



VINICIUS BOTELHO SOUZA

**DETERMINAÇÃO DO PERFIL DOS CAFÉS PRODUZIDOS
NA FAZENDA TRÊS PORTEIRAS – SAFRA 2022/2023**

**LAVRAS-MG
2023**

VINICIUS BOTELHO SOUZA

**DETERMINAÇÃO DO PERFIL DOS CAFÉS PRODUZIDOS NA FAZENDA
TRÊS PORTEIRAS – SAFRA 2022/2023**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Dalysse Toledo Castanheira

Orientadora

Msa. Emanuelle Aparecida da Costa

Coorientadora

LAVRAS-MG

2023

VINICIUS BOTELHO SOUZA

**DETERMINAÇÃO DO PERFIL DOS CAFÉS PRODUZIDOS NA Fazenda Três
Porteiras – SAFRA 2022/2023**

**DETERMINATION OF THE PROFILE OF COFFEES PRODUCED AT TRÊS
PORTEIRAS FARM - 2022/2023 HARVEST**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia, para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovada em 13 de julho de 2023.
Mauro Magalhães Leite Faria UFLA
Ana Beatriz Silva Araujo UFLA

Profa. Dra. Dalysse Toledo Castanheira
Orientadora

Msa. Emanuelle Aparecida da Costa
Coorientadora

**LAVRAS-MG
2023**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter iluminado meu caminho e me dado forças durante toda essa caminhada.

A minha família, meus pais, avós e irmã por terem acreditado e me apoiado, principalmente pelo incentivo e compreensão durante os momentos de estudo e pesquisa, e por todo o suporte emocional e moral que me deram.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Agronomia (DAG), ao Departamento de Ciências dos Alimentos (DCA) e aos professores, pela oportunidade, capacitação e disponibilização das salas e laboratórios, fundamentais para o meu aprendizado e aprimoramento acadêmico.

A CafESAL pelas possibilidades de crescimento pessoal e profissional, além das amizades proporcionadas.

A minha querida orientadora Dalysse Toledo Castanheira que sempre foi muito paciente, carinhosa, me ensinou e apoiou em muitos momentos. Também quero agradecer à minha coorientadora Emanuelle que foi muito importante em todo o percurso.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho, direta ou indiretamente. Que este estudo possa contribuir de alguma maneira para o avanço da ciência e da sociedade.

Muito obrigado!

RESUMO

Nos últimos anos o mercado de cafés vem experimentando inúmeras transformações, as quais ocasionam o surgimento de abordagens distintas de valorização do produto como, por exemplo, a qualidade dos grãos e da bebida, e as possibilidades associadas à experiência de consumo. O Brasil, maior produtor mundial, apresenta diversidade de regiões produtoras, sendo que a região Sul de Minas é a que se destaca em termos de quantidade produzida. Para o produtor, é de extrema importância o conhecimento holístico a respeito da sua propriedade, da cultura que produz e das potencialidades do seu produto final. A tomada de decisão a respeito das operações de plantio, manejo, colheita, processamento e todas as etapas de industrialização pode ser assertivamente direcionada tendo em vista essas informações acima mencionadas. Dentro desse contexto, esta pesquisa objetivou traçar o perfil dos cafés produzidos na fazenda Três Porteiras safra 2022/23, localizada no município de Ingaí, região Sul de Minas Gerais. A coleta de dados foi realizada a partir das amostras de todos os lotes de café produzidos na fazenda Três Porteiras, as quais foram submetidas às análises físicas e físico-químicas de classificação, peneira, composição centesimal, acidez titulável, pH e coloração. As amostras também foram submetidas à análise sensorial com provadores treinados (*Q-Graders*), através do protocolo da Specialty Coffee Association (SCA). Os dados obtidos foram submetidos ao teste F e a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa Sisvar. Nenhum dos tratamentos apresentou resultados significativamente diferentes entre si, para as análises de proteínas, carboidratos, fibra bruta, resíduo mineral fixo, cor, sólidos solúveis e acidez titulável. Os valores para umidade, proteína e pH, no entanto, foram diferentes entre as amostras avaliadas. Da mesma forma, cada um dos lotes apresentou pontuação e descrição sensorial diferentes entre si, na análise sensorial. O tratamento com maior pontuação recebeu pontuação de 86,5 pontos e, o menor, 80 pontos.

Palavras-chave: Análise sensorial; Qualidade de cafés; *Coffea arabica* L.

ABSTRACT

In recent years, the coffee market has undergone numerous transformations, which have led to the emergence of different approaches to valuing the product, such as, for example, the quality of the beans and the beverage, and the possibilities associated with the consumption experience. Brazil, the world's largest producer, has a diversity of producing regions, with the southern region of Minas Gerais being the one that stands out in terms of quantity produced. For the producer, holistic knowledge about his property, the culture he produces and the potential of his final product is extremely important. Decision-making regarding planting, handling, harvesting, processing and all industrialization steps can be assertively directed in view of the aforementioned information. Within this context, this research aimed to outline the profile of the coffees produced at the Três Porteiras farm 2022/23 harvest, located in the municipality of Ingaí, in the southern region of Minas Gerais. Data collection was carried out from samples of all batches of coffee produced on the Três Porteiras farm, which were submitted to physical and physical-chemical analysis of classification, sieve, centesimal composition, titratable acidity, pH, and color. The samples were also submitted to sensory analysis with trained tasters (Q-Graders), through the Specialty Coffee Association (SCA) protocol. The data obtained were submitted to the F test and comparison of means by the Tukey test at 5% significance, using the Sisvar program. None of the treatments showed significantly different results for the analysis of proteins, carbohydrates, crude fiber, fixed mineral residue, color, soluble solids and titratable acidity. The values for moisture, protein and pH, however, were different between the evaluated samples. Likewise, each of the batches presented different scores and sensory descriptions in the sensory analysis. The treatment with the highest score received a score of 86.5 points and the lowest, 80 points.

Keywords: Sensory analysis; Coffee quality; *Coffea arabica* L.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 8 |
| 2.OBJETIVO | 10 |
| 3. REFERENCIAL TEÓRICO | 11 |
| 3.1. Produção de café..... | 11 |
| 3.1.1. A Fazenda Três Porteiras | 13 |
| 3.2. Qualidade do café | 13 |
| 3.3. Análise química do café..... | 14 |
| 3.4. Análise sensorial do café..... | 15 |
| 4. METODOLOGIA..... | 19 |
| 4.1. Amostragem..... | 19 |
| 4.2. Análises físicas, sensoriais e químicas..... | 20 |
| 4.3. Análises estatísticas..... | 21 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 22 |
| 5.1. Caracterização química..... | 22 |
| 5.1.1. Composição centesimal..... | 22 |
| 5.1.1.1.Umidade..... | 22 |
| 5.1.1.2.Teor de lipídeos..... | 22 |
| 5.1.1.3.Teor de proteínas..... | 25 |
| 5.1.1.4.Teor de carboidratos..... | 25 |
| 5.1.1.5. Fibra bruta..... | 27 |
| 5.1.1.6. Resíduo mineral..... | 28 |
| 5.2. Coloração..... | 29 |
| 5.3. Sólidos Solúveis | 30 |
| 5.4. Acidez titulável..... | 31 |
| 5.5. pH..... | 31 |
| 5.6. Análise sensorial..... | 33 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 37 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 40 |

1. INTRODUÇÃO

O café, segunda bebida mais consumida no mundo, trata-se de um importante produto agrícola que constitui parte elementar nos contextos econômico, cultural e social do Brasil e de inúmeros países. A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2023) estima que para o ano de 2023 a produção de café alcançará aproximadamente 55 mil sacas de produto cru beneficiado, 7,5% a mais do que a safra do ano anterior que, por sua vez, movimentou um montante de US\$ 9,2 bilhões apenas em atividades de exportação.

Segundo a mesma companhia, os principais países produtores são o Brasil, seguido do Vietnã e da Colômbia. A estimativa do aumento de produção, no entanto, não suprime os desafios inerentes a esta atividade, que sofre forte influência de fatores climáticos e mercadológicos, além de características da própria cultura, como o fator de bienalidade (MATIELLO, STOCKL, STOCKL, 2017). Neste contexto, existe uma preocupação com relação a oferta contínua de cafés diferenciados ou especiais, categoria de produto que vem ganhando destaque há alguns anos, e que demanda uma série de condições ideais, da lavoura até a xícara, para que obtenha os atributos que conferem maior valor (GUIMARÃES, 2016).

Conforme exposto por Moreira (2022), os cafés especiais são caracterizados como um café ou uma experiência de café reconhecida por seus atributos com valor extra significativo no mercado. Essa definição complementa e atualiza o conceito que descreve os cafés especiais como grãos produzidos sob circunstâncias particulares, que envolvem microclimas geográficos especiais, cuidados com a produção, torra e extração, visando a qualidade em todas as etapas da cadeia produtiva. Esse conjunto de fatores promove a formação de perfis de sabor único que, quando avaliados segundo o protocolo estabelecido pela Associação de Cafés Especiais (SCA), apresentam a pontuação mínima de 80 pontos, numa escala de 0 a 100 (SCA, 2023).

Nesse contexto, a região Sul do estado de Minas Gerais destaca-se como maior produtora de cafés da espécie arábica do Brasil (CONAB, 2023). O sucesso de uma região produtora está relacionado tanto ao volume obtido a cada safra, quanto à capacidade de ofertar, com consistência, produtos diferenciados, cada vez mais demandados pelo mercado (REDAÇÃO AGRISHOW, 2023). Para tanto, se faz necessário o investimento em tecnologias que otimizem a atividade produtiva, e em técnicas que permitam o conhecimento acerca do que se produz, de modo a possibilitar a definição de estratégias assertivas na busca contínua de melhoria (REDAÇÃO AGRISHOW, 2023). O entendimento sobre a composição dos cafés

produzidos, os perfis sensoriais que podem ser alcançados, e sua relação com o clima e processos aplicados em cada etapa da cadeia produtiva, pode ser visto como fator imperativo para a continuação de um empreendimento rural, que é uma fazenda produtora de cafés (BORÉM et al., 2008).

Dentro desse contexto, propõe-se neste trabalho, a determinação do perfil sensorial, físico e químico dos cafés produzidos na Fazenda Três Porteiras, localizada na zona rural do município de Ingaí, no Sul do estado de Minas Gerais.

