

**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CAMPUS VENDA NOVA DO IMIGRANTE  
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E ALIMENTOS**

**ALICE DELA COSTA CALIMAN**

**VARIABILIDADE SENSORIAL DO CAFÉ ARÁBICA EM FUNÇÃO DO  
TEMPO DE FERMENTAÇÃO**

**VENDA NOVA DO IMIGRANTE-ES**

**2022**

ALICE DELA COSTA CALIMAN

**VARIABILIDADE SENSORIAL DO CAFÉ ARÁBICA EM FUNÇÃO DO  
TEMPO DE FERMENTAÇÃO.**

Monografia apresentada à  
Coordenadoria do Curso de Ciência e  
Tecnologia de Alimentos do Instituto  
Federal do Espírito Santo, *campus*  
Venda Nova do Imigrante, como  
requisito parcial para a obtenção do  
título de bacharel em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Louzada  
Pereira.

VENDA NOVA DO IMIGRANTE-ES

2022

(Biblioteca do Campus Venda Nova do Imigrante)

C153v Caliman, Alice Dela Costa .

Variabilidade sensorial do café arábica em função do tempo de fermentação / Alice Dela Costa Caliman. - 2022.

33 f. : il ; 30 cm.

Orientador: Lucas Louzada Pereira

TCC (Graduação) Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Venda Nova do Imigrante, Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2022.

1. Café - Processamento. 2. Café - Arábica. 3. Análise sensorial. 4. Fermentação. I. Pereira, Lucas Louzada . II. Título III. Instituto Federal do Espírito Santo.

CDD: 633.73

Bibliotecário/a: Adriana Souza Machado CRB6-ES nº 572

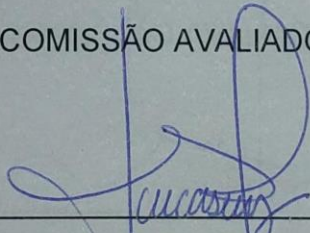
ALICE DELA COSTA CALIMAN

VARIABILIDADE SENSORIAL DO CAFÉ ARÁBICA EM FUNÇÃO DO TEMPO DE FERMENTAÇÃO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à apresentada à Coordenadoria do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal do Espírito Santo, campus Venda Nova do Imigrante, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

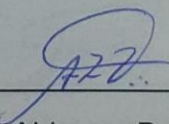
Aprovado em 22 de março de 2022.

COMISSÃO AVALIADORA



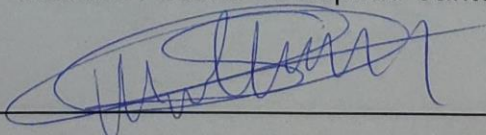
---

Prof. Dr. Lucas Louzada Pereira  
Instituto Federal do Espírito Santo - Orientador



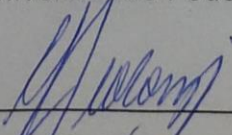
---

Prof. Dr. Aldemar Polonini Moreli  
Instituto Federal do Espírito Santo



---

M. Sc Willian dos Santos Gomes  
Universidade Federal do Espírito Santo



---

D. Sc Rogério Carvalho Guarçoni  
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por em meio ao atual cenário de pandemia me conceder saúde para realizar mais esta conquista.

À minha mãe Elilda e ao meu pai Edimo, por todos os insaciáveis momentos de incentivo e apoio e por sempre estarem ao meu lado, acreditando em mim. Vocês são meus exemplos de força, coragem e honestidade.

Ao meu irmão Guilherme, por todo suporte em todos os momentos de necessidade.

Ao Rodrigo, por toda compreensão e ajuda, você foi fundamental. Sem você todo meu trabalho seria vagaroso e pesado.

Ao professor Dr. Lucas Louzada Pereira, obrigada por toda orientação e por sempre acreditar que podemos ser alunos, profissionais e pessoas melhores.

Ao professor Dr. Aldemar Polonini Moreli, por toda ajuda em campo para a execução do experimento.

À toda equipe do Laboratório de Análise e Pesquisa em Café – LAPC, meu muito obrigada pela paciência e ajuda para a realização do experimento.

Aos meus tios, João Bosco Caliman e José Gilmar Caliman, por ajudarem na colheita da matéria-prima e por acreditarem no meu potencial.

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.*

*(Madre Teresa de Calcutá)*

## RESUMO

Durante muito tempo a fermentação era entendida como um processo prejudicial às características do café. Com o avanço dos estudos científicos, torna-se notório que a fermentação é uma etapa que, se bem realizada e controlada, proporciona uma bebida de sabor e aroma especiais, influenciando na qualidade final do café, agregando, assim, valor ao produto. Este trabalho teve como objetivo estudar a influência do tempo de fermentação em virtude da mudança no perfil sensorial e como o tempo pode afetar a qualidade da bebida do *Coffea arabica L.* Para a realização deste trabalho foram utilizados cafés cereja sem a presença de frutos boias e verdes, com fermentação espontânea, sob 12 tempos de fermentação. A análise sensorial foi realizada por 7 provadores treinados, capazes de avaliar e julgar as amostras de acordo com seus atributos mediante a utilização de um protocolo adequado para café arábica. Ao final do estudo, pôde-se constatar que a nota final máxima, que foi 83,24, foi alcançada após 185,5 horas de fermentação, e que se torna ineficiente a fermentação prolongada, onde observou-se o decréscimo da pontuação sensorial a partir de 200 horas de fermentação.

**Palavras-chave:** café especial, qualidade, mudanças sensoriais.

## ABSTRACT

For a long time, fermentation was understood as a process harmful to the characteristics of coffee. With the advancement of scientific studies, it becomes clear that fermentation is a step that, if well performed and controlled, provides a drink with a special flavor and aroma, influencing the final quality of the coffee, thus adding value to the product. This work aims to study the influence of fermentation time due to the change in the sensory profile and how time can affect the quality of the *Coffea arabica* L beverage., with spontaneous fermentation, under 12 fermentation times. Sensory analysis was performed by 7 trained tasters, capable of evaluating and judging the samples according to their attributes using a protocol suitable for arabica coffee. At the end of the study, it can be seen that the maximum final grade, which was 83.24, was reached after 185.5 hours of fermentation, and that prolonged fermentation becomes inefficient, where a decrease in the sensory score can be noticed. from 200 hours of fermentation.

**Keywords:** specialty coffee, quality, sensory changes.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>13</b>
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
3.1	ORIGEM E PRODUÇÃO DE CAFÉ .....	14
3.2	PRODUÇÃO DE CAFÉS ESPECIAIS .....	15
3.3	O PROCESSAMENTO DOS FRUTOS DE CAFÉ .....	17
3.4	FERMENTAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES NA CAFEICULTURA.....	19
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
4.1	COLHEITA DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS.....	21
4.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E IDENTIFICAÇÃO DOS CAFÉS DAS PARCELAS .....	21
4.3	SECAGEM DOS FRUTOS .....	22
4.4	BENEFICIAMENTO .....	22
4.5	PROCESSO DE TORRA DAS AMOSTRAS DE CAFÉ .....	23
4.6	ANÁLISE SENSORIAL .....	23
4.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	24
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
5.1	PAINEL DAS ANÁLISES SENSORIAIS .....	25
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O café (*Coffea sp.*) é originário da África, provindo o *Coffea arabica* L. da Etiópia e *Coffea canephora* pierre ex a. froehner do Congo, constituindo, dessa forma, as duas espécies de maior importância econômica na produção de café no mundo, se comparada a muitas outras espécies de café pertencentes ao gênero *Coffea* (FERRÃO, *et al.*, 2007; AGNOLETTI, 2015), além de ser a bebida mais consumida no mundo depois da água (SOUZA *et al.*, 2017).

No momento em que se encontra a cafeicultura, é notória a elevada demanda para a produção de cafés de alta qualidade e com perfis sensoriais diferenciados, denominados de cafés especiais, o que vem sendo uma alternativa para o produtor agregar valor ao seu produto e aumentar a sua rentabilidade. Bebidas de melhor qualidade estão relacionadas às cultivares de café arábica (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012), possuindo melhores atributos sensoriais após a torrefação. Contudo, para que a qualidade esteja presente na xícara do consumidor, uma série de fatores decorrem desde o plantio até a extração da bebida.

