



FACULDADE DO FUTURO - FAF
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FERMENTAÇÃO ANAERÓBICA DE FRUTOS VERDES DE CAFÉ ARÁBICA

CAIO ALMEIDA TAVARES

JHONATA RUBIO GABRIG

MARCUS VINÍCIUS TAVARES EMERICH

MANHUAÇU
2022



FACULDADE DO FUTURO - FAF
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CAIO ALMEIDA TAVARES

JHONATA RUBIO GABRIG

MARCUS VINÍCIUS TAVARES EMERICH

FERMENTAÇÃO ANAERÓBICA DE FRUTOS VERDES DE CAFÉ ARÁBICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso de Graduação em Agronomia da Faculdade do Futuro, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador (a): Allan Rocha de Freitas

MANHUAÇU
2022

**CAIO ALMEIDA TAVARES
JHONATA RUBIO GABRIG
MARCUS VINÍCIUS TAVARES EMERICH**

FERMENTAÇÃO ANAERÓBICA DE FRUTOS VERDES DE CAFÉ ARÁBICA

BANCA EXAMINADORA:

Presidente orientador (titulação e nome completo)

1º Examinador (titulação e nome completo)

2º Examinador (titulação e nome completo)

Aprovado em _____ / _____ / _____

MANHUAÇU
2022

FERMENTAÇÃO ANAERÓBICA DE FRUTOS VERDES DE CAFÉ ARÁBICA

ANAEROBIC FERMENTATION OF GREEN FRUITS OF ARABICA COFFEE

Resumo

Os grãos verdes são um problema quanto a qualidade para o produtor, pois são grãos que diferem dos maduros em vários aspectos, principalmente no seu valor agregado final. O emprego da tecnologia da fermentação controlada do café pode-se produzir bebidas com aromas e sabores especiais, nos quais agregam valor e consistências à qualidade final do produto. Objetivou-se com este trabalho avaliar as características físicas e sensoriais de frutos verdes de café arábica sob fermentação anaeróbica controlada. A espécie estudada foi o café arábica, variedade Catuaí, caracterizada por ser de maturação média. Os tratamentos foram caracterizados por cinco tempos de fermentação anaeróbica: 0, 7, 14, 21 e 28 dias. As amostras foram padronizadas quanto o peso inicial de 14.000 gramas, pré-fermentação, a temperatura de 20 °C, e a umidade pós-fermentação e secagem de 11,5%. O aumento do tempo de fermentação ocasionou linearmente o aumento da porcentagem de grãos preto e a redução dos grãos tipo padrão. As maiores notas foram observadas nos tempos de 14 e 7 dias, respectivamente

A fermentação promove elevação na qualidade da bebida de grãos de café arábica colhidos em nível de maturação verde. No período de fermentação por 14 dias há maior absorção de água e maior peso seco dos grãos.

Abstract

The green beans are a problem in terms of quality for the producer, as they are beans that differ from the mature ones in several aspects, mainly in their final added value. The use of controlled coffee fermentation technology can produce beverages with special aromas and flavors, which add value and consistency to the final quality of the product. The objective of this work was to evaluate the physical and sensory characteristics of green arabica coffee fruits under controlled anaerobic fermentation. The species studied was Arabica coffee, Catuaí variety, characterized by medium maturity. The treatments were characterized by five times of anaerobic fermentation: 0, 7, 14, 21 and 28 days. The samples were standardized in terms of initial weight, pre-fermentation, 14.000 grams, moisture content, 20 °C, and post-fermentation and drying moisture, 11.5%. The increase in fermentation time linearly caused the increase in the percentage of black grains and the reduction of standard type grains. The highest scores were observed at 14 and 7 days, respectively.

Fermentation promotes an increase in the quality of the beverage of Arabica coffee beans harvested at green maturity level. In the fermentation period for 14 days there is greater water absorption and greater dry weight of the grains.

SUMÁRIO

	p.	
1	INTRODUÇÃO	7
2	MÉTODO	9
3	RESULTADOS	16
4	DISCUSSÃO	20
5	CONCLUSÃO	22
6	AGRADECIMENTOS	22
	REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro é destaque na produção, diversidade e economia global. Dentre a diversidade de cultivos agrícolas, o país destaca-se por desenvolver uma cafeicultura diversa em tecnologia, qualidade e sabores. Além disso, o Brasil é considerado o maior produtor de cafés do mundo, seguido por Vietnã, Colômbia e Indonésia e encontra-se na segunda posição no ranking dos países que mais consomem cafés, atrás apenas dos Estados Unidos (SEAPAMG, 2021).

Segundo Cardoso (2002), desde a década de 90 o mercado internacional tem exigido maior qualidade dos cafés para o consumo. Com isso, o Brasil perdeu uma grande fatia desse mercado. O autor cita que a imagem do Brasil no exterior é o de maior produtor e exportador de café “commodity”, café de qualidade inferior menos valorizado no mercado. De acordo com Malavolta (2000), a qualidade do café refere-se ao conjunto de características sensoriais do grão ou da bebida que lhe imprime valor comercial. Com o crescimento exponencial do consumo global e capacidade de produzir em grandes volumes, o Brasil tornou-se o maior exportador de grão de café, posição que mantém até hoje, uma vez que é responsável por cerca de 29% das exportações mundiais de café. Isso equivale a mais de 34 mil sacas, o que corresponde a US\$ 5,4 bilhões de receita, e 15% desse volume é “café especial” (CONSELHO DE EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL [CECAFÉ], 2017).

