

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Cafés da espécie *Coffea arabica* L. produzidos no Circuito das
Águas Paulista: caracterização física, química e sensorial**

Cintia Maretto

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência
e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2016**

Cintia Maretto
Bacharel em Ciências dos Alimentos

Cafés da espécie Coffea arabica L. produzidos no Circuito das Águas Paulista: caracterização física, química e sensorial

Orientador:
Profa. Dra. **GILMA LUCAZECHI STURION**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração: Ciência
e Tecnologia de Alimentos

Piracicaba
2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Maretto, Cintia

Cafés da espécie *Coffea arabica* L. produzidos no Circuito das Águas Paulista:
caracterização física, química e sensorial / Cintia Maretto. - - Piracicaba, 2016.
141 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Cafés especiais 2. Origem 3. Indicação geográfica 4. Qualidade 5. Altitude
6. Circuito das Águas Paulista I. Título

CDD 641.3373
M326c

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Janio e Claudete, e à minha irmã, Caroline, que sempre me apoiaram e incentivaram em todas as minhas escolhas.

Minha eterna gratidão!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua razão em minha vida.

Aos meus familiares, que sempre me apoiaram e incentivaram a seguir em frente.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ (Universidade de São Paulo – USP), pela oportunidade de cursar o programa de Mestrado.

A querida orientadora Gilma Lucazechi Sturion, pelo carinho, compreensão e confiança que dedicou a mim em todos os trabalhos que realizamos em conjunto.

A professora Marta Helena Fillet Spoto, pela disponibilidade constante e gentil cessão de seu laboratório para realização de parte deste estudo.

Ao técnico do Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição - LAN da ESALQ, Guilherme Martin, que pacientemente me auxiliou e orientou na realização das análises químicas e microbiológicas.

A pós-doutoranda da ESALQ/USP, Paula Porrelli, pela amizade, paciência e contribuições nas análises estatísticas e na revisão deste trabalho.

As alunas de mestrado e doutorado da ESALQ/USP, Bruna Aguiar e Natalia Berno, pela amizade, vivência nas aulas e auxílio na metodologia deste trabalho.

Aos estagiários, alunos de mestrado e doutorado do Laboratório de Frutas e Hortaliças do LAN/ESALQ, que me acolheram e tornaram meus dias mais leves.

A professora Sonia Maria Piedade, pela atenção dedicada e orientações estatísticas.

A professora Thaís Vieira, pelo carinho, disponibilidade e orientações em sua disciplina.

Aos secretários do LAN/ESALQ, Fabio, Ana, Regina e Rodrigo, pelo auxílio constante com os documentos e informações.

A pesquisadora do Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos – CCQA do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL em Campinas, Aline Garcia, pelas orientações, parceria e auxílio na realização das análises sensoriais e estatísticas, além da revisão deste trabalho.

A pesquisadora do CCQA/ITAL, Silvia Tfouni, pela disponibilidade, parceria e apoio na realização das análises cromatográficas.

Ao diretor do Centro de Café do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, Gerson Silva Giomo, pelas valiosas orientações na elaboração inicial deste estudo e posterior revisão.

Ao pesquisador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA Regional Monte Alegre do Sul, Daniel Gomes, pelas contribuições e apoio na realização das análises sensoriais.

A equipe de provadores que participou das análises sensoriais, pela disponibilidade.

Ao cafeicultor Maico Marchi, pela atenção dedicada, disponibilidade constante e auxílio na preparação das amostras.

A toda a comunidade do Circuito das Águas Paulista, Casas da Agricultura, Sindicatos Rurais, prefeituras e demais entidades locais que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concepção deste trabalho.

Aos queridos cafeicultores do Circuito das Águas Paulista, Ellen Fontana e Leandro Oragio, Christina Monteiro e David Tassara, Regina Marchi e Rogério Marchi, Rosana Marchi e Roberto Marchi, Tuffi Bichara e Marcia Bichara, Savério de Lucca e Roseli Klein, Luiz Eduardo de Bovi e Cristina Bovi, Jair Pereira, Antônio Gilmar Rissato, Nelson Montanheiro, Juliano Armellini, Hevelin Makimoto e Carlos Makimoto, e Adhemar de Barros, que prontamente cederam suas amostras para este trabalho. Também agradeço pela amizade, acolhimento e carinho. Sem eles, nada seria possível!

Ao Sr. José Carlos Cavalcante, gerente do Escritório Regional do Sebrae-SP em Campinas, que desde o início confiou e acreditou no êxito deste trabalho.

A toda equipe do Escritório Regional do Sebrae-SP em Campinas, pela convivência e harmonia, sobretudo Sizinio Neto, pelas orientações, incentivos, confiança e apoio; e Elita Guerreiro, pelo companheirismo desde o início, amizade e carinho.

A amiga Francine Ponzio, pelo apoio constante em minha vida, desde a época de estágio no ITAL, e contribuição na revisão deste trabalho.

Ao Junior, pelo carinho, compreensão e paciência durante os longos períodos dedicados à dissertação.

A amiga Renata Pozelli Sabio, pelo companheirismo, incentivo e auxílio nas entregas de documentos na ESALQ/USP.

As amigas: Iara, Fran, Keila, Mari C., Gisleine, Mona, que, direta ou indiretamente, fazem parte dessa trajetória.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu concluísse essa jornada.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO..... | 11 |
| ABSTRACT | 13 |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS..... | 15 |
| 1 INTRODUÇÃO | 17 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 19 |
| 2.1 Cenário da cafeicultura brasileira | 19 |
| 2.2 Consumo de café no Brasil | 19 |
| 2.3 Cafés Especiais..... | 20 |
| 2.4 Indicação Geográfica..... | 23 |
| 2.5 Genética e ciclo fenológico do cafeeiro | 25 |
| 2.6 Classificação do Café Beneficiado Grão Cru..... | 28 |
| 2.6.1 Categoria e Subcategoria..... | 28 |
| 2.6.2 Grupo e Subgrupo..... | 29 |
| 2.6.3 Classe | 30 |
| 2.6.4 Tipo | 30 |
| 2.6.5 Fora de tipo | 30 |
| 2.7 Qualidade do café | 31 |
| 2.7.1 Fatores que influenciam a qualidade do café | 32 |
| 2.7.1.1 Altitude, clima e localização geográfica..... | 32 |
| 2.7.1.2 Cultivar | 33 |
| 2.7.1.3 Etapas do processo de produção..... | 34 |
| 2.7.1.3.1 Tratos culturais..... | 35 |
| 2.7.1.3.2 Colheita | 35 |
| 2.7.1.3.3 Limpeza e Lavagem | 37 |
| 2.7.1.3.4 Preparo do café | 38 |
| 2.7.1.3.4.1 Via seca..... | 38 |
| 2.7.1.3.4.2 Via úmida..... | 38 |
| 2.7.1.3.5 Secagem | 39 |
| 2.7.1.3.6 Armazenamento pós-secagem..... | 40 |
| 2.7.1.3.7 Beneficiamento..... | 40 |
| 2.7.1.3.8 Armazenamento pós-beneficiamento | 41 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 2.7.1.4 | Torra e Moagem | 41 |
| 2.8 | Composição química do grão cru | 44 |
| 2.9 | Aspectos microbiológicos do café..... | 45 |
| 2.10 | Análise sensorial da bebida de café | 46 |
| 2.10.1 | Metodologia da <i>Specialty Coffee Association of America</i> - SCAA | 46 |
| 2.10.1.1 | Roda de aromas e sabores..... | 47 |
| 2.10.2 | Análise Descritiva Quantitativa - ADQ | 48 |
| 3 | OBJETIVOS..... | 51 |
| 3.1 | Objetivo geral..... | 51 |
| 3.2 | Objetivos específicos..... | 51 |
| 4 | MATERIAL E MÉTODOS | 53 |
| 4.1 | Caracterização da região do Circuito das Águas Paulista – CAP..... | 53 |
| 4.2 | Caracterização dos cafeicultores e de suas propriedades..... | 53 |
| 4.3 | Descrição dos métodos de produção dos cafés | 53 |
| 4.4 | Avaliação dos atributos físicos, químicos e sensoriais dos cafés | 54 |
| 4.4.1 | Análises físicas | 55 |
| 4.4.1.1 | Umidade..... | 56 |
| 4.4.1.2 | Defeitos..... | 56 |
| 4.4.1.3 | Seleção por peneira | 57 |
| 4.4.2 | Preparo de amostras para as demais análises | 57 |
| 4.4.3 | Análises químicas | 58 |
| 4.4.3.1 | Sólidos solúveis totais – SST..... | 58 |
| 4.4.3.2 | Acidez titulável – AT, Índice de acidez – IA e pH..... | 59 |
| 4.4.3.3 | Compostos fenólicos totais | 59 |
| 4.4.3.4 | Açúcares redutores totais | 60 |
| 4.4.3.5 | Cafeína, Trigonelina e Ácidos clorogênicos totais | 61 |
| 4.4.4 | Análises microbiológicas..... | 62 |
| 4.4.5 | Análises sensoriais | 63 |
| 4.4.5.1 | Metodologia da <i>Specialty Coffee Association of America</i> - SCAA | 63 |
| 4.4.5.1.1 | Preparo das Amostras | 63 |
| 4.4.5.1.2 | Avaliação das amostras e análise dos resultados | 64 |
| 4.4.5.2 | Análise Descritiva Quantitativa – ADQ..... | 66 |
| 4.4.5.2.1 | Preparo das amostras..... | 66 |
| 4.4.5.2.2 | Avaliação das amostras e análise dos resultados | 67 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 4.4.5.2.3 | Frequência de eliciações dos termos descritivos na avaliação sensorial .. | 70 |
| 4.4.6 | Análise estatística..... | 71 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 73 |
| 5.1 | Caracterização da região do Circuito das Águas Paulista – CAP | 73 |
| 5.2 | Caracterização do perfil dos cafeicultores e de suas propriedades..... | 76 |
| 5.3 | Descrição dos métodos de produção dos cafés | 77 |
| 5.4 | Análises físicas..... | 84 |
| 5.5 | Análises químicas..... | 85 |
| 5.5.1 | Teores de pH, sólidos solúveis totais - SST e acidez titulável - AT | 85 |
| 5.5.2 | Compostos fenólicos e açúcares redutores totais | 89 |
| 5.5.3 | Ácidos clorogênicos, trigonelina e cafeína | 93 |
| 5.6 | Análises microbiológicas | 97 |
| 5.7 | Análises sensoriais..... | 98 |
| 5.7.1 | Metodologia da <i>Specialty Coffee Association of America</i> - SCAA..... | 98 |
| 5.7.1.1 | Análise de componentes principais – ACP e Análise de agrupamento aglomerativo hierárquico – AAH..... | 102 |
| 5.7.2 | Análise Descritiva Quantitativa – ADQ | 107 |
| 5.7.2.1 | Análise de componentes principais – ACP e Análise de agrupamento aglomerativo hierárquico - AAH..... | 109 |
| 5.7.2.2 | Frequência de eliciações dos termos descritivos na avaliação sensorial ... | 114 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 117 |
| | REFERÊNCIAS | 121 |
| | APÊNDICES..... | 133 |
| | ANEXOS | 137 |

RESUMO

Cafés da espécie *Coffea arabica* L. produzidos no Circuito das Águas Paulista: caracterização física, química e sensorial

Dentre as principais áreas produtoras de café no Brasil, destaca-se a região do Circuito das Águas Paulista - CAP. Devido às suas características edafoclimáticas, com clima ameno, temperaturas entre 13°C e 26°C e altitudes de até 1.400 m, a região, composta por nove municípios da Serra da Mantiqueira, apresenta potencial de produção de cafés especiais. Desse modo, o objetivo deste trabalho foi caracterizar os cafés de diferentes cultivares da espécie *Coffea arabica* L. produzidos em duas faixas de altitude da região do CAP a partir de entrevistas semiestruturadas com os cafeicultores e análises físicas, químicas e sensoriais. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, baseado na interação entre ambiente (duas faixas de altitude - abaixo e acima de 1.100 m) e genótipos (Catucaí Amarelo, Catucaí Vermelho, Obatã, Mundo Novo, Bourbon Amarelo, Icatu Amarelo e Iapar). Os resultados foram submetidos à ANOVA (teste F) e ao teste de Tukey ($p < 0,05$) (análises químicas e sensoriais). Em adição, os dados das sensoriais (SCAA e ADQ) foram submetidos às Análises de Agrupamento Aglomerativo Hierárquico e de Componentes Principais, sendo a análise de frequência das citações da ADQ submetida também ao Teste de Cochran. Foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras para todas as análises. Dentre as amostras estudadas, cinco foram classificadas como “especiais” (SCAA), com pontuação de até 84,42 e todas foram classificadas como *Gourmet* (ADQ), com destaque para os atributos: floral/frutado, acidez, doçura e corpo pronunciados, e sabor de nozes/avelã, evidenciando as características singulares dos cafés do CAP. Quanto às cultivares, as amostras de Obatã apresentaram as maiores notas (alta qualidade); as de Mundo Novo, notas intermediárias, com aroma da bebida pronunciado e menor adstringência; e as de Bourbon Amarelo, menores notas. Quanto à altitude, houve influência na acidez, pois parte das amostras cultivadas abaixo de 1.100 metros apresentou valores mais altos desse atributo, todavia, sem interferência negativa comprovada na qualidade final da bebida. Além disso, também influenciou a cafeína, pois as amostras de Catucaí Amarelo, Catucaí Vermelho, Obatã e Bourbon Amarelo cultivadas abaixo de 1.100 metros apresentaram valores superiores. A cultivar Bourbon Amarelo apresentou maiores teores de ácidos clorogênicos e, as amostras preparadas pela via úmida, maiores teores de trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos (Catucaí Amarelo e Obatã) em relação às de via seca, além de notas mais altas ou intermediárias na análise sensorial (exceto a de Bourbon Amarelo). Em suma, a região do CAP possui potencial para produção de cafés especiais, de características singulares, que envolvem tradição, história, cultura e aspectos ambientais. Contudo, podem ter ocorrido interferências no processo produtivo de algumas das amostras analisadas no presente estudo.

Palavras-chave: Cafés especiais; Origem; Indicação geográfica; Qualidade; Altitude; Circuito das Águas Paulista

ABSTRACT

Coffees of the *Coffea arabica* L. species produced in the Circuito das Águas Paulista: physical, chemical and sensory characterization

Among the main coffee producing areas in Brazil, there is the Circuito das Águas Paulista - CAP. Due to its soil and climate characteristics, temperatures between 13°C and 26°C and altitudes up to 1,400 m, the region consists of nine districts of the "Serra da Mantiqueira" and has great potential for producing high quality coffee. Thus, the objective of this study was to characterize the coffees of different cultivars of *Coffea arabica* L. produced in two altitude ranges of the CAP region from semi-structured interviews with farmers and physical, chemical and sensory analysis. The experimental design was completely randomized, based on the interaction between environment (two altitude ranges - below and above 1,100 m) and genetic (cultivars: Yellow Catucaí, Red Catuaí, Obatã, Mundo Novo, Yellow Bourbon, Yellow Icatu and Iapar). The results were submitted to ANOVA (F test) and Tukey test ($p < 0.05$) (chemical and sensory analysis). In addition, the sensory data (SCAA and ADQ) were subjected to Hierarchical agglomerative clustering and Principal component analysis, and the analysis of frequency of ADQ quotes were submitted also to Cochran test. There were significant differences ($p < 0.05$) between samples for all analyzes. Among the samples analyzed, five were classified as "special" (SCAA), with scores of up to 84.42 and all were classified as Gourmet (ADQ), highlighting the attributes: floral / fruity, acidity, sweetness and body pronounced, and nutty / hazelnut, highlighting the unique features of the CAP coffees. As for the cultivars, Obatã samples showed the highest scores (high quality); the Mundo Novo, intermediate notes, with the aroma pronounced and less astringency drink; and Yellow Bourbon, smaller notes. As for the altitude, there was influence on acidity, because of the samples grown below 1,100 m showed higher values of this attribute, however without negative interference proven in the final quality of the drink. In addition, it also influenced the caffeine, because the samples Yellow Catucaí, Red Catuaí, Obatã and Yellow Bourbon grown below 1,100 m showed higher values. The Yellow Bourbon showed higher levels of chlorogenic acids and the samples prepared by the wet method, higher trigoneline content, caffeine and chlorogenic acids (Yellow Catucaí and Obatã) in relation to dry ones, and higher and intermediate grades in analysis sensory (except for the Yellow Bourbon). In short, the CAP region has potential for production of specialty coffees, with unique characteristics, involving tradition, history, culture and environmental aspects. However, interference may have occurred in the production process of some of the samples analyzed in this study.

Keywords: Specialty Coffee; Origin; Geographical indication; Quality; Circuito das Águas Paulista

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---|
| AAH | Análise de Agrupamento Aglomerativo Hierárquico |
| ABIC | Associação Brasileira da Indústria de Café |
| ACP | Análise de Componentes Principais |
| ANOVA | Análise da Variância |
| AOAC | Association of Official Analytical Chemists |
| APTA | Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios |
| BA | Bourbon Amarelo |
| BSCA | Brazil Specialty Coffee Association |
| CA | Catucaí Amarelo |
| CAP | Circuito das Águas Paulista |
| CEAP | Comissão de Ética Ambiental na Pesquisa |
| CEP | Comissão de Ética na Pesquisa com Seres Humanos |
| CEPAGRI | Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura |
| CEPEA | Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada |
| CONAB | Companhia Nacional de Abastecimento |
| CP | Componente Principal |
| CV | Catuaí Vermelho |
| DO | Denominação de Origem |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária |
| ESALQ | Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz |
| IAC | Instituto Agrônomo de Campinas |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IC | Icatu Vermelho |
| IG | Indicação Geográfica |
| IP | Indicação de Procedência |
| IPR | Iapar |
| INPI | Instituto Nacional de Propriedade Industrial |
| ITAL | Instituto de Tecnologia de Alimentos |
| MAPA | Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento |
| MN | Mundo Novo |
| OB | Obatã |

| | |
|------|---|
| SAS | Statistical Analysis System |
| SCAA | Specialty Coffee Association of America |
| USP | Universidade de São Paulo |

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café e segundo maior consumidor do produto. Suas áreas produtoras são compostas por 15 estados: Acre, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rondônia e São Paulo (BRASIL, 2015; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ - ABIC, 2016).

Em virtude dos novos hábitos alimentares, alimentos e bebidas prontos para o consumo e categorias de maior valor agregado vêm sendo amplamente procurados pelos consumidores, com a exigência de inovação, diferenciação, certificação e alta qualidade dos produtos oferecidos pelas agroindústrias do mercado (ABIC, 2015). Diante desse cenário, o segmento de cafés especiais tem crescido continuamente e representa cerca de 12% do mercado global (BRAZIL SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION - BSCA, 2014).

O Brasil é reconhecido mundialmente como grande fornecedor de café *commodity*, mas apresenta condições favoráveis para o cultivo de cafés especiais, como relevo, clima e tecnologias de plantio. Assim, diversos estudos científicos têm sido realizados sobre o tema a fim de identificar os fatores determinantes para a obtenção de cafés diferenciados no país, como por exemplo, a interação entre fatores ambientais, genéticos e tecnológicos da produção (BORÉM, 2008).

A qualidade do café é determinada, principalmente, pelo sabor e aroma formados durante o processo de torra, que dependem da temperatura utilizada e da composição química do grão. Ademais, outros fatores também podem interferir, como: características do solo, cultivar, localização geográfica, clima, altitude, práticas de manejo, época e forma de colheita, secagem, armazenamento e beneficiamento, além do “*savoir-faire*” (saber fazer) (BORÉM, 2008; THOMAZINI et al., 2011).

A obtenção de cafés especiais depende dos procedimentos adotados em toda a cadeia produtiva, que se iniciam com a dedicação dos produtores desde o plantio até a colheita, processamento e armazenamento. Dessa forma, a partir de controles implantados em todas as etapas do processo, o produtor pode mapear sua propriedade de acordo com as características específicas de cada talhão. Nesse caso, os cafés de alta qualidade podem ser produzidos em menor quantidade, ou

seja, microlotes, já que seu valor agregado é maior e sua venda é direta (ZYLBERSZTAJN; FARINA, 2001; PEREIRA et al., 2010; GUIMARÃES, 2016).

Assim, os atributos de diferenciação dos grãos de café os tornaram especiais, evitando-se a concorrência por preço do mercado de *commodity*, pois houve expressivo crescimento da demanda por cafés provenientes de origens específicas, com histórico e tradição particulares, novas formas de comercialização e preparação da bebida, e maior atenção à sustentabilidade socioeconômica e ambiental de produção (BORRELLA; MATAIX; CARRASCO-GALLEGO, 2015; LOSEKANN; GUTIERREZ, 2002; SAES; SOUZA; SPERS, 2001).

No que tange a produção de cafés especiais no Brasil, destaca-se a região do Circuito das Águas Paulista - CAP, localizada no estado de São Paulo, pois, devido às suas características edafoclimáticas, com clima ameno e elevadas altitudes - áreas de até 1.400 metros, a região, que é composta por nove municípios localizados na Serra da Mantiqueira, apresenta grande potencial de produção de cafés singulares (CIRCUITO DAS ÁGUAS PAULISTA, 2015; CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA, 2015).

Todavia, ainda é pouco reconhecida no país e no mundo como região produtora de cafés especiais pelo fato dos produtores estarem em fase de desenvolvimento desse tipo de produção, que requer técnica, disciplina, dedicação e conhecimento aprofundado do mercado. Esse processo de mudança de atitude vem ocorrendo devido à insatisfação dos cafeicultores locais quanto à remuneração recebida por seus produtos que, anteriormente, possuíam baixo valor agregado (GUIMARÃES, 2016).

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi caracterizar os cafés de diferentes cultivares da espécie *Coffea arabica* L. produzidos em duas faixas de altitude na região do Circuito das Águas Paulista a partir de entrevistas semiestruturadas com os cafeicultores e análises físicas, químicas e sensoriais do produto. Essa pesquisa é de extrema importância para a região, pois, além de ser pioneira, poderá subsidiar futuros estudos de Indicação Geográfica - IG, que é uma ferramenta de diferenciação econômica e mercadológica que destaca as particularidades de produtos e serviços de diferentes regiões, valorizando-os por sua originalidade e características próprias.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cenário da cafeicultura brasileira

O Brasil, maior produtor e exportador mundial de café e segundo maior consumidor do produto, atualmente, apresenta um parque cafeeiro estimado em 1,97 milhões de hectares (ABIC, 2016). Em suas dimensões continentais, o país possui uma variedade de climas, relevos, altitudes e latitudes que permitem a produção de uma ampla gama de tipos e qualidades de café. O segmento é representado por cerca de 287 mil produtores que, em sua maioria, são micro e pequenos cafeicultores (BRASIL, 2015; ABIC, 2016).

A safra de 2015 totalizou 43,2 milhões de sacas de 60 kg de café beneficiado e representou a maior porcentagem do mercado global (30,2%), dos quais, em média, 35,4 milhões são de café arábica (*C. arabica*) e 11,4 milhões de conilon (*C. canephora*). Em 2015, o estado de Minas Gerais foi responsável por 51,6% da produção nacional, seguido pelos estados Espírito Santo (24,7%) e São Paulo (9,3%) (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2016; ABIC, 2016).

É importante ressaltar que, em Minas Gerais e São Paulo, predomina o café arábica, enquanto que, no Espírito Santo, o café conilon. As cultivares economicamente mais importantes de café arábica no Brasil são: Mundo Novo, Catuaí e Bourbon (ABIC, 2016). No que se refere às exportações, de janeiro a novembro de 2014, o Brasil exportou 30 milhões de sacas de café beneficiado, com faturamento de 5,41 milhões de dólares. Os principais países importadores são Alemanha, Estados Unidos, Itália, Bélgica e Japão (BRASIL, 2015; ABIC, 2016).

2.2 Consumo de café no Brasil

De acordo com a ABIC (2016), o consumo de café no Brasil aumentou 1,24% em 2014, atingindo 20,33 milhões de sacas e 0,86% em 2015, completando 20,50 milhões de sacas (Figura 1). O consumo *per capita* também aumentou ligeiramente, passando de 4,89, em 2014, para 4,90 kg⁻¹ habitante⁻¹ ano⁻¹ de café torrado e moído em 2015, que equivale a 81 litros⁻¹ habitante⁻¹ ano⁻¹. Esse valor é semelhante ao publicado na Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF de 2009 (77,5 litros⁻¹ habitante⁻¹ ano⁻¹), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2011).

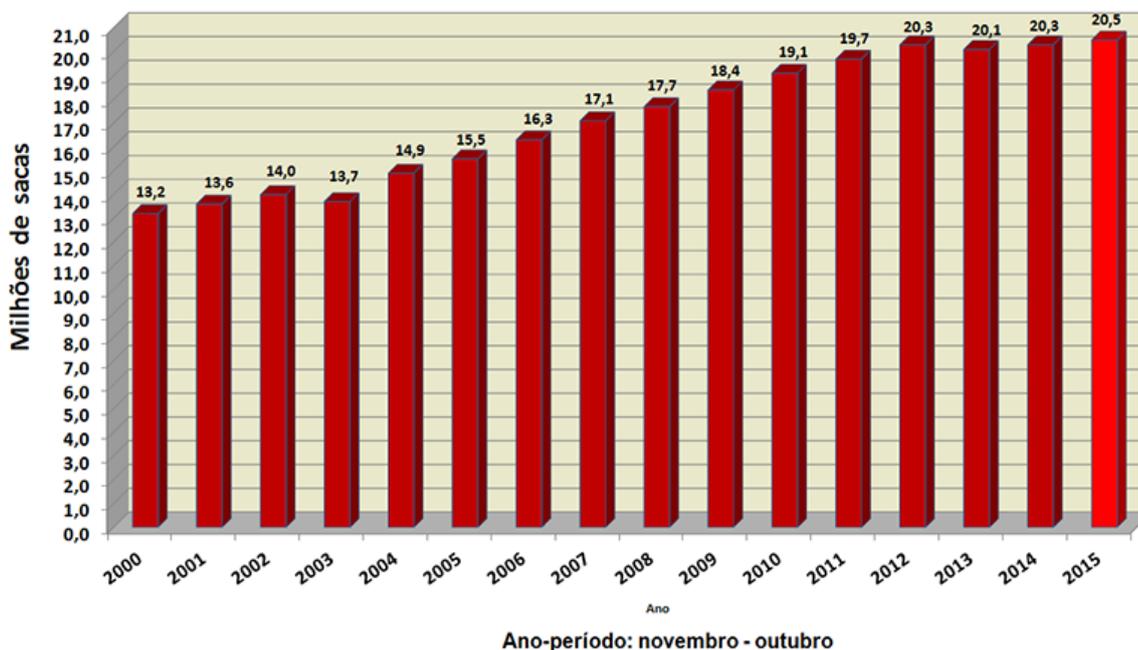


Figura 1 - Evolução do consumo interno de café no Brasil até 2015
 Fonte: ABIC (2016)

Ademais, o consumo de café fora do lar tem crescido significativamente, representando 36% do total, com um número cada vez maior de cafeterias, restaurantes e padarias. Além disso, o consumo dos cafés porcionados, seja em sachês ou cápsulas, bem como na forma tradicional (grãos torrados) para uso em máquinas automáticas, tem crescido mais de 20% ao ano (ABIC, 2016). Esse cenário evidencia o potencial de exploração, o reconhecimento e a valorização da qualidade do café por parte dos consumidores.

De acordo com levantamento realizado pela ABIC (2016), o grande consumo de café ainda se concentra nas classes C e D, que vem procurando produtos de excelente, mesmo com preço elevado, o que representa uma mudança de padrão de compra. Desse modo, cafés especiais, ou seja, do tipo *Gourmet*, bem como os certificados, configuram uma nova tendência dos consumidores para os anos futuros, em um movimento de valorização da qualidade e da certificação.

2.3 Cafés Especiais

O mercado global está se modificando, visto que o consumidor final tem buscado cafés com características únicas. Diante desse cenário, a qualidade deve ser constante em todos os elos da cadeia, sendo as características físicas, químicas

e sensoriais fundamentais para a compreensão, monitoramento e melhoria da qualidade do produto final (BSCA, 2014).

Conforme o mercado se sofisticava, valorizava-se mais a qualidade dos cafés. Por esta razão, as origens produtoras de cafés especiais estão se destacando, pois, em razão da combinação de diversos fatores das regiões, os produtos podem ser raros e até mesmo únicos. Portanto, de modo geral, esses cafés promovem sensações marcantes e inesquecíveis para aqueles consumidores que os provam (BSCA, 2014; SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA - SCAA, 2016).

Os cafés especiais são obtidos a partir de grãos sem defeitos (preto, verde, arduo, preto-verde). Assim, a bebida final é de característica limpa (ausência de defeitos, fermentações e amargor indesejáveis), com aroma, sabor e retrogosto agradáveis por um longo período (BSCA, 2014; SCAA, 2016).

De acordo com a BSCA (2014), o café especial é considerado fino ou de qualidade, sendo o tipo *Gourmet* o topo dessa classificação. O diferencial de qualidade desses cafés se deve às características edafoclimáticas da região produtora, à variedade cultivada e aos tratamentos pós-colheita aplicados ao produto.

O consumo de cafés especiais tem aumentado significativamente no Brasil e no mundo, pois pesquisas mostraram que a demanda pelos mesmos cresce em torno de 15% ao ano, principalmente no exterior, quando comparada ao crescimento de cerca de 2% do café *commodity* (BSCA, 2014).

No mercado de consumo global, foram identificados três movimentos, denominados “ondas”, que influenciam o segmento de cafés especiais, sendo que uma “onda” não causa a extinção do movimento anterior. Desse modo, devido à coexistência das três ondas no mercado, é possível alcançar diferentes perfis de consumidores (SKEIE, 2002; GUIMARÃES, 2016).

A primeira onda corresponde ao período pós-guerra, quando ocorreu aumento do consumo de café, que ainda era de baixa qualidade, e evoluções no seu processamento e comercialização. A segunda onda surgiu como reação à baixa qualidade do movimento anterior, introduzindo o conceito de cafés especiais e de origem produtora, além da popularização do consumo em cafeterias e do café *espresso*. Por fim, a terceira onda estaria ligada ao café artesanal, que se diferencia de acordo com seus atributos da qualidade, de sua origem, e métodos de produção do grão e preparo da bebida, sendo comercializado diretamente entre os elos da cadeia (BORRELLA; MATAIX; CARRASCO-GALLEGO, 2015; GUIMARÃES, 2016).

Nesse tocante, o segmento de cafés especiais representa cerca de 12% do mercado internacional e está em constante crescimento. Assim, em relação aos preços médios de café arábica comum (R\$ 288,93, R\$ 418,61 e R\$ 454,04 nos anos de 2013, 2014 e 2015, respectivamente), o café especial pode apresentar aumento de 30 a 40%, e até ultrapassar 100%, caso o produtor agregue maior valor ao produto (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA, 2016; ABIC, 2016; BSCA, 2014).

Como o Brasil apresenta condições favoráveis para o cultivo de cafés especiais (relevo, clima e tecnologias de plantio), se tornou fornecedor mundial desses produtos, representando 15% do mercado. A maioria de suas regiões cafeeiras (MG, ES, BA, SP e PR) produz grãos com características peculiares (BSCA, 2014; EMBRAPA, 2015; ABIC, 2016).

Conforme a ABIC (2016) e a BSCA (2014), a expectativa é de que o café *Gourmet* represente de 10 a 12% da produção de café no Brasil daqui a, pelo menos, 10 anos, pois, atualmente, essa participação é de 8%. Em 2015, por exemplo, do universo de 43,2 milhões de sacas produzidas no país, 3,45 milhões foram de cafés especiais, sendo 25% (cerca de 860 mil sacas) para consumo interno e, o restante, para exportação (EUA, Alemanha, Japão, dentre outros).

No que se refere à cadeia produtiva de cafés especiais, pode-se afirmar que a mesma não é complexa, uma vez que é pouco ramificada. Basicamente, os insumos são transformados em produtos finais a partir das relações entre os agentes da cadeia, contemplando as fases de produção, transformação e distribuição (Figura 2) (SAES; FARINA, 1999; ZYLBERSZTAJN; FARINA; SANTOS, 1993).

Assim, o café verde pode ser comercializado em grãos diretamente às indústrias de torrefação, exportadores e cafeterias, tanto pelo produtor quanto pelas cooperativas. Já o café torrado ou torrado e moído, pode ser direcionado ao varejo para o consumidor final, tanto no mercado interno quanto externo (SAES; FARINA, 1999; ZYLBERSZTAJN; FARINA; SANTOS, 1993).

É importante ressaltar que, no mercado de cafés especiais, é possível estabelecer uma relação transparente entre compradores e produtores, visto que os grãos de origem singular e provenientes de microlotes podem ser comercializados em *direct trade*, promovendo assim o empoderamento do empresário rural e, conseqüentemente, maior sustentabilidade socioeconômica e ambiental do segmento (GUIMARÃES, 2016).



Figura 2 – Cadeia produtiva de cafés especiais

Fonte: Adaptado de Saes e Farina (1999); Zylbersztajn, Farina e Santos (1993); Guimarães (2016)

2.4 Indicação Geográfica

De acordo com o Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI (2015) e o MAPA (BRASIL, 2015), a Indicação Geográfica - IG é um nome ou um termo que se refere a um local geográfico particular, sendo utilizado para identificar produtos ou serviços que possuem características, qualidade e reputação únicas em função de recursos naturais como solo, vegetação, clima e o saber fazer (*know how* ou *savoir faire*).

As indicações geográficas são conhecidas há muito tempo em países com grande tradição na produção de vinhos e produtos alimentícios, como França, Portugal e Itália. No Brasil, o termo foi introduzido por ocasião da promulgação da

Lei da Propriedade Industrial 9.279 de 14 de maio de 1996 – LPI/96, que considera indicação geográfica como a Indicação de Procedência - IP e a Denominação de Origem - DO, dando ao INPI a competência para estabelecer as condições de registro (INPI, 2015; GONÇALVES, 2008).

Nesse contexto, uma região que se especializou e tem capacidade de produzir um artigo diferenciado e de excelência, fazendo com que os consumidores associem a origem à qualidade do produto ou serviço, independente da marca que o comercializa, terá como resultado a agregação de valor. Assim, a IG se tornou reconhecida mundialmente por ser a ferramenta de *marketing* mais eficiente na promoção da origem (BRASIL, 2015; INPI, 2015; GONÇALVES, 2008).