Definir os atributos de qualidade do café é um tanto complexo, pois compreende características físicas como: cultivares, origens, características ambientais, tais como altitude, temperatura, umidade, precipitação, solo e, também, características sociais tais quais os sistemas de produção e condição da mão de obra de trabalho. São importantes, também, fatores relativos à pré-colheita e pós-colheita (SILVEIRA, 2015).

O crescimento de microrganismos durante os estágios do processamento pode conferir notas adicionais de sabor em razão dos metabólitos produzidos pela fermentação e seu potencial subsequente de migrar para o grão (SCHWAN; FLEET, 2015).

Durante o processamento do café, uma grande diversidade microbiana está presente nos frutos, favorecendo a fermentação natural e espontânea dos frutos de café. Vários estudos mostram que o uso de culturas *starter* selecionadas do próprio café ajudam a controlar a fermentação, melhora as características sensoriais (como aroma e sabor), diminui o tempo de secagem e inibe o crescimento de alguns fungos toxigênicos (PEREIRA *et al.*, 2019).

Segundo Puerta (2010), a fermentação também é um fator importante que pode influenciar na qualidade do café, se bem controlada, podendo produzir bebidas com aromas e sabores especiais, doces, cítricos e frutados, que agregam valor e consistência à qualidade do produto. Porém, se esse processo não for bem controlado, o mesmo pode gerar perdas na qualidade.

Os frutos de café, ao serem processados, permitem o surgimento de uma fermentação espontânea ou selvagem. Os açúcares e pectinas presentes na mucilagem permitem o crescimento de microrganismos, especialmente bactérias e leveduras (PEREIRA, 2017).

A velocidade e tipos de produtos produzidos neste processo dependem de fatores que afetam o metabolismo dos microrganismos como a temperatura externa, o tipo de sistema de fermentação, o tempo do processo, a qualidade do café despulpado, a acidez do substrato, a disponibilidade de oxigênio e a higiene (PUERTA, 2012).

Controlando a fermentação do café, pode-se produzir bebidas com aromas e sabores especiais, doces, cítricos, frutados e tostados, agregando valor e consistência à qualidade do produto (PUERTA, 2010).

A fermentação natural é o método mais utilizado. Durante este processo, questiona-se o tempo de fermentação, pois caso seja prolongando, podem ocorrer transformações bioquímicas, que alteram a composição química da semente, gerando prejuízos drásticos para a qualidade das sementes que afetam a porcentagem de plântulas emersas (COGO, 2017).

Durante a técnica de fermentação do café ocorrem diferentes processos bioquímicos, como a degradação de açúcares, lipídios, proteínas e ácidos, que são convertidos em álcoois, ácidos, ésteres e cetonas. Essas substâncias formadas alteram as características de odor, coloração, acidez e composição do substrato dos grãos de café. (RODRIGUES *et al.* 2020).

Muitos produtores utilizam a fermentação como técnica para remoção da mucilagem do café com o intuito de evitar a proliferação de microrganismos nocivos durante a secagem dos frutos. No café, o método de fermentação espontânea mais conhecido no Brasil é o despulpado, que mundialmente é conhecido como *Wet Process/Washed*, sendo um dos processos mais antigos do mundo, largamente aplicado pela via úmida por possuir a finalidade de fermentar o café em água (PEREIRA *et al.*, 2019).

No processamento via seca, os frutos são secados com todos seus componentes (exocarpo, mesocarpo e endocarpo). De modo geral, os cafés naturais originam bebidas mais doces e encorpadas quando comparados aos cafés processados por via úmida. O tempo ideal de fermentação é muito variável e depende do clima de cada região, da temperatura ambiente, do estágio de maturação dos frutos, e do tempo transcorrido entre colheita e início da operação de despulpamento (MONTEIRO, 2002).

Mediante essa breve introdução, considera-se que o fator tempo de fermentação está bem evidenciado na literatura, não observando consenso sobre a definição de um possível melhor tempo de fermentação. Assim, constrói-se a hipótese deste estudo: como diferentes

tempos de fermentação podem modificar o perfil sensorial ao ponto de se definir uma melhor estratégia para fermentação de café arábica em atmosfera carbonatada?

Salienta-se assim, a importância do aperfeiçoamento da técnica de fermentação com a intenção de agregar qualidade no café arábica. Esse trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento do *Coffea arabica L.* em virtude de diferentes tempos de fermentação.

## 2 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo estudar as mudanças sensoriais causadas pelo fator tempo durante a fermentação do *Coffea arabica L.*

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência da fermentação na qualidade sensorial do café;
- Caracterizar os descritores sensoriais do café arábica;
- Mensurar qual o melhor período de fermentação para potencializar a qualidade sensorial;
- Determinar as principais características sensoriais dos cafés fermentados por 12 períodos de tempo.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 ORIGEM E PRODUÇÃO DE CAFÉ

A origem geográfica da *Rubiaceae* é objeto de disputas entre a Etiópia e a Arábia. Diz a lenda que os frutos avermelhados do café eram usados para fazer uma bebida que mantinha os monges etíopes acordados. Acredita-se que este tenha sido o ponto de partida para o consumo da bebida posteriormente aprimorada (VIANNA, 2020).

O café é pertencente à família *Rubiaceae*, gênero *Coffea*, sendo três espécies utilizadas para a produção da bebida, *Coffea arabica* (café arábica), *Coffea canephora* (café robusta ou conilon), e *Coffea liberica* (libérica ou café excelsa) (DAVIS *et al.*, 2006). Entretanto, *C. arabica* e *C. canephora* são as principais espécies cultivadas e responsáveis pela maior parte das bebidas consumidas em todo mundo (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012; SAKIYAMA; FERRÃO, 2014).

O café foi introduzido no Brasil no século XVIII e desde então a cafeicultura tornou-se uma das principais atividades econômicas. Adaptou-se muito bem aos solos e clima brasileiros, uma vez que é uma planta de porte arbóreo, adaptada ao clima úmido e temperaturas amenas (MARTINS, 2012).

O Brasil possui características de clima, topografia e solo que favorecem a produção de café de boa qualidade sensorial, o que permite ao país ter a maior área do mundo favorável para o cultivo de café. A cultura do café é difundida em várias regiões do Brasil, com métodos de produção diversificados como o café natural, despulpado, descascado, com bebida suave, ácido, encorpado, café aromático, café especial e outros (SOUZA, 2018).

Os frutos de café geralmente consistem em uma camada de pele (casca) chamada de exocarpo, com uma camada de polpa por baixo, seguida do mesocarpo mucilaginoso (mucilagem) e adere firmemente a uma camada rígida chamada pergaminho (endocarpo). O endocarpo protege as duas sementes circundadas em uma película, chamada de película prateada (VAZ, 2021).

Os grãos de café, após a colheita, podem ser submetidos a diferentes métodos de conversão de grãos úmidos e frescos em grãos secos, vendido para os mercados nacional e internacional. A escolha do método (seco, semi-seco e úmido) afeta diretamente a composição das características químicas e sensoriais de cereais de bebidas de café (VAZ, 2021).

### 3.2 PRODUÇÃO DE CAFÉS ESPECIAIS

Em comparação a outros países, o Brasil ficou conhecido internacionalmente por muito tempo por produzir apenas café convencional, onde o investimento em produção de cafés diferenciados e com qualidade era ínfimo. Esse cenário encontra-se em mudança e pode-se observar que muitas regiões brasileiras já produzem cafés especiais e continuam investindo nesse nicho, que tem crescido em ritmo acelerado (GONÇALVES, 2019).

O termo “cafés especiais” foi usado pela primeira vez por Erna Knutsen, em uma conferência internacional de café em Montreuil, na França, em 1978, para se referir aos cafés produzidos em microrregiões específicas e que apresentassem perfis de sabor único (BARBOSA, 2018).

No Brasil, o termo café especial começou a ser divulgado e incentivado a partir de 1991, quando um grupo de 12 cafeicultores de cafés especiais fundou a Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA), buscando divulgar e incentivar o aprimoramento técnico na produção, comercialização e industrialização desse tipo de café. A Associação é responsável pela certificação de inúmeros cafés no Brasil, é reconhecida internacionalmente e sua atuação é incessante na promoção dos cafés brasileiros (BSCA, 2018).

A busca pela melhoria da qualidade do café em todas as regiões produtoras do Brasil torna-se cada vez mais intensa, incluindo a utilização de cultivares melhoradas e investimentos em infraestrutura para processamento pós-colheita. Com isso, o segmento de cafés especiais surgiu no Brasil como uma opção para os produtores atraírem compradores que queriam um produto de qualidade e características próprias (DORNELA *et al.*, 2017).