2. OBJETIVO

Determinar o perfil dos cafés produzidos na Fazenda Três Porteiras, por meio da avaliação da composição centesimal, classificação física e sensorial de lotes obtidos por diferentes métodos de processamento pós colheita.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

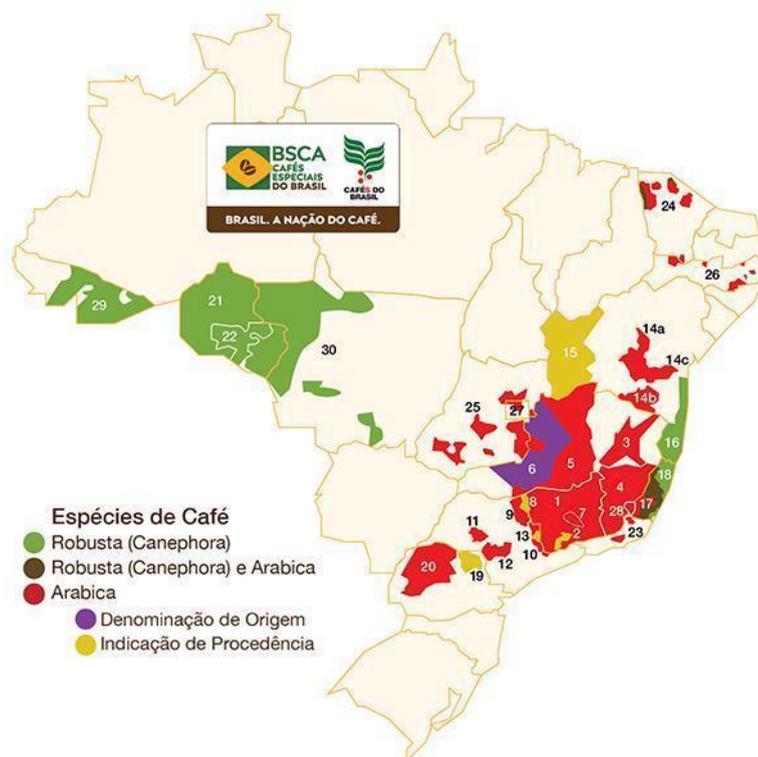
Para estabelecer as bases sob as quais foi elaborado o escopo desta pesquisa, foram abordados quatro tópicos que se relacionam com o tema em questão. Com o objetivo de fornecer uma base sólida para a caracterização do perfil dos cafés, o primeiro tópico discute os aspectos gerais do consumo e produção de café. Em seguida, no segundo tópico, a temática é aprofundada, explorando-se a qualidade do café e sua relevância. Os terceiro e quarto tópicos abordam, respectivamente, as análises sensoriais e químicas do café, baseando-se no trabalho de diversos autores para entender esses processos de avaliação.

3.1 Produção de café

O café é uma planta pertencente à família *Rubiaceae*, gênero *Coffea*, e as duas principais espécies cultivadas responsáveis pela maior parte das bebidas consumidas em todo o mundo são a *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012; SAKIYAMA; FERRÃO, 2014). No Brasil, o café foi trazido em 1727, adaptando-se bem aos solos e clima nacionais, tendo em vista que é uma planta de porte arbóreo, adaptada ao clima úmido e temperaturas amenas (MARTINS, 2012).

Atualmente, o café é um produto agrícola com importante presença na pauta comercial brasileira. Conforme dados do boletim de acompanhamento de safra publicado pela CONAB (2023), a segunda estimativa para a safra cafeeira no país em 2023, ciclo de bienalidade negativa, indica produção total, para as duas espécies supracitadas, cerca de 54.742,9 mil sacas beneficiadas. Essa produção é 7,5% ou 3.822,8 mil de sacas superior à colhida em 2022, ano de bienalidade positiva, que foi acometida por adversidades climáticas nas diversas regiões produtoras do país, com baixas precipitações pluviométricas, longas estiagens e temperaturas acima do normal, durante grande parte do seu desenvolvimento e principalmente pelas geadas ocorridas em 2021 (COOXUPÉ, 2022). A figura 1 mostra as principais regiões produtoras do Brasil, maior produtor mundial, seguido pela Colômbia, Vietnã e Indonésia:

Figura 1: Origens de café no Brasil



Fonte: BSCA (2019)

Diversos são os desafios do setor produtivo, tendo em vista a grande influência das condições climáticas na cafeicultura (SOARES, *et. al*, 2020), e a demanda por entregas consistentes a cada safra, além da qualidade do produto.

No que diz respeito ao consumo, Guimarães (2016) destaca que, para os brasileiros, o consumo de café *commodity* (produzido em larga escala e sem diferenciação) ainda é uma tradição, considerando que o país tem média anual de consumo de 4,3 kg/hab/ano. Os cafés especiais, por outro lado, ainda são novidade no país, mas seu consumo aumenta rapidamente. A Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC) estimou crescimento de 73% entre 2003 e 2010, tendo as classes A e B como principais consumidoras e interessadas neste nicho de mercado.

Em complemento, Moreira (2022) caracteriza o mercado de cafés especiais existente no Brasil como dotado de grande potencial de crescimento, mas ainda relativamente elástico, devido principalmente à necessidade de popularização do produto pelos consumidores acostumados com o café *commodity* e, conseqüentemente, à competição com grandes empresas que trabalham com café tradicional.

Nessa perspectiva, entende-se que o conhecimento do próprio produto e das técnicas que podem proporcionar melhoria da qualidade são fatores determinantes para o posicionamento assertivo do produtor rural, em um mercado competitivo no qual se destaca quem oferece e comunica maior valor ao consumidor final.

3.1.2 A Fazenda Três Porteiras

Localizada na porção Sul do Estado de Minas Gerais, na zona rural do município de Ingaí, a Fazenda Três Porteiras possui área total de 200 hectares, dos quais 40 ha são destinados à produção de café, com altitude média de 1030 m. As principais variedades cultivadas são Arara, Catuaí 144 e Catuaí 2SL.

3.2 Qualidade do café

Inúmeros são os fatores relacionados com a qualidade do café: origem, clima, manejo da lavoura, variedade, colheita, processo de separação, secagem, armazenamento, torra, embalagem, preparo e fatores que alteram a percepção. Conforme abordado por Silva (2005) o somatório desses fatores interferem na qualidade final do produto, conferindo características desejáveis ao paladar do consumidor.

O sabor característico do café se deve à presença de várias substâncias químicas voláteis e não voláteis, dentre as quais, proteínas, compostos fenólicos e ácidos graxos, carboidratos e outros componentes, associada à ação de algumas enzimas e microorganismos que atuam em inúmeras etapas do processo. No entanto, o fator qualidade deve-se não somente a esses itens, mas também aos procedimentos realizados na colheita e pós colheita, que afetam sensivelmente as características percebidas durante o consumo (SILVA, 2005).

Dentro desse contexto, faz-se pertinente mencionar o trabalho realizado por Souza (2018), na definição do conceito de *terroir*. O termo “*Terroir*” é uma palavra de origem francesa, não possui tradução em nenhum outro idioma. Está relacionada diretamente ao solo e ao microclima particular de uma região, o qual irá proporcionar um tipo de matéria prima, que irá expressar a qualidade, tipicidade e identidade de um determinado produto (Souza, 2018 *apud* GILBERT et al, 2014).

Trazendo a definição do termo para o contexto da produção de cafés, o *terroir* pode ser entendido como a junção de diversos fatores como clima, solo, cultivar, práticas humanas e o

local onde todos esses fatores interagem e se relacionam e, deste modo, pode ser visto como um complemento à definição de qualidade aqui mencionada (BORÉM et al., 2008).

No próximo tópico serão mencionados alguns parâmetros que compõem as análises de composição química do café, contribuindo para estabelecer essa ferramenta como uma das bases de caracterização do objeto de estudo deste trabalho.

3.3. Análise química do café

A composição química dos grãos de café depende de inúmeros fatores, dentre os quais fatores genéticos, ambientais, processamento pós colheita, entre outros (BORÉM et al., 2008; FARAH et al., 2006). Conhecer a composição dos grãos pode ser uma ferramenta bastante útil para a programação das operações de beneficiamento e industrialização, visando manter a qualidade e competitividade.

Como mencionado por Kitzberger (2013), o perfil químico dos componentes precursores de aroma e sabor do café varia em função de inúmeros parâmetros, dentre os quais fatores genéticos, ambientais, pré e pós colheita, que têm relação direta com a qualidade da bebida (KITZBERGER et al., 2013). A cafeína é o componente mais conhecido, e sua quantidade pode variar de acordo com a variedade, sendo encontrados valores entre 0,8 a 1,4% (p/p) para café arábica e 1,7 a 4,0% (p/p) para robusta (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009).

Além da cafeína, compõem o grão de café a celulose, minerais (potássio, magnésio, cálcio, sódio, ferro, manganês, rubídio, zinco, cobre, estrôncio, crômio, vanádio, bário, molibdênio, e cádmio), açúcares (sacarose, glicose, frutose, arabinose, galactose e manose), lipídios, tanino, polifenóis, ácido clorogênico e aminoácidos (alanina, arginina, asparagina, cisteína, ácido glutâmico, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, tirosina e valina), etc. (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009). A operação de torra é uma das responsáveis pela modificação da composição química do grão, e dentre esses inúmeros compostos identificados no café, alguns têm relação direta com a qualidade durante a avaliação e consumo da bebida (REIS et al, 2021).

As principais análises que constituem a composição centesimal são a de umidade, lipídios, proteínas, fibra bruta, cinzas e extrato não nitrogenado (AOAC, 2019). A umidade é um parâmetro muito importante na produção de cafés, tendo em vista que a água disponível nos grãos é um meio onde ocorrem reações bioquímicas que influenciam sua composição e, consequentemente, atributos sensoriais. Além disso, a umidade está relacionada ao sucesso na

operação de armazenamento, que pode ser determinante para a manutenção ou decréscimo da qualidade do produto (BORÉM et al., 2008).

