ de café cru (CV de 9%). A maior variabilidade entre os compostos foi encontrada nos açúcares redutores (CV de 63%), observando-se desde a ausência até teores de 0,50 g 100 g⁻¹. Para 19% das amostras (6 do concurso 2012 e 7 do concurso 2013) não foi detectada a presença desses compostos (Tabela 2). Perfil similar foi descrito na literatura para cafés brasileiros de diferentes cultivares, na faixa de 0,05 a 0,50 g de açúcares redutores 100 g⁻¹ (SCHOLZ et al., 2011; KITZBERGER et al., 2013a; SCHOLZ et al., 2015) e 5,28 a 12,66 g 100 g⁻¹ para sacarose (FARAH, 2006a; PERRONE, DONAGELO, FARAH, 2008; DUARTE; PEREIRA; FARAH, 2010; SCHOLZ et al., 2011; KITZBERGER et al., 2013a; SCHOLZ et al., 2015). Para cafés arábica produzidos em outros países foram reportados teores entre 5,87 a 11,11 g de sacarose 100 g⁻¹ de café cru (KY et al., 2001; KNOPP; BYTOF; SELMAR, 2006; SMRKE et al., 2015) e 0,01 a 0,21 g de açúcares redutores 100 g⁻¹ (KNOPP; BYTOF; SELMAR, 2006). Além de impactar principalmente no gosto doce, a sacarose e os açúcares redutores contribuem na formação de cor e aroma da bebida de café (MURKOVIC; DERLER, 2006; ROSA et al., 2016). O teor de açúcares no grão é afetado pela genética e clima e

Tabela 1. Caracterização química dos cafés arábica provenientes de concurso de qualidade dos anos 2012, 2013 e 2015.

Concurso	Amostra ¹	Sacarose ²	Açúcares Redutores ²	ATT ³	Sac/Ac ⁴	Ácidos Clorogênicos ²	Proteína ²	Cafeína ²	Lipídios ²	Cafestol ²	Caveol ²	Diterpenos Totais ²	C/K ⁴	Notas ⁵
2012	A1	6,69	0,10	307,41	5,44	8,00	16,08	1,29	15,08	0,34	0,81	1,18	0,42	83,00
	A2	6,84	0,30	409,85	4,17	7,08	14,25	1,38	16,24	0,51	0,86	1,43	0,60	80,00
	A3	7,60	0,14	391,44	4,85	6,86	14,98	1,47	15,92	0,39	0,90	1,34	0,43	81,95
	A4	6,45	0,29	365,29	4,41	8,62	14,47	1,24	15,23	0,28	0,90	1,17	0,31	80,00
	A5	6,89	0,30	291,66	5,90	8,09	15,65	1,35	15,01	0,25	0,99	1,28	0,25	81,00
	A6	6,95	0,00	295,70	5,87	8,84	16,00	1,39	14,73	0,38	0,84	1,22	0,45	81,00
	A7	7,08	0,00	296,47	5,97	8,43	15,80	1,25	14,80	0,67	0,52	1,16	1,29	81,00
	A8	7,43	0,00	330,91	5,61	7,91	15,61	1,57	14,08	0,29	0,82	1,16	0,36	81,00
	A9	6,98	0,23	325,00	5,36	8,80	15,06	1,42	14,56	0,23	0,79	1,12	0,30	77,00
	A10	6,35	0,15	277,77	5,71	8,12	15,24	1,38	15,34	0,42	0,81	1,27	0,52	78,00
	A11	6,46	0,10	300,74	5,37	8,88	16,36	1,35	14,67	0,48	0,66	1,18	0,73	76,00
	A12	5,95	0,00	302,36	4,92	8,51	16,00	1,43	14,32	0,41	0,79	1,23	0,52	76,00
	A13	7,25	0,00	302,63	5,98	7,67	14,68	1,29	15,20	0,56	0,86	1,41	0,65	74,00
	A14	6,07	0,13	346,61	4,38	7,79	15,29	1,30	15,86	0,45	0,74	1,24	0,61	74,50
	A15	6,03	0,00	350,09	4,30	7,45	14,49	1,26	14,76	0,40	0,82	1,20	0,49	63,00
	A16	7,08	0,28	269,78	6,55	7,27	13,37	1,09	14,45	0,50	0,63	1,14	0,79	76,00
	A17	7,45	0,16	369,53	5,04	7,97	15,56	1,34	14,70	0,44	0,84	1,30	0,53	78,55
Média 2012		6,80	0,13	325,48	5,28	8,02	15,23	1,34	15,00	0,41	0,80	1,24	0,54	77,76
2013	B1	6,72	0,00	336,94	6,96	3,53	12,23	1,19	14,52	0,48	0,79	1,33	0,62	86,00
	B2	6,38	0,12	282,31	5,64	4,30	13,38	1,16	15,09	0,46	0,80	1,34	0,57	83,00
	B3	6,46	0,29	244,77	6,59	1,90	13,32	1,25	13,91	0,25	0,79	1,14	0,32	80,00
	B4	6,31	0,00	340,24	4,64	3,85	14,17	1,35	15,15	0,39	0,94	1,40	0,41	85,00
	B5	6,80	0,00	305,28	5,56	3,21	13,92	1,25	14,08	0,51	0,67	1,21	0,76	84,00
	B6	6,51	0,13	303,96	5,35	4,76	13,57	1,32	15,53	1,04	0,54	1,64	0,52	83,00
	B7	6,90	0,14	295,67	5,83	3,59	13,56	1,25	15,07	1,31	0,76	0,48	0,63	82,00
	B8	7,71	0,00	281,51	6,84	2,93	13,38	1,14	13,82	0,37	0,80	1,24	0,46	82,00

Cont.

Concurso	Amostra ¹	Sacarose ²	Açúcares Redutores ²	ATT ³	Sac/Ac ⁴	Ácidos Clorogênicos ²	Proteína ²	Cafeína ²	Lipídios ²	Cafestol ²	Caveol ²	Diterpenos Totais ²	C/K ⁴	Notas ⁵
2013	B9	6,98	0,00	310,63	5,70	4,17	14,29	1,26	13,58	0,44	0,73	1,18	0,61	78,00
	B10	7,59	0,11	246,34	5,05	4,30	13,73	1,24	14,14	0,33	0,74	1,15	0,44	75,00
	B11	7,55	0,26	231,58	6,01	3,52	12,97	1,16	12,29	0,12	0,59	0,75	0,20	67,00
	B12	6,84	0,00	228,74	5,08	2,85	13,75	1,29	14,21	0,39	0,71	1,13	0,55	65,00
	B13	6,25	0,10	282,37	4,84	3,46	14,11	1,25	15,19	0,51	0,74	1,35	0,70	79,00
	B14	6,67	0,00	298,56	5,44	2,64	12,76	1,19	14,44	0,49	0,58	1,15	0,85	78,00
Média 2013		6,83	0,08	284,92	5,68	3,50	13,51	1,24	14,36	0,51	0,73	1,18	0,55	79,07
2015	C1	6,50	0,29	315,94	5,14	3,97	12,84	1,21	14,35	0,62	0,93	1,58	0,67	82,17
	C2	6,68	0,43	313,56	5,32	3,53	12,08	1,19	15,37	0,62	0,90	1,64	0,69	82,96
	C3	7,14	0,49	296,27	6,02	4,19	12,41	1,19	15,04	0,51	1,01	1,60	0,50	85,88
	C4	5,83	0,31	312,80	4,66	3,00	13,63	1,29	14,98	0,45	0,93	1,51	0,48	80,67
	C5	7,52	0,21	260,50	7,21	4,07	13,63	1,23	14,26	0,37	0,87	1,34	0,42	81,71
	C6	6,28	0,32	193,59	8,11	4,46	12,43	1,00	14,54	0,64	0,92	1,66	0,69	80,83
	C7	7,28	0,26	313,26	5,80	4,97	12,50	1,18	14,78	0,85	0,83	1,71	1,02	80,50
	C8	7,11	0,36	262,87	6,75	4,61	13,69	1,19	14,92	0,61	1,01	1,68	0,61	82,29
	C9	7,05	0,28	278,66	6,33	2,84	12,54	1,12	15,54	0,62	0,90	1,61	0,69	83,04
	C10	6,52	0,37	274,38	5,94	3,99	13,87	1,28	15,89	0,66	0,79	1,61	0,83	82,50
	C11	6,74	0,40	318,63	5,28	3,95	14,43	1,32	14,76	0,44	1,24	1,74	0,36	80,00
	C12	7,18	0,32	296,22	6,05	4,87	13,72	1,21	14,59	0,40	1,11	1,61	0,36	80,96
	C13	7,04	0,28	237,31	7,41	3,68	12,79	1,17	14,29	0,55	0,89	1,56	0,62	81,35
	C14	7,76	0,06	279,38	6,94	3,33	13,40	1,19	13,00	0,69	0,69	1,33	1,00	81,75
	C15	5,91	0,18	327,90	4,50	2,90	12,11	1,09	13,26	0,69	0,69	1,33	0,61	82,42
	C16	6,41	0,18	270,66	5,92	3,37	13,42	1,18	14,25	0,70	0,61	1,37	1,14	81,00
	C17	6,76	0,32	295,99	5,71	4,26	13,44	1,22	15,49	1,65	0,79	0,76	0,96	82,95
	C18	6,62	0,29	274,87	6,02	3,80	13,59	1,20	14,97	1,57	0,70	0,82	1,17	81,90

Cont.

Concurso	Amostra ¹	Sacarose ²	Açúcares Redutores ²	ATT ³	Sac/Ac ⁴	Ácidos Clorogênicos ²	Proteína ²	Cafeína ²	Lipídios ²	Cafestol ²	Caveol ²	Diterpenos Totais ²	C/K ⁴	Notas ⁵
2015	C19	7,15	0,18	365,50	4,89	4,24	13,79	1,36	15,24	0,58	1,07	1,78	0,55	81,60
	C20	6,63	0,23	287,41	5,76	3,80	12,92	1,22	15,18	0,71	0,73	1,55	0,97	85,60
	C21	5,67	0,31	333,53	4,25	4,66	14,03	1,16	15,31	0,52	0,94	1,63	0,55	80,55
	C22	5,76	0,24	271,64	5,29	3,70	13,26	1,26	14,42	0,50	0,91	1,51	0,55	77,71
	C23	7,14	0,29	316,76	5,63	4,59	14,34	1,39	13,73	0,49	1,03	1,59	0,48	79,75
	C24	6,34	0,27	324,76	4,88	4,06	13,84	1,31	13,51	0,58	0,84	1,49	0,69	79,79
	C25	7,37	0,21	317,57	5,80	4,37	14,04	1,18	14,58	0,67	0,97	1,70	0,69	79,29
	C26	6,01	0,30	317,78	4,73	5,25	13,30	1,32	14,83	0,52	1,07	1,71	0,49	79,17
	C27	6,61	0,25	322,39	5,12	3,54	14,33	1,33	15,25	0,57	1,03	1,74	0,56	79,88
	C28	5,13	0,30	347,17	3,69	4,22	15,03	1,42	14,91	0,48	0,92	1,49	0,51	76,33
	C29	5,75	0,22	304,98	4,71	3,79	13,91	1,35	15,74	0,64	0,85	1,64	0,75	78,54
	C30	7,24	0,30	312,97	5,78	4,33	13,54	1,28	15,54	0,50	1,19	1,84	0,42	79,96
	C31	5,82	0,32	314,08	4,63	4,88	14,22	1,28	14,80	0,55	0,99	1,69	0,56	78,08
	C32	6,37	0,38	323,43	4,92	3,84	14,93	1,32	15,04	0,40	0,96	1,46	0,41	79,38
	C33	6,85	0,33	329,49	5,19	3,99	14,97	1,30	14,24	0,60	0,77	1,44	0,78	77,88
	C34	5,79	0,35	291,92	4,96	4,25	14,97	1,27	15,18	0,60	0,94	1,64	0,64	78,13
	C35	6,23	0,24	295,69	5,27	3,20	13,98	1,27	15,79	0,52	1,06	1,71	0,49	79,00
C36	6,63	0,25	318,60	5,19	4,20	13,80	1,34	13,40	0,59	0,94	1,56	0,63	73,79	
C37	5,81	0,27	273,02	5,32	4,47	14,66	1,35	14,23	0,58	0,91	1,55	0,64	79,75	
Média 2015*		6,56	0,29	299,77	5,54	4,03	13,63	1,25	14,74	0,63	0,92	1,55	0,65	80,52
Média Geral*		6,67	0,20	303,14	5,51	4,92	14,01	1,27	14,72	0,55	0,85	1,39	0,60	79,53
Faixa Geral*		5,13 a 7,76	0,00 a 0,50	193,59 a 409,85	3,69 a 8,11	1,90 a 8,88	11,85 a 16,36	1,00 a 1,57	12,29 a 16,24	0,12 a 0,85	0,52 a 1,30	0,75 a 1,91	0,20 a 1,29	63,00 a 86,00
CV Geral (%)*		8	36	12	15	39	7	8	5	28	17	16	35	847