No Brasil, a cadeia de valor do café tradicional (primeira onda) começou a mudar com o aumento do consumo de café de qualidade superior durante a segunda onda, alavancada pelo consumo de cápsulas de café em casa. Com a terceira onda da cadeia de café, esse cenário está sendo reforçado por meio do aumento da demanda de café especial proveniente de lojas especializadas e dos consumidores, que estão mais exigentes. (BOAVENTURA, PATRICIA SILVA MONTEIRO et al., 2018).

A qualidade da bebida do café, caracterizada pelo sabor e aroma, segundo Chalfoun e Fernandes, (2013) é influenciada por diversos fatores pré e pós-colheita que garantem a expressão final da qualidade do produto. Alguns fatores podem influenciá-la, tal como a espécie, o local de cultivo, a variedade de café, a maturação do grão, a altitude, a temperatura local, a incidência de microrganismos e o efeito das adubações. Além disso, fatores pós-colheita pode interferir na qualidade, destacam-se as fermentações enzimáticas e microbianas, armazenamento do café beneficiado e a torração dos grãos (CHALFOUN; FERNANDES, 2013; LEE *et al.*, 2015).

A planta de café floresce em dois ou três fluxos, resultando em diversidade na maturação. A falta de uniformidade dos frutos colhidos prejudica a qualidade da bebida de café, sendo necessária a adoção estratégica de colheita e pós-colheita para otimizar a qualidade da bebida.

Após esses processos, o mais comum é secar todos separados e unir o verde com o boia e comercializar separadamente o maduro por sua alta qualidade e presença de açúcares e compostos desejáveis no paladar do consumidor. Os grãos verdes são um problema quanto a qualidade para o produtor, pois são grãos que diferem dos maduros em vários aspectos, principalmente no seu valor agregado final. Devido à grande demanda de cafés especiais no mercado é de extrema importância estudar as variações de qualidade dos cafés geradas pela presença de fermentações desejáveis.

Após a conclusão do processo de colheita, os grãos podem ser separados conforme o estágio de maturação (verdes e maduros) e peso, onde irá conferir homogeneidade ao lote. A forma de processamento pós-colheita dos grãos impacta nas características sensoriais da bebida. Atualmente, há formas distintas de realizar a fermentação do café, sendo por via seca, também denominada de café natural, via úmida (descascado e desmucilado) e via semisseca (despolpado). No entanto, o tempo necessário para esta etapa irá depender do tipo de fermentação realizada. Assim, invariavelmente do processamento realizado, irá ocorrer alterações físico-químicas nos grãos, tais como redução no teor de água e açúcares e a formação de precursores de aroma e de sabor (VAAST *et al.*, 2006), havendo impacto negativo em algumas ocasiões.

O emprego da tecnologia da fermentação controlada do café pode-se produzir bebidas com aromas e sabores especiais, nos quais agregam valor e consistências à qualidade final do produto (LEE *et al.*, 2015; MOTA *et al.*, 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, causando muitas vezes redução na qualidade da bebida. Por sua vez a fermentação induzida dos grãos de café, pode ser realizada de duas formas: aeróbica (com a presença de oxigênio) e anaeróbica (sem a presença de oxigênio) (VAAST *et al.*, 2006; ALVES *et al.* 2020).

Objetivou-se com este trabalho avaliar as características físicas e sensoriais de frutos verdes de café arábica sob fermentação anaeróbica controlada.

2 MÉTODO

O experimento foi conduzido no Sítio Bela Vista, no município de Alto Jequitibá, Minas Gérias, região da Serra do Caparaó, cujas coordenadas Geográficas são 20°24'08"S e 41°53'12"W com altitude média de 1000 m. A espécie estudada foi o café arábica, variedade Catuaí, caracterizada por ser de maturação média, com máxima porcentagem de frutos maduros no mês de junho. A colheita dos frutos foi realizada em 40 plantas de forma não seletiva, sendo colhidos frutos verdes, verdes cana, maduros, passas.

Após a colheita, os frutos (Figura 1) foram colocados em sacarias de ráfia, possuindo ventilação para evitar qualquer tipo de fermentação, e levados para o espaço de pós-colheita, onde foi feita a separação conforme o estágio de maturação dentro de cinco horas após a colheita. A separação dos frutos de café verde e maduro foi realizada pelo despulpador de marca PINHALENSE modelo Eco Super[®] e em seguida coletados na bica de separação os frutos verdes, que conseqüentemente não foram despulpados por conta do seu estágio de maturação, os tornando rígidos e na maioria das vezes impossíveis de despolar.



Figura 1. Frutos de café verde coletados para iniciar o experimento. Fonte: Autores (2022).

Logo em seguida, os frutos foram lavados e divididos em cinco amostras com volume de 20 litros (L) cada e pesadas em balança de precisão, havendo padronização de 14.000 gramas para cada amostra.

Os tratamentos foram caracterizados por cinco tempos de fermentação anaeróbica: 0, 7, 14, 21 e 28 dias. Os frutos de cada tratamento foram acondicionados em recipientes plásticos de 20 L, opacos, lacrados, em que permaneceram pelo período (dias) estabelecidos na pesquisa (Figura 2.A e 2.B). Em seguida, os recipientes foram colocados em local coberto, com acesso restrito, seco e sob temperatura média externa de 20 °C. A fermentação conduzida foi uma fermentação anaeróbica, para isso, foi utilizado um sistema de “airlock”, que impede a entrada do ar do ambiente e só permite a saída do gás gerado internamente pela fermentação.



