



**JÉSSICA ELAINE SILVA**

**USO DA FERMENTAÇÃO PARA MODIFICAÇÃO DE PERFIS  
SENSORIAIS DE CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA**

**LAVRAS - MG  
2022**

**JÉSSICA ELAINE SILVA**

**USO DA FERMENTAÇÃO PARA MODIFICAÇÃO DE PERFIS SENSORIAIS DE  
CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA**

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

Dr. Denis Henrique Silva Nadaleti  
Orientador

Dr. Cesar Elias Botelho  
Coorientador

**LAVRAS – MG  
2022**

**JÉSSICA ELAINE SILVA**

**USO DA FERMENTAÇÃO PARA MODIFICAÇÃO DE PERFIS SENSORIAIS DE  
CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA**

**USE OF FERMENTATION TO MODIFY THE SENSORY PROFILES OF ARABICA  
COFFEE CULTIVARS**

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

APROVADA em 19 de setembro de 2022.

Dra. Maísa Mancini Matioli de Sousa	CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ/EPAMIG
Dra. Cyntia Stephânia dos Santos	INCT CAFÉ/EPAMIG
Dr. Cesar Elias Botelho	EPAMIG

Dr. Denis Henrique Silva Nadaleti  
Orientador

Dr. Cesar Elias Botelho  
Coorientador

**LAVRAS – MG  
2022**

*Aos meus pais, Jorge Silva e Edna Marta dos Santos Silva e ao meu irmão Jean dos Santos Silva, que são a base e a razão de tudo.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por permitir concluir meu sonho com saúde.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Agricultura (DAG) e a todo corpo docente pela oportunidade de realização do curso de Agronomia.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), por todo suporte da equipe e pelas estruturas cedidas.

À Cooxupé e produtores que possibilitaram a realização deste trabalho.

Agradeço aos meus pais, Jorge Silva e Edna Marta dos Santos Silva, por serem minha base e razão de tudo que faço e por me incentivarem todos os dias acreditando nos meus sonhos.

Ao meu irmão, Jean dos Santos Silva, por ser exemplo de profissional e me amparar durante toda caminhada.

Ao meu orientador, Dr. Denis Henrique Silva Nadaleti, pela oportunidade e por todos ensinamentos, apoio e amizade.

Ao meu coorientador, Dr. Cesar Elias Botelho, pela oportunidade de fazer parte da sua equipe como bolsista.

Ao Núcleo de Estudos em Cafeicultura (NECAF) e ao Grupo de Estudos em Herbicidas, Plantas Daninhas e Alelopatia (GHPD), que fizeram parte da minha graduação desde o início.

Aos meus amigos que tive a felicidade de compartilhar essa fase da vida, em especial a Viviane Pinheiro, Sabrina Regina e Mikaella Meira, que me deram apoio fundamental.

Ao CNPq, Fapemig, INCT Café e Consórcio Pesquisa Café por financiar nossas pesquisas.

**MUITO OBRIGADA!**

*“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo.  
Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas  
admiráveis” (José de Alencar)*

## RESUMO

Com a demanda do mercado consumidor, os cafeicultores estão buscando cada vez mais por novas cultivares e técnicas de pós-colheita que propiciem a diferenciação do perfil sensorial de seus cafés. Com isso, objetivou-se com o trabalho avaliar a pontuação, perfil sensorial e a composição química de diferentes cultivares de café arábica em função de técnicas distintas de fermentação. Realizou-se colheita seletiva dos frutos maduros das cultivares MGS Paraíso 2, Catiguá MG2 e Bourbon Amarelo IAC J10, no município de Cabo Verde – Minas Gerais. As amostras foram descascadas e submetidas a diferentes processos de pós-colheita: despulpado convencional, fermentação controlada sem levedura e fermentação controlada com levedura. Os tratamentos foram dispostos em um delineamento em blocos casualizados. As amostras foram secadas até atingirem aproximadamente 11,5% de teor de água e armazenadas em sacos de papel revestido por plástico em câmara fria por 30 dias para uniformização do teor de água nos grãos. Após esse período, foram beneficiadas e enviadas para análise sensorial, que foi realizada de acordo com o protocolo proposto pela *Specialty Coffee Association* (SCA). Além disso, foram avaliados os teores de açúcares totais e a acidez titulável total dos grãos. Os dados foram submetidos a análise de variância e aplicado o teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ) para o agrupamento das médias. As nuances foram agrupadas em cinco classes de acordo com termos associados. Não houve interação entre as cultivares de café e os processos de fermentação utilizados. Os açúcares totais e a acidez titulável total não foram influenciados pela cultivar e pelo processo fermentativo. Todos os processos utilizados propiciaram cafés especiais excelentes, com pontuações acima de 85. Independente do processo utilizado, a cultivar MGS Paraíso 2 foi superior em qualidade sensorial. Houve modificação no perfil sensorial conforme se alterou a cultivar e os processos de fermentação.

**Palavras-chave:** Qualidade Sensorial. Cafés Especiais. Leveduras.

## ABSTRACT

With a demand from the consumer market, coffee growers are increasingly looking for new cultivars and post-harvest techniques that provide a sensory profile of their coffees. In the way, the objective was to determine the differences, the sensorial profile and the composition of arabica coffee cultivars as a function of fermentation techniques. The selected harvest of the mature fruits was of the cultivars MGS Paraíso 2, Catiguá MG2 and Bourbon Amarelo IAC J10 was carried out in the municipality of Cabo Verde – Minas Gerais. The samples were peeled and submitted to different post-harvest process: conventional pulped, controlled fermentation without yeast and controlled fermentation with yeast. The treatments were arranged in a randomized block design. The samples were dried until they reached approximately 11% water content and stored in plastic coated paper bags in a cold chamber for 30 days for uniformity of the water content in the grains. After this period, they were processed and sent for sensory analysis, which was performed according to the protocol proposed by the Specialty Coffee Association (SCA). In addition, the total sugar and the total titratable acidity of the grains were evaluated. The data were submitted for analysis of variance and applied to the Scott-Knott test ( $p < 0.05$ ) for averages grouping. The nuances were grouped into five classes according to associated terms. There was no interaction between the coffee cultivars and the fermentation processes used. Total sugars and total titratable acidity were not influenced by cultivar and fermentation process. All the processes used provided excellent specialty coffees, with scores above 85. Regardless of the process used, the cultivar MGS Paraíso 2 was superior in sensory quality. There was a change in the sensory profile as the cultivar and fermentation processes were changed.

**Keywords:** Sensory Quality. Specialty Coffees. Yeasts.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	12
<b>2.1 Panorama da Cafeicultura no Brasil e no Estado de Minas Gerais</b> .....	12
<b>2.2 Cultivares de Cafeeiro</b> .....	13
<b>2.3 Cafés Especiais</b> .....	14
<b>2.4 Processamento de Pós-colheita</b> .....	15
<b>2.5 Fermentação na Pós-colheita de Café</b> .....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
<b>3.1 Delineamento Experimental</b> .....	19
<b>3.2 Colheita e Processamento</b> .....	19
<b>3.3 Análises químicas</b> .....	20
<b>3.4 Análises sensoriais</b> .....	21
<b>3.5 Análises estatísticas</b> .....	21
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	35
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36

## 1 INTRODUÇÃO

Em virtude do aumento da demanda por cafés com características sensoriais diferenciadas, os cafeicultores têm buscado por novas cultivares e novos métodos de processamento pós-colheita, a fim de ampliar e diversificar sua produção. Com a evolução do melhoramento genético do cafeeiro, encontram-se a disposição do produtor novos materiais genéticos com potencial para altas produtividades e bebida de excelente qualidade. Dentre esses, as cultivares Catiguá MG2 e MGS Paraíso 2, vem ganhando destaque na região do Sul de Minas Gerais, por suas características agronômicas e pelos aromas e sabores que diferenciem a bebida.

A produção de cafés classificados como especiais é resultante de uma relação da composição química dos grãos com uma interação favorável entre o genótipo x ambiente x processamento (GIOMO; BORÉM, 2011; RIBEIRO et al., 2016). Portanto, é fundamental conhecer os fatores que influenciam no êxito final da cafeicultura. Após a colheita, o café pode ser processado em via seca (natural) ou via úmida, na qual produz três tipos de cafés distintos: descascado, desmucilado e despulpado. A escolha do método depende das condições da propriedade e do ambiente local, e pode ocasionar modificações sensoriais na bebida do café (MALTA et al., 2013; NADALETI et al., 2022).

Visando atender a nichos do mercado foi introduzida a técnica de fermentação controlada na pós-colheita como forma de produzir cafés com bebidas peculiares. Já muito utilizada na fabricação de outros produtos, a fermentação passou a ser explorada na cafeicultura de diferentes formas. O processo pode ser conduzido de forma aeróbica ou anaeróbica, com ou sem adição de água, somente com a microbiota natural do café ou com adição de leveduras e por tempos variados.

Nesse sentido, diversos trabalhos têm sido realizados com a utilização de técnicas de fermentação controlada, demonstrando a potencialidade do processo em melhorar a bebida do café. Oliveira et al. (2019) observaram o incremento de nota na análise sensorial do café, passando de uma bebida classificada como mole (até 80 pontos) para estritamente mole (acima de 80 pontos), quando fermentado. Mota et al. (2020) concluíram que a inoculação de leveduras contribui para modificação do perfil sensorial e aumento da nota final da bebida.