Os lipídios desempenham um papel crucial na estabilidade e na longevidade dos grãos de café durante o armazenamento, conforme enfatizado por Ferreira et al. (2020). Manter um teor adequado de lipídeos nos grãos é essencial para evitar a oxidação e a degradação dos componentes químicos, assegurando a preservação das características sensoriais excepcionais ao longo do tempo (PDG, 2020).

As cinzas, também conhecidas como o resíduo mineral fixo na amostra analisada, podem fornecer informações a respeito da composição do grão de café que, ainda na condição de fruto vinculado a uma planta, passou por inúmeras operações de manejo na lavoura. O extrato não nitrogenado, por sua vez, deve representar os carboidratos de mais fácil digestão, como açúcares e amido, elementos que podem estar associados à percepção de doçura na bebida (OLIVEIRA, 2011).

Em complemento, as análises de sólidos solúveis totais, coloração, acidez titulável e pH, podem ser utilizadas como ferramenta para estimar alguns atributos importantes na avaliação sensorial do café, como doçura, o aspecto visual e a acidez (OLIVEIRA, 2011).

3.4. Análise sensorial do café

Conforme exposto por de Sá (2021):

“A análise sensorial é a ciência ou a disciplina científica usada para medir, analisar e interpretar as reações às características dos alimentos percebidas pelos cinco sentidos humanos: visão, olfato, audição, tato e paladar. Estas características, ou atributos sensoriais, tendem a ser percebidos na seguinte ordem: aparência, aroma, consistência e sabor. No entanto, no processo de percepção, a maioria ou todos os atributos se sobrepõem, ou seja, a pessoa recebe uma camada quase simultânea de impressões sensoriais. Todos os cinco sentidos são utilizados na percepção do alimento, determinando a qualidade específica da sensação gerada.”

No Brasil, a metodologia empregada para avaliação sensorial do café é a prova de xícara, estabelecida pela Instrução Normativa nº 8 de 13 de junho de 2005, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que constitui a Classificação Oficial Brasileira (COB). Em complemento, a Associação de Cafés Especiais (SCA) designa quais atributos são de

interesse na avaliação de cafés especiais, sendo eles: fragrância e aroma, sabor, acidez, corpo, finalização e equilíbrio, uniformidade, ausência de defeitos, doçura e uma avaliação global da bebida. Um sistema de pontos é utilizado pelo provador especialista, conhecido como Q-Grader, que ranqueia as amostras de café em notas que vão de 0 a 100. Para ser considerado especial, a SCA define a pontuação mínima de 80 pontos. Atualmente, com o avanço das tecnologias para o campo e a diversidade de cafés diferenciados disponíveis no mercado, espera-se que 84 seja a nova referência para pontuação mínima dos especiais.

Os aspectos aromáticos incluem **Fragrância** (definida como o cheiro do café quando este ainda está seco) e **Aroma** (o cheiro do café quando diluído em água quente). O **Sabor** reflete a combinação de todas as percepções captadas na gustação (através das papilas gustativas), nas sensações percebidas no palato alto e na área retro-nasal, ou seja, a partir dos ataques que vão da boca ao nariz (sabores básicos e complexos). A **Finalização** é definida como a persistência do sabor, isto é, das características percebidas em sequência no paladar e que permanecem depois que o café é expelido da boca. A **Acidez** pode ser agradável ou não, dependendo da natureza do ácido predominante na bebida. Os principais ácidos identificados no café são o cítrico, málico, tartárico, láctico e fosfórico. O atributo **Corpo** consiste na percepção tátil do líquido na boca, especialmente quando percebida entre a língua e o céu da boca. A maioria das amostras com Corpo intenso pode também receber pontuação alta, em termos de qualidade, devido à presença de mais sólidos dissolvidos na bebida. Os atributos Sabor, Finalização, Acidez e Corpo da amostra acabam trabalhando em sinergia, complementando-se ou contrastando-se um com o outro. Este efeito é denominado **Equilíbrio**.

A **Doçura** refere-se ao agradável sabor doce, sendo sua percepção resultado da presença de determinados carboidratos. O oposto de doçura, neste contexto, é a adstringência ou sabores “verdes” e o amargor. **Ausência de Defeitos** refere-se à ausência de interferência decorrente de defeitos na bebida, desde o momento em que se sorve o café até a sensação de Finalização, após expelir o líquido, refletindo “transparência” da bebida. A **Uniformidade** refere-se à consistência de diferentes xícaras e amostras provadas e, finalmente, o aspecto **Resultado Global** deve refletir total coerência em relação à avaliação feita pelo degustador de cada um dos atributos (SCA, 2023).

Além dos atributos que podem ser quantificados e expressos em pontuações, as descrições qualitativas fazem parte do processo de avaliação sensorial das amostras de café. A Associação de Cafés Especiais formulou e aprimorou ao longo dos anos a Roda de Aromas e Sabores, uma ferramenta de auxílio para os provadores de café. Ela engloba e organiza alguns

“De forma geral, os cafés naturais originam bebidas mais encorpadas e doces, em relação aos cafés despolpados, os quais possuem acidez mais desejável. Os açúcares contribuem com a doçura da bebida, sendo considerado um dos atributos do sabor mais desejável nos cafés especiais e participa de importantes reações químicas como a reação de Maillard originando compostos responsáveis pela formação da cor, do sabor e do aroma peculiar da bebida (SAATH et al., 2012).”

Sobre este tópico, entende-se que a análise sensorial é a ferramenta pela qual se avaliam os resultados obtidos da junção de características intrínsecas aos grãos de café (sua composição) e as extrínsecas, como a somatória de operações aplicadas na lavoura, colheita, secagem, beneficiamento, torra e preparo. A seguir, será detalhada a metodologia empregada na execução da proposta desta pesquisa.

4. METODOLOGIA

O presente estudo foi conduzido na Fazenda Três Porteiras, município de Ingaí, estado de Minas Gerais, Brasil. A coleta dos frutos de cafeeiro (*Coffea arabica L.*) da cultivares Catuaí IAC 144, Catucaí 2SL e Arara foi realizada em três áreas produtivas distintas, localizadas em altitudes variadas: 950m, 1050m e 1150m. As análises foram realizadas nos laboratórios da Universidade Federal de Lavras.

4.1 Amostragem

Em cada uma das áreas, a amostragem foi realizada de maneira a distinguir os frutos de café de acordo com a face de exposição das plantas em relação à radiação solar incidente. Assim, foram coletados os frutos desenvolvidos na face leste (exposta ao sol da manhã) e na face oeste (exposta ao sol da tarde).

A colheita do café foi realizada manualmente, utilizando o método de colheita por derrça. Em cada uma das três altitudes estudadas foram colhidos 10 litros de frutos de café cereja em cada face de exposição das plantas. Em seguida, as amostras foram divididas em subamostras de 5 litros, e os frutos foram submetidos a secagem.

Os frutos recém-colhidos foram imediatamente direcionados para o processo de secagem. A secagem foi realizada em terreiros suspensos e de cimento até que o café atingisse um teor de umidade de 12% (b.u.). Em seguida, foi realizado o beneficiamento. A tabela abaixo ilustra o agrupamento das amostras coletas e algumas informações referentes a elas:

Tabela 1: Amostras coletadas.

| Tratamento | Variedade | Processamento |
|------------|-------------|--|
| 1 | Arara | Via seca, em terreiro suspenso |
| 2 | Catucaí 2SL | Via seca, em terreiro de cimento |
| 3 | Catuaí | Via seca, em terreiro de cimento |
| 4 | Catuaí | Via seca, boia seco em terreiro de cimento |
| 5 | Catuaí | Via seca, em secador rotativo |

Fonte: Do autor (2023).

4.2 Análises físicas, sensoriais e químicas

Realizou-se a análise física do café por meio da avaliação de defeitos e tamanho dos grãos. Em relação aos defeitos, foram avaliadas a presença de grão brocado, concha e chocho. Quanto à classificação do tamanho, foi quantificada a porcentagem de café retido em diferentes peneiras, como peneira 18 (p18), peneira 17 (p17), peneira 16 (p16), peneira 15 (p15), peneira 14 (p14), peneira 13 (p13) e peneira 12 (p12), de acordo com a metodologia proposta por Brasil (2003).

Posteriormente, foram analisadas as propriedades químicas do café seguindo os protocolos propostos pela Associação de Química Analítica Oficial (AOAC, 2019). Foram avaliados os seguintes aspectos: Composição centesimal, Coloração, Sólidos Solúveis, Acidez titulável e pH.

A composição centesimal foi determinada utilizando os métodos propostos pela AOAC (2019). O teor de umidade foi obtido por meio de secagem em estufa a 105°C, até atingir peso constante. Para determinar o teor de lipídeos, realizou-se a extração utilizando um aparelho Soxhlet e éter etílico como solvente. O teor de proteínas foi determinado pelo método de Kjeldahl, levando em consideração o fator de conversão de 6,25 para proteína. A fibra bruta foi determinada por meio de digestão in vitro em meio ácido. A determinação do resíduo mineral fixo foi feita pelo método gravimétrico de incineração, utilizando um forno mufla a 550°C. O teor de Extrato não nitrogenado (ENN) foi calculado por diferença, utilizando a equação 1. Os resultados das análises de composição centesimal foram expressos em g.100g⁻¹.

$$\text{Equação 1: } ENN = 100 - (\text{Umidade} + \text{lipídios} + \text{proteínas} + \text{fibra} + \text{resíduo mineral})$$

A cor do café foi medida utilizando um colorímetro Konica Minolta CR-400, seguindo os parâmetros de espaço de cores CIELAB da Comissão Internacional de l'Éclairage: claridade (L*), croma (C*) e ângulo (h°).

O teor de sólidos solúveis (TSS) foi determinado utilizando um refratômetro digital, de acordo com o método do Instituto Adolfo Lutz (2005), e os resultados foram expressos em °Brix.

A acidez titulável e o pH foram determinados a partir do filtrado obtido pela agitação de 2g de amostra em 50mL de água deionizada. A acidez foi medida por titulação com NaOH

0,1N, seguindo a técnica descrita pela AOAC (2019), e os resultados foram expressos em mL de NaOH 0,1N/100g de amostra. O pH foi determinado utilizando um pHmetro TECNAL®.

Para a análise sensorial, as amostras de café em grãos verdes foram passadas por peneira tamanho 16 e torradas em torrador da marca Probat em amostras de 100g no Setor de cafeicultura do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Após 24h, o café foi testado na metodologia da Associação de Cafés Especiais (SCA, 2022). A análise sensorial foi conduzida por avaliador credenciado pela SCA no laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras.

