



EFEITOS DO TEMPO DE FERMENTAÇÃO NA QUALIDADE DA BEBIDA DO CAFÉ

EFFECTS OF FERMENTATION TIME ON COFFEE BEVERAGE QUALITY

Yan Sodré de Oliveira Soraes¹

Nelson Delú Filho²

RESUMO

O presente estudo avaliou o impacto de diferentes tempos de fermentação aeróbica na qualidade sensorial da bebida de café arábica da variedade Topázio MG1190, cultivada na Fazenda São Domingos (Elói Mendes - MG). Foram testados sete tempos de fermentação (0, 12, 24, 36, 48, 60 e 72 horas), em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Monitoraram-se os parâmetros de pH e grau Brix, além da avaliação sensorial segundo os critérios da Specialty Coffee Association (SCA). Os resultados demonstraram que o tempo de fermentação influenciou significativamente a qualidade da bebida, sendo observada redução nos valores de Brix e pH com o aumento do tempo fermentativo. O tratamento de 72 horas apresentou a maior pontuação sensorial (86,1 pontos), sendo classificado como café especial. A fermentação prolongada promoveu maior complexidade sensorial, com notas frutadas e doces, evidenciando o potencial do manejo fermentativo como ferramenta de agregação de valor ao café. Conclui-se que a fermentação controlada, especialmente em períodos mais longos, pode ser uma estratégia eficiente para a obtenção de cafés de maior qualidade.

Palavras-chave: Coffea arabica; fermentação aeróbica; qualidade sensorial.

¹Bacharelado em Agronomia, Centro Universitário do Sul de Minas – Unis/MG.

²Doutor, Centro Universitário do Sul de Minas – Unis/MG. nelson.delu@unis.edu.br

ABSTRACT

This study evaluated the impact of different aerobic fermentation times on the sensory quality of the Topázio MG1190 Arabica coffee beverage, grown at Fazenda São Domingos (Elói Mendes - MG). Seven fermentation times (0, 12, 24, 36, 48, 60 and 72 hours) were tested in a completely randomized design with three replicates. The pH and Brix parameters were monitored, in addition to the sensory evaluation according to the Specialty Coffee Association (SCA) criteria. The results showed that the fermentation time significantly influenced the quality of the beverage, with a reduction in Brix and pH values being observed with increasing fermentation time. The 72-hour treatment presented the highest sensory score (86.1 points), being classified as specialty coffee. Prolonged fermentation promoted greater sensory complexity, with fruity and sweet notes, evidencing the potential of fermentation management as a tool for adding value to coffee. It is concluded that controlled fermentation, especially over longer periods, can be an efficient strategy for obtaining higher quality coffees.

Keywords; Coffea arabica; aerobic fermentation; sensory quality.

1 INTRODUÇÃO

O café (*Coffea arabica*) é uma das bebidas mais consumidas no mundo, sendo o Brasil o maior produtor e exportador mundial de *Coffea arabica*, seguido da Indonésia, Etiópia, Filipinas, México e Vietnã (Haile; Kang, 2019). O café brasileiro tem se tornado cada vez mais um produto de grande relevância no cenário mundial, especialmente em termos de qualidade e de propriedade sensorial da bebida. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024), a atual estimativa de produção de café para a safra de 2024 é de 58,81 milhões de sacas, representando um aumento de 6,8% em relação ao ano de 2022. Desse total, a CONAB estima que 42,11 milhões de sacas são correspondentes ao *Coffea arabica*, reforçando a importância da espécie para o mercado de café brasileiro.

Sabe-se, porém, que o cafeeiro é uma planta sensível e exigente não apenas quanto aos fatores edafoclimáticos, mas considerando todo o processo produtivo do grão (Martinez *et al.*, 2014). Dentre as etapas de pré-processamento e processamento que alteram a qualidade da

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

bebida, a fermentação tem um papel significativo no aroma do café (Lee *et al.*, 2015). O objetivo da fermentação em todos os métodos de processamento é a remoção da mucilagem aderida ao pergaminho do grão, durante esse processo pode-se produzir cafés com aromas e sabores diferenciados e que agregam maior valor ao produto comercializado (Filete *et al.*, 2020).