A Indicação de Procedência - IP é o nome geográfico de um país, cidade, região ou uma localidade de seu território que se tornou conhecida como centro de produção, fabricação ou extração de determinados produtos ou prestação de determinados serviços. Assim, a IP somente situa o produto ou serviço, não reportando que o meio geográfico contribuiu para esse reconhecimento, ou fatores humanos e naturais ou qualidade relacionada ao local ou pelo modo de produção e fabricação (INPI, 2015; GONÇALVES, 2008).

A Denominação de Origem - DO é o nome geográfico de país, cidade, região ou localidade de seu território, que designe produto ou serviço cujas qualidades ou características se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico, incluindo os fatores naturais (clima, solo, temperatura, água, fauna, flora) e humanos (práticas e técnicas típicas empregadas pelos moradores do local ou região). Ou seja, necessariamente, possuem esse vínculo e não basta apenas identificar a origem, mas sim possuir algo a mais, como a qualidade e as características do produto ou serviço, sendo únicos (INPI, 2015; GONÇALVES, 2008).

O nome geográfico registrado junto ao INPI pode auxiliar na coordenação e estruturação de determinada região, unindo produtores, empresas, instituições e a população visando alcançar um mesmo objetivo e, por conseguinte, gera benefícios para as empresas e o turismo local (GONÇALVES, 2008).

No caso do café, por exemplo, seus atributos sensoriais dependem da qualidade do fruto e da forma como o grão é transformado em bebida, além das características exclusivas relacionadas à área geográfica onde foi cultivado, como clima, solo, água, ar, flora, dentre outras. Desse modo, a obtenção do selo da IG é

uma forma de associar as características do café à sua origem (GONÇALVES, 2008).

No Brasil, as quatro regiões produtoras de café que possuem a IG do tipo IP são: Cerrado Mineiro, Alta Mogiana, Norte Pioneiro do Paraná e Serra da Mantiqueira de Minas Gerais, sendo que a primeira possui a DO também (BRASIL, 2015; INPI, 2015).

2.5 Genética e ciclo fenológico do cafeeiro

O cafeeiro pertence à família *Rubiaceae* e ao gênero *Coffea*, que possui, pelo menos, 105 espécies. Dessas, as mais utilizadas comercialmente são: *C. arabica* L. (café arábica) e a *C. canephora* P. (café conilon ou robusta) (BRASIL, 2015).

De acordo com Rossetti (2007), o café arábica é originário do Oriente e possui sabor suave e aroma agradável. Essa espécie é mais complexa, delicada e se desenvolve em altitudes elevadas (acima de 800 metros) entre a região dos trópicos, originando cafés de alta qualidade. Segundo o MAPA (2015), há 130 cultivares de café arábica no Registro Nacional de Cultivares – RNC, das quais se destacam as de Catuaí, Mundo Novo e Bourbon. Suas lavouras são predominantes nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Bahia e Rio de Janeiro (BRASIL, 2015; CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ, 2016).

O café conilon ou robusta é originário da África e é mais resistente às pragas e às adversidades climáticas, visto que possui raiz mais profunda e árvores mais vigorosas. O sabor da bebida é mais adstringente e amargo, sendo típico e caracterizado de qualidade inferior quando comparado ao arábica. Dentre as cultivares existentes, destacam-se as de Conilon e Robusta (BRASIL, 2015; CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ, 2016).

A acidez do conilon é mais baixa e, por ter mais sólidos solúveis, é amplamente utilizado em cafés solúveis. Seu teor de cafeína é maior que o encontrado no arábica, sua planta é menos delicada e pode ser cultivado ao nível do mar. Sua predominância é encontrada nas lavouras do Espírito Santo, Rondônia e em parte da Bahia e de Minas Gerais (BRASIL, 2015).

No caso da espécie *C. arabica* L., o ciclo fenológico é constituído por fases vegetativas e reprodutivas que ocorrem durante dois anos (bienal), diferentemente da maioria das plantas que emitem as inflorescências na primavera e frutificam no mesmo ano (CAMARGO, 1985). No Brasil, o ciclo pode ser dividido em seis fases

distintas (Figuras 3 e 4), podendo variar em função das condições da região de cultivo (CAMARGO; CAMARGO, 2001).

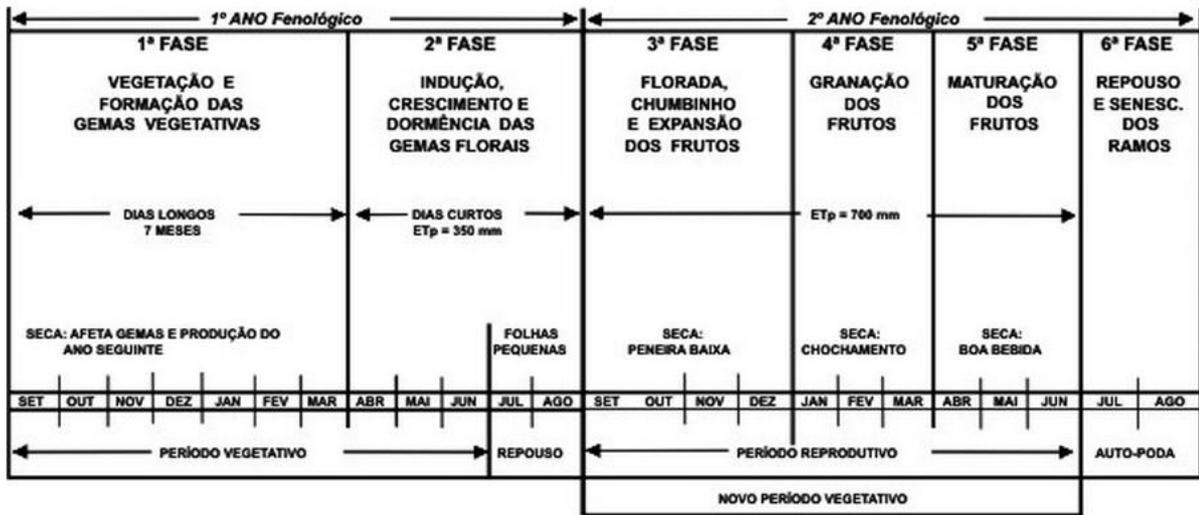


Figura 3 - Fases fenológicas do café arábica durante 24 meses nas condições climáticas do Brasil
Fonte: Camargo e Camargo (2001)

Os ramos vegetativos se formam no primeiro ano e se transformam em gemas reprodutivas, que amadurecem, entram em dormência e se tornam aptas para a antese (abertura das flores) devido às chuvas ou irrigação. A primeira fase vai de setembro a março (sete meses de dias longos – 13 a 14 horas de luz efetiva ou acima de 12 horas de brilho solar). A segunda fase (indução, maturação e dormência das gemas florais) é de dias curtos e vai de abril a agosto, quando ocorre a indução das gemas foliares formadas para gemas florais (Figuras 3 e 4) (CAMARGO; FRANCO, 1985; GOUVEIA, 1984).

Em setembro, inicia-se o segundo ano fenológico, com a florada seguida pela formação dos chumbinhos e expansão dos frutos até seu tamanho normal. A quarta fase (granação dos frutos) ocorre no verão (de janeiro a março), quando os líquidos internos se solidificam. Se houver forte estiagem nessas fases, o crescimento dos frutos será prejudicado devido à malformação do endosperma (chochamento) (CAMARGO; CAMARGO, 2001), influenciando negativamente a qualidade da bebida do café (NUNES et al., 2009).

A maturação ocorre na quinta fase, normalmente nos meses de abril, maio e junho. Nessa etapa, as deficiências hídricas moderadas beneficiam a qualidade do produto e o tempo para a maturação depende das condições térmicas ocorridas no período (CORTEZ, 2001). Quanto maior for o tempo de maturação do grão na

planta, que pode chegar a até seis meses, melhor será a qualidade final do produto (BORÉM, 2008; THOMAZINI et al., 2011).



Figura 4 – Estádios fenológicos do café arábica
Fonte: Pezzopane et al. (2003)

Em uma mesma lavoura de café, podem ocorrer várias florações, impossibilitando a maturação homogênea e, por conseguinte, afetando negativamente a qualidade do café colhido. Por esse motivo, numa mesma planta, é possível encontrar frutos em diferentes estádios de maturação (verdes, verde cana, cereja, passa e boia), cores, densidades e teores de umidade (CAMARGO; CAMARGO, 2001).

A proporção desses frutos varia durante toda a colheita, com maiores quantidades de cerejas e de verdes no início e maiores quantidades de frutos passas e secos no final. Segundo Pimenta e Vilela (2002), os frutos verdes apresentaram maior número de defeitos enquanto que os frutos secos, valores intermediários. O estágio de colheita ideal é o cereja, pois apresenta máxima qualidade e teores de seus compostos (CAMARGO; CAMARGO, 2001).

2.6 Classificação do Café Beneficiado Grão Cru

De acordo com a Instrução Normativa nº 8 de 11 de junho de 2003 (BRASIL, 2003), a classificação consiste na separação dos grãos de café em categorias, subcategorias, grupos, subgrupos, classes e tipo, de acordo com suas características físicas e sensoriais.

2.6.1 Categoria e Subcategoria

De acordo com a espécie, o café é classificado em categoria I (*C. arabica* L.) ou II (*C. canephora* P.) e, em seguida, nas subcategorias chato ou moça. Os grãos chatos possuem superfície dorsal convexa e a ventral plana ou ligeiramente côncava, com ranhura central no sentido longitudinal e desenvolvimento normal. Já os moças, possuem formato ovoide, com ranhura central no sentido longitudinal, e são provenientes da ausência de fecundação de um dos óvulos e da ocupação de duas lojas do ovário (BRASIL, 2003).

Desse modo, a classificação em subcategoria é feita a partir da separação dos grãos por peneiras, que possuem crivos circulares e alongados. Os grãos chatos são classificados em peneiras de crivo redondo (de 13 a 20/64 de polegada) e, os moças, nas peneiras de crivo oblongo (de 9 a 13/64 x $\frac{3}{4}$ de polegada), que possuem duas dimensões (largura e comprimento) (Tabela 1) (BRASIL, 2003; ABIC, 2016).

Como a unidade de medida da malha das peneiras é a polegada (25,4 milímetros), uma peneira 16 (16/64 de polegada), de crivo redondo, por exemplo,

equivale a 6,35 milímetros. Já uma peneira 9 (9/64 x ¾ de polegada), ou seja, de crivo oblongo, equivale a 3,57 milímetros x 19,05 milímetros (BRASIL, 2003).

Tabela 1 - Classificação do café: Subcategorias

| Forma | Tamanho | Peneira* |
|--------------|----------------|-----------------|
| Chato | Graúdo | Acima de 17 |
| | Médio | De 15 a 16 |
| | Miúdo | Abaixo de 14 |
| Moca | Graúdo | De 11 a 13 |
| | Médio | 10 |
| | Miúdo | Abaixo de 9 |

*O número da peneira corresponde ao numerador da fração de polegada

Fonte: Brasil (2003)

No caso da não realização da classificação por peneiras ou quando os grãos se enquadram em quatro ou mais peneiras, o café é denominado Bica Corrida – B/C, uma vez que bica representa as saídas do café separado em peneiras nas máquinas de benefício ou rebenefício (BRASIL, 2003).

2.6.2 Grupo e Subgrupo

O café também pode ser classificado em dois grupos de acordo com seu aroma e sabor identificados em análise sensorial: Grupo I (Arábica) e Grupo II (Robusta). Conforme a bebida e o grupo, o café é classificado em sete Subgrupos do Grupo I e quatro Subgrupos do II (Tabelas 2 e 3) (BRASIL, 2003).

Tabela 2 - Bebidas Finas e Fenicadas do Grupo I – Arábica

| Subgrupo | Descrição |
|--------------------------|---|
| Estritamente mole | Café com todos os requisitos de aroma e sabor “mole”, porém, mais acentuado |
| Mole | Café com aroma e sabor agradável, brando e adocicado |
| Apenas mole | Café que apresenta sabor levemente doce e suave, mas sem adstringência ou aspereza de paladar |
| Duro | Café que apresenta sabor acre, adstringente e áspero, porém não apresenta paladares estranhos |
| Riado | Café que apresenta leve sabor, típico de iodofórmio |
| Rio | Café que apresenta sabor típico e acentuado de iodofórmio |
| Rio zona | Café que apresenta aroma e sabor muito acentuado, assemelhado ao iodofórmio ou ao ácido fênico, sendo repugnante ao paladar |

Fonte: Brasil (2003)

Tabela 3 - Bebidas do Grupo II – Robusta

| Subgrupo | Descrição |
|------------------|--|
| Excelente | Café que apresenta sabor neutro e acidez mediana |
| Boa | Café que apresenta sabor neutro e ligeira acidez |
| Regular | Café que apresenta sabor típico de robusta sem acidez |
| Anormal | Café que apresenta sabor não característico ao produto |

Fonte: Brasil (2003)

2.6.3 Classe

Os grãos podem ser classificados de acordo com sua coloração, que varia em função dos processos de secagem, exposição ao ar, armazenamento, danos sofridos durante o despulpamento e beneficiamento, dentre outros. A cor é dividida em 8 classes: verde azulado e verde cana (café despulpado ou degomado), verde, amarelada (envelhecimento do produto), amarela, marrom, chumbado, esbranquiçado e discrepante (mistura de cores) (BRASIL, 2003).

2.6.4 Tipo

A classificação do café por tipo é realizada com base na contagem dos grãos com defeitos, matérias estranhas e impurezas em amostras de 300 g. Assim, cada tipo de café corresponde a um número maior ou menor de defeitos encontrados (BRASIL, 2003).

Os defeitos podem ser de natureza intrínseca (grãos imperfeitos devido à aplicação incorreta de processamentos pós-colheita) ou extrínseca (elementos estranhos ao café beneficiado, como paus, pedras, torrões, cascas, ou seja, impurezas). O máximo permitido de matérias estranhas e impurezas é de 1% (BRASIL, 2003).

2.6.5 Fora de tipo

Ainda conforme a Instrução Normativa nº 8 de 11 de junho de 2003 (BRASIL, 2003), o café é classificado como Fora de Tipo quando apresentar:

- a. Percentuais de ocorrência de defeitos excedendo aos limites máximos de tolerância estabelecidos nas tabelas do Regulamento;
- b. Mais de 50 grãos pretos ou mais de 100 grãos ardidos ou mais de 100 grãos preto verde;

- c. Mais de 300 defeitos, excetuando-se os grãos quebrados, mal granados, conchas, miolos de concha e os brocados limpos;

O produto classificado como Fora de Tipo não poderá ser comercializado, devendo ser: rebeneficiado, desdobrado e recomposto, para efeito de enquadramento em Tipo; reensacado e remarcado, para efeito de atendimento às exigências do Regulamento (BRASIL, 2003).

Para auxiliar no processo de classificação de café, também são utilizadas máquinas classificadoras eletrônicas para separar os grãos defeituosos (EMBRAPA, 2006).

2.7 Qualidade do café

A qualidade da bebida do café é determinada, principalmente, pelo sabor e aroma formados durante o processo de torra, que dependem não só da temperatura utilizada, mas também da composição química do grão cru. Cerca de 300 compostos químicos e precursores do sabor e aroma originam, aproximadamente, 850 compostos nos grãos torrados (FLAMENT, 2001).

Desse modo, o sabor e o aroma da bebida são resultantes da presença de constituintes químicos voláteis e não voláteis: ácidos, aldeídos, cetonas, açúcares, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos, incluindo também a ação de enzimas e os produtos de suas reações (SARRAZIN et al., 2000).

Durante o crescimento dos frutos de café na planta, há maior concentração de dos componentes químicos na semente, que migram para as camadas superficiais na maturação (DENTAN, 1985; MARCOS FILHO et al., 1982). Nessa fase, o café deve ser colhido no ponto ótimo (cereja), conferindo qualidade à bebida (CARVALHO et al., 1994).

Além de modificações fisiológicas, a qualidade do grão pode sofrer influência de microrganismos, como leveduras e bactérias, que degradam açúcares da mucilagem dos frutos, formando álcoois ou ácidos carboxílicos (KRUG, 1940). A ação dos mesmos provoca a quebra de paredes e membrana celulares, além de agir sobre compostos químicos do grão e da bebida, promovendo sabor e odor desagradáveis (VANOS, 1988). Esse processo ocasiona também a liberação e ativação da polifenoloxidase, que oxida o ácido clorogênico e seus isômeros, aumentando a adstringência do fruto (AMORIM, 1978).

Outros fatores, como características do solo, cultivar, localização geográfica, clima, altitude, temperatura, umidade, práticas de manejo, época e forma de colheita, secagem, armazenamento e beneficiamento também interferem diretamente na qualidade da bebida (BORÉM, 2008; THOMAZINI et al., 2011).

2.7.1 Fatores que influenciam a qualidade do café

2.7.1.1 Altitude, clima e localização geográfica

Os aspectos ambientais influenciam diretamente na qualidade do café. No Brasil, por exemplo, as diversas áreas produtoras obtêm cafés de características distintas devido às variações de altitude, temperatura e incidência de raios solares. Assim, as condições geográficas para a produção de café arábica de qualidade são representadas por regiões de altitude elevada e solo fértil, temperaturas amenas e, prioritariamente, localizadas na zona equatorial, onde há temperaturas elevadas durante o dia (sol) e frio à noite (CHAGAS; POZZA; GUIMARÃES, 2002).

O clima e a altitude influenciam a qualidade devido ao tempo de desenvolvimento dos frutos, ocorrência de processos fermentativos indesejáveis e incidência de grãos defeituosos. As variações de altitude resultam em diversas condições térmicas e hídricas, podendo interferir na fenologia do cafeeiro. Desse modo, há influências diretas sobre temperatura e chuvas, reduzindo-se cerca de 0,7°C da temperatura a cada 100 metros acima (ORTOLANI et al., 2001).

Nesse contexto, a região noroeste do planalto paulista, por exemplo, que possui época de colheita antecipada (abril e maio) devido às altas temperaturas, torna o ciclo mais curto, o que dificulta a modificação e transformação de compostos químicos, podendo resultar em cafés de qualidade inferior, com gosto amargo e adstringente. Na média sorocabana (Avaré-Pirajú), a qualidade é prejudicada pela ocorrência de chuvas frequentes nas fases de maturação e colheita, assim como na região da Serra do Mar e da faixa litorânea, onde a alta umidade influencia negativamente a qualidade dos frutos (ORTOLANI et al., 2001).

Em ciclos longos, as transformações bioquímicas completas contribuem com o acúmulo de precursores de compostos favoráveis à obtenção de bebida de melhor qualidade. Isso ocorre na região noroeste do estado de SP (Mogiana), onde a maturação é tardia (após julho e agosto) (ORTOLANI et al., 2001).

Em altitudes acima de 900 metros, por exemplo, o clima é seco, com déficit hídrico moderado e frio na colheita, o que favorece a obtenção de cafés de bebida

mole. Já em locais de clima úmido, ocorre o desenvolvimento de microrganismos que fermentam a polpa do grão de café, resultando em cafés de qualidade inferior (ORTOLANI et al., 2001).

Solares et al. (2000), que estudaram as cultivares Bourbon, Caturra e Catuaí produzidas na Guatemala, concluíram que a altitude exerceu influência sobre a qualidade da bebida do café, independentemente da cultivar, pois as propriedades sensoriais (corpo, aroma e suavidade) se acentuaram à medida que a altitude se elevou. Essa influência foi menor somente para o atributo acidez.

Ribeiro (2013), ao analisar o efeito da altitude e de outros fatores sobre os teores dos compostos químicos do grão cru e na qualidade da bebida, observou que as cultivares Bourbon Amarelo e Acaíá provenientes de lavouras acima de 1.200 metros de altitude também apresentaram melhores notas sensoriais.

2.7.1.2 Cultivar

No Brasil, as cultivares Mundo Novo e Catuaí representam 95% dos plantios, sendo reconhecidas pela alta produtividade e vigor vegetativo (MATIELLO et al., 2005). A cultivar Catucaí apresenta boa capacidade de rebrota, elevado vigor vegetativo e alta produtividade, resultando em bebida de excelente qualidade, assim como a Catuaí e Mundo Novo (CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ, 2016).

A seleção de uma cultivar para determinada região deve considerar suas características intrínsecas: produtividade, renda, tamanho e formato dos grãos, maturação, qualidade da bebida, aspectos vegetativos (porte, arquitetura, capacidade de resistência a doenças ou pragas, vigor, dentre outras); e extrínsecas: solo, condições climáticas (precipitação, temperatura, ventos), altitude, espaçamento, práticas de manejo e podas (FAGANELLO, 2006).

Assim, em solo argiloso e temperaturas médias anuais menores que 21°C, deve-se preferir cultivares mais precoces, como algumas linhagens de Iapar e Icatu, evitando-se a geada sobre os frutos verdes e obtendo-se maturação mais uniforme. Já para solo arenoso, não há restrição quanto à precocidade dos cultivares e, em áreas com temperaturas médias superiores a 21°C, podem-se incluir cultivares tardias, como o Catuaí, e super tardias, como Obatã. Para altitudes elevadas, deve-se selecionar cultivares de porte pequeno e precoces (CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ, 2016; FAGANELLO, 2006).

A cultivar Bourbon se destaca por apresentar elevado potencial de expressão da qualidade sensorial em regiões de melhor aptidão climática, sendo, por isso, altamente valorizada nos mercados de cafés especiais (PIMENTA, 2003).

2.7.1.3 Etapas do processo de produção

A produção de café é constituída por diversas etapas que podem interferir em sua qualidade final (Figura 5).

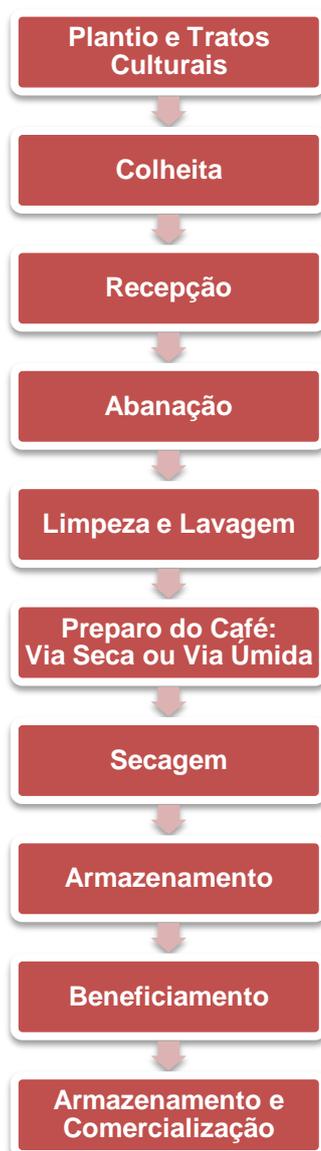


Figura 5 – Fluxograma de produção de café
Fonte: Adaptado de Borém (2008); Pimenta (2003)

2.7.1.3.1 Tratos culturais

A nutrição da planta do cafeeiro também pode influenciar na qualidade da bebida do café, visto que altos níveis de cálcio, potássio e nitrogênio, por exemplo, são danosos aos grãos. Ademais, a adubação e o controle de pragas e doenças também são fatores interferentes em qualquer lugar do mundo (CHAVES, 2002).

As plantas bem nutridas possuem condições de produzir frutos bem formados, completando todos os estádios de formação do grão para a obtenção do máximo de qualidade. Caso contrário, os frutos podem apresentar doenças, como a cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) e, conseqüentemente, ter qualidade inferior. Para se realizar uma nutrição equilibrada, é necessário seguir critérios técnicos e conhecer o solo (análise de solo atualizada), a densidade de plantio, a cultivar e a produtividade (CHAVES, 2002).

O manejo de pragas e doenças se faz necessário para garantir o enfolhamento do cafeeiro, a fim de se completar a formação do fruto. As principais causas de desfolha do café são os ataques do bicho mineiro e a ferrugem. A presença da broca do café também tem contribuído para a redução da qualidade do produto (EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, 2014).

2.7.1.3.2 Colheita

De modo geral, a colheita do café é realizada entre os meses de abril e outubro, sendo que, na região do Circuito das Águas Paulista - CAP, ela ocorre entre junho e agosto. Segundo Borém (2008), uma planta pode apresentar frutos em diferentes estádios de maturação (Figura 6) devido às diversas floradas, assim como à incidência de sol na planta, que varia de acordo com a face do plantio e o espaçamento. Dessa forma, os frutos que recebem mais sol se desenvolvem mais rápido, em menos tempo de maturação.

A desuniformidade de maturação dos frutos é uma das principais dificuldades a serem superadas para a realização da colheita do café, pois quantidades excessivas de frutos verdes causam prejuízos na classificação por tipo, no peso de grão, no rendimento de colheita, no desgaste da planta, na qualidade da bebida e no valor do produto. Desse modo, recomenda-se iniciar a colheita com, no máximo, 20% de frutos verdes (BORÉM, 2008).



Figura 6 – Frutos em diversos pontos de maturação em uma mesma planta
Fonte: A autora – Fazenda de Socorro/SP

A colheita do café pode ser realizada de forma manual, semi-mecanizada e mecanizada. A colheita manual pode ser do tipo seletiva (catação dos frutos maduros a dedo) ou concentrada (derricha de todos os frutos de cada ramo no chão, em panos ou em peneiras). Já a semi-mecanizada, utiliza derrichadeiras portáteis ou tracionadas, desprovidas de recolhedores, enquanto que a mecanizada é realizada com máquinas colhedoras automotrizes ou tracionadas por trator (EMBRAPA, 2006).

Contudo, a colheita por derricha resultará em maior quantidade de frutos verdes. Portanto, para a produção de cafés de melhor qualidade, é ideal que a colheita seja realizada de forma seletiva, a fim de escolher somente os frutos maduros. Além disso, a colheita sobre o pano é preferida (Figura 7), pois reduz os danos mecânicos e o contato com o solo (sujidades) (BORÉM, 2008; EMBRAPA, 2015).

Em seguida, deve-se proceder com a varrição para eliminar os frutos caídos fora dos panos ou da colheitadeira. O café de varrição deve ser separado e devidamente preparado (EMBRAPA, 2006).



Figura 7 – Colheita sobre o pano
Fonte: A autora – Fazenda de Socorro/SP

2.7.1.3.3 Limpeza e Lavagem

Após a colheita, é necessário realizar a limpeza do café e a separação das impurezas (gravetos, terra, pedras, folhas), que podem ser feitas por peneiramento manual (abanação), ventilação forçada ou por separadores de ar e peneira (máquinas de pré-limpeza) (EMBRAPA, 2006).

Entretanto, mesmo após essa etapa, o café necessita passar pelo lavador ou separador hidráulico no mesmo dia da colheita para a separação de acordo com o estágio de maturação dos frutos, que possuem densidades distintas. Se esses frutos permanecerem juntos, a bebida do café poderá ter qualidade inferior. Nessa etapa, os frutos cereja são separados dos frutos boia (mais leves, que secaram na planta ou apresentaram alguma falta de padronização no seu processo de formação: chocho, mal granado, brocado). O café de varrição (colhido no chão) deve ser lavado posteriormente, pois tem maior potencial de contaminação com fungos do solo (BORÉM, 2008; EMBRAPA, 2006).

2.7.1.3.4 Preparo do café

A escolha do método de preparo do café é decisiva na rentabilidade da atividade e depende de diversos fatores, como: clima, disponibilidade de recursos, tecnologia, exigências do mercado e também da tradição de cada produtor de café (BORÉM, 2008). Assim, após a etapa de limpeza e lavagem, os frutos são direcionados diretamente para a secagem (via seca) ou passam pelos processos de descascamento ou despulpamento, para depois seguir para a secagem (via úmida).

2.7.1.3.4.1 Via seca

O preparo por via seca é o mais antigo e o mais empregado no Brasil, pois é simples, menos dispendioso e consiste na secagem dos frutos inteiros logo após a colheita. Assim, após a limpeza, lavagem e separação das frações (cereja, verde e boia), os cafés são encaminhados para a secagem em terreiro (sol) ou para secadores, produzindo cafés em coco ou café natural (Figura 8) (BORÉM, 2008).



Figura 8 – Cafés em coco no terreiro: via seca
Fonte: A autora – Fazenda de Socorro/SP

2.7.1.3.4.2 Via úmida

A via úmida é mais complexa e mais dispendiosa, além de depender da disponibilidade de água (BICHO et al., 2011). O café pode ser descascado (remoção da casca, somente, por descascador mecânico) ou despulpado (remoção da casca e da mucilagem, que é normalmente realizada por fermentação) antes da secagem (EMBRAPA, 2006).

Esse tipo de preparo pode, potencialmente, alterar algumas propriedades do café, porém, não há trabalhos sobre sua influência em sua atividade antioxidante.

Contrariamente à via seca, na úmida, todas as camadas exteriores do grão de café são removidas antes da secagem (CASAL, 2004).

Essa prática é comum em países como o México, Colômbia e Quênia, devido à elevada umidade relativa do ar. Nesse caso, a retirada da mucilagem reduz os riscos de desenvolvimento de microrganismos nos frutos, responsáveis por fermentações indesejáveis. Além disso, esse processo diminui a área de terreiro e o tempo necessário para secagem em um terço; e reduz o volume de armazenamento em até 60% (BORÉM, 2008; EMBRAPA, 2006).

2.7.1.3.5 Secagem

A secagem é fundamental para a qualidade do café, pois o elevado teor de açúcar presente na mucilagem e a alta umidade favorecem a proliferação de microrganismos e, assim, fermentações indesejáveis. Essa etapa pode ser realizada pela exposição ao sol em terreiro pavimentado, de superfície lisa e fácil higienização, onde os frutos são espalhados em camadas de 3 a 6 cm de espessura. Na via seca, a secagem é realizada no mesmo dia da colheita (BICHO, 2004; CASAL, 2004; EMBRAPA, 2006).

Para evitar situações indesejáveis (fermentação, crescimento de fungos ou superaquecimento), não se devem misturar lotes diferentes. O revolvimento dos grãos deve ser frequente (no mínimo, 10 vezes ao dia, especialmente na fase inicial de elevada umidade), além de serem protegidos de chuva e sereno (BICHO, 2004; CASAL, 2004; EMBRAPA, 2006).

O café cereja só deve ser amontoado e coberto com lona depois da meia-seca (18 a 20% de umidade), iniciando-se por volta das 15 horas, quando a umidade do ar é menor e os grãos estão quentes. Na manhã seguinte, deverá ser novamente esparramado, em horário próximo às 10 horas, para evitar o resfriamento excessivo e a reabsorção de umidade (CASAL, 2004; EMBRAPA, 2006).

O período de secagem varia entre 3 a 4 semanas e o teor de umidade final é de 11-12%, valor aceitável para o descasque e manuseio dos grãos sem alteração das características do café, além de impedir o crescimento de fungos produtores de micotoxinas. Contudo, o rendimento desse tipo de secagem é baixo, além da necessidade de período prolongado, exigência de extensas áreas de terreiro e exposição às variações climáticas (CASAL, 2004; EMBRAPA, 2006).

Já a secagem em secadores, por exemplo, pode complementar a secagem ao sol, e implica em maior investimento e menor mão-de-obra, sendo a temperatura o fator limitante da velocidade do processo. Para a obtenção de bebidas de alta qualidade, a temperatura não poderá exceder 39°C para o café em casca. Para lotes com percentual elevado de frutos verdes, a temperatura deverá ser mantida abaixo de 30°C, a fim de evitar a ocorrência de café verde-escuro e preto-verde. O processo não deve ser muito rápido (de 24 a 36 horas) (EMBRAPA, 2006).

2.7.1.3.6 Armazenamento pós-secagem

Ao atingir a umidade adequada para armazenamento (12,5%) (BRASIL, 2003), o café deve ser recolhido ainda frio, na parte da manhã, e levado às tulhas ou silos (armazenamento a granel ou em sacos de juta), onde permanecerão até o momento do beneficiamento. Quanto às formas, o café pode ser armazenado em coco (com a casca - maior durabilidade e menor perda de qualidade) ou pergaminho (despolpado), permanecendo, no mínimo, uma semana antes do beneficiamento, para que ocorra o processo de uniformização dos grãos (BORÉM, 2008; FONSECA et al., 2007).

As tulhas e silos devem estar em locais de insolação e ventilação, com temperatura ambiente em torno de 20°C e umidade relativa do ar de até 65%. Ademais, o café deve ser conservado com até 12,5% de umidade e seu contato com fertilizantes, defensivos agrícolas e combustíveis devem ser evitados. Dessa forma, o café não absorve umidade do ar, odores e, conseqüentemente, não ocorrem sabores estranhos (madeira, mofo) na bebida (EMBRAPA, 2006).

2.7.1.3.7 Beneficiamento

O beneficiamento transforma, pela eliminação das cascas e separação dos grãos, o fruto seco (coco ou pergaminho) em café beneficiado ou café verde, ou seja, um produto final mais uniforme e de maior valor comercial. O processo consiste nas etapas: pré-limpeza, catação de pedras, descascamento e classificação. Após a retirada das cascas, ocorre a eliminação manual ou eletrônica de grãos defeituosos e matérias estranhas (EMBRAPA, 2006; BORÉM, 2008).

A umidade dos grãos deve ser de, no máximo, 12,5%, pois abaixo de 10%, há quebra e, acima de 12,5%, há branqueamento mais rápido e maior risco de deterioração. É importante ressaltar que o beneficiamento do café deve ser realizado

o mais próximo possível da época de comercialização, pois assim o produto manterá suas características originais (EMBRAPA, 2006).

2.7.1.3.8 Armazenamento pós-beneficiamento

O armazenamento de café beneficiado deve ser realizado em tulhas ou armazéns que apresentem as mesmas características descritas no item “Armazenamento pós-secagem”, além de possuírem baixa luminosidade, para que não ocorra degradação da cor (branqueamento); portas de fácil trânsito; pé-direito com altura mínima de 5 m; paredes e pisos lisos e impermeáveis, evitando-se acesso de pragas e agentes microbiológicos; aberturas laterais para ventilação, protegidas por telas e com aberturas reguláveis; telhas transparentes, para melhorar a iluminação natural (mínimo de 8% da área coberta); instalação de sistema de prevenção e combates a incêndios (BORÉM, 2008; EMBRAPA, 2006).

No Brasil, o café beneficiado é, normalmente, armazenado em sacas de juta (material resistente) de 60 kg dispostas em pilhas. Apesar do grande volume e do alto custo de operação, esse tipo de armazenamento permite a segregação de lotes, que não devem ser misturados em nenhuma etapa do processo produtivo, além do fácil acesso aos mesmos para a retirada de amostras (EMBRAPA, 2006).