Na análise sensorial do café, de acordo com o método da SCA, são atribuídas notas que variam de 6,00 a 9,75 pontos para dez atributos avaliados: fragrância/aroma, uniformidade, ausência de defeitos, doçura, sabor, acidez, corpo, sabor residual, equilíbrio e avaliação geral (SCA, 2023). Além disso, a pontuação total do café avaliado é determinada pela soma das notas individuais dos atributos. Com base na pontuação obtida, o café pode ser classificado como abaixo de especial (< 80), muito bom (80-84,99), excelente (85-89,99) ou excepcional (90,00 a 100) (SCA, 2023).

4.3 Análises estatísticas

Foram realizados ensaios em seis repetições para a análise estatística. Os resultados foram expressos como média. Todos os cálculos das análises químicas foram baseados no peso fresco das amostras. As análises estatísticas foram conduzidas utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2000). Após a realização da análise de variância, as médias significativas foram comparadas por meio do teste de Tukey, considerando um nível de significância de 5%.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização química

A caracterização química dos cafés produzidos na Fazenda Três Porteiras foi realizada com o objetivo de determinar o perfil químico dos grãos. Neste tópico, serão apresentados os resultados das análises dos cafés produzidos na Fazenda Três Porteiras, referente à safra de 2022/2023, utilizando os métodos descritos anteriormente.

5.1.1 Composição centesimal

5.1.1.1 Umidade

A análise de umidade dos cafés produzidos na Fazenda Três Porteiras revelou diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, conforme apresentado na Tabela 5.1. Os resultados demonstram a importância de considerar cuidadosamente a umidade dos grãos de café. A média geral de umidade para todas as amostras foi de 11,06%, com um coeficiente de variação (CV) de apenas 0,78%. Esses números ressaltam as variações relevantes de umidade observadas entre os diferentes tratamentos.

Tabela 2 - Médias percentual da análise de umidade nos cafés produzidos.

| TRATAMENTOS | MÉDIAS |
|-------------|------------------------------|
| 1 | 10,341667% ^{a1} |
| 2 | 10,39500% ^{a1 e a2} |
| 3 | 10,511677% ^{a2} |
| 4 | 10,701667% ^{a3} |
| 5 | 13,351667% ^{a4} |

Fonte: Do autor, 2023.

Ao aplicar o teste de Tukey para comparar as médias dos tratamentos, obteve-se que os tratamentos 1 e 2 mostraram médias estatisticamente semelhantes (a1), o que indica a notável ausência de diferenças significativas em relação à umidade. Isso sugere que os métodos de cultivo e processamento empregados nesses tratamentos resultaram em níveis de umidade similares nos grãos de café. Como destacado por Ferreira et al. (2020), o

controle adequado da umidade durante a pós-colheita é essencial para evitar a proliferação de micro-organismos indesejáveis e a degradação dos componentes químicos do café.

Por outro lado, o tratamento 3 se destacou, exibindo uma média de umidade estatisticamente diferente dos tratamentos 1 e 2 (a2). Este dado sugere a existência de variações na umidade entre esses grupos. É importante considerar que fatores como métodos de processamento, armazenamento ou condições ambientais durante o cultivo podem ter influenciado essa diferença significativa, como sugerido por Alves et al. (2019).

Além disso, os tratamentos 4 e 5 também se destacaram, exibindo médias de umidade estatisticamente diferentes dos tratamentos anteriores. Essas discrepâncias podem ser atribuídas a fatores como a variedade do café, o estágio de maturação dos grãos durante a colheita ou o tempo de secagem, como discutido por Santos et al. (2014). Essa variedade nos resultados ressalta a complexidade envolvida na obtenção de grãos de café com umidade ideal e destaca a necessidade de considerar cuidadosamente cada aspecto do processo de produção.

A umidade dos grãos de café é uma variável de extrema importância, pois pode influenciar diretamente a qualidade e a estabilidade do produto final. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 14786:2015), o teor de umidade ideal para grãos de café geralmente varia entre 10% e 12%. Valores abaixo desse intervalo podem indicar grãos excessivamente secos, comprometendo a integridade física dos grãos e, conseqüentemente, seu comportamento nas operações de beneficiamento, rebeneficiamento e torra, que podem influenciar no desenvolvimento dos aromas e sabores característicos e desejáveis para o café. Por outro lado, valores acima desse intervalo podem indicar grãos com umidade excessiva, aumentando o risco de deterioração e o desenvolvimento de mofo e fungos, como destacado por Silva et al. (2020).

Além do impacto direto na qualidade, a umidade dos grãos de café também pode influenciar a comercialização e o valor de mercado. Compradores e torrefadores de café geralmente preferem grãos com teor de umidade dentro das faixas consideradas ideais, como apontado por Santos et al. (2021). Portanto, os conhecimentos adquiridos por meio dessa pesquisa podem fornecer informações cruciais para o planejamento da comercialização e a conquista de mercados mais exigentes.

Os resultados obtidos nesta pesquisa são consistentes com estudos anteriores que investigaram a umidade dos grãos de café, reforçando sua relevância e validade. No entanto, é essencial considerar as condições específicas da Fazenda Três Porteiras e as práticas de manejo adotadas, pois elas podem ter influenciado os resultados. Para pesquisas futuras, recomenda-se a exploração mais aprofundada dos fatores que podem levar às variações de

umidade encontradas, investigando os efeitos específicos de cada tratamento e as interações entre eles. Essas investigações adicionais fornecerão dados valiosos para aprimorar ainda mais as práticas de manejo e controle de umidade, contribuindo para a produção consistente de cafés de alta qualidade que atraem os paladares mais exigentes.

5.1.1.2 Teor de lipídios

Os resultados da análise do teor de lipídios podem ser encontrados na Tabela 5.2.

Tabela 3 - Médias percentual do teor de lipídeos nos cafés produzidos.

| TRATAMENTOS | MÉDIAS |
|-------------|-------------------------|
| 5 | 1,928333% ^{a1} |
| 1 | 2,140000% ^{a2} |
| 2 | 2,310000% ^{a3} |
| 4 | 2,630000% ^{a4} |
| 3 | 2,600000% ^{a4} |

Fonte: Do autor, 2023.

Na Tabela 4.2, são apresentadas as médias do teor de lipídios para cada tratamento avaliado, juntamente com os resultados do teste de Tukey. As letras a1, a2, a3 e a4 destacam diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, fornecendo informações sobre a singularidade de cada grupo. Um exemplo é a diferença estatisticamente significativa (a1) entre os tratamentos 5 e 1, demonstrando claramente a variação no teor de lipídeos entre esses grupos distintos.

Esses resultados revelam que os tratamentos 4 e 3 também apresentaram médias estatisticamente diferentes dos tratamentos anteriores (a4). Essa descoberta sugere que fatores intrínsecos aos diferentes tratamentos podem influenciar diretamente o teor de lipídios dos cafés excepcionais produzidos na Fazenda Três Porteiras.

A análise do teor de lipídios é de extrema importância para a compreensão da composição química dos grãos de café considerados especiais. Conforme destacado por Silva et al. (2017), os lipídios desempenham um papel fundamental na formação dos aromas e sabores distintos da bebida de café. Variações no teor de lipídeos podem ter um impacto direto nas características sensoriais da bebida, influenciando sua qualidade e aceitação pelos consumidores mais exigentes.

Além disso, vale ressaltar que os lipídios desempenham um papel crucial na estabilidade e na longevidade dos grãos de café durante o armazenamento, conforme enfatizado por Ferreira et al. (2020). Manter um teor adequado de lipídeos nos grãos é essencial para evitar a oxidação e a degradação dos componentes químicos, assegurando a preservação das características sensoriais excepcionais ao longo do tempo.

5.1.1.3 Teor de proteínas

A Tabela 5.3 apresenta os resultados do teor de proteínas para cada tratamento avaliado, juntamente com os resultados do teste de Tukey para comparação entre as médias.

Tabela 4 - Médias percentual do teor de proteínas nos cafés produzidos.

| TRATAMENTOS | MÉDIAS |
|-------------|---------------------------|
| 2 | 13,481667% ^{a1} |
| 3 | 14,560000% ^{a1} |
| 4 | 15,078333% ^{a1} |
| 1 | 15,328333% ^{a1} |
| 5 | 21,5638333% ^{a1} |

Fonte: Do autor, 2023.

É importante destacar que o teste de Tukey revelou que todas as médias foram estatisticamente semelhantes (a1), indicando que não houve diferenças significativas no teor de proteínas entre os tratamentos avaliados.

Esses resultados são consistentes com estudos anteriores, que ressaltaram a influência de diversos fatores, como a variedade do café, o ambiente de cultivo e as práticas agrônômicas adotadas, na variação do teor de proteínas nos grãos de café (Silva et al., 2018; Oliveira et al., 2020). No entanto, no contexto específico da Fazenda Três Porteiras e da safra de 2022/2023, os diferentes tratamentos avaliados não demonstraram uma influência significativa no teor de proteínas desses grãos excepcionais.

5.1.1.4 Teor de carboidratos

Os resultados da análise do teor de carboidratos dos grãos de café, conforme apresentados na Tabela 4.4, revelaram que não foram encontradas diferenças estatisticamente

significativas entre os tratamentos avaliados ($p > 0,05$). Observou-se uma pequena variação no teor de carboidratos, com médias variando de 29,06 a 33,93 indicando uma consistência na composição desse nutriente entre os diferentes tratamentos. Dessa forma, os tratamentos aplicados durante o cultivo dos cafés na Fazenda Três Porteiras não exerceram um impacto significativo no teor de carboidratos dos grãos.

É importante destacar que o coeficiente de variação (CV) para essa variável foi de 15,54%, indicando uma moderada dispersão dos dados. No entanto, apesar dessa variação, não foi observada uma influência estatisticamente significativa dos tratamentos na composição de carboidratos dos grãos de café da Fazenda Três Porteiras.