Modificações foram ocorrendo dentro desse setor ao passar dos anos e já se compreende um cenário de competição interna, apresentando consumidores cada vez mais exigentes em busca de uma bebida de excelência, como também externa, com produtores mais interessados em se especializar para produzir um produto de alto valor e qualidade agregados, a fim de conseguir um espaço no mercado internacional (GONÇALVES, 2019).

A definição de café especial está associada ao prazer que a bebida promove, seja por meio de alguma característica sensorial, método de produção ou serviço a ele relacionado. A qualidade do café não pode ser confundida com a preferência do consumidor, uma vez que a qualidade característica do grão é definida pela relação dos fatores genéticos, ambientais, de processamento e, também, pelas informações específicas associadas à bebida (RIBEIRO, 2017).

Cafés especiais são aqueles com atributos de sabor e aroma primorosos. São cafés que entregam ao consumidor bebidas muito delicadas e aromáticas. A escolha da variedade genética da planta, local de cultivo, clima, manejo, ponto de maturação, adubação, colheita, processos de pós-colheita, armazenamento dentre outros, são fatores fundamentais para quem deseja produzir um café especial (EUGÊNIO, 2015).

A altitude é outro fator que pode influenciar positivamente a qualidade da bebida do café. Em altitudes mais elevadas, com clima mais ameno, o tempo para que os frutos sejam totalmente formados até chegarem no estágio de cereja é maior, levando ao aumento da concentração de vários componentes químicos que estão associados a uma melhor bebida. Já em altitudes menores, onde geralmente a temperatura é mais alta, o tempo para formação dos frutos é menor e isso pode diminuir a qualidade final da bebida (OLIVEIRA, 2018).

Desenvolver e controlar processos na produção de cafés especiais tem-se mostrado uma tarefa complexa e, muitas vezes, sem um consenso sobre o melhor método de processamento no pós-colheita, sendo que os mesmos podem variar de região para região. Velmourougane (2013) reforça a necessidade de se estudar técnicas de processamento, buscando formas de melhorar o resultado final da qualidade do café arábica. Dessa forma, o(a) produtor(a) de café deve ter em mente que é possível desenvolver diferentes métodos e formas de processamento, que permitam maior entendimento e compreensão a respeito do potencial de bebida em seu *terroir*.

Nesse mercado, além da qualidade superior da bebida, são levados em conta o aspecto físico dos grãos como a ausência de defeitos, disponibilidade limitada (micro lotes), variedades raras, origem dos plantios, história dos cafeicultores e da propriedade na qual o café é produzido, a forma de colheita e o tipo de preparo. Consideram-se, também, aspectos relacionados à sustentabilidade ambiental, social e econômica de produção. A importância da origem desses cafés também está amplamente condicionada à qualidade dos grãos, sendo que a origem estaria ligada às características decorrentes do *terroir* (GUIMARÃES *et al.*, 2016).

A palavra “*terroir*” tem como origem o latim popular “*territorium*” e é datada do ano de 1229, sendo uma modificação linguística de formas antigas (*tieroir*, *tioroer*). Tem como significado uma extensão limitada de “terra” considerada do ponto de vista de suas aptidões agrícolas (RIBEIRO, 2017). O *terroir* pode ser definido pelas características únicas de uma determinada região que conferem a uma determinada cultura seu sabor e aroma únicos, que, combinados com a influência do solo e do clima relacionados à variedade e métodos de cultivo, criam a identidade da bebida de café (DE FREITAS ARAÚJO, 2018).

O uso de técnicas adequadas de colheita e pós-colheita com o objetivo de melhoria da qualidade é fundamental para a produção de cafés especiais. As variáveis associadas a tais métodos dependem da localização geográfica e clima em que o café é produzido e têm efeito direto na complexidade de aromas e sabores do café verde e torrado. No entanto, a influência desses fatores na qualidade final do café ainda não está bem esclarecida (PIMENTA, 2001; SUNARHARUM *et al.* 2014; DE MELO PEREIRA *et al.*, 2019).

### 3.3 O PROCESSAMENTO DOS FRUTOS DE CAFÉ

Com a exigência do mercado internacional cada vez maior na busca por cafés com qualidade superior, apreciando os atributos sensoriais do produto, além da preocupação com os aspectos ambientais e sociais, uma boa estratégia para conquistar novos mercados e garantir competitividade aos cafeicultores é a produção de cafés especiais (OLIVEIRA, 2018).

Além de fatores ambientais, genéticos e de outros relacionados ao manejo da lavoura cafeeira, as diferenças encontradas no sabor e aroma da bebida do café estão diretamente associadas a alterações físicas, químicas e fisiológicas que ocorrem nos grãos durante as etapas de processamento (RIBEIRO, 2017).

O processo de obtenção dos grãos de café envolve as etapas de colheita, lavagem e separação, processamento, fermentação, secagem, armazenamento, beneficiamento, classificação, torração, moagem e extração da bebida.

A colheita de frutos cereja através do processo seletivo é uma alternativa para obtenção de frutos totalmente maduros, tendo em vista que existem diferenças marcantes na anatomia, na composição química e no teor de água do fruto do cafeeiro em função do seu estágio de maturação, influenciando negativamente na eficácia do processamento e na qualidade do produto final, sendo o fruto no estágio cereja a matéria-prima ideal para a obtenção de um café com bebida final de qualidade (FANTE NETO, 2015).

Para o produtor que deseja produzir um café de qualidade, deve-se sempre lembrar que, mesmo realizando a retirada de paus, terra, pedras, folhas etc. durante o processo de abanação no campo, os frutos devem, obrigatoriamente, passar por um processo de lavagem para a retirada de impurezas que se encontram aderidas à superfície dos grãos (SILVA *et al.*, 2013).

Durante o processo de lavagem, ocorre a remoção das impurezas dos frutos, e em seguida, a separação de frutos de acordo com os diferentes estágios de maturação como cerejas, grãos verdes e imaturos e boias (SILVA *et al.*, 2019).

Após a lavagem, o café segue para ser processado, podendo ocorrer por duas vias distintas, via seco ou via úmida. Durante o processo de via seco, o café é levado à secagem com todos os componentes que o formam, sendo eles o endosperma, exocarpo, endocarpo, epiderme e polpa. Os frutos colhidos são espalhados em finas camadas em terraços secos, amontoados à noite e revolvidos periodicamente durante o dia. Isso permite a secagem simultânea e a fermentação microbiana natural que pode afetar a qualidade final do produto. A fermentação de frutos inteiros geralmente apresenta uma bebida encorpada, doce, suave e complexa (SILVA, 2019).

O processamento por via úmida inclui o uso de maquinário para remover a casca (exocarpo), no qual o processo mecânico empregado é denominado de despulpamento ou descascamento. Durante esse processo, podemos encontrar algumas variações de produto no final da etapa, tais como os cafés descascados, onde remove-se apenas a casca e a polpa; os desmucilados, removendo-se a casca, a polpa e a mucilagem mecanicamente; e os despulpados, removendo-se a mucilagem por meio de fermentação após remoção da casca e polpa (PEREIRA, 2017).

A fermentação ocorre espontaneamente no café cereja e o tempo desse processo depende do estágio de maturação, da concentração de íons, da variedade do café, da temperatura, do valor de pH, dos tipos de microrganismos e da aeração. A temperatura e o pH, quando modificados, afetam diretamente a taxa de fermentação. Durante esse processo, o mesocarpo mucilaginoso fixado ao pergaminho é degradado pelas enzimas produzidas pelos microrganismos, e os grãos de café absorvem os compostos da fermentação da mucilagem, o que altera as características do café e pode interferir nos sabores especiais, bem como os compostos químicos e voláteis do café (SILVA *et al.*, 2021).

A fermentação do café ocorre em estágios sucessivos, do desejável ao indesejável, portanto é favorecida pelas condições anaeróbias, desde que haja umidade suficiente no meio. A primeira fermentação é láctea ou alcoólica e é benéfica. Pode ocorrer naturalmente e é responsável por um bom gosto e cheiro, caracterizado pelo cheiro a álcool etílico. Após esta, ocorre a fermentação acética dando início a formação de metabólitos que são prejudiciais para a qualidade do produto final (VAZ, 2021).