A

B

Figura 2. Recipientes para fermentação dos grãos (A). Frutos após o processo de fermentação (B). Fonte: Autores (2022).

Após o período do processo de fermentação os frutos foram retirados e colocados por 10 minutos, sobre telas de alumínio, à sombra, para redução da água sobre sua superfície. Posteriormente, foram retiradas uma por vez no seu determinado período de fermentação e pesadas em balança de precisão no âmbito de avaliar o teor de água. Em seguida, os frutos foram espalhados em terreiro de pedra sobre um pano preto, sob estufa com cobertura plástica, para secagem dos grãos de forma contínua e simultânea (Figura 3). Durante a secagem, os lotes foram revolvidos igualmente durante 10 vezes ao dia, obtendo secagem homogênea com teor de umidade de 11,5%.



Figura 3. Frutos de café após o processo de seca, prontos para serem beneficiados. Fonte: Autores (2022).

Com auxílio de uma máquina, descascador de café, os frutos foram descascados para a separação dos grãos e das cascas. Logo após o beneficiamento foram separados quatro repetições para cada tratamento (ou amostra), de mesmo peso (500 gramas), e os tratamentos foram avaliados a partir das seguintes variáveis:

2.1 Classificação granulométrica dos grãos

Com o auxílio de peneiras de metais números (fundo, 13, 15 e 17 mm) foi realizada a classificação dos grãos por ordem de tamanho e formato achatado.

Na classificação granulométrica, foi utilizada peneiras: peneira fundo (abaixo de 13mm), peneira miúda (abaixo de 15 mm), peneira média (abaixo de 17 mm) e peneira graúda (17 mm acima). Foi descartado o residual (cafés quebrados, e impurezas) abaixo da peneira de tamanho 13 mm para melhor uniformidade na torra.

2.2 Classificações por defeitos

De acordo com SENAR (2017), a classificação por defeitos também pode ser definida pelas cores e danos nos grãos de acordo com a metodologia da Classificação Oficial Brasileira (COB) na ordem de café arábica, sendo definidos:

1. Grão preto: Grão ou pedaço de grão de coloração preta opaca. Os grãos pretos são ocasionados por colheitas atrasadas e/ou pelo fato de os grãos permanecerem em contato com o chão por longos períodos, o que resulta na sua fermentação.
2. Grão ardido: Grão ou pedaço de grão que apresenta coloração marrom, em diversos tons, devido à ação de processos fermentativos. Os grãos ardidos são causados pela colheita atrasada, permanência prolongada dos frutos em contato com o chão úmido e manejo inadequado do terreiro e/ou secador.
3. Grão preto-verde: Grão preto que apresenta aspecto brilhante e enrugado, devido à presença da película prateada fortemente aderida. Este defeito é causado pela secagem dos grãos em altas temperaturas.
4. Grão brocado: Grão danificado pela praga conhecida como broca-do-café, que faz galerias nos grãos, causando orifícios limpos ou sujos, de cor preta ou azulada, pela presença de fungos. Os grãos brocados são resultantes da ausência de controle da praga e de colheitas mal conduzidas, uma vez que a broca-do-café se aloja nos frutos não colhidos que permanecem na planta ou no solo após a colheita.
5. Grão concha: Grão em forma de concha, resultante da separação de grãos imbricados (cabeça), oriundo da fecundação de dois óvulos em uma única loja de ovário. Os grãos concha são causados por fatores genéticos ou por possíveis causas fisiológicas.
6. Grão verde: Grão imaturo com película prateada aderida e de coloração verde em diversos tons. Os grãos verdes são provenientes da colheita de frutos ainda verdes no pé de café, ou seja, da colheita prematura.
7. Grão quebrado: Pedaço de grão de forma variável e tamanho superior à metade de um grão sadio. Os grãos quebrados são resultantes da secagem excessiva além da má regulação no descascador, na etapa de pós-colheita.
8. Miolo de concha: Grão plano e pouco espesso (mal granado) resultante da separação de grãos imbricados (cabeça) oriundos da fecundação de dois óvulos em uma única loja de ovários. O grão miolo de concha é causado por fatores genéticos ou por possíveis causas fisiológicas.
9. Grão chocho: Grão com formação incompleta apresentando pouca massa e, às vezes, com superfície enrugada. São causados por estiagem durante a fase de enchimento dos grãos, por fatores genéticos e por possíveis causas fisiológicas.
10. Grão esmagado: Grão que apresenta forma alterada em função do esmagamento. É causado pelo descascador mal regulado e pela tração animal ou mecanizada no terreiro.

11. Café em coco: Grão que não teve a casca seca retirada no processo de beneficiamento do café. O grão coco é causado pela má regulagem da máquina beneficiadora.
12. Casca: Fragmento de casca seca do fruto de café, que pode apresentar tamanhos e formas variadas. A presença de casca é resultante da má regulagem do ventilador da máquina beneficiadora. A casca grande é um fragmento igual ou maior que metade de um fruto seco. Por sua vez, a casca pequena é qualquer fragmento de casca seca que seja menor que a metade de um fruto seco.
13. Pergaminho: É um fragmento da casca interna que envolve a semente, também chamado de endocarpo, causado pela má regulagem da máquina beneficiadora.
14. Marinheiro: Grão cujo pergaminho não foi totalmente retirado no beneficiamento. O marinheiro é resultado da incorreta regulagem da máquina de beneficiamento.