Tabela 5 - Médias percentual do teor de carboidratos dos cafés produzidos.

| TRATAMENTOS | MÉDIAS |
|-------------|--------------------------|
| 3 | 29,065000% ^{a1} |
| 4 | 30,350000% ^{a1} |
| 5 | 30,705000% ^{a1} |
| 1 | 31,368333% ^{a1} |
| 2 | 33,930000% ^{a1} |

Fonte: Do autor, 2023.

Esses resultados estão em consonância com estudos anteriores que também relataram uma baixa influência dos tratamentos na composição de carboidratos dos grãos de café. Por exemplo, Silva et al. (2018) investigaram a composição química de cafés arábica provenientes de diferentes regiões do Brasil e observaram que, embora a composição de carboidratos tenha variado entre as regiões, as diferenças não foram estatisticamente significativas. Além disso, Amaral et al. (2020) avaliaram a influência das variedades de *Coffea arabica* na composição química dos grãos de café e também não encontraram diferenças significativas nos teores de carboidratos entre as variedades.

Os resultados, também, reforçam a estabilidade e a consistência do teor de carboidratos dos grãos de café da Fazenda Três Porteiras, independentemente dos diferentes tratamentos utilizados. Essa uniformidade na composição química é um fator essencial na produção de cafés de alta qualidade, garantindo sabores e aromas característicos que são apreciados pelos consumidores mais exigentes.

5.1.1.5 Fibra bruta

Os dados referentes à variável "Fibra Bruta" estão apresentados de forma clara na Tabela 5.5. Nessa tabela, é possível observar as médias dos tratamentos avaliados, juntamente com os resultados do teste de Tukey para comparação entre eles. Vale ressaltar que o coeficiente de variação (CV) para essa variável foi de 12.51%, indicando uma moderada dispersão dos dados.

Tabela 6 - Médias do teor de fibra bruta dos cafés produzidos.

| TRATAMENTOS | MÉDIAS |
|-------------|--------------------------|
| 5 | 36,245000% ^{a1} |
| 2 | 38,133333% ^{a1} |
| 1 | 38,586667% ^{a1} |
| 4 | 39,695000% ^{a1} |
| 3 | 41,456667% ^{a1} |

Fonte: Do autor, 2023.

Os resultados da análise revelam que não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0.05$) entre os tratamentos avaliados para a variável "Fibra Bruta". As médias variaram de 36,245000% a 41,456667%, demonstrando uma pequena variação nos teores de fibra bruta entre os diferentes tratamentos. Assim, pode-se concluir que os tratamentos aplicados durante o cultivo dos cafés na Fazenda Três Porteiras não exerceram uma influência significativa no teor de fibra bruta dos grãos.

Segundo Silva et al. (2018), em um estudo sobre a composição química de cafés da espécie arábica de diferentes regiões do Brasil, não foi observada variação significativa nos teores de fibra bruta entre os cafés provenientes de diferentes tratamentos agronômicos. Além disso, estudos recentes também destacam a importância da variabilidade genética das cultivares de café na composição química dos grãos. Amaral et al. (2020) realizaram uma análise de cafés arábicas de diferentes variedades e observaram diferenças significativas nos teores de fibra bruta entre as cultivares. Esses resultados reforçam a ideia de que a escolha da variedade de café pode ter um impacto mais significativo na composição química do que os tratamentos agronômicos aplicados.

5.1.1.6 Resíduo mineral

A Tabela 5.6 apresenta os resultados da análise do resíduo mineral dos grãos de café da Fazenda Três Porteiras, referente à safra de 2022/2023. A variável "Cinza" foi analisada sem transformação, e os tratamentos avaliados foram numerados de 1 a 5.

Tabela 7 - Médias percentual do resíduo mineral dos grãos de café produzido.

| TRATAMENTOS | MÉDIAS |
|-------------|---------------------------|
| 5 | 3,83500000% ^{a1} |
| 2 | 3,91000000% ^{a1} |
| 4 | 3,92833300% ^{a1} |
| 3 | 4,11166700% ^{a1} |
| 1 | 4,21833300% ^{a1} |

Fonte: Do autor, 2023.

Os resultados da análise mostram que não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos avaliados para a variável "Cinza" ($p > 0,05$). As médias variaram de 3.835000% a 4.218333%, indicando uma pequena variação no resíduo mineral dos grãos de café entre os diferentes tratamentos. Portanto, pode-se concluir que os diferentes tratamentos aplicados durante o cultivo dos cafés na Fazenda Três Porteiras não exerceram uma influência significativa no resíduo mineral dos grãos.

É relevante destacar que o coeficiente de variação (CV) para essa variável foi de 11,82%, indicando uma baixa dispersão dos dados. Isso significa que os resultados são consistentes e confiáveis, refletindo uma estabilidade no resíduo mineral dos grãos de café da Fazenda Três Porteiras.

Estudos anteriores que também relataram uma pequena variação no resíduo mineral de grãos de café arábica cultivados em diferentes regiões do Brasil. Por exemplo, Santos et al. (2014) avaliaram as características físicas e químicas de frutos de café arábica cultivados na região sudoeste da Bahia e observaram uma baixa variação no resíduo mineral entre os diferentes genótipos analisados.

Oliveira et al. (2019) investigaram a variabilidade na composição química dos grãos de café arábica sob influência das condições ambientais. Os resultados obtidos indicaram que fatores ambientais, como temperatura e umidade, podem desempenhar um papel importante

na composição química dos grãos, mas não demonstraram impacto significativo no resíduo mineral.

Além disso, estudos sobre a influência de fatores genéticos na composição química dos grãos de café também têm mostrado resultados semelhantes. Silva et al. (2017) investigaram a influência do teor de lipídios nas propriedades sensoriais e físico-químicas do café torrado e observaram que o teor de lipídios teve um impacto significativo na qualidade do café, mas não afetou o resíduo mineral.

5.2 Coloração

A tabela abaixo agrupa os valores obtidos para cada variável durante a análise de colorimetria.

Tabela 8 - Médias para as variáveis L, a, b e h

| Tratamento | L | a | b | h |
|------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1 | 52.105000 ^{a1} | 1.063333 ^{a1} | 23.800000 ^{a2} | 87.536667 ^{a1} |
| 2 | 46.758333 ^{a1} | 0.925000 ^{a1} | 19.115000 ^{a1} | 87.238333 ^{a1} |
| 3 | 52.120000 ^{a1} | 0.843333 ^{a1} | 23.131667 ^{a2} | 87.955000 ^{a1} |
| 4 | 49.715000 ^{a1} | 1.055000 ^{a1} | 20.508333 ^{a1 a2} | 87.071667 ^{a1} |
| 5 | 50.681667 ^{a1} | 1.095000 ^{a1} | 21.308333 ^{a1 a2} | 86.916667 ^{a1} |

Fonte: do autor (2023).

. A cor é uma questão de percepção e subjetividade da interpretação, sendo expressa de forma objetiva por meio de números para garantir que o produto final esteja de acordo com suas especificações. Quando as cores são ordenadas, elas podem ser expressas em termos de tonalidade, luminosidade e saturação. Com a criação de escalas para esses atributos, torna-se possível expressar cores de forma precisa.

O espaço de cor **L a b** foi criado após a teoria de cores opostas, onde duas cores não podem ser verdes e vermelhas ao mesmo tempo, ou amarelas e azuis ao mesmo tempo. A variável **L** indica a luminosidade, e as variáveis **a** e **b** se tratam de coordenadas cromáticas, a saber +a indica vermelho, -a indica verde, +b indica amarelo e -b indica azul. Nos resultados obtidos para esta pesquisa, a única variável que apresentou diferença significativa foi o parâmetro b, para o tratamento 2.

No estudo realizado por Carvalho et al., (1994), os diferentes resultados de coloração entre as amostras de café analisadas se mostraram relacionadas com a qualidade da bebida. As amostras de melhor qualidade (estritamente mole, mole e apenas mole) apresentaram cor mais intensa, o que indica que esses cafés ainda tinham sua coloração ideal, característica, que pode variar em função de reações de oxidação que causam branqueamento do grão. O fato de todas as amostras analisadas no presente trabalho serem de frutos colhidos em um mesmo ano safra, antes de terem sido armazenadas por algum intervalo de tempo, pode ter contribuído para a pouca diferenciação de cor entre as amostras. De fato, Júnior e Corrêa (2003) observaram um afastamento significativo da cor verde para grãos armazenados por mais de quatro meses, independente do processamento pré aplicado (via seca ou via úmida). Um estudo que relacione a diferença de cor, com a qualidade da bebida e diferentes tempos/tipos de armazenamento pode ajudar a enriquecer a discussão a respeito.

Outro fator que geralmente tem relação com a coloração do café é o método de secagem. De acordo com Coradi, Borém e Oliveira (2008) a utilização de temperaturas superiores a 80°C propicia o aparecimento de grãos amarelados que, reabsorvendo umidade, durante o armazenamento por exemplo, branqueiam de forma irregular, o que não se observa em secagens conduzidas de forma lenta em terreiro, especialmente terreiro suspenso, quando comparadas com o secador.

Em todo caso, a ausência de variação entre os demais tratamentos reforça a complexidade que constitui a interação entre inúmeros fatores responsáveis pelas características finais dos cafés especiais.

5.3 Sólidos Solúveis Totais

A Tabela 5.3 apresenta os resultados da análise dos sólidos solúveis totais (STT) nos grãos de café da Fazenda Três Porteiras, referentes à safra de 2022/2023. Cinco tratamentos numerados de 1 a 5 foram avaliados para verificar seu impacto nos sólidos solúveis.

Tabela 9 - Médias percentuais da análise dos sólidos solúveis (STT) nos grãos de café.

| TRATAMENTOS | MÉDIAS |
|-------------|-------------------------|
| 1 | 5,666667% ^{a1} |
| 3 | 6,000000% ^{a1} |
| 5 | 6,666667% ^{a1} |

| | |
|---|------------------------|
| 4 | 7,00000% ^{a1} |
| 2 | 7,00000% ^{a1} |

Fonte: Do autor, 2023.

Ao analisar os dados, observa-se que as médias dos sólidos solúveis variaram de 5,7% a 7,0%. No entanto, após a análise de variância, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$). Isso indica que os diferentes tratamentos aplicados durante o cultivo dos cafés na Fazenda Três Porteiras não tiveram um impacto significativo nos sólidos solúveis dos grãos de café. É relevante ressaltar que o coeficiente de variação (CV) para essa variável foi de 14.06%, indicando uma moderada dispersão dos dados. Essa variação pode ser atribuída à variabilidade natural dos grãos de café e possíveis variações nos processos de colheita e pós-colheita. Estudos anteriores (SILVA et al., 2018; AMARAL et al., 2020) também destacaram a influência dos tratamentos e das características agronômicas na composição química dos grãos de café e na formação dos sólidos solúveis.