Assim, essa estratégia possibilita que o mercado consumidor se abra para novas experiências sensoriais, buscando por bebidas mais complexas, além de estimular o desenvolvimento de inovações na pós-colheita de café, exigindo novos estudos para

complementar e correlacionar informações que esclareçam a interação da fermentação com o genótipo, ambiente e a composição química dos grãos.

Diante disso, objetivou-se com o trabalho, avaliar a pontuação, perfil sensorial e a composição química de diferentes cultivares de café arábica em função de técnicas distintas de fermentação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Panorama da Cafeicultura no Brasil e no Estado de Minas Gerais

A cafeicultura tem um papel fundamental na história e economia brasileira, por anos essa cultura dominou a agricultura nacional, fazendo com que o Brasil se tornasse referência na produção e exportação dessa *commodity* (BARBOSA; AGUILAR; MACIEL, 2021). Atualmente, o café destaca-se na quarta colocação em relação à geração de receita das lavouras, de forma crescente, a cadeia produtiva cafeeira colabora com a economia nacional, sendo estimada para o ano de 2022 uma receita bruta total de R\$71,3 bilhões. (SECRETARIA DE POLÍTICA AGRÍCOLA - SPA/ MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA, 2022).

O parque cafeeiro brasileiro possui 2,24 milhões de hectares, com aumento de 1,9% em relação à safra passada, desse total, 81% é destinado ao cultivo da espécie *Coffea arabica* L. Com relação a produção, estima-se para a safra 2021/22, de bienalidade positiva, a chegada aos estoques de 53,4 milhões de sacas beneficiadas. Em evidência, encontra-se o estado de Minas Gerais, o qual representa 60% da área cultivada e é responsável por 46% da produção (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2022).

Os cafés mineiros tem expressividade no mercado mundial, pois além de destacarem no volume, possuem lotes de qualidade que impressionam os consumidores. As principais regiões produtoras são Sul, Cerrado, Zona da Mata e Chapadas de Minas, cada uma com suas peculiaridades, contribuem com a maior parte da produção dos cafés do Brasil. A fim de obterem maior valorização em seus produtos, os cafeicultores estão investindo na produção de cafés especiais para atender as demandas que geram premiações e ampliam o seu comércio (PINHEIRO, 2019).

Em consonância ao crescimento da produção, os brasileiros também aumentaram o consumo da bebida, atingindo em 2021 a 21,5 milhões de sacas destinadas ao mercado nacional, representando um aumento de 1,7% em relação ao ano anterior. E tratando-se das exportações de café em grão, nesse ciclo foram comercializadas cerca de 38 milhões de sacas, gerando uma receita de U\$5,8 milhões (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ - ABIC, 2022). Com isso, para que seja possível suprir as necessidades impostas na comercialização, encontram-se, após anos de melhoramento genético, cultivares com características agronômicas e sensoriais que superam as tradicionais dos grupos Mundo Novo e Catuaí, que predominam as áreas cafeeiras (KROHLING et al., 2019).

## 2.2 Cultivares de Cafeeiro

Visando o aumento em produtividade, cafés com bebida de qualidade, adaptação às diversas condições edafoclimáticas e a sustentabilidade na cafeicultura, o melhoramento genético de *Coffea arabica* foi evoluindo por meio do trabalho de instituições públicas e privadas, como a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal de Viçosa (UFV) e Fundação Procafé (CARVALHO, 2008). Como resultado da constante busca por plantas adaptadas, encontram-se no país 141 cultivares registradas, sendo destas 60% resistentes à ferrugem, principal doença encontrada na cultura (REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES - RNC, 2022).

Na presença do fungo *Hemileia vastatrix* Berk & Br, em condições ambientais favoráveis, o cafeeiro desenvolve a ferrugem, doença caracterizada por uma mancha pulverulenta alaranjada, que resulta em queda precoce das folhas, ressecamento dos galhos e quando não controlada, pode apresentar queda na produção de 35% até 50% (ZAMBOLIM, 2016; ZAMBOLIM; CAIXETA, 2021). Em virtude da predominância de cultivares suscetíveis nas lavouras de café arábica no Brasil, o controle químico é a principal ferramenta utilizada no manejo dessa doença, no entanto, existem alternativas mais sustentáveis (PEREIRA et al., 2020).

Dentre as opções de manejo para atender as exigências em sustentabilidade e com a demanda de produção, a resistência genética tem se mostrado eficiente para solucionar o problema fitossanitário causado por esse patógeno. Para conferir essa característica, utiliza-se como fonte de genes de resistência a ferrugem, principalmente, o Híbrido de Timor (SETOTAW et al., 2020), proveniente de uma plantação da cultivar *Typica* na ilha de Timor, oriundo da hibridação natural interespecífica entre *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre (BETTENCOURT, 1973). Outro germoplasma utilizado como fonte de resistência é o Icatu, resultante de um cruzamento artificial entre o *Coffea canephora* cv. Robusta e *Coffea arabica* cv. Bourbon Vermelho, realizado em 1950 pelo IAC (FAZUOLI, 1991).

Os materiais genéticos obtidos podem apresentar desenvolvimento distinto de acordo com a região produtora, isso acontece devido à interação entre genótipo e o ambiente, definida pela diferença entre o valor observado da resposta do fenótipo em relação ao valor esperado pelo genótipo em cada ambiente (KANG, 2020). Portanto, uma etapa muito importante para indicação de uma cultivar são os estudos de adaptabilidade e estabilidade

(ROCHA et al., 2018). Um método de realizar essas pesquisas e estender os resultados ao cafeicultor, são as unidades demonstrativas implantadas em fazendas de municípios distintos (MACHADO; MACHADO; SOUZA, 2021).

No programa de melhoramento genético da EPAMIG, são adotadas, dentre outras metodologias, as unidades demonstrativas em diversos municípios do estado para desenvolver indicações precisas de seus materiais genéticos, estendendo ao cafeicultor informações sobre o potencial produtivo e de qualidade de cada cultivar próximo a sua propriedade (SILVA, 2021). Até o momento, a instituição já registrou 20 cultivares de café arábica, portadoras de diversas características agronômicas desejáveis (REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES - RNC, 2022). Dentre elas, algumas têm despertado maior interesse por parte dos cafeicultores, culminando na necessidade de estudá-las em diversos ambientes para validação, tanto de produtividade quanto de qualidade sensorial (SILVA et al., 2019).

Nesse sentido, as cultivares oriundas do cruzamento Catuaí x Híbrido Timor: MGS Paraíso 2 que apresenta alta capacidade produtiva, excelente qualidade de bebida e maturação precoce (MALTA et al., 2021; BOTELHO et al., 2021a) e a cultivar Catiguá MG2 manifestando características sensoriais apreciadas pelo consumidor, além de altas produtividades (FASSIO et al., 2016; BOTELHO et al., 2021b).

### **2.3 Cafés Especiais**

O consumo de café teve origem na Etiópia, cercado de mitos e lendas, iniciou-se como uma simples bebida exótica e estimulante. Com a evolução da sociedade, se desenvolveu para uma bebida mais complexa, que expressa aromas e sabores diversos, conquistando atenção por seus detalhes (BOAVENTURA et al., 2018). A terminologia “cafés especiais” foi adotada pela primeira vez por Erna Knutsen em 1978, sendo conceituado como cafés de origem geográfica específica, onde são produzidos grãos caracterizados por seu perfil sensorial singular (D’ALESSANDRO, 2015).

Segundo a metodologia de avaliação sensorial da *Specialty Coffee Association* (SCA), considera-se café especial aquele que a partir da avaliação de aroma, uniformidade, ausência de defeitos, doçura, sabor, acidez, corpo, finalização, harmonia e conceito final, atinja a pontuação mínima de 80 pontos, em uma escala máxima de 100 pontos. Na metodologia proposta, classificam-se os defeitos físicos dos grãos crus e posteriormente a torra, os grãos *quakers* (imaturos) são pontuados (LINGLE, 2011). Para identificação das nuances, foi criada em 1995 e atualizada em 2016, o *Coffee Taster’s Flavor Wheel*, conhecido no português

como “Roda de Sabores do Proveedor de Café”, um recurso que descreve as notas sensoriais e auxilia os produtores no desenvolvimento da análise sensorial (SCA, 2022).

Na história da cafeicultura, as exigências do mercado passaram por diversas mudanças, categorizadas por Skeie (2002), como “Ondas de Consumo”. Na Primeira Onda houve um aumento no consumo de café, além de uma revolução nas metodologias de processamento e na forma de comercializar o produto. Na Segunda onda, nota-se a popularização do consumo em cafeterias e de novos métodos de preparo da bebida. Já na Terceira Onda, há grande demanda por cafés especiais, com notas aromáticas relacionadas a sua origem, havendo necessidade de investir em novos processamentos pós-colheita, na rastreabilidade do produto, no *marketing* das embalagens e na sustentabilidade da produção, a fim de encantar esses consumidores, cada vez mais exigentes (GUIMARÃES, 2016).

Além disso, a qualidade do café é expressa pela relação entre a composição química do grão e a interação entre o genótipo x ambiente x processamento (GIOMO; BORÉM, 2011; RIBEIRO et al., 2016). Vários estudos comparam a ligação entre esses fatores e a produção de cafés especiais, comprovando que condições edafoclimáticas como a altitude, temperatura e precipitação, a escolha de genótipos adaptados a região, com potencial produtivo e para bebida de qualidade, além de técnicas adequadas de processamento pré e pós-colheita, culminam na máxima expressão de aromas e sabores capazes de satisfazer toda a demanda do mercado consumidor (ABREU et al., 2019; SILVA et al., 2019; NADALETI et al., 2022).