2.7.1.4 Torra e Moagem

O processo de torra é realizado na indústria, posteriormente à comercialização dos grãos beneficiados, e envolve conhecimento e monitoramento constante, visto que o binômio tempo x temperatura influencia os atributos sensoriais da bebida, como cor, sabor e aroma (MELO, 2004).

A torra é dividida em três fases: secagem (eliminação da umidade), torrefação (processamento de complexas reações pirolíticas que ativam as substâncias responsáveis pelo sabor) e arrefecimento (café recém-torrado é colocado à temperatura ambiente). Os graus podem ser leve, médio ou escuro (MELO, 2004).

O sabor e o aroma formados são resultantes de diversos compostos produzidos pelas reações químicas que ocorrem durante a torra. Quanto mais claro for o ponto de torra, maior será a predominância da acidez e, quanto maior for o grau de torra, menor será a acidez. Em graus intermediários, o aroma e o corpo são mais acentuados e, em grãos escuros, há carbonização de componentes (sabor de queimado e diminuição da expressão dos outros atributos) (Figura 9) (MELO, 2004).

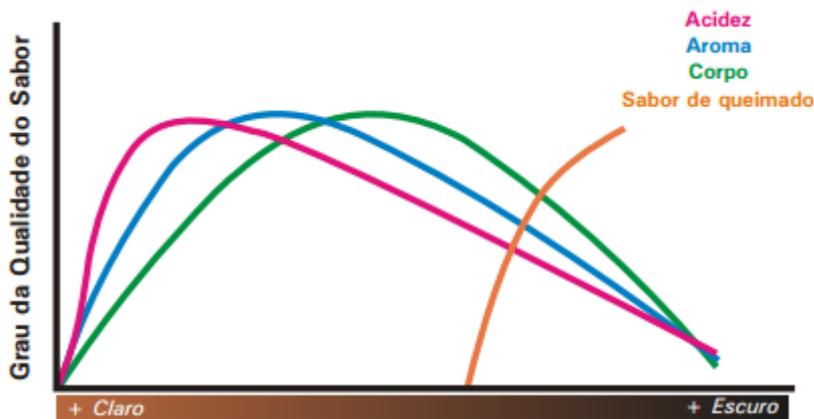


Figura 9 – Curvas que representam as modificações dos atributos: acidez, aroma e corpo em função dos graus de torra

Fonte: MELO (2004)

No que se refere ao monitoramento da torra, o mesmo é realizado visualmente ou por termômetro a laser, que indica a temperatura da massa do grão. Nesse tocante, a *Specialty Coffee Association of America* – SCAA e a empresa norte-americana Agtron elaboraram uma escala de 0 a 100 que é determinada com base na absorção de luz infravermelha pelo grão do café ou pelo pó, dividida em intervalo de 10 em 10 (número Agtron). Quanto maior for o número, menor será o grau de torra (Figura 10) (MELO, 2004; ABIC, 2016).



Figura 10 – Discos padronizados da Agtron Roast Color Classification System

Fonte: ABIC (2016)

Nos estágios da torra, a cor do grão pode variar de amarelo (90 a 120°C), quando inicia a liberação de umidade até preto (246 a 265°C), quando os açúcares estão caramelizados e começam a se degradar e as estruturas celulósicas do grão são carbonizadas. Nesse caso, o grão continua a expandir e a perder massa, resultando numa bebida de corpo leve, pois os compostos aromáticos, óleos e sólidos solúveis são eliminados, além da diminuição da cafeína (Figura 11) (MELO, 2004).

| Estágio | Propriedades dos grãos | Perda de Massa | Número Agtron | Temperatura (°C) (F) | Aparência do grão |
|------------------|--|-----------------------|----------------------|-----------------------------|---|
| Cru | Grão cru tem 12% de água /massa. | 0.0% | 99-81 | Temp. ambiente | verdes. |
| Cinnamon | Vapores voláteis causam a expansão dos grãos. | 13.0% | 80-75 | 90-130 | Marrom claro. Corpo claro, mínimo aroma, sabor parecido com chá. Nenhum óleo na superfície do grão. |
| American | Os grãos ainda estão expandindo. Este é o estágio em que o primeiro <i>crack</i> começa. Acidez mais alta do que açúcar. | 14.0% | 74-65 | 170-190 | Marrom escuro. Grande em tamanho. Evidente acidez, Superfície do grão mantida seca. |
| City | Grão quase no máximo de expansão. O estágio do <i>crack</i> encerra. | 15.0% | 64-60 | 210-220 | Rachaduras no grão devido a liberação de gases. |
| Full City | Máxima expansão dos grãos. Balanço de ácidos açúcares. Inicia o estágio do segundo <i>crack</i> . | 16.5% | 60-50 | 224-230 | Lascas do grão começam a voar. Óleo está levemente visível. Acidez balanceada, corpo mais completo. Superfície do grão geralmente seca. |
| Vienna | Mais gases são liberados. O estágio do segundo <i>crack</i> encerra. | 17.0% | 49-45 | 230-235 | Marrom mais escuro. Grãos tem óleo sobre si. Emerge amargor adocicado. Baixa acidez, corpo pesado. |
| Espresso | Decresce os aromas Açúcares carameliza. | 18.0% | 44-35 | 235-240 | Preto com manchas de óleo, superfície brilhante. Amargor doce domina a acidez. |
| French | Ácidos decresce radicalmente. Açúcares carameliza. | 19.0% | 34-25 | 240-246 | Preto escuro. Muito óleo. Cheiro de queimado. Coberto com óleo. Tons de amargo domina. Corpo fino. |
| Italian | Grãos perdem o sabor característico do café. | 20.0% | 24-15 | 246-265 | Preto. Superfície brilhante. Tons amargo queimado dominam. |

Figura 11 – Resumo das características dos graus de torra
Fonte: Melo (2004)

O grau de torra varia em função do mercado consumidor. Nos Estados Unidos, por exemplo, são produzidos cafés de colorações mais claras, enquanto que na Europa, são preferidas as mais intensas. No Brasil, as torras média e moderadamente escura são as mais usuais, sendo as torras escuras utilizadas para mascarar materiais estranhos e defeitos (TOCI, FARAHA, TRUGO, 2006).

No que se refere à moagem, também interfere na qualidade da bebida, pois quanto mais grossa for a moagem, mais fraca e menos saborosa será a bebida. Posteriormente às etapas de torrefação e moagem, o café poderá ser consumido ou armazenado. Para tanto, são necessárias embalagens herméticas para evitar a perda de aroma e sabor característico, exposição ao oxigênio (oxidação lipídica), umidade e altas temperaturas (MELO, 2004).

2.8 Composição química do grão cru

A composição química do café está relacionada às características sensoriais do produto, definindo a qualidade da bebida. Entretanto, sua caracterização é complexa devido à influência de diversos fatores, como: altitude, clima, fatores genéticos, época de colheita, maturação, forma de processamento, técnica de secagem, grau de torra, padrões de bebida, entre outros (BORÉM, 2008).

De acordo com George, Ramalakshmi e Rao (2008) e Borém (2008), o grão de café cru é constituído por água (12%), carboidratos – arabinogalactanos, pectina e celulose (44%), carboidratos solúveis – sacarose (9%), proteínas (12%), lipídios (11%), minerais (3%), cafeína (1%), trigonelina (1%) e ácidos clorogênicos totais (7%). Os compostos cafeína, trigonelina, ácidos clorogênicos, tocoferóis e diterpenos se destacam por serem bioativos.

O endosperma, principal tecido de reserva do grão, é constituído pelos principais precursores do sabor e do aroma que serão formados após a torra. Sua fração hidrossolúvel contém cafeína, trigonelina, ácidos nicotínico, carboxílicos e clorogênicos, mono, di e oligossacarídeos, proteínas e mineirais. Na fração insolúvel (65-73% da semente), são encontrados: celulose, lignina e hemicelulose, proteínas, minerais e lipídeos (BORÉM, 2008).

O teor de sólidos solúveis em grãos de café interfere diretamente no rendimento industrial da produção de café solúvel, bem como ao sabor e ao corpo da bebida. Assim, é desejável maior quantidade desses componentes para a obtenção de cafés de alta qualidade. Quanto aos ácidos orgânicos, os principais são o cítrico e o málico, sendo que a acidez excessiva pode ser desagradável e prejudicar as características sensoriais da bebida (BORÉM, 2008; PIMENTA, 2003).

De acordo com Shankaranarayana et al. (1974), os açúcares estão associados à qualidade, pois, juntamente aos aminoácidos e proteínas, originam vários compostos voláteis em cafés torrados. Segundo López-Galilea et al. (2006), os açúcares participam de importantes reações químicas durante a torra, como a de *Maillard* ou caramelização, responsáveis pela formação da cor, do sabor e do aroma da bebida. Pimenta, Costa e Chagas (2000) observaram que os maiores teores de açúcares redutores se encontram nos frutos de café em estágio “cereja”.

A cafeína, uma metilxantina, está presente em muitos produtos, sendo o café a sua principal fonte de extração (LIMA; FARAH, 2013). De acordo com Pimenta (2003), esse alcaloide pode contribuir para a inibição de microrganismos nos grãos

de café e seu teor pode variar com a espécie, maturação dos frutos e flora microbológica. Por derivar da xantina, apresenta características de amargor, propriedades estimulantes e é estável durante a torra (RODARTE et al., 2009).

Os compostos fenólicos, presentes em grandes proporções nos frutos de café, são considerados um dos responsáveis por sua adstringência e contribuem para a caracterização da bebida. Além disso, também possuem função antioxidante, protegendo os aldeídos de condições adversas causadas por colheita inadequada, problemas de armazenamento e ataques de microrganismos (PIMENTA, 2003).

Os ácidos clorogênicos são os compostos fenólicos presentes em maior quantidade no café, sendo formados pela esterificação de ácidos trans-cinâmicos (cafeico, ferúlico e p-cumárico, com o ácido quínico). Suas principais classes são: ácidos cafeoilquínicos (CQA), dicafeoilquínicos (diCQA), feruloilquínicos (FQA), p-cumaroilquínicos e cafeoilferuloilquínicos, sendo o 5-CQA a majoritário. Em cada classe, há pelo menos três isômeros acilados nos carbonos C3, C4 e C5 do ácido quínico (PERRONE et al., 2008).

Por ser uma das bebidas mais consumidas, o café é a principal fonte de ácidos clorogênicos da dieta humana (CLIFFORD, 1999). Esses, além de possuírem propriedades fisiológicas e farmacológicas que conferem à saúde humana a atividade antioxidante (propriedades redutoras e estrutura química, atuando na neutralização de radicais livres e quelação de metais de transição), contribuem com o sabor e aroma característicos das bebidas de café (ABRAHÃO et al., 2008).

A trigonelina, uma N-metil betaína derivada da metilação enzimática do ácido nicotínico, contribui para a formação de aroma desejável no café (produtos de degradação, como piridinas e N-metilpirrol), amargor e é um precursor de compostos voláteis durante o processo de torra, influenciando positivamente a qualidade da bebida e reduzindo a formação de *off-flavor* (MONTEIRO; TRUGO, 2005; FARAH et al., 2006).

2.9 Aspectos microbiológicos do café

Os frutos e grãos de café possuem, em sua microbiota, diversos tipos de fungos que podem ocasionar degradação, sabores desagradáveis e produção de micotoxinas (metabólitos tóxicos que comprometem a segurança e a saúde do consumidor). A micotoxina comumente encontrada em café é a ocratoxina A – OTA,

produzida principalmente por espécies dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* (BORÉM, 2008), e é prejudicial à saúde humana.

O fungo *Aspergillus ochraceus* desenvolve-se em uma grande faixa de temperatura (de 8 a 30°C), sendo a ótima entre 25 a 30°C e a A_w mínima de 0,76, enquanto que para o *Penicillium verrucosum*, a A_w mínima é de 0,81 (BORÉM, 2008). Nesse tocante, as etapas da produção de café consideradas pontos críticos de controle são: colheita, secagem e armazenamento. Portanto, são necessários os cuidados citados no item “Etapas do processo de produção” deste trabalho.

2.10 Análise sensorial da bebida de café

Conforme a Instrução Normativa nº 8 de 11 de junho de 2003 (BRASIL, 2003), a bebida do café pode ser classificada a partir da degustação das amostras por provadores, que as enquadram em classes: superior (estritamente mole, mole, e apenas mole), intermediária (bebida dura) e inferior (bebida riada, rio ou rio zona). Essa etapa é importante no aspecto comercial, pois, a partir dela, é determinada a qualidade do café, que define o preço e a sua aceitação no mercado.

De acordo com Lingle (2001), a análise sensorial dos cafés especiais é realizada por etapas ou estágios. No olfativo, são avaliados os compostos orgânicos voláteis (substâncias que ocorrem naturalmente ou que são formadas depois do processo de torra). No estágio gustativo, são avaliadas as substâncias solúveis em água, principalmente compostos químicos orgânicos e inorgânicos.

2.10.1 Metodologia da *Specialty Coffee Association of America* - SCAA

O método da *Specialty Coffee Association of America* – SCAA (2016) é baseado na metodologia do “*Cup of Excellence*” (CoE), indicada por Howell (1998), na qual cada provador elege notas de 0 a 10 aos atributos sensoriais: fragrância e aroma, sabor, retrogosto, acidez, corpo, uniformidade, balanço, xícara limpa, doçura e impressão geral, de acordo com suas intensidades na amostra. Esse método é reconhecido internacionalmente no mercado de cafés especiais.

Portanto, são considerados especiais os cafés que, mediante avaliação sensorial pelo método da SCAA (2016), apresentam nota final igual ou superior a 80 pontos. Em comparação à Classificação Oficial Brasileira – COB (BRASIL, 2003), os cafés de 80 a 84 pontos SCAA são classificados como bebida mole e, os acima de 85, como estritamente mole (Figura 12).



Figura 12 – Relação da pontuação SCAA com a Classificação Oficial Brasileira – COB
 Fonte: SCAA (2016); Brasil (2003)

Para a realização das análises sensoriais por essa metodologia, são necessários provadores treinados, os *Q graders* ou avaliadores Q, que se refere a uma certificação mundial reconhecida pela SCAA atribuída aos profissionais de classificação e degustação de cafés (SCAA, 2016).

2.10.1.1 Roda de aromas e sabores

A nova versão da roda de aromas e sabores (Figura 13) foi estruturada pela SCAA em 2016 e é o padrão que a maioria dos provadores treinados utiliza na compra e venda de cafés especiais. Nessa roda, são apresentados os principais aromas e sabores encontrados no café com base num glossário de termos científico-sensoriais. Assim, os aromas estão divididos em três grupos: os de natureza enzimática, que são as notas mais voláteis, os oriundos da caramelização dos açúcares e os de natureza pirolítica ou resultantes da destilação seca, que são os menos voláteis (SCAA, 2016).

Existem duas classes de café em função do sabor: os unidirecionais e os complexos. Os unidirecionais são cafés cujos sabores fazem parte de um mesmo agrupamento, como as notas aromáticas de Amêndoas, Caramelo e Chocolate (grupo Caramelização dos Açúcares). Estes aromas e sabores conferem características "unidirecionais", pois possuem similaridade entre si (SCAA, 2016).

Na ocorrência de notas de outros grupos, subgrupo Floral (Grupo Enzimáticos), como a Jasmim, que é muito semelhante ao aroma da Flor do Café, combinado com outro do subgrupo das Especiarias (Grupo Destilação Seca), como o Cravo, o café é classificado como complexo (SCAA, 2016).

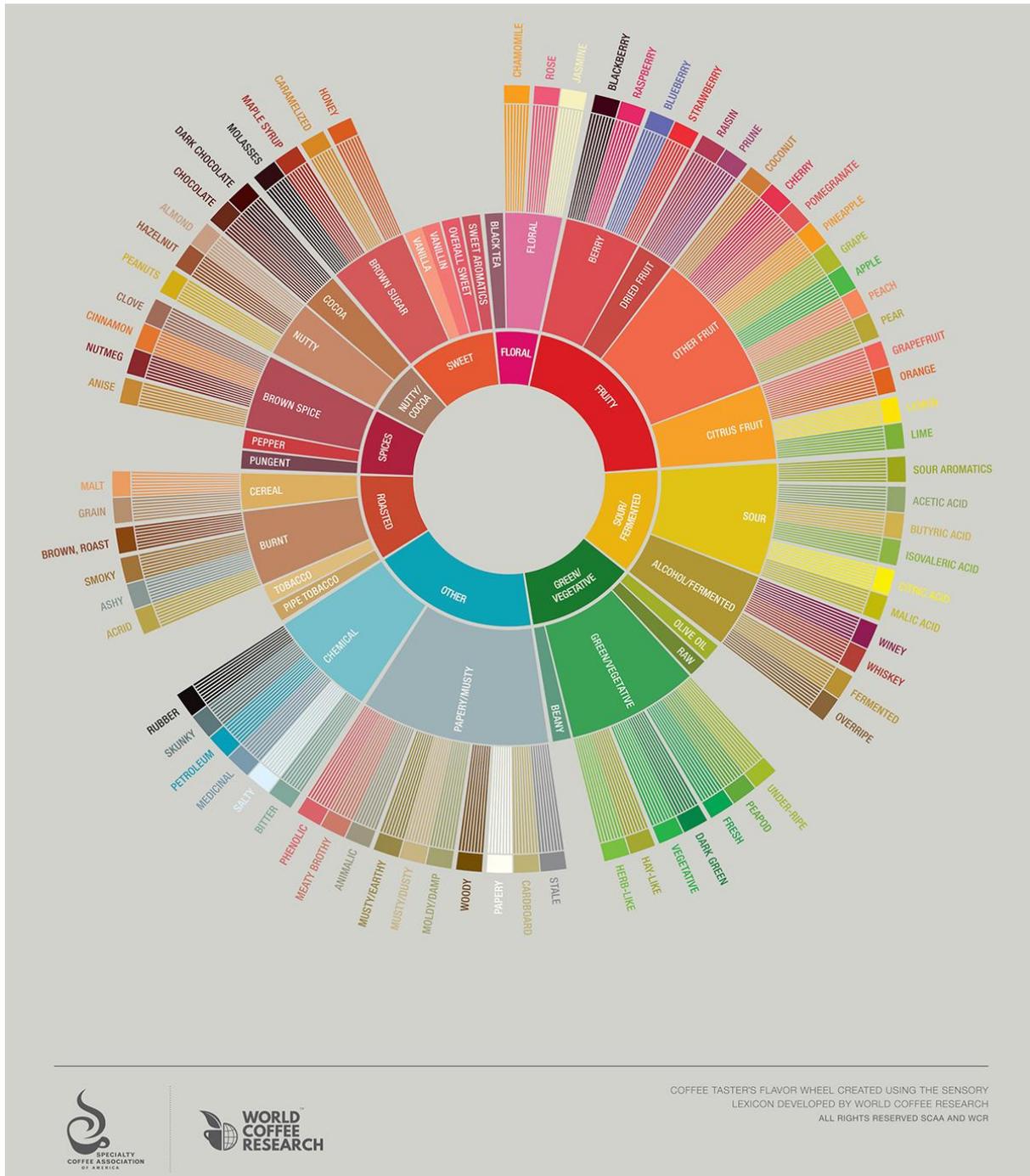


Figura 13 – Roda de Aromas e Sabores desenvolvida pela SCAA
Fonte: SCAA (2016)

2.10.2 Análise Descritiva Quantitativa - ADQ

Para a avaliação de cafés especiais, têm sido adotados métodos descritivos de análises sensoriais pelos quais os degustadores conferem notas a cada atributo da bebida. Desse modo, a Análise Descritiva Quantitativa – ADQ descreve e quantifica os atributos sensoriais de um produto, além de mensurar a intensidade em que elas foram percebidas pelos provadores. Nesse caso, é permitida a descrição

das características sensoriais com precisão em termos matemáticos (LINGLE, 2001).

De acordo com Stone e Sidel (1993), a ADQ é composta pela avaliação de características relacionadas à aparência, ao aroma, à textura e ao sabor, além da avaliação do desempenho individual de cada julgador e da equipe. São utilizados de seis a dez provadores por teste, não necessariamente *experts*, e é aplicada a todo e qualquer produto industrial.

É desejável que os provadores tenham familiaridade com as características sensoriais do produto, pois terão maior desenvoltura durante as avaliações. Além disso, facilita a precisão e o detalhamento das percepções sensoriais. Porém, um provador que tenha familiaridade com as características sensoriais de um produto não é necessariamente um especialista, visto que este não é indicado para participar do painel (CHAVES; SPROESSER, 1996).

O método da ADQ possui, basicamente, as seguintes etapas: recrutamento e pré-seleção de provadores, levantamento dos atributos, treinamento, testes preliminares, seleção, procedimento do teste ADQ e tabulação e análise dos resultados. No caso da avaliação global do café, ela é normatizada pelas Resoluções SAA 30 (SÃO PAULO, 2007a) e 31 (SÃO PAULO, 2007b) e SAA 19 (SÃO PAULO, 2010), que fazem uso de escala não estruturada de 0 a 10 cm para avaliação da fragrância do pó, aroma, defeitos, acidez, amargor, sabor, sabor residual, adstringência e corpo da bebida.

Assim, as referidas Resoluções têm como objetivo fixar a identidade e as características mínimas de qualidade a que deve atender o Café Torrado em Grão e o Café Torrado e Moído e, o qualifica quanto às características sensoriais como café *Gourmet*, Superior, Tradicional e não recomendável (SÃO PAULO, 2007a; SÃO PAULO, 2007b; SÃO PAULO, 2010).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi caracterizar os cafés da espécie *Coffea arabica* L. de diferentes cultivares produzidos em duas faixas de altitude na região do Circuito das Águas Paulista, visando subsidiar futuros estudos de indicação geográfica.

3.2 Objetivos específicos

- I. Caracterizar a região do Circuito das Águas Paulista;
- II. Caracterizar os cafeicultores e suas propriedades;
- III. Descrever os métodos de produção dos cafés;
- IV. Avaliar os atributos físicos, químicos e sensoriais dos cafés.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa é de natureza quali-quantitativa, pois foram realizados experimentos analíticos e entrevistas individuais com os produtores rurais que cederam as amostras.

O projeto foi aprovado pelas Comissões de Ética na Pesquisa Ambiental - CEAP e com Seres Humanos - CEP da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ da Universidade de São Paulo – USP. As respectivas declarações de aprovação estão contidas nos Apêndices A e B deste trabalho.

4.1 Caracterização da região do Circuito das Águas Paulista – CAP

A região do CAP foi caracterizada de acordo com seus aspectos econômicos, de clima, solo e municípios integrantes. Para tanto, foram realizadas consultas a documentos, revisão de literatura e observações.

4.2 Caracterização dos cafeicultores e de suas propriedades

Os cafeicultores e suas propriedades foram caracterizados com base nas informações fornecidas pelos mesmos durante as entrevistas semiestruturadas individuais (presenciais, via telefone ou correio eletrônico), como: faixa etária, conhecimento da produção, idade, tamanho e capacidade produtiva da propriedade (Quadro 1). No total, foram entrevistados 13 produtores.

4.3 Descrição dos métodos de produção dos cafés

A caracterização dos métodos de produção se fez necessária devido às interferências que as práticas empregadas pelos produtores podem gerar na qualidade do grão e, posteriormente, nos atributos sensoriais da bebida de café.

As etapas de colheita e pós-colheita foram realizadas pelos próprios produtores, que empregaram suas práticas habituais. A descrição desses procedimentos também foi registrada a partir da realização das entrevistas com os 13 produtores (Quadro 1). Nesta etapa, foram solicitadas as amostras para a avaliação dos atributos físicos, químicos e sensoriais dos cafés.

| MÓDULOS | QUESTÕES |
|-----------------------------|---|
| TRADIÇÃO E TERRITORIALIDADE | 01. Qual é a sua faixa etária? |
| | 02. Como você aprendeu a produzir café? |
| | 03. Desde quando há produção de café em sua propriedade? |
| | 04. Qual é a idade de sua propriedade? |
| | 05. Quem está envolvido na produção de café em sua propriedade? |
| | 06. Há quantos pés de café na propriedade? |
| | 07. Qual é a produção média (em sacas de 60 Kg) da propriedade por safra? |
| | 08. Qual é o tamanho da propriedade (em hectares)? |
| DESCRIÇÃO DA AMOSTRA | 09. Qual é a cultivar dessa amostra? |
| | 10. Qual era o seu ponto de maturação no momento da colheita? |
| | 11. Qual é a altitude dessa lavoura? |
| | 12. Qual é a face (sol, sombra), o espaçamento e a idade dessa lavoura? |
| PROCESSO DE PRODUÇÃO | 13. Como foi realizada a etapa de colheita? |
| | 14. Como foi feita a etapa de limpeza e separação dos frutos? |
| | 15. Qual foi o tipo de processamento: via seca (natural em coco ou cereja descascado) ou úmida (despolpado)? |
| | 16. Como é realizada a etapa de Secagem? |
| | 17. O café foi levado para o terreiro no mesmo dia da colheita? Foi revolvido constantemente? Foi protegido de chuva e orvalho? |
| | 18. Como é feito o controle de umidade durante a Secagem? |
| | 19. Como é feito o armazenamento do café logo após a Secagem? |
| | 20. Como faz o controle de umidade na tulha? |
| | 21. Após o beneficiamento, como e onde armazena os grãos? |

Quadro 1 - Roteiro para a entrevista individual

4.4 Avaliação dos atributos físicos, químicos e sensoriais dos cafés

Foi realizado estudo experimental analítico com cafés da espécie *Coffea arabica* L. da safra de 2014/2015 produzidos em duas faixas de altitude (abaixo e acima de 1.100 metros) nos municípios que compõem a região do Circuito das Águas Paulista – CAP.

Constituiu-se uma amostra de conveniência considerando-se a facilidade de acesso e a disponibilidade de participação dos cafeicultores que buscam produzir cafés de excelente qualidade na região, com altitudes e cultivares diferentes. Esses produtores, juntamente às entidades locais de apoio ao setor de Agronegócios, integram o Projeto de Identidade Regional do Café do Circuito das Águas Paulista, que tem o objetivo de ampliar a participação da região no mercado de cafés especiais e assim gerar reconhecimento para a mesma como origem produtora.

Dessa forma, o estudo se baseou na interação entre diferentes cultivares (Catucaí Amarelo - CA, Catuaí Vermelho - CV, Obatã - OB, Mundo Novo - MN, Bourbon Amarelo - BA, Icatu Vermelho - IC e Iapar - IPR) e duas faixas de altitude (até 1.100 e acima de 1.100 metros). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constando de 16 amostras (Tabela 4).

Tabela 4 - Delineamento experimental¹

| Amostra | Cultivar | Altitude (metros) |
|----------------|-----------------|--------------------------|
| CA< | CATUCAÍ AMARELO | Até 1.100 |
| CA> | CATUCAÍ AMARELO | Acima de 1.100 |
| CV<1 | CATUAÍ VERMELHO | Até 1.100 |
| CV<2 | CATUAÍ VERMELHO | Até 1.100 |
| CV> | CATUAÍ VERMELHO | Acima de 1.100 |
| OB< | OBATÃ | Até 1.100 |
| OB> | OBATÃ | Acima de 1.100 |
| MN<1 | MUNDO NOVO | Até 1.100 |
| MN<2 | MUNDO NOVO | Até 1.100 |
| MN>1 | MUNDO NOVO | Acima de 1.100 |
| MN>2 | MUNDO NOVO | Acima de 1.100 |
| MN>3 | MUNDO NOVO | Acima de 1.100 |
| BA< | BOURBON AMARELO | Até 1.100 |
| BA> | BOURBON AMARELO | Acima de 1.100 |
| IC> | ICATU VERMELHO | Acima de 1.100 |
| IPR< | IAPAR | Até 1.100 |

¹Legenda: CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catuaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

Para cada uma das 16 amostras, foram cedidos 3 kg de café cru em bica corrida (ou seja, sem seleção por peneiras) de um lote específico da produção, previamente indicado pelo cafeicultor, totalizando 48 kg. As mesmas foram encaminhadas para as análises físicas.

4.4.1 Análises físicas

As análises físicas foram realizadas no Laboratório do Polo Regional Leste Paulista - Monte Alegre do Sul da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA em Monte Alegre do Sul/SP e no Laboratório de Classificação de Café do Sítio Santa Rosa de Lima, em Serra Negra/SP.

Para cada amostra de 3 Kg, foi realizada a quantificação de umidade, classificação e separação dos grãos de acordo com a Instrução Normativa nº 8 de 11 de junho de 2003 (BRASIL, 2003). Posteriormente, foi realizada seleção somente dos grãos que ficaram retidos em peneiras 16 ou acima.

4.4.1.1 Umidade

Para a determinação da umidade, cerca de 100 g de cada amostra foram pesadas em balança de classificação de café. A quantificação foi realizada pelo medidor de umidade modelo GEOLE 400 da marca GEHAKA.

4.4.1.2 Defeitos

Para a determinação dos defeitos, foi utilizada amostra de 300 g de café. Os grãos foram espalhados sobre a tabela de classificação e os que continham defeitos foram separados. Posteriormente, foram classificados por tipo de defeito a partir da equivalência dos grãos aos dados das tabelas que indicam valores, que variam de 1 a 5, de acordo com a imperfeição dos grãos e impurezas (Tabelas 5, 6 e 7 e Anexo A). Essas tabelas tomam por base o grão preto, que é considerado o principal defeito do Brasil (BRASIL, 2003).

Tabela 5 - Classificação do Café Beneficiado Grão Cru quanto à equivalência de defeitos (intrínsecos)

| Defeitos | Quantidade | Equivalência |
|-------------------------------|------------|--------------|
| Grão Preto | 1 | 1 |
| Grãos Ardidos | 2 | 1 |
| Conchas | 3 | 1 |
| Grãos Verdes | 5 | 1 |
| Grãos Quebrados | 5 | 1 |
| Grãos Brocados | 2 a 5 | 1 |
| Grãos Mal Granados ou Chochos | 5 | 1 |

Fonte: Brasil (2003)

Tabela 6 - Classificação do Café Beneficiado Grão Cru quanto à equivalência de impurezas (extrínsecos)

| Impurezas | Quantidade | Equivalência |
|----------------------------|------------|--------------|
| Coco | 1 | 1 |
| Marinheiros | 2 | 5 |
| Pau, Pedra, Torrão grande | 1 | 2 |
| Pau, Pedra, Torrão regular | 1 | 1 |
| Pau, Pedra, Torrão pequeno | 1 | 1 |
| Casca grande | 1 | 1 |
| Cascas pequenas | 2 a 3 | 1 |

Fonte: Brasil (2003)

Tabela 7 - Classificação do Café Beneficiado Grão Cru em Tipo, em função do defeito

| Tipo | Defeitos |
|-------------|-----------------|
| 2 | 4 – 11 |
| 3 | 12- 25 |
| 4 | 26 – 45 |
| 5 | 46 – 85 |
| 6 | 86 – 159 |
| 7 | 160 – 359 |
| 8 | 360 |

Fonte: Brasil (2003)

Em seguida, como os defeitos foram descartados, seguiram para seleção por peneira somente os grãos sem defeito.

4.4.1.3 Seleção por peneira

Após a separação dos defeitos, os grãos foram dispostos em peneiras metálicas (marca Pinhalense – 0,3 x 0,2 m) de 16 e acima, a fim de selecionar somente os grãos retidos para as análises posteriores (Figura 14).



Figura 14 – Seleção por peneira (16 e acima)
Fonte: A autora

4.4.2 Preparo de amostras para as demais análises

Após a etapa de classificação e seleção, as amostras foram encaminhadas para as análises posteriores. Considerando-se que houve descarte de grãos com

defeito e de peneira abaixo de 16, cerca de 1 kg de cada amostra foi encaminhado para as análises sensoriais e, o restante, para as análises químicas. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos à temperatura ambiente (20-25°C) (Figura 15).



Figura 15 – Amostra embalada após a etapa de classificação
Fonte: A autora

4.4.3 Análises químicas

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, em Piracicaba/SP e no Laboratório do Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos - CCQA do Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, em Campinas/SP.

4.4.3.1 Sólidos solúveis totais – SST

Para a determinação de SST, os grãos crus de café foram triturados em moinho analítico martelo da marca IKA A11 BASIC, na presença de nitrogênio líquido, a fim de facilitar o processo de moagem, acrescidos de água e filtrados, na proporção de 1:1 (m/v). Os resultados foram expressos em °Brix, conforme normas da Association of Official Analytical Chemists – AOAC (2010), a partir de determinação em refratômetro digital (marca KRÜSS OPTRONIC e modelo DR201-95). As análises foram realizadas em triplicata.

4.4.3.2 Acidez titulável – AT, Índice de acidez – IA e pH

A AT foi determinada pela titulação potenciométrica com NaOH 0,1N até pH 8,1 de 10 g de grãos crus de café triturados em moinho analítico martelo da marca IKA A11 BASIC, na presença de nitrogênio líquido, a fim de facilitar o processo de moagem, e diluídos em 90 mL de água destilada, sendo que os resultados foram expressos em g de ácido cítrico por 100 g mL⁻¹ de amostra (AT) e em mL de NaOH 0,1 N por 100 g de amostra (IA), para facilitar a comparação com outros estudos da área (CARVALHO et al., 1990). As análises foram realizadas em triplicata.

O pH foi determinado a partir do mesmo extrato utilizado na análise de acidez titulável. Ambos foram mensurados em phmetro (marca TECNAL TEC-3MP) e as análises foram realizadas em triplicata.

4.4.3.3 Compostos fenólicos totais

A determinação dos compostos fenólicos totais foi realizada pelo método de Folin Denis (AOAC, 2010), conforme as etapas a seguir:

- a. Preparação dos extratos: foi pesado 0,05 g das amostras de grãos crus de café triturados em moinho analítico martelo da marca IKA A11 BASIC, na presença de nitrogênio líquido, a fim de facilitar o processo de moagem, e transferidos para tubos de centrifuga devidamente identificados, adicionados de 9,95 mL de metanol 50%. Os tubos foram agitados e colocados em centrifuga (marca EPPENDORF modelo 5810R) a 5°C e 6000 rpm por 10 minutos.
- b. Preparação dos tubos de ensaio para leitura: 100 µL do extrato pronto (pós-centrifuga) foram transferidos para tubos de ensaio devidamente identificados. Posteriormente, foram adicionados 1,6 mL de água destilada e 100 µL de reagente Folin-Denis. Os tubos foram agitados por 30 segundos e reservados em ambiente escuro por 5 minutos. Em seguida, foram adicionados 200 µL de carbonato de sódio 20% (m/v), os tubos foram agitados e mantidos à temperatura ambiente por 30 minutos em local escuro.
- c. Leitura da absorbância: decorrido o tempo, a absorbância foi determinada em 765 nm (Espectrofotômetro JKI, UV-VIS MODE I JK-UVS-752N, China). A concentração de fenólicos totais foi calculada utilizando-se o ácido gálico como padrão, no intervalo de concentrações válido para a equação abaixo:

$$y = 0,0765x + 0,0562$$

$$R^2 = 0,99$$

As análises foram realizadas em quadruplicata e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

4.4.3.4 Açúcares redutores totais

A quantificação de açúcares redutores totais foi realizada pelo método do ácido dinitrossalicílico – DNS, baseado no trabalho de Miller (1959), que modificou o reagente e alterou os procedimentos do método, anteriormente descritos por Sumner e Sisler (1944). Para tanto, foram realizadas as etapas de hidrólise e de determinação de açúcares redutores totais.