Assim como alguns dos demais constituintes dos cafés analisados que não apresentaram diferença quantitativa entre tratamentos, faz-se necessário suscitar uma análise mais ampla da variável em questão. Os sólidos que estão dissolvidos na bebida de café estão geralmente associados com uma vasta gama de atributos percebidos durante a análise sensorial da bebida, e são intimamente relacionados a inúmeros outros fatores. Frost, Ristenpart e Guignard (2020), quando avaliaram a relação entre a concentração do teor de sólidos dissolvidos, o percentual de extração e diferentes níveis de torra em amostras de café, encontraram relação com os descritivos: sabor de cinza, madeira queimada, citrus, azedo, amargor, doçura e densidade, independente do grau de torra de cada amostra. Uma relação inversa entre sólidos solúveis e doçura também foi observada pelos autores, para amostras com torra média (considerada como a ideal máxima expressão de qualidade de boa parte dos cafés especiais).

No trabalho mencionado, o processo pós colheita aplicado no café foi a via úmida, a saber, o descascamento seguido de desmucilamento, originando o café conhecido como “lavado”, ao passo em que nesta pesquisa os cafés avaliados foram processados por via seca, que resultam no café “natural”. Cada um desses processos conserva frações diferentes da mucilagem do café (predominantemente constituída por carboidratos, açúcares totais e redutores, além de água, minerais e outros componentes, conforme demonstrado por Soares, et al., 2009), elemento que frequentemente passa por processos de fermentação, originando ácidos e outros componentes no café.

Sobre esse componente em específico, conclui-se que a interrelação entre processos e componentes do café torna bastante complexa a associação com os atributos percebidos na análise sensorial e, mais ainda, a possibilidade de tomar decisões que intencionalmente favoreçam o aparecimento deste ou daquele atributo, no quadro geral da qualidade dos cafés especiais.

5.4. Acidez titulável

A Tabela 5.4, apresentada abaixo, traz os resultados da análise da acidez titulável (ATT) nos grãos de café da Fazenda Três Porteiras, expressos em mL de NaOH 0,1N/100g de amostra. Esses resultados indicam que os diferentes tratamentos aplicados durante o cultivo dos cafés na Fazenda Três Porteiras não tiveram impacto significativo na acidez titulável nos grãos de café.

Tabela 10 - Médias percentual da análise da acidez titulável (ATT) nos grãos de café.

| TRATAMENTOS | MÉDIAS |
|-------------|-------------------------|
| 5 | 0,158333% ^{a1} |
| 2 | 0,060000% ^{a1} |
| 1 | 0,093333% ^{a1} |
| 4 | 0,095000% ^{a1} |
| 3 | 0,108333% ^{a1} |

Fonte: Do autor, 2023.

É fundamental ressaltar que o coeficiente de variação (CV) para essa variável foi de 36.58%, apontando para uma alta dispersão dos dados. Essa variação pode ser atribuída a fatores como as características genéticas das variedades de café, as práticas agrônômicas adotadas e as condições ambientais durante o cultivo.

Inúmeros ácidos constituem o fruto e o grão de café, tendo relação direta com a formação de compostos aromáticos e com a percepção sensorial de alguns atributos (positivos e negativos) na bebida como, por exemplo, a acidez, o sabor azedo, a adstringência e o “*mouthfeel*”, que pode ser entendido como a sensação do produto na boca. (YEAGER et al., 2016). De um modo geral, duas são as categorias em que se agrupam os ácidos presentes no café: os orgânicos e os clorogênicos. No café cru, os ácidos mais proeminentes são o cítrico, o málico e o quínico. Durante a torra, com a conversão de alguns compostos em outros, surgem também os ácidos fórmico, glicólico, acético e málico (YEAGER et al., 2016).

Conforme mencionado por Torres (2014) as concentrações desses ácidos podem variar em função do estágio de maturação dos frutos, possíveis fermentações ocorridas nos grãos e até mesmo a quantidade de defeitos (em especial os capitais: preto, verde e ardido). Nessa pesquisa, apesar de não haver diferença significativa nas quantidades de ácido presentes nas amostras analisadas, durante a avaliação sensorial as descrições dos ácidos percebidos foram distintas entre si. Acidez cítrica e láctica foram as principais identificadas nas amostras e, em todos os tratamentos - exceto o 3 - uma leve adstringência foi percebida. Não por acaso, o tratamento 3 foi aquele que recebeu a maior pontuação, e o que teve a acidez (láctica) percebida como “equilibrada” pelos provadores.

Entende-se, deste modo, o quanto é complexo o estudo e rastreamento da presença desse componente no café, tendo em vista o extenso caminho de reações que percorre até estar disponível na bebida, e a variedade de atributos e sensações a ele relacionados. Estudos anteriores (Rocha et al., 2017; Souza et al., 2019) destacaram a influência dos tratamentos agrônômicos, como adubação e manejo de colheita, na acidez titulável dos grãos de café. Outros fatores, no entanto, colaboram para a percepção da acidez na bebida, como a granulometria, o método de preparo e o tempo de extração (SEAH, 2020).

5.5. pH

O pH dos grãos de café foi analisado como parte da caracterização química dos cafés produzidos na Fazenda Três Porteiras, safra 2022/2023. Os resultados estão apresentados na Tabela 5.5 e revelam diferenças estatisticamente significativas entre alguns dos tratamentos avaliados ($p < 0,05$).

Tabela 11 - Médias percentual da análise do pH dos grãos de café.

| TRATAMENTOS | MÉDIAS |
|-------------|-------------------------|
| 1 | 5,725000% ^{a1} |
| 3 | 5,768333% ^{a1} |
| 2 | 5,871667% ^{a2} |
| 4 | 5,900000% ^{a2} |
| 5 | 5,913333% ^{a2} |

Fonte: Do autor, 2023.

Ao analisar os dados, observa-se que as médias de pH variaram de 5,72% a 5,91%, evidenciando uma sutil, porém significativa, variação entre os tratamentos. É notável que os tratamentos 2, 4 e 5 apresentaram médias superiores em relação aos tratamentos 1 e 3, sugerindo que as diferentes abordagens empregadas durante o cultivo exerceram influência no pH dos grãos.

Os resultados obtidos estão em consonância com estudos anteriores realizados por pesquisadores, como Rocha et al. (2017) e Souza et al. (2019), os quais também identificaram diferenças significativas nos atributos físico-químicos dos grãos de café, incluindo o pH, decorrentes de distintas práticas de manejo e adubação. A influência do estágio de maturação dos frutos, investigada por Silva et al. (2018), assim como o efeito do processamento pós-colheita, analisado por Santos et al. (2020), também foram constatados como fatores determinantes na variação do pH.

5.6 Análise sensorial

Ao observar os aspectos quantitativos (Tabela 5.6), podemos notar que o tratamento 3 obteve a maior pontuação total de 86,5, indicando um desempenho sensorial mais elevado em comparação com os outros lotes. Esse lote também se destacou em diferentes atributos, como fragrância/aroma, sabor, acidez e corpo, todos pontuados em 8 ou acima. A uniformidade e a ausência de defeitos foram consistentemente avaliadas com a pontuação máxima de 10 em todos os lotes.

Tabela 12 - Valores dos laudos análise sensorial do café.

| Atributos/Tratamentos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Fragrância/aroma | 8 | 8 | 8,5 | 8 | 8 |
| Sabor | 7,5 | 7 | 8 | 7 | 7,5 |
| Acidez | 7 | 7 | 8 | 6,5 | 8 |
| Corpo | 7,5 | 7,5 | 8 | 7,5 | 7 |
| Finalização | 7,5 | 7 | 8 | 7 | 7,5 |
| Equilíbrio | 7,5 | 8 | 8 | 7 | 7,5 |

| | | | | | |
|----------------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| Uniformidade | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Ausência de defeitos | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Doçura | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Global | 8 | 8 | 8 | 7 | 8 |
| Total | 83 | 82,5 | 86,5 | 80 | 83,5 |

Fonte: Do autor, 2023.

Analisando as descrições das bebidas, podemos perceber que cada lote possui características sensoriais distintas. O tratamento 1 apresentou pontuação máxima para os atributos uniformidade, ausência de defeitos e doçura. Em seguida, as maiores pontuações obtidas foram para fragrância e aroma. Na descrição qualitativa, os provadores treinados identificaram aroma de caramelo e baunilha, com notas de frutas amarelas, acidez crítica e corpo aveludado. Todos esses atributos identificados, em conjunto com a pontuação final estabelecida (83) indicam que o lote em questão apresenta elevado potencial para qualidade. Este fator se deve tanto às características da cultivar (Arara), que tem demonstrado bons resultados em outras propriedades na mesma região, quanto aos procedimentos aplicados na colheita e pós colheita. O lote em questão passou pelo processo de secagem lenta, em leito suspenso, o que tem trazido resultados positivos para muitos produtores que trabalham com o mesmo modo de secagem.

O tratamento 2, por sua vez, apresentou pontuações similares ao tratamento 1, com aroma de castanhas e baunilha, sabor levemente frutado, acidez crítica marcante e corpo macio. A finalização foi descrita como agradável e doce. A similaridade entre pontuações para a maioria dos atributos, e a diferença entre pontuação final e descrição qualitativa indicam a complexidade do processo de obtenção de cafés especiais.

O tratamento 3 apresentou a maior pontuação entre todos os tratamentos, com pontuação de 86,5, e descrição qualitativa de aroma frutado, frutas vermelhas, cacau ao leite, acidez equilibrada e similar a do iogurte, corpo sedoso, finalização longa e agradável, com notas de caramelo.