A etapa de secagem ocorre logo após o processamento do café e também tem grande impacto na qualidade final da bebida, sendo um processo de transferência de calor e massa entre o produto e o ar de secagem, realizando a remoção do excesso de umidade do grão por evaporação e garantindo a manutenção da qualidade durante o armazenamento (OLIVEIRA, 2018).

Nesse processo, o teor de água do grão é reduzido de 60% b.u para 11,5% b.u (base úmida), eliminando a possibilidade de fermentação indesejada do grão ou contaminação por fungos e bactérias, acarretando a diminuição da qualidade. Uma baixa velocidade de secagem pode afetar a qualidade do café e aumentar o risco de deterioração, pois a quantidade inicial de água é muito alta. Uma alta velocidade de secagem também pode ser prejudicial à qualidade do café, pois pode causar manchas e rachaduras nos grãos (OLIVEIRA, 2018).

Quando o nível de umidade for suficiente para o armazenamento (12,5%), o café deve ser coletado e resfriado logo pela manhã e colocado em recipientes ou silos, onde permanece até o tempo de processamento. O café pode ser armazenado em coco (com a casca, onde se mantém mais durável e ocorre menos deterioração de qualidade) ou em pergaminho (despolpado) (MARETTO, 2016).

A escolha do método de processamento pós-colheita do café depende de aspectos econômicos, climáticos e tecnológicos, além de exigências do mercado consumidor, pois pode influenciar nas características sensoriais da bebida (TAVARES, 2016).

Conhecer essas relações entre o cultivo (região, altitude), processamento pós-colheita e obtenção de cafés especiais, pode contribuir na definição de estratégias para que o cafeicultor possa planejar a implantação de lavouras em locais com maior probabilidade de obtenção de cafés especiais, assim como definir o processamento pós-colheita que seja mais adequado às condições locais e que permita a obtenção de cafés com características e atributos específicos (OLIVEIRA, 2018).

### 3.4 FERMENTAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES NA CAFEICULTURA

Durante muito tempo a fermentação era entendida como um processo prejudicial às características do café. Com o avanço dos estudos científicos, após inúmeras análises e experimentos, concluiu-se que a degradação provocada no fruto do café por microrganismos pode gerar compostos benéficos na qualidade final, desde que essa fermentação seja feita de maneira controlada pelos produtores (DORTA *et al.*, 2021).

A fermentação é uma prática que proporciona sabor, aroma, textura nos alimentos, e também influencia na qualidade do café. Através da tecnologia da fermentação controlada, tornou-se possível a produção de bebidas com aromas e sabores especiais, desde achocolatados até frutados, que acrescentam valor e qualidade no produto (PIMENTEL, 2020).

A fermentação dos frutos e grãos de café pode ocorrer mesmo antes da colheita, causada pela microbiota existente nas lavouras em condições de alta temperatura e umidade. Embora processos fermentativos naturais acompanhem os frutos da sua maturação até sua secagem, recomenda-se evitar a fermentação natural não controlada (ALVES *et al.*, 2020).

É interessante a inoculação de culturas iniciadoras que agregam valor sem elevar consideravelmente o custo de produção. Alguns fatores devem ser levados em conta na hora da escolha do microrganismo para fermentação de café, devendo-se basear na capacidade de crescimento e permanência do mesmo no ambiente cafeeiro, bem como sua eficiência na produção de pectinase, ácidos e outros compostos metabólicos, que irão influir positivamente na qualidade da bebida final, além de não produzir compostos tóxicos (BRESSANI, 2017).

A velocidade e o tipo de produto produzido no processo fermentativo dependem de fatores que afetam o metabolismo microbiano, como temperatura externa, tipo de sistema de fermentação, tempo de processamento, qualidade da polpa do café, acidez do substrato, disponibilidade de oxigênio e higiene (RODRIGUES, 2020).

O processo de fermentação pode ser realizado de diferentes formas: fermentação aeróbia (com O<sub>2</sub>), com ou sem adição de água, e fermentação anaeróbia (sem a presença de O<sub>2</sub>), com ou sem adição de água. O objetivo final é permitir a remoção da mucilagem do grão sem que ocorram fermentações indesejáveis (SILVA, 2021).

A fermentação microbiana natural do café pode influenciar a qualidade final do produto, pois nesta etapa, microrganismos ligados à degradação da celulose e mucilagem da fruta, produzem enzimas pectinolíticas e formam álcool e ácidos, especialmente acético, láctico, carboxílico, butírico e ácido propiónico (BRESSANI, 2017).

O maior problema com a fermentação é a falta de controle da etapa, pois se não houver controle suficiente, embora a fermentação possa melhorar a qualidade do café, existe a possibilidade de deterioração dessa qualidade sensorial. O ponto final da fermentação é com base em observações subjetivas.

Fermentações que vão além do necessário permitem a produção de grãos pretos e ígneos, que não são apenas um defeito visual, mas também afetam gravemente a qualidade sensorial do café (VAZ, 2021).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 COLHEITA DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS

Para a realização do experimento, foi necessária a coleta manual seletiva de 15 litros por parcela experimental, num total de 315 litros de café cereja da variedade Catuaí amarelo realizada em peneiras. O café é proveniente de um experimento localizado em Rancho Dantas, distrito de Brejetuba - ES, onde a lavoura que foi realizada a coleta encontra-se a 1.012m de altitude e está em estado de formação, em seu terceiro ano de produção, e que seguiu os procedimentos de adubação e manejo de forma correta.

Ao serem colhidos, os cafés foram acondicionados em sacos de 60 quilos e transportados da propriedade até a unidade de beneficiamento do Laboratório de Análise e Pesquisa em Café – LAPC do Instituto Federal do Espírito Santo, *campus* Venda Nova do Imigrante.

### 4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E IDENTIFICAÇÃO DOS CAFÉS DAS PARCELAS

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados com três repetições, sendo os tratamentos compostos por sete tempos de fermentação – 0, 48, 192, 240, 288, 336 e 480 horas. Cada parcela experimental foi composta de 15 litros de café cereja.

Ao chegar no LAPC, as parcelas experimentais foram imediatamente levadas para o processo de lavagem, onde os cafés que flutuam na água (secos, brocados, malformados e imaturos), comumente denominados “boias”, foram separados dos frutos cerejas e verdoengos, realizando, assim, a limpeza.

Após passar pelo processo de lavagem, o tempo zero de fermentação, foi imediatamente encaminhado para a unidade de secagem.

Em seguida, os frutos maduros e limpos foram destinados para o processo de fermentação, acomodados em bombonas plásticas com vedação na tampa, devidamente e previamente identificadas com seus respectivos códigos, compondo, desse modo, um total de 36 parcelas experimentais que foram distribuídas nos 7 tempos de fermentação.

### 4.3 SECAGEM DOS FRUTOS

Acompanhando os tempos de fermentação de cada tratamento, as parcelas foram retiradas do processo fermentativo e encaminhadas para a unidade de secagem, respeitando os intervalos acima, a partir do tempo zero de fermentação. Foram espalhadas em finas camadas na unidade de secagem suspensa e coberta, devidamente higienizada, tendo sempre o cuidado de manter as parcelas do mesmo tratamento em blocos separados, como definido no delineamento experimental, durante a secagem, com o intuito de reduzir a 11% b.u para armazenamento.

Essa é uma etapa que requer muita atenção e cuidado, pois o local onde os cafés das parcelas experimentais são depositados, deve obrigatoriamente, estar identificado com placas com o referido código de cada amostra, sem que ocorra troca ou perda das placas com os códigos.

Ao atingir o ponto ideal de secagem, as amostras foram retiradas da unidade de secagem e acondicionadas em sacolas limpas e individuais, acompanhadas das plaquinhas identificadoras com os códigos. As sacolas foram fechadas e seguiram para o armazenamento em sacos plásticos impermeáveis ao CO<sup>2</sup>, denominados *GrainPro*, que impedem que os cafés ali acondicionados voltem a receber umidade do ambiente, preservando, assim, suas características.

Os cafés das parcelas seguiram em acondicionamento de 20 a 30 dias, respeitando um tempo de repouso, antes de seguir para a etapa de beneficiamento.