A fermentação é um processo metabólico que pode ocorrer na presença (aeróbica) ou ausência (anaeróbica) de oxigênio, em que moléculas complexas são quebradas em estruturas menores, havendo ainda a redução do conteúdo de água do fruto até valores de umidade em torno de 10% e 12% (Lee *et al.*, 2015). Essa etapa pode ocorrer por via úmida e via seca (natural) e dependendo de como for realizado, haverá alterações na duração do tempo de fermentação. Nota-se, nesse sentido, que o tipo de processamento utilizado confere diferenças nos atributos sensoriais e, por esse motivo, é fundamental que seja escolhido o método de manejo mais adequado, seguro e controlado, pois, a fermentação mal conduzida pode resultar na redução da qualidade do grão.

O processamento a seco é a forma tradicional de cultivo do café, secando o fruto intacto (polpa, pergaminho e grão). Nessa abordagem, a qualidade da bebida depende de condições climáticas adequadas, incluindo temperatura, umidade e precipitação (Corbes; Silva, 2021). Para os autores, a má qualidade do café resultante do processamento por secagem está relacionada à presença de frutos em diferentes estágios de maturação ou à falta de atenção no manejo das etapas envolvidas no processamento do produto. Destaca-se que aproximadamente 90% do café Arábica brasileiro é processado por esse método, e pesquisas mostram que esse processo de fermentação da fruta inteira pode produzir uma bebida doce, suave e complexa (Corbes; Silva, 2021; Silva *et al.*, 2012).

Para Matiello *et al.* (2016) essas características suaves e doces resultam de maiores teores de sólidos solúveis e açúcares redutores. Nota-se também que durante o processo de fermentação existe uma estreita relação entre temperatura, tempo e características sensoriais, sendo que tempos de fermentação mais longos ajudam a perceber melhor as propriedades da bebida. Souza (2021) observou que tempos de fermentação mais longos resultam em bebidas com notas florais, frutados, doces e com o teor de acidez.

Porém, fermentações longas exigem cuidado para evitar o desenvolvimento de microrganismos que podem produzir sabores indesejáveis e comprometer a qualidade da bebida. Portanto, são necessários estudos que visem melhor compreender o tempo de

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

fermentação e as características sensoriais do café. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar diferentes tempos de fermentação e o seu efeito na qualidade final da bebida do café.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Café no Brasil

O café foi trazido da Guiana Francesa ao Brasil pelo Sargento Major Francisco e Mello Palheta, pela cidade de Belém, no Pará, em 1727 (Moreira *et al.*, 2021) e, em função das condições edafoclimáticas favoráveis, a cafeicultura acabou se espalhando pelos estados brasileiros, principalmente para a região sudeste. Assim, a expansão da cafeicultura no Brasil teve seu início marcado no século 19, principalmente no sudeste, onde houve a substituição dos plantios de cana-de-açúcar pelo café (Absell, 2020). Nesse momento, segundo o autor, o café passou a estimular a economia brasileira por meio do investimento em ferrovias, incrementando o poder aquisitivo da população e incluindo insumos à essa crescente atividade.

Atualmente, em relatório publicado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2023), no Brasil existem aproximadamente dois milhões de hectares destinados ao cultivo do café, com uma produtividade média de 28,9 sacas por hectare e uma produção total (sacas beneficiadas) de 54,94 milhões, sendo Minas Gerais o principal estado produtor, alcançando a produção de aproximadamente 27,5 milhões de sacas beneficiadas e contribuindo para a geração de cerca de quatro milhões de empregos associados a esse cultivo, envolvendo as etapas de produção de insumos até o preparo do produto para o consumo (Ferreira *et al.*, 2022).

Esses dados reforçam a importância do Brasil no cenário mundial, em que, segundo Figueiredo e Alves (2022), há mais de cem anos que o país é o maior produtor e o segundo maior consumidor global desse grão. Dados da *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2020), colocam o Brasil também como o maior exportador de café verde no mundo.

Indica-se que há no Brasil condições climáticas adequadas à produção cafeeira em 15 regiões distintas, o que garante uma variedade no café produzido do norte ao sul do país. Com isso, tem sido percebido que os produtores brasileiros têm obtido diversos padrões de qualidade e aromas para a bebida do café, utilizando-se, predominantemente, das espécies *Coffea arabica* e *Coffea robusta* (Moreira *et al.*, 2021). Porém, com o advento das mudanças climáticas globais, a produção de café no mundo pode ser alterada, sendo que no Brasil haverá uma redução

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

significativa na produção e produtividade da cultura, sendo possível que haja uma migração dos plantios para o sul do país e para regiões mais altas (Camargo, 2010).