Figura 4. Grãos verdes (A). Grãos quebrados (B). Grãos sem presença de defeito (C). Grãos pretos (D). Grãos ardidos (E). Fragmentos de casca seca do fruto de café (F).

2.3 Classificações por tipo de bebida

Os grãos foram torrados, com auxílio de um torrador Carmomaq, Tipo TP3; N° 9626; Ano 2012 (Figura 5) até atingirem o ponto de torra adequado para classificação de bebida. A intensidade da torra foi leve a leve-média segundo a norma estabelecida pela SCA (COLEÇÃO | SENAR – 193, 2017).

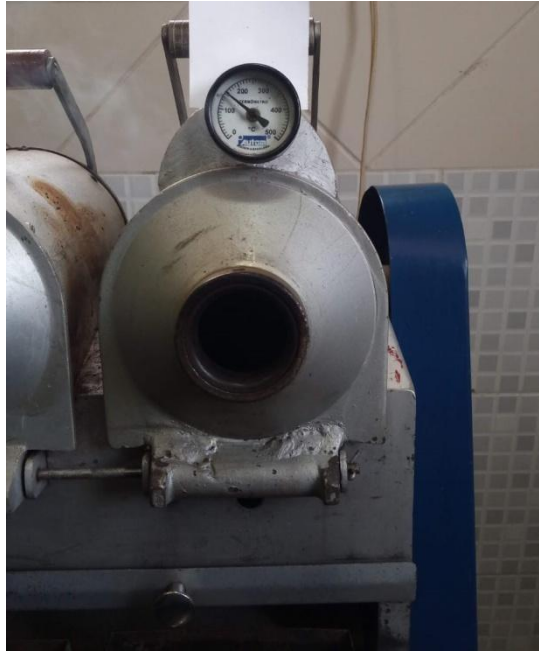


Figura 5. Torrador utilizado para torra das amostras do experimento. Fonte: Autores (2022).

Após a torra dos grãos os frutos foram triturados, colocados em copos de vidros, seguidos da adição de água filtrada a temperatura de 92 °C. Determinado o tempo de quatro minutos para resfriamento dos lotes o profissional qualificado como Q-Grader iniciou a avaliação sensorial das amostras (Figura 6.A e 6.B).



A

B

Figura 6. Amostras torradas e moídas para análise de aroma/fragrância à seco (A). Amostras devidamente com água e aguardando resfriamento para prosseguir com a classificação sensorial e pontuação final dos lotes (B). Fonte: Autores (2022).

A metodologia adotada foi do CoE (Cup off Excellence), cujos provadores descobrem aromas e sabores frutados, achocolatados, amendoados, caracterizando os cafés especiais, introduzidos no Brasil a partir de 1997, por George Howell (BRAZILIAN SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION - BSCA, 2005), por meio da “prova de xícara”. Com notas numa escala de 0 a 8 pontos (BSCA, 2008), sendo o café considerado especial a partir da pontuação final acima de 80 pontos, que se destaca pelo fato de se tornar um café de bebida mole ou estritamente mole, caso contrário, somente pode-se classificá-lo como tipo bebida dura, conforme os parâmetros:

1. Bebidas Finas: São os padrões de bebida considerados de boa qualidade e que possuem melhor valorização no mercado. Podem ser:
 - 1.1. Estritamente mole: café que apresenta todos os requisitos da bebida “mole”, porém mais acentuados.
 - 1.2. Mole: café que apresenta aroma e sabor agradável, brando e adocicado.
 - 1.3. Apenas mole: café que apresenta sabor levemente doce e suave, mas sem adstringência e aspereza na bebida.
 - 1.4. Duro: café que apresenta sabor acre, adstringente e áspero, porém não apresenta paladares estranhos.
2. Bebidas Fenicadas: São os padrões de bebida que indicam irregularidades, como presença de defeitos, fermentações indesejáveis e outras características que tornam a bebida desagradável. Podem ser:
 - 2.1. Riado: café que apresenta leve sabor típico de iodofórmio.
 - 2.2. Rio: café que apresenta sabor típico e acentuado de iodofórmio.
 - 2.3. Riozona: café que apresenta aroma e sabor muito acentuado, assemelhado ao iodofórmio ou ácido fênico, sendo desgostoso ao paladar.

Se caso tiver bebida fina:

1. Fragrância/aroma: são definidos pelas percepções olfativas do café, quando em pó seco (15 minutos depois da moagem), e após a adição da água quente, fazendo a quebra da crosta que se forma superfície da xícara.
2. Sabor: é a associação do cheiro com o gosto, como exemplo gosto doce, salgado, amargo, com os aromas de chocolate ou caramelo ou cereal.
3. Acidez: é uma propriedade sensorial que é percebida nos lados posteriores da língua durante a degustação, tem como característica principal fazer a boca salivar, pois o pH da boca cai quando ingerimos coisas muito ácidas.