ATT: acidez total titulável; Sac/Ac: relação entre os valores de sacarose e ácido cítrico; C/K: relação entre os valores de cafestol e caveol; *Considerando o conjunto de amostras estudadas. ¹ Amostra: identificação correspondente ao concurso (letras A, B e C para 2012, 2013 e 2015, respectivamente) e número da amostra; ² g 100 g⁻¹; ³ mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ 100 g café cru; ⁴ Adimensional; ⁵ Nota variando de 0 a 100.

notadamente pelo estágio de maturação (com decréscimo de açúcares redutores e aumento da sacarose, com aumento da maturação) sendo por isso muito sujeito a variabilidade (CHENG et al., 2016). No geral, um maior teor de açúcares tem sido associado a melhor qualidade de bebida (PINTO et al., 2001; SUNARHARUMA; WILLIAMS; SMYTH, 2014; SALVA et al., 2015;). Mazzafera (1999) reportou menores teores de sacarose para grãos defeituosos em comparação com cafés de boa qualidade.

A acidez total titulável variou de 193,59 a 409,85 mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ 100 g (CV de 12%). Mendonça, Pereira e Mendes (2005) reportaram valores de acidez total entre 198,42 a 237,64 mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ 100 g.

Para a razão sacarose/acidez (sac/ac) foram obtidos valores entre 3,69 e 8,11 (CV de 15%) (Tabela 2), faixa de valores mais ampla do que a reportada na literatura para cafés arábica brasileiros, de 5,00 a 8,61 (KITZBERGER et al., 2013a; SCHOLZ et al., 2015). Um maior teor de ácido málico e cítrico contribuem para a acidez da bebida, entretanto o teor dos ácidos tende a diminuir durante o amadurecimento do grão (RODRIGUES et al., 2007; KOSHIRO et al., 2015). Franca, Mendonça e Oliveira (2005), comparando cafés de diferentes qualidades de bebida (mole, duro, rio e riado), observaram que o aumento da acidez no grão cru estava relacionado a redução na qualidade de bebida, o que os autores associaram a presença combinada de grãos imaturos e fermentados em cafés de pior qualidade. Dessa forma a relação sac/ac pode ser associada ao nível de maturidade e/ou sanidade do grão, ou seja, quanto maior a relação, maior presença de grãos mais maduros ou não fermentados, fator positivo para a qualidade da bebida.

Os ácidos clorogênicos totais (ACG) apresentaram grande variabilidade (CV 39%), com teores na faixa de 1,90 a 8,88 g 100 g⁻¹ (Tabela 2). Para cafés brasileiros são reportados teores de ACG na faixa de 5,07 a 9,34 g 100 g⁻¹ (FARAH et al., 2006a; FARAH et al., 2006b; DUARTE; PEREIRA; FARAH, 2010; SCHOLZ et al., 2011) superiores aos descritos para café arábica de outras procedências (entre 3,4 a 4,8 g 100 g⁻¹) (KY et al., 2001; SMRKE et al., 2015). Os ácidos clorogênicos estão relacionados com adstringência e amargor na bebida de café (FARAH et al., 2006a; SCHOLZ, 2008; GLOESS et al., 2013) e seus teores decrescem com o aumento da maturidade do grão (CHENG et al., 2016). Apesar da literatura usualmente associar altos teores de ACG a cafés que produzem bebidas de pior qualidade (FARAH et al., 2006a; TORRES, 2014), a alta variabilidade encontrada nos teores de ACG nos

grãos crus de cafés com boa qualidade de bebida (Tabela 2) sugere que é possível obter bebidas com variados teores de ACG e com boa qualidade sensorial. Conclusão semelhante foi reportada por Zanin et al. (2016), que trabalhando com cafés torrados também procedentes de concursos, relataram ser possível obter cafés com boa qualidade de bebida e altos teores de ACG.

Comparativamente, os compostos nitrogenados, mesmo podendo ser afetados por fatores como solo e adubação (MALTA; NOGUEIRA; GUIMARAES, 2003), apresentaram menor variabilidade, CVs de 7% e 8%, respectivamente, para os teores de proteínas e cafeína (Tabela 2).

Os teores de proteínas variaram entre 11,85 e 16,36 g 100 g⁻¹ (Tabela 2), valores mais baixos do que os descritos na literatura para cafés brasileiros, entre 13,56 e 18,06 g 100 g⁻¹ (SCHOLZ et al., 2011; KITZBERGER et al., 2013a; KITZBERGER et al., 2016). As proteínas estão envolvidas nas reações de Maillard durante a torra do grão, conferindo à bebida de café, cor e aroma (MONTAVON; MAURON; DURUZ, 2003; ROSA et al., 2016) sendo associadas a qualidade da bebida, mas não há consenso na literatura. Franca, Mendonça e Oliveira (2005), relataram que grãos crus de cafés de melhor qualidade de bebida (mole) apresentavam teores de proteína mais altos que os grãos correspondentes a bebidas duro, rio e riado.

Os teores de cafeína variaram entre 1,00 e 1,57 g 100 g⁻¹ (Tabela 2), estando de acordo com a faixa descrita pela literatura, de 0,91 a 1,52 g 100 g⁻¹ para cafés brasileiros (FARAH et al., 2006a; PERRONE; DONANGELO; FARAH, 2008; SCHOLZ et al., 2011; KITZBERGER et al., 2013a) e cafés de outros países, com teores entre 0,96 e 1,62 g 100 g⁻¹ (KY et al., 2001; SMRKE et al., 2015). Considerando a estabilidade térmica da cafeína, é possível comparar com os valores reportados por Zanin (2014), que observou valores um pouco mais baixos, na faixa de 0,68 a 1,18 g 100 g⁻¹, para cafés de concurso com boa qualidade de bebida. A cafeína é formada em frutos de café imaturos e se acumula durante o desenvolvimento do grão, sendo fortemente influenciada pelo genótipo e ambiente (aumenta, por exemplo, com o aumento de sombra) (CHENG et al., 2016). A cafeína é associada ao amargor, adstringência e corpo da bebida de café (FARAH, 2012; GLOESS et al., 2013; SUNARHARUM; WILLIAMS; SMYTH, 2014). Franca, Mendonça e Oliveira (2005) e Torres (2014) reportaram que grãos crus de bebida rio apresentaram maior teor de cafeína do que os de bebida mole.

Entre todos os compostos estudados, o teor de lipídios foi o que apresentou menor variação (CV de 5%), com valores na faixa de 12,29 a 16,24 g 100 g⁻¹ (Tabela 2). Scholz et al. (2016) estudando a composição de diversos acessos de café arábica procedentes da Etiópia, também verificaram que a menor variabilidade foi observada para os teores de lipídios. Para cafés brasileiros foram reportadas maiores variações nos teores de lipídios entre 11,23 a 16,29 g 100 g⁻¹ (SCHOLZ et al., 2011; KITZBERGER et al., 2013a; KITZBERGER et al., 2016). Além de variações com o genótipo, o teor de lipídios também está sujeito a fatores ambientais, como sombra e alta altitude, que resultam em níveis mais elevados (CHENG et al., 2016). A fração lipídica influencia na formação de aroma liberando compostos como aldeídos voláteis, cetonas e álcoois durante a torra (MOREIRA; TRUGO; MARIA, 2000; LAGO, 2001; SPEER, KÖLLING-SPEER, 2006), sendo associados à qualidade de bebida. Franca, Mendonça e Oliveira (2005), observaram maior teor de lipídios em grãos crus de cafés de melhor qualidade de bebida (mole) comparativamente as correspondentes a bebidas duro, rio e riado.

Quanto aos diterpenos observaram-se teores de cafestol de 0,12 a 0,85 g.100g⁻¹ e de caveol de 0,52 a 1,30 g.100g⁻¹, com alta variabilidade (47% e 17% respectivamente), notadamente para cafestol (Tabela 2). Scholz et al. (2016) estudando a composição de diversos acessos de café arábica procedentes da Etiópia, verificaram que a maior variabilidade foi observada para os teores dos diterpenos (CVs de 32 a 35%). Para cafés arábica brasileiros foram encontradas na literatura relatos de teores mais baixos, na faixa de 0,22 a 0,61 g de cafestol /100g e de 0,31 a 1,08 g de caveol/100g (KITZBERGER et al., 2013a; KITZBERGER et al., 2013b; KITZBERGER et al., 2016). Considerando que os diterpenos apresentam boa estabilidade ao processo de torra, podemos verificar faixa bem próxima a reportada por Zanin (2014), onde os teores de cafestol e caveol em cafés de boa qualidade de bebida variaram de 0,18 a 0,97 g.100g⁻¹ e de 0,17 a 1,07 g.100g⁻¹, respectivamente.

Para diterpenos totais, os teores variaram entre 0,75 a 1,91 g.100g⁻¹ (CV de 19%), faixa mais ampla que a descrita na literatura para cafés arábica brasileiros, de 0,79 a 1,22 g.100g⁻¹ (KITZBERGER et al., 2013a; KITZBERGER et al., 2013b).

Novaes, Neto e Rezende (2015) associaram aumento nos valores da razão cafestol/caveol com melhor qualidade das bebidas de café. Nesse trabalho, apesar de estarem sendo avaliados somente cafés com boa qualidade de bebida, observou-

se grande variabilidade na razão c/k, com valores entre 0,20 e 1,29 (CV de 36%) (Tabela 2). Maior variação pode ser observada na literatura para cafés arábica brasileiros, com valores de c/k entre 0,31 e 1,63 (KITZBERGER et al., 2013a; KITZBERGER et al., 2013b; ZANIN, 2014).

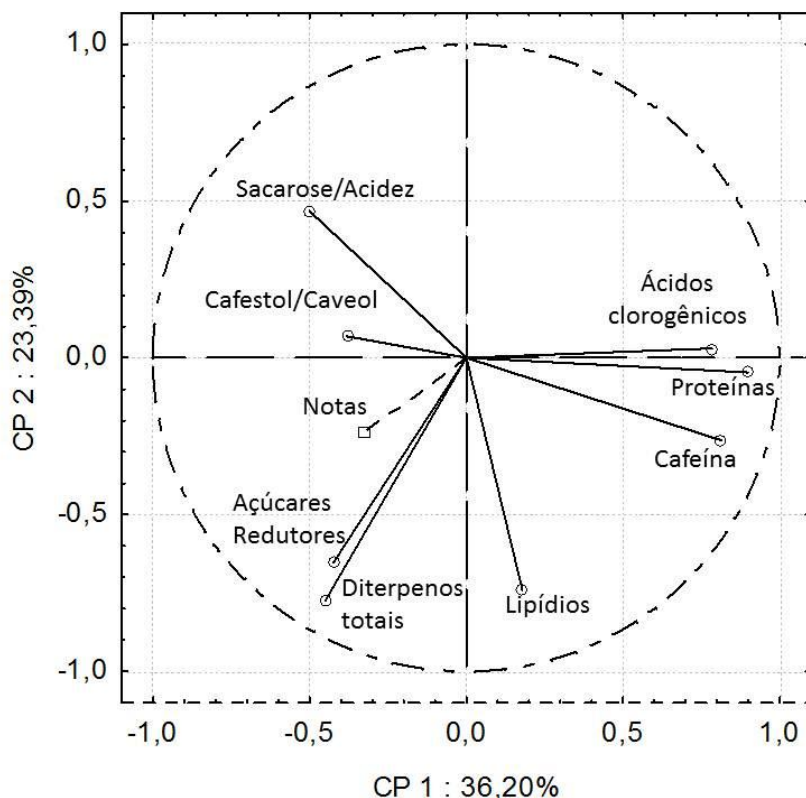
Para uma avaliação conjunta da composição do café cru e qualidade da bebida, empregou-se análise multivariada. Na Análise de Componentes Principais (ACP), os dois primeiros Componentes Principais explicaram 60% da variabilidade total (Figuras 1 e 2), com autovalores de 2,91 e 2,10 para CP1 e CP2, respectivamente.