- a. Hidrólise: cerca de 1,0 g de cada amostra (grãos crus de café triturados em moinho analítico martelo da marca IKA A11 BASIC, na presença de nitrogênio líquido, a fim de facilitar o processo de moagem) foi transferido para béqueres de 250 mL de capacidade, nos quais foram adicionados 50 mL de água destilada. Após homogeneização, foram adicionados 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Em seguida, após nova homogeneização, os béqueres foram aquecidos em banho-maria a 60°C por 30 minutos. Decorrido este tempo, os béqueres foram resfriados em água corrente até temperatura ambiente. As soluções obtidas foram neutralizadas com hidróxido de sódio 5 N, tendo como indicador o papel de Tornassol. Após a viragem, as soluções foram transferidas para balões volumétricos de 200 mL de capacidade, que foram completados com água destilada. Após a homogeneização, as soluções foram filtradas e encaminhadas para a determinação de açúcares redutores totais no intervalo de concentrações válido para a equação abaixo, obtida pela curva padrão de glicose do método adotado:

$$y = 0,5334x - 0,0047$$

$$R^2 = 0,99$$

- b. Determinação dos açúcares redutores totais: cerca de 0,5 mL de cada solução hidrolisada e 0,5 mL do Reagente DNS foram transferidos para tubos de ensaio de 25 mL (em quadruplicata). As misturas foram homogeneizadas e

os tubos foram colocados em banho-maria de água fervente por 5 minutos. Após a retirada do banho, foram resfriados em água corrente até temperatura ambiente. Em cada tubo, adicionou-se 5,25 mL de água destilada. Em seguida, após nova homogeneização, foram realizadas as leituras das absorvâncias das amostras em Espectrofotômetro (marca JKI, UV-VIS MODE I JK-UVS-752N, China) em 540 nm. As análises foram realizadas em quadruplicata e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

4.4.3.5 Cafeína, Trigonelina e Ácidos clorogênicos totais

Foram utilizados grãos crus de café para a determinação simultânea de teores de cafeína, trigonelina e, para os ácidos clorogênicos (CGA), os isômeros dos ácidos cafeoilquínicos (3-CQA, 4-CQA e 5-CQA). As análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$.

- a. Preparo das amostras: com base no método de extração e limpeza de Trugo e Macrae (1984), as amostras foram moídas em moinho de disco para grãos (marca Perten e modelo Laboratory Mill 3303) e, em seguida, homogeneizadas. Cerca de 0,5 g de pó foi transferido para um balão volumétrico de 100 mL. Foram adicionados 20 mL de solução metanol:água (20:80, v/v) e o balão foi colocado em ultrassom (marca Unique e modelo MaxiClean 1400) por 5 minutos. Posteriormente, foram adicionados 2 mL de solução de Carrez I e 2 mL de solução de Carrez II, e avolumou-se para 100 mL com solução metanol:água (20:80, v/v). O balão foi agitado por 1 minuto, deixado em repouso por 10 minutos e a solução foi filtrada em filtro de 0,45 μm (Millex-HV, Millipore) para posterior injeção no cromatógrafo.
- b. Análise cromatográfica: as análises foram realizadas por cromatografia líquida de alta eficiência com detector de arranjo de diodos. Foi utilizado sistema de cromatográfico Shimadzu composto de bomba modelo LC20AT, degaseificador em linha DGU-20A5, injetor Rheodyne® 7725i, com alça amostradora de 20 μL e detector de arranjo de diodos SPD-M20A com detecção dos compostos nos comprimentos de onda de 272 nm (cafeína e trigonelina) e 324 nm (3-CQA, 4-CQA e 5-CQA). O cromatógrafo foi controlado pelo *software* LCsolution, utilizado para administração do sistema

de aquisição e tratamento de dados. Para a separação dos compostos, foi utilizada coluna C18 (Merck, Lichrosphere 100, 25 x 4 cm, partículas de 5 μm). A eluição foi feita à vazão de 1 mL min^{-1} , utilizando fase móvel composta por A: acetonitrila, e B: água (pH 2,7 ajustado com ácido fosfórico) + 1 g L^{-1} NaH_2PO_4 , no seguinte gradiente: 0 a 25 min: 8% de A, 25 a 30 min: A de 8% a 80%, 30 a 35 min: 80% de A, 35 a 40 min: A de 80% a 8%, 40 a 45 min: 8% de A.

- c. Quantificação: a quantificação de cafeína, trigonelina, 5-CQA e da soma dos isômeros (3-CQA, 4-CQA e 5-CQA) foi feita por padronização externa. As áreas dos picos nos cromatogramas das amostras de café foram comparadas com as áreas obtidas das soluções-padrão de cafeína, trigonelina, de 5-ACQ e da solução dos isômeros de 3-ACQ, 4-ACQ e 5-ACQ. Para tanto, foram utilizadas curvas de calibração externa em seis níveis de concentração: de 0,01 a 0,2 mg mL^{-1} para cafeína e 5-ACQ; de 0,004 a 2,0 para trigonelina e de 0,008 a 0,5 mg mL^{-1} para a solução dos isômeros. Cada padrão foi injetado duas vezes no sistema cromatográfico.

4.4.4 Análises microbiológicas

Todas as amostras de café foram analisadas quanto à presença de contaminantes biológicos, a fim de garantir a segurança dos participantes das análises sensoriais. Para tanto, foram realizadas análises microbiológicas das amostras das bebidas de café no Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP, em Piracicaba/SP.

As amostras foram acondicionadas em frascos plásticos com tampa e etiquetadas com os respectivos códigos para realização da contagem de coliformes totais e termotolerantes (NMP g^{-1}): coliformes totais e *Escherichia coli* pelo método Simplate Biocontrol®.

De acordo com os padrões estabelecidos pela resolução RDC nº12 de 02 de janeiro de 2001 (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA, 2001), a categoria para o produto analisado é: Categoria 12 – PRODUTOS A SEREM CONSUMIDOS APÓS ADIÇÃO DE LÍQUIDO, COM EMPREGO DE CALOR (min. 75°C durante 20 segundos), excluindo os de base láctea e de chocolate (cacau e similares).

4.4.5 Análises sensoriais

Foram utilizados dois métodos de análise sensorial: metodologia da *Specialty Coffee Association of América* – SCAA (2016) e Análise Descritiva Quantitativa – ADQ, a fim de avaliar a qualidade dos cafés por atribuição de pontuação.

4.4.5.1 Metodologia da *Specialty Coffee Association of America* - SCAA

A análise sensorial pela metodologia SCAA (SCAA, 2016) foi realizada no Laboratório do Polo Regional Leste Paulista da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA em Monte Alegre do Sul/SP, por equipe de três provadores certificados.

Esse método se baseia em uma análise sensorial realizada por provadores treinados e qualificados como Juízes Certificados de Cafés Especiais (SCAA *Certified Cupping Judges*, também conhecidos como *Q Graders*) pelo *Coffee Quality Institute* - CQI, utilizando a escala não estruturada de 0 a 10 para a avaliação dos seguintes atributos: fragrância/aroma, acidez, corpo, sabor, sabor residual (finalização), doçura, uniformidade, xícara limpa (ausência de defeitos), equilíbrio (harmonia) e avaliação global (HOWELL, 1998).

Assim, as amostras foram preparadas de acordo com as recomendações dos métodos desenvolvidos por Lingle (2001) e Howell (1998). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em blocos, uma vez que três provadores realizaram a análise sensorial de cada uma das 16 amostras.

4.4.5.1.1 Preparo das Amostras

Cerca de 100 gramas de cada amostra foram torradas em torrador para pequenas amostras (marca Rod-Bel), no máximo, 24 horas antes da degustação, e descansaram por, no mínimo, 8 horas. O processo de torra durou de 08 a 12 minutos, dependendo da umidade de cada amostra de café, sendo a temperatura (de 180 a 240°C) controlada por termômetro digital infravermelho de mira laser (marca Benetech).

A intensidade da torra foi leve-média, verificada visualmente com base no sistema de classificação de cor por meio de discos padronizados (SCAA/*Agtron Roast Color Classification System*). A coloração considerada ideal é próxima a #58 para o grão inteiro e #63 para o moído, com tolerância de ± 1 ponto.

Após a torra, as amostras foram imediatamente resfriadas exclusivamente por ar, em temperatura ambiente. Ao atingirem 20°C, foram novamente selecionadas, eliminando-se todos os grãos com coloração amarelada que destoaram da coloração padrão da amostra. Em seguida, foram estocadas em recipientes fechados, para evitar sua exposição ao ar e contaminações (Figura 16).



Figura 16 – Amostras após a torra
Fonte: A autora

Para a degustação, as amostras foram moídas 15 minutos antes da infusão com água potável até atingir 93°C (temperatura controlada por termômetro digital infravermelho de mira laser - marca Benetech), respeitando-se a concentração ótima para as amostras - 5,5 % m/v (8,25 g em 150 mL de água). Assim, a água foi despejada no café moído, que estava em xícaras de vidro e, após um tempo de espera de 3 a 5 minutos, foi iniciada a avaliação em ambiente calmo, limpo, bem iluminado, sem interferência de aromas e com temperatura confortável.

4.4.5.1.2 Avaliação das amostras e análise dos resultados

Em cada avaliação, foram degustadas cinco xícaras de cada amostra, às quais foram atribuídos dois pontos por xícara por atributo, totalizando, no máximo, 10 pontos para o conjunto de cinco xícaras. Ao final da avaliação de todos os atributos, a pontuação máxima de cada amostra poderia ser de até 100 pontos. Nessa metodologia, os atributos sensoriais avaliados foram (HOWELL, 1998):

- I. Fragrância (proveniente do pó seco) e Aroma (pós-hidratação e pós-quebra da crosta);
- II. Sabor;
- III. Retrogosto (persistência do sabor e qualidade residual);
- IV. Acidez (tipo de ácido, intensidade). Baixa acidez = notas mais baixas;
- V. Corpo (intensidade e qualidade);
- VI. Uniformidade;
- VII. Balanço/Equilíbrio (interação entre Sabor, Corpo e Acidez);
- VIII. Xícara limpa (ausência de defeitos, fermentações e amargor indesejáveis);
- IX. Doçura;
- X. Impressão Geral: memória sensorial do degustador.

Os cafés que obtiveram, em média, notas acima de 80 pontos, foram considerados especiais. Os resultados da avaliação sensorial foram estabelecidos a partir de uma escala que representa os níveis de qualidade, com intervalos de 0,25 pontos (Tabela 8).

Tabela 8 - Classes de qualidade e valores mínimos, intermediários e máximos atribuídos a cada atributo

| Bom | Muito Bom | Excelente | Excepcional |
|------------|------------------|------------------|--------------------|
| 6,00 | 7,00 | 8,00 | 9,00 |
| 6,25 | 7,25 | 8,25 | 9,25 |
| 6,50 | 7,50 | 8,50 | 9,50 |
| 6,75 | 7,75 | 8,75 | 9,75 |

Fonte: SCAA (2016)

A faixa inferior da escala, que se situa entre 2 e 6, é aplicável aos cafés comerciais cujo foco de avaliação são os defeitos da bebida e suas intensidades. Os resultados finais da avaliação sensorial foram expressos de acordo com a escala de classificação da SCAA, apresentada na Tabela 9.

Tabela 9 - Escala de classificação para análise sensorial de cafés especiais, conforme protocolo SCAA

| Pontuação total | Descrição | Classificação |
|-----------------|-------------|------------------------------------|
| 95-100 | Exemplar | Especialidade <i>super premium</i> |
| 90-94 | Excepcional | Especialidade <i>premium</i> |
| 85-89 | Excelente | Especialidade |
| 80-84 | Muito bom | Especial |
| 75-79 | Bom | Qualidade boa normal |
| 70-74 | Fraco | Qualidade média |
| 60-70 | | <i>Exchange</i> |
| 50-60 | | Comercial |
| 40-50 | | Nota baixa |
| <40 | | Sem nota |

Fonte: SCAA (2016)

4.4.5.2 Análise Descritiva Quantitativa – ADQ

As análises referentes ao método de ADQ foram realizadas no Laboratório de Análises Físicas, Sensoriais e Estatística do CCQA/ITAL, em Campinas/SP.

4.4.5.2.1 Preparo das amostras

As amostras foram torradas em torrador de 4 kg de capacidade da marca Pinhalense, na unidade de torrefação do Sítio Santa Rosa de Lima, em Serra Negra/SP. O controle de temperatura foi realizado com termômetro digital infravermelho de mira laser (marca Benetech) e o tempo de torra variou de 10 a 12 minutos, conforme umidade do café, não passando de 190°C, com picos de torra de 210°C.

Após a torra, as amostras em grão foram imediatamente resfriadas exclusivamente por ar, em temperatura ambiente, e embaladas em sacos sanfonados com válvula. Posteriormente, foram congeladas por, aproximadamente um mês, até a sua utilização.

Para a análise sensorial, as amostras foram moídas em moinho (marca La Spaziale, modelo Top e número de série: 07L01422) até moagem entre 1 e 2, com o moinho rosqueado até o fim, e preparadas por percolação com uso de filtro de papel, utilizando-se a proporção de 50 g de pó de café para 0,5 L de água mineral a 92°C (temperatura controlada por termômetro digital tipo espeto, marca Incoterm, modelo 9227.16.0.00).

4.4.5.2.2 Avaliação das amostras e análise dos resultados

A análise foi realizada individualmente em cabines com iluminação vermelha e equipadas com o sistema computadorizado Compusense Five versão 5.6 para coleta dos dados, sendo a amostra apresentada com código de três algarismos aleatórios e avaliada em relação a uma amostra de referência sensorial conhecida (“Tradicional” - “Superior” - “*Gourmet*”).

Para este método, foi realizado delineamento de blocos completos aleatorizados com apresentação parcial das amostras em 11 sessões, sendo três amostras apresentadas em cada sessão. A equipe selecionada e treinada, composta por oito julgadores, avaliou as 16 amostras em duas repetições.

A equipe selecionada e treinada (descrever) pelo Laboratório de Análises Físicas, Sensoriais e Estatística do CCQA/ITAL, em Campinas/SP, fez uso de escala não estruturada de 0 a 10 cm para avaliação da fragrância do pó, aroma, defeitos, acidez, amargor, sabor, sabor residual, adstringência e corpo da bebida, com avaliação final da qualidade global da bebida do café, conforme terminologia apresentada a seguir (SÃO PAULO, 2007a, 2007b, 2010).

- a. **Fragrância:** percepção olfativa causada pelos gases liberados do café torrado e moído, conforme os compostos aromáticos são inalados pelo nariz.
 - Fraco: quando a percepção dos gases liberados lembra a café velho, perda de frescor.
 - Forte: quando a percepção dos gases liberados lembra a café fresco altamente desejável, intenso.
- b. **Aroma característico da bebida:** percepção olfativa causada pelos voláteis liberados da bebida do café ainda quente, conforme são inalados pelo nariz e por via retronasal durante sua degustação.
 - Fraco: quando a percepção dos voláteis lembra pouco a odor característico de café e indesejável devido à presença de odores estranhos (remédio, queimado, cinzas, resina).
 - Forte: quando a percepção dos voláteis lembra a odor característico de bebida de café (nozes, cereal, malte, pão torrado, caramelo, chocolate) recém preparado e desejável.
- c. **Defeitos da bebida:** Defeitos percebidos na degustação da bebida do café produzida por impurezas e grãos defeituosos do café.

- Nenhum: bebida suave, fina, delicada, característico de café, livre de defeitos e impurezas.
 - Intenso: odor e sabor intenso de terra, mofo, rançoso, borracha, tabaco, queimado, madeira, azedo, fermentado, conferidos pelos grãos defeituosos ou ardido, preto e verde e impurezas como terra, areia, paus e cascas.
- d. Acidez: percepção causada por substâncias como ácido clorogênico, cítrico, málico e tartárico que produzem sabor ácido. Percebido nos lados posteriores da língua.
- Fraco: pouco ácido.
 - Forte: muito ácido.
- e. Amargor: percepção de gosto causada por substâncias como cafeína, trigonelina, ácidos cafeico e quínico e outros compostos fenólicos que produzem o gosto amargo. É percebido no fundo da língua. Este gosto é considerado desejável até certo ponto. É afetado pelo grau de torração e pelo método de preparo da bebida. Quanto mais escuro é o ponto de torra, mais amargo é o café.
- Fraco: pouco amargo.
 - Forte: muito amargo.
- f. Sabor característico da bebida: sensação causada pelos compostos químicos da bebida do café quando introduzida na boca.
- Fraco: quando a percepção é de bebida com perda de sabor de café e com presença de sabor estranho do tipo, terra, fermentado, medicinal, oxidado, borracha queimada, herbáceo, etc.
 - Forte: quando a percepção é de bebida com sabor característico de café e livre de sabores estranhos lembrando a caramelo, chocolate, nozes, pão torrado.
- g. Sabor residual: persistência da sensação de sabor após a ingestão da bebida de café.
- Fraco: quando a sensação residual é de queimado, indesejável.
 - Forte: quando a sensação residual é agradável, doce e ácida, limpa.
- h. Corpo: é a percepção tátil de oleosidade, viscosidade na boca.
- Fraco: significa que a bebida é rala, aguada, faltando consistência.

- Forte: significa que a bebida é concentrada, viscosa.
- i. Adstringência: é a sensação de secura na boca deixada após a sua ingestão.
 - Fraco: bebida suave.
 - Forte: bebida muito áspera, adstringente.
- j. Qualidade global: é a percepção conjunta dos aromas da bebida e de seu grau de intensidade, sendo que quanto mais aromático, melhor é a qualidade do café; dos sabores característicos do café; de um amargor típico, mas não o resultante da excessiva torra do grão (ou carbonização); da presença não preponderante do gosto dos grãos defeituosos (verdes escuros, pretos, ardidos) ou de sua inexistência, para o caso dos cafés gourmet; da inexistência do gosto característico de grãos fermentados, podres ou preto-verdes; do equilíbrio e da harmonia da bebida, tudo se traduzindo numa sensação agradável durante e após a degustação.

Para conclusão quanto à qualidade do produto, foi considerado o sistema de classificação definido nas Normas de Padrões Mínimos de Qualidade para Café Torrado em Grão e Torrado e Moído segundo Resoluções SAA 30 e 31 (SÃO PAULO, 2007a; SÃO PAULO, 2007b) e SAA 19 (SÃO PAULO, 2010), que considera o intervalo entre 7,3 e 10,0 da escala de qualidade como “Cafés *Gourmet*”; intervalo entre 6,0 e 7,2 como “Cafés Superiores”; intervalo entre 4,5 e 5,9 como “Cafés Tradicionais” e a nota de qualidade global mínima recomendável para fornecimento de 4,5, com a escala de qualidade global (Figura 17). A ficha completa de avaliação utilizada por cada provador consta no Anexo C.

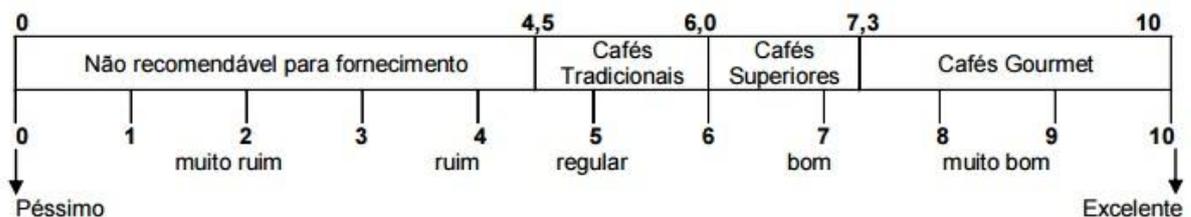


Figura 17 - Escala de qualidade global para Análise Descritiva Quantitativa - ADQ
Fonte: São Paulo (2007a, 2007b, 2010)

Na tabela 10 e no Quadro 2, são detalhadas as notas de cada atributo e sua correspondência com os tipos de qualidade (SÃO PAULO, 2007a, 2007b, 2010).

Tabela 10 – Correspondência entre nota dos atributos e qualidade da bebida

| Atributos | Não recomendável | Tradicional | Superior | Gourmet |
|------------------|------------------|-------------|----------|---------|
| Fragrância | 2,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 |
| Aroma | 2,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 |
| Defeitos | 8,0 | 5,0 | 3,0 | 0,0 |
| Acidez | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 |
| Amargor | 8,0 | 5,0 | 4,0 | 3,0 |
| Sabor | 2,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 |
| Sabor residual | 2,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 |
| Adstringência | 7,0 | 5,0 | 3,0 | 0,0 |
| Corpo | 4,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 |
| Qualidade global | 3,0 | 5,0 | 7,0 | 8,0 |

Fonte: São Paulo (2007a, 2007b, 2010)

| Atributos | Tradicional | Superior | Gourmet |
|------------------|-------------------------------|--|-------------------------------------|
| Aroma | Fraco a moderado | Característico | Característico, marcante e intenso |
| Acidez | Baixa | Baixa a moderada | Baixa e alta |
| Amargor | Fraco a moderadamente intenso | Moderado | Típico |
| Sabor | Razoavelmente característico | Característico e equilibrado | Característico, equilibrado e limpo |
| Sabor estranho | Moderado | Livres de sabor de fermentado, mofado e de terra | Livres de sabor estranho |
| Adstringência | Moderada | Baixa | Nenhuma |
| Corpo | Pouco encorpado a encorpado | Razoavelmente encorpado | Encorpado, redondo e suave |
| Qualidade global | Regular a Ligeiramente Bom | Razoavelmente bom a bom | Muito bom a excelente |

Quadro 2 - Correspondência entre características dos atributos e qualidade da bebida

Fonte: São Paulo (2007a, 2007b, 2010)

4.4.5.2.3 Frequência de eliciações dos termos descritivos na avaliação sensorial

Além da ADQ, foi aplicada a técnica descritiva por citação de termos, que foram selecionados a partir da avaliação com *focus group*, ou seja, discussão moderada entre integrantes do grupo focal sobre os termos presentes na roda de aromas e sabores da SCAA (SCAA, 2016).

Foram então selecionados 22 termos (Doce, Ácido, Amargo, Pouco doce, Pouco ácido, Pouco amargo, Adstringente, Nozes/Avelã, Chocolate, Ralo, Sabor residual característico de café, Floral/Frutado, Fumaça/Fumo, Forte, Fraco,

Queimado, Caramelo, Herbáceo/Chá, Encorpado, Sabor residual estranho, Tempero/Pimenta do reino/Noz moscada e Químico/Resinoso/Remédio). Desses, apenas nove foram citados por mais de 20% dos avaliadores, para os quais foi realizado o Teste estatístico de Cochram.

4.4.6 Análise estatística

O conjunto de dados obtidos nas análises químicas foi submetido à Análise da Variância - ANOVA para o teste F e à diferença estatística das médias ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. Para tanto, foram realizados os testes de normalidade e de homogeneidade da variância somente para os resultados de pH, SST, AT, IA, compostos fenólicos totais e cafeína.

Os dados das análises sensoriais foram também submetidos à ANOVA para o teste F e ao teste de Tukey, além dos tratamentos matemáticos e estatísticos multivariados: Análise de Agrupamento Aglomerativo Hierárquico – AAH e Análise de Componentes Principais – ACP.

Os resultados da análise de frequência de eliciações da análise sensorial do método ADQ foram submetidos ao Teste de Cochran, que determina se há uma diferença entre as variâncias de um grupo de amostras usando a razão entre a maior variância e a soma de todas as variâncias das amostras (incluindo a maior).

Os softwares estatísticos utilizados foram: *Statistical Analysis System* – SAS 9.3 (SAS, 2011) e XLSTAT (ADDINSOFT, 2015).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização da região do Circuito das Águas Paulista – CAP

A história da região do CAP se iniciou no período em que se formavam rotas para os tropeiros que se dirigiam para as regiões de exploração de ouro em Minas Gerais e Goiás, no século XIX. Seu crescimento ocorreu em decorrência do plantio e da comercialização do café em grande escala, expandindo a atividade no sudeste do Estado de São Paulo, o que atraiu ramais ferroviários e estações até Amparo (1875), Jaguariúna (1893), Monte Alegre (1890), Pedreira (1875), Serra Negra (1892) e Socorro (1909) (CAP, 2015).

Segundo dados do Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA (SÃO PAULO, 2008), há cerca de 1.805 propriedades de café em 8.905,3 hectares, aproximadamente, nessa região.

O CAP é reconhecido pelo seu potencial de produção agropecuária, sendo composto por nove municípios (Tabela 11 e Figura 18), que estão localizados ao leste do Estado de São Paulo, próximos à fronteira sul com o Estado de Minas Gerais e ao eixo Campinas-São Paulo (território urbano responsável pela maior parte da renda e do consumo do Brasil) (CAP, 2015; EMBRAPA, 2015).

Tabela 11 – Municípios que integram o CAP e suas respectivas Latitude/Longitude

| Município | Latitude/Longitude |
|---------------------|-----------------------------|
| Águas de Lindóia | 22° 28' 35" S/46° 37' 58" W |
| Lindóia | 22° 31' 23" S/46° 39' 00" W |
| Socorro | 22° 35' 29" S/46° 31' 44" W |
| Serra Negra | 22° 36' 44" S/46° 42' 02" W |
| Holambra | 22° 37' 59" S/47° 03' 20" W |
| Monte Alegre do Sul | 22° 40' 55" S/46° 40' 51" W |
| Amparo | 22° 42' 04" S/46° 45' 52" W |
| Jaguariúna | 22° 42' 20" S/46° 59' 09" W |
| Pedreira | 22° 44' 31" S/46° 54' 05" W |

Fonte: CAP (2015); EMBRAPA (2015)

A região está localizada na Serra da Mantiqueira, nos vales e montanhas do Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros, onde passam os rios Mogi-Guaçu, do Peixe e Jaguari. Seu clima é o Tropical de Altitude (ameno, com temperaturas anuais entre 13°C - mínima média e 26°C - máxima média), favorecendo assim a cafeicultura na região. Alguns de seus municípios estão localizados em áreas de até

Segundo a classificação climática de Koeppen, baseada em dados mensais pluviométricos e termométricos, o estado de São Paulo abrange sete tipos climáticos distintos, a maioria correspondente ao clima úmido. Assim, o tipo dominante na maior área é o *Cwa*, que abrange a região do Circuito das Águas Paulista, sendo caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno. A pluviometria anual é de, em média, 1.533,9 milímetros (CEPAGRI, 2015).

De acordo com o Sistema de Observação e Monitoramento da Agricultura no Brasil (EMBRAPA, 2016), o solo da região do CAP é do tipo Argissolo Vermelho, caracterizado pela diferenciação entre as camadas ou horizontes devido ao aumento dos teores de argila em profundidade. Também apresenta cor mais forte (amarelada, brunada ou avermelhada), maior coesão, plasticidade e pegajosidade em profundidade devido ao maior teor de argila. Sua fertilidade é variável, pois depende de seu material de origem, e sua retenção de água é maior nas camadas abaixo da superfície. Apresenta elevada susceptibilidade à erosão, exigindo práticas intensivas de controle no manejo agrícola (INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS, 2016).

O café de montanha cultivado no CAP é caracterizado pela dificuldade de manejo e de mecanização, o que faz com que grande parte dos processos seja realizada manualmente. Assim, devido às suas características edafoclimáticas citadas, a região apresenta grande potencial de produção de cafés diferenciados.

Ademais, em conjunto com o potencial agropecuário, sobretudo a produção de cafés de alta qualidade, o CAP é reconhecido por suas águas termais, que possuem propriedades minerais. Desse modo, as cidades se desenvolveram, fomentando o turismo associado ao tratamento hidroterápico nas estações termais. Das nove cidades, seis são consideradas Estâncias Hidrominerais devido às suas fontes naturais de água mineral: Águas de Lindóia, Amparo, Lindóia, Monte Alegre do Sul, Serra Negra e Socorro (CAP, 2015).

Atualmente, a região é considerada uma das mais importantes do Estado de São Paulo no que se refere ao turismo, recebendo anualmente sete milhões de turistas e contando com uma das melhores infraestruturas hoteleiras e de atrativos turísticos (história, tradição, fazendas centenárias, linha ferroviária, cachoeiras, rios, trilhas, turismo rural e de aventura, águas termais e cultivo de café) (CAP, 2015).

5.2 Caracterização do perfil dos cafeicultores e de suas propriedades

A partir das entrevistas individuais com os 13 cafeicultores do CAP que participaram da pesquisa, foram observadas as seguintes características:

- a) A faixa etária varia de 34 a 75 anos.
- b) No que se refere à forma de aprendizado do cultivo, 46% dos produtores declararam ter aprendido a produzir café com a sua família e, os demais (54%), por meio de troca de experiências com outros produtores, capacitações, consultorias, auxílio de técnicos da área e universidades.
- c) Quanto aos envolvidos no processo produtivo de café, 7,7% declararam contar somente com a família para a produção; 61,5% declararam contar com o apoio da família e de funcionários; e 30,8% somente com funcionários contratados.

Os resultados mostram que o perfil de produtores da região é diversificado. O processo de sucessão familiar bem como a produção de café em conjunto com os membros da família é expressivo. Contudo, a maior parte (54%) dos cafeicultores participantes da pesquisa iniciou suas atividades na cadeia do café por considerarem uma oportunidade de negócio e todos declararam buscar a diversificação de mercado a partir de agregação de valor ao produto.

Quanto ao início da produção de café na propriedade, a maior parte dos cafeicultores participantes da pesquisa iniciou entre 05 e 13 anos atrás (Tabela 12). Somente um deles iniciou há mais tempo (30 anos). Quanto à idade das propriedades, duas delas são centenárias.

A quantidade de pés de café por unidade produtora variou de 4.000 a 641.000, sendo que o volume de produção média na safra de 2014/2015 foi de 30 a 3.000 sacas de 60 Kg. O tamanho das propriedades variou de 4,2 a 600,0 hectares.

Conforme Minayo e Sanches (1993), todos os agentes são sujeitos nesse tipo de estudo, portanto, a análise é subjetiva. Segundo Glazier (1992), a pesquisa qualitativa não depende de análise estatística para inferências.

Tabela 12 – Características das propriedades de produção de café participantes da pesquisa

| Amostra ¹ | Início da produção ² | Idade da propriedade (Anos) | Pés de café (Nº) | Produção média por safra (Sacas de 60 Kg) | Tamanho total da propriedade (Hectares) |
|----------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------|---|---|
| CA< | 2003 | 16 | 23.000 | 43 | 6,8 |
| CA> | 2006 | 10 | 32.000 | 1.300 | 8,5 |
| CV<1 | 2011 | 30 | 12.000 | 200 | 38,0 |
| CV<2 | 2012 | 03 | 4.000 | 30 | 21,5 |
| CV> | 2003 | 14 | 10.000 | 45 | 4,2 |
| OB< | 2003 | 16 | 23.000 | 43 | 6,8 |
| OB> | 2007 | 100 | 40.000 | 750 | 35,0 |
| MN<1 | 1986 | 49 | 68.000 | 1.000 | 60,0 |
| MN<2 | 2009 | 45 | 47.000 | 750 | 40,0 |
| MN>1 | 2007 | 100 | 40.000 | 750 | 35,0 |
| MN>2 | 2007 | 100 | 40.000 | 750 | 35,0 |
| MN>3 | 2011 | 36 | 230.000 | 1.300 | 370,0 |
| BA< | 2009 | 40 | 641.000 | 3.000 | 600,0 |
| BA> | 2007 | 11 | 100.000 | 1.000 | 110,0 |
| IC> | 2005 | 200 | 50.000 | 450 | 100,0 |
| IPR< | 2005 | 56 | 13.000 | 190 | 8,0 |

¹Legenda: CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catuaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

²Proprietário atual

5.3 Descrição dos métodos de produção dos cafés

Conforme Tabela 13, os métodos de produção empregados pelos cafeicultores são semelhantes. Verificou-se que as lavouras estão localizadas em áreas expostas ao sol, exceto a de IPR<, que está voltada para o Sul. Essa informação é importante pelo fato de a insolação aumentar a velocidade de maturação dos frutos e favorecer a sua uniformidade.

Quanto à idade das lavouras, três delas são as mais antigas (20 a 30 anos), pois as demais possuem idade entre 05 e 15 anos. De acordo com o “Guia do cafeicultor”, elaborado pela Fundação Prócafé, FAERJ e SEBRAE-RJ (2016), lavouras novas são mais produtivas, apresentam facilidade no seu trato e colheita, sendo, portanto, mais rentáveis. Além disso, à medida que os cafezais envelhecem, ocorre o acúmulo de pragas de solo, o que desequilibra os seus nutrientes e, conseqüentemente, diminui a quantidade de ramos e produtividade das plantas de

café. Nesse caso, as lavouras podem ser recuperadas por podas, tratos especiais e plantio de novas áreas.

Borges, Jorge e Noronha (2002), ao estudarem a influência da idade da planta e da maturação dos frutos na qualidade do café, constataram que a melhor classificação comercial foi dos lotes de três anos em relação aos lotes de 12 anos, sem influência dos diferentes estágios de maturação. De maneira geral, os lotes de plantas mais jovens tiveram maior aceitabilidade, tendo como parâmetros as classificações por tamanho e por tipo e pela bebida.

Quanto ao espaçamento das lavouras estudadas, houve variação entre elas (Tabela 13). Contudo, estão de acordo com recomendações do “Guia do cafeicultor” (FUNDAÇÃO PRÓCAFÉ; FAERJ; SEBRAE-RJ, 2016), que, para áreas de montanha, indicam o emprego de espaçamentos mais adensados, como de 1,7–2,5 m x 0,5-0,7 m, ou mesmo semi-adensados, abrindo um pouco na rua, para 2,5-3,0 m.

Os processos de colheita e pós-colheita foram realizados pelos próprios produtores, empregando-se suas práticas habituais. A partir das informações coletadas (Tabela 13), verificou-se que todos realizaram colheita com derriçador ou manual sobre o pano e levaram no mesmo dia para o terreiro, buscando-se evitar contaminações e, conseqüentemente, fermentações e degradações indesejadas. Somente as amostras de via úmida não foram no mesmo dia para o terreiro.