### 4.4 BENEFICIAMENTO

Passado o tempo de descanso, as amostras seguiram para a etapa de beneficiamento, onde passaram primeiramente pela máquina de pila para a remoção da casca dos grãos. Em seguida, as parcelas foram peneiradas em uma peneira classificadora, onde foram utilizados apenas frutos oriundos da peneira 16# *up*, ou seja, os frutos de maior fava.

Após serem peneiradas, foram separados da amostra os grãos considerados defeituosos, tais como os pretos, ardidos, verdes, quebrados, brocados, conchas, e os defeitos extrínsecos que possam estar presentes, como os grãos denominados marinheiros, cascas, paus e pedras. Com o café limpo, foram separados cento e vinte gramas de café que seguiram para a etapa de torra.

#### 4.5 PROCESSO DE TORRA DAS AMOSTRAS DE CAFÉ

Nessa etapa, o café foi torrado no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos, do Instituto Federal do Espírito Santo, *campus* Venda Nova do Imigrante, seguindo o protocolo da SCAA, onde a amostra foi torrada dentro de um prazo de 24 horas antes da degustação, respeitando um descanso após a torra de no mínimo 8 horas.

A torra utilizada para a análise sensorial foi de média intensidade, e foi utilizado o Conjunto de Discos Agron-SCAA, com o ponto de torra entre as cores determinadas pelos discos #65 e #55.

O tempo da torra ocorreu entre 8 e 12 minutos. Ao final, a amostra foi imediatamente resfriada exclusivamente por ar.

Ao atingirem a temperatura em torno de 20°C, as amostras foram estocadas em recipientes totalmente fechados até a degustação, minimizando sua exposição ao ar para evitar contaminações. Posteriormente foram estocadas em um lugar fresco e escuro.

#### 4.6 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial também seguiu o protocolo da SCA, respeitando o tempo de descanso de 8 horas após a torra (SCAA, 2021).

As amostras foram pesadas em balança digital de precisão, com 10 gramas de café em grãos por cada xícara, com a utilização de no mínimo 5 (cinco) xícaras para cada amostra, permitindo avaliar a sua uniformidade.

A amostra foi moída pontualmente antes da degustação, não mais do que 15 minutos antes da infusão com água. Cabe mencionar que, caso a moagem não seja realizada imediatamente antes da degustação, as amostras devem permanecer cobertas hermeticamente até a adição da água.

O tamanho da partícula moída foi semelhante à usada na extração por coador, com 70% a 75% das partículas passando em peneira de furos 20 *mesh*. Para cada nova amostra, o moedor passou por um processo de limpeza, ou seja, moeu-se um pequeno volume previamente para assegurar a não contaminação com resíduos de outras amostras. Cada uma das cinco parcelas da amostra foi moída individualmente e posta diretamente em sua respectiva xícara. Após a moagem, as amostras seguiram para a sala de análise sensorial.

A água usada para degustação foi aquecida aproximadamente 93°C, e posteriormente despejada sobre o café moído, em movimento circular, preenchendo a xícara até a borda.

As amostras, após a hidratação, permaneceram em repouso sem perturbação por 4 minutos para, então, realizar a sua avaliação.

A etapa de avaliação sensorial foi realizada por 7 provadores treinados, com capacidade para avaliar e julgar as amostras de acordo com seus atributos fazendo a utilização de um protocolo adequado para café arábica. Nesse caso, também foi empregado o protocolo de avaliação da SCAA, onde foram avaliados fragrância/aroma, uniformidade, ausência de defeitos (xícara limpa), doçura, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, defeitos, avaliação global (SCAA, 2021).

#### 4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados com três repetições, sendo os tratamentos compostos por sete tempos de fermentação – 0, 48, 192, 240, 288, 336 e 480 horas.

Foi realizada a análise de variância e os modelos de regressão foram testados pelo teste de F e os estimadores pelo teste de T.

Foram realizadas análises de componentes principais para agrupar os sete tratamentos de regressão, quanto às características sensoriais e nuances do café, mediante exames visuais em dispersões gráficas.

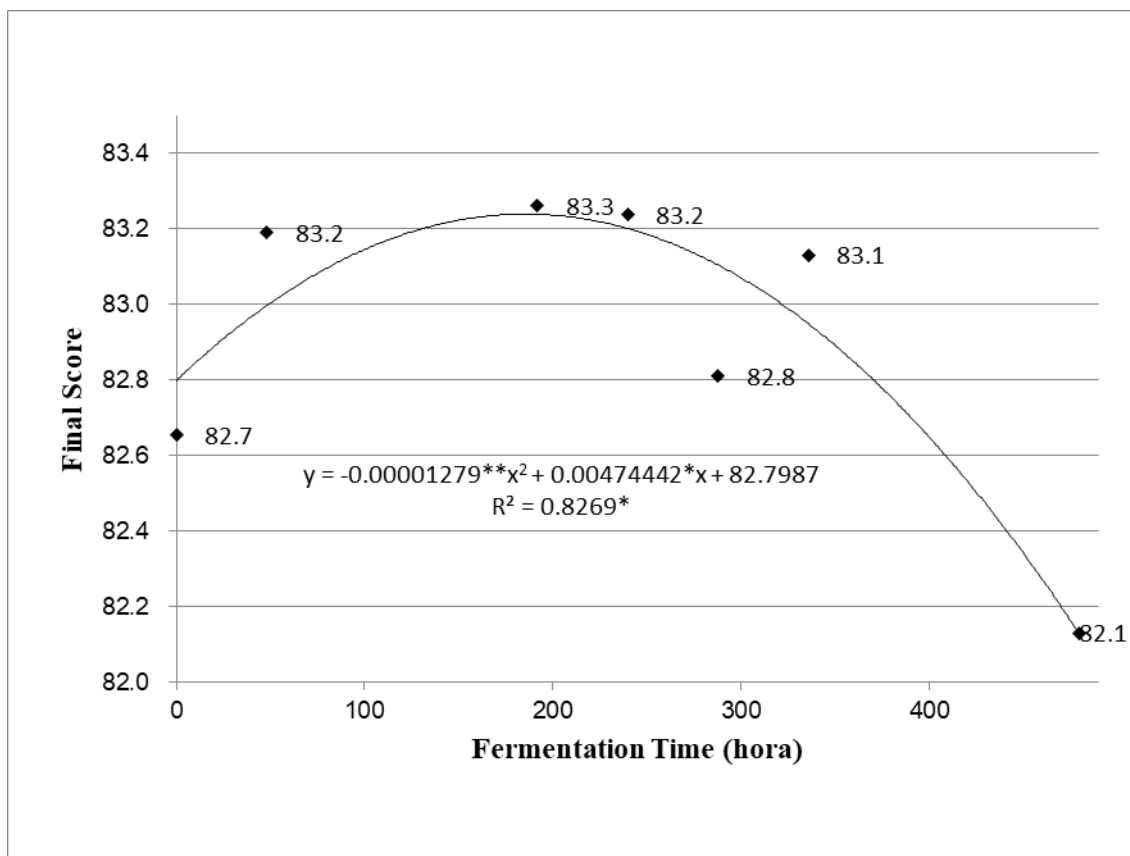
Para as análises estatísticas foi utilizado o programa R (R Core Team, 2021).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 PAINEL DAS ANÁLISES SENSORIAIS

A Figura 1 apresenta a nota final em função do tempo de fermentação. Observou-se que a nota final máxima foi 83,24, que foi alcançada após 185,5 horas de fermentação, mostrando, assim, que se torna ineficiente a fermentação prolongada do café acima desse intervalo de tempo, onde pode-se notar o decréscimo da pontuação sensorial a partir desse intervalo.

**Figura 1:** Nota final em função do tempo de fermentação.



Fonte: Autoria própria, 2021.

De acordo com Silva (2021), quando os cafeicultores querem ter acesso a bebidas de melhor qualidade para se diferenciar, uma das alternativas que pode ser utilizada é a de diferentes tempos de fermentação para a qualidade final do café. Portanto, cuidados devem ser tomados na escolha do sistema de fermentação, bem como atentar para as características que deseja destacar na bebida, com o objetivo de fornecer-lhe valor acrescentado.

Segundo Silva (2019) em sistemas de fermentação semianaeróbicos, os tempos de 12, 24, 36 e 48 horas não foram suficientes para que ocorressem alterações significativas no perfil sensorial do café, indicando, assim, que seria necessário um período de fermentação maior, resultados demonstrados também na Figura 1.