## **2.4 Processamento de Pós-colheita**

Após a colheita dos frutos do café, encontra-se a etapa de processamento, de acordo com as condições climáticas e ambientais da região, capital financeiro, disponibilidade de equipamentos, tecnologias e exigência do mercado consumidor, o produtor pode optar pelos métodos via seca ou via úmida (BORÉM, 2008). De acordo com a *International Coffee Organization* (ICO, 2022), aproximadamente 90% do café arábica produzido no Brasil são processados na via seca, com o fruto completo (exocarpo, mesocarpo e endocarpo). O restante dos cafés é submetido ao processamento via úmida, que pode originar três tipos de lotes diferentes, sendo eles: descascado, desmucilado e despulpado (BORÉM; ISQUIERDO; TAVEIRA, 2014).

O método de processamento via seca, tradicionalmente realizado pelos cafeicultores, nele a partir da colheita os frutos podem ser lavados ou não para padronização dos lotes e a secagem deve ser feita com os frutos íntegros, sem a retirada da casca (exocarpo). As

características do café têm poucas alterações quando submetidos a esse processo, por isso denominam-se de cafés naturais (BORÉM; ISQUIERDO; TAVEIRA, 2014).

Quando existem riscos de acontecer fermentação prejudicial à qualidade sensorial do café ou necessita-se trabalhar com volumes reduzidos, o processamento via úmida é o mais recomendado. Nesse método a secagem ocorre de forma mais rápida, otimizando a utilização dos terreiros e secadores. No entanto, são necessárias estruturas que possibilitem a retirada da casca e mucilagem, a depender do processo escolhido. Os cafés descascados passam pela retirada mecânica do exocarpo e frações do mesocarpo. Já os cafés desmucilados, diferenciam-se pela retirada completa do mesocarpo por um desmucilador mecânico. O despulpamento é um outro método, no qual o exocarpo é removido mecanicamente e o mesocarpo pela fermentação biológica em tanques com água (MALTA, 2011; BORÉM et al. 2021). No processo de retirada da mucilagem em cafés despulpados, o tempo atribuído a essa etapa se relaciona com modificações no perfil sensorial e, também, quando se altera o genótipo (SILVA et al., 2022).

Comparando os diferentes métodos de processamento pós-colheita, alguns estudos comprovaram uma relação entre o genótipo, processamento, qualidade sensorial e composição química dos grãos (MALTA et al., 2013; BARBOSA, 2019; NADALETI et al., 2022). Pereira et al. (2019a), em seu trabalho incluindo as cultivares Bourbon IAC J10, Catiguá MG2 e MGS Paraíso 2, observaram a existência de variabilidade genética para características sensoriais, comprovando a influência do processamento no perfil sensorial.

Seguindo a tendência mundial de produzir cafés com bebida diferenciada e perfis sensoriais peculiares, outras técnicas começaram a ser adotadas no Brasil para agradar o paladar dos novos consumidores e valorizar o produto, como é o caso do uso controlado da fermentação (PUERTA, 2015; RODRIGUES; CUNHA; ALMEIDA, 2020).

## **2.5. Fermentação na Pós-colheita de Café**

A fermentação é uma técnica explorada na produção dos mais variados produtos. Na cafeicultura, por muito tempo aprimorou-se os procedimentos pós-colheita a fim de impedir processos fermentativos. Contudo, alguns estudos atestaram melhorias no perfil sensorial de cafés que passaram por fermentação controlada, havendo uma tendência entre os cafeicultores de buscar por esse processamento para a diferenciação de seus lotes (PUERTA, 2015; MOTA et al., 2020; DORTA et al., 2021).

De forma natural, os microrganismos do ambiente são transferidos para o fruto do café e essa interação desencadeia processos bioquímicos que degradam os componentes da mucilagem, produzindo álcoois e ácidos orgânicos que determinam a qualidade da fermentação (PEREIRA et al., 2017). Diversos fatores afetam a velocidade e o resultado final dos processos bioquímicos da fermentação, como, por exemplo, a disponibilidade de oxigênio, tempo, temperatura ambiente, sistema de fermentação adotado, qualidade do café e higiene do processo (RODRIGUES; CUNHA; ALMEIDA, 2020).

Para o desenvolvimento da fermentação existem duas maneiras que podem ser utilizadas, a saber: aeróbica e anaeróbica, que podem ocorrer com ou sem adição de água. A fermentação anaeróbica, sem a presença de oxigênio, é considerada mais homogênea do que a fermentação aeróbica, com presença de oxigênio, tornando mais fácil o controle da operação (MUIINHOS, 2019).

O tempo é uma variável muito importante a se controlada, visto que alguns microrganismos quando submetidos a fermentações prolongadas podem desenvolver sabores não desejáveis (MUIINHOS, 2019). Segundo Pimentel (2020), fermentações com água apresentam melhores resultados no tempo de 48 horas. Também é fundamental correlacionar o tempo e condições locais, pois quanto mais elevada a temperatura menor a exigência de tempo (RODRIGUES; CUNHA; ALMEIDA, 2020). De acordo com alguns estudos, a duração de 48 horas em uma temperatura ambiente de 25°C reflete em fermentações positivas (EVANGELISTA et al., 2015; MUIINHOS, 2019; RODRIGUES; CUNHA; ALMEIDA, 2020).

Outra distinção na fermentação são as formas espontâneas ou induzidas, a primeira, como o próprio nome diz, é caracterizada por ocorrer a partir da microbiota advinda do próprio café, já a segunda, ocorre com a adição, em altas concentrações, de culturas iniciadoras preparadas comercialmente (SOLÍS, 2017). O acréscimo de leveduras liofilizadas tem como intuito agilizar o processo fermentativo e competir com microrganismos presentes no substrato que podem se desenvolver de forma indesejável no meio (GAVA; FICAGNATA; ROSSATO, 2017).

Comumente utilizam-se cepas de leveduras pertencentes à espécie *Saccharomyces cerevisiae*, que de acordo com Alves et al. (2020), contribuem para alterações significativas nos atributos sensoriais em tratamentos que foram submetidos a fermentação com água e cafés cereja descascado. Freitas (2019) descreveu em seu trabalho que a *Saccharomyces cerevisiae* detém grande potencial para ser utilizada como cultura iniciadora em cafés processados via úmida.

De forma geral, é possível obter cafés especiais a partir de fermentações ocorridas de forma natural ou induzida. A diferenciação da bebida é resultante de uma somatória dos cuidados na escolha da cultivar, manejo da lavoura, colheita e processamentos pós-colheita, dentre eles a maneira de conduzir a fermentação, relacionando os microrganismos, tempo e condições ambientais (SILVA, 2021).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Em dezembro de 2016, a EPAMIG em parceria com a COOXUPÉ implantou o projeto Unidades Demonstrativas de Cultivares de Café em propriedades particulares de 15 municípios da região do Sul de Minas Gerais, sendo uma unidade em cada ambiente. Foram implantadas dez cultivares, dentre elas oito resistentes a ferrugem: Catiguá MG2, MGS Catucaí Pioneira, MGS Ametista, MGS Aranãs, MGS Catiguá 3, MGS Paraíso 2, Paraíso MG H419-1 e Pau Brasil MG1, e a cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 como padrão de produtividade na região e a cultivar Bourbon Amarelo IAC J10, como referência de qualidade de bebida.

Em trabalhos conduzidos por Silva (2021) e Ferreira (2022) foi evidenciado que as cultivares Catiguá MG2 e MGS Paraíso 2 obtiveram destaque em produtividade, superando a cultivar Catuaí Vermelho IAC 99 no primeiro biênio. Também se destacaram, assim como a cultivar Bourbon Amarelo IAC J10, na avaliação sensorial por dois anos consecutivos.

Com base nesses resultados, neste trabalho foram utilizadas as cultivares Bourbon Amarelo IAC J10, Catiguá MG2 e MS Paraíso 2 para o estudo de técnicas de fermentação. Foram avaliados cafés da unidade demonstrativa localizada na propriedade Fazenda das Almas, no município de Cabo Verde - MG, situada a 21°25'51.3" de latitude Sul e 46°21'34.1" de longitude oeste, em uma altitude de aproximadamente 1050 metros. A escolha desta unidade foi com base no bom vigor vegetativo e alta carga pendente das plantas. O manejo da lavoura foi realizado de acordo com o padrão adotado pela propriedade.

#### **3.1 Delineamento Experimental**

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 3 (cultivares) x 3 (processamentos), totalizando 27 amostras experimentais.

#### **3.2 Colheita e Processamento**

A colheita foi realizada seletivamente para obtenção de amostras apenas com frutos maduros. Após a colheita, as amostras foram imediatamente encaminhadas para o Campo Experimental da EPAMIG em Lavras (CELA). Os frutos foram lavados para a separação e remoção de frutos mal granados, com menor densidade, passas, secos e demais impurezas.

Em sequência, foram encaminhadas para o processamento, onde cada amostra continha sete litros de café maduro. Inicialmente, todas passaram por um descascador mecânico, depois seguiram três processos diferentes, sendo eles: despulpado convencional, fermentação controlada sem levedura e fermentação controlada com adição de leveduras.