A CP1 foi negativamente correlacionada as variáveis c/k e sac/ac, e positivamente com as variáveis proteína, cafeína e ACG. A CP2 foi negativamente relacionada às variáveis, açúcares redutores, diterpenos totais e lipídios. A variável suplementar Nota, foi negativamente associada a CP1 e CP2 (Figura 1).

Observou-se correlação positiva entre os teores de cafeína, proteína e ácidos clorogênicos, e entre açúcares redutores e diterpenos totais (Figura 1). Scholz (2008) também observou correlação positiva entre cafeína e proteína e entre cafeína e ácido 5-cafeoilquínico (principal representante dos clorogênicos) e Torres (2014) reportou correlação positiva entre cafeína e compostos fenólicos totais.

Figura 1. Projeção das variáveis* nas Componentes Principais 1 e 2.

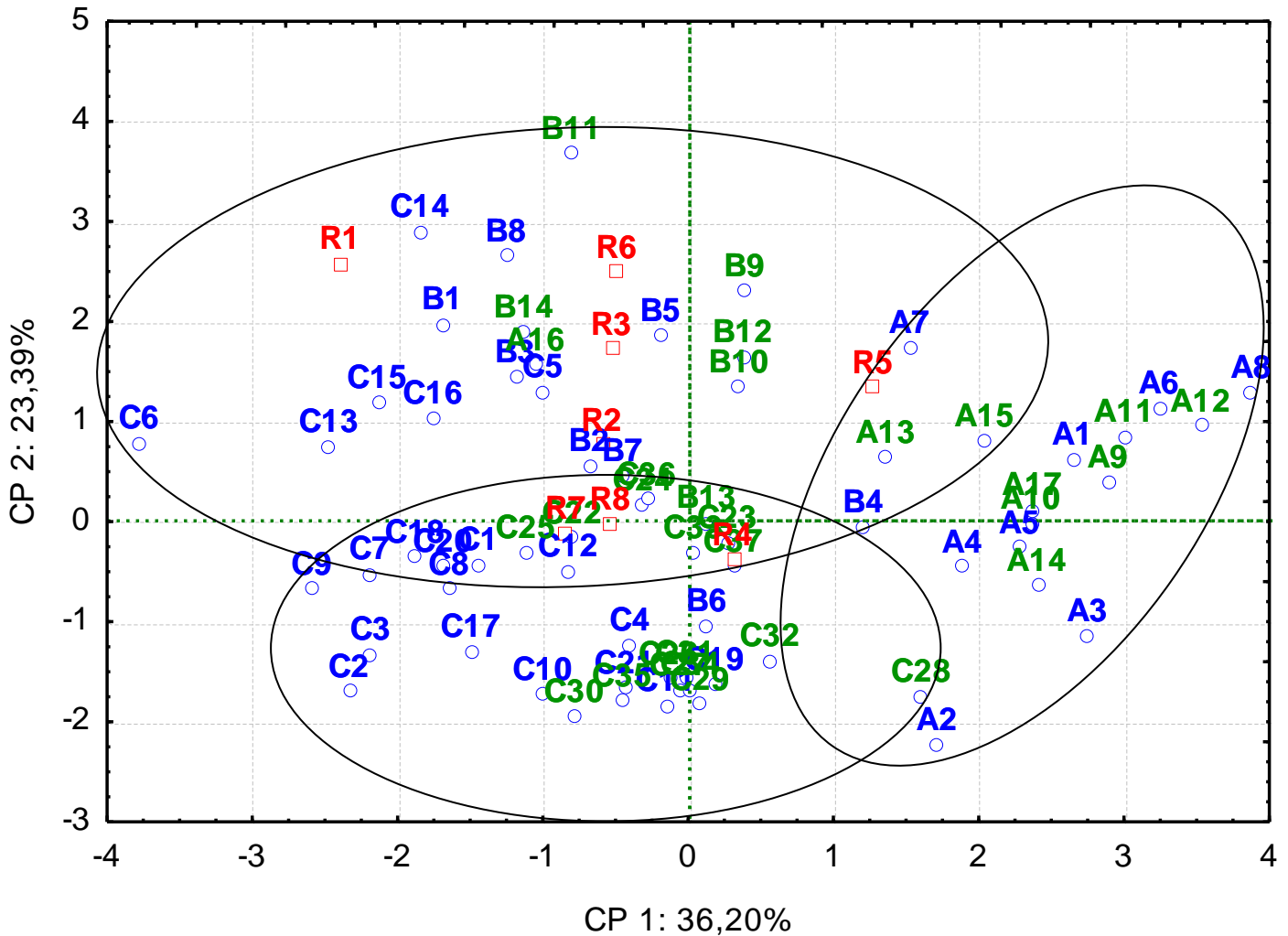
* Variáveis: ativas (—) e suplementar (- -).



Na Figura 2, os cafés podem ser identificados na ACP em diferentes cores dependendo da classificação de bebida: Premium e Especial Origin (notas acima de 80) em cor azul e abaixo do Premium (notas abaixo de 80) em cor verde.

Figura 2. Projeção das amostras* nas Componentes Principais 1 e 2 com os grupos definidos pela Análise Hierárquica de Agrupamentos (Figura 3).

*Identificação dos cafés: Tabelas 2 e 3 ; Cor identifica nota: **igual ou superior a 80**; **abaixo de 80**; **Rio e Riado**.

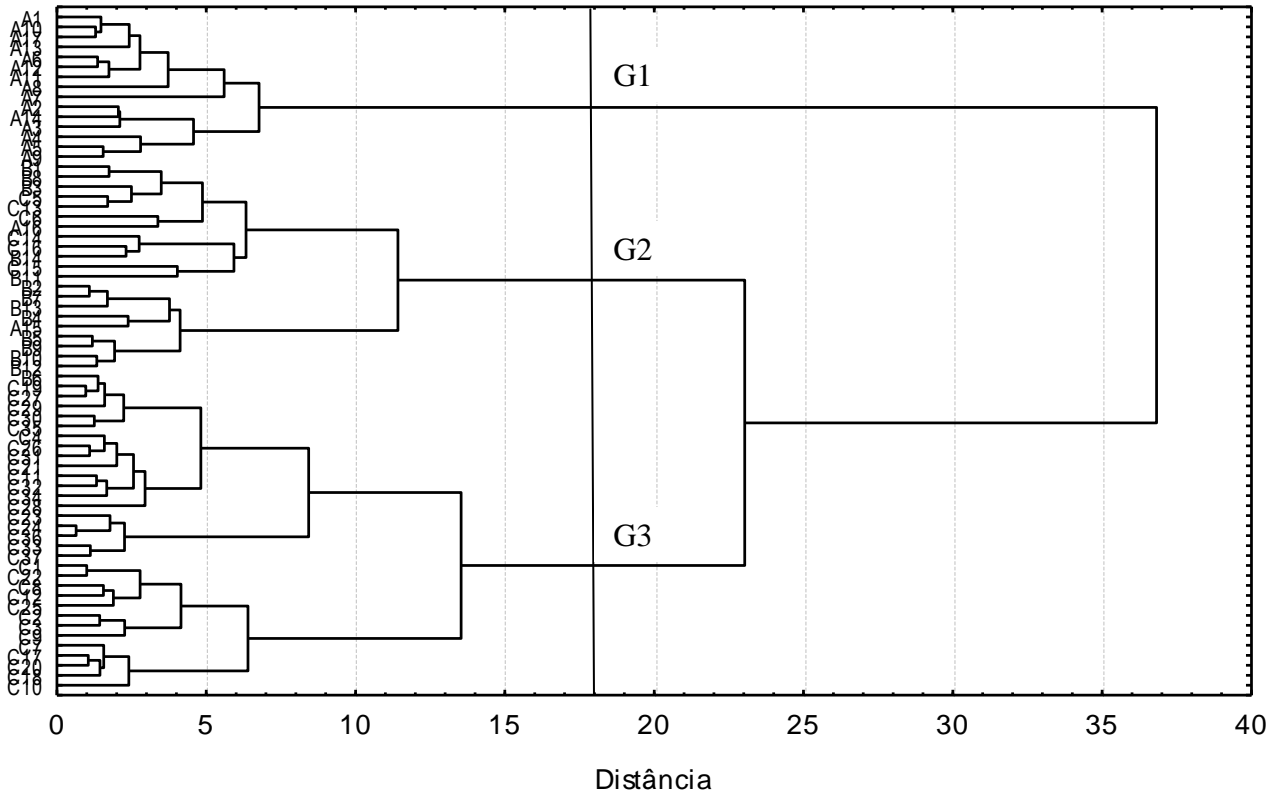


Três grupos, destacados na Figura 2, podem ser identificados na Análise Hierárquica de Agrupamentos (Figura 3); os valores médios para as variáveis de composição para cada grupo estão no Anexo A. O Grupo 1 foi formado exclusivamente por cafés pertencentes ao concurso do ano de 2012, alocados no lado direito do gráfico de projeção das amostras (Figura 2). O Grupo 2 foi formado por cafés dos concursos de 2012, 2013 e 2015, que se localizaram na região superior esquerda do gráfico (Figura 2). O Grupo 3 foi formado principalmente por

cafés do ano de 2015 (e um café do ano de 2013), alocados na parte inferior esquerda do gráfico (Figura 2).

Figura 3. Dendograma da Análise Hierárquica de Agrupamento dos cafés*

*Identificação dos cafés: Tabela 2 e Anexo A.



Na parte direita do plano, estão alocados os cafés do grupo 1, onde se observou somente presença das amostras do concurso 2012 (15 cafés). Os cafés de 2012 se destacavam pelos maiores teores de ACG (de 6,86 a 8,88 g 100 g⁻¹) comparativamente aos dos outros concursos (de 1,90 a 4,97 g 100 g⁻¹), e maiores teores médios de cafeína e proteína, bem como menor nota média (Tabela 2, Anexo A). Problemas de produção na safra de 2012, como déficit hídrico com atraso de chuvas, baixas temperaturas e baixa insolação, principalmente nos períodos de floração, fertilização, pegamento e enchimento dos frutos, podem ter afetado a composição e a qualidade (CONAB, 2012), mesmo considerando que no trabalho avaliamos cafés já selecionados e procedentes de concursos.

Na parte esquerda do plano fatorial (Figura 2), encontram-se a maioria dos cafés com notas iguais ou superiores a 80, onde predominam as amostras dos concursos de 2013 e 2015, com maiores notas e maior valor da razão cafestol/caveol (Anexo A).

Os cafés correspondentes ao grupo 2 (21 amostras), onde predominaram cafés do concurso 2013 (2 de 2012, 13 de 2013 e 6 de 2015) (Anexo A) foram alocados na região esquerda superior (Figura 2), apresentando altos teores da razão sacarose/acidez. O grupo 3, com maior número de cafés e predominância de amostras do concurso 2015 (1 de 2013 e 31 de 2015), foi alocado na região esquerda inferior; os café foram caracterizados por altos teores de diterpenos totais e açúcares redutores (Anexo A, Figura 2).