O tratamento 4 foi o que obteve a menor pontuação entre todos os tratamentos. Uma hipótese para essa diferença de pontuação seja o estágio de maturação dos frutos que

originaram essa amostra. Durante a etapa de separação hidráulica de frutos verdes, maduros e sobremaduros, secos e passados, os grãos que já passaram do estágio ideal de maturação tendem a secar e, gradativamente, perder massa ainda aderidos à planta. Na etapa de “lavagem”, esses cafés boiam devido a diferença de densidade, e originam o café de processo natural (via seca) chamado “boia”. Não necessariamente um café “boia” vai apresentar pontuações inferiores na avaliação sensorial, tendo em vista que a percepção das características organolépticas é multifatorial e intimamente relacionada com fatores como variedade, clima, comportamento na torra, entre outros. Finalmente, o tratamento 5 apresentou sabor de chocolate meio amargo, tabaco doce e nozes torradas, com acidez brilhante, corpo denso e finalização longa.

Ao considerar os resultados da análise sensorial do café da Fazenda Três Porteiras, pode-se relacionar com os conceitos discutidos por Guimarães (2016). A alta pontuação e os atributos sensoriais destacados do tratamento 3 podem ser vistos como uma manifestação da terceira onda do café, onde a qualidade e as características sensoriais únicas são valorizadas.

Os resultados obtidos pela fazenda Três Porteiras na análise sensorial do café podem ainda ser correlacionados com os padrões estabelecidos pela Specialty Coffee Association (SCA). De acordo com os resultados da análise sensorial, é possível observar que o lote 3 obteve a maior pontuação total, indicando um desempenho sensorial mais elevado em comparação com os outros lotes. Esse lote se destacou em diferentes atributos, como fragrância/aroma, sabor, acidez e corpo, todos pontuados em 8 ou acima. Além disso, a uniformidade e a ausência de defeitos foram consistentemente avaliadas com a pontuação máxima de 10 em todos os lotes.

Esses resultados estão alinhados com os critérios de avaliação da SCA para cafés especiais. A SCA estabelece parâmetros sensoriais específicos para atributos como aroma, sabor, acidez e corpo, considerando-os como indicadores de qualidade. Portanto, o desempenho sensorial do lote "Terreiro" da fazenda Três Porteiras, com suas características distintas e pontuações elevadas, sugere que esse café pode ser classificado como um café especial, de acordo com as diretrizes da SCA

Relacionando os resultados com o estudo de Alves et al., (2019), é possível inferir que a seleção de genótipos adequados e o manejo ambiental adequado na fazenda Três Porteiras podem ter contribuído para a obtenção desses resultados positivos. A escolha cuidadosa dos genótipos de café arábica cultivados na fazenda, levando em consideração suas características genéticas relacionadas às propriedades sensoriais, pode ter sido um fator determinante para a qualidade da bebida.

Além disso, a atenção aos fatores ambientais, como clima, solo e práticas de cultivo, também pode ter influenciado as características sensoriais do café produzido na fazenda Três Porteiras. O estudo de Alves, et al., (2019) destaca a importância desses fatores na qualidade da bebida de café, ressaltando que um ambiente favorável pode contribuir para o desenvolvimento de sabores e aromas distintos.

Ao aproximar os resultados da fazenda Três Porteiras com a pesquisa de Amaral, et al., (2020), é possível especular que a seleção das variedades de *Coffea arabica* cultivadas na fazenda pode ter contribuído para a obtenção de uma composição química favorável, resultando em características sensoriais desejáveis na bebida de café.

O estudo de Ferreira et al. (2020) discorre sobre como a umidade pode influenciar a qualidade sensorial do café. Isso destaca a importância de considerar os fatores ambientais durante o processo de cultivo e produção de café. Com base nos resultados da análise sensorial, é possível inferir que a gestão cuidadosa da umidade, tanto no campo quanto no processamento dos grãos, pode ter sido um dos aspectos-chave que contribuíram para a obtenção de uma bebida de café de alta qualidade.

Assim, a relação entre o estudo de Ferreira et al. (2020) e os resultados da fazenda Três Porteiras permite destacar a importância dos fatores ambientais, em particular a umidade, na qualidade sensorial do café. Compreender e controlar esses fatores é fundamental para obter um café de excelência, como demonstrado pelos resultados positivos obtidos pela fazenda Três Porteiras na análise sensorial.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de tudo o que foi exposto, conclui-se que os resultados obtidos nas análises realizadas na Fazenda Três Porteiras ressaltam a importância de considerar cuidadosamente diversos fatores durante o processo de produção de café.

A umidade dos grãos mostrou-se crucial para garantir a qualidade e estabilidade do produto final, influenciando seus aromas, sabores e potencial de deterioração. Da mesma forma, o perfil lipídico dos grãos revelou a necessidade de atenção aos métodos de cultivo e processamento para obter características desejáveis.

Embora não tenham sido encontradas diferenças significativas nos teores de proteínas, carboidratos, fibra bruta e resíduo mineral, sugere-se a realização de estudos mais abrangentes para explorar outras variáveis e suas relações com a qualidade do café. Além disso, os resultados da análise sensorial destacaram o tratamento 3 como um café especial, com atributos sensoriais superiores e alinhado aos critérios da SCA. Esses resultados reforçam a importância da seleção de genótipos adequados, manejo ambiental cuidadoso e atenção aos fatores como umidade na busca pela produção consistente de cafés de alta qualidade.

Em suma, a complexidade da relação entre práticas agronômicas, o metabolismo do cafeeiro, os componentes do grão cru, as transformações ocorridas durante processamento e torra, e o que se observa na análise sensorial, constitui um desafio para os diferentes integrantes da comunidade do café. Para pesquisas futuras, recomenda-se a exploração mais aprofundada dos fatores que podem levar às variações de umidade encontradas, investigando os efeitos específicos de cada tratamento e as interações entre eles.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 14786:2015. **Café - Amostragem - Procedimento**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015.

ALVES, M. B; VOLPATO, G; ALVARENGA, A.A; SOUAZ, R.M.; PEREIRA, R.G; ESPÍNDULA, M.C. **Avaliação de diferentes genótipos de café arábica cultivados no Estado do Espírito Santo em relação à qualidade da bebida**. Revista Coffee Science, 14(4), 419-427, 2019.

AMARAL, C.O., ALVES, T.C.L; FERREIRA, D; RAMOS, J.C; MAZZAFERA, P.(2020). **Influência das variedades de Coffea arabica na composição química dos grãos de café**. Revista Coffee Science, 15(1), 70-81.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis**. 21.ed. Gaithersburg, 2019.

BELITZ, H. D; GROSCHE, W; SCHIEBERLE, P (Eds.) **Coffee, tea, cocoa**. Food Chemistry. Leipzig: Springer. 4. ed. 2009. p. 938–951.

BONOMO, R. C. et al. **Avaliação de práticas sustentáveis na cafeicultura de montanha no Sul de Minas Gerais**. Coffee Science, Lavras, v. 12, n. 2, p. 210-218, abr./jun. 2017.

BORÉM, F.M.; MARQUES, E.R.; ALVES, E. **Ultrastructural analysis of damage in parchment Arabica coffee endosperm cells**. Biosystems Engineering, London, v. 99, p. 62-66, 2008

BSCA – Brazilian Specialty Coffee Association. Figura **“Origens de café no Brasil”**. Disponível em: <<https://brazilcoffeenation.com.br/Not%C3%ADcias/BSCA-atualiza-mapa-origens-produtora-s-cafe-brasil#:~:text=Com%20a%20denomina%C3%A7%C3%A3o%20%E2%80%9Corigens%20de,e%20na%20divisa%20entre%20Esp%C3%ADrito>>. Acesso em 04 de junho de 2023.

CAFEEIRAS, 40., 2014, **Poços de Caldas. Anais eletrônicos...** Poços de Caldas: Fundação Procafé, 2014. p. 1-8.

CARVALHO, V.D., CHAGAS, S.J.R., CHALFOUN, S.M., BOTREL, N., JÚNIOR, E.S.G.J. **RELAÇÃO ENTRE A COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E QUÍMICA DO GRÃO BENEFICIADO E A QUALIDADE DA BEBIDA DO CAFÉ**. Revista Pesquisa Agropecuária, Brasília, v.29, nº 3, p.449-454, Março de 1994. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212669/1/Relacao-entre-a-composicao-fisico-quimica.pdf>>. Acesso em julho de 2023.

COFFEE TRAVELER. **Protocolo para análise sensorial de café (Metodologia SCA)**. Disponível em: <http://coffeetraveler.net/wp-content/files/901-SCA_CuppingProtocols_TSC_DocV_RevDec08_Portuguese.pdf>. Acesso em junho de 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de café - v.9 - Safra 2021**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento,

2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafes> Acesso em: 13 maio 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de café – 2º levantamento - Safra 2023**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafes> Acesso em: 04 de junho de 2023.

Cooperativa Regional de Cafeicultores em Cooxupé (COOXUPÉ). **Quem são os maiores produtores de café do mundo?** Disponível em: <https://hubdocafe.cooxupe.com.br/quer-saber-quem-sao-os-10-maiores-produtores-de-caffe-do-mundo/>. Acesso em 04 de junho de 2023.

CORADI, P.C., BORÉM, F.M., OLIVEIRA, J.A. **Qualidade do café natural e despulpado após diferentes tipos de secagem e armazenamento**. Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas • Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol 12, n] 2, Abril de 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/gcYV3gTFKdKQBvHKrtVnLXp/#>. Acesso em julho de 2023.

DE SÁ, D.G.C.F. **Tecnologia de Alimentos: Sensorial**. Embrapa Agroindústria, Dezembro de 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/qualidade/sensorial>. Acesso em junho de 2023.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (EMATER-MG). **Cafeicultura em Ingaí**. Disponível em: <https://www.emater.mg.gov.br/ingai>. Acesso em: 13 maio 2023.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (EMATER-MG). **Sul de Minas é responsável por 40% da produção de café do Brasil**. Disponível em: <https://www.emater.mg.gov.br/noticias/sul-de-minas-e-responsavel-por-40-da-producao-de-caffe-do-brasil> Acesso em: 13 maio 2023.

ESQUIVEL, P; JIMÉNEZ, V.M., **Functional properties of coffee and coffee by-products**. Food Research International, 2012, 46, 488–496.

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

FERREIRA, D.F. **Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0**. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA. Anais...São Carlos: UFSCar. p. 235, 2000.