O ponto de maturação no momento da colheita foi o cereja (mínimo de 80-85%) para 62,5% das amostras; 50% de cereja para uma amostra - BA< (6,25%); cereja para passa para 18,75% das amostras; passa, bem maduro, para uma amostra - IC> (6,25); e diferentes estádios para uma amostra – CV> (6,25%) (Tabela 13).

Para identificar o momento ideal de colheita, a maioria dos produtores relatou realizar a contagem por amostragem, seja numa planta inteira, seja pelo teste de tábua (coleta de 100 frutos aleatórios para contagem dos verdes e maduros e posterior conversão em porcentagem). Segundo Simões, Faroni e Queiroz (2008), ao avaliarem a qualidade final de café em coco processado por via seca cultivados em Minas Gerais, observaram que, quanto maior for o percentual de frutos cereja, melhor será a qualidade de bebida do café.

No que se refere ao preparo das amostras para a secagem, a maior parte passou pela via seca, e somente quatro pela via úmida (cereja desmucilado). Na

secagem, foram utilizados terreiros ou combinações de terreiro e secador. Somente as amostras MN>3 e BA< passaram por terreiros em estufa e suspenso, respectivamente. Assim, nos terreiros (pavimentados e de fácil higienização), todos os cafeicultores declararam realizar o revolvimento dos frutos constantemente (no mínimo, 10 vezes ao dia), além de evitar contato com as chuvas e o orvalho, protegendo-os (Tabela 13). De acordo com Casal (2004) e EMBRAPA (2006), essas medidas são imprescindíveis para preservar as características dos grãos e evitar o crescimento de fungos produtores de micotoxinas, contribuindo para a manutenção de sua qualidade final.

Quanto ao controle de umidade durante o processo de secagem, a maioria dos produtores relatou utilizar o medidor Gehaka, exceto os das amostras CV<1 e CV<2, que afirmaram realizar o controle visualmente (aparência do grão). Após a secagem, os cafeicultores mencionaram armazenar os grãos em sacarias sobre páletes nas telhas de madeira, alvenaria ou aço e, após o beneficiamento, em sacarias de juta ou estopa sobre páletes em barracão de alvenaria, cooperativa ou telha (Tabela 13).

Dessa maneira, a partir das informações coletadas durante as entrevistas semiestruturadas com os produtores, verificou-se que a maior parte dos mesmos conduz a sua produção de café de acordo com os requisitos mínimos para obtenção de produtos de alta qualidade. Contudo, podem ocorrer variações no processo produtivo que não foram detalhadas neste estudo.

Tabela 13 – Características dos métodos de produção de café nas propriedades estudadas

(continua)

| Amostra ¹ | Face | Espaçamento (metros) | Idade da lavoura (Anos) | Ponto de maturação na Colheita | Colheita | Limpeza e Separação | Preparo | Secagem | Transporte, Revolvimento e Proteção | Controle de Umidade | Armazenamento |
|----------------------|-------|----------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|----------|---|---------------------|---|
| CA< | Sol | 2,50 x 0,80 | 11-13 | Cereja 85% maduro | Manual sobre o pano | Lavador e Separador | Cereja Desmucilado Via Úmida | Terreiro | Revolvimento contínuo Proteção de chuvas | Medidor de umidade | Tulha horizontal e Sacaria de juta com polietileno grau alimentar |
| CA> | Sol | 2,50 x 1,00 | 10 | Cereja | Manual sobre o pano | Lavador | Natural em coco Via Seca | Terreiro | No mesmo dia para o terreiro Revolvimento contínuo Proteção de chuvas | Medidor de umidade | Armazenamento em local pequeno, com pouca ventilação |
| CV<1 | Norte | 3,00 x 1,00 | 30 | Cereja | Manual sobre o pano | Abanador e Lavador | Natural em coco Via Seca | Terreiro | No mesmo dia para o terreiro Revolvimento contínuo Proteção de chuvas | Visual | Sacas sobre páletes em barracão de alvenaria |
| CV<2 | Sol | 2,5 x 1,0 | 03 | Cereja | Manual e seletiva | Não possui | Natural em coco Via Seca | Terreiro | No mesmo dia para o terreiro Revolvimento contínuo Proteção de chuvas | Visual | Sacas de juta sobre páletes na tulha de alvenaria |

Tabela 13 – Características dos métodos de produção de café nas propriedades estudadas

(continuação)

| Amostra ¹ | Face | Espaçamento (metros) | Idade da lavoura (Anos) | Ponto de maturação na Colheita | Colheita | Limpeza e Separação | Preparo | Secagem | Transporte, Revolvimento e Proteção | Controle de Umidade | Armazenamento |
|----------------------|------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|---|---------------------|---|
| CV> | Sol | 2,00 x 1,50 2,00 x 1,00 | 13 12 | Verde cana, cereja e boia | Manual sobre o pano | Abanador e Lavador | Natural em coco Via Seca | Terreiro | No mesmo dia para o terreiro Revolvimento contínuo Proteção de chuvas | Medidor de umidade | Sacos plásticos sobre páletes na tulha |
| OB< | Sol | 2,50 x 0,80 | 11-13 | Cereja 85% maduro | Manual sobre o pano | Lavador e Separador | Cereja Desmucilado Via Úmida | Terreiro | Revolvimento contínuo Proteção de chuvas | Medidor de umidade | Tulha horizontal Sacaria de juta com polietileno grau alimentar |
| OB> | Sol | 3,20 x 1,00 | 09 | Cereja para passa | Manual sobre o pano | Não utilizou Abanador e Lavador | Natural em coco Via Seca | Terreiro e Secador | No mesmo dia para o terreiro Revolvimento contínuo Proteção de chuvas | Medidor de umidade | Tulha de madeira e alvenaria Plástico para proteção Sacas em barracão |
| MN<1 | Sol | 3,50 x 2,50 | 30 | Cereja 80% maduro | Derriçador manual sobre o pano | Lavador | Natural em coco Via Seca | Terreiro | No mesmo dia para o terreiro Revolvimento contínuo Proteção de chuvas | Medidor de umidade | Tulha de madeira Sacas em barracão |

Tabela 13 – Características dos métodos de produção de café nas propriedades estudadas

(continuação)

| Amostra ¹ | Face | Espaçamento (metros) | Idade da lavoura (Anos) | Ponto de maturação na Colheita | Colheita | Limpeza e Separação | Preparo | Secagem | Transporte, Revolvimento e Proteção | Controle de Umidade | Armazenamento |
|----------------------|------|----------------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------|---|---------------------|---|
| MN<2 | Sol | 2,50 x 3,50 | 25 | Cereja 80% maduro | Derriçador manual sobre o pano | Abanador e Lavador | Natural em coco Via Seca | Terreiro e Secador | No mesmo dia para o terreiro Revolvimento contínuo Proteção de chuvas | Medidor de umidade | Tulha de alvenaria Paredes forradas com lona preta |
| MN>1 | Sol | 3,00 x 3,00 | 09 | Cereja para passa | Manual sobre o pano | Não utilizou Abanador e Lavador | Natural em coco Via Seca | Terreiro e Secador | No mesmo dia para o terreiro Revolvimento contínuo Proteção de chuvas | Medidor de umidade | Tulha de madeira e alvenaria Plástico de proteção Sacas em barracão |
| MN>2 | Sol | 3,00 x 3,00 | 09 | Cereja para passa | Manual sobre o pano | Não utilizou Abanador e Lavador | Natural em coco Via Seca | Terreiro e Secador | No mesmo dia para o terreiro Revolvimento contínuo Proteção de chuvas | Medidor de umidade | Tulha de madeira e alvenaria Plástico para proteção Sacas em barracão |
| MN>3 | Sol | 3,50 x 0,70 | 05 | Cereja 80% maduro | Manual e Derriçador sobre o pano | Abanador e Lavador | Cereja Desmucilado Via Úmida | Terreiro em estufa | Revolvimento contínuo Proteção de chuvas | Medidor de umidade | Tulha de madeira (compensado naval) |

Tabela 13 – Características dos métodos de produção de café nas propriedades estudadas

| Amostra ¹ | Face | Espaçamento (metros) | Idade da lavoura (Anos) | Ponto de maturação na Colheita | Colheita | Limpeza e Separação | Preparo | Secagem | Transporte, Revolvimento e Proteção | Controle de Umidade | Armazenamento (conclusão) |
|----------------------|-------------|----------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|---|---------------------|---|
| BA< | Sol | 2,50 x 0,60 | 06 | Cereja 50% | Manual sobre o pano | Abanador e Lavador | Cereja Desmucilado Via Úmida | Terreiro Suspenso e Secador | Revolvimento contínuo Proteção de chuvas | Medidor de umidade | Tulha de chapa de aço e em <i>bags</i> |
| BA> | Norte Sol | 3,60 x 0,90 | 07 | Cereja | Manual sobre o pano | Lavador | Natural em coco Via Seca | Terreiro e Secador | No mesmo dia para o terreiro Revolvimento contínuo Proteção de chuvas | Medidor de umidade | Tulha de madeira (compensado naval) e em sacos de juta |
| IC> | Sol | 1,50 x 2,00 | 20 | Passa Bem maduro | Manual sobre o pano | Abanador e Lavador | Natural em coco Via Seca | Terreiro | No mesmo dia para o terreiro Revolvimento contínuo Não tomou chuva | Medidor de umidade | <i>Bags</i> sobre páletes de madeira cobertos por pano em galpão fechado ou cooperativa |
| IPR< | Sul Sem Sol | 2,00 x 1,00 | 11 | Cereja 80% maduro | Manual e Derrçador sobre o pano | Abanador | Natural em coco Via Seca | Terreiro | No mesmo dia para o terreiro Revolvimento contínuo Não tomou chuva | Medidor de umidade | Caixa de madeira/tulha de alvenaria. Sacas de juta sobre páletes protegidas com lona |

¹Legenda: CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catuaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

5.4 Análises físicas

Conforme dados da Tabela 14, todas as amostras apresentaram teor de umidade dentro do padrão exigido pela legislação vigente (BRASIL, 2003), variando de 11,20 a 12,50%. Já a quantidade de defeitos encontrados, variou de 06 a 185, sendo os grãos classificados entre os Tipos 2 e 7 (BRASIL, 2003).

A catação variou de 2 a 30% e a quantidade de grãos em peneira 16 e acima variou de 43 a 94%. Isso demonstra que, provavelmente, alguns produtores haviam realizado as etapas de classificação e seleção anteriormente.

Tabela 14 – Umidade, número e tipos de defeito, catação e classificação por peneira

| Amostra ¹ | Umidade (%) | Defeito (Nº) | Tipo | Catação (%) | Peneira 16 e acima (%) |
|----------------------|-------------|--------------|------|-------------|------------------------|
| CA< | 11,80 | 018 | 3 | 05 | 78 |
| CA> | 12,00 | 185 | 7 | 24 | 43 |
| CV<1 | 11,20 | 180 | 7 | 30 | 43 |
| CV<2 | 12,10 | 110 | 6 | 15 | 55 |
| CV> | 11,70 | 053 | 5 | 12 | 80 |
| OB< | 12,00 | 006 | 2 | 02 | 95 |
| OB> | 11,70 | 042 | 4 | 08 | 76 |
| MN<1 | 12,20 | 060 | 5 | 14 | 65 |
| MN<2 | 12,50 | 185 | 7 | 23 | 65 |
| MN>1 | 12,10 | 016 | 3 | 03 | 85 |
| MN>2 | 12,00 | 018 | 3 | 04 | 83 |
| MN>3 | 12,00 | 045 | 5 | 10 | 89 |
| BA< | 11,95 | 051 | 5 | 08 | 71 |
| BA> | 11,85 | 032 | 4 | 07 | 94 |
| IC> | 11,80 | 126 | 6 | 18 | 65 |
| IPR< | 11,80 | 032 | 4 | 11 | 91 |

¹Legenda: CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catucaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catucaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catucaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

As amostras que apresentaram maior média de catação e a maior equivalência em defeitos foram CA>, CV<1 e MN<2. De acordo com Cortez (2001), podem ocorrer fermentações indesejáveis durante a etapa de secagem, resultando em produtos de qualidade inferior (maior adstringência e acidez) devido à existência

de defeitos. Desse modo, para as etapas seguintes (análises químicas e sensoriais), foram selecionados os grãos isentos de defeitos e de peneira 16 e acima.

5.5 Análises químicas

5.5.1 Teores de pH, sólidos solúveis totais - SST e acidez titulável - AT

Houve diferença significativa para pH, sólidos solúveis totais - SST e acidez titulável - AT entre as amostras analisadas. O índice de acidez - IA foi calculado a partir dos valores de AT para efeito de conversão, somente, facilitando assim a comparação com outros estudos publicados (Tabela 15).

Tabela 15 – Teores de pH, SST, AT e IA dos grãos de café¹

| Amostra ² | pH | SST (°Brix) | AT (g de ácido cítrico por 100 g ou mL de amostra) | IA (mL de NaOH por 100 g de amostra) |
|----------------------|--------------|----------------|---|--|
| CA< | 5,82±0,0 bcd | 21,8±0,7 cde | 0,60±0,0 a | 346,50±46,1 a |
| CA> | 5,90±0,0 abc | 24,8±1,2 cd | 0,43±0,0 bcd | 251,49±11,6 bcd |
| CV<1 | 5,93±0,0 ab | 25,3±2,2 c | 0,42±0,0 bcd | 243,69±24,9 bcd |
| CV<2 | 5,75±0,0 cd | 16,8±0,8 ef | 0,56±0,0 ab | 321,91±19,1 ab |
| CV> | 6,01±0,0 a | 21,3±0,8 cdef | 0,42±0,0 cd | 240,27±24,0 cd |
| OB< | 5,90±0,0 abc | 24,2±2,0 cd | 0,43±0,0 bcd | 250,74±10,9 bcd |
| OB> | 5,85±0,0 bcd | 24,1±0,6 cd | 0,42±0,0 bcd | 243,48±06,7 bcd |
| MN<1 | 5,89±0,0 abc | 38,5±4,0 a | 0,52±0,0 abc | 301,41±15,1 abc |
| MN<2 | 5,72±0,0 d | 18,0±1,8 ef | 0,49±0,0 abcd | 283,89±10,0 abcd |
| MN>1 | 5,89±0,1 abc | 25,7±1,2 c | 0,38±0,0 d | 219,51±07,5 d |
| MN>2 | 5,71±0,0 d | 19,0±0,5 def | 0,54±0,0 abc | 313,07±02,0 abc |
| MN>3 | 5,88±0,0 abc | 32,4±1,8 b | 0,45±0,0 bcd | 259,00±36,2 bcd |
| BA< | 5,95±0,0 ab | 39,1±4,4 a | 0,50±0,0 abcd | 287,04±43,5 abcd |
| BA> | 5,84±0,0 bcd | 21,2±1,0 cdef | 0,63±0,1 a | 362,88±58,8 a |
| IC> | 5,95±0,0 ab | 38,0±2,3 ab | 0,43±0,0 bcd | 250,43±10,3 bcd |
| IPR< | 5,71±0,0 d | 15,5±0,5 f | 0,61±0,0 a | 351,11±15,1 a |

¹Valores expressos como Média (n=3), sendo n = número de repetições utilizadas. Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível 5% de probabilidade (p<0,05) pelo Teste de Tukey. Os valores de pH, SST, AT e IA foram transformados para Log (x), sendo x o valor original

²Legenda: CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catuaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

Os resultados obtidos nas análises de pH variaram de 5,71 a 6,01, sendo que a amostra CV> obteve o maior valor (6,01), diferindo estatisticamente (p<0,05) de CA<, CV<2, OB>, MN<2, MN>2, BA>, IPR<. Verificou-se também que, para as

amostras de mesma cultivar, houve diferença significativa somente entre as de Catuaí Vermelho e Mundo Novo.

Os cafés que passaram pelo preparo por via úmida (CA<, OB<, MN>3 e BA<) não diferiram entre si e apresentaram valores de pH superiores em relação à maioria dos preparados por via seca, os quais estão de acordo com as amostras avaliadas por Ferreira (2010), que encontrou de 5,64 a 5,65 para café natural e de 5,70 a 5,74 para o despulpado. Todavia, o esperado era que o café despulpado apresentasse pH menor, visto que ocorre fermentação no tanque de degomagem (VILLELA, 2002), resultado não observado no presente estudo.

Pádua, Pereira e Fernandes (2001), ao avaliarem a composição química de diferentes espécies de café, encontraram valores de pH em torno de 5,63 a 5,84 para o café arábica, ou seja, semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Santos, Chalfoun e Pimenta (2009) também encontraram valores entre 5,83 e 5,59, conforme o tipo de secagem utilizada (terreiro e secador ou secador, somente). Rodrigues (2012) encontrou de 5,28 a 5,84. Desse modo, embora tenham sido identificadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras, os valores se encontram dentro das faixas descritas na literatura.

Segundo Siqueira e Abreu (2006), o pH do grão indica eventuais fermentações indesejáveis que ocorrem durante a produção do café, originando defeitos e, conseqüentemente, redução do pH e deterioração da bebida. Segundo Carvalho et al. (1994), a acidez dos grãos de café beneficiado tem relação inversa com a qualidade do café.

No que se refere ao teor de SST, que são compostos por açúcares, carboidratos, ácidos voláteis e compostos nitrogenados solubilizados na água do grão, as amostras MN<1, BA< e IC> diferiram das demais ($p < 0,05$) por apresentarem valores superiores, que variaram de 38,0 a 39,1ºBrix, sem diferença estatística entre si. Em faixas intermediárias, as amostras CA<, CA>, CV<1, CV>, OB<, OB>, MN>1 e BA> variaram de 21,2 a 25,7ºBrix e, a amostra MN>3, obteve 32,4ºBrix. Já nas faixas inferiores, as amostras CV<2, MN<2, MN>2 e IPR< apresentaram variação de 15,5 a 19,0ºBrix.

Assim, pode-se observar que a amplitude da faixa de teores de SST foi maior que a encontrada por Ferreira (2010), que compreendeu valores de 31,0 a 33,0ºBrix para café natural e de 31,5 a 33,0ºBrix para o despulpado.

Santos, Chalfoun e Pimenta (2009) encontraram valores de 34,4°Brix para o café boia, 20,3°Brix para o descascado e 26,5°Brix para desmucilado para secagem em terreiro e, em secagem mista (terreiro e secador), encontraram 32,8, 29,7 e 20,8°Brix, respectivamente. Essa diferença entre o boia e os cafés preparados por via úmida também foram observadas neste estudo, pois a IC> apresentou valor superior (38,0°Brix) às amostras CA<, OB< e MN>3, exceto para a BA<.

Dentre as amostras da mesma cultivar do presente estudo, houve diferença significativa ($p < 0,05$) para as de Catuaí Vermelho, Mundo Novo e Bourbon Amarelo. Isso pode ter ocorrido devido à absorção de água pela cultivar ou à produção de açúcares durante o desenvolvimento dos frutos na planta. Além do mais, observou-se que não houve relação entre os diferentes tipos de preparo do café (via seca e via úmida), tampouco entre as altitudes das lavouras.

Alves (2009), ao estudar a variabilidade espacial e temporal da qualidade de café cereja produzido na região das Serras de Minas, com altitude em torno de 900 metros, encontrou valores de SST entre 16,3 e 24,7°Brix, sendo que bebidas de melhor qualidade apresentaram valores acima de 20°Brix.

Diante dessa relação, alguns autores sugerem que as notas mais altas da bebida final está relacionada aos maiores teores de SST, pois os açúcares interferem na doçura e são responsáveis pelo sabor caramelo (MENDONÇA; PEREIRA; MENDES, 2005). Contudo, o alto teor de SST não é garantia de alta qualidade da bebida, mas o inverso é verdadeiro, pois quanto menores os valores de SST, inferior é a qualidade da bebida.

De acordo com os valores encontrados nesta pesquisa e nos demais estudos publicados, evidencia-se significativa variação entre os valores de SST, mostrando assim a interferência de diversos fatores regionais na expressão das amostras quanto a essa variável, como idade da lavoura, espaçamento, variedade das plantas, altitude, exposição ao sol, pluviosidade, irrigação, adubação e fertilidade do solo, pois podem interferir no desenvolvimento do fruto na planta.

Para AT e IA, houve diferença estatística entre as amostras ($p < 0,05$), sendo CA<, CV<2, MN<1, MN>2, BA> e IPR< as que apresentaram médias superiores, com IA na faixa de 301,413 a 362,87 mL de NaOH 100 g⁻¹ de amostra e AT de 0,521 a 0,627 g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de amostra. Os demais valores de IA variaram de 219,5 a 283,8 mL de NaOH 100 g⁻¹ de amostra e as amostras da mesma cultivar que

não apresentaram diferença significativa entre si foram as de Obatã e Bourbon Amarelo.

Observou-se também que parte das amostras cultivadas abaixo de 1.100 metros de altitude apresentaram valores mais altos de acidez, provavelmente, devido à ocorrência de fermentações durante o processo produtivo ou por fatores climáticos e hídricos relacionados à própria altitude. Nesse caso, alguns autores mencionam que, quanto maior é a acidez, inferior é a qualidade da bebida de café (CARVALHO et al., 1994) e que lavouras localizadas em elevadas altitudes resultam em notas sensoriais superiores (SOLARES et al., 2000; RIBEIRO, 2013).

Diversos autores encontraram teores de acidez semelhantes aos deste trabalho. Souza (1996), por exemplo, ao avaliar a qualidade e composição química de cafés provenientes da região do Sul de Minas, registrou ser esta localidade uma das que apresentavam os mais baixos teores de acidez, com valores entre 227,78 a 250,00 mL de NaOH 100 g⁻¹ de amostra. Segundo o autor, esses resultados confirmam que a qualidade de bebida é influenciada também pelo local de cultivo e pela variação da composição química dos grãos das diferentes cultivares.

Pádua, Pereira e Fernandes (2001) encontraram valores de acidez na faixa de 266,00 a 300,00 mL de NaOH 100 g⁻¹ de amostra, ou seja, próximos aos encontrados neste estudo. Já Ferreira (2010), encontrou teores mais baixos, que foram de 190,00 mL de NaOH 100 g⁻¹ de amostra para café natural e de 185,00 a 190,00 mL de NaOH 100 g⁻¹ de amostra para o despulpado. Rodrigues (2012), para cafés do Vale do Jequitinhonha cultivados a 1.219 metros de altitude, encontrou acidez de 174,50 a 365,30 mL de NaOH 100 g⁻¹ de amostra.

Pereira (2008), ao estudar a relação entre diferentes cultivares de cafés produzidos em Minas Gerais e a qualidade da bebida, encontrou, para café natural, valores de 227,5 (Catuaí Vermelho), 252,2 (Icatu Amarelo) e 255,0 a 257, 5 mL de NaOH 100 g⁻¹ de amostra para Mundo Novo. Para cereja descascado, encontrou 220,5, 247,5, 247,5 a 267,5 mL de NaOH por 100 g⁻¹ de amostra, respectivamente.

De acordo com Pimenta (1995), pode ocorrer diminuição da acidez quando o despulpamento é realizado. Neste estudo, isso pode ser observado nos resultados das amostras de café desmucilado (OB< e MN>3) em relação às demais.

5.5.2 Compostos fenólicos e açúcares redutores totais

Os resultados obtidos mostraram que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras para as análises de teores de compostos fenólicos e açúcares redutores totais (Tabela 16).

Tabela 16 – Teores de compostos fenólicos totais e açúcares redutores totais em grãos de café¹

| Amostra ² | Compostos fenólicos totais (%) | Açúcares redutores totais (%) |
|----------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| CA< | 12,62±4,2 ab | 0,77±0,0 ab |
| CA> | 09,33±1,0 abcde | 0,48±0,0 f |
| CV<1 | 05,36±1,2 e | 0,74±0,0 bc |
| CV<2 | 07,15±0,7 cde | 0,38±0,0 g |
| CV> | 07,93±1,7 bcde | 0,76±0,0 abc |
| OB< | 12,46±1,8 abc | 0,79±0,0 a |
| OB> | 06,78±1,4 de | 0,72±0,0 c |
| MN<1 | 11,75±3,3 abcd | 0,59±0,0 de |
| MN<2 | 07,76±1,3 bcde | 0,41±0,0 g |
| MN>1 | 14,05±1,1 a | 0,62±0,0 de |
| MN>2 | 07,97±1,4 bcde | 0,40±0,0 g |
| MN>3 | 07,54±3,2 bcde | 0,57±0,0 e |
| BA< | 09,31±2,9 abcde | 0,57±0,0 e |
| BA> | 09,05±2,5 abcde | 0,40±0,0 g |
| IC> | 09,46±2,0 abcde | 0,63±0,0 d |
| IPR< | 06,37±0,1 de | 0,41±0,0 g |

¹Valores expressos como Média (n=4), sendo n = número de repetições utilizadas. Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível 5% de probabilidade ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey. Os valores de compostos fenólicos totais foram transformados para Log (x), sendo x o valor original

²Legenda: CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catuaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

Quanto aos compostos fenólicos totais, que contribuem para o sabor e o aroma da bebida de café, houve variação de 5,36 a 14,05%. As amostras CA<, CA>, OB<, MN<1, MN>1, BA<, BA> e IC> diferiram das demais ($p < 0,05$) por apresentarem valores superiores, que variaram de 9,02 a 14,05%.

Os valores mais baixos encontrados variaram de 5,36 a 7,93%, com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as da mesma cultivar de Obatã e Mundo Novo (Tabela 16). Essas diferenças podem ter ocorrido devido aos estádios de maturação (cereja e cereja para passa) e métodos de produção empregados (colheita, limpeza e separação, preparo, secagem e armazenamento), descritos na Tabela 13. Não foi

observada interferência da altitude nos resultados de compostos fenólicos deste trabalho.

Na literatura, foram encontrados diversos estudos contendo média de valores inferiores aos desta pesquisa. Segundo Abrahão et al. (2010), houve variação significativa nos teores de compostos fenólicos do grão cru entre os diferentes padrões de bebidas analisados, sendo que a bebida rio se destacou pelo maior teor (5,43%) e a bebida mole, pelo teor mais baixo (4,77%).

Pádua, Pereira e Fernandes (2001) encontraram teores que variaram de 6,74 a 7,3% e Ferreira (2010) obteve médias de 5,58 a 5,87% de compostos fenólicos totais para café natural e 5,79 a 5,94% para o despulpado.

Pereira (2008), ao estudar a relação entre diferentes cultivares de cafés produzidos em Minas Gerais e a qualidade da bebida, encontrou valores de polifenóis em torno de 5,84 (Catuaí Vermelho), 5,83 (Icatu Amarelo) e 6,11 a 6,22% (Mundo Novo) para café natural e de 5,87, 5,82 e 6,15%, respectivamente, para cereja descascado.

Como o café de via úmida é constituído por frutos em estágio cereja, há menores teores de polifenóis quando comparados à via natural. Contudo, essa característica só foi observada na amostra MN>3 em relação às amostras da mesma cultivar.

Alguns autores, como Pinto et al. (2001), mencionam a ocorrência de concentrações maiores de compostos fenólicos totais em cafés de qualidade inferior, pois, ao avaliarem grãos de café arábica da região sul de Minas Gerais, classificados em diferentes padrões de bebidas, encontraram maior teor de compostos fenólicos totais nos cafés de bebida rio, quando comparados aos de bebida mole.

Barrios (2001), ao estudar grãos de café provenientes da região do Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais, encontrou teores de fenólicos totais entre 2,0 e 8,4%, obtendo, em média, 7,1%. Além disso, para avaliar a influência de defeitos nos teores desse parâmetro, acrescentou de 5 a 10% de defeitos às amostras, resultando no aumento nos teores do parâmetro avaliado para até 11%.

Segundo Lopes (2000), maiores quantidades de grãos verdes também tendem a aumentar os valores de polifenóis, resultando em bebidas mais adstringentes e de qualidade inferior. Pimenta (2001) também observou maiores teores de compostos fenólicos em cafés colhidos em época antecipada, ou seja, com maior quantidade de frutos verdes. Isso ocorre porque os fenólicos totais

diminuem à medida que os frutos amadurecem. Pádua, Pereira e Fernandes (2001) e Pinto et al. (2001) também concluíram que as bebidas de café de melhor qualidade possuíam menores valores de fenólicos totais.

No presente estudo, as amostras CA< e OB< foram colhidas com 15% de frutos verdes e, a MN<1, com 20%, e apresentaram valores mais elevados de compostos fenólicos totais. Apesar de essas porcentagens estarem dentro do recomendado, a presença de grãos verdes pode ter interferido na quantidade desses compostos. Contudo, é importante ressaltar que os mesmos são benéficos à saúde humana, mesmo não sendo desejados em grandes quantidades para a qualidade sensorial da bebida de café.

Segundo Farah e Donangelo (2006), é necessária maior investigação sobre a presença de compostos fenólicos em café, bem como seu impacto sobre a qualidade da bebida e o efeito dos diferentes tipos de preparo. Portanto, ainda não há padrões estabelecidos quanto aos teores ideais de compostos fenólicos para bebidas de excelente qualidade, pois existem variações entre cultivares, estádios de maturação e condições climáticas locais, inclusive de uma safra para a outra, que podem interferir na composição química do grão.

Para os açúcares redutores totais, as amostras CA<, CV> e OB< apresentaram os maiores valores obtidos, variando de 0,76 a 0,79%. É importante considerar que dois deles são cafés desmucilados, os quais, devido à ausência da polpa e da mucilagem, deveriam obter valores inferiores. Contudo, isso não foi observado neste estudo. Essas três amostras obtiveram valores intermediários de SST, conforme mencionado anteriormente.

Segundo Knopp, Bytof e Selmar (2006), cafés preparados por via seca apresentaram teores mais elevados de frutose e glicose, enquanto que os de via úmida continham quantidades inferiores. Kleinwächter e Selmar (2010) também observaram acentuada diminuição do conteúdo de frutose e glicose no primeiro dia de secagem de café processado por via úmida.

Essa alteração pode ter ocorrido devido aos processos metabólicos dos grãos durante o tratamento úmido, pois a concentração de oxigênio no tanque de fermentação diminuiu devido à ação microbiana, ocasionando a mudança da respiração dos tecidos vegetais para fermentação alcoólica ou láctica (anaeróbia do endosperma do café). Esse processo resulta num maior consumo de moléculas de hexoses para a geração do mesmo número de moléculas de ATP em comparação

com a respiração (VILLELA, 2002). Todavia, conforme afirmado anteriormente, essa diferença não foi observada nos resultados do presente estudo.

Em faixas intermediárias, as amostras MN<1, MN>1, MN>3, BA< e IC> apresentaram valores de 0,57 a 0,63%. Já as amostras CA>, CV<2, MN<2, MN>2, BA> e IPR< apresentaram os valores mais baixos, que variaram de 0,38 a 0,48% (Tabela 16). A variabilidade dos resultados pode ter ocorrido devido ao grau de mistura de frutos com diferentes maturações, já que os maduros apresentam maior teor de açúcares redutores.

Os valores mais baixos correspondem também aos valores mais baixos de SST (amostras CV<2, MN<2, MN>2 e IPR<). Esses resultados são coerentes, uma vez que esses componentes estão relacionados: açúcares redutores totais (glicose e frutose) e SST (açúcares e ácidos orgânicos).

Nas cultivares de Catucaí Amarelo, Mundo Novo, Catuaí Vermelho, Obatã e Bourbon Amarelo, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras da mesma cultivar. Ademais, não se observou influência da altitude nos resultados obtidos.

Barrios (2001) encontrou valores de açúcares redutores na faixa de 0,56 a 0,84% para diferentes qualidades de bebida de cafés do sul de Minas Gerais e os considerou como aceitáveis para esses açúcares, estabelecendo a faixa normal para açúcares redutores entre 0,1 a 1,0%.

Outros autores também encontraram faixas semelhantes: 0,14 a 0,94% para açúcares redutores em cafés provenientes da região de Jesuítas – Paraná com uma média geral de 0,48% (DAL-MOLIN et al., 2007); 0,50 a 0,95% para cafés do sul de Minas Gerais (CHAGAS; MALTA; PEREIRA, 2005); 0,34 a 0,76% para cafés da cultivar Mundo Novo de diferentes tipos de preparo – cereja, boia, semi desmucilado, cereja descascado e cereja descascado desmucilado, cultivados a 1.200 metros de altitude em Espírito Santo do Pinhal/SP (PEREIRA; VILLELA; ANDRADE, 2002).

Ferreira (2010), ao estudar cafés produzidos no estado da Bahia, encontrou teores de açúcares redutores totais entre 0,49 e 0,56% para preparo natural de café arábica e 0,22 a 0,37% para o despulpado. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de existir uma correlação entre o tipo de preparo pós-colheita e o conteúdo de frutose e glicose (açúcares redutores).

Outros autores, como Santos, Chalfoun e Pimenta (2009), encontraram teores inferiores, que variaram de 0,39, 0,46 e 0,18% para cafés boia, descascado e

desmucilado secos em terreiro; e 0,52 0,15 e 0,25%, respectivamente, para cafés boia, descascado e desmucilado secos em terreiro e secador.

Pinto et al. (2002) observaram diferenças significativas nos teores de açúcares redutores totais de grãos crus de café de diferentes qualidades de bebida, sendo as estritamente mole e mole as que apresentaram teores de 0,97 e 0,99%, respectivamente, e, a bebida rio, teores mais baixos (0,71%). Entretanto, não foi possível estabelecer uma relação dos açúcares redutores com a qualidade da bebida.

De acordo com Lopes (2000), os teores de açúcares redutores são mais elevados na presença de maior quantidade de frutos nos estádios cereja e seco/passa, mostrando potencial de melhor qualidade para o café. No processo de torra, por exemplo, as concentrações de açúcares redutores tendem a diminuir nas últimas etapas devido às reações de caramelização e de *Maillard*. Assim, quanto maior for a quantidade de açúcares redutores, maior será a quantidade de precursores para a formação do aroma e sabor da bebida do café.

5.5.3 Ácidos clorogênicos, trigonelina e cafeína

A Tabela 17 mostra os resultados obtidos referentes ao percentual da soma dos isômeros dos ácidos clorogênicos, 5-CQA, trigonelina e cafeína presentes nas amostras estudadas. Observou-se que houve diferença significativa entre as mesmas ($p < 0,05$).