Para o processamento despulpado de forma convencional, as amostras foram colocadas em baldes com capacidade de 10 litros e submersas em água por 24 horas, mantendo sempre o recipiente aberto. Decorrido este período as amostras foram lavadas, friccionando os grãos para remoção completa da mucilagem e, posteriormente, direcionados para a secagem.

Já para a realização da fermentação controlada sem levedura, as amostras depois de descascadas, foram colocadas em baldes com capacidade de 20 litros, submersas em água, contendo tampas adaptadas com válvula, na qual colocou-se uma mangueira conectando o ambiente do balde com uma solução contendo 0,5% de hipoclorito de sódio. A fermentação foi mantida por 48 horas em ambiente anaeróbico.

E para a fermentação controlada com adição de levedura, o processo realizado foi semelhante ao citado anteriormente, diferenciando apenas pela a adição da levedura *Saccharomyces cerevisiae* UFLA CA-11 na proporção de 2g por litro de solução (café e água). Após as 48 horas, as amostras de ambos processos fermentativos foram lavadas, friccionando os grãos para remoção total da mucilagem e direcionadas para a secagem.

Para a secagem utilizaram-se peneiras dispostas sobre terreiro cimentado a pleno sol. Foi mantido revolvimento constante com objetivo de favorecer a circulação de ar pela massa e com a evolução da perda de umidade, realizaram-se duas dobras de camada, até que os grãos atingissem 11% de teor de água. Após a secagem, as amostras foram embaladas em sacos de papel Kraft folha dupla, envolvidos por um saco plástico, e armazenadas por 30 dias em câmara fria com temperatura controlada em 16 °C, para uniformização do teor de água nos grãos. Após esse período, as amostras foram beneficiadas e colocadas em sacos plásticos impermeáveis até o momento das análises químicas e sensoriais.

### **3.3 Análises químicas**

As análises para a avaliação da composição química dos grãos de café foram realizadas no Laboratório de Qualidade do Café Dr. Alcides Carvalho, localizado na EPAMIG, em Lavras, MG. Os grãos crus contidos em cada amostra foram moídos por cerca de um minuto em moinho modelo IKA A11 Basic Analytic®, acrescentando-se nitrogênio

líquido para contribuir com a moagem e evitar oxidações na amostra. Após esta etapa, as amostras foram preservadas em embalagens de plástico e armazenadas em freezer, à temperatura de -18 °C, até a execução das análises. Para determinação da composição química dos grãos crus, analisou-se a porcentagem na matéria seca (%MS) de açúcares totais e umidade. Ademais, realizou-se a avaliação de acidez titulável total. Todas as análises foram realizadas em duplicata.

A umidade dos grãos foi determinada em estufa ventilada a  $105^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas (BRASIL, 2009). Os açúcares totais nos grãos de café foram extraídos pelo método de Antrona e quantificados por espectrofotometria a um comprimento de onda de 620 nm, utilizando uma curva padrão de glicose anidro, conforme método descrito por Dische (1962). A acidez titulável total foi avaliada de acordo com a metodologia da *Association of Official Analytical Chemistry* (AOAC 1990), determinada por titulação com NaOH 0,1 N.

### 3.4 Análises sensoriais

Para a realização das análises sensoriais, os grãos das amostras foram padronizados em peneira 16 e acima e ausentes de defeitos intrínsecos e extrínsecos, sendo torradas de acordo com o protocolo proposto pela *Specialty Coffee Association – SCA* (LINGLE, 2011), na qual a coloração indicada é de 55# a 65# na escala Agtron para grãos inteiros, além de respeitar o tempo de torra de oito a doze minutos.

As provas dos cafés foram feitas em cinco xícaras por amostra, por três juízes *Q-Graders*, segundo o mesmo protocolo, que consta de dez atributos sensoriais, sendo eles: acidez, balanço, corpo, doçura, finalização, fragrância/aroma, sabor, uniformidade, xícara limpa e geral. A nota sensorial total foi calculada somando os dez atributos sensoriais citados, sendo considerados cafés especiais aqueles com pontuação total igual ou superior a 80 pontos. Além disso, os juízes descreveram todas as nuances perceptíveis em relação ao aroma e sabor das amostras.

### 3.5 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo software Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2014). Foi aplicado o teste de Scott-Knott para o agrupamento das médias, quando observou-se significância no teste F  $p(<0,05)$ . Os atributos doçura, xícara limpa e uniformidade não foram analisados estatisticamente devido os mesmos apresentarem a nota

máxima (10 pontos) em todas as amostras avaliadas, por identificarem todas as xícaras com doçura, ausência de defeitos e uniformes entre si.

As nuances que caracterizaram as amostras foram divididas em cinco classes (doce, noz/cacau, frutado, floral e outros) compostas por termos associados, sendo outros aquelas nuances que não se enquadravam nas demais classes. Posteriormente, foram construídos gráficos de setores utilizando o programa Excel, contendo a frequência em que foram citados os termos de cada classe.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se por meio das análises de variância (Tabela 1) que neste estudo não foi verificada interação significativa entre cultivar e processos de pós-colheita para as variáveis analisadas. A precisão dos dados pode ser averiguada com os coeficientes de variação (CV) apresentados sendo de nível satisfatório.

Em relação aos processos, não foi observada diferença significativa para nenhuma variável avaliada. Araújo (2018) também encontrou resultado semelhante ao avaliar que os processos de fermentação estudados não diferiram estatisticamente na pontuação final dos cafés. Mas, o autor observou uma modificação no perfil sensorial, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho.

Em relação as cultivares, com exceção do atributo corpo, as demais variáveis estudadas de análise sensorial obtiveram diferença estatística. No estudo realizado por Ferreira (2022) com as cultivares Bourbon IAC J10, Catiguá MG2 e MGS Paraíso 2, o atributo sensorial corpo também não foi diferente estatisticamente, reforçando que este atributo tende a não oscilar de acordo com a cultivar. As variáveis resultantes de análises químicas não obtiveram diferença estatística.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para os atributos sensoriais: aroma (AR), sabor (SB), acidez (AC), corpo (CP), finalização (FI), equilíbrio (EQ) e geral (GR), nota sensorial total (NST), açúcares totais (ACR) e acidez titulável total (ATT) de cultivares de café arábica submetidas a diferentes processos de pós-colheita.

FV	Quadrado Médio									
	AR	SB	AC	CP	FI	EQ	GR	NST	ACR	ATT
C	0,34*	0,37*	0,48*	0,15	0,60*	0,49*	0,49*	19,74*	0,75	1028,84
P	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,09	1,39	418,65
C x P	0,03	0,08	0,04	0,01	0,03	0,01	0,04	1,50	0,10	639,99
Bloco	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,35	0,84	425,63
Erro	0,02	0,07	0,06	0,03	0,05	0,03	0,03	1,68	1,78	428,47
CV%	1,98	3,35	3,30	2,47	2,98	2,26	2,46	1,52	13,91	13,97
Média	7,79	8,09	7,98	8,01	7,89	7,78	7,77	85,33	9,61	148,22

\*Significativo à 5% de significância pelo teste F.

Fonte: Do autor (2022).

Na Tabela 2 são observadas as médias para os processos de pós-colheita. Verificou-se que todos os processos culminaram em notas sensoriais totais médias acima de 85 pontos. Com essa pontuação, além de especiais, esses cafés se enquadram como excelentes na classificação SCA (LINGLE, 2011). Estes resultados evidenciam que, os protocolos fermentativos utilizados neste trabalho foram eficientes para obtenção de cafés especiais, servindo como alternativa aos cafeicultores que estão dispostos a diversificar seus lotes na pós-colheita.

Em um estudo com processos fermentativos, Tristão et al. (2018) avaliaram a cultivar Catucaí 785/15 em diferentes técnicas de fermentação, na parcela de despulpado convencional no tempo de 24h a pontuação total foi de 82,10. Quando os cafés permaneceram por 48h resultou em 81,22 pontos, sem diferirem estatisticamente. Já quando houve o acréscimo de 2% de *Saccharomyces cerevisiae* a pontuação teve um decréscimo para 76,08.

Em relação aos atributos sensoriais, houve baixa amplitude nas médias das notas que variaram entre 7,7 e 8,1, valores considerados altos (Tabela 2). Provavelmente, por tratar-se de cultivares com potencial reconhecido para qualidade de bebida acarretou-se na pouca diferenciação. Pereira et al. (2019b) em seu estudo, também obtiveram baixa variação da pontuação dos atributos sensoriais, diferindo em média de 7,53 a 7,73.

As médias para açúcares totais para os diferentes tipos de processos de pós-colheita, ficaram entre 9,1 e 9,9 %. Esses valores são próximos aos encontrados por Silva et al. (2004), que avaliaram os cafés de propriedades localizadas em altitudes de 920 a 1120 m, faixa correspondente ao presente estudo. Para acidez titulável total, de acordo com os processos pós-colheita, foram encontradas médias de 143,1 a 155,9 mL de NaOH (Tabela 2). Os valores encontrados no presente estudo são condizentes com os resultados obtidos por Malta et al. (2013), em que cafés despulpados tiveram médias de 133,33 e 156,66 mL de NaOH, de acordo com o tempo de secagem.

No caso da fermentação com adição de *Saccharomyces cerevisiae*, segundo Kumalasari (2011), a temperatura ótima para o crescimento ideal dessa levedura está entre 30 e 35°C. Por ocasião, na data de realização do experimento, entre os dias 18 e 20 de maio de 2022, houve uma queda brusca de temperatura em Lavras, atingindo mínima de 3,9 °C e máxima de 21,4° C nesse período (INMET, 2022). Temperatura ambiente muito abaixo do ideal para desenvolvimento desses microrganismos. Esse fato pode ter contribuído para a baixa variação dos dados observados para os processos fermentativos.