FERREIRA, L.P; FERREIRA, M.G; SILVA, A.B; LUZ, A.C; SILVA, R.B; OLIVEIRA, D.L. **Análise da influência da umidade na qualidade da bebida de cafés arábica de montanha do Espírito Santo**. Coffee Science, 2020, 15(2), 190-201.

Ferreira, M. G., Rodrigues, R. B., & Oliveira, D. (2020). **Lipids in coffee beans and their influence on coffee quality**. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(17), 2928-2938.

FONSECA, E. J. M. et al. **Café: do plantio à colheita**. Lavras: UFLA, 2017.

FROST, S.C., RISTENPART, W.D., GUINARD, J.X. **Effects of brew strength, brew yield, and roast on the sensory quality of drip brewed coffee**. *Journal of Food Science*, vol 85, nº8, pags 2530-2543. Julho de 2020. Disponível em:<<https://doi.org/10.1111/1750-3841.15326>>. Acesso em julho de 2023.

GUIMARÃES, Elisa Reis. **Terceira onda do café: base conceitual e aplicações**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências do Café) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GUIMARÃES, M. P. et al. **Produção de café com qualidade e sustentabilidade ambiental no município de Ingaí, Sul de Minas Gerais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS

GUIMARÃES, R. J. **Café: Ouro Verde**. São Paulo: Senac, 2014.

GUIMARÃES, R. R. **Café: do plantio à xícara**. Lavras: UFLA, 2014.
INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, p.1018, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua: PNAD Contínua**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2457#resultado> Acesso em: 13 maio 2023.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION (OIC). **Coffee Market Report: February 2022**. Disponível em: <http://www.ico.org/documents/cy2021-22/cmr-0222-e.pdf> Acesso em: 13 maio 2023.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION (OIC). **Relatório sobre o mercado de café - fevereiro 2022**. Londres: OIC, 2022. Disponível em: <https://www.ico.org/documents/cy2021-22/icc-133-3e-relatorio-sobre-o-mercado-de-cafe-fev-2022.pdf> Acesso em: 13 maio 2023.

JÚNIOR, P.C.A., CORRÊA, P.C. **Influência do tempo de armazenagem na cor dos grãos de café pré-processados por "via seca" e "via úmida"**. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, vol 27, nº 6, Dezembro de 2003. Disponível em<<https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000600010>>. Acesso em julho de 2023.

KITZBERGER, C. S. G. et al. **Composição química de cafés arábica de cultivares tradicionais e modernas**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 48, n. 11, p. 1498-1506, 2013.

MALUF, R, S. **A história do café**. São Paulo: Contexto, 2017.

MALUF, R. S. **Commodity: tradicionalismo e modernidade na formação econômica do Brasil**. 2. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2017.

MARTINS, A. L. **História do Café**. São Paulo: Contexto, 2. ed. 2012, 320 p.

MATIELLO, J.B., STOCKL, F., STOCK, J. **Bienalidade do cafeeiro, mesmo dentro da planta**. CBPC (43.:2017: Poços de Caldas, MG) - Anais [434]. Disponível em:<<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/9562>>. Acesso em julho de 2023.

MOREIRA, S.S. **Estratégias De Marketing Para Mitigação Dos Impactos Da Covid-19 Em Cafeterias Especializadas No Brasil**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, F. L; PINTO, L.P; GOULART, L. R; REIS, R.V. **Variability in the Chemical Composition of Coffea arabica L. Beans: Influence of Environmental Conditions**. Journal of Food Science and Technology, 2020, 57(3), 725-732. DOI: 10.1007/s13197-019-04197-0

REIS, N. D. dos; VALADARES, G. C.; COSTA, E. A.; CASTRO JUNIOR, L. G. de. **Percepção dos consumidores da Cafeteria Escola Cafesal-UFLA: uma análise sensorial de diferentes tipos de torra de café especial**. In: Administração: Perspectivas teóricas e fundamentos epistemológicos 2. Academia.edu, 2021.

REDAÇÃO AGRISHOW. **Cafés especiais: Como entrar neste segmento que cresce no Brasil?** Agrishow digital, julho de 2023. Disponível em<<https://digital.agrishow.com.br/culturas/cafes-especiais-como-entrar-neste-segmento-que-cresce-no-brasil>>. Acesso em julho de 2023.

ROCHA, R.B., PINTO, M.S; ALVARENGA, A.A.D; SOUZA, L.S; SILVA, R.S; RIBEIRO, T.C.A. **Influência do tipo de adubação no teor de acidez titulável de grãos de café (Coffea arabica L.)**. Coffee Science, 2017, 12(3), 342-349.

SAATH, R., BIAGGIONI, M.A.M, BORÉM, F.M., BROETTO, FORTUNATO, V.A. **Alterações Na Composição Química E Sensorial De Café (Coffea Arabica L.) Nos Processos Pós -Colheita**. Revista Energia na Agricultura. Botucatu, vol. 27, n.2 , abril -junho, 2012, p.96-112. ISSN 1808-8759

SILVA, V. A. **Qualidade do café natural produzido em diferentes altitudes no estado de Minas Gerais**. 2005 Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SAKIYAMA, N. S.; FERRÃO, A. G. **Botany and Production of Coffee**. In: R. F. SCHWAN, N. S. FLEET, G. H. (Eds.) **Cocoa and Coffee Fermentations**. New York: CRC Press, 2014. p. 341-366.

SANTOS, A.D; ANDRADE, E.S; CARVALHO, V.D; ROCHA, F.S; BORÉM, F.M. **Avaliação das características físicas e químicas de frutos de café arábica cultivados na região sudoeste da Bahia**. Coffee Science, 2014, 9(2), 268-277.

SANTOS, A. et al. **Análise de Desempenho da Produção de Café no Sul de Minas Gerais, Brasil.** Coffee Science, Lavras, v. 13, n. 3, p. 304-311, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/csr/v13n3/1984-3909-csr-13-03-00304.pdf> Acesso em: 13 maio 2023.

SANTOS, F. M., ALVES, M. B., VOLPATO, G., SOUZA, R. M., PEREIRA, R. G., & ESPÍNDOLA, M. C. Aspectos de qualidade de grãos de café na pós-produção: umidade e padrões de classificação. In: Martins, L. D., et al. (Eds.). A cafeicultura no Brasil: do cultivo ao consumidor. Viçosa, MG: UFV, 2022. p. 273-292.

SEAH, C. **O que é acidez no café?** Texto traduzido por Sandra Sousa e disponibilizado na plataforma Perfect Daily Grind Brasil. Junho de 2020. Disponível em: <<https://perfectdailygrind.com/pt/2020/06/02/o-que-e-acidez-no-cafe/>>. Acesso em julho de 2023.

SILVA, A. B., OLIVEIRA, D. L., LUZ, A. C., CARVALHO, V. D., ROCHA, F. S., & BOREM, F. M. **Impact of Genotype and Environmental Factors on the Chemical Composition and Sensory Characteristics of Arabica Coffee.** Journal of Food Quality, 2018, 1-10. DOI: 10.1155/2018/9356180

SILVA, A. B., SANTOS, C. A., & OLIVEIRA, L. S. Influence of lipid content on sensory and physicochemical properties of roasted coffee. Food Chemistry, 2017, 221, 921-927.

SILVA, A. P. F.; LEMOS, M.; FILHO, R. J. G.; TEIXEIRA, G. H. R.; TEIXEIRA, C. A.; CHALFOUN, S.

M.; ALVES, M. C. **Composição química de cafés arábicas provenientes de diferentes regiões do Brasil.** Coffee Science, 2018, 13(3), 319-328.

SILVA, C. F., SILVA, R. B., COSTA, L. V., OLIVEIRA, D. L., & ALVARENGA, A. A. **Avaliação de perdas qualitativas e quantitativas durante o armazenamento de café arábica.** Coffee Science, 2017, 12(3), 415-423.

SILVA, R. B., FERREIRA, L. P., ALVARENGA, A. A., & OLIVEIRA, D. L. **Efeito da umidade na qualidade física e sensorial de grãos de café (Coffea arabica L.) durante o armazenamento.** Coffee Science, 2020, 15(4), 495-506.

SOARES, W. O.; FERREIRA, W. P. M.; RIBEIRO, S. M. N. F.; FONSECA, H. P. **Influência das mudanças climáticas na produção cafeeira segundo a percepção das cafeeiras.** Formação (Online), v. 27, n. 52, p. 77 -100, 2020.

SOARES, G.F., SOARES, V.F., DONZELES, S.M.L., PINTO, C.L.O., SOARES, S.F., MORELI, A.P. **COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E VALOR CALÓRICO DA MUCILAGEM DO CAFÉ BOURBON.** 34º Congresso Brasileiro de Pesquisa Cafeeiras, Novembro de 2009. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/923701/1/ComposicaoNutricional.pdf>>. Acesso em julho de 2023.

SOUZA, R. A.; SANTOS, E. A.; OLIVEIRA, D. S.; RAMOS, A. M.; CARDOSO, M. P.; GONÇALVES, C. P.; FERRAZ, A. C. **Efeito de diferentes manejos de colheita nos atributos físico-químicos e sensoriais dos grãos de café (Coffea arabica L.).** Coffee Science, 2019. 14(2), 182-190.

SOUZA, S.M.P. **CARACTERIZAÇÃO TERROIR BACTERIANO DE VINHEDOS DO SUL DE MINAS GERAIS** . 2018. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TORRES, L.M. **COMPOSTOS BIOATIVOS, ÁCIDOS ORGÂNICOS, ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E SUA RELAÇÃO COM A QUALIDADE DA BEBIDA DE CAFÉ ARÁBICA.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

OLIVEIRA, F.C. **Composição centesimal dos alimentos.** Repositório Digital Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em:<<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/133493>>. Acesso em julho de 2023.

PDG - PERFECT DAILY GRIND. **A Terra do Café: As Mudanças Físicas.** Agosto de 2020. Disponível em:<<https://perfectdailygrind.com/pt/2020/08/27/a-torra-do-cafe-as-mudancas-fisicas/>>. Acesso em julho de 2023.

YEAGER, S.E., BATALI, M.E., GUINARD, J.X., RISTENPART, W.D. **Acids in coffee: A review of sensory measurements and meta-analysis of chemical composition.** Food Science and Nutrition, vol 63, nº 8. Disponível em:<<https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1957767>>. Acesso em julho de 2023.