Lopes (2022) aponta em seu trabalho que a fermentação controlada de café natural em biorreatores fechados por 7 dias, apresentou resultados satisfatórios em relação à análise sensorial, onde pode-se obter nota global de 83 pontos, corroborando os resultados apresentados na Figura 1, na qual podemos observar o melhor resultado sensorial, também de 83,24 pontos, obtido a partir de 185,5 horas.

De acordo com Silva (2021), os tratamentos com baixos tempos de fermentação não consomem toda a mucilagem, e esta mucilagem restante é consumida por microrganismos na fermentação secundária, afetando a qualidade da bebida final, o que pode ser observado também na fermentação excessiva, desfavorecendo a bebida sensorialmente, como apresentado para os tempos de fermentação acima de 336 horas.

Para agrupar os sete tempos de fermentação, quanto às características sensoriais, foram utilizados os dois primeiros componentes principais (dimensões) para a composição das equações 1 e 2, demonstradas a seguir:

$$CP1(DIM1) = 0.69FR + 0.841FL + 0.49AF + 0.64AC + 0.74BO + 0.80BA + 0.82OV + 1.00FS(1)$$

$$CP2(DIM2) = -0.69FR - 0.27FL + 0.75AF + 0.08AC - 0.64BO + 0.51BA + 0.47OV - 0.04(2).$$

Variáveis: Fragrance (FR), Flavor (FL), Aftertaste (AF), Acidity (AC), body (BO), Balance (BA), Overall (OV) e Final Score (FS).

De acordo com a equação (1) e a Figura 2A, no primeiro componente principal destacaram-se todas as variáveis.

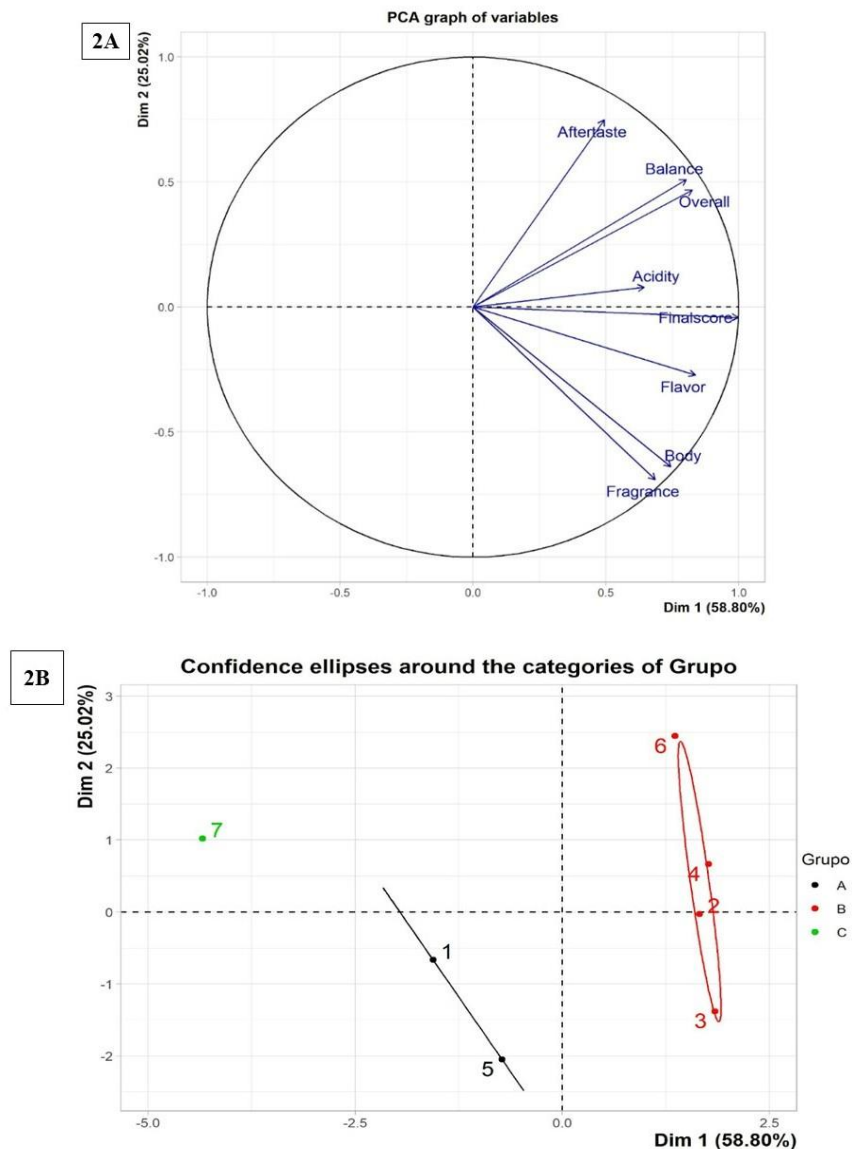
De acordo com a equação (2) e a Figura 2A, no segundo componente principal destacaram-se as variáveis fragrância e *aftertaste*. Também foram observadas fortes correlações entre todas as variáveis, conforme os ângulos agudos formados entre elas.

O gráfico da Figura 2B apresenta a dispersão dos sete tempos de fermentação quanto às características sensoriais e pode-se observar que a dispersão com base nas coordenadas relativas aos dois primeiros componentes principais, CP1 e CP2 (Dimensões), que formaram três grupos distintos e que os dois componentes absorveram 83,82% da variação existentes nas características originais, sendo o CP1 (Dim1) com 58,80% e o CP2 (Dim2) com 25,02%.

A Figura 2B mostra a formação de três grupos e que estes resultados confirmam os resultados apresentados no gráfico da Figura 1, sendo o grupo B formado pelas notas finais

maiores, referentes aos tempos de fermentação 48, 192, 240 e 336 horas, em seguida pelo grupo A formado pelos tempos de fermentação 0 e 288 horas, referentes às notas finais intermediárias, e por último, o grupo C, formado pela menor nota final, referente ao maior tempo de fermentação, ou seja, 480 horas. Os resultados apresentados na Figura 2 confirmam os da Figura 1.

**Figura 2:** Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais, obtido a partir de características sensoriais, de sete tempos de fermentação – 1 – 0 h; 2 – 48 h; 3 – 192 h; 4 – 240 h; 5 – 288 h; 6 – 336 h e 7 – 480 h.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Para agrupar os sete tempos de fermentação, quanto às características sensoriais de nuances do café, foram utilizados os dois primeiros componentes principais (dimensões) para a composição.

Em relação aos descritores sensoriais, pode-se observar que os mesmos apresentaram uma distinção em relação ao tempo de fermentação. De acordo com a Figura 3A, no primeiro componente principal destacaram-se as nuances açúcar mascavo, doce, fermentado, frutado e melaço, enquanto no segundo componente principal destacaram-se as nuances amêndoa, fumaça e queimado.

O gráfico da Figura 3B apresenta a dispersão dos sete tempos de fermentação, quanto às características nuances do café. A partir dele, pode-se observar que a dispersão com base nas coordenadas relativas aos dois primeiros componentes principais, CP1 e CP2 (Dimensões), formaram quatro grupos distintos e que os dois componentes absorveram 56,76% da variação existentes nas características originais, sendo o CP1 (Dim1) com 37,16% e o CP2 (Dim2) com 19,60%.