4. Sabor residual: é a sensação persistente na boca após a ingestão da bebida. Se a sensação deixada é agradável, ela é desejada, mas se for amarga ou algum sabor estranho, não é desejado.
5. Corpo: é a sensação de oleosidade e de viscosidade do líquido na boca, principalmente entre a língua e o céu da boca. Uma bebida encorpada significa que ela é concentrada, forte e não rala.
6. Equilíbrio: é a forma como todos os vários aspectos de sabor, finalização, acidez e corpo da amostra se complementam ou contrastam um com o outro. Em outras palavras, se os atributos estão em harmonia entre si, o equilíbrio do café será bom.
7. Uniformidade: refere-se à consistência do sabor nos diferentes copos de amostra provados. Se os copos (são utilizados cinco copos para provar o mesmo café) apresentarem sabores diferentes, a classificação deste aspecto não será tão elevada.
8. Xícara limpa: é quando não há interferência de impressões negativas no sabor das amostras, desde a primeira ingestão à sensação de finalização, refletindo a transparência da bebida.
9. Doçura: refere-se ao sabor doce agradável da bebida, sendo seu oposto o sabor amargo. A doçura no café é sutil, mas muito frequente e apreciada.
10. Impressão geral: é o conjunto dos aromas da bebida e de seu grau de intensidade, do equilíbrio e da harmonia da bebida e é nesse momento que os degustadores fazem suas avaliações pessoais.

2.4 Avaliações das notas sensoriais

As notas sensoriais são definidas de acordo com a regra denominada roda de sabores. Tabela desenvolvida pela SCA (Specialty Coffee Association) dividida em três seções possuindo dezenas de atributos relacionados ao sabor e aroma do café 100% arábica.

A roda (sequência) é dividida em nove atributos ou notas: doce, floral, frutado, azedo/fermentado, verde/vegetal, assado, especiarias, noz/cacau e outros.

Os dados obtidos foram submetidos a Análise de Variância (Teste F), em nível de 5% de probabilidade, e submetidos ao teste de regressão com auxílio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016).

3 RESULTADOS

A descrição das pesagens obtidas durante o experimento, pré-fermentação, pós-fermentação, peso seco, peso beneficiado e por seguinte o teor de umidade sugere influencia do tempo de fermentação na estrutura física dos grãos verdes (Tabela 1). As amostras foram padronizadas quanto o peso inicial, pré-fermentação, 14.000 gramas, o teor de temperatura, 20 °C, e a umidade pós-fermentação e secagem, 11,5%

Tabela 1 – Temperatura (T °C), pesos (gramas) e umidade final de grãos de café arábica em tempos de fermentação.

Dados	Fermentação (dias)				
	0	7	14	21	28
T °C MÉDIA	20	20	20	20	20
PESO INICIAL - PRÉ-FERMENTAÇÃO (gramas)	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000
PESO ÚMIDO PÓS-FERMENTAÇÃO (gramas)	14.000	14.068	14.122	14.084	14.051
PESO SECO PÓS-FERMENTAÇÃO (gramas)	3.636	3.682	3.715	3.658	3.592
PESO BENEFICIADO (gramas)	2.072	2.093	2.112	2.098	2.103
UMIDADE (%)	11.5	11.6	11.6	11.6	11.5

Fonte: Autores (2022).

Verificou-se que o tempo de fermentação proporcionou variação positiva quanto o peso dos grãos úmidos, grãos secos e grão beneficiados em função da absorção de água durante o processo de fermentação (Tabela 1). Quanto ao peso úmido e seco dos grãos verificou-se que o maior peso foi em 14 dias de fermentação. Posteriormente, o peso reduziu gradativamente. Em todas as variáveis analisadas, o maior valor em peso foi observado no 14º dia de fermentação.

Na Figura 7, foi observado que o aumento do tempo de fermentação sugere uma elevação do tamanho dos grãos na peneira n°13 aos 21 dias e redução do mesmo aos 28 dias. Quanto ao tamanho dos grãos na peneira n°17, houve uma redução linear a partir do aumento do tempo de fermentação. Fenômeno antagônico a esse foi observado ao avaliar os grãos quebrados e os grãos no fundo das peneiras em que se observou o aumento linear desses grãos a partir do aumento do tempo de fermentação.