Desse modo, quanto à soma dos isômeros dos ácidos clorogênicos, principais ácidos responsáveis pela acidez do café (MAMEDE et al., 2010), as amostras CA<, CV<2, MN<1, MN>1, BA> e IC> apresentaram valores superiores, que variaram de 2,52 a 3,02 g 100 g⁻¹, sendo BA> a de maior valor (3,02 g 100 g⁻¹). Já as amostras CA>, CV> e BA< diferiram estatisticamente das anteriores ($p < 0,05$) por apresentarem valores inferiores (1,79 a 1,88 g 100 g⁻¹), sendo BA< a mais baixa (1,79 g 100 g⁻¹). As demais amostras apresentaram valores intermediários (Tabela 17).

Tabela 17 – Teores de isômeros, 5-CQA, trigonelina e cafeína presentes nos grãos de café¹

| Amostra ² | Soma dos isômeros dos ácidos clorogênicos (g 100 g ⁻¹) | 5-CQA (g 100 g ⁻¹) | Trigonelina (g 100 g ⁻¹) | Cafeína (g 100 g ⁻¹) |
|----------------------|--|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| CA< | 2,90±0,1 ab | 1,97±0,1 ab | 0,17±0,0 abcd | 0,96±0,0 ab |
| CA> | 1,81±0,0 ef | 1,19±0,0 def | 0,13±0,0 bcd | 0,69±0,0 de |
| CV<1 | 2,42±0,0 bcd | 1,61±0,0 abcd | 0,16±0,0 abcd | 0,75±0,0 bcde |
| CV<2 | 2,70±0,0 abc | 1,75±0,0 abc | 0,11±0,0 d | 0,83±0,0 abcd |
| CV> | 1,88±0,3 def | 1,15±0,2 ef | 0,19±0,0 ab | 0,56±0,1 e |
| OB< | 2,25±0,1 cdef | 1,52±0,1 cdef | 0,22±0,0 a | 0,90±0,0 abcd |
| OB> | 2,20±0,2 cdef | 1,48±0,2 cdef | 0,11±0,0 cd | 0,55±0,0 e |
| MN<1 | 2,52±0,0 abc | 1,56±0,0 bcde | 0,20±0,0 ab | 0,85±0,0 abcd |
| MN<2 | 2,37±0,1 bcde | 1,52±0,0 cdef | 0,15±0,0 abcd | 0,73±0,0 cde |
| MN>1 | 2,69±0,2 abc | 1,74±0,1 abc | 0,16±0,0 abcd | 0,86±0,0 abcd |
| MN>2 | 1,95±0,1 def | 1,25±0,1 def | 0,10±0,0 d | 0,54±0,1 e |
| MN>3 | 2,15±0,1 cdef | 1,41±0,1 cdef | 0,20±0,0 ab | 0,99±0,0 a |
| BA< | 1,79±0,0 f | 1,09±0,0 f | 0,18±0,0 abc | 0,94±0,0 abc |
| BA> | 3,02±0,0 a | 2,02±0,0 a | 0,14±0,0 abcd | 0,77±0,0 abcde |
| IC> | 2,70±0,3 abc | 1,75±0,2 abc | 0,19±0,0 ab | 0,87±0,0 abcd |
| IPR< | 2,45±0,2 bcd | 1,53±0,2 bcde | 0,11±0,0 cd | 0,76±0,0 abcde |

¹Valores expressos como Média (n=3), sendo n = número de repetições utilizadas. Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível 5% de probabilidade (p<0,05) pelo Teste de Tukey. Os valores de cafeína foram transformados para Log (x), sendo x o valor original

²Legenda: CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catuaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

Dentre as amostras da mesma cultivar, as de Catucaí Amarelo, Catuaí Vermelho, Mundo Novo e Bourbon Amarelo apresentaram diferença significativa entre si (p<0,05), sendo a maior delas para as amostras de Bourbon Amarelo (dois valores extremos: 1,79 e 3,02 g 100 g⁻¹).

Os valores da soma dos isômeros de ácidos clorogênicos encontrados no presente estudo são inferiores aos obtidos por Ferreira (2010), que variaram de 5,47 a 5,64 g 100 g⁻¹ para o café natural e de 5,46 a 5,60 g 100 g⁻¹ para o despulpado. Perrone et al. (2008) também encontraram teores mais elevados (de 5,5 a 6,3 g 100 g⁻¹ nas cultivares Catuaí Vermelho e Mundo Novo, respectivamente).

De acordo com Duarte, Pereira e Farah (2010), cafés preparados por via úmida apresentaram maiores teores de ácidos clorogênicos em comparação aos produzidos pelo método seco. No presente estudo, essa diferença foi observada nas amostras de mesma cultivar preparadas em vias distintas (Catucaí Amarelo e Obatã).

Quanto aos teores de 5-CQA, que integra um dos principais grupos de ácidos clorogênicos encontrados no café, os cafeoilquínicos (FARAH; DONANGELO, 2006), as amostras CA<, CV<2, MN<1, MN>1, BA> e IC> também apresentaram valores superiores quando comparadas às demais amostras, visto que são proporcionais à soma dos isômeros. A amostra BA> também apresentou maior valor (2,02 g 100 g⁻¹), diferindo significativamente das amostras CA>, CV>, OB<, OB>, MN<1, MN<2, MN>2, MN>3, BA< e IPR<. As amostras CA>, CV>, MN>2 e BA< apresentaram menores valores, sendo a BA< (1,09 g 100 g⁻¹) a mais baixa também.

Ademais, dentre as amostras da mesma cultivar, as de Catucaí Amarelo, Catuaí Vermelho, Mundo Novo e Bourbon Amarelo também apresentaram diferença significativa entre si, sendo observada a maior distinção entre as de Bourbon Amarelo (dois valores extremos: 1,09 e 2,02 g 100 g⁻¹). Não foi observada influência da altitude.

Os teores encontrados nesse estudo são inferiores aos obtidos por autores, que avaliaram amostras de café arábica: Figueiredo (2010), que variaram de 4,30 a 4,76 g 100 g⁻¹ para cultivares de Mundo Novo e Bourbon Amarelo; Ribeiro (2013), que obteve variação de 5,67 a 6,87 g 100 g⁻¹; Tfouni et al. (2012), que encontraram teor de 2,9 g 100 g⁻¹; Abrahão et al. (2008), que variaram de 3,64 a 4,77 g 100 g⁻¹; e Perrone et al. (2008), que encontraram 3,61 g 100 g⁻¹ para Mundo Novo e 3,35 g 100 g⁻¹ para Catuaí Vermelho.

Quanto a essa variação de teores observados, é importante ressaltar que muitos fatores podem interferir na quantificação, pois, mesmo utilizando métodos de análise semelhantes, diferenças ocorrem entre cultivares, área de cultivo da lavoura, métodos de produção, dentre outras variáveis.

De modo geral, os valores de trigonelina variaram de 0,10 a 0,22 g 100 g⁻¹, sendo as amostras CA>, CV<2, OB>, MN>2 e IPR< as que apresentaram os valores mais baixos (de 0,10 a 0,13 g 100 g⁻¹), não diferindo estatisticamente entre si. Já os maiores valores obtidos foram de 0,18 a 0,22 g 100 g⁻¹, sendo as amostras CV>, OB<, MN<1, MN>3, BA<, IC> as que foram compreendidas nesse intervalo. Dentre as amostras de mesma cultivar avaliadas, houve diferença significativa entre as de Catuaí Vermelho e Mundo Novo. Também não houve influência da altitude nos resultados observados.

Outros autores encontraram teores superiores de trigonelina, que variaram de 0,81 a 1,18 g 100 g⁻¹, sem influência dos tipos de preparo e altitude (RIBEIRO,

2013); de 1,24 a 1,34 g 100 g⁻¹ (ABRAHÃO et al., 2008); de 0,82 a 0,90 g 100 g⁻¹ (FIGUEIREDO, 2010); e de 0,99 a 1,21 g 100 g⁻¹, para cafés do sul de Minas Gerais (MALTA; CHAGAS, 2009).

Ainda de acordo com Ribeiro (2013), amostras de Bourbon Amarelo cultivadas acima de 1.200 metros de altitude e preparadas por via úmida e via seca apresentaram tendências a maiores teores de trigonelina, além de qualidade sensorial superior. No presente estudo, somente as amostras IC> e CV>, cultivadas acima de 1.100 metros de altitude, obtiveram valores mais altos em relação às de altitude inferior.

No que se refere aos teores de trigonelina e cafeína, observou-se que as amostras preparadas por via úmida (CA<, OB< e MN>3) apresentaram teores desses compostos superiores às demais.

Ainda sobre a cafeína, os teores variaram de 0,54 a 0,99 g 100 g⁻¹, sendo os mais baixos encontrados nas amostras CV>, OB> e MN>2 (de 0,54 a 0,56 g 100 g⁻¹) e, os maiores, das amostras CA<, MN>3 e BA< (0,94 a 0,99 g 100 g⁻¹). Observou-se também que houve diferença significativa entre todas as amostras da mesma cultivar ($p < 0,05$), exceto para as de Bourbon Amarelo.

Quanto à altitude, observou-se que as amostras de Catucaí Amarelo, Catuaí Vermelho, Obatã e Bourbon Amarelo cultivadas abaixo de 1.100 metros apresentaram valores superiores de cafeína quando comparadas às amostras da mesma cultivar de altitude mais elevada. Normalmente, altitudes mais elevadas (clima seco e frio na colheita) e menores teores de cafeína estão relacionados à obtenção de cafés de bebida mole (ORTOLANI et al., 2001; MARCUCCI et al., 2013).

De modo geral, os teores encontrados no presente estudo são próximos aos obtidos por outros autores: 0,98 g 100 g⁻¹ (TOCI; FARAH; TRUGO, 2006); 0,66 g 100 g⁻¹ (ABRAHÃO et al., 2008); 1,11 g 100 g⁻¹ (TFOUNI et al., 2012); 1,06 a 1,14 g 100 g⁻¹ (FIGUEIREDO, 2010); 1,06 a 1,42 g 100 g⁻¹ para cafés de alta qualidade (RIBEIRO, 2013); 0,8 a 1,4 g 100 g⁻¹ para amostras de café comerciais do Brasil (MONTEIRO; TRUGO, 2005); 0,5 a 2,0 g 100 g⁻¹ (MELLO et al., 1992).

Os compostos estudados são de grande importância para a qualidade final da bebida, visto que a sacarose e a trigonelina são precursoras da formação do aroma, enquanto que os ácidos clorogênicos e a cafeína são precursores da acidez (MAMEDE et al., 2010). Além disso, compostos fenólicos, como os ácidos

clorogênicos, e a cafeína, são benéficos à saúde humana devido às suas propriedades antioxidantes (PIMENTA, 2003).

De acordo com alguns autores, maiores teores de trigonelina e ácidos clorogênicos e menores de cafeína estão relacionados às bebidas de alta qualidade. Marcucci et al. (2013) observaram que cafés *Gourmet* apresentaram maior teor de trigonelina e 5-ACQ e menos cafeína e melanoidinas que os produtos regulares. Ademais, Fernandes et al. (2001), ao caracterizarem a composição química de cafés provenientes da região Sul de Minas Gerais, concluíram que a bebida dura apresentou os maiores teores de polifenóis e ácido clorogênico e a rio destacou-se com o maior teor de cafeína.

5.6 Análises microbiológicas

Conforme dados da Tabela 18, todas as amostras apresentaram valores menores que 1 NMP g⁻¹ tanto para coliformes totais quanto para termotolerantes.

Dessa forma, como o limite estabelecido pela Legislação vigente para café torrado, em grão, moído e solúvel, descafeinado e não, adicionado de outros ingredientes e não (com sabores, café *cappuccino*), cevada em pó e similares, é de até 10 NMP MI⁻¹ de Coliformes a 45°C (BRASIL, 2001), pode-se afirmar que não houve amostras com contaminações superiores às permitidas. Sendo assim, por não oferecerem riscos aos provadores, as 16 amostras foram utilizadas nas análises sensoriais.

Tabela 18 – Contagem microbiológica (NMP g⁻¹) em grãos de café

| Amostra ¹ | Coliformes Totais | Coliformes Termotolerantes |
|----------------------|-------------------|----------------------------|
| CA< | <1 | <1 |
| CA> | <1 | <1 |
| CV<1 | <1 | <1 |
| CV<2 | <1 | <1 |
| CV> | <1 | <1 |
| OB< | <1 | <1 |
| OB> | <1 | <1 |
| MN<1 | <1 | <1 |
| MN<2 | <1 | <1 |
| MN>1 | <1 | <1 |
| MN>2 | <1 | <1 |
| MN>3 | <1 | <1 |
| BA< | <1 | <1 |
| BA> | <1 | <1 |
| IC> | <1 | <1 |
| IPR< | <1 | <1 |

¹Legenda: CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catucaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catucaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catucaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

5.7 Análises sensoriais

5.7.1 Metodologia da *Specialty Coffee Association of America* - SCAA

Conforme dados da Tabela 19, pode-se verificar que todas as amostras obtiveram médias entre “Bom”, “Muito bom” e “Excelente” para fragrância e aroma, sabor, retrogosto, acidez e corpo. Para balanço, todas as amostras foram classificadas como “Bom” e “Muito bom”, exceto a OB>, que foi considerada “Excelente”. Para uniformidade, xícara limpa e doçura, todas as amostras foram consideradas “Excepcionais”, com notas iguais a 10,00. Quanto à impressão global, a amostra OB< foi considerada “Excelente” e, as demais, como “Boas” e “Muito boas”.

De acordo com a análise de todos os atributos, as amostras CA<, CV<1, OB<, OB> e MN<1 foram avaliadas como “Especiais” (bebida mole), pois obtiveram notas entre 80,58 e 84,42 (SCAA). Dentre elas, se destacaram as duas de Obatã, uma vez que apresentaram as notas mais altas.

Tabela 19 – Notas dos atributos referentes à análise sensorial pelo método da SCAA¹

(continua)

| Amostra ² | Fragrância e Aroma | Sabor | Retro-gosto | Acidez | Corpo | Uniformidade | Balanço | Xícara limpa | Doçura | Impres-são Geral | Total (SCAA) |
|----------------------|--------------------|---------------|-------------|----------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------------|----------------|
| CA< | 7,25±0,3 a | 7,83±0,3 abc | 7,58±0,4 ab | 7,58±0,4 ab | 7,08±0,6 ab | 10,00±0,0 a | 7,25±0,9 abc | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 7,42±0,5 abcd | 82,00±2,7 abc |
| CA> | 6,50±0,5 a | 6,30±0,3 d | 6,5±0,5 ab | 6,50±0,5 de | 6,67±0,6 ab | 10,00±0,0 a | 6,50±0,5 bc | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 6,42±0,5 cd | 75,42±3,1 d |
| CV<1 | 7,42±0,6 a | 7,92±0,6 ab | 7,42±0,5 ab | 7,33±0,3 abcd | 7,17±0,6 ab | 10,00±0,0 a | 7,08±0,5 abc | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 7,33±0,3 abcd | 81,67±1,6 abc |
| CV<2 | 7,17±0,8 a | 7,25±0,7 abcd | 6,50±0,5 ab | 7,00±0,0 abcde | 6,92±0,4 ab | 10,00±0,0 a | 6,67±0,6 bc | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 6,42±0,1 cd | 77,92±0,1 cd |
| CV> | 7,08±0,9 a | 6,83±1,0 abcd | 6,33±0,3 b | 6,33±0,3 e | 6,67±0,3 ab | 10,00±0,0 a | 6,67±0,3 bc | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 6,33±0,6 cd | 76,25±2,9 cd |
| OB< | 7,75±0,4 a | 8,08±0,4 a | 7,75±0,8 a | 7,50±0,5 abc | 7,67±0,3 a | 10,00±0,0 a | 7,67±0,3 ab | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 8,00±0,5 a | 84,42±2,1 a |
| OB> | 7,58±0,4 a | 7,67±0,3 abcd | 7,67±0,3 ab | 7,67±0,3 a | 7,50±0,0 ab | 10,00±0,0 a | 8,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 7,92±0,4 ab | 84,00±1,1 ab |
| MN<1 | 7,33±0,3 a | 7,25±0,7 abcd | 7,08±0,7 ab | 7,17±0,3 abcde | 7,08±0,7 ab | 10,00±0,0 a | 7,17±0,4 abc | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 7,50±0,5 abc | 80,58±2,4 abcd |
| MN<2 | 6,67±0,8 a | 6,50±0,5 bcd | 6,67±0,6 ab | 6,67±0,3 bcde | 6,33±0,3 b | 10,00±0,0 a | 6,25±0,3 c | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 6,17±0,3 d | 75,25±2,4 d |
| MN>1 | 7,25±0,3 a | 7,00±0,0 abcd | 7,00±0,5 ab | 7,08±0,1 abcde | 6,92±0,1 ab | 10,00±0,0 a | 6,92±0,6 abc | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 6,67±0,6 bcd | 78,83±1,6 abcd |
| MN>2 | 6,83±1,0 a | 7,00±0,5 abcd | 6,83±0,6 ab | 7,00±0,0 abcde | 6,67±0,3 ab | 10,00±0,0 a | 6,83±0,6 abc | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 6,83±0,8 abcd | 78,00±2,8 cd |
| MN>3 | 6,92±0,1 a | 7,08±0,4 abcd | 6,83±0,3 ab | 7,00±0,0 abcde | 6,75±0,3 ab | 10,00±0,0 a | 6,67±0,6 bc | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 6,33±0,3 cd | 77,58±0,7 cd |

Tabela 19 – Notas dos atributos referentes à análise sensorial pelo método da SCAA¹

(conclusão)

| Amostra ² | Fragrância e Aroma | Sabor | Retro-gosto | Acidez | Corpo | Uniformidade | Balanço | Xícara limpa | Doçura | Impressão Geral | Total (SCAA) |
|----------------------|--------------------|------------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| BA< | 6,42±0,1 a | 6,42±0,1 cd | 6,83±0,3 ab | 6,83±0,3 abcde | 6,83±0,3 ab | 10,00±0,0 a | 6,67±0,3 bc | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 6,50±0,5 cd | 76,50±1,5 cd |
| BA> | 6,50±0,5 a | 6,67±0,8 abcd | 6,42±0,4 ab | 6,58±0,6 cde | 6,50±0,5 ab | 10,00±0,0 a | 6,50±0,5 bc | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 6,33±0,6 cd | 75,50±2,8 d |
| IC> | 7,00±0,9 a | 7,42±0,3 abcd | 6,83±0,3 ab | 6,92±0,4 abcde | 6,67±0,6 ab | 10,00±0,0 a | 6,92±0,4 abc | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 6,50±0,5 cd | 78,25±0,9 bcd |
| IPR< | 7,00±0,0 a | 7,17±0,3 abcd | 7,00±0,0 ab | 7,50±0,0 abc | 7,08±0,1 ab | 10,00±0,0 a | 6,83±0,3 abc | 10,00±0,0 a | 10,00±0,0 a | 6,67±0,6 bcd | 79,25±1,1 abcd |

¹Valores expressos como Média (n=3), sendo n = número de repetições utilizadas. Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível 5% de probabilidade ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey

²Legenda: CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catuaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

Com relação às características químicas dessas amostras “Especiais”, as mesmas apresentaram valores de pH entre 5,82 e 5,93 (mais altos); SST entre 21,8 a 25,3^oBrix (intermediários), exceto amostra MN<1 (38,5^oBrix); acidez titulável de 0,42 a 0,60 de g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de amostra e índice de acidez de 243,48 a 346,50 mL de NaOH 100 g⁻¹ de amostra. Para compostos fenólicos, apresentaram variação de 5,36 a 12,62% e, para açúcares redutores totais, de 0,72 a 0,79%, exceto para a amostra MN<1 (0,59%). Quanto aos ácidos clorogênicos, as amostras apresentaram valores intermediários, de 1,48 a 1,97 g 100 g⁻¹ para 5-CQA; de 0,11 a 0,22 g 100 g⁻¹ para trigonelina; de 0,55 a 0,96 g 100 g⁻¹ para cafeína.

As amostras de OB< e OB>, melhor avaliadas sensorialmente, mesmo sendo produzidas em diferentes altitudes, por métodos de preparo distintos (vias úmida e seca, respectivamente) e colhidas em estádios de maturação diferentes (cereja 85% e cereja para passa, respectivamente), apresentaram resultados semelhantes para as análises químicas (pH mais alto, e SST e acidez intermediários), sem diferença estatística ($p < 0,05$). O mesmo ocorreu para os ácidos clorogênicos (isômeros e 5-CQA).

As demais amostras avaliadas sensorialmente foram classificadas como “Cafés de qualidade boa” (bebida apenas mole), pois obtiveram notas que variaram de 75,25 a 79,25.

Não houve diferença significativa entre as amostras para os atributos: fragrância e aroma, uniformidade, xícara limpa e doce (Tabela 19). O sabor de OB< foi considerado mais intenso que o de CA>, MN<2 e BA<, diferindo significativamente ($p < 0,05$). As demais amostras, com médias intermediárias, não diferiram entre si. Quanto ao retrogosto, a amostra OB< foi mais intensa que a CV> e, as demais, com médias intermediárias, também não diferiram entre si.

A acidez da amostra OB> se destacou e foi considerada significativamente mais intensa do que a das amostras CA> e CV>. As demais amostras obtiveram médias intermediárias e não diferiram significativamente. A menor média para corpo e balanço foi observada na amostra MN<2, sendo estes atributos significativamente ($p < 0,05$) menos intensos que na amostra OB< e OB>, respectivamente. As demais amostras não diferiram entre si para esses atributos.

5.7.1.1 Análise de componentes principais – ACP e Análise de agrupamento aglomerativo hierárquico – AAH

Na ACP, as variações existentes entre as amostras são expressas em eixos ortogonais, sendo sua principal finalidade a redução da dimensionalidade do conjunto de dados, retendo o maior número de informações possível num menor número de componentes principais – CP.

Os atributos sensoriais julgados na Ficha de Avaliação (Anexo B) estão representados nas CPs por vetores, cujas resultantes decompostas em cada eixo explicam a segmentação das amostras com relação aos eixos. Assim, quanto maior for a resultante de um dado vetor (atributo) em um dado eixo, mais importante é o atributo para segmentar as amostras.

Na Figura 20, a ACP está representada pela projeção das variáveis e das observações e, na Figura 21, das observações, somente. Nos resultados referentes à metodologia SCAA, duas CPs foram extraídas do conjunto total de dados, explicando 91,34% da variância. A primeira componente principal (CP1) explicou 86,17% da variância estatística e foi correlacionada positivamente com as variáveis Sabor, Retrogosto, Acidez, Corpo, Balanço e Impressão Global. Enquanto que a segunda componente principal (CP2) explicou 5,18% da variância estatística e foi apenas correlacionada positivamente com a variável Fragrância.

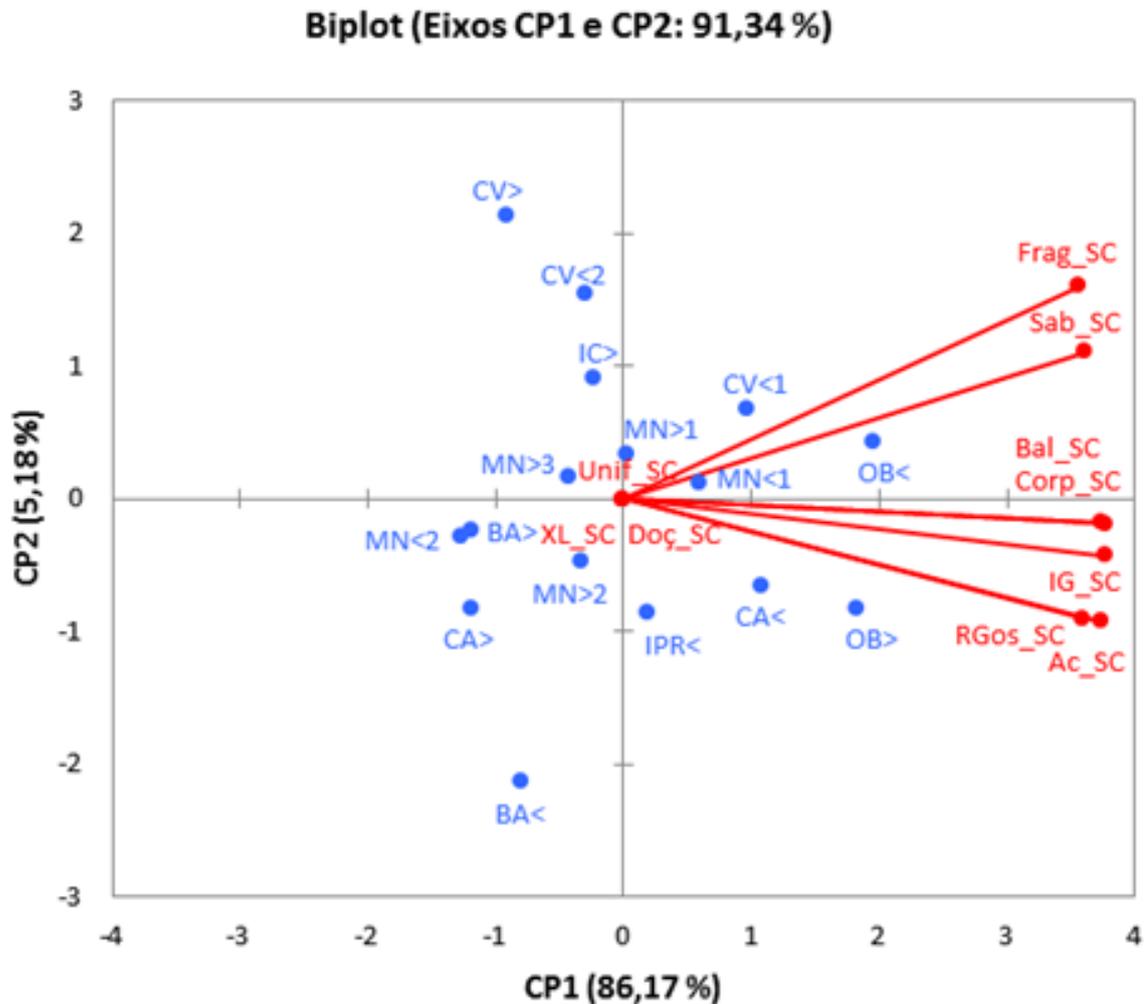


Figura 20 – Análise de componentes principais – ACP utilizando atributos sensoriais da metodologia SCAA: projeção das variáveis e das observações

Legenda: CP = Componente Principal. Variáveis: Frag_SC = Fragrância e Aroma, Sab_SC = Sabor, Bal_SC = Balanço, Corp_SC = Corpo, RGos_SC = Retrogosto, Ac_SC – Acidez, Unif_SC = Uniformidade, Doç_SC = Doçura, XL_SC = Xícara Limpa, IG_SC = Impressão Global. Observações: CP1 e CP2 = Componentes Principais 1 e 2. CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catuaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

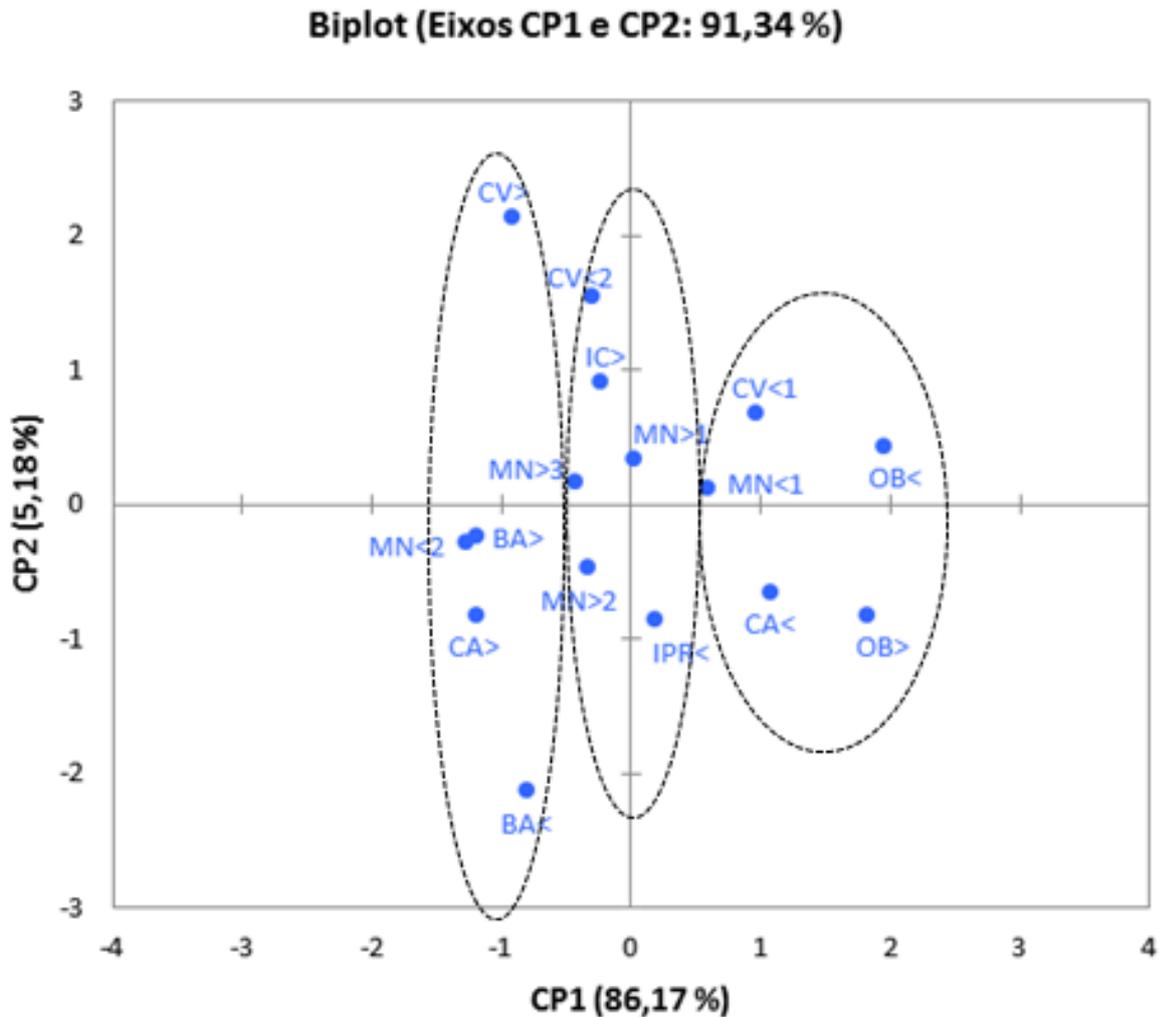


Figura 21 – Análise de componentes principais – ACP utilizando atributos sensoriais da metodologia SCAA: projeção das observações

Legenda: CP = Componente Principal. Observações: CP1 e CP2 = Componentes Principais 1 e 2. CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catuaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

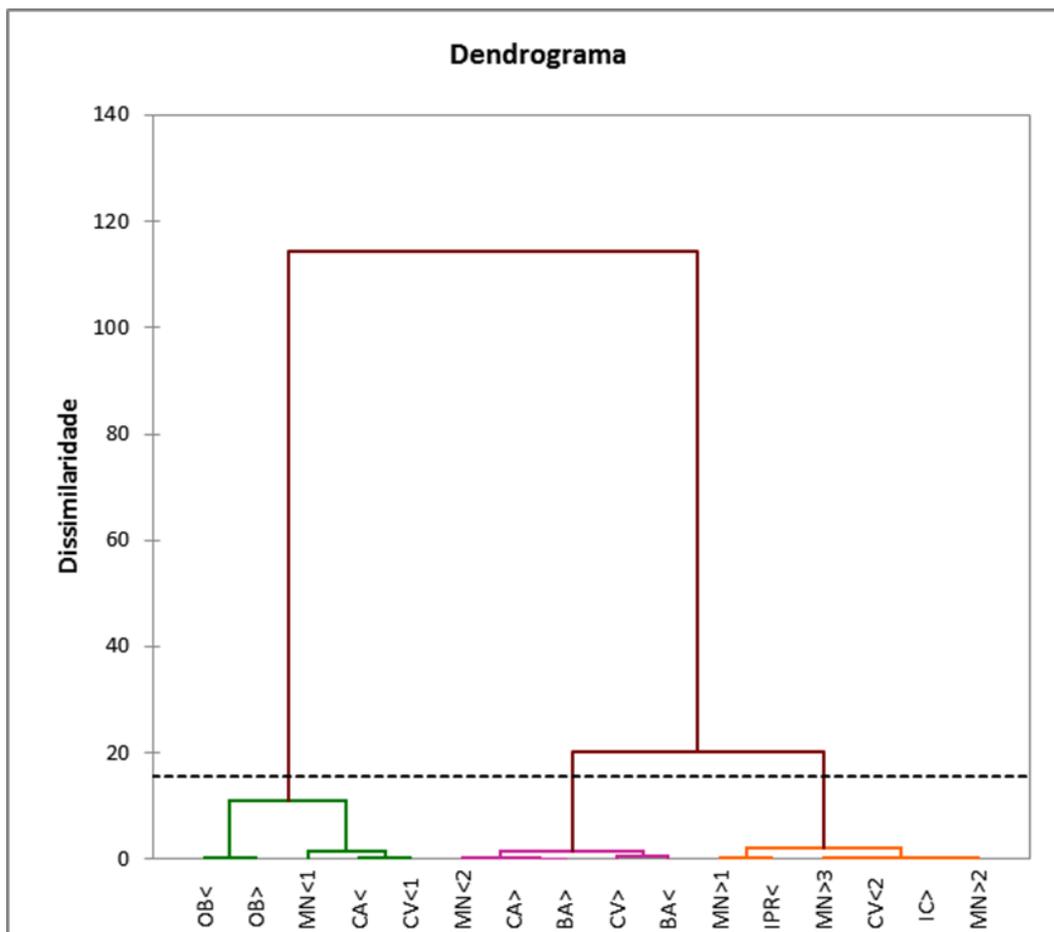


Figura 22 – Dendrograma do Agrupamento Aglomerativo Hierárquico – AAH da análise sensorial SCAA

Legenda: CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catucaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catucaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catucaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

A análise de agrupamento aglomerativo hierárquico - AAH (Cluster) foi calculada por dissimilaridade com uso da distância Euclidiana do método de Ward e de truncamento por entropia, resultando em três agrupamentos (Figura 22). Na AAH, as observações foram separadas em três grupos por meio do corte realizado em 16, visualizado na linha pontilhada (Figura 22). Esse mesmo corte foi utilizado para a separação dos grupos (círculos pontilhados) mostrados na projeção das observações (Figura 21).