Percebe-se ainda que a cadeia produtiva do café é marcada pela produção em larga escala, baixo grau de diferenciação e alta instabilidade do mercado (Guimarães; Souza; Schiavi, 2020). Figueiredo e Alves (2022) destacam que somente há 20 anos que o Brasil passou a dar atenção e aumentar os investimentos na produção de café diferenciados e com elevada qualidade, enfatizando a produção de cafés especiais.

Em 2019, a Associação Brasileira de Cafés Especiais (BSCA, 2019) publicou o mapa atualizado dos locais produtores de grãos no país, indicando 30 áreas de produção presentes no cinturão cafeeiro. Os dados disponibilizados pela BSCA indicam que das 30 áreas, sete estão em Minas Gerais e seis no estado de São Paulo, enfatizando a importância desses estados para a produção cafeeira. Assim, de acordo com Pereira *et al.* (2021) a classificação do café brasileiro de acordo com sua qualidade é avaliada em três fases distintas. A primeira é a classificação por tipo e percentual de defeitos nos grãos, a segunda relaciona-se às características do café e, por fim, tem-se a classificação pela qualidade da bebida.

A especificação na produção do café é definida, essencialmente, pela demanda do consumidor e, atualmente, nota-se que há uma maior procura por cafés especiais, com notas sensoriais mais palatáveis e, portanto, o produtor deve se atentar às etapas de produção da bebida, onde a torra, temperatura, umidade e outros fatores são fundamentais para a determinação da qualidade do produto (Nicikava; Ferrarezi Junior, 2022).

2.2 Fatores que afetam a qualidade da bebida do café

São inúmeros os fatores que afetam a qualidade da bebida do café, iniciando-se pela presença de constituintes químicos voláteis e não voláteis, como proteínas, aminoácidos e compostos fenólicos (Barbosa *et al.*, 2012). Citam-se ainda os aspectos relacionados ao pós-colheita e, em especial, aos fatores ambientais, como altitude e precipitação.

Os efeitos da altitude associados à temperatura vem sendo apresentados em diversos estudos ao redor do mundo como um dos principais fatores que afetam a qualidade do café (Borém *et al.*, 2019). De acordo com os autores, do ponto de vista ecofisiológico, as variáveis climáticas exercem uma grande influência no desenvolvimento e no estágio fisiológico do cafeeiro e, portanto, a adequação desses aspectos pode resultar em uma maior uniformidade da

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

floração, afetando diretamente na uniformidade da maturação dos frutos e, conseqüentemente, na qualidade final do café.

Nesse sentido, Barbosa *et al.*(2012) em seu estudo verificaram que as maiores notas foram obtidas por cafés cultivados em altitudes mais elevadas. Sob essa mesma perspectiva, Drumond Neto (2017) concluiu que fatores ambientais influenciam na nota final do produto, observando que grãos produzidos em maiores altitudes proporcionam notas sensoriais superiores. Além disso, complementa-se que a condução da lavoura e o manejo pós-colheita produzem influência nos atributos sensoriais e podem interferir na nota final da avaliação da bebida do café.

De um modo geral, Musebe *et al.*(2007) define que cerca de 40% das características físicas, químicas e sensoriais do grão do café são definidas pelas etapas pré-colheita (preparo e manejo do solo e condução da lavoura) e os outros 60% são estabelecidos pelos métodos de processamento pós-colheita adotados pelos produtores. Desse modo, é interessante que haja um equilíbrio entre as condições de produção, manejo do solo, nutrição das plantas e escolha da melhor variedade genética, para que se atinja uma boa qualidade dos grãos e, com isso, obtenha-se a extração da qualidade máxima da bebida (Pereira *et al.*, 2021).

Júnior *et al.*(2021) observaram que a qualidade do café engloba não só as suas propriedades estimulantes e antioxidantes e das notas e aromas que agradam os paladares mais exigentes, a exemplo dos sabores doces, frutados ou tânicos. Para os autores, deve-se considerar também a ação dos microrganismos ao longo de todo o processo produtivo do café, desde a ciclagem e disponibilidade de nutrientes em campo, até a fermentação dos grãos, em que há a degradação de compostos e excreção de metabólitos que modulam a qualidade final da bebida.

Assim, pode-se considerar que a qualidade é um conceito amplo (Júnior *et al.*, 2021) e que se relaciona aos aspectos como a maturação do fruto e a disponibilidade de sólidos solúveis e nutrientes, teor de cafeína e às propriedades organolépticas, citando-se a percepção de aromas frutados, acidez e amargor da bebida.