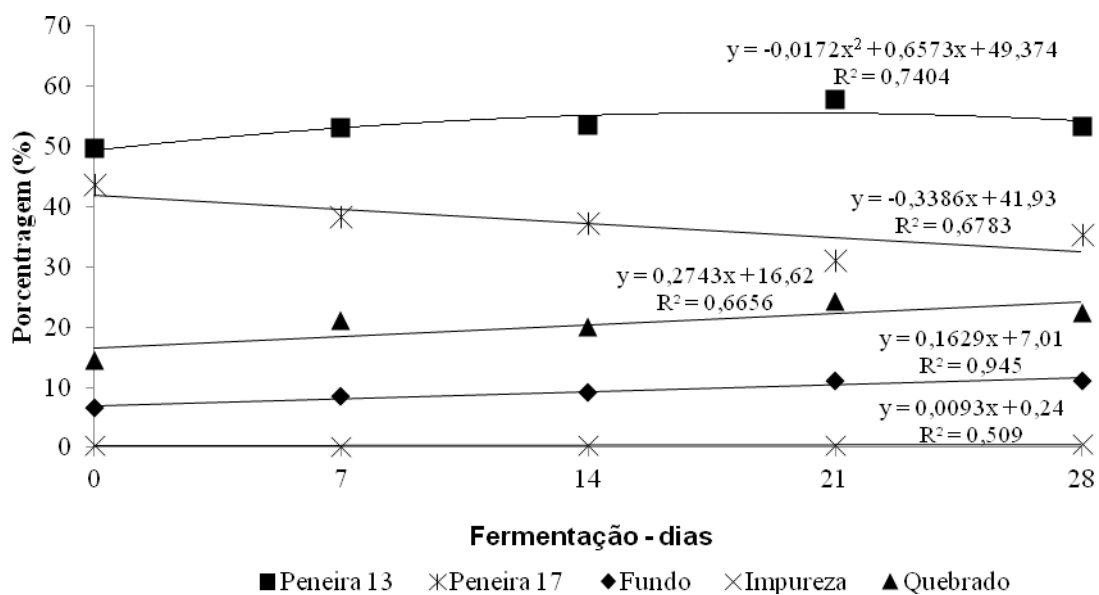


Figura 7 – Classificação física de grãos de café arábica em tempos de fermentação.

Fonte: Autores (2022).

A coloração dos grãos foi afetada pelo tempo de fermentação (Figura 8). O aumento do tempo de fermentação ocasionou linearmente o aumento da porcentagem de grãos preto e a redução dos grãos tipo padrão. Efeito quadrático foi verificado quanto a porcentagem de grãos ardidos e grãos verdes, sendo o primeiro com 2,5 %, 18%, 17%, 17% e 11% nos dias 0, 7, 14, 21 28, respectivamente. E o segundo, com 25%, 7%, 6%, 5% e 11% nos dias 0, 7, 14, 21 28, respectivamente.

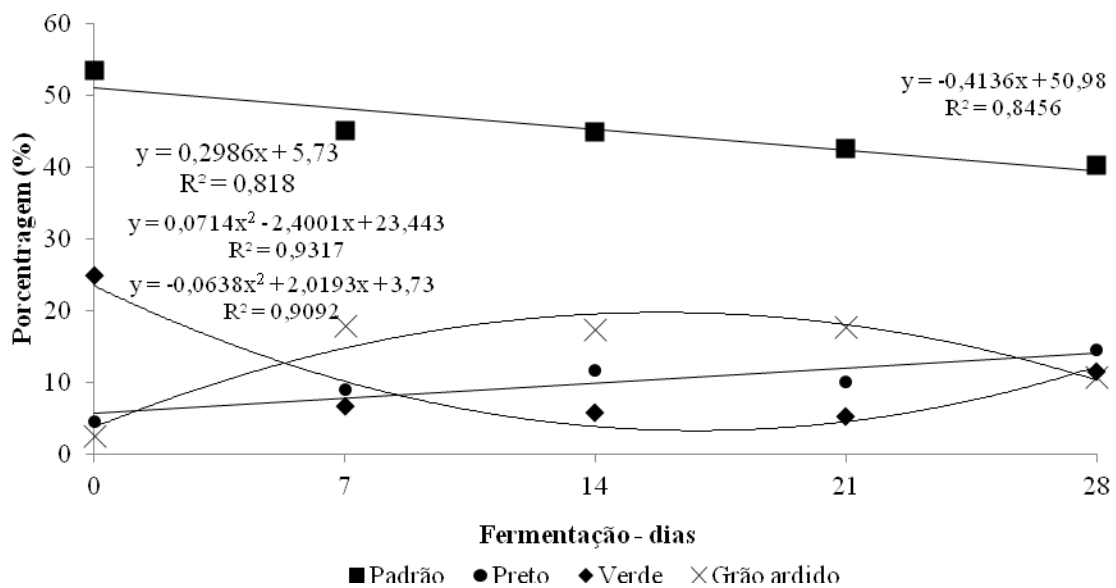


Figura 8 – Classificação da cor de grãos de café arábica em tempos de fermentação.

Fonte: Autores (2022).

O tempo de fermentação alterou as características sensoriais (bebida) dos grãos. As menores pontuações foram observadas nos tempos de 28 e 0 dias, respectivamente, e as maiores notas foram observadas nos tempos de 14 e 7 dias, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 – Classificação sensorial de grãos de café arábica em tempos de fermentação.

Atributos	Fermentação (dias)				
	0	7	14	21	28
Fragância/Aroma	5	6	8	6	6
Uniformidade	10	10	10	10	4
Ausência de Defeitos	10	10	10	10	10
Doçura	0	6	8	6	4
Sabor	6,5	8,5	8	7	6
Acidez	5	9	8	6,5	6
Corpo	8	5	8	6	6,5
Finalização	6	8,5	8,75	6	6
Equilíbrio	6,5	9	8	6,5	6,5
Nota Geral (Final)	6	8	8	6	6
Pontuação Final	63	80	84,75	70	61

Fonte: Autores (2022).

No tempo de fermentação de 14 dias observou-se as maiores notas, exceto quanto o sabor, a acidez e o equilíbrio onde houve destaque para a fermentação por 7 dias. (Tabela 2).

Quanto a descrição das notas sensoriais no tempo de 14 dias foi observado características que fundamentam elevada qualidade para cafés especiais sendo, “notas de maracujá, lúpulo, acidez brilhante e com uma fermentação agradável” (Tabela 3).

Tabela 3 – Descrição das notas sensoriais de café arábica em tempos de fermentação.