Tabela 2 - Médias para aroma (AR), sabor (SB), acidez (AC), corpo (CP), finalização (FI), equilíbrio (EQ), geral (GR), nota sensorial total (NST), açúcares totais (ACR) e acidez titulável total (ATT) de processos de pós-colheita.

<b>Processos</b>	<b>AR</b>	<b>SB</b>	<b>AC</b>	<b>CP</b>	<b>FI</b>	<b>EQ</b>	<b>GR</b>	<b>NST</b>	<b>ACR (%)</b>	<b>ATT (mL NaOH)</b>
Fermentação com Levedura	7,7a	8,0a	7,9a	7,8a	7,8a	7,7a	7,7a	85,2a	9,1a	143,1a
Despolpado Convencional	7,7a	8,0a	7,9a	8,0a	7,8a	7,7a	7,7a	85,3a	9,7a	145,5a
Fermentado sem Levedura	7,8a	8,1a	8,0a	8,0a	7,9a	7,8a	7,7a	85,4a	9,9a	155,9a
<b>CV%</b>	1,98	3,35	3,30	2,47	2,98	2,26	2,46	1,52	13,91	13,97
<b>Média</b>	7,79	8,09	7,97	8,01	7,89	7,78	7,77	85,33	9,61	148,22

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Autor (2022)

Já em relação às médias de cultivares, não foram observadas diferenças estatísticas apenas para os constituintes químicos açúcares totais e acidez titulável total e para o atributo sensorial corpo (Tabela 3). Os açúcares totais ficaram entre 9,2 e 9,6%. Mesmo não apresentando diferença significativa, percebe-se que o maior valor de açúcares totais foi identificado para a cultivar MGS Paraíso 2, que se destacou com a maior nota sensorial total. Em trabalho realizado por Chagas et al. (2013) relataram correlação positiva entre açúcares totais com melhor qualidade sensorial.

Importante ressaltar também que, mesmo na ausência de significância, observou-se maiores valores de acidez titulável total (158,8 mL de NaOH) para a cultivar MGS Paraíso 2 e, da mesma forma maiores valores para o atributo sensorial acidez. Ou seja, essa acidez que é quantificada está coerente com a acidez da bebida que foi perceptível pelos provadores. A acidez é um atributo que pode ou não contribuir com a qualidade da bebida. A depender do ácido presente, pode ser considerada agradável, pois trás vivacidade ao café, permitindo notar com maior clareza as características de doçura (MALTA et al., 2013).

A cultivar MGS Paraíso 2 se apresentou em destaque nesse estudo, obtendo maiores médias nas variáveis aroma, sabor, finalização, equilíbrio e nota sensorial total. Além disso, equiparou-se a Catiguá MG2 nos atributos acidez e geral, superando a cultivar Bourbon Amarelo IAC J10. De acordo com Malta et al. (2021), a MGS Paraíso 2 possui potencial para produção de cafés especiais, visto que em suas avaliações, esse genótipo resultou em pontuações finais iguais ou superiores a 90. Fassio et al. (2016) avaliando a descrição sensorial de diferentes cultivares em Lavras e Patrocínio, apontaram o potencial da Catiguá MG2 para produção de cafés especiais, em destaque no município de Lavras a cultivar atingiu 86,92 pontos.

Visto que as cultivares Catiguá MG2 e MGS Paraíso 2 são oriundas de cruzamentos com Híbrido de Timor, torna esse resultado condizente com estudos de Sobreira et al. (2015), Fassio et al. (2019) e Malta et al. (2020), que relataram a potencialidade desse germoplasma para qualidade sensorial de genótipos que o utilizam como fonte de genes de resistência a ferrugem. Pereira et al. (2010), alegaram em seu estudo que cultivares derivadas desse germoplasma apresentam qualidade superior a cultivares tradicionais como as do grupo Bourbon, sendo este grupo referência internacional de qualidade, com elevadas pontuações sensoriais na maioria das linhagens (ROMANO et al., 2022).

Tabela 3 - Médias dos atributos sensoriais: aroma (AR), sabor (SB), acidez (AC), corpo (CP), finalização (FI), equilíbrio (EQ), geral (GR), nota sensorial total (NST), açúcares totais (ACR) e acidez titulável total (ATT) de cultivares de café arábica.

<b>Cultivares</b>	<b>AR</b>	<b>SB</b>	<b>AC</b>	<b>CP</b>	<b>FI</b>	<b>EQ</b>	<b>GR</b>	<b>NST</b>	<b>ACR (%)</b>	<b>ATT (mL NaOH)</b>
Bourbon Amarelo IAC J10	7,5c	7,9b	7,7b	7,8a	7,6c	7,5b	7,5b	83,8c	9,2a	137,4a
Catiguá MG2	7,7b	8,1b	8,0a	8,0a	7,9b	7,7b	7,8a	85,3b	9,6a	148,2a
MGS Paraíso 2	7,9a	8,3a	8,2a	8,1a	8,1a	8,0a	7,9a	86,8a	9,8a	158,8a
<b>CV%</b>	1,98	3,35	3,30	2,47	2,98	2,26	2,46	1,52	13,91	13,97
<b>Média</b>	7,79	8,09	7,97	8,01	7,89	7,78	7,77	85,33	9,61	148,22

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Autor (2022).

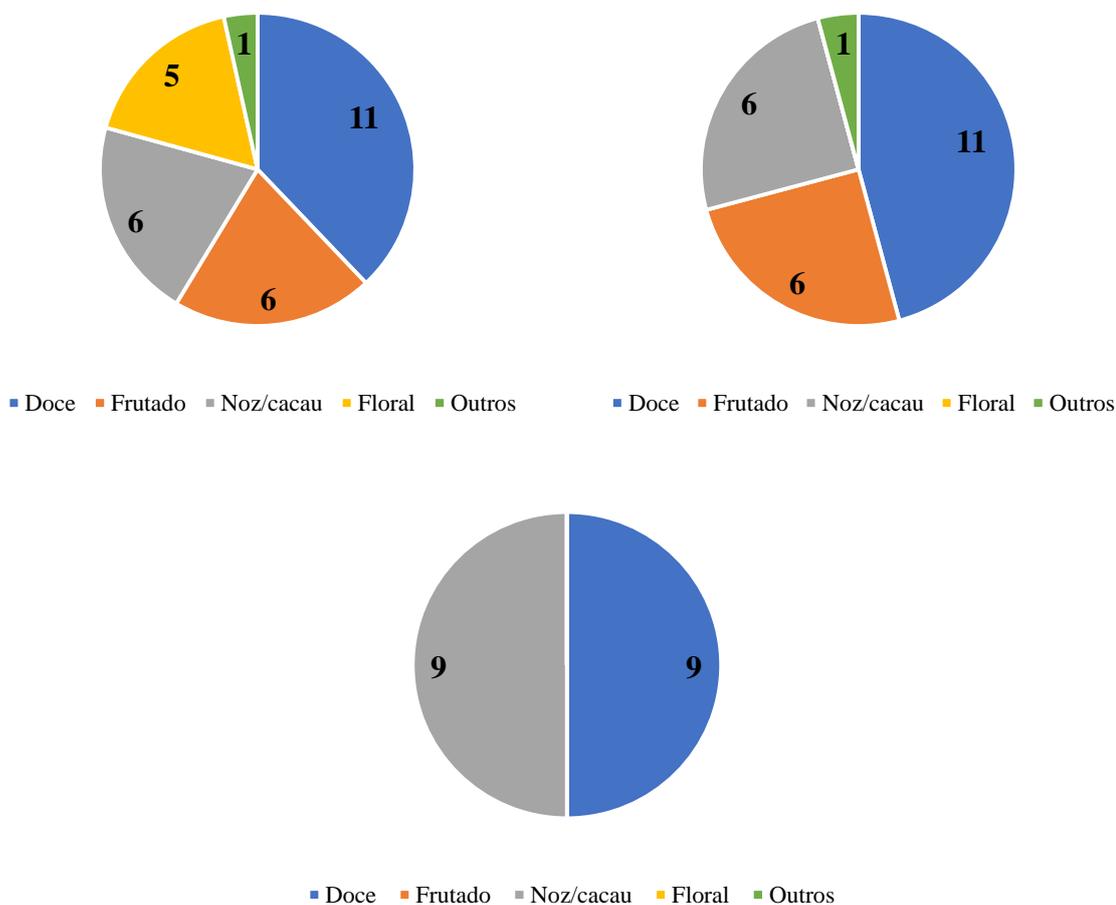
Na Tabela 4, observam-se as nuances descritas pelos provadores, que foram distribuídas em cinco classes, compostas por diversos termos associados, de acordo com suas características, sendo elas: doce, frutado, noz/cacau, floral e outros.

Tabela 4 – Classes de nuances das cultivares Bourbon Amarelo IAC J10, Catiguá MG2 e MGS Paraíso 2 em diferentes técnicas de fermentação.