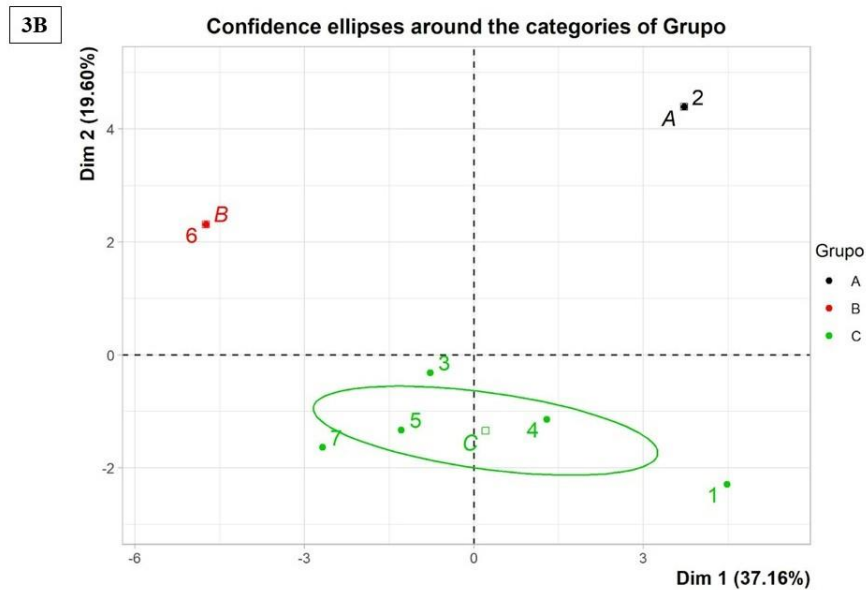
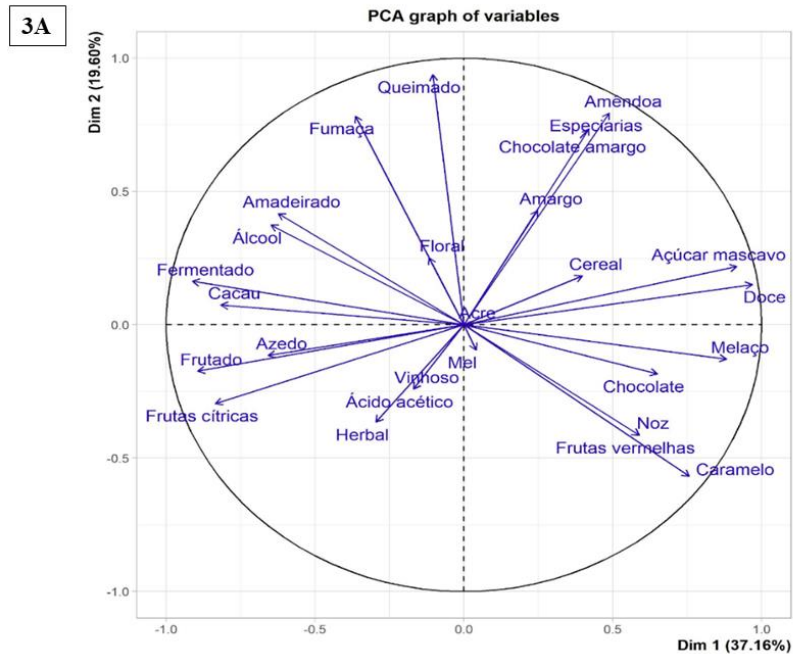
Nota-se que o comportamento da atribuição dos descritores sensoriais variou em relação ao tempo de fermentação, onde pode-se observar que para os tempos 1 e 2 que receberam atributos considerados mais simples, como caramelo e amêndoas, foram mudando com o passar do tempo de fermentação, em que os tratamentos 3 e 4, com tempos intermediários apresentaram descritores mais nobres como mel e vinho. Entretanto, para os tratamentos 6 e 7, novamente destacam-se descritores menos nobres, como o herbal, azedo, amadeirado, fermentado e ácido acético.

Segundo Pereira (2019), com o emprego da fermentação, pode-se obter o aumento da formação de descritores sensoriais mais intensos, aromas especiais e novos sabores, conferindo notas sensoriais mais doces.

De acordo com Silva (2021) durante o processo fermentativo do café, ocorre a formação de alguns ácidos orgânicos, como ácido acético, ácido lático, ácido butírico e ácido propiônico, que são desenvolvidos ao final da fermentação. A grande formação desses ácidos pode indicar que o café passou por um excessivo tempo de fermentação, o que pode acarretar na redução da qualidade da bebida. A formação excessiva desses ácidos pode interferir na percepção de outros atributos mais simples do café, como o doce.

A Figura 3B mostra que foram formados três grupos, sendo o A formado pelo tempo de fermentação 2 – 48 h, o B pelo tempo 6 – 336 h e o C pelos demais tempos de fermentação.

**Figura 3:** Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais, obtido a partir de características sensoriais, de sete tempos de fermentação – 1 – 0 h; 2 – 48 h; 3 – 192 h; 4 – 240 h; 5 – 288 h; 6 – 336 h e 7 – 480 h.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Portanto, para se produzir um café de melhor qualidade e bebida diferenciada, é interessante o emprego do processo fermentativo de forma controlada com o intuito de atribuir sabor e aroma apurados, zelando sempre pela qualidade final do produto. A utilização da forma correta da fermentação pode atribuir às bebidas aromas e sabores especiais e marcantes, doces,

cítricos, frutados e torrados, agregando valor ao produto e a manutenção da qualidade (RODRIGUES, 2020.)

## **6 CONCLUSÃO**

Em todos os tratamentos pôde-se observar o comportamento do perfil sensorial com o passar do tempo de fermentação, onde a melhor nota final, 83,24 pontos, foi alcançada a partir de 185,5 horas. Entretanto, os tratamentos 6 e 7, com altos tempos de fermentação, contribuíram para a ocorrência da redução da nota final e da apresentação de descritores sensoriais mais simples, o que faz com que esses tempos não sejam indicados para o processo fermentativo, já que acarretaram a diminuição da qualidade sensorial das amostras.

Salienta-se a importância de realizar estudos químicos, físico-químicos e microbiológicos com o intuito de complementar os resultados do comportamento sensorial em relação a variação do tempo de fermentação, agregando mais conhecimento e concebendo uma nova interpelação a respeito do tema estudado, contribuindo para a formação de estudos futuros na área.

## REFERÊNCIAS

- AGNOLETTI, Bárbara Zani. **Avaliação das propriedades físico-químicas de café arábica (*Coffea arabica*) e conilon (*Coffea canephora*) classificados quanto à qualidade da bebida**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo, p. 112, 2015.
- BRESSANI, Ana Paula Pereira. **Avaliação química e sensorial de café catuaí amarelo fermentado pelo processamento por via seca com inoculação de leveduras**. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras. Lavras, p. 102, 2017.
- BARBOSA, Ivan de Paiva. **Avaliação de cultivares de *Coffea arabica* L. para cafés especiais na região das Matas de Minas**. Dissertação (Mestrado) – Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, p. 101, 2018.
- BORÉM, F. M. **Processamento do Café**. In: BORÉM, Flavio Meira. Pós-colheita do Café. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras. Lavras, p. 158, 2017.
- BRIOSCHI JUNIOR, Dério; GUARÇONI, Rogério Carvalho; SILVA, Marliane de Cássia Soares da; VELOSO, Tomás Gomes Reis; KASUYA, Maria Catarina Megumi; OLIVEIRA, Emanuele Catarina da Silva; LUZ, José Maria Rodrigues da; MOREIRA, Taís Rizzo; DEBONA, Danieli Grancieri; PEREIRA, Lucas Louzada. Microbial fermentation affects sensorial, chemical, and microbial profile of coffee under carbonic maceration. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 342, p. 128296, abr. 2021. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128296>. Acesso em: 18 de janeiro de 2022.
- CAMPANHA, F. G.; DIAS, R. C. E.; BENASSI, M. T. Discrimination of coffee species using kahweol and cafestol: effects of roasting and defects. **Coffee Science**. v. 5, p. 87-96, 2010.
- Carvalho, V. D., Chagas, S. J. R. Duas espécies de café dominam o mercado mundial: *Coffea arabica* (arabica) e *C. canephora*. Fatores que afetam a qualidade do café. *Informe Agropecuário*, 18, 5-20.
- COGO, F. D. **Germinação de sementes de café em função do período de fermentação**. Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 2017. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/9305>. Acesso em: 9 de dezembro de 2021.
- DAVIS, A. P. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 152, p. 465-512, 2006.
- DA SILVA OLIVEIRA, Emanuele Catarina. Espectroscopia de infravermelho para estudo de café conilon fermentado. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 19248-19259, 2020.

DEBONA, Danieli Grancieri. Análise sensorial e espectroscopia de infravermelho médio para discriminar cafés especiais torrados. **Coffee Science-ISSN 1984-3909**, v. 16, p. e161878-e161878, 2021.

DE FREITAS ARAÚJO, Guilherme Augusto. Novos processos de fermentação para potencializar o perfil sensorial dos cafés obtidos no município de Coromandel, MG. 2018.

DE MELO PEREIRA, Gilberto V. *et al.* Exploring the impacts of postharvest processing on the aroma formation of coffee beans - A review. **Food Chemistry**, v. 272, p. 441-452, jan. 2019. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814618314663>. Acesso em: 26 nov. 2020.