O primeiro grupo foi formado pelas amostras OB<, OB>, MN<1, CA< e CV<1, que obtiveram maiores valores quanto à fragrância e aroma, sabor (exceto a amostra MN<1, que foi inferior à IC>), retrogosto, acidez (exceto a amostra MN<1,

que foi inferior à IPR<), corpo, balanço e impressão global (Tabela 19). Dessa forma, o grupo se destacou por apresentar as maiores notas finais e, conseqüentemente, a qualidade da bebida foi mais elevada quando comparada à das demais amostras.

Verificou-se também que as amostras desse grupo foram cultivadas em lavouras abaixo de 1.100 metros de altitude, exceto a OB>. É importante ressaltar que as amostras de Obatã se destacaram por apresentarem as maiores notas de atributos e final geral, independentemente da altitude.

O segundo grupo foi formado pelas amostras MN<2, CA>, BA>, CV> e BA<, as quais obtiveram valores mais baixos quanto à fragrância e aroma (exceto amostra CV>, que obteve 7,08, sendo superior às amostras IC> e IPR<), sabor, retrogosto, acidez, corpo (exceto amostra BA<, que obteve 6,83, sendo superior às amostras MN>2 e IC>), balanço e impressão global (exceto amostra BA<, que obteve 6,50 e foi superior às amostras MN>3 e CV<2).

Essas observações podem ser verificadas na Figura 20, pois as amostras situadas à esquerda da CP1 destoaram das demais por apresentarem menor intensidade dos atributos projetados no lado direito. Quanto mais à esquerda do eixo estiver localizada a amostra, como é o caso da MN<2, menor é a intensidade desses atributos quando comparados às que estão à direita. Esses resultados podem ser confirmados na Tabela 19, que apresenta para cada amostra, as médias de intensidade de todos os atributos julgados pela equipe sensorial.

Quanto à inferioridade das notas atribuídas pelos provadores às amostras desse segundo grupo em relação aos demais, podem ter ocorrido interferências no processo produtivo que acarretaram ligeira perda de qualidade dos cafés e, conseqüentemente, notas mais baixas na análise sensorial. Esses efeitos serão explicados a seguir.

Conforme informações fornecidas pelos produtores (Tabela 13), a amostra CA>, por exemplo, foi armazenada em local pequeno, com pouca ventilação, o que pode ter favorecido a fermentação indesejada. Além disso, antes da retirada dos defeitos na etapa de classificação, essa amostra continha maior quantidade dos mesmos, quando comparada às outras.

Já a amostra CV>, foi composta por frutos em mais de um estágio de maturação (verde cana, cereja e boia) e, após a secagem, foi armazenada em sacos plásticos. Esses procedimentos podem ter favorecido a fermentação e também gerado maior adstringência ao produto final.

A amostra MN>2 foi composta por frutos cereja para passa e, durante seu preparo, não foi utilizado abanador, que faz a separação das impurezas. Essas particularidades também podem ter interferido negativamente na qualidade final da bebida. Contudo, a amostra BA>, de acordo com informações fornecidas pelo cafeicultor, seguiu os requisitos mínimos para condução das etapas de produção, não realizando a abanação somente (Tabela 13).

Desse modo, ainda não é possível afirmar que as alterações nos atributos sensoriais dos cafés foram influenciadas somente pelas práticas empregadas durante as etapas de produção, visto que outros fatores como idade da lavoura, composição do solo, adaptação da cultivar, variação do clima, tempo de maturação do fruto, entre outros fatores não mensurados no presente estudo, podem interferir. O que se pode afirmar é que, nesta análise, as amostras de Bourbon Amarelo tiveram notas mais baixas em relação às demais.

Por fim, o terceiro grupo foi composto pelas amostras MN>1, IPR<, MN>3, CV<2, IC>, MN>2, que obtiveram valores intermediários para os atributos fragrância e aroma, sabor, retrogosto, acidez, corpo, doçura e impressão global em relação aos demais grupos observados. Ressalta-se a maior concentração de amostras de Mundo Novo cultivadas acima de 1.100 metros de altitude nesse grupo.

5.7.2 Análise Descritiva Quantitativa – ADQ

De acordo com a Tabela 20, todas as amostras obtiveram notas médias entre “Moderado” e “Forte” na escala utilizada para os atributos: fragrância do pó, aroma da bebida, corpo, sabor e sabor residual. Ademais, também obtiveram médias correspondentes à intensidade “Fracas” de defeitos e de adstringência, e entre “Fracas” e “Moderadas” para a acidez e amargor.

Após a avaliação de todos os atributos, as amostras foram classificadas como *Gourmet*, ou seja, com médias correspondentes a “Muito boa qualidade”, segundo a escala empregada. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias das amostras quanto aos defeitos, amargor, sabor, sabor residual, corpo da bebida e qualidade global.

Tabela 20 – Dados da análise do perfil descritivo¹

| Amostra ² | Fragrância | Aroma da bebida | Defeitos | Acidez | Amargor | Sabor | Sabor Residual | Adstringência | Corpo da bebida | Qualidade Global |
|----------------------|------------|-----------------|-----------|------------|-----------|-----------|----------------|---------------|-----------------|------------------|
| CA< | 7,6±0,4 ab | 7,3±0,2 ab | 1,3±0,4 a | 3,8±0,5 ab | 2,4±0,3 a | 7,2±0,5 a | 7,3±0,5 a | 1,1±0,4 ab | 6,6±0,4 a | 7,5±0,5 a |
| CA> | 7,6±0,4 ab | 7,4±0,4 ab | 1,3±0,6 a | 3,9±0,4 ab | 2,5±0,3 a | 7,4±0,5 a | 7,4±0,5 a | 1,2±0,4 a | 6,8±0,3 a | 7,6±0,5 a |
| CV<1 | 7,6±0,5 ab | 7,4±0,3 ab | 1,1±0,4 a | 3,8±0,3 ab | 2,4±0,3 a | 7,4±0,3 a | 7,4±0,3 a | 1,2±0,3 a | 6,8±0,4 a | 7,5±0,3 a |
| CV<2 | 7,5±0,2 ab | 7,3±0,3 ab | 1,1±0,3 a | 3,8±0,2 b | 2,5±0,3 a | 7,3±0,3 a | 7,4±0,3 a | 1,0±0,2 ab | 6,8±0,2 a | 7,5±0,2 a |
| CV> | 7,6±0,2 ab | 7,4±0,3 ab | 1,2±0,3 a | 3,9±0,4 ab | 2,5±0,3 a | 7,4±0,3 a | 7,5±0,3 a | 1,0±0,2 ab | 6,8±0,3 a | 7,6±0,2 a |
| OB< | 7,7±0,3 ab | 7,5±0,3 ab | 1,1±0,4 a | 3,9±0,3 ab | 2,3±0,5 a | 7,5±0,4 a | 7,5±0,4 a | 1,0±0,2 ab | 6,8±0,5 a | 7,6±0,4 a |
| OB> | 7,8±0,4 ab | 7,5±0,4 a | 1,0±0,4 a | 4,1±0,6 a | 2,3±0,6 a | 7,5±0,4 a | 7,5±0,3 a | 1,0±0,2 ab | 6,8±0,3 a | 7,7±0,2 a |
| MN<1 | 7,7±0,3 ab | 7,5±0,4 ab | 1,1±0,3 a | 4,0±0,3 ab | 2,3±0,4 a | 7,4±0,3 a | 7,5±0,3 a | 1,0±0,2 ab | 6,9±0,3 a | 7,6±0,2 a |
| MN<2 | 7,7±0,3 ab | 7,5±0,4 a | 1,1±0,3 a | 3,9±0,5 ab | 2,5±0,4 a | 7,4±0,3 a | 7,5±0,3 a | 1,1±0,2 ab | 6,9±0,2 a | 7,6±0,3 a |
| MN>1 | 7,6±0,3 ab | 7,5±0,3 ab | 1,1±0,4 a | 3,9±0,3 ab | 2,5±0,4 a | 7,3±0,4 a | 7,5±0,3 a | 0,9±0,2 b | 6,8±0,2 a | 7,5±0,3 a |
| MN>2 | 7,7±0,3 ab | 7,4±0,3 ab | 1,1±0,3 a | 3,9±0,3 ab | 2,4±0,4 a | 7,4±0,4 a | 7,4±0,3 a | 1,0±0,2 ab | 6,9±0,3 a | 7,6±0,2 a |
| MN>3 | 7,7±0,3 ab | 7,4±0,4 ab | 1,1±0,3 a | 3,9±0,3 ab | 2,5±0,5 a | 7,4±0,3 a | 7,4±0,3 a | 1,0±0,3 ab | 6,8±0,2 a | 7,6±0,2 a |
| BA< | 7,8±0,2 a | 7,5±0,3 a | 1,1±0,4 a | 3,9±0,4 ab | 2,4±0,5 a | 7,5±0,5 a | 7,6±0,4 a | 1,0±0,2 ab | 6,9±0,3 a | 7,7±0,3 a |
| BA> | 7,7±0,3 ab | 7,3±0,3 ab | 1,1±0,3 a | 3,7±0,3 b | 2,5±0,4 a | 7,2±0,4 a | 7,3±0,4 a | 1,0±0,1 ab | 6,6±0,3 a | 7,5±0,2 a |
| IC> | 7,7±0,4 ab | 7,5±0,5 ab | 1,1±0,3 a | 3,8±0,4 ab | 2,3±0,6 a | 7,4±0,4 a | 7,5±0,4 a | 1,0±0,2 ab | 6,8±0,3 a | 7,7±0,4 a |
| IPR< | 7,5±0,4 b | 7,2±0,5 b | 1,2±0,4 a | 3,9±0,4 ab | 2,3±0,4 a | 7,3±0,5 a | 7,4±0,4 a | 1,0±0,2 ab | 6,7±0,3 a | 7,5±0,4 a |

¹Valores expressos como Média (n=2), sendo n = número de repetições. Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ao nível 5% de probabilidade (p<0,05) pelo Teste de Tukey

²Legenda: CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catucaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catucaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catucaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

A fragrância do pó e do aroma da bebida da amostra BA< foram considerados mais intensos do que a IPR<. As demais, com médias intermediárias, não diferiram entre si nem das demais amostras, com exceção das amostras O> e MN<2, que também obtiveram médias significativamente mais intensas ($p < 0,05$) do que a amostra IP< quanto ao aroma da bebida.

A acidez da amostra O> se destacou e foi considerada significativamente mais intensa do que a acidez das amostras BA> e CV<2. As demais amostras obtiveram médias intermediárias e não diferiram significativamente de nenhuma amostra. A menor sensação de adstringência foi percebida na amostra MN>1, que foi significativamente menos intensa do que nas amostras CA> e CV<1, as demais amostras obtiveram médias intermediárias e não diferiram significativamente de nenhuma amostra.

5.7.2.1 Análise de componentes principais – ACP e Análise de agrupamento aglomerativo hierárquico - AAH

A ACP está representada pela projeção das variáveis e das observações na Figura 23 e das observações, somente na Figura 24. Nos resultados referentes à ADQ, duas CPs foram extraídas do conjunto total de dados, explicando 72,29% da variância. A primeira componente principal (CP1) explicou 59,83% da variância estatística e foi correlacionada positivamente com as variáveis Fragrância, Aroma, Sabor Residual e Corpo. Enquanto que a segunda componente principal (CP2) explicou 12,46% da variância estatística e foi apenas correlacionada positivamente com a variável Amargor.

Conforme a Figura 23, as amostras agrupadas à esquerda do Biplot apresentaram menor intensidade dos atributos opostos (corpo, sabor, aroma da bebida, fragrância e sabor residual) quando comparados às amostras projetadas à direita.

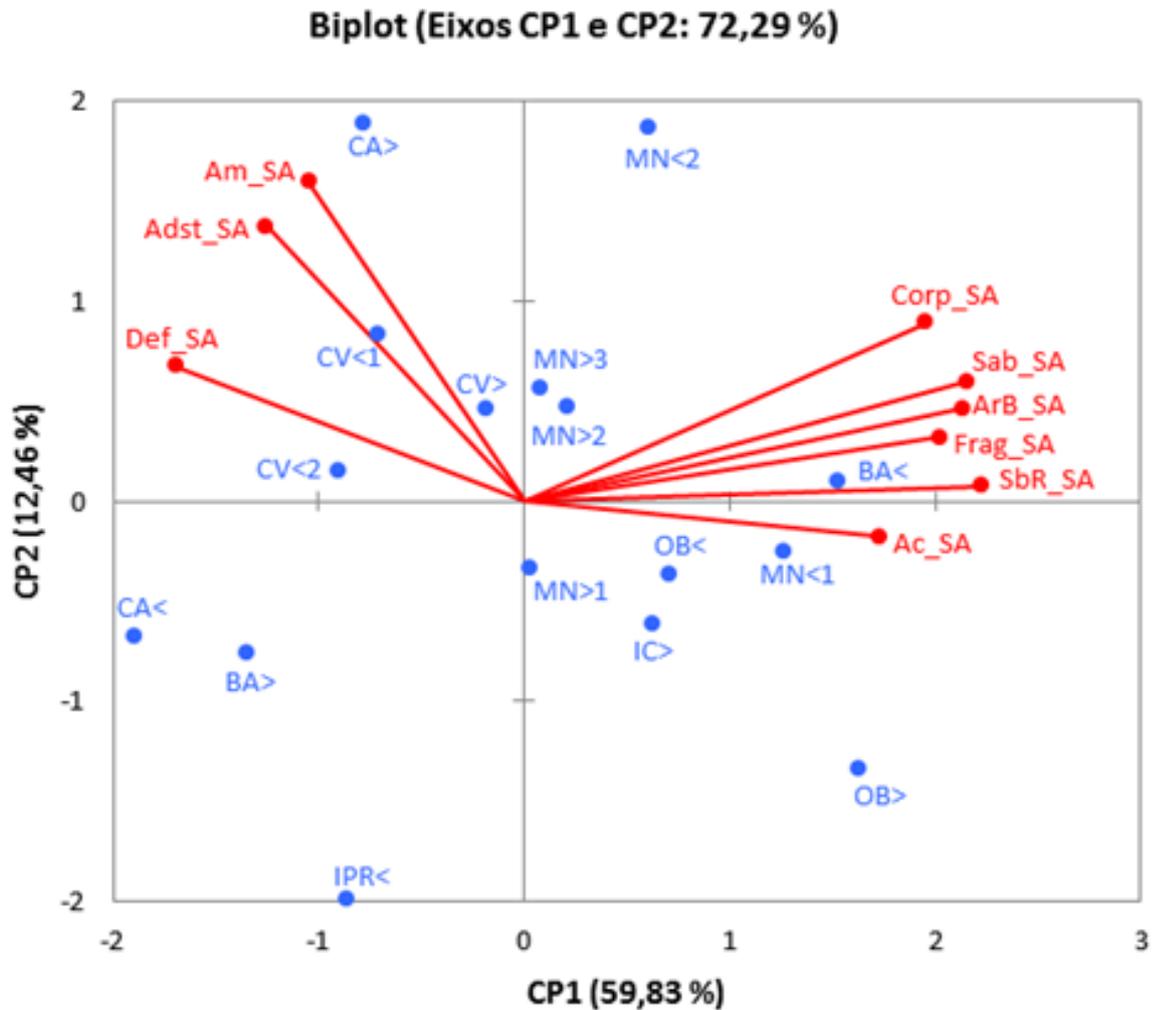


Figura 23 – Análise de componentes principais – ACP utilizando atributos sensoriais da metodologia ADQ: projeção das variáveis e das observações

Legenda: CP = Componente Principal. Variáveis: Frag_SA = Fragrância, Sab_SA = Sabor, ArB_SA = Aroma da bebida, Corp_SA = Corpo, Sbr_SA = Sabor Residual, Ac_SA = Acidez, Am_SA = Amargor, Adst_SA = Adstringência, Def_SA = Defeitos. Observações: CP1 e CP2 = Componentes Principais 1 e 2. CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1> = Catucaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2> = Catucaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catucaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1> = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2> = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1> = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2> = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3> = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

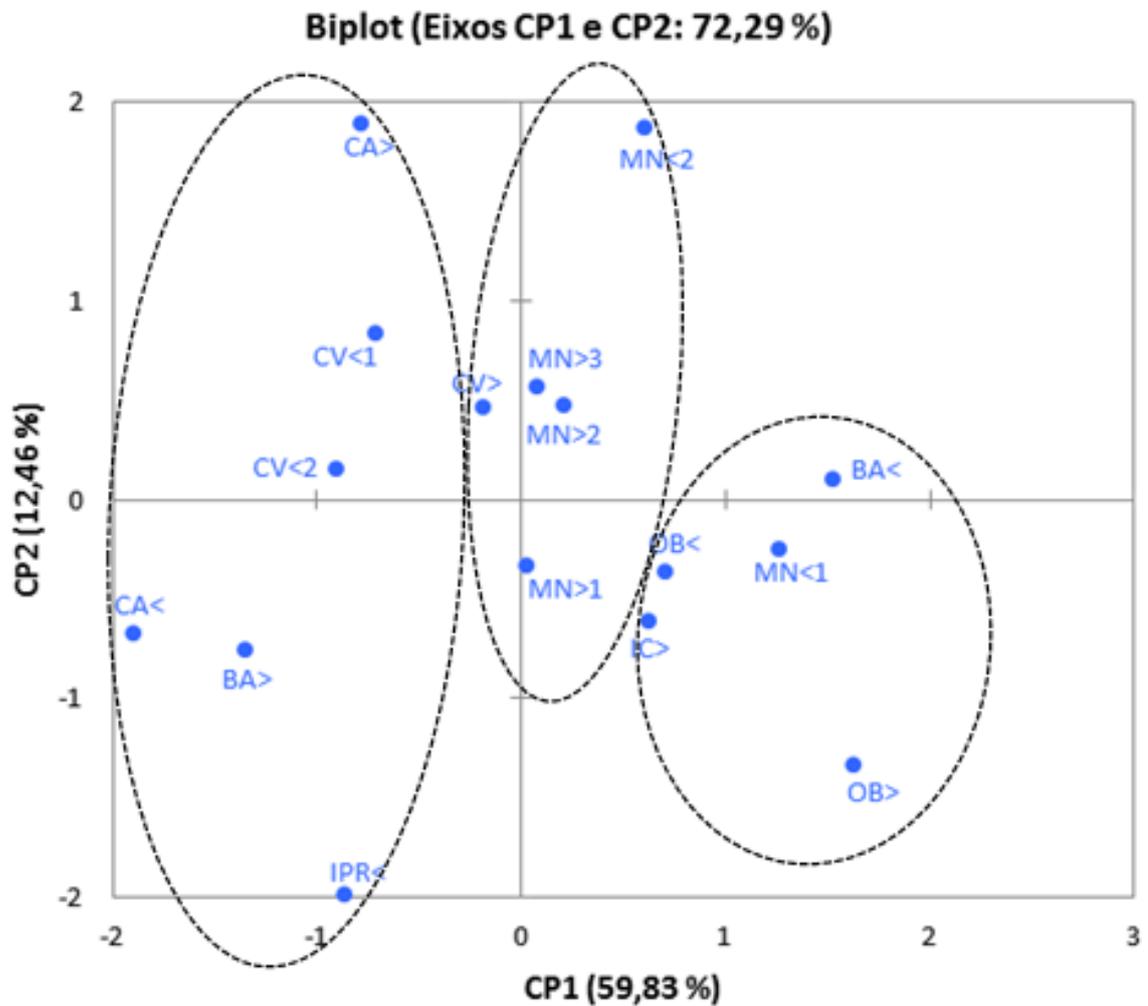


Figura 24 – Análise de componentes principais – ACP utilizando atributos sensoriais da metodologia ADQ: projeção das observações

Legenda: CP = Componente Principal. Observações: CP1 e CP2 = Componentes Principais 1 e 2. CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catuaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

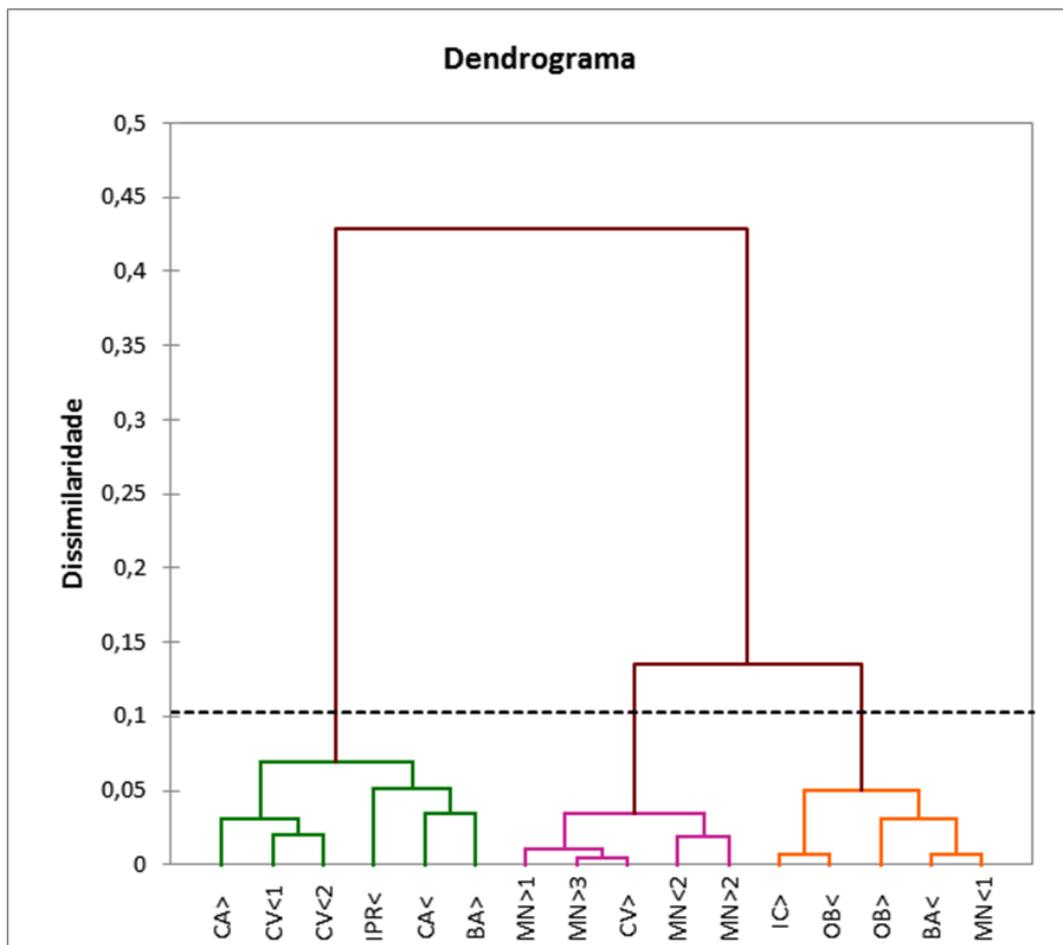


Figura 25 – Dendrograma do Agrupamento Aglomerativo Hierárquico – AAH da análise sensorial ADQ

Legenda: CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catucaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catucaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catucaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

A AAH (Cluster) foi calculada por dissimilaridade com uso da distância Euclidiana do método de Ward e de truncamento por entropia, resultando em três agrupamentos (Figura 25). Na AAH, as observações foram separadas em três grupos por meio do corte realizado em 0,10, visualizado na linha pontilhada (Figura 25). Esse mesmo corte foi utilizado para a separação dos grupos (círculos pontilhados) mostrados na projeção das observações (Figura 24).

O primeiro grupo foi formado pelas amostras CA>, CV<1>, CV<2>, IPR<, CA< e BA>, que obtiveram menor valor quanto à fragrância do pó, aroma da bebida, acidez e sabor residual, e maior valor quanto à adstringência. Houve maior concentração de amostras cultivadas abaixo de 1.100 metros de altitude nesse grupo.

O segundo grupo foi formado pelas amostras MN<2, MN>3, MN>2, CV> e MN>1, que obtiveram maiores valores quanto ao aroma da bebida e menor média quanto à adstringência. Nesse grupo, há maior número de amostras de Mundo Novo cultivadas acima de 1.100 metros de altitude.

O terceiro grupo foi formado pelas amostras BA<, IC>, OB>, MN<1 e OB<, ou seja, as que obtiveram maiores valores quanto à fragrância do pó, aroma da bebida, acidez, sabor e sabor residual, e menores valores quanto aos defeitos, adstringência e amargor.

Com relação às características químicas deste último grupo, as amostras apresentaram valores de pH entre 5,85 e 5,95 (mais altos); SST entre 24,1 a 39,1ºBrix; acidez titulável de 0,42 a 0,52 de g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de amostra e índice de acidez de 243,48 a 301,41 mL de NaOH 100 g⁻¹ de amostra. Para compostos fenólicos, apresentaram variação de 6,78 a 12,46% e, para açúcares redutores totais, de 0,57 a 0,79%. Quanto aos ácidos clorogênicos, as amostras apresentaram valores de 1,09 a 1,75 g 100 g⁻¹ para 5-CQA; de 0,11 a 0,22 g 100 g⁻¹ para trigonelina; e de 0,55 a 0,94 g 100 g⁻¹ para cafeína.

De acordo com Moreira et al. (2015), para cafés de alta qualidade, não há correlação linear significativa entre características sensoriais e composição química dos grãos crus. Por conseguinte, outras características químicas do grão cru devem ser avaliadas e possivelmente aquelas formadas na torra dos grãos devem ser consideradas em novos estudos visando correlacionar as características físico-químicas aos atributos sensoriais.

Os grupos formados nessa metodologia diferiram dos da anterior devido à finalidade de cada uma delas, pois a SCAA visa identificar cafés de qualidade proeminente, enquanto que a metodologia das Resoluções SAA (ADQ) busca identificar defeitos nas amostras avaliadas.

Todavia, mesmo com as diferenças dos grupos, observou-se que os subgrupos de amostras (OB<, OB> e MN<1; CA> e BA>; MN>1, MN>3 e MN>2) se mantiveram agrupados em ambas as metodologias empregadas. Ademais, dentre os grupos analisados, o destaque da cultivar Obatã foi eminente, visto que recebeu as maiores notas em ambas as metodologias.

Assim como foi discutido nos itens anteriores, não é possível afirmar que as alterações nos atributos sensoriais dos cafés foram influenciadas somente pelas práticas empregadas durante as etapas de produção, visto que outros fatores como

idade da lavoura, composição do solo, adaptação da cultivar, variação do clima, tempo de maturação do fruto, entre outros fatores não mensurados no presente estudo, podem interferir.

5.7.2.2 Frequência de eliciações dos termos descritivos na avaliação sensorial

A partir da avaliação de frequência de eliciação dos termos descritivos pela aplicação do Teste Q ou de Cochran (Tabela 21), pode-se observar que mais de 35% dos provadores descreveram as amostras como ácidas. Ademais, todas as amostras foram descritas como: floral ou frutado, com exceção da MN<2; doce, exceto as amostras MN<2 e BA>; com sabor residual característico de café, com exceção das amostras CA<, CV<1 e OB<; e com sensação de encorpado na boca, com exceção das amostras CA<, OB< e IPR<.

Foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) somente quanto à citação do atributo herbáceo/chá, pois a amostra CA< foi descrita com a presença deste por mais de 35% dos provadores, enquanto que as amostras CV>, MN<2, BA>, MN>2 e CV<2 não obtiveram essa citação. Para as demais amostras, não houve diferença significativa relacionada a esse atributo.

Quanto aos demais atributos da lista de frequência de eliciações, não houve diferença significativa entre as amostras avaliadas. Contudo, pode-se observar que a única amostra que apresentou mais de 35% de citações quanto à adstringência, que é um atributo negativo para a qualidade da bebida, foi a CV<1.

As amostras CV>, OB<, OB>, MN>1, MN>3, MN<1, MN<2, MN>2 e IPR< foram descritas com presença de sabor de nozes/avelã. Dessa forma, pode-se concluir que amostras de Obatã e Mundo Novo cultivadas na região do CAP e que integraram este estudo, independentemente de sua altitude, se caracterizam por esse atributo. Já as amostras CA>, OB< e BA<, foram identificadas com sabor de caramelo por mais de 35% das citações.

Os demais atributos relacionados aos defeitos de sabor, como: gosto amargo ou pouco amargo, químico/resinoso/remédio, queimado, fumaça/fumo e residual estranho, foram percebidos por menos de 35% das citações em todas as amostras.

Tabela 21 – Distribuição percentual da frequência de eliciações dos termos descritivos na avaliação sensorial do café de acordo com amostras observadas

| Amostra ¹ | Doce | Ácido | Adstringente | Nozes/ Avelã | Sabor residual característico de café | Floral/ Frutado | Caramelo | Herbáceo/Chá | Encorpado |
|----------------------|--------|--------|--------------|-----------------|---|--------------------|----------|--------------|-----------|
| CA< | 37,5 a | 62,5 a | 31,3 a | 31,3 a | 31,3 a | 43,8 a | 25,0 a | 37,5 b | 31,3 a |
| CA> | 56,3 a | 68,8 a | 31,3 a | 25,0 a | 37,5 a | 56,3 a | 43,8 a | 25,0 ab | 56,3 a |
| CV<1 | 37,5 a | 62,5 a | 37,5 a | 31,3 a | 31,3 a | 62,5 a | 18,8 a | 18,8 ab | 56,3 a |
| CV<2 | 37,5 a | 62,5 a | 25,0 a | 31,3 a | 75,0 a | 43,8 a | 18,8 a | 00,0 a | 50,0 a |
| CV> | 43,8 a | 75,0 a | 25,0 a | 43,8 a | 50,0 a | 50,0 a | 25,0 a | 00,0 a | 43,8 a |
| OB< | 37,5 a | 56,3 a | 12,5 a | 50,0 a | 31,3 a | 56,3 a | 43,8 a | 25,0 ab | 31,3 a |
| OB> | 43,8 a | 62,5 a | 18,8 a | 37,5 a | 43,8 a | 68,8 a | 18,8 a | 12,5 ab | 37,5 a |
| MN<1 | 43,8 a | 87,5 a | 25,0 a | 62,5 a | 62,5 a | 43,8 a | 12,5 a | 12,5 ab | 56,3 a |
| MN<2 | 31,3 a | 87,5 a | 31,3 a | 50,0 a | 43,8 a | 31,3 a | 18,8 a | 00,0 a | 68,8 a |
| MN>1 | 43,8 a | 68,8 a | 06,3 a | 43,8 a | 56,3 a | 62,5 a | 12,5 a | 18,8 ab | 50,0 a |
| MN>2 | 37,5 a | 75,0 a | 18,8 a | 37,5 a | 75,0 a | 50,0 a | 12,5 a | 00,0 a | 50,0 a |
| MN>3 | 50,0 a | 81,3 a | 25,0 a | 43,8 a | 68,8 a | 50,0 a | 18,8 a | 12,5 ab | 43,8 a |
| BA< | 50,0 a | 87,5 a | 06,3 a | 25,0 a | 68,8 a | 56,3 a | 50,0 a | 25,0 ab | 43,8 a |
| BA> | 31,3 a | 68,8 a | 18,8 a | 25,0 a | 68,8 a | 43,8 a | 25,0 a | 00,0 a | 50,0 a |
| IC> | 37,5 a | 87,5 a | 18,8 a | 25,0 a | 75,0 a | 56,3 a | 06,3 a | 12,5 ab | 43,8 a |
| IPR< | 43,8 a | 68,8 a | 18,8 a | 37,5 a | 50,0 a | 62,5 a | 06,3 a | 31,3 ab | 25,0 a |

¹Valores expressos em % de frequência de eliciações dos termos descritivos na avaliação sensorial do café (Teste Q ou de Cochran)

²Legenda: CA< = Catucaí Amarelo abaixo de 1.100 metros; CA> = Catucaí Amarelo acima de 1.100 metros; CV<1 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 1; CV<2 = Catuaí Vermelho abaixo de 1.100 metros 2; CV> = Catuaí Vermelho acima de 1.100 metros; OB< = Obatã abaixo de 1.100 metros; OB> = Obatã acima de 1.100 metros; MN<1 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 1; MN<2 = Mundo Novo abaixo de 1.100 metros 2; MN>1 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 1; MN>2 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 2; MN>3 = Mundo Novo acima de 1.100 metros 3; BA< = Bourbon Amarelo abaixo de 1.100 metros; BA> = Bourbon Amarelo acima de 1.100 metros; IC> = Icatu Vermelho acima de 1.100 metros; IPR< = Iapar abaixo de 1.100 metros

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os cafés analisados no presente estudo, cinco foram classificados como “especiais” (pontuação de até 84,42) e, os demais, como de “qualidade boa” (de 75,35 a 79,25), pela metodologia SCAA. Já na metodologia ADQ, todas as amostras foram classificadas como *Gourmet* (notas a partir de 7,5). Dentre todas as amostras, pode-se destacar a cultivar Obatã, produzida em duas faixas de altitude, pois obteve notas finais mais altas nas duas metodologias empregadas (SCAA e ADQ).

Considerando a frequência de elicitación dos termos descritivos, empregada na avaliação sensorial da metodologia ADQ, os cafés produzidos no CAP apresentaram os atributos floral/frutado, acidez, doçura e corpo pronunciados, e sabor de nozes/avelã, sendo esta última característica mais presente nas cultivares Mundo Novo e Obatã.

Verificou-se também que, pela metodologia SCAA, a maioria das amostras de Mundo Novo acima de 1.100 metros de altitude obteve notas sensoriais intermediárias, assim como a de Iapar abaixo de 1.100 metros. Já as amostras de Bourbon Amarelo, estiveram no grupo de notas mais baixas, ou seja, de qualidade inferior quando comparadas às demais analisadas.

A cultivar Mundo Novo, independentemente da altitude, tanto na SCAA quanto na ADQ, obteve maiores valores quanto ao aroma da bebida e menores valores quanto à adstringência.

No que se refere às características químicas dos cafés analisados, os teores de pH, acidez, açúcares redutores totais e cafeína estiveram dentro do padrão encontrado por outros autores em relação ao café arábica cultivado em altitudes acima de 900 metros. Já os valores de SST, variaram significativamente; os de compostos fenólicos ficaram acima da média encontrada na literatura e, os de ácidos clorogênicos e a trigonelina, abaixo.

A altitude influenciou a acidez, pois parte das amostras cultivadas abaixo de 1.100 metros apresentou valores mais altos desse atributo. Todavia, não houve interferência negativa comprovada na qualidade final da bebida, pois duas delas obtiveram notas superiores a 80,00 pontos na metodologia SCAA (MN<1 e CA<). Além disso, essa variável também influenciou a cafeína, pois as amostras de Catucaí Amarelo, Catuaí Vermelho, Obatã e Bourbon Amarelo cultivadas abaixo de

1.100 metros de altitude apresentaram valores superiores quando comparadas às da mesma cultivar de altitude mais elevada.