<b>Bourbon Amarelo IAC J10</b>			
<b>Classes</b>	<b>Despoldado convencional</b>	<b>Fermentação s/ levedura</b>	<b>Fermentação c/ levedura</b>
Doce	Caramelo(5), mel(4), melado(2)	Caramelo(6), mascavo(4), mel(1)	Caramelo(9)
Frutado	Frutado(2), mamão(1), frutas amarelas(1), frutas tropicais(1), frutas cristalizadas(1)	Frutas amarelas(3), frutado(2), frutas secas(1)	-
Noz/cacau	Chocolate(5), chocolate ao leite(1)	Chocolate(3), chocolate ao leite(3)	Chocolate(8), chocolate amargo(1)
Floral	Floral(3), chá de rosas(1), flor de café(1)	-	-
Outros	Castanha(1)	Castanha(1)	-
<b>Catiguá MG2</b>			
Doce	Caramelo(6), mel(5), mascavo(4), melado(3)	Caramelo(5), mel(4), mascavo(4), melado(2)	Mel(9), melado(4), mascavo(3), caramelo(1)
Frutado	Frutas amarelas(2), frutado(1), frutas secas(1), frutas cristalizadas(1)	Frutas amarelas(4), frutado(4), frutas vermelhas(2), frutas cristalizadas(1)	Frutas amarelas(5), frutas vermelhas(3), mamão(3), frutas tropicais(2), frutas cítricas(2), frutado(1)
Noz/cacau	Chocolate ao leite(3), chocolate(2), chocolate amargo(1)	Chocolate(3), chocolate ao leite(1)	Chocolate ao leite(1)
Floral	Floral(2)	Floral(1)	Floral(6), flor do café(1)
Outros	Castanha(1)	-	-
<b>MGS Paraíso 2</b>			
Doce	Mel(9), melado(4), mascavo(4), rapadura(2)	Mel(8), mascavo(4), caramelo(2), melado(2), rapadura(2)	Mel(8), melado(5), mascavo(2), rapadura(2), caramelo(1)
Frutado	Frutas cristalizadas(4), frutas vermelhas(2), frutado(2), abacaxi em calda(1), frutas amarelas(1), frutas tropicais(1), frutas em compota(1), laranja(1)	Frutas amarelas(4), frutado(3), frutas tropicais(2), frutas em compota(2), frutas secas(1), frutas vermelhas(1), frutas cristalizadas(1), calda de abacaxi(1)	Frutas amarelas(4), frutas cítricas(2), limão com mel(2), frutado(2), frutas cristalizadas (2), frutas vermelhas(2), damasco(1), maracujá(1)
Noz/cacau	Chocolate ao leite(3)	Chocolate(1)	-
Floral	Floral(7)	Floral(8)	Floral(7)
Outros	Hortelã(1)	Exótico(1)	-

Fonte: Autor (2022).

Comparando as Figuras 1, 2 e 3, nota-se que a cultivar Bourbon Amarelo IAC J10 apresentou maior complexidade na bebida quando utilizado o método despulpado convencional, apresentando nuances em todas as classes analisadas. No tratamento com fermentação sem levedura, não foram identificadas nuances na classe floral. Quando as amostras foram fermentadas com levedura, obtiveram-se bebidas menos complexas, sendo atribuídas somente nuances nas classes doce e noz cacau.



Figuras 1,2 e 3 – Frequência das classes de nuances atribuídas a cultivar Bourbon Amarelo IAC J10 processada pelo método despulpado convencional, fermentação controlada sem levedura e fermentação controlada com levedura, respectivamente.

Observando as Figuras 4, 5 e 6 que apresentam os dados de nuances da cultivar Catiguá MG2, percebe-se que a tendência é oposta ao que foi analisado na cultivar Bourbon Amarelo IAC J10. Nesse caso, as nuances classificadas como noz/cacau foram anotadas com menor frequência quando os cafés foram fermentados com ou sem levedura. Já nas classes floral e frutado a frequência foi mais acentuada que no despulpado convencional, além de acrescentar notas de frutas tropicais, cítricas e mamão (Tabela 4).

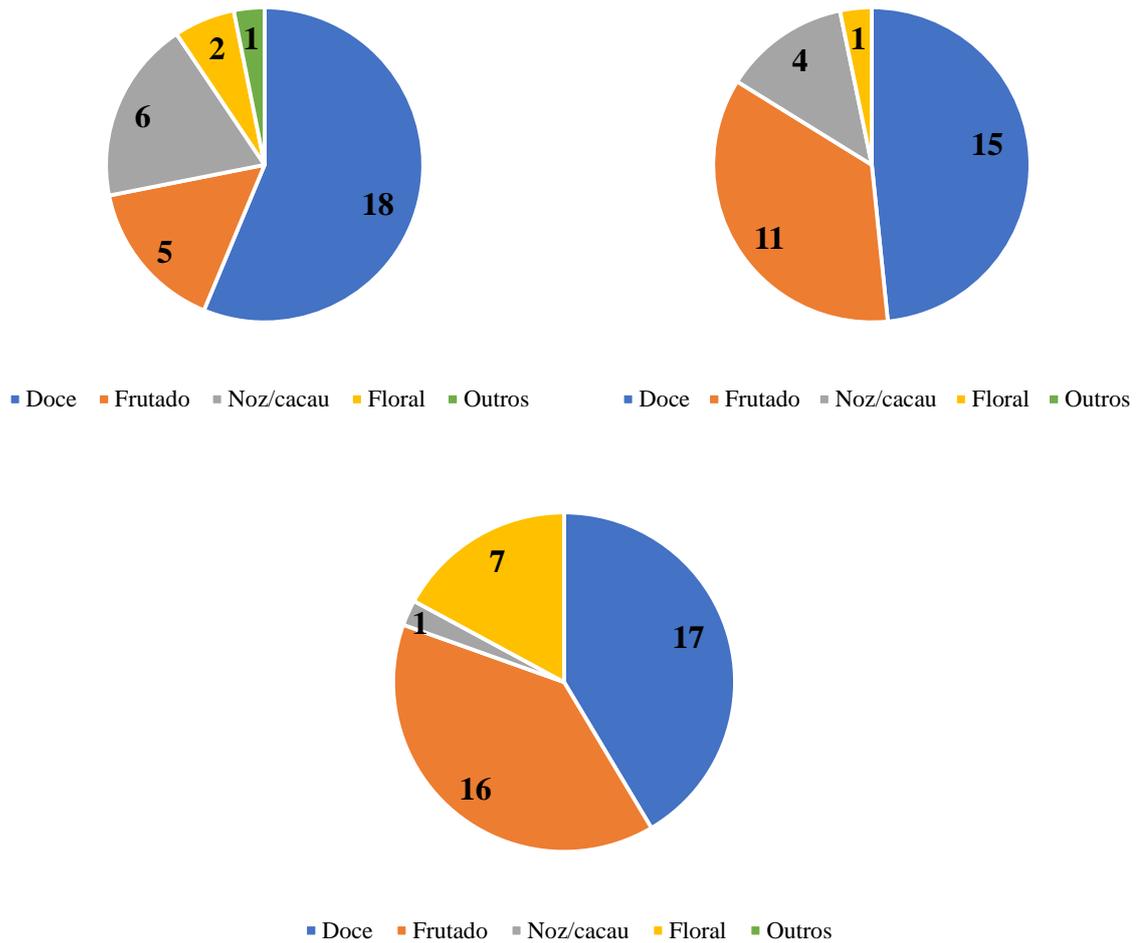


Figura 4, 5 e 6 – Frequência das classes de nuances atribuídas a cultivar Catiguá MG2 processada pelo método despoldado convencional, fermentação controlada sem levedura e fermentação controlada com levedura, respectivamente.

Já nas Figuras 7, 8 e 9, observa-se que a cultivar MGS Paraíso 2 apresentou bebidas com complexidade próximas nos processos despoldado convencional e fermentado sem levedura. No entanto, com a adição da levedura, nuances de noz/cacau e da classe outros, não foram anotadas nenhuma vez pelos provadores, prevalecendo as nuances frutadas e doces.