DORNELA, Fernanda Junia; SILVA, Maízy Cássia; PAULA, Vérica Marconi Freitas de; PAULA, Veronica Angelica Freitas de. Posicionamento do café especial no mercado consumidor nacional: o caso do capoeira coffee. *In: SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO (SEMEAD)*. São Paulo. Anais[...] Lavras: UFLA, 2017. p. 1-16, 20., 2017.

DORTA, Claudia *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**, v. 4, n. 1, p. 579-589, 2021.

DOS SANTOS GOMES, Willian *et al.* Espectroscopia de infravermelho para caracterização genotípica de clones de *coffea canephora*. **Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, v. 6, n. 3, p. 35-44, 2020.

ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M. Functional properties of coffee and coffee byproducts. **Food Research International**, v. 46, p. 488-496, 2012.

EUGÊNIO, Miriam Helena Alves. **Análise sensorial química e perfil de voláteis de cafés especiais das quatro regiões cafeeiras do estado de Minas Gerais**. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras. Lavras, p. 139, 2015.

Fan, L., Soccol, A. T., Pandey, A., Soccol, C. R. Cultivation of *Pleurotus* mushrooms on Brazilian coffee husk and effects of caffeine and tannic acid. **Micology Applied International**, 15(1), 15-21, 2003.

FANTE NETO, Jose Carlos *et al.* **Avaliação sensorial de cafés submetidos a diferentes tipos de processamento pós-colheita e secagem em terreiro suspenso**. Trabalho apresentado no IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2015. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/4170>. Acesso em: 19 de novembro de 2021

FERRÃO, M. A. G. *et al.* **Origem, dispersão geográfica, taxonomia e diversidade genética de *Coffea canephora***. Café conilon. Vitória: Incaper, p. 66-91, 2007.

FIORESI, Deusélio Bassini *et al.* **Espectroscopia de infravermelho médio para análise comparativa de café arábica fermentado e café robusta**. *Food Control*, v. 121, p. 107625, 2021.

GONÇALVES, Marcos Davi Barbosa *et al.* **Produção e consumo de café: uma análise do custo de oportunidade de produção de cafés especiais e convencionais.** Dissertação (Economia e Gestão do Agronegócio), Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2019.

GUIMARÃES, Elisa Reis; DE CASTRO JÚNIOR, Luiz Gonzaga; DE ANDRADE, Helga Cristina Carvalho. A terceira onda do café em Minas Gerais. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 18, n. 3, p. 214-227, 2016.

LOPES, João Paulo Feiteira; MAURÍCIO, Lucas de Carvalho; NORONHA, Rodrigo Lorena. **Produção de café especial premiado por fermentação e prática de pós-colheita.** 2022. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia, Niterói, 2022.

MARETTO, Cintia. **Cafés da espécie Coffea arabica L. produzidos no Circuito das Águas Paulista: caracterização física, química e sensorial.** Dissertação (Mestrado), Piracicaba, 2016.

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

Matiello, J. B., Santinato, R. **Colheita, Processamento e Qualidade do Café. Cultura de Café no Brasil: Manual de Recomendações.** p.471-526, 2010.

MONTEIRO, Marlene Azevedo Magalhães. **Caracterização sensorial da bebida de café (Coffea arabica L.): análise descritiva quantitativa, análise tempo-intensidade e testes afetivos.** Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

MOREIRA, Rodrigo Victor. **Caracterização do processo de secagem do café natural submetido a diferentes métodos de secage.** 116 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

OLIVEIRA, Dayene de Freitas *et al.* **Relação entre os atributos sensoriais com a região, altitude e pós-colheita de cafés especiais.** 52 f. Dissertação (Programa de Mestrado em Sistemas de Produção na Agropecuária) - Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas. 2018.

PEREIRA, Lucas Louzada *et al.* Perspectivas para o café conilon através da fermentação. *In: Café conilon: Conilon e Robusta no Brasil e no Mundo.* Alegre, ES: CAUFES, 2021. 214 p: il.2019.

PEREIRA, GV de M .; CARVALHO NETO, DP de; MAGALHÃES JÚNIOR, AI; VÁSQUEZ, ZS; MEDEIROS, ABP; VANDENBERGHE, LPS; SOCCOL, CR. Explorando os impactos do processamento pós-colheita na formação do aroma dos grãos de café - uma revisão. **Food Chemistry**, v.272, p.441-452, 2019.

PEREIRA, Lucas L. *et al.* Propositions on the Optimal Number of Q-Graders and R-Graders. **Journal of Food Quality**, v. 2018, p. 1-7, 2018. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/jfq/2018/3285452/>. Acesso em: 26 nov. 2020.

PEREIRA, Lucas L. **Novas abordagens para produção de cafés especiais a partir do processamento via-úmida**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

PIMENTA, C. J. **Época de Colheita e Tempo de Permanência dos Frutos à Espera da Secagem, na Qualidade do Café (Coffea arabica L.)**. SBICafé, 2001. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/382>. Acesso em: 26 nov. 2020.

PIMENTEL, Cláudio Vinícius. **Grãos de café submetidos a diferentes tempos de fermentação a seco e sob água**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação), Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas, Minas Gerais, 2020.

PUERTA, Q. G. I. **Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café**. Cenicafé, Chinchiná, (Avances Técnicos No. 402) 12p. 2010.

RIBEIRO, Diego Egídio. **Descritores químicos e sensoriais para discriminação da qualidade da bebida de café arábica de diferentes genótipos e métodos de processamento**. 132 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

RODRIGUES, Guilherme Zatti; DA CUNHA, Luciane Tavares; ALMEIDA, Gustavo Rennó Reis. Desenvolvimento e validação da fermentação controlada de frutos do café no pós-colheita em diferentes tempos. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**, v. 2, n. 1, p. 45-52, 2020.

SCAA. **Specialty Coffee Association of American**. Protocols. January, 23, 2013. Disponível em: <http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SCHWAN, R. F.; FLEET, G. H. **Cocoa and Coffee Fermentations**. [S.l: s.n.], 2015. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123847300000744>. Acesso em: 26 nov. 2020.

SILVA, Iara Santos e. **Obtenção de cafés especiais pela fermentação**. 2021. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

SILVA, Juarez de Sousa *et al.* **Produção de café cereja descascado—equipamentos e custo de processamento**. Embrapa. Comunicado técnico. 2013. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/3878>. Acesso em: 13 de setembro de 2021.

SILVA, Tainara Andrade. **Avaliação sensorial de café bourbon amarelo fermentando pelo processamento semi anaeróbico**. 2019. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

SILVEIRA, Alice de Souza. **Atributos sensoriais dos cafés cultivados em diferentes altitudes e faces de exposição na região das Matas de Minas**. 2015. 60 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

SOUZA, Carolina Augusto; ROCHA, Souza. **Caracterização do ciclo de maturação dos frutos e da qualidade da bebida de clones superiores de Coffea canephora das**

**variedades botânicas “conilon” e “robusta”**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2017.

SOUZA, Ariany Pena de. **A cadeia produtiva do café: uma análise da produção acadêmica brasileira e o impacto da denominação de origem do café na criação de vantagem competitiva da Região do Cerrado Mineiro**. 115 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Organizacional) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

SUNARHARUM, Wenny B.; WILLIAMS, David J.; SMYTH, Heather E. Complexity of coffee flavor: A compositional and sensory perspective. **Food Research International**, v. 62, p. 315-325, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.030>.

TAVARES, K. M. **Detecção de adulteração em café riado torrado e moído por espectroscopia no infravermelho e análise sensorial**. 109 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

TAVARES, K. M. **Perfil físico-químico, químico e sensorial de cafés especiais do Cerrado Mineiro**. 146 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. USDA. Coffee: World Markets and Trade. **Foreign Agricultural Service**, June 2017. Acesso em: 26/11/ 2020.

VAZ, Carlos Johnantan Tolentino. **Efeito da fermentação na qualidade físico-química e sensorial do café arábica variedade catuaí amarelo (Coffea arabica)**. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2021.

VELMOUROUGANE, K. Impact of Natural Fermentation on Physicochemical, Microbiological and Cup Quality Characteristics of Arabica and Robusta Coffee. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, Índia, v. 83, n. 2, p. 233-239, 2013.

VIANNA, Carlos Alberto Fonseca Jardim et al. O café no Brasil do século XIX a partir do periódico "O Auxiliador da Indústria Nacional"(1833-1896). 2020.