Dessa forma verifica-se que para cafés de boa qualidade de bebida, o aumento na nota foi relacionado a maiores teores de diterpenos e açúcares redutores e maiores valores das razões sacarose/acidez e cafestol/caveol (Figuras 1 e 2, Anexo A).

Para uma melhor comparação com os trabalhos da literatura que comparam a composição do grão de café cru em amostras com grandes diferenças na qualidade de bebida (de bebidas moles a bebidas fencadas) (FARAH et al., 2006a; FRANCA; OLIVEIRA; MENDONÇA, 2005), foram incluídas como amostras suplementares na ACP, cafés que haviam sido desclassificados nos mesmos concursos por terem sido classificados como bebidas rio (R2 e R3) ou riado (R1, R4, R5, R6, R7 e R8). Pode-se observar que esses cafés apresentavam um perfil de composição similar (Tabela 3) e dentro da faixa de valores de compostos individuais descritas para os cafés com boa qualidade de bebida (Tabela 2). Na análise multivariada, considerando o conjunto das informações de composição, os cafés rio e riado (Figura 2) foram, na maioria alocados na região mais central do plano, no entanto uma amostra (R1) ficou mais destacada na região esquerda, perto dos cafés com notas iguais ou superiores a 80. Os resultados destacam que a fermentação de alguns grãos pode ser responsável por atribuir características sensoriais desagradáveis que permitem classificar a bebida de café como rio ou riado, mas essas alterações não necessariamente aparecem quando se avalia somente a composição dos grãos.

Tabela 3. Caracterização química dos cafés arábica crus provenientes de concurso de qualidade, classificados como Rio e Riado.

Amostra	Classificação	Sacarose ¹	Açúcares Redutores ¹	ATT ²	Sac/Ac ³	Ácidos Clorogênicos ¹	Proteínas ¹	Cafeína ¹	Lipídios ¹	Cafestol ¹	Caveol ¹	Diterpenos ¹	C/K ³
R1	Riado	5,97	0,36	303,14	4,92	2,85	11,85	1,04	13,1	0,57	0,78	1,41	0,73
R2	Rio	6,67	0,31	302,64	5,51	3,87	13,33	1,2	15	0,61	0,96	1,65	0,64
R3	Rio	5,73	0,12	315,96	4,53	2,38	13,65	1,15	15,14	0,81	0,72	1,61	1,12
R4	Riado	5,68	0,29	375,38	3,78	4,88	13,55	1,18	15,36	0,61	1,07	1,78	0,57
R5	Riado	6,53	0,22	261,56	6,23	5,26	14,9	1,37	14,46	0,58	0,98	1,64	0,59
R6	Riado	7,08	0,22	271,16	6,52	4,05	13,57	1,21	14,42	0,57	0,75	1,41	0,76
R7	Riado	7,03	0,5	275,67	6,37	3,95	13,23	1,27	16,16	0,71	0,81	1,65	0,88
R8	Riado	6,76	0,39	302,64	5,58	4,6	13,66	1,24	14,34	0,59	1,30	1,91	0,45
Média		6,43	0,30	301,02	5,43	3,98	13,47	1,21	14,75	0,63	0,92	1,63	0,72
Faixa		5,68 a	0,12 a	261,56 a	3,78 a	2,38 a	11,85 a	1,04 a	13,1 a	0,57 a	0,72 a	1,41 a	0,45 a
		7,08	0,5	375,38	6,52	5,26	14,9	1,37	16,16	0,81	1,30	1,91	1,12
CV(%)		9	39	12	18	25	6	8	6	14	21	10	29

ATT: acidez total titulável; Sac/Ac: relação entre os valores de sacarose e ácido cítrico; C/K: relação entre os valores de cafestol e caveol; ¹g 100 g⁻¹; ² mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ 100 g café cru; ³ Adimensional.

4 CONCLUSÕES

Cafés com menor nota foram correlacionados a altos teores de cafeína, proteína e ácidos clorogênicos. Altos valores das razões sacarose/acidez e cafestol/caveol e altos teores de diterpenos totais e açúcares redutores foram associados a maiores notas. Dessa forma, verifica-se que para cafés com boa qualidade de bebida alguns parâmetros do grão cru (teores de cafeína, proteína, ácidos clorogênicos, diterpenos totais e razões sacarose/acidez e cafestol/caveol) podem ser correlacionados a bebida do café torrado e moído.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – A.O.A.C. Official Methods of analysis. 15 ed. Washington: AOAC, 1990.

BRASIL. Instrução Normativa MAPA nº 8 de 11 de junho de 2003 “Regulamento técnico de identidade e qualidade para classificação do café beneficiado grão cru”. 2003. Disponível em: <
http://www.abic.com.br/publique/media/NMQ_LEGISLAcaO_IN8.pdf> Acesso em 30 mar 2017.

BSCA - O programa Cup of Excellence. Disponível em:
<<http://bsca.com.br/programa-cup-excellence.php>>. Acesso em 21 jan 2017.

CECAFÉ - RELATÓRIO MENSAL JANEIRO 2017. Conselho dos Exportadores de Café do Brasil – CECAFÉ, janeiro 2017. 16p. Disponível em: <
<http://www.cecafe.com.br/publicacoes/relatorio-de-exportacoes/>> Acesso em 06 mar 2017.

CHENG, B.; FURTADO, A.; SMYTH, H. E.; HENRY, R. J. Influence of genotype and environment on coffee quality. *Trends in Food Science & Technology*, v. 57, parte A, p. 20-30, 2016.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Café, Safra 2012 – Quarta Estimativa. Brasília, CONAB, 15 p., 2012. Disponível em
<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_12_20_16_01_51_boletim_cafe_dezembro_2012.pdf> Acesso em 05 abr. 2017.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Café, v. 3 - Safra 2016, n. 4 – Quarto levantamento. Brasília, CONAB, 77 p., 2016. Disponível em
<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_12_27_16_26_51_boletim_cafe_portugues_-_4o_lev_-_dez.pdf> Acesso em 05 abr. 2017.

DUARTE, G.S.; PEREIRA, A.A.; FARAH, A. Chlorogenic acids and other relevant compounds in Brazilian coffees processed by semi-dry and wet post-harvesting methods. *Food Chemistry*, v.118, n.3, p.851-855, 2010.

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

FARAH, A.; MONTEIRO, M. C.; CALADO, V.; FRANCA, A. S.; TRUGO, L. C. Correlation between cup quality and chemical attributes of Brazilian coffee. *Food Chemistry*, v. 98, n.2, p. 373–380, 2006a.

FARAH, A.; DE PAULIS, T.; MOREIRA, D. P.; TRUGO, L. C.; MARTIN, P. R. Chlorogenic acids and lactones in regular and water-decaffeinated Arabica coffees. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.54, n.2, p. 374–381, 2006b.

FARAH, A. Coffee constituents. In Y. -F. Chu (Ed.). *Coffee: Emerging health effects and disease prevention*. Oxford: Wiley-Blackwell. p. 21–58, 2012.

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.

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

KITZBERGER, C.S.G.; SCHOLZ, M.B.S.; PEREIRA, L.F.P.; BENASSI, M.T. Composição química de cafés arábica de cultivares tradicionais e modernas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, n. 11, p. 1498-1506, 2013a.

KITZBERGER, C. S. G. ; SCHOLZ, M. B. S. ; PEREIRA, L. F. P. ; VIEIRA, L. G. E. ; SERA, T. ; SILVA, J. B. G. D. ; BENASSI, M. T. 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, 2013b.

KITZBERGER, C. S. G.; SCHOLZ, M. B. S.; BENASSI, M. T. Bioactive compounds content in roasted coffee from traditional and modern *Coffea arabica* cultivars grown under the same edapho-climatic conditions. *Food Research International*, v. 61, n. 1., p. 61-66, 2014.

KITZBERGER, C. S. G. ; SCHOLZ, M. B. S. ; PEREIRA, L. F. P. ; SILVA, J. B. G. D. ; BENASSI, M. T. Profile of the diterpenes, lipid and protein content of different coffee cultivars of three consecutive harvests. *AIMS Agriculture and Food*, v. 1, n. 4. p. 254-264, 2016.

KNOPP, S.; BYTOF, G.; SELMAR, D. Influence of processing on the content of sugars in green Arabica coffee beans. *European Food Research and Technology*, v. 223, n. 6, p. 195-201, 2006.

KOSHIRO, Y.; JACKSON, M. C.; NAGAI, C.; ASHIHARA, H. 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.

KOSKEI, K. R.; PATRICK, M.; SIMON, M. Effects of coffee processing technologies on physico-chemical properties and sensory qualities of coffee. *African Journal of Food Science*, v.9, n.4, p. 230-236, 2015.

KY, C. L.; LOUARN, J.; DUSSERT, S.; GUYOT, B.; HAMON, S.; NOIROT, M. 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.

LAGO, R. C. A. Lipídios em grãos de café. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, v. 19, n. 2, p. 319-340, 2001.

LEROY, T.; RIBEYRE, F.; BERTRAND, B.; CHARMETANT, P.; DUFOUR, M.; MONTAGNON, C.; POT, D. Genetics of coffee quality. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.18, n. 1, p. 229-242, 2006.

MALTA, M. R.; NOGUEIRA, F. D.; GUIMARÃES, P. T. G. Composição química, produção e qualidade do café fertilizado com diferentes fontes e doses de nitrogênio. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 27, n. 6, p. 1246-1252, 2003.

MAZZAFERA, P. Chemical composition of defective coffee beans. *Food Chemistry*, v. 64, n. 4, p. 547-554, 1999.

MENDONÇA, L. M. V. L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G. Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 25, n. 2, p. 239-243, 2005.

MONTAVON, P.; MAURON, A-F.; DURUZ, E. Changes in green coffee protein profiles during roasting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.51, n.8, p. 2335-2343, 2003.

MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C.; 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.

MURKOVIC, M.; DERLER, K. Analysis of amino acids and carbohydrates in green coffee. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, v. 69, n. 1/2, p. 25-32, 2006.

NOVAES, F. J. M.; NETO, F. R. A.; REZENDE, C. M. Diterpenos do café como possíveis marcadores de qualidade da bebida, *IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil*, Curitiba, 2015. Disponível em: <

<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/3512> > acesso em 16 mar 2017.

OOSTERVELD, A.; VORAGEN, A. G. J.; SCHOLS, H. A. Effect of roasting on the carbohydrate composition of *Coffea arabica* beans. *Carbohydrate Polymers*, v. 54, n. 2, p. 183-192, 2003.

PERRONE, D.; DONANGELO, C. M.; FARAH, A. Fast simultaneous analysis of caffeine, trigonelline, nicotinic acid and sucrose in coffee by liquid chromatography–mass spectrometry. *Food Chemistry*, v. 110, n. 4, p. 1030-1035, 2008.

PINTO, N. A. V. D.; FERNANDES, S. M.; PIRES, T. C.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D. Avaliação dos polifenóis e açúcares em padrões de bebida do café torrado tipo expresso. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 7, n. 3, p. 192-195, 2001.

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

ROGERS, W.J.; MICHAUX, S.; BASTIN, M.; BUCHELI, P. Changes to the content of sugars, sugar alcohols, myo-inositol, carboxylic acids and inorganic anions in developing grains from different varieties of Robusta (*Coffea canephora*) and Arabica (*C. arabica*) coffees. *Plant Science*, v.149, n.2, p.115-123, 1999.

ROSA, J. S.; FREITAS-SILVA, O.; GODOY, R. L. O.; REZENDE, C. M. Roasting Effects on Nutritional and Antinutritional Compounds in Coffee. In: Amit K. Jaiswal. (Ed.). *Food Processing Technologies: Impact on Products Attributes*. CRC Press, p. 48-76, 2016.