Quanto à cultivar, as amostras de Bourbon Amarelo apresentaram maiores valores de ácido clorogênico e estiveram no grupo de bebidas de notas menores dentre as amostras estudadas. Como essa cultivar apresentou excelente qualidade em outros estudos, é provável que tenha ocorrido algum fator não controlado durante o processo produtivo.

No que se refere ao tipo de preparo dos cafés analisados, houve diferença significativa entre as amostras de mesma cultivar (Catucaí Amarelo e Obatã), pois as de via úmida apresentaram maiores teores de ácidos clorogênicos em comparação às de via seca. Ademais, as quatro amostras de via úmida (CA<, OB<, MN>3 e BA<) apresentaram maiores teores de trigonelina e cafeína em relação às outras e foram agrupadas com as amostras de notas mais altas ou intermediárias em ambas as metodologias de análise sensorial. Somente a amostra BA< foi agrupada com as de notas mais baixas na metodologia SCAA.

De modo geral, os resultados mostram que a região do CAP possui potencial para produção de cafés especiais, de características singulares, que envolvem tradição, história, cultura e aspectos ambientais, tanto os naturais quanto os humanos. Contudo, pode-se inferir que ocorreram interferências no processo produtivo de algumas das amostras analisadas, resultando em notas inferiores a 80 pontos na escala SCAA, pois a região é naturalmente apta à produção de cafés de alta qualidade, além de a espécie *C. arabica* ter potencial genético para produzir café com bebida estritamente mole, ou seja, acima de 90 pontos SCAA.

Nesse contexto, a partir das entrevistas individuais, foi observado que parte dos produtores necessitam adequar etapas da produção, como: colheita de frutos em estágio de maturação uniforme, realização da abanação, controle de umidade, armazenamento em local adequado, dentre outros aspectos não abordados nesta pesquisa.

Porém, ainda não é possível afirmar que os atributos sensoriais encontrados nos cafés observados foram influenciados somente pelas práticas empregadas durante as etapas de produção, visto que outros fatores como idade da lavoura, composição do solo, adaptação da cultivar, variação do clima, tempo de maturação do fruto, entre outros fatores não mensurados no presente estudo, podem interferir.

Nesse tocante, são necessárias pesquisas mais aprofundadas para definir a relação entre a composição química do grão e as características sensoriais da bebida.

De qualquer maneira, o segmento de cafés especiais se tornou uma oportunidade para os cafeicultores do CAP que desejam agregar valor ao seu produto, o que evidencia a necessidade dos mesmos se especializarem e trabalharem com microlotes, a partir do mapeamento de suas propriedades e separação dos talhões de excelente qualidade.

Além disso, a obtenção do selo de indicação geográfica - IG, seja para IP ou DO, tem sido uma das formas para que as regiões sejam identificadas como origens produtoras de cafés especiais. No caso do CAP, por ser uma região turística, o selo seria uma ferramenta para explorar ainda mais o turismo, gerando postos de trabalho e renda, além de promover os produtos locais, já que a região recebe espontaneamente cerca de sete milhões de visitantes anualmente.

Entretanto, é importante ressaltar que, anteriormente ao processo de solicitação da IG, é necessário que os produtores se organizem, de forma associativa, e criem métodos de rastreabilidade de seus produtos, além de formatar o seu modelo de negócio e o projeto de *branding* e *marketing* regional, para construção da identidade local.

Em suma, diante da realidade global que demanda qualidade, estudos como esse necessitam ser desenvolvidos para que se conheça a distribuição territorial da qualidade dos cafés produzidos no Brasil e assim aplicar os conhecimentos adquiridos na agregação de valor, sustentabilidade e geração de oportunidades para a cafeicultura no país.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, S.A.; PEREIRA, R.G.F.A.; DUARTE, S.M.S.; LIMA, A.R.; ALVARENGA, D.J.; FERREIRA, E.B. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 414-420, mar./abr. 2010.
- ABRAHÃO, S.A.; PEREIRA, R.G.F.A.P.; LIMA, A.R. FERREIRA, E.B.; MALTA, M.R. Compostos bioativos em café integral e descafeinado e qualidade sensorial da bebida. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1799-1804, 2008.
- ADDINSOFT. **XLSTAT 2015**. Disponível em: <<https://www.xlstat.com/en/>>. Acesso em 15 jan. 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 15 jun. 2014.
- ALVES, E.A. **Variabilidade espacial e temporal da qualidade do café cereja produzido na região das Serras de Minas**. 2009. 133 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- AMORIM, H.V. **Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração da qualidade**. 1978. 85 p. Tese (Livre-Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1978.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/>>. Acesso em: 24 fev. 2016.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 18th ed. Washington, 2010. 1094 p.
- BARRIOS, B.E.B. **Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de cafés (*Coffea arabica* L.) da região Alto Rio Grande - sul de Minas Gerais**. 2001. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- BICHO, N.C.C. **Qualidade e segurança alimentar no café verde e aclimação do gênero *Coffea* em condições de stress ambiental**. 2004. 96 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 2004.
- BICHO, N.C.C.; OLIVEIRA, J.F.S.; LIDON, F.J.C.; RAMALHO, J.C.; LEITÃO, A.E. **O café: origens, produção, processamento e definição de qualidade**. Lisboa: Editorial João Costa, 2011. 176 p.

BORÉM, F.M. **Pós colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. 630 p.

BORGES, F.B.; JORGE, J.T.; NORONHA, R. Influência da idade da planta e da maturação dos frutos no momento da colheita na qualidade do café. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 158-163, maio/ago. 2002.

BORRELLA, I.; MATAIX, C.; CARRASCO-GALLEGO, R. Smallholder farmers in the speciality coffee industry: opportunities, constraints and the businesses that are making it possible. **IDS Bulletin**, Brighton, v. 46, n. 3, p. 29-44, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003. Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação do café beneficiado grão cru. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 13 jun. 2003. Seção 1, p. 22-29. Disponível em: <http://www.abic.com.br/publique/media/NMQ_LEGISLAcaO_IN8.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2014.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cafe/saiba-mais>>. Acesso em: 10 maio 2015.

BRAZIL SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION. Disponível em: <<http://bsca.com.br/>>. Acesso em 04 abr. 2014.

CAMARGO, A.P. Florescimento e frutificação de café arábica nas diferentes regiões cafeeiras do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 7, p. 831-839, 1985.

CAMARGO, A.P.; CAMARGO, M.B.P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.

CAMARGO, A.P.; FRANCO, C.F. **Clima e fenologia do cafeeiro**. In: Cultura de café no Brasil: manual de recomendações. 5.ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro do Café, Ministério da Indústria e Comércio, 1985. p.19-50.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121 p. (ITAL. Manual Técnico).

CARVALHO, V.D.; CHAGAS, S.J.R.; CHALFOUN, S.M.; BOTREL, N.; JUSTE JUNIOR, E.S.G. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e a qualidade de bebida do café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 449-454, mar. 1994.

CASAL, S.I.P. **Compostos nitrogenados do café**: desenvolvimento de metodologias analíticas e sua aplicação na discriminação de espécies e no controlo da intensidade da torra. 2004. 270 p. Tese (Doutorado em Farmácia) - Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, Porto, 2004.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 15 jan. 2016.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA. Disponível em: <<http://www.cepagri.unicamp.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

CHAGAS, S.J.R.; MALTA, M.R.; PEREIRA, R.G.F.A. Potencial da região sul de Minas Gerais para a produção de cafés especiais (I - Atividade da polifenoloxidase, condutividade elétrica e lixiviação de potássio). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 3, jun. 2005.

CHAGAS, S.J.R.; POZZA, A.A.A.; GUIMARÃES, M.J.C.L. Aspectos da colheita, preparo e qualidade do café orgânico. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, p. 127-135, 2002.

CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 81 p.

CHAVES, J.C.D. **Manejo do solo**: adubação e calagem antes e após a implantação da lavoura cafeeira. Londrina: IAPAR, 2002. 36 p. (IAPAR. Circular, 120).

CIRCUITO DAS ÁGUAS PAULISTA. Disponível em: <<http://www.circuitodasaguas.paulista.sp.gov.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

CLIFFORD, M.N. Chlorogenic acids and other cinnamates. Nature, occurrence and dietary burden. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Guildford, v. 79, p. 362-372, 1999.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ. Disponível em: <<http://www.consorciopesquisa.cafe.com.br>>. Acesso em: 12 jan. 2016.

CORTEZ, J. G. **Efeito de espécies e cultivares e do processamento agrícola e industrial nas características da bebida do café**. 2001. 71 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

DAL-MOLIN, R.N.; SCHOLZ, M.B.S.; SCARMINIO, I.S.; ANDREOTTI, M.; BRAGA, G.C.; OLIVEIRA, M.C.; SILVA, R.S.F.; GUYOT, B.; RIBEYRE, F.; DAVRIEUX, F. Composição química do café produzido nas condições topoclimáticas de Jesuítas, Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5., 2007, Águas de Lindóia. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Café; Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas; Belo Horizonte: MINASPLAN, 2007. 1 CD-ROM.

DENTAN, E. Étude microscopique du développement et de la maturation du grain de café. In: **Colloque Scientifique International sur le Café**, Paris, n. 11, p. 381-398, 1985.

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, p. 851-855, 2010.

EMBRAPA. **Cultivo do café orgânico**. 2006. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CafeOrganico_2ed/index.htm>. Acesso em: 10 maio 2015.

_____. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DO PARANÁ. Disponível em: <<http://www.emater.pr.gov.br/>>. Acesso em: 10 out. 2014.

FAGANELLO, L.R. Fatores que influenciam a qualidade do café no Paraná. In: PREMIA EXTENSÃO RURAL, 2., 2006, Santa Terezinha de Itaipu. **2 Premio de Extensão Rural...** Santa Terezinha de Itaipu: Emater PR, 2006. 41 p. Disponível em: <http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Biblioteca_Virtual/Premio_Extensao_Rural/2_Premio_ER/16_Fat_infl_Qual_Cafe_PR.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2016.

FARAH, A.; DONANGELO, C.M. Phenolic compounds in coffee. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v.18, p.23-26, 2006.

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

FERREIRA, G.F.P. **Avaliação da qualidade física, química, sensorial e da composição fúngica de grãos de cafés beneficiados**. 2010. 121 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2010.

FIGUEIREDO, L.P. **Perfil sensorial e químico de genótipos de cafeeiro Bourbon de diferentes origens geográficas**. 2010. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

FLAMENT, I. **Coffee flavour chemistry**. London: J. Wiley, 2001. 424 p.

FONSECA, A.F.A. da, FERRÃO, R.G., LANI, J.A., FERRÃO, M.A.G., VOLPI, P.S., VERDIN FILHO, A.C., RONCHI, C.P., MARTINS, A.G. Manejo da cultura do café conilon: espaçamento, densidade de plantio e podas. In: FERRÃO, R.G.; FONSECA, A.F.A. da; BRAGANÇA, S.M.; FERRÃO, M.A.G.; DEMUNER, L.H. (Ed.). **Café conilon**. Vitória: Incaper, 2007. cap. 9, p. 259-277.

FUNDAÇÃO PRÓCAFÉ; FAERJ; SEBRAE-RJ. **Guia do cafeicultor**. Disponível em: <<http://sistemafaerj.com.br/wp-content/uploads/2014/05/guia-do-cafeicultor-faerj-sen-ar-rj.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

GEORGE, S.E., RAMALAKSHMI, K.; RAO, L.J.M. A perception on health benefits of coffee. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Mysore, v. 48, p. 464-486, 2008.

GLAZIER, J.D.; POWELL, R.R. **Qualitative research in information management**. Englewood: Libraries Unlimited, 1992. 238 p.

GONÇALVES, M.F.W. **Propriedade industrial e a proteção dos nomes geográficos**: indicações geográficas, indicações de procedência e denominações de origem. Curitiba: Juruá, 2008. 345 p.

GOUVEIA, N.M. **Estudo da diferenciação e crescimento das gemas florais de *Coffea arabica* L.**: observações sobre antese e maturação dos frutos. 1984. 237 p. Dissertação (Mestrado em Biologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual Campinas, Campinas, 1984.

GUIMARÃES, E.R. **Terceira onda do café**: base conceitual e aplicações. 2016. 135 p. Dissertação (Mestrado em Gestão de Negócios, Economia e Mercados) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

HOWELL, G. SCAA universal cupping form & how to use it. In: 10th ANNUAL CONFERENCE & EXHIBITION "PEAK OF PERFECTION" - PRESENTATION HANDOUTS, 10., 1998, Denver. **Proceedings...** Denver: ACEPP, 1998. p. 17-21.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/solosp/>>. Acesso em: 13 mar. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009**: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento, 2011. 150 p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicao_de_vida/pof/2008_2009_analise_consumo/pofanalise_2008_2009.pdf>. Acesso em: 10 maio 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL – INPI. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/portal/>>. Acesso em: 10 maio 2015.

KLEINWÄCHTER, M.; SELMAR, D. Influence of drying on the content of sugars in wet processed green Arabica coffees. **Food Chemistry**, Oxford, v. 119, n. 2, p. 500-504, 2010.

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

KRUG, H.P. Café duros – II: um estudo sobre a qualidade dos cafés de variação. **Revista do Instituto do Café**, São Paulo, v. 27, p. 1393-1396, 1940.

LIMA, J.P.; FARAH, A. Comparação dos teores de metilxantinas no café e em outras bebidas estimulantes comumente consumidas no Brasil. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 8., 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: Consórcio Pesquisa Café, 2013. 4 p.

LINGLE, T.R. **The coffee cuppers hand book**. Long Beach: SCAA, 2001. 47 p.

LOPES, L. M. V. **Avaliação da qualidade de grão crus e torrados de cultivares de cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Lavras: UFLA, 2000. 95 p.

LÓPEZ-GALILEA, I.; ANDUEZA, S.; DI LEONARDO, I.; PEÑA, M.P.; CID, C. Influence of torrefacto roast on antioxidant and pro-oxidant activity of coffee. **Food Chemistry**, Oxford, v. 94, p. 75-80, 2006.

LOSEKANN, L.; GUTIERREZ, M. Diferenciação de produtos. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Ed.). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. p. 91-108.

MALTA, M.R.; CHAGAS, S.J.R. Avaliação de compostos não-voláteis em diferentes cultivares de cafeeiro produzidas na região sul de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringa, v. 31, p. 57-61, 2009.

MAMEDE, E.O.; PERAZZO, K.K.; MACIEL, L.F.; CARVALHO, L.D. Avaliação sensorial e química de café solúvel descafeinado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v. 21, n. 2, p. 311-324, abr./jun. 2010.

MARCOS FILHO, J.; AMORIN, H.V.; SILVAROLLA, M.B.; PESCARIN, H.M.C. Relações entre germinação, vigor e permeabilidade das membranas celulares durante a maturação de sementes de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., 1981, Brasília. **Anais...** Londrina: Embrapa, CNPSo, 1982. v. 1, p. 676-688.

MARCUCCI, C.T.; BENASSI, M.T.; ALMEIDA, M. B.; NIXDORF, S. L. Teores de trigonelina, ácido 5-cafeoilquínico, cafeína e melanoidinas em cafés solúveis comerciais brasileiros. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, No. 4, 544-548, 2013.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. Cultura do café no Brasil. In: FUNDAÇÃO PROCAFÉ. **Novo manual de recomendações**. Varginha e Rio de Janeiro, 2005. 434 p.

MELLO, M.R.P.A.; MINAZZI-RODRIGUES, R.S.; CARVALHO, J.B.; SHIROSE, I. Estudo comparativo de métodos de extração para determinação de cafeína em café. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 52, p. 89-95, 1992.

MELO, W.L.B. **A importância da informação sobre do grau de torra do café e sua influência nas características organolépticas da bebida.** São Carlos: EMBRAPA, 2004. 4 p. (Comunicado Técnico, 58).

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**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 239-243, 2005.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MINAYO, M.C.S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementariedade? **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.3, n.9, p. 239-262, jul./set. 1993.

MONTEIRO, M.C.; TRUGO, L.C. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, p. 637-641, 2005.

MOREIRA, S.S.; SOBREIRA, F.M.; LIMA, T.L.B.; OLIVEIRA, A.C.B.; PEREIRA, A.A.; MALTA, M.R. Correlação entre características químicas e sensoriais do café arábica. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2015, Curitiba. **Anais...** Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio9/118.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2015.

NUNES, F.L.; CAMARGO, M.B.P. de; FAZUOLI, L.C.; PEZZOPANE, J.R.M. **Estimação da duração do subperíodo floração-maturação dos frutos das cultivares de café Mundo Novo e Catuaí.** 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/FloracaoCafe/index.htm>. Acesso em: 15 jan. 2015.

ORTOLANI, A.A.; PEDRO JUNIOR, M.J.; CAMARGO, M.B.P.; CORTEZ, J.G.; PALLONE FILHO, W.J. Regionalização da época de maturação e qualidade natural de bebida do café arábica no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBA, 2001. p. 53-54.

PÁDUA, F.R.M.; PEREIRA, R.G.F.A.; FERNANDES, S.M. Polifenóis, pH, acidez titulável total, sólidos solúveis totais, fibra bruta e resíduo mineral fixo de diferentes espécies de café arábica e conilon. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2001, Vitória. **Resumos expandidos...** Brasília: CBPED-Café, 2001. 1 CD-ROM.

PEREIRA, M.C. **Características químicas, físico-químicas e sensorial de genótipos de grãos de café (*Coffea arabica* L.).** 2008. 101 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

PEREIRA, R.G.F.A.; VILLELA, T.C.; ANDRADE, E.T. Composição química de grãos de cafés (*coffea arábica* L.) submetidos a diferentes tipos de pré-processamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2002, Vitória. **Resumos...** Brasília: Embrapa, 2002. p. 826-831.

PEREIRA, V.F.; VALE, S.M.L.R.; BRAGA, M.J.; RUFINO, J.L.S. Riscos e retornos da cafeicultura em Minas Gerais: uma análise de custos e diferenciação. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 48, n. 3, p. 657-678, 2010.

PERRONE, D.; FARAH A.; DONANGELO, C.M., DE PAULIS, T.; MARTIN, P.R. Comprehensive analysis of major and minor chlorogenic acids and lactones in economically relevant coffee cultivars. **Food Chemistry**, Oxford, v. 106, p. 859-867, 2008.

PEZZOPANE, J.R.M.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; THOMAZIELLO, R.A.; CAMARGO, M.B.P. Escala para avaliação de estádios fenológicos do cafeeiro *Arábica*. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n.3, p.499-505, 2003.

PIMENTA, C.J. **Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) originado de frutos colhidos em quatro estádios de maturação**. 1995. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

_____. **Época de colheita e tempo de permanência dos frutos à espera da secagem, na qualidade do café**. 2001. 145 p. Tese (Doutorado em Química, Físico-Química e Bioquímica de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

_____. **Qualidade do café**. Lavras: UFLA, 2003. 304 p.

PIMENTA, C.J.; VILELA, E.R. Qualidade do café (*Coffea arabica* L.) colhido em sete épocas diferentes na região de Lavras – MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, ed. esp., p. 1481-1491, dez. 2002.

PIMENTA, C.J.; COSTA, L.; CHAGAS, S.J.R. Peso, acidez, sólidos solúveis, açúcares e polifenóis em café (*Coffea arabica* L.), colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 25, p. 23-30, 2000.

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 Agrocência**, Pelotas, v. 7, n. 3, p. 193-195, set./dez. 2001.

PINTO, N.A.V.D.; PEREIRA, R.G.F.A.; FERNANDES, S.M.; THÉ, P.M.P.; CARVALHO, V.D. Caracterização dos teores de polifenóis e açúcares em padrões de bebida do café (*Coffea arabica* L.) cru e torrado do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 1, p. 52-58, 2002.

RIBEIRO, D.E. **Interação genótipo e ambiente na composição química e qualidade sensorial de cafés especiais em diferentes formas de processamento**. 2013. 62 p. Dissertação (Mestrado em Processamento de Produtos Agrícolas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

RODARTE, M.P.; ABRAHÃO, S.A.; PEREIRA, R.G.F.A.; MALTA, M.R. Compostos não voláteis em cafés da região sul de Minas submetidos a diferentes pontos de torração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 1366-1371, 2009.

RODRIGUES, I.R. **Composição química do café do Alto Vale do Jequitinhonha e comparação dos efeitos sub-crônicos da cafeína e café em ratos**. 2012. 97 p. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) – Universidade Federal dos Vales, Diamantina, 2012.

ROSSETTI, R.P. **Determinação de fenóis totais em frutos do café: avaliações em diferentes fases de maturação**. 2007. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

SAES, M.S.M.; FARINA, E.M.M.Q. **O agribusiness do café no Brasil**. São Paulo: Pensa; Editora Milkbizz, 1999. 230 p.

SAES, M.S.M.; SOUZA, M.C.M.; SPERS, E.E. **Diagnóstico sobre o sistema agroindustrial de cafés especiais e qualidade superior do estado de Minas Gerais**. São Paulo: SEBRAE, 2001. 152 p.

SANTOS, M.A.; CHALFOUN, S.M.; PIMENTA, C.J. Influência do processamento por via úmida e tipos de secagem sobre a composição, físico química e química do café (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, p. 213-218, 2009.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Resolução SAA nº30 de 22 de junho de 2007. Norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído - característica especial: café superior. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. Executivo Seção I, São Paulo, v. 117, n. 117, 23 jun. 2007a.

_____. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Resolução SAA nº31 de 22 de junho de 2007. Norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído - característica especial: café gourmet. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. Executivo Seção I, São Paulo, v. 117, n. 117, 23 jun. 2007b.

_____. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Instituto de Economia Agrícola. **Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo - LUPA 2007/2008**. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

_____. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Resolução SAA nº19 de 05 de abril de 2010. Norma de padrões mínimos de qualidade para café torrado em grão e torrado e moído – característica: café tradicional. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. Executivo Seção I, São Paulo, v. 120, n. 66, 09 abr. 2010.

SARRAZIN, C.; LEQUÉRE, J. L.; GRETSCH, C.; LIARDON, R. Representativeness of coffee aroma extracts: a comparison of different extraction methods. **Food Chemistry**, Oxford, v. 70, p. 99-106, 2000.

SHANKARANARAYANA, M. L.; RAGHAVAN, B.; ABRAHAM, O; NATARAJAN, C.P. Complex nature of coffee aroma. **Indian Coffee**, Bangalore, v. 38, n. 4, p. 84-92, Apr. 1974.

SIMÕES, R. O.; FARONI, L.R.A.; QUEIROZ, D.M. Qualidade dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) em coco processados por via seca. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p. 139-146, maio/jun. 2008.

SIQUEIRA, H.H.; ABREU, C.M.P. Composição físico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração e com diferentes formas de processamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, p. 112-117, 2006.

SKEIE, T. **Norway and coffee**. 2002. Disponível em: <<https://timwendelboe.no/uploads/the-flamekeeper-2003.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

SOLARES, P.F.; JIMÉNEZ, O.H.; LÉON, E.L.; ANZUETO, F. Influencia de la variedad y la altitude en las características organolépticas y físicas del café. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTURA, 19., 2000, San José. **Anais...** San José: IICA; Promecage, 2000. p. 493-499.

SOUZA, S.M.C. de. **O café (*Coffea arabica* L.) na região Sul de Minas Gerais: relação da qualidade com fatores ambientais, estruturais e tecnológicos**. 1996. 171 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. **SCAA protocols: cupping specialty coffee**. Disponível em: <http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2016.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS: version 9.3**. Cary, 2011.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1993. 295 p.

SUMNER, J.B.; SISLER, E.B. A simple method for blood sugar. **Archives of Biochemistry**, New York, v. 4. p. 333-336, 1944.

TFOUNI, S.A.V.; SERRATE, C.S.; CARREIRO, L.B.; CAMARGO, M.C.R.; TELES, C.R.A.; CIPOLLI, K.M.V.A.B.; FURLANI, R.P.Z. Effect of roasting on chlorogenic acids, caffeine and polycyclic aromatic hydrocarbons levels in two coffee cultivars: *Coffea arabica* cv. Catuai´ Amarelo IAC-62 and *Coffea canephora* cv. Apoatã IAC-2258. **International Journal of Food Science & Technology**, Malden, v. 47, p. 406–415, 2012.

THOMAZINI, A.; TOMAZ, M.; MARTINS, L.D. RODRIGUES, W.N. Abordagem sobre qualidade da bebida no café conilon. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-16, 2011.

TOCI, A.; FARAH, A.; TRUGO, L.C. Efeito do processo de descafeinação com diclorometano sobre a composição química dos cafés arábica e robusta, antes e após a torração. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, p. 965-971, 2006.

TRUGO L.C.; MACRAE R. A study of the effect of roasting on the chlorogenic acid composition of coffee using HPLC. **Food Chemistry**, Oxford, v. 15, p. 219-227, 1984.

VANOS, V. Preliminary microbial ecological studies en "Rio taste" coffee beans. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 12., 1987, Montreux. **Annales...** Paris: Association Scientifique Internationale du Café, 1988. p. 353-376.

VILLELA, T.C. **Qualidade do café despulpado, desmucilado, descascado e natural, durante o processo de secagem**. 2002. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

ZYLBERSZTAJN, D.; FARINA, E.M.M.Q. **Diagnóstico sobre o sistema agroindustrial de cafés especiais e qualidade superior do Estado de Minas Gerais**: relatório final PENZA/FEA/USP. São Paulo: USP, 2001. 152 p.

ZYLBERSZTAJN, D.; FARINA, E.M.M.Q.; SANTOS, R.C. **O sistema agroindustrial do café: um estudo da organização do agribusiness do café visto como a chave da competitividade**. Porto Alegre: Ortiz, 1993. 277 p.

APÊNDICES

Apêndice A – Parecer: Comissão de Ética Ambiental na Pesquisa

COMISSÃO DE ÉTICA AMBIENTAL NA PESQUISA – ESALQ/USP

PARECER

Declaro que o Projeto Intitulado: "Cafés da espécie *Coffea arabica* L produzidos no Circuito das Águas Paulista: caracterização física, química e sensorial", de responsabilidade da Profa. Gilma Lucazechi Sturion (LAN), está de acordo com os Princípios éticos ambientais adotados das leis e decretos complementares (Lei 6.894/80, Lei 7.803/89, Lei 9.985/00, Lei 9.974/00, Decreto 99.556/90, Decreto 4.340/02, Instrução Normativa 169/2008, ABNT/NBR 10004:2004, Resolução ANVISA RDC 306/2004, Resolução 358/05) acrescida dos dispositivos e alterações, bem como os demais decretos e instruções normativas relativas aos assuntos ambientais pertinentes.

Piracicaba, 27 de abril de 2016.


Prof. Dr. Claudio Lima de Aguiar
Presidente – CEAP
ESALQ/USP

Este parecer exclui demais aspectos éticos que envolvam a utilização de animais de laboratório ou seres humanos, os quais são de competência das Comissões de Ética em Pesquisa com Animais e de Seres Humanos, respectivamente.

Apêndice B – Parecer: Comissão de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS – CEP/ESALQ
Av. Pádua Dias, 11 • Caixa Postal 9 • Cep 13418-900 • Piracicaba, SP • Brasil
Fones (19) 3429.4150 e 3447.8713
Email: cep.esalq@usp.br
<http://www4.esalq.usp.br/pesquisa/comissoes-de-etica/cep>

PARECER DO CEP — ESALQ/USP

Comunicamos que o Protocolo de Pesquisa referente ao Projeto n° 184

Título do Projeto de Pesquisa:

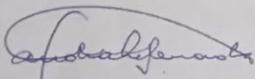
Cafés da espécie *Coffea arabica* L. produzidos no Circuito das Águas Paulista: caracterização física, química e sensorial.

Pesquisadores / Orientador: Cintia Maretto

Apresentado a este Comitê para análise ética, segundo a Resolução CNS 196/96, do Conselho Nacional de Saúde, de 10/10/96, em reunião realizada em 11/06/2007, foi considerado:

- Aprovado.
- Com pendência, devendo o pesquisador responder aos questionamentos do CEP no máximo 60 dias após a data da emissão deste parecer. O protocolo retornará à reunião do comitê.
- Reprovado.

Piracicaba, 28 de abril de 2016.



Prof. Dra. Sandra Helena da Cruz
Coordenadora do CEP/ESALQ/USP

ANEXOS

Anexo A – Tabela de Classificação do Café Beneficiado Grão Cru, em função do defeito/tipo

| Defeitos | Tipos | Pontos | Defeitos | Tipos | Pontos |
|----------|-------|--------|----------|--------------|--------|
| 4 | 2 | +100 | 46 | 5 | 50 |
| 4 | 2-05 | +95 | 49 | 5-05 | 55 |
| 5 | 2-10 | +90 | 53 | 5-10 | 60 |
| 6 | 2-15 | +85 | 57 | 5-15 | 65 |
| 7 | 2-20 | +80 | 61 | 5-20 | 70 |
| 8 | 2-25 | +75 | 64 | 5-25 | 75 |
| 9 | 2-30 | +70 | 68 | 5-30 | 80 |
| 10 | 2-35 | +65 | 71 | 5-35 | 85 |
| 11 | 2-40 | +60 | 75 | 5-40 | 90 |
| 11 | 2-45 | +55 | 79 | 5-45 | 95 |
| 12 | 3 | +50 | 86 | 6 | 100 |
| 13 | 3-05 | +45 | 93 | 6-05 | 105 |
| 15 | 3-10 | +40 | 100 | 6-10 | 110 |
| 17 | 3-15 | +35 | 108 | 6-15 | 115 |
| 18 | 3-20 | +30 | 115 | 6-20 | 120 |
| 19 | 3-25 | +25 | 123 | 6-25 | 125 |
| 20 | 3-30 | +20 | 130 | 6-30 | 130 |
| 22 | 3-35 | +15 | 138 | 6-35 | 135 |
| 23 | 3-40 | +10 | 145 | 6-40 | 140 |
| 25 | 3-45 | +05 | 153 | 6-45 | 145 |
| 26 | 4 | Base | 160 | 7 | 150 |
| 28 | 4-05 | 05 | 180 | 7-05 | 155 |
| 30 | 4-10 | 10 | 200 | 7-10 | 160 |
| 32 | 4-15 | 15 | 220 | 7-15 | 165 |
| 34 | 4-20 | 20 | 240 | 7-20 | 170 |
| 36 | 4-25 | 25 | 260 | 7-25 | 175 |
| 38 | 4-30 | 30 | 280 | 7-30 | 180 |
| 40 | 4-35 | 35 | 300 | 7-35 | 185 |
| 42 | 4-40 | 40 | 320 | 7-40 | 190 |
| 44 | 4-45 | 45 | 340 | 7-45 | 195 |
| | | | 360 | 8 | 200 |
| | | | > 360 | Fora de Tipo | |

Fonte: Brasil (2003)

Anexo B – Formulário de avaliação sensorial da metodologia SCAA



Specialty Coffee Association of America Cupping Form

Name: _____

Date: _____ Table: _____ Session: _____

| Classification: | | | |
|-----------------|------------------|------------------|-----------------------|
| 6.00 - Bom | 7.00 - Muito Bom | 8.00 - Excelente | 9.00 - Extraordinario |
| 6.25 | 7.25 | 8.25 | 9.25 |
| 6.50 | 7.50 | 8.50 | 9.50 |
| 6.75 | 7.75 | 8.75 | 9.75 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|-----------------|------------|---------|------------|--------|-------------|--------|-------------|--------------|---------|---------------|---------|-----------------|----------------------|-------------|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|--|
| Amostra # | Torre | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total Score | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Nível | Fragrança/Aroma | | Sabor | | Acidez | | Corpo | | Uniformidade | | Xícara Limpa: | | Impressão Geral | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| | | Seco | Qualidade: | Crosta: | Retrogosto | | Intensidade | | Intensidade | | Balanço | | Doçura | | Defeitos (subtração) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Alta | Baixa | Alta | Baixa | Alta | Baixa | Alta | Baixa | Taint=2 | Fault=4 | # of cups | Intensity | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Notes: _____ | | | | | | | | | | | | | | | | Nota final | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|-----------------|------------|---------|------------|--------|-------------|--------|-------------|--------------|---------|---------------|---------|-----------------|----------------------|-------------|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|--|
| Amostra # | Torre | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total Score | | | | | | | | | | | |
| | Nível | Fragrança/Aroma | | Sabor | | Acidez | | Corpo | | Uniformidade | | Xícara Limpa: | | Impressão Geral | | | | | | | | | | | | | |
| | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| | | Seco | Qualidade: | Crosta: | Retrogosto | | Intensidade | | Intensidade | | Balanço | | Doçura | | Defeitos (subtração) | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Alta | Baixa | Alta | Baixa | Alta | Baixa | Alta | Baixa | Taint=2 | Fault=4 | # of cups | Intensity | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Notes: _____ | | | | | | | | | | | | | | | | Nota final | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|-----------------|------------|---------|------------|--------|-------------|--------|-------------|--------------|---------|---------------|---------|-----------------|----------------------|-------------|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|--|
| Amostra # | Torre | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total Score | | | | | | | | | | | |
| | Nível | Fragrança/Aroma | | Sabor | | Acidez | | Corpo | | Uniformidade | | Xícara Limpa: | | Impressão Geral | | | | | | | | | | | | | |
| | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| | | Seco | Qualidade: | Crosta: | Retrogosto | | Intensidade | | Intensidade | | Balanço | | Doçura | | Defeitos (subtração) | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Alta | Baixa | Alta | Baixa | Alta | Baixa | Alta | Baixa | Taint=2 | Fault=4 | # of cups | Intensity | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Notes: _____ | | | | | | | | | | | | | | | | Nota final | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|-----------------|------------|---------|------------|--------|-------------|--------|-------------|--------------|---------|---------------|---------|-----------------|----------------------|-------------|---|---|---|---|----|---|---|---|---|----|--|
| Amostra # | Torre | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total: | | Total Score | | | | | | | | | | | |
| | Nível | Fragrança/Aroma | | Sabor | | Acidez | | Corpo | | Uniformidade | | Xícara Limpa: | | Impressão Geral | | | | | | | | | | | | | |
| | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| | | Seco | Qualidade: | Crosta: | Retrogosto | | Intensidade | | Intensidade | | Balanço | | Doçura | | Defeitos (subtração) | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Alta | Baixa | Alta | Baixa | Alta | Baixa | Alta | Baixa | Taint=2 | Fault=4 | # of cups | Intensity | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Notes: _____ | | | | | | | | | | | | | | | | Nota final | | | | | | | | | | | |

Anexo C – Formulário de avaliação sensorial da metodologia ADQ