Pereira *et al.*(2021) também indicam que a qualidade do café está diretamente associada aos seus variados constituintes físico-químicos, os quais são responsáveis pelo sabor e aroma característicos da bebida. Dentre esses compostos, os autores destacam os açúcares, ácidos, compostos fenólicos e voláteis, lipídeos, proteínas e determinadas enzimas. Acrescenta-se que esses compostos podem sofrer alterações em função das etapas de processamento e fermentação adotada pelo produtor, o que, conseqüentemente, resulta em cafés de diferentes qualidades.

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

Quando se compara as espécies de café, essas também influenciam na qualidade final da bebida. Strickler e Mathieu (2015) observaram que, das duas espécies mais produzidas (Arábica e Robusta), o café arábica apresenta maior qualidade, sendo mais apreciado pelo seu sabor e acidez, quando comparado ao Robusta, que por sua vez é famoso por ser amargor e sabor intenso. A partir da avaliação dos atributos sensoriais, pode-se classificar o café como sendo de qualidade ou não. A *Specialty Coffee Association* (SCA) utiliza a classificação de café com ou sem defeito e uma série de atributos como aroma e sabor em uma escala onde, para cafés especiais, a nota mínima deve ser de 80 pontos (Cardoso *et al.*, 2021).

Em suma, de acordo com Lopes *et al.*(2023), a produção de café especial é possível através da implementação de técnicas como fermentação controlada e pelo controle de fatores genéticos, fenotípicos e por técnicas de manejo complementares.

2.3 Processamento e fermentação do café

Cerca de 50% dos compostos finais que conferem aroma e sabor ao café são obtidos após a torra do grão e os outros 50% são remanescentes dos grãos verdes (Cardoso *et al.*, 2021). Segundo os autores, a composição do grão verde é dependente dos fatores ambientais e genéticos da cultura, além das transformações bioquímicas observadas entre o processo de colheita e de secagem. No Brasil, destacam-se dois métodos de processamento na produção cafeeira: a) seco; b) úmido. Diz-se que o processamento a seco é relativamente simples e requer pouco investimento em máquinas, visto que a remoção da mucilagem ocorre sem o uso de tanques de fermentação (Cardoso *et al.*, 2021), essa etapa acontece em um período de quatro semanas, até os grãos atinjam cerca de 12% de umidade (Matiello *et al.*, 2010).

O método natural (ou secagem a seco) é amplamente utilizado no Brasil (Pereira *et al.*, 2021; De Bruyn *et al.*, 2017). Conforme mencionado anteriormente, esse tipo de secagem é realizado em áreas de concreto, tijolos, lama asfáltica, terreiros suspensos em que os grãos são dispostos em uma camada de 2 a 10 cm e frequentemente são movimentados para obtenção de uma maior uniformidade no processo de secagem (Pereira *et al.*, 2021). Silva *et al.*(2008) indicaram que o processamento a seco do grão do café resulta em uma bebida mais encorpada, doce e com sabores complexos. De acordo com Hameed *et al.*(2018) o café processado a seco apresenta maiores teores de hexoses, arabinoses e manoses do que aqueles oriundos do processamento a úmido, por isso, a bebida adquire diferentes características sensoriais.

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

Evagelista *et al.*(2014), em seu estudo, avaliaram a introdução de leveduras selecionadas durante o processamento a seco do café, verificando que as estirpes persistiram ao longo da etapa de fermentação e conferiram um sabor caramelado e frutado à bebida. Para os autores, o uso de culturas iniciadoras é uma alternativa economicamente viável para a obtenção de cafés diferenciados, agregando valor ao produto e padronizando o processo produtivo. Ludlow *et al.*(2023) apontam que as leveduras, as quais atuam como produtoras das enzimas que hidrolisam a polpa pectinosa presente nos grãos, são as grandes responsáveis pelas alterações bioquímicas que irão conferir cor e sabor aos grãos.

Chalfoun e Fernandes (2013) observaram que há diferenças entre cafés processados via úmida e via seca, sendo que os primeiros apresentam características de sabor mais suave, menos encorpado e com maior acidez, ao passo que o segundo método, confere maior adstringência, menor acidez e uma bebida mais encorpada, corroborando com o que foi observado por Silva *et al.*(2008). No processamento a seco, a fermentação ocorre via aeróbica, já quando realizada por via úmida, essa caracteriza-se por ser anaeróbica (Chalfoun; Fernandes, 2013).

Nesse sentido, a fermentação do café pode ser definida como uma série de reações realizadas por microrganismos para degradar, consumir e produzir outros compostos que pode ou não agregar características sensoriais ou bioquímicas ao café (Cardoso *et al.*, 2021). Os açúcares presentes na mucilagem do café funcionam como fonte para ação da microbiota, em especial leveduras e bactérias ácido-láticas (Pereira *et al.*, 2019).