SALVA, T. J. G.; BRAGHINI, M. T.; FAZUOLI, L. C.; FILHO, O. G.; BARBOZA, F. R.; ZAGO, C. M. Variação do teor de sacarose em grãos crus de café robusta em função do ano de produção. IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1., 2015, Curitiba. Anais, Curitiba, 2015. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/4160/222_IX-SPCB-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 13 mar. 2017.

SCAA Protocols - Cupping Specialty Coffee (2015). Disponível em: <<http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>>. Acesso em 23 mar. 2017.

SCHOLZ, M. B. S. Tipologia dos cafés paranaenses: uma abordagem através da análise fatorial múltipla dos aspectos físico-químicos e sensoriais. 2008. Tese (Doutorado em Ciência de alimentos). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

SCHOLZ, M. B. S.; FIGUEIREDO, V. R. G.; SILVA, J. V. N.; KITZBERGER, C. S. G. Características físico-químicas de grãos verdes e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) do IAPAR. *Coffee Science*, v. 6, n. 3, p. 245-255, 2011.

SCHOLZ, M. B. S.; KITZBERGER, C. S. G.; PEREIRA, L. F. P.; DAVRIEUX, F.; POT, D.; CHARMETANT, P.; LEROY, T. Application of near infrared spectroscopy

for green coffee biochemical phenotyping. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, v. 22, n. 6, p 411-421, 2014a.

SCHOLZ, M. B. S.; PAGIATTO, N. F.; KITZBERGER, C. S. G.; PEREIRA, L. F. P.; DAVRIEUX, F.; CHARMETANT, P.; LEROY, T. Validation of near-infrared spectroscopy for the quantification of cafestol e kahweol in green coffee. *Food Research International*, v. 61, n. 1, p. 176-182, 2014b.

SCHOLZ, M. B. S.; KITZBERGER, C. S. G.; DURAND, N.; CHARMETANT, P.; LEROY, T. Ácidos orgânicos e açúcares em acessos da coleção de café da etiópia do IAPAR e cultivares de café arábica. In: IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 1., 2015, Curitiba. Anais... Curitiba, 2015. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3524/112_IX-SPCB-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 16 mar. 2017.

SCHOLZ, M. B. S.; KITZBERGER, C. S. G.; PAGIATTO, N. F.; PEREIRA, L. F. P.; DAVRIEUX, F.; POT, D.; CHARMETANT, P.; LEROY, T. Chemical composition in wild ethiopian Arabica coffee accessions. *Euphytica*, v. 209, n. 2, p. 429–438, 2016.

SMRKE, S.; KROSLAKOVA, I.; GLOESS, A. N.; YERETZIAN, C. Differentiation of degrees of ripeness of Catuai and Tipica green coffee by chromatographical and statistical techniques. *Food Chemistry*, v. 174, p. 637-642, 2015.

SILVA, E. A.; MAZZAFERA, P.; BRUNINI, O.; SAKAI, E.; ARRUDA, F. B.; MATTOSO, L. H. C.; PIRES, R. C. M. The influence of water management and environmental conditions on the chemical composition and beverage quality of coffee beans. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.17, n. 2, p. 229-238, 2005.

SPEER, K; KÖLLING-SPEER, I. The lipid fraction of the coffee bean. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 18, n. 1, p. 201-216, 2006.

SUNARHARUMA, W. B.; WILLIAMS, D. J.; SMYTH, H. E. Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. *Food Research International*, v. 62, n.1, p. 315–325, 2014.

TORRES, L. M. Compostos bioativos, ácidos orgânicos, atividade antioxidante e suas correlações com a qualidade da bebida de café arábica. 2014. Dissertação (Mestrado em ciência de alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

ZANIN, R. C. Perfil de ácidos clorogênicos, cafeína e diterpenos em cafés arábica torrados brasileiros. 2014. Dissertação (Mestrado em ciência de alimentos). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

ZANIN, R. C.; CORSO, M. P.; KITZBERGER, C. S. G.; BENASSI, M. T. Good cup quality roasted coffees show wide variation in chlorogenic acids content. *LWT-Food Science and Technology*, v. 74, p. 480-483, 2016.

ANEXO A

Tabela 4 – Valores médios da composição* dos grupos formados pela Análise Hierárquica de Agrupamentos.

Grupo	G1	G2	G3
Amostra ¹	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A17	A15, A16, B1, B2, B3, B4, B5, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14, C5, C6, C13, C14, C15, C16	B6, C1, C2, C3, C4, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C17, C18, C19, C20, C21, C22, C23, C24, C25, C26, C27, C28, C29, C30, C31, C32, C33, C34, C35, C36, C37
Sacarose ²	6,83	6,82	6,51
Açúcares Redutores ²	0,19	0,19	0,3
Sacarose/Acidez ⁴	5,27	5,96	5,32
Acidez Total Titulável ³	327,56	279,72	307,07
Ácidos Clorogênicos ²	8,11	3,85	4,13
Proteína ²	15,4	13,39	13,76
Cafeína ²	1,36	1,2	1,27
Lipídios ²	15,05	14,2	14,91
Cafestol ²	0,41	0,46	0,58
Caveol ²	0,81	0,76	0,95
Diterpenos	1,25	1,27	1,62
Cafestol/Caveol ⁴	0,53	0,61	0,63
Notas ⁵	78,5	78,67	80,41

¹Amostra: identificação correspondente ao concurso (letras A, B e C para 2012, 2013 e 2015, respectivamente) e número da amostra (Tabela 2); ²g 100 g⁻¹; ³mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ 100 g café cru; ⁴Adimensional; ⁵Nota variando de 0 a 100. Cor identifica nota: igual ou superior a 80; abaixo de 80.

CAPÍTULO 3

**Dinâmica da percepção de sensações em
bebidas de café arábica com diferentes torras**

DINÂMICA DA PERCEPÇÃO DE SENSAÇÕES EM BEBIDAS DE CAFÉ ARÁBICA COM DIFERENTES TORRAS

RESUMO

A percepção de gostos e sensações durante a ingestão de um alimento é um fenômeno dinâmico, dessa forma surge o interesse por técnicas que permitam avaliar o perfil dos atributos ao longo do tempo. Nesse trabalho, a técnica de Dominância Temporal das Sensações (TDS) foi utilizada com o objetivo de avaliar a dinâmica de percepção dos atributos amargo, doce, ácido, adstringente, sabor de café e torrado, em dois cafés arábica com dois níveis de torra (média-clara e escura). A equipe (12 avaliadores) foi previamente familiarizada com a técnica e o software utilizado para coleta dos dados (SensoMaker). Posteriormente, cada avaliador participou de 2 sessões (4 amostras por sessão), onde foram orientados a indicar na tela do software a sensação dominante em cada momento do teste. Para análise dos resultados foram avaliadas curvas de taxa de dominância, possibilitando comparar o perfil de atributos dominantes ao longo do tempo para cada tratamento. Maior diferenciação na dinâmica da percepção dos atributos, foi observada comparando os diferentes cafés, mas com o aumento do grau de torra, os cafés se diferenciaram menos com relação ao gosto ácido e torrado. Os atributos amargo e torrado foram dominantes nos cafés com torra escura, já na torra média-clara destacou-se a acidez. Analisando cada café independente do grau de torra, o café 1 (com maior teor de cafeína) foi considerado ácido, adstringente e torrado e o café 2 (com maior teor de ácidos clorogênicos) com sabor de café e amargo, demonstrando a eficiência do método na discriminação dos cafés.

Palavras chave: TDS. *Coffea arabica*. amargo. ácido.

1 INTRODUÇÃO

A técnica de Dominância Temporal das Sensações (TDS) vem sendo utilizada há pouco mais de uma década com o objetivo de descrever a dinâmica de percepção dos atributos presentes em um produto desde o momento em que o alimento é colocado na boca até a sensação residual. Diferentes produtos

podem ter o mesmo perfil sensorial descritivo, porém a ordem e a importância em que os atributos são percebidos pode ser diferenciada. Comparativamente a técnicas mais tradicionais de medida de Tempo/Intensidade, em que um atributo é avaliado a cada análise, a vantagem do TDS é a possibilidade de avaliar um conjunto de atributos num mesmo teste, destacando ainda a importância desse atributo relativamente aos outros (PINEAU et al., 2009; SCHLICH; PINEAU, 2017).

Durante o teste, os avaliadores visualizam numa tela de computador uma lista de atributos, estabelecida previamente, e, ao provar a amostra, o avaliador seleciona qual é o atributo dominante em cada momento do teste. Pineau et al. (2012) relataram que a lista deve ter no máximo 10 atributos, porque acima dessa quantidade os avaliadores não conseguem assimilar seu conteúdo durante a avaliação. Além disso é necessário que os avaliadores (que podem opcionalmente ter sido selecionados por testes discriminativos ou de reconhecimento de gostos ou odores) sejam treinados ou no mínimo familiarizados com o software que será utilizado (DI MONACO et al., 2014; SCHLICH; PINEAU, 2017).

Vários softwares podem ser utilizados para captação e processamento dos resultados do TDS, sendo o mais usual avaliar os dados gerados através de curvas de taxas de dominância de cada atributo pelo tempo. A taxa de dominância expressa a porcentagem de avaliadores que consideraram um determinado atributo dominante num dado tempo, sendo que um alto valor representa um consenso da equipe sobre a dominância daquele atributo (PINEAU et al., 2009). Pesquisadores da Universidade Federal de Lavras/UFLA, desenvolveram um software livre, SensoMaker, capaz de analisar dados de estudos sensoriais e representar os resultados através de curvas de taxa de dominância além de outras ferramentas estatísticas (PINHEIRO; NUNES; VIETORIS, 2013).

Di Monaco et al. (2014) descreveram o uso de TDS na avaliação de diferentes alimentos e bebidas, entre eles iogurtes, sorvetes, produtos lácteos, vinhos, água e café. Para café, já foram estudados o impacto da fermentação na qualidade da bebida (EVANGELISTA et al., 2014), impacto do uso de adoçantes (DINELLA et al., 2013), bem como do uso de açúcar além do grau de torra do grão (CHARLES et al., 2015).

As características e a qualidade sensorial da bebida de café torrado e moído são dependentes de diversos fatores como genética dos grãos, tratamentos culturais (fatores edofoclimáticos e de cultivo), processamento pós-colheita e

processo de torra (FARAH, SANTOS, 2015). No processo de torra, devido a alta temperatura, normalmente acima dos 200 °C, ocorrem várias transformações dos compostos químicos, que participam de reações de oxidação, redução, pirólise, despolimerização, entre outros, resultando na degradação e formação de novos compostos (ROSA et al., 2016). Os lipídios, pouco afetados pela torra, ajudam na retenção do sabor e estabilidade da espuma; já as proteínas, juntamente com os açúcares redutores, estão envolvidas em reações de Maillard, formando melanoidinas e compostos associados ao sabor e aroma (KITZBERGER et al., 2016a). A degradação de sacarose e polissacarídeos pode aumentar o teor de alguns ácidos orgânicos, refletindo também na qualidade final da bebida; ácidos clorogênicos também se degradam com a torra, liberando ácido cafeico e derivados de fenol responsáveis pela adstringência e amargor (ROSA et al., 2016). A cafeína se mantém estável durante a torra, agregando amargor e corpo a bebida, e contribuindo para a qualidade (FARAH, 2012; SUNARHARUM; WILLIAMS; SMYTH, 2014).

Dessa forma, da composição do grão cru, o grau de torra empregado agrega à bebida de café diferentes características sensoriais, influenciando diretamente na aceitação do consumidor (MONTEIRO et al., 2010) e podendo afetar, não só a forma como a bebida é descrita, mas a ordem e a intensidade de percepção dos atributos (CHARLES et al., 2015). Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica de percepção dos atributos em bebidas de café arábica, comparando dois cafés de boa qualidade de bebida com graus de torra diferentes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material: caracterização do grão e do processo de torra

Para o estudo foram empregados dois cafés arábica com boa qualidade de bebida: uma amostra comercial cedida pela Companhia Iguaçu de Café Solúvel (Cornélio Procópio, Paraná) (café 1), e a outra, proveniente de concurso de qualidade, cedida pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR, Londrina, Paraná) (café 2).