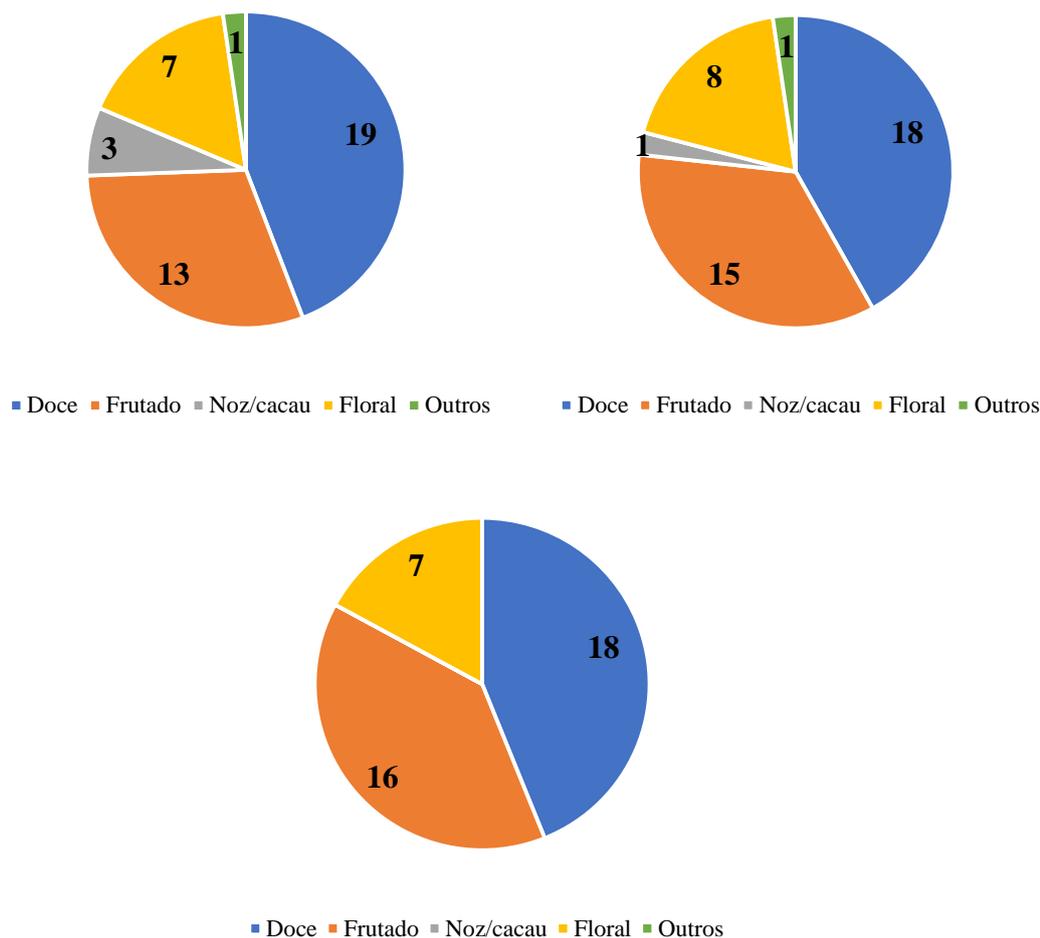


Figura 7,8 e 9 – Frequência das classes de nuances atribuídas a cultivar MGS Paraíso 2 processada pelo método despulpado convencional, fermentação controlada sem levedura, fermentação controlada com levedura.

Em um trabalho realizado por Bressani et al. (2021), os autores observaram que cafés fermentados com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* apresentaram maior complexidade de nuances e notas de doçura e finalização da bebida. Mota et al. (2020) relataram que essa levedura é indicada para cafés despulpados e confirmam a modificação do perfil sensorial de cafés inoculados por ela.

De acordo com Bressani et al. (2020) a percepção de nuances como frutado, nozes e cacau alteraram com a variedade de café, o processamento e o tipo de inóculo utilizado. Ademais, afirmam que o uso de leveduras foi eficiente na diferenciação de perfis sensoriais das variedades Bourbon Amarelo e Canário Amarelo. Resultados semelhantes foram observados por Martins et al. (2019) evidenciando uma modificação do perfil sensorial das cultivares Catuaí e Mundo Novo no processamento despulpado com a inoculação de

*Saccharomyces cerevisiae*. Estes resultados estão em consonância com os encontrados neste presente estudo.

Essa modificação sensorial de acordo com o processo fermentativo é desejável e permite que sejam produzidos lotes distintos sensorialmente, partindo de um mesmo lote colhido. Com isso, é possível atender diferentes nichos de mercado que buscam por cafés peculiares, culminando em uma maior rentabilidade na produção. O fato dessa modificação sensorial também ocorrer em função da cultivar, contribui para que o produtor tenha uma decisão mais assertiva na escolha dos lotes a serem fermentados. Diante disso, torna-se crucial que os cafeicultores façam um mapeamento da qualidade dos cafés produzidos na propriedade, envolvendo tanto as cultivares plantadas, quanto os processos possíveis de serem trabalhados.

## 5 CONCLUSÕES

Todos os processos utilizados propiciaram cafés especiais excelentes, com pontuações acima de 85. Independente do processo utilizado, a cultivar MGS Paraíso 2 foi superior em qualidade sensorial.

Houve modificação no perfil sensorial conforme se alterou a cultivar e os processos de fermentação.

Não houve interação entre as cultivares de café e os processos de fermentação utilizados. Os açúcares totais e a acidez titulável total não foram influenciados pela cultivar e o processo fermentativo.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, G.F. de et al. Potencial sensorial de genótipos modernos de café arábica submetidos a novos processos via-úmida. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 10., 2019, Vitória, ES. **Anais [...]** Brasília, DF. Embrapa Café, 2019.
- ALVES, E. A. et al. Efeito da fermentação na qualidade da bebida de robustas amazônicas. **Revista IfesCiência**, v. 6, n. 3, p.159-170, 2020. DOI: 10.36524/ric.v6i3.875.
- ARAÚJO, G.A.F. **Novos processos de fermentação para potencializar o perfil sensorial de cafés obtidos no município de Coromandel, MG**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Cafeicultura), Centro Universitário do Cerrado Patrocínio, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ - ABIC. **Indicadores de desempenho da cafeicultura brasileira**. 2022. Disponível em: <<https://estatisticas.abic.com.br/estatisticas/desempenho-do-setor-2/>>. Acesso em: 01 de jun. 2022.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. AOAC International, 15<sup>th</sup> ed. Washington, 1990.
- BARBOSA, I. P. de et al. Sensory quality of Coffea arabica L. genotypes influenced by postharvest processing. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** – v.19, n.4, p. 428-435, 2019.
- BARBOSA, L.O.S.; AGUILAR, C.; MACIEL, L. A participação de Minas Gerais e do Brasil na cadeia produtiva global do café. **Economia & Região**, Londrina, v.9, n.1, p.147-166, jan./jun. 2021.
- BETTENCOURT, A. Considerações gerais sobre o “Híbrido Timor”. Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), **Circular nº 23**, Campinas – Brasil, p. 20, 1973.
- BOAVENTURA, P. S. M. et al. Cocriação de valor na cadeia do café especial: O movimento da terceira onda do café. **RAE- Revista de Administração de Empresas**, v. 58 n. 3, p. 254-266, 2018.
- BORÉM, F.M. Processamento do café. In: BORÉM, F.M. (ed.). **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, Cap. 5, p. 127-158, 2008.
- BORÉM, F. M.; ISQUIERDO, E. P.; TAVEIRA, J. H. S. Coffee processing. In: BORÉM, F. M. (Ed.). **Handbook of coffee post-harvest technology**. Norcross: Gin Press, p. 49-68, 2014.
- BOTELHO, C.E. et al. Cultivar de Café MGS Paraíso 2: potencial de produtividade e qualidade na região do Sul de Minas Gerais. EPAMIG. **Circular Técnica**. ISSN 0103-4413. N.338, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2021a.
- BOTELHO, C.E. et al. Recomendações de cultivares de café para a região do Cerrado. In: **Cafeicultura do Cerrado**. Belo Horizonte: CARVALHO *et al.*, p. 564. 2021b.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília – DF: MAPA/ACS, p. 399, 2009.

BRESSANI, A. P. P. et al. Organic acids produced during fermentation and sensory perception in specialty coffee using yeast starter culture. **Food Research International**, v. 128, 108773, 2020.

BRESSANI, A. P. P. et al. Influence of yeast inoculation on the quality of fermented coffee (Coffea arabica var. Mundo Novo) processed by natural and pulped natural processes. **International Journal of Food Microbiology**, 2021.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109107>

CARVALHO, C.H.S. **Cultivares de Café**: origem, características e recomendações. Embrapa, Brasília - DF, Brasil, p. 334, 2008.

CARVALHO, V.D. de et al. 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.

CHAGAS, E. N. et al. Selection of robust estimators used in analysis of sensory characteristics and identification of environments conducive to specialty coffee production. **Advanced Crop Science**, Sidney, v. 3, p. 515-524, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Café**, Brasília, v.9 n.2., Safra 2022.

D’ALESSANDRO, S. C. Cap 12: Identificação de cafés especiais. In: **Café Arábica do plantio a colheita**, p. 268-291, 2015.

DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R.L. & WOLFRAM, M.L. ed. Carbohydrate chemistry. New York: Academic Press, p. 512, 1962.

DORTA, C. et al. Fermentação de café via úmida com adição de culturas iniciadoras e a inclusão de características sensoriais na bebida. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 4, n. 1, p.579-589, jan./mar. 2021.

EVANGELISTA, S. R. et al. Microbiological diversity associated with the spontaneous wet method of coffee fermentation. **International Journal of Food Microbiology**, v. 210, p. 102-112, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, W.H.B. **Características Físicas e Sensoriais de Cultivares de Café da EPAMIG em diferentes ambientes do Sul de Minas Gerais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia), Universidade Federal de Lavras – UFLA, 2022.

FASSIO, L. O. et al. Sensory description of cultivar (Coffea arabica L.) resistance to rust and its correlation with caffeine, trigonelline, and chlorogenic acid compounds. **Beverages**, v. 2, n.1, p. 1-12, 2016.

FASSIO, L. O. et al. Sensory profile of arabica coffee accesses of the germplasm collection of Minas Gerais – Brazil. **Coffee Science**, Lavras, v. 14, n. 3, p. 382-393, jul.sep. 2019.

FAZUOLI, L.C. **Metodologias, critérios e resultados da seleção em progênies do café Icatu com resistência a *Hemileia vastatrix***. Tese (Doutorado em Ciências) Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, SP. 321 p. 1991.

FREITAS, V. V. **Avaliação da fermentação do café arábica com uso de culturas starters**. Dissertação (Pós graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

GAVA, A.; FICAGNA E.; ROSSATO S. B. Características fermentativas de leveduras comerciais em mosto de uva. **Revista CSBEA**, v. 3, n. 1, 2017.

GIOMO, G. S; BORÉM, F. M. Cafés especiais do Brasil: opção pela qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 261, 2011.