Cardoso *et al.*(2021) evidenciam que a ação microbiana não apenas produz etanol e ácido lático, sem que haja o consumo de glicose, mas também é responsável pela degradação de aminoácidos, polissacarídeos e pela produção de outros ácidos, além de aumentar ou reduzir o teor de compostos fenólicos, reduzir os teores de cafeína, entre outros. Pode-se dizer, portanto, que a fermentação atua positivamente no sabor e aroma do café, sendo observado um aumento de 1 a 5 pontos na avaliação SCA, quando a fermentação é conduzida corretamente e, mesmo nos casos em que não foram obtidas maiores notas, foi possível diferenciar o sabor e aroma final da bebida do café (Cardoso *et al.*, 2021), de modo que a fermentação deveria ser vista como uma etapa de melhoria e não de transformação.

Lopes *et al.*(2023) complementam que a fermentação induzida resulta na ocorrência de diferentes processos bioquímicos, os quais, através da ação de leveduras e bactérias, estimulam a produção de enzimas degradadoras de lipídeos, açúcares, proteínas e ácidos, os quais são então sintetizados em ácidos, álcoois, ésteres e cetonas, potencializando a qualidade da bebida

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

e do aroma e, conseqüentemente, sendo percebido perfis sensoriais que agregam maior valor e qualidade ao café.

3 METODOLOGIA

3.1 Descrição da Área

A fazenda São Domingos está localizada no município de Elói Mendes, na região sul de Minas Gerais, a 21°41'14.66" de latitude sul e 45°37'10.71" de longitude Oeste. Na região prevalece a altitude média de 913m com área experimental de 2,0 hectares de variedade Topázio MG1190, clima tropical de altitude com temperaturas médias anuais de aproximadamente 18,5°C e uma precipitação de 1434mm ao ano.

3.2 Características do Estudo

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), para avaliação da fermentação aeróbica (Sacaria aberta). Foram estabelecidos sete tratamentos e três repetições, totalizando 21 parcelas. Os tratamentos foram associados aos diferentes tempos de fermentação analisados, sendo 0; 12; 24; 36; 48; 60 e 72 horas, respectivamente.

A variedade utilizada no experimento foi Topázio MG1190, em uma lavoura de 19 anos, com espaçamento de 3,60 metros entre linhas e 90cm entre plantas. Cada parcela foi composta por 5 kg de café, oriundos de colheita manual. Depois de colhidos, os cafés foram levados para a fazenda, sendo preparados para o processo de fermentação com o café natural sem a despolpa.

Para um maior controle de fermentação, foram monitorados o pH e o grau brix nos diferentes tempos de fermentação. O pH foi medido através de um PHmetro digital e para o grau brix foi utilizado o refratômetro. Os dados foram coletados no início e final do processo. Conforme as parcelas atinjam o seu tempo de fermentação (0, 12, 24, 36, 48, 60 e 72 horas), elas foram encaminhadas para a secagem.

Após o processamento de todas as amostras, essas foram direcionadas para a etapa de classificação da bebida seguindo o procedimento de classificação estabelecido pela *Specialty Coffee Association* (SCA), em que foram avaliados os parâmetros de fragrância, aroma, doçura, sabor, finalização, acidez, corpo, equilíbrio, ausência de defeitos e uniformidade. A classificação da bebida, ou prova de xícara e acidez sensorial, foram realizadas por três

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

provadores, Gustavo Moraes (CDT Cocatrel), Henrique Araújo (BSCA) e André Brito (Fazenda 7 Cachoeiraas). Provadores desconheciam a procedência das amostras, garantindo, assim, a imparcialidade do estudo.

Após essa avaliação, as amostras receberam notas que variaram de 0 a 100, conforme recomendação da *Specialty Coffee Association*, sendo o café classificado de acordo com a pontuação obtida. Aos cafés especiais são atribuídas notas acima de 80 pontos, sendo acima de 85 pontos classificam a bebida como sendo estritamente mole e entre 80 e 84 pontos, caracterizam a bebida mole. Já os cafés comerciais finos são aqueles com notas entre 75 e 79 pontos, classificados como bebida apenas mole. Por fim, tem-se os cafés comerciais, bebida dura limpa, cuja pontuação varia de 71 a 75 pontos .

Por fim, os valores foram submetidos à análise de variância e ao teste de comparação de médias Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando o software estatístico Sisvar® (