Os grãos crus, com umidade ao redor de 12%, foram preparados para análise da composição química conforme Kitzberger et al. (2013). A caracterização quanto aos teores de açúcares totais, cafeína e ácidos clorogênicos foi realizada

empregando um espectrofotômetro de infravermelho próximo (NIRS) conforme descrito por Scholz et al. (2014). Avaliou-se ainda a acidez total titulável (AOAC, 1990). As características dos cafés crus podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização da composição química dos cafés crus.

Amostra	Açúcares totais*	Cafeína*	Ácidos clorogênicos*	Acidez total titulável**
Café 1	6,70	1,32	5,33	216,26
Café 2	6,05	1,24	5,89	292,44

Valor expresso em * g 100 g⁻¹ de café cru ou em **mL de NaOH 0,1 mol L⁻¹ 100 g⁻¹ de café cru.

Os cafés foram torrados em três bateladas (150 g cada) (torrador Rod-Bel, São Paulo, BRASIL) a temperaturas de 200 a 210 °C, para obtenção de dois diferentes graus de torra (torra média-clara e torra escura). Foram obtidas, assim, para a análise sensorial quatro amostras: C1: café 1 com torra média-clara; E1: café 1 com torra escura; C2: café 2 com torra média-clara; E2: café 2 com torra escura.

Para auxiliar na caracterização do processo de torra, foi calculada a perda de peso, obtendo valores de 14,1 g 100 g⁻¹ ± 0,6, para torra média-clara e de 16,2 g 100 g⁻¹ ± 0,5, para torra escura. Foi ainda calculada a expansão do volume do café torrado, segundo Scholz et al. (2011), obtendo-se para os cafés com torra média-clara valores de 54,6% e 99,5% (C1 e C2, respectivamente) e, para os de torra escura, 61,8% e 117, 2% (E1 e E2, respectivamente).

As amostras torradas foram submetidas à moagem média, de acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Café (ABIC, 2017a), utilizando um moinho de bancada Burr grinder GVX 2 (Krupps, Shanghai, China). Foi feita avaliação de cor nos cafés torrados e moídos utilizando colorímetro (KONICA Minolta-CR400, Osaka, Japão) com geometria 45/0 e iluminante D65, obtendo-se valores médios de luminosidade (L*) de 27,9 ± 0,5 e 20,9 ± 0,1, para as torras média-clara e escura, respectivamente.

2.2. Equipe sensorial: caracterização e familiarização com o teste

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CEP) da Universidade Estadual de Londrina (CAAE: 51687515.0.0000.5231). A equipe foi composta por alunos e professores da

universidade que apresentavam idade na faixa de 25 a 60 anos. Dos doze avaliadores 7 eram mulheres e 5 homens, todos consumidores regulares de café, e apenas um não tinha experiência prévia com análise sensorial. Com relação ao grau de escolaridade, todos os avaliadores possuíam 3º grau completo.

Inicialmente foi verificada a capacidade dos avaliadores em reconhecer gostos básicos e sensações. Cada avaliador provou 6 soluções aquosas: 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 de adstringente) e água mineral (Minalba, BRASIL; pH 7,6), conforme descrito na norma (ABNT, 2016). A seleção das soluções foi feita com base em gostos e sensações (doce, ácido, salgado, amargo e adstringente) que o avaliador deveria estar familiarizado para análise de bebida de café. A ordem de apresentação foi aleatorizada e as soluções foram servidas em copos descartáveis codificados com numeração de três dígitos aleatórios. Os avaliadores que não obtiveram 100% de acerto no teste de reconhecimento de gostos e sensações realizaram uma sessão posterior para esclarecimento e familiarização com os gostos ou sensações que eles pudessem vir a encontrar nas bebidas de café, e procedeu-se a nova aplicação do teste.

Na sequência, foi realizada uma sessão individual com cada avaliador para apresentação da técnica de Dominância Temporal das Sensações (TDS) assim como do software SensoMaker versão 1.9 (SENSOMAKER, 2016) utilizado para coleta e análise dos dados. Em sessão posterior foi realizada uma simulação do teste utilizando o software, servindo as amostras de café que seriam avaliadas e nas mesmas condições do estudo, para que os avaliadores tivessem a experiência de utilizar o software em situação real e verificassem possíveis dificuldades.

2.3 Preparo das amostras e condições dos testes

As bebidas de café foram preparadas por percolação com uso de filtro de papel, utilizando a proporção de 50 g de café torrado e moído para 500 mL de água mineral (Minalba, BRASIL; pH 7,6) a 92 °C, de acordo com a recomendação da ABIC (ABIC, 2017a). O café foi servido à temperatura de 55 a 60 °C em copos descartáveis de isopor (50 mL) codificados com três dígitos aleatórios. A ordem de

apresentação das amostras foi aleatorizada para cada avaliador, e as amostras foram apresentadas de forma monádica e sequencial.

Os testes foram realizados em Laboratório de Análise Sensorial em cabine individual sob luz branca. Na cabine estava disposto um computador, onde na tela, os avaliadores visualizavam a lista de atributos: amargo, doce, ácido, adstringente, sabor de café, torrado. Os atributos para avaliação foram selecionados baseados na “Norma de Qualidade Recomendável e Boas Práticas de Fabricação de Cafés Torrados em Grão e Cafés Torrados e Moídos” (ABIC, 2017b), e em trabalhos de análise sensorial descritiva com cafés arábica brasileiros (KITZBERGER et al., 2011; SCHOLZ et al., 2013; KITZBERGER et al., 2016b). A ordem de apresentação dos atributos foi aleatorizada para cada avaliador e a cada sessão. Os avaliadores foram informados que durante os 20 s de prova, deveriam indicar entre os seis atributos, qual o atributo dominante em cada momento. Os avaliadores foram orientados a manter o café na boca cerca de 5 s antes de engolir, as sensações dominantes foram selecionadas na tela do software no decorrer do tempo até que nenhuma sensação mais fosse percebida, em torno de 20 s; o tempo de duração do teste foi baseado em testes preliminares e em estudos que utilizaram a técnica (DINELLA et al., 2013; EVANGELISTA et al., 2014; CHARLES et al., 2015). Os avaliadores foram orientados a ingerir água e biscoito cream-cracker entre as provas. Cada avaliador participou de 2 sessões, avaliando 4 amostras por sessão, totalizando 8 análises por avaliador, e duplicata de resultados para cada amostra.

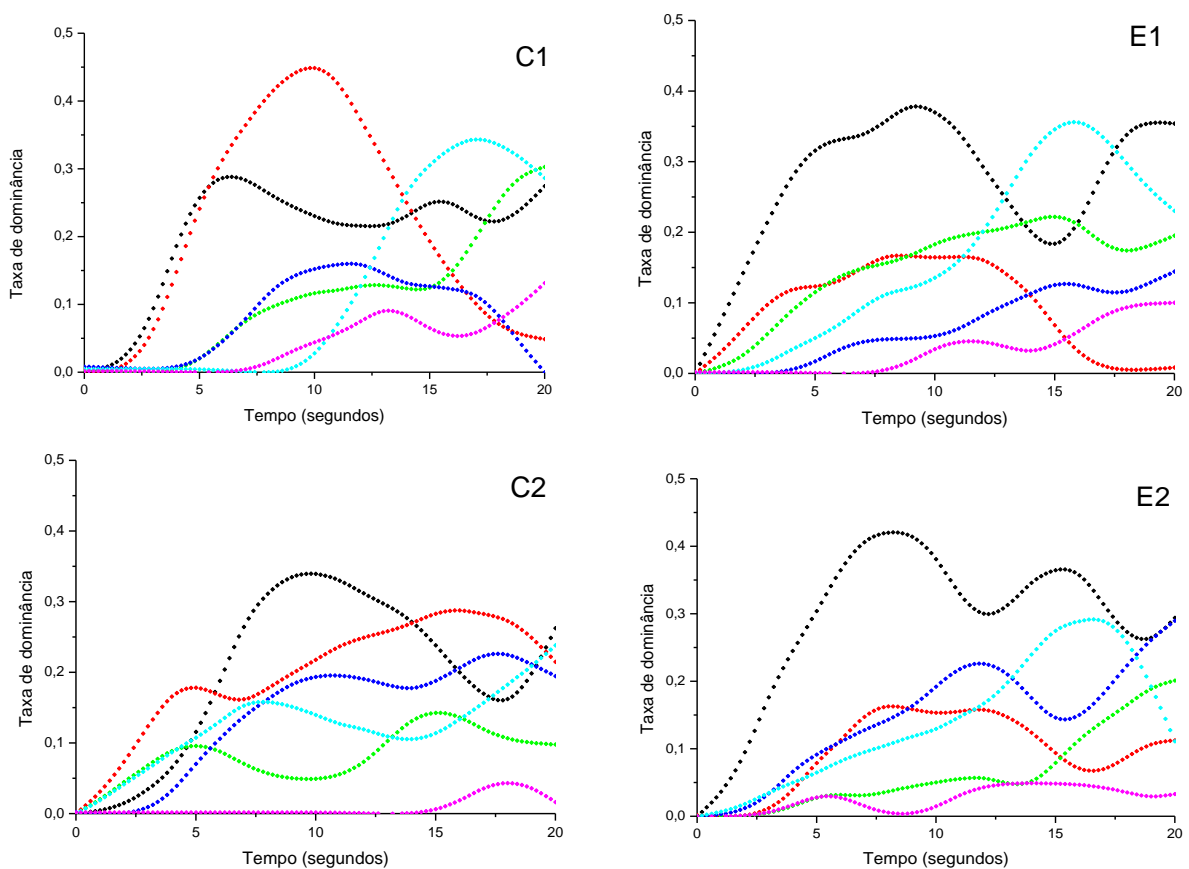
Para coleta e análise dos dados foi utilizado o software SensoMaker versão 1.9 (SENSOMAKER, 2016). Os resultados para cada atributo em cada bebida foram expressos como taxa de dominância que é calculada dividindo o número de vezes em que o atributo foi citado como dominante, pelo número de citações possíveis, ou seja, o número de avaliadores multiplicado pelo número de repetições (24 respostas por bebida). Os valores de taxa de dominância podem variar de 0 a 1, sendo que o valor 1 indica que todos os avaliadores consideraram o atributo dominante num mesmo tempo. Considerando 6 atributos para escolha ($p=1/6$), o número de respostas ($n = 24$) e α de 10%, estimaram-se, de acordo com o descrito por Schlich e Pineau (2017), o nível de chance de 0,17 (limite da probabilidade de um atributo ter sido marcado ao acaso) e o limite de significância de 0,25 (valor mínimo para o atributo ser considerado como sendo significativamente dominante).

A partir da curva de taxa de dominância, três parâmetros foram analisados: valor de dominância máxima (V_{max}), tempo máximo (T_{max}) e o período de duração da dominância (D_{max}) (SCHLICH; PINEAU, 2017). V_{max} é definido como o valor máximo de taxa de dominância, variando de 0 a 1. T_{max} é definido como o tempo para chegar a V_{max} , variando de 0 a 20 s. D_{max} é definido como o período de duração em que o valor da taxa de dominância é maior do que 90% de V_{max} .

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas de taxa de dominância de cada atributo para as quatro bebidas, dois cafés com dois graus de torra (média-clara e escura), estão descritas na Figura 1. Na tabela 2, constam os parâmetros (V_{max} , T_{max} e D_{max}) calculados a partir das curvas geradas para cada atributo das quatro bebidas.

Figura 1. Curvas de taxa de dominância dos atributos* pelo tempo para as quatro bebidas de café**.



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

**C1: café 1, torra média-clara; E1: café 1, torra escura; C2: café 2, torra média-clara; E2: café 2, torra escura.

Todos os atributos foram percebidos pelos avaliadores em todas as bebidas (Figura 1, Tabela 2), com respostas variando em relação a dominância e tempo, demonstrando que houve uma escolha adequada dos atributos para descrição e comparação das bebidas estudadas. Considerando-se o limite de significância ($p \leq 0,25$, $\alpha=10\%$), observa-se que, com excessão do gosto doce, os outros atributos (amargo, ácido, adstringente, sabor de café, torrado), tiveram valores de V_{max} acima da significância para uma ou mais bebidas.