GUIMARÃES, E. R. **Terceira onda do café: base conceitual e aplicações**. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION - ICO. **Meeting and Events**. Disponível em: <[https://www.ico.org/pt/field\\_processing\\_p.asp?section=Meetings\\_and\\_Events](https://www.ico.org/pt/field_processing_p.asp?section=Meetings_and_Events)>. Acesso em: 07 de jul. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Tabela de Dados das Estações, Lavras – MG. Disponível em: <<https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A001>>. Acesso em: 27 de ago. 2022.

KANG, M. S. Quantitative genetics, genomics and plant breeding. Kansas, **USA: Department of Plant Pathology Kansas State University Manhattan**, Kansas, p. 411, 2020.

KROHLING, C. A. et al. Qualidade Sensorial de Cultivares de Café Arábica Sob Cultivo Adensado na Região do Caparaó Capixaba. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 10., 2019, Vitória, ES. **Anais ...** Brasília, DF. Embrapa Café, 2019.

KUMALASSARI, I.J. **The effect of incubation temperature variations on ethanol levels from fermented skin and pineapple weevil (*Ananas sativus*)**. Undergraduate thesis, Universitas Muhammadiyah Semarang. 2011.

LINGLE, T. R. The coffee cupper's handbook: a systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor. **Long Beach, CA: Specialty Coffee Association of America**, 2011.

MACHADO, A.T.; MACHADO, C.T.T.; SOUZA, R. Proposta metodológica para unidades demonstrativas e melhoramento participativo de milho e feijão em sistemas agroecológicos. 34 p. **Documentos / Embrapa Cerrados**. Planaltina - DF, 2021.

MALTA, M.R. Processamento e qualidade do café. **Informe Agropecuário**. Produção de café: opção pela qualidade, Belo Horizonte, v.32, n.261. p. 66-75, mar./abr. 2011.

MALTA, M.R. et al. Alterações na qualidade do café submetido a diferentes formas de processamento e secagem. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa - MG, v.21 n.5, set./out. 2013.

MALTA, M. R. et al. Discrimination of genotypes coffee by chemical composition of the beans: potential markers in natural coffees. **Food Research International**, v. 134, p. 109219, ago. 2020.

MALTA, M. R. et al. Selection of Elite Genotypes of Coffee arabica L. to Produce Specialty Coffees. **Frontiers In Sustainable Food Systems**, v. 5, p. 1-8, 16 jul. 2021.

MARTINS, P. M. M. et al. Production of coffee (*Coffea arabica*) inoculated with yeasts: impact on quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, p. 5638-5645, 2019.

MOTA, M.C.B. da et al. Influence of fermentation conditions on the sensorial quality of coffee inoculated with yeast. **Food Research International**, v. 136, out. 2020.

MUINHOS, R. et al. **Fermentação de café**. 2019. Disponível em: <<http://buenavistacafe.com.br/blog/2019/06/08/fermentacao-de-cafe/>> . Acesso em: 17 jul. de 2022.

NADALETI, D.H.S. et al. Influence of postharvest processing on the quality of arabica coffee genotypes. **Journal of Science of Food and Agriculture**. 2022. doi: 10.1002/jsfa.12051

OLIVEIRA, A.P.L.R. de et al. Efeito da fermentação enzimática induzida sobre as propriedades químicas e sensoriais do café. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 10., 2019, Vitória, ES. **Anais ...** Brasília, DF. Embrapa Café, 2019.

PEREIRA, D.R. et al. Morphoagronomic and sensory performance of coffee cultivars in initial stage of development in Cerrado Mineiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 14, n. 2, p. 193 - 205, apr./jun. 2019a.

PEREIRA, D.R. et al. Genetic and chemical control of coffee rust (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.): impacts on coffee (*Coffea arabica* L.) quality. **Society Chemical Industry. J Sci Food Agric**, p. 2836–2845 (wileyonlinelibrary.com), 2021. DOI 10.1002/jsfa.10914.

PEREIRA, M. C. et al. Multivariate analysis of sensory characteristics of coffee grains (*Coffea arabica* L.) in the region of upper Paranaíba. **Acta Scientiarum**, v. 32, n. 4, p. 635-641. 2010.

PEREIRA V. M., G. et al. Microbial ecology and starter culture technology in coffee processing. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 57, n. 13, p. 2775-2788, 2017. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1067759>.

PEREIRA, V.V. et al. Análise sensorial da bebida de genótipos de café arábica resistentes à ferrugem de acordo com o processamento pós-colheita. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 10., 2019, Vitória, ES. **Anais ...** Brasília, DF. Embrapa Café, 2019b.

PIMENTEL, C.V. **Grãos de café submetidos a diferentes tempos de fermentação a seco e sob água**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia). Centro Universitário Sul de Minas – UNIS, Varginha, 2020.

PINHEIRO, A.C.T. **Perfil Sensorial e Repetibilidade de Provedores de Cafés Especiais em Minas Gerais**. 2019. 80 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa - Viçosa, Minas Gerais, 2019.

PUERTA, Q.G.I. Fermentación controlada del café: Tecnología para agregar valor a la calidad. **Avances Técnicos** N°. 454. Cenicafé, Chinchiná, 12 p., 2015.

REGISTRO NACIONAL DE CULTIVARES - RNC. **Cultivar web**. Disponível em: <[https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares\\_registradas.php](https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php)> Acesso em: 21 de jun. 2022.

RIBEIRO, D.E. et al. Interaction of genotype, environment and processing in the chemical composition expression and sensorial quality of Arabica coffee. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.27, p. 2412-2422, jul. 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.10832

ROCHA, et al. Estabilidade da Produtividade de Cultivares de Café Arábica Resistentes à Ferrugem em Duas Regiões Cafeeiras de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 44., 2018, Franca, SP. **Anais ...** Brasília, DF: Consórcio de Pesquisa Café, 2018.

RODRIGUES, G.Z.; ALMEIDA, G.R.R.; CUNHA, L.T. da. Desenvolvimento e Validação da Fermentação Controlada de Frutos de Café no Pós-colheita em Diferentes Tempos. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas** - ISSN: 2674-9661, v. 2, n. 1, p. 45-52, 2020.

ROMANO, L.S. et al. **Characterization of Yellow Bourbon coffee strains for the production of differentiated specialty coffees**. *Bragantia*, 81, e2222, Campinas, 2022.

SECRETARIA DE POLÍTICA AGRÍCOLA - SPA/ MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Valor Bruto da Produção (VBP)**, janeiro de 2022. Disponível em: <[http://www.consorciopesquisacafe.com.br/images/stories/noticias/2021/2022/Janeiro/VBP\\_01\\_22.pdf](http://www.consorciopesquisacafe.com.br/images/stories/noticias/2021/2022/Janeiro/VBP_01_22.pdf)>. Acesso em 01 de jun. 2022.

SETOTAW, T. A. et al. Genome Introgression of Híbrido de Timor and Its Potential to Develop High Cup Quality *C. arabica* Cultivars. **Journal of Agricultural Science**. ISSN 1916-9752, v. 12, n. 4, 2020.

SILVA, I.S. e. **Obtenção de cafés especiais pela fermentação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Patos de Minas, 2021.

SILVA, J.S. et al. Qualidade de bebida de cultivares de café arábica no Sul de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 10., 2019, Vitória, ES. **Anais ...** Brasília, DF. Embrapa Café, 2019.

SILVA, J.S. **Unidades Demonstrativas no Sul de Minas Gerais para Estudo da Adaptabilidade e Estabilidade de Cultivares de Café**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, 2021.

SILVA, J.S. et al. Influence of fermentation time on the sensory quality of arabica coffee genotypes in Guatemala. **Rev. Fitotec. Mex.** V. 45, n. 2, p. 235-242, 2022.

SILVA, R.F. da et al. Qualidade do café-cereja descascado produzido na região Sul de Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1367-1375, nov./dez., 2004.

SKEIE, T. **Norway and coffee**. 2002. Disponível em: <<https://timwendelboe.no/uploads/the-flamekeeper-2003.pdf>> Acesso em: 2 de jul. 2022.

SOBREIRA, F. M. et al. Potential of Híbrido de Timor germplasm and its derived progenies for coffee quality improvement. **Australian Journal of Crop Science**, Sidney, v. 9, n. 4, p. 289-295, 2015.

SOLÍS, D. G. V. **Análisis de la capacidad fermentativa de levaduras asociadas a das bebidas fermentadas tradicionales**. Tesis (Bachelor in biology) – Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Ciencias Y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Colombia, 2017.

SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION - SCA. **Coffee Taster's Flavor Wheel**. Disponível em: <<http://www.scaa.org/?page=resources&d=scaa-flavor-wheel>>. Acesso em: 30 de jun. 2022.

TRISTÃO, F.A. et al. Influência da fermentação induzida na qualidade final da bebida do café arábica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 44., 2018, Franca, SP. **Anais ...** Brasília, DF: Consórcio de Pesquisa Café, 2018.

ZAMBOLIM, L. Current status and management of coffee leaf rust in Brazil. Sociedade Brasileira de Fitopatologia. **Trop. plant pathol**, 2016. DOI 10.1007/s40858-016-0065-9

ZAMBOLIM, L.; CAIXETA, E.T. An overview of physiological specialization of coffee leaf rust - New designation pathotypes. **International Journal of Current Research** Vol. 13, p. 15564-15575, jan., 2021. DOI: <https://doi.org/10.24941/ijcr.40600.01.2021>