Fermentação (dias)	NOTAS SENSORIAIS
0	BANANA VERDE, ÁSPERO, AUSÊNCIA DE DOÇURA, ADSTRINGENTE.
7	LEVE FERMENTAÇÃO, ACIDEZ BRILHANTE, CAFÉ SEM PRESENÇA DE SABORES MARCANTES.
14	NOTAS DE MARACUJÁ, LÚPULO, ACIDEZ BRILHANTE E COM UMA FERMENTAÇÃO AGRADÁVEL.
21	FERMENTAÇÃO FORTE, NOTAS DE AZEITONA VERDE, ACIDEZ MUITO ALTA.
28	FERMENTAÇÃO ACÉTICA, VINAGRE, INDESEJÁVEL AO PALADAR.

Fonte: Autores (2022).

No tempo 0 as características sensoriais observadas não são desejáveis, principalmente pela alta adstringência, devido ao excesso de café verde presente na amostra (Tabelas 2 e 3). Sua doçura não foi presente e assim, o aspecto áspero predomina na qualidade de bebida do café. Na fermentação de 7 dias, foi percebida na avaliação sensorial a presença de fermentação na amostra e uma boa acidez, devido seu aspecto de bebida diferente da testemunha. Aos 14 dias de fermentação, houve destaque para a ausência de adstringência, as notas de frutas amarelas que associam-se ao maracujá, a acidez é equilibrada e agradável e o café se destaca de todos os outros com pontuação superior a 80 pontos, obteve 84,75 pontos.

4 DISCUSSÃO

Os resultados sugerem um efeito positivo após o processo de fermentação em que os grãos verdes foram submetidos. O processo fermentativo de café pode ser aplicado principalmente em grãos provenientes de lavouras situadas com maior arejamento, maior umidade relativa do ar e elevadas altitudes (RODRIGUES et al. 2017). Tratos fitossanitários, equilíbrio nutricional, colheita e o preparo, também podem atuar definindo o grau de ação dos

microrganismos (bactérias e fungos) sobre o fruto, e influenciando no tipo de fermentação, seja ela benéfica ou maléfica (REZENDE et al. 2016). A fermentação também influi na qualidade do café, e mediante a tecnologia da fermentação controlada pode-se produzir bebidas com aromas e sabores especiais, doces, cítricos e frutados, que agregam valor e consistência a qualidade do produto, porém se esse processo não for bem controlado, o mesmo pode gerar perdas na qualidade (PUERTA, 2010; PUERTA, 2013; LIN, 2010).

O tempo de fermentação ocasionou características físicas e sensoriais distintas entre os lotes de grãos verdes. Fato que pode ser associado ação de microorganismos durante o processo. Esquivel e Jimenez (2012), afirmaram que os microorganismos estão naturalmente presentes na fermentação do café, influenciando na sua qualidade final, pela degradação de compostos presentes nos frutos ou pela excreção de seus produtos metabólicos. Os frutos de café servem como substrato para o desenvolvimento de bactérias, leveduras e fungos filamentosos, supridos de fontes de carbono e nitrogênio, devido à sua composição química (SILVA et al., 2000). Durante a fermentação ocorrem diferentes processos bioquímicos nos quais as enzimas produzidas pelas leveduras e bactérias presentes na mucilagem fermentam e degradam açúcares, lipídios, proteínas e ácidos, e os convertem em álcoois, ácidos, ésteres e cetonas (RODRIGUES et al., 2017). Haja vista, diferentes tipos de processamentos e fermentações podem criar rotas metabólicas e criar aspectos sensoriais, gerando uma possibilidade de aprofundamento dos efeitos da fermentação induzida e espontânea (PEREIRA, 2017).

Os compostos fenólicos como ácidos clorogênico e caféico, desempenham uma ação protetora do fruto. De acordo com Carvalho Junior et al, (2000), quando ocorre algum problema na colheita, no processamento e armazenamento, diminui-se a ação protetora dos aldeídos facilitando a fermentação indesejável. Podendo apresentar fermentações de interesse ou não quanto a qualidade na bebida (MAZZILLI, 2018).

Um dos fatores que estão relacionados com a perda de qualidade na fermentação é o tempo de acondicionamento dos grãos. Fato associado a ação enzimática durante o processo, com destaque para a enzima polifenoloxidase a atividade da PPO, fortemente influenciada pelo metabolismo de fenóis, correlaciona-se significativamente com a qualidade da bebida, sendo que a atividade decresce da melhor para a pior qualidade (AMORIM; SILVA, 1968). De acordo com Carvalho Junior (2000) qualquer condição adversa aos grãos, como fermentação, proporciona a reação da polifenoloxidase sobre fenóis produzindo quantidades

excessivas de quinonas as quais atuam como inibidoras desta enzima, resultando na diminuição de sua atividade em que o aumento no tempo de fermentação diminui a atividade da polifenoloxidase, influenciando também na qualidade final da bebida do café. Corroborando com os resultados observados a partir dos tempos de fermentação de 21 e 28 dias em que foi constatada a presença de notas que lembram uma fermentação forte, além do limite desejável, a acidez muito elevada e a presença de fermentação acética, que confere o gosto característico de vinagre (Tabela 3).

5 CONCLUSÃO

A fermentação promove elevação na qualidade da bebida de grãos de café arábica colhidos em nível de maturação verde.

No período de fermentação por 14 dias há maior absorção de água e maior peso seco dos grãos.

No tempo de fermentação de 28 dias há maior porcentagem de grãos quebrados e menor em peneira n° 17.

O tempo de fermentação por 14 dias é indicado para elevar a qualidade de grãos verdes de café arábica por atingir 84,75 pontos, sendo café especial.

6 AGRADECIMENTOS

A todos que colaboraram na elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso – TCC.

Ao orientador Allan Rocha de Freitas, que desde o início deu o suporte instrutivo e técnico para os pesquisadores.

Ao Alexandre Emerich, do Sítio Bela Vista, que disponibilizou as amostras de café para que fosse feito o experimento pelos pesquisadores.

A empresa WST – Corretora de Café, que disponibilizou o escritório para que fosse classificado, torrado e provado as amostras dos tratamentos.

À profissional Q-Grader Quezia Tavares da Silva, que provou e pontuou os tratamentos realizados.

REFERÊNCIAS

ALVES, H. A.; SOUZA, C. A.; ROCHA, R. B.; PEREIRA, L. L.; LIMA, P. P.; LOURENÇO, J. L. R.; Efeito da fermentação na qualidade da bebida de robustas amazônicas; Revista Ifes Ciência, Alegre. v.6, n.3, p.159-170, 2020.

AMORIM, V. H.; SILVA, D. M, Relationships between the polyphenol oxidase activity of coffee beans and the quality of the beverage. Nature, v.1, n.219, p.381-382. 1968.

BRAZILIAN SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION. Cafés especiais. Disponível em: . Acesso em: 15 jan. 2005.

BOAVENTURA, PATRICIA SILVA MONTEIRO et al. VALUE CO-CREATION IN THE SPECIALTY COFFEE VALUE CHAIN: THE THIRD-WAVE COFFEE MOVEMENT. Revista de Administração de Empresas [online]. 2018, v. 58, n. 3 [Acessado 10 Dezembro 2022], pp. 254-266. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-759020180306>>. ISSN 2178-938X. <https://doi.org/10.1590/S0034-759020180306>.

CARDOSO, D. Venda de café especial para os E.U.A. São Paulo: FUCAMP, 2002. Disponível em: <<http://www.fucamp.com.br/nova/revista/revista0409.pdf>>. Acessado em: 01/11/2022.

CARVALHO JUNIOR, C.; PIMENTA, C. J.; BORÉM, F. M.; REINATO, C. H. R.. Atividade da polifenoloxidase de grãos de café (Coffea arabica L.) submetidos a diferentes tempos de fermentação. Lavras Mg: UFLA, 2000.

CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL. (2017). Relatório mensal de exportações. Recuperado de <http://www.cecafe.com.br/publicacoes/relatorio-de-exportacoes/>

CHALFOUN, S. M.; FERNANDES, A. P. Efeitos da fermentação na qualidade da bebida do café. USP, 2013. Disponível em: <<https://esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/Va12-qualidade-da-bebida01.pdf>>. Acessado em: 08 de novembro de 2022

ESQUIVEL, Patricia; JIMÉNEZ, Víctor M. Functional properties of coffee and coffee byproducts. *Food Research International*, v. 46, n. 2, p. 488-495, 2012.

LEE, L. W. et al. Coffee fermentation and flavor An intricate and delicate relationship. *Food chemistry*, Oxford, v. 185, p.182-191, 2015.

LIN, C. C. Approach of Improving Coffee Industry in Taiwan-Promote Quality of Coffee Bean by Fermentation. *The Journal of International Management Studies*, v. 5, n. 1, April 2010.

MALAVOLTA, E. História do café no Brasil: agronomia, agricultura e comercialização. São Paulo: Ceres, 2000. 464 p.

MAZZILLI, I. Fermentação controlada de café. Palestra AMECAFE Mantiqueira, Lambari MG, 2018.

MOTA, M., C., B., et al. Influence of fermentation conditions on the sensorial quality of coffee inoculated with yeast. *Food Research International*, v. 136, p. 109-482, 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.

PUERTA, G. I. Factores procesos y controles en la fermentación del café. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), 2013.

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

REZENDE, J. E.; MESQUITA, C. M.; CARVALHO, J. S.; FABRI JÚNIOR, M. A.; MORAES, N. C.; DIAS, P. T.; CARVALHO, R. M. de; ARAÚJO, W. Gde. Manual do café: colheita e preparo. Belo Horizonte MG: Emater MG, 2016.

RODRIGUES, G. Z.; PETRIM, I. C.; CARVALHO, J. W. M.; PEREIRA, M.G.; FLAUSINO, S.; REIS, A. M.; CUNHA, L. T.; ALMEIDA, G. R. R. Avaliação do processo de fermentação controlada do café em diferentes condições de tempo, temperatura e umidade. Três Pontas MG: Unis - MG, 2017. 2 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2016) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

SEAPAMG, Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. Café. Junho/2021. Disponível em: < <http://www.agricultura.mg.gov.br/>>. Acesso em: 08 de novembro de 2022.

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Café: cafés especiais. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: SENAR, 2017. 104 p. ISBN 978-85-7664-155-1. 1.Cafés. 2. Análise sensorial. 3. Processamento do café. CDU - 663.93

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Café: classificação e degustação. / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: SENAR, 2017. 112 p. ISBN 978-85-7664-143-8 1. Métodos de classificação de café. 2. Degustação de café. CDU - 663.93

SILVA, Cristina F. et al. Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of *Coffea arabica* in Brazil. *International journal of food microbiology*, v. 60, n. 2-3, p. 251-260, 2000.

VAAST, Philippe et al. Fruit thinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 86, n.2, p.197-204, 2006.