Tabela 2 – Parâmetros das curvas de dominância* para cada atributo em cada bebida**.

Parâmetro*	Bebida**	Amargo	Ácido	Torrado	Sabor de café	Adstringente	Doce
V_{max}	C1	0,29	0,45	0,34	0,16	0,30	0,13
	E1	0,38	0,17	0,36	0,14	0,22	0,10
	C2	0,34	0,29	0,24	0,23	0,14	0,04
	E2	0,42	0,16	0,29	0,29	0,20	0,05
$T_{máx}$ (s)	C1	6,40	9,80	17,0	11,6	20,0	20,0
	E1	9,20	8,60	15,8	20,0	15,0	20,0
	C2	9,80	15,8	20,0	17,6	15,2	18,0
	E2	8,20	8,20	16,6	20,0	20,0	14,0
D_{max} (s)	C1	14,8	3,40	4,00	3,60	1,40	0,40
	E1	12,8	5,20	3,00	0,80	4,40	2,20
	C2	4,20	5,40	0,80	3,40	2,40	1,20
	E2	3,60	6,00	3,20	1,00	1,20	4,40

$n=24$, $\alpha=10\%$, $p \leq 0,25$. * V_{max} : valor máximo de taxa de dominância; T_{max} : tempo para chegar a V_{max} desde o início da prova; D_{max} : Período de duração em que o valor da taxa de dominância é maior do que 90% da taxa de dominância máxima.

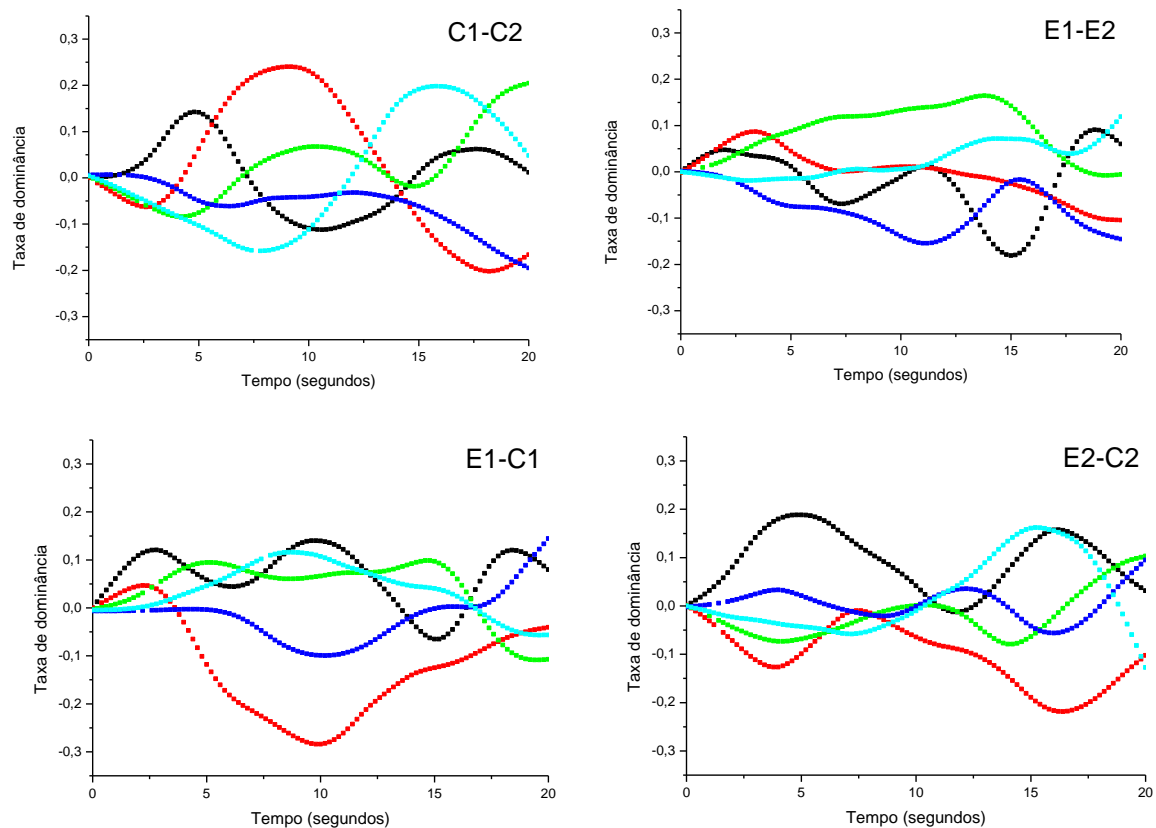
**C1: café 1, torra média-clara; E1: café 1, torra escura; C2 – café 2, torra média-clara; E2: café 2, torra escura.

Alguns autores (LENFANT et al., 2009; MEILLON; URBANO; SCHLICH, 2009; ALBERT et al., 2012, BRUZZONE; ARES; GIMENEZ, 2013) reportam ainda a possibilidade de avaliar a diversidade na dinâmica da percepção entre dois tratamentos utilizando curvas de diferença, obtidas pela diferença nos valores de taxa de dominância. O resultado pode ser considerado como uma forma simples de visualizar as razões principais pelas quais os produtos são percebidos de forma diferenciada ao longo do tempo (SCHLICH; PINEAU, 2017). Nesse estudo, a avaliação foi feita comparando as bebidas dos dois cafés, verificando as diferenças entre bebidas considerando cada grau de torra (C1-C2 e E1-E2), bem como

analisando-se o efeito da torra, considerando para cada café a diferença entre as curvas obtidas nos dois graus de torra (E1 - C1 e E2 - C2) (Figura 2).

Independentemente do café e do grau de torra, as sensações de amargo e ácido foram as primeiras a serem relatadas pelos avaliadores como sendo dominantes (Tabela 2, Figura 1).

Figura 2. Representação gráfica da diferença entre as curvas de taxa de dominância dos atributos* pelo tempo para as quatro bebidas de café**.



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

**C1: café 1, torra média-clara; E1: café 1, torra escura; C2 – café 2, torra média-clara; E2: café 2, torra escura. Comparação entre bebidas: C1 – C2 e E1 – E2. Comparação entre torras: E1 - C1 e E2 – C2

Para as quatro bebidas o gosto amargo foi relatado pelos avaliadores como dominante logo no início da prova (Tmax de 6,4 a 9,8 s), sendo que com o aumento do grau de torra observou-se aumento no valor da dominância. Como exemplo, para bebida E1 o Vmax foi atingido aos 9,2 s, ou seja, neste tempo 38% dos avaliadores concordaram que o atributo amargo era o dominante (Vmax = 0,38), para E2, 42% os avaliadores perceberam o atributo amargo como dominante (Vmax = 0,42) aos 8,2 s. Verificou-se, no entanto, menor permanência do gosto amargo (Dmax) com

aumento do grau de torra (Tabela 2, Figuras 1). Monteiro et al (2005), estudando bebidas de café de diferentes qualidades e graus de torra pela técnica de tempo-intensidade, descrevem que a intensidade e o tempo total de percepção do gosto amargo foi maior para as bebidas de torra escura. Os valores de V_{max} e T_{max} estavam na faixa dos descritos por Charles et al. (2015) para bebidas de café arábica tipo expresso com com torra clara sem adição de açúcar ($T_{max}= 9$ s, $V_{max}= 0,37$).

Comparando-se a dinâmica da percepção do gosto amargo entre os cafés foi observado para bebidas preparadas com o café 2, que apresentava maior teor de ácidos clorogênicos no grão cru, maior valor de dominância do atributo amargo nos dois graus de torra (C2 e E2); no entanto bebidas preparadas com o café 1, que apresentou maior teor de cafeína no grão cru, se destacaram pelo maior tempo de permanência da sensação de amargo (D_{max} de 14,8 e 12,8 para C1 e E1 respectivamente) (Tabelas 1 e 2). Cafeína e ácidos clorogênicos têm sido correlacionados ao amargor da bebida de café na literatura (GLOESS et al., 2013).

A dinâmica de percepção do gosto ácido foi diferenciada entre as bebidas de torra clara dos dois cafés, onde a bebida C1 apresentou maior dominância (V_{max} 0,45) e num tempo mais curto (9,8 s); para bebidas de torra escura não se observou diferença (Tabela 2, Figuras 1 e 2). Não se observou relação entre a acidez dos grãos crus (Tabela 1) e a percepção do gosto ácido nos cafés torrados. Gloess et al. (2013) também reportaram que não observaram correlação da acidez sensorial com pH e acidez titulável de bebidas de cafés preparadas com diferentes técnicas.

Redução na dominância do atributo acidez foi observada com aumento do grau de torra. Nas bebidas com torra mais escura, o gosto ácido foi relatado pelos avaliadores como dominante mais rapidamente, mas observou-se valor de V_{max} abaixo do nível de significância, indicando que o atributo não foi significativamente dominante para E1 e E2 (Tabela 2). A acidez no café é proveniente de ácidos como o cítrico e málico, compostos sensíveis ao processo de torra, ocasionando diminuição nos seus teores após esta etapa (GALLI; BARBAS, 2004; KOSHIRO et al., 2015).

Posteriormente a percepção dos gostos amargo e ácido, foram relatadas pelos avaliadores como dominantes nas bebidas as sensações de torrado, sabor de café e adstringência (Tabela 2, Figura 1).

Os valores de taxa de dominância máxima para o sabor torrado aumentaram

com o aumento do grau de torra dos cafés (bebidas E1 e E2), mas houve menor diferença entre torras quando comparado a percepção do amargo (Figura 2). Em todos os tratamentos, a sensação de torrado foi relatada como dominante mais ao final da prova, de 15 s a 20 s, destacando que nas bebidas com torra escura, o tempo para que V_{max} fosse atingido foi menor (E1: 15,8s e E2: 16,6s). Comparando-se os cafés, observou-se maior dominância e em tempo mais curto, do sabor torrado para o café 1 (Tabela 2, Figuras 1 e 2). Charles et al. (2015) realizaram um estudo com café arábica com dois níveis de torra e reportaram um perfil global para o café de torra clara, como sendo ácido, amargo e com sabor torrado, já o mesmo café com uma torra escura foi descrito como queimado e torrado. Monteiro et al. (2005) reportaram maior intensidade de percepção do sabor queimado para bebidas de café de torra escura.

O tempo para percepção do sabor de café como dominante aumentou com o aumento do grau de torra, sendo de 20 s nas bebidas de torra escura (E1 e E2). Esse comportamento sugere que com o aumento do grau de torra, provavelmente as sensações associadas a outros compostos produzidos/mantidos no processo se sobressaíram, impedindo que o que os avaliadores consideram como sabor característico de café fosse percebido antes, o que também justificaria os menores valores de D_{max} nas bebidas com torra escura. Verificou-se no entanto que, a dominância da sensação do sabor de café variou mais em relação ao tipo de café utilizado do que a torra, sendo observada comparativamente maior dominância para as bebidas do café 2. As bebidas do café 1 apresentaram V_{max} abaixo do nível de significância e do limite de chance, indicando que o atributo não foi significativamente dominante (Tabela 1, Figuras 1 e 2).

Todas as bebidas apresentaram percepção da sensação de adstringência. Não houve um comportamento consensual em relação a sensação de adstringência com a mudança no grau de torra, sendo que a percepção da dominância do atributo foi mais dependente do tipo de café (Tabela 2, Figuras 1 e 2). A literatura reporta que cafeína e ácidos clorogênicos têm sido correlacionados a adstringência da bebida de café (GLOESS et al., 2013), nesse estudo observou-se maior dominância da sensação adstringente nas bebidas do café 1 (Tabela 2, Figura 2), que apresentou maior teor de cafeína no grão cru (Tabela 1). As bebidas do café 2 apresentaram V_{max} abaixo do nível de significância e do limite de chance, indicando que o atributo adstringente não foi significativamente dominante (Tabela 2).

A sensação de doce foi a única que foi observada abaixo do nível de chance, indicando que não houve dominância do gosto doce para as bebidas estudadas (Tabela 2, Figura 1). A permanência do gosto doce foi maior nas bebidas com maior torra, e a percepção do gosto doce ocorreu em tempos menores nas bebidas de café 2 (Tabela 2), não se observando correlação com o teor de açúcares presente nos cafés crus (Tabela 1), fato atribuído a expressiva degradação dos açúcares no processo de torra (ROSA et al., 2016).

4 CONCLUSÕES

Gosto amargo, torrado e gosto ácido foram os atributos mais relevantes para discriminar cafés de mesma origem com diferentes graus de torra, sendo os dois primeiros associados a torra escura, e o último a torra média-clara.

Maior diferenciação na dinâmica da percepção dos atributos, foi observada comparando os diferentes cafés, notadamente na torra menos intensa. Na torra média-clara, o café 1 (com maior teor de cafeína) apresentou dominância dos atributos ácido, no início, e adstringente e torrado posteriormente; e o café 2 (com maior teor de ácidos clorogênicos) se diferenciou pelo gosto amargo e sabor de café, durante a maior parte do tempo, e gosto ácido no final. Com o aumento do grau de torra, os cafés se diferenciaram menos com relação ao gosto ácido e torrado. Na torra escura, o café 1 manteve maior dominância de adstringência, e o café 2, de sabor de café e amargo.

REFERÊNCIAS

ABIC – Associação Brasileira da Indústria de Café. Disponível em: <www.abic.com.br>. Acesso em 12 jan. 2017a.

ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café. Norma de Qualidade Recomendável e Boas Práticas de Fabricação de Cafés Torrados em Grão e Cafés Torrados e Moídos. (2017b). Revisão nº 29. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/media/Norma%20de%20qualidade.pdf>>. Acesso em 23 mar. 2017.

ALBERT, A.; SALVADOR, A.; SCHLICH, P.; FISZMAN, S. 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, p. 111-118, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 8586* : 2016 : Análise sensorial — Guia geral para a seleção, treinamento e monitoramento de avaliadores selecionados e de especialistas ou experts. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – A.O.A.C. Official Methods of analysis. 15 ed. Washington: AOAC, 1990.

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://www.abic.com.br/publique/media/CONS_leg_regulamentotecnicoIN16.pdf>. Acesso em 22 jan. 2017.

BRUZZONE, F.; ARES, G.; GIMENEZ, A. Temporal aspects of yoghurt texture perception. *International Dairy Journal*, v. 29, p. 124-134, 2013.

CHARLES, M.; ROMANO, A.; YENER, S.; BARNABÀ, M.; NAVARINI, L.; D.MÄRK, T.; BIASOLI, F.; GASPERI, F. Understanding flavour perception of espresso coffee by the combination of a dynamic sensory method and *in-vivo* nosespace analysis. *Food Research International*, v. 69, n.1, p. 9-20, 2015.

DI MONACO, R.; SU, C.; MASI, P.; CAVELLA, S. Temporal Dominance of Sensations: A review. *Trends in Food Science & Technology*, v.38, n. 2, p. 1-9, 2014.

DINELLA, C.; MASI, C.; NAES, T.; MONTELEONE, E. 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.

EVANGELISTA, S. R.; SILVA, C. F.; MIGUEL, M. G. P. C.; CORDEIRO, C. S.; PINHEIRO, A. C. M.; DUARTE, W. F.; SCHWAN, R. F. Improvement of coffee beverage quality by using selected yeasts strains during the fermentation in dry process. *Food Research International*, v. 61, n.1, p.183–195, 2014.

FARAH, A. Coffee constituents. In Y. -F. Chu (Ed.). *Coffee: Emerging health effects and disease prevention*. Oxford: Wiley-Blackwell. p. 21–58, 2012.

FARAH, A.; SANTOS, T. F. The Coffee Plant and Beans: An Introduction. In Preddy, V.R. *Coffee in Health and Disease Prevention*, P. 5-10, 2015.

GALLI, V.; BARBAS, C. Capillary electrophoresis for the analysis of short-chain organic acids in coffee. *Journal of Chromatography*, v.1032, n. 2, p. 299–304, 2004.

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

KITZBERGER, C. S. G. ; SCHOLZ, M. B. S. ; SILVA, J. B. G. D. ; BENASSI, M.T. Caracterização sensorial de cafés arábica de diferentes cultivares produzidos nas

mesmas condições edafoclimáticas. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 14, p. 39-48, 2011.

KITZBERGER, C.S.G.; SCHOLZ, M.B.S.; PEREIRA, L.F.P.; BENASSI, M.T. Composição química de cafés arábica de cultivares tradicionais e modernas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 48, n. 11, p. 1498-1506, 2013.

KITZBERGER, C. S. G.; SCHOLZ, M. B. S.; PEREIRA, L. F. P.; SILVA, J. B. G. D.; BENASSI, M. T. Profile of the diterpenes, lipid and protein content of different coffee cultivars of three consecutive harvests. *AIMS Agriculture and food*, v. 1, n. 3, p. 254-264, 2016a.

KITZBERGER, C. S. G.; SCHOLZ, M. B. S.; SILVA, J. B. G. D.; BENASSI, M. T.; PEREIRA, L. F. P. Free choice profiling analysis to discriminate coffees. *AIMS Agriculture and Food*, v. 1, n. 4, p. 455-469, 2016b.

KOSHIRO, Y.; JACKSON, M. C.; NAGAI, C.; ASHIHARA, H. 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.

LENFANT, F.; LORET, C.; PINEAU, N.; HARTMANN, C.; MARTIN, N. Perception of food oral breakdown: the concept of sensory trajectory. *Appetite*, v. 53, n. 3, p. 659-667, 2009.

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, 2009.

MONTEIRO, M. A. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, A. F.; CHAVES, J. B. P.; CARDELLO, H. M. A. B. 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, 2005.

MONTEIRO, M. A. M.; MINIM, V. P. R.; SILVA, A. F.; CHAVES, J. B. P. Influência da torra e aceitação da bebida de café. *Revista Ceres*, v. 57, n. 2, p. 145-150, 2010.

PINEAU, N.; SCHLICH, P.; CORDELLE, S.; MATHONNIERE, C.; ISSANCHOU, S.; IMBERT, A.; ROQUEAUX, M.; ETIÉVANT, P.; KÖSTER, E. Temporal dominance of Sensations: construction of the TDS curves and comparison with time intensity. *Food Quality and Preference*, v. 20, n.6, p. 450-455, 2009.

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

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

- ROSA, J. S.; FREITAS-SILVA, O.; GODOY, R. L. O.; REZENDE, C. M. Roasting Effects on Nutritional and Antinutritional Compounds in Coffee. In: Amit K. Jaiswal. (Ed.). *Food Processing Technologies: Impact on Products Attributes*. CRC Press, p. 48-76, 2016.
- SCHLICH, P.; PINEAU, N. Temporal dominance of sensations. In: J. Hort; S. Kemp; T. Hollowood. (Ed.). *Time-Dependent Measures of Perception in Sensory Evaluation*. John Wiley & Sons, p. 283-320, 2017.
- SCHOLZ, M. B. S.; FIGUEIREDO, V. R. G.; SILVA, J. V. N.; KITZBERGER, C. S. G. Características físico-químicas de grãos verdes e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica* L.) do IAPAR. *Coffee Science*, v. 6, n. 3, p. 245-255, 2011.
- SCHOLZ, M. B. S.; SILVA, J. V. N.; FIGUEIREDO, V. R. G.; KITZBERGER, C. S. G. Atributos sensoriais e características físico-químicas de bebida de cultivares de café do IAPAR. *Coffee Science*, v. 8, n. 1, p. 6-16, 2013.
- SCHOLZ, M. B. S.; KITZBERGER, C. S. G.; PEREIRA, L. F. P.; DAVRIEUX, F.; POT, D.; CHARMETANT, P.; LEROY, T. Application of near infrared spectroscopy for green coffee biochemical phenotyping. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, v. 22, p 411-421, 2014.
- SENSOMAKER versão 1.9 (2016) Disponível em: <<http://ufla.br/sensomaker/>> Acesso em 16 mar. 2017.
- SUNARHARUM, W. B.; WILLIAMS, D. J.; SMYTH, H. E. Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. *Food Research International*, v. 62, n.1, p. 315–325, 2014.

ANEXO A - Termo de consentimento livre e esclarecido na forma de convite para avaliadores de café torrado e moído - Teste de Dominância Temporal das Sensações.

“Relação entre a composição do grão cru e a qualidade da bebida de café arábica”

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa “Relação entre a composição do grão cru e a qualidade da bebida de café arábica”, realizada no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos/UEL, Londrina-Paraná. O objetivo dessa etapa da pesquisa é descrever as principais sensações que o avaliador tem conforme degusta uma bebida de café. A sua participação é muito importante e você participará como integrante de uma equipe que vai consumir bebidas de café torrado e moído. A bebida será preparada de forma similar ao uso doméstico (sem açúcar). Cada análise levará em torno de 10 minutos, e você poderá fazê-la no horário que tiver maior disponibilidade. Serão necessárias em torno de 3 sessões. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo pessoal. Ressalta-se ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar sua identidade. O benefício esperado é avaliar os atributos sensoriais dominantes durante e após a ingestão da bebida de café e correlacionar com a sua composição química. Informamos que você não pagará nem será remunerado por sua participação, porém garantimos que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação no estudo. Caso tenha dúvidas ou necessite de esclarecimentos pode nos contatar a Prof^a. Dra. Marta de Toledo Benassi, DCTA/UEL, martatb@uel.br, (43 -3371-5970), ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, Km 380 (PR 445), situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone (43) 3371-5455. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada entregue a você.

Nome: _____

Telefone para contato/e-mail: _____

Londrina, ____ de _____ de 2016.

Pesquisador Responsável

RG: _____.

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

Assinatura (ou impressão dactiloscópica):

Data:

ANEXO B - Questionário apresentado aos candidatos para seleção e caracterização da equipe.

QUESTIONÁRIO PARA RECRUTAMENTO DE AVALIADORES

Nome: _____ Telefone : _____

Sexo: () feminino () masculino

Idade: () <25 anos () 25-40 anos () 40-50 anos () >50 anos

Grau de instrução: () 1º grau () 2º grau () superior incompleto
() superior completo () pós-graduação

Renda familiar mensal: () Até um salário mínimo () 1 - 5 salários mínimos
() 6 - 10 salários mínimos () 10 - 20 salários mínimos
() Superior a 20 salários mínimos

Que tipo de café você consome?

() Torrado e moído () Solúvel

() Outros: _____

Com que frequência consome café?

() Uma xícara por dia () 2 xícaras por dia

() 3 a 5 xícaras por dia () Outro: _____

Tem experiência anterior em análise sensorial: () Sim () Não

Qual tipo de teste:

() Aceitação () Descritivo () Diferença

() Outro: _____

CONCLUSÃO GERAL

Para os cafés com boa qualidade de bebida avaliados nesse trabalho, observou-se nos grãos crus correlação positiva entre os teores de cafeína, proteína e ácidos clorogênicos, e entre açúcares redutores e diterpenos totais. Cafés com maiores notas foram associados a altos valores das razões sacarose/acidez e cafestol/caveol e altos teores de diterpenos totais e açúcares redutores no grão cru. Cafés com menor nota foram correlacionados a altos teores de cafeína, proteína e ácidos clorogênicos no grão cru.

Quanto à percepção sensorial temporal nas bebidas, observou-se que independentemente do grau de torra, o café com maior teor de cafeína no grão cru foi considerado como tendo maior dominância de ácido, adstringente e torrado, e o café com maior teor de ácidos clorogênicos no grão cru, de sabor de café e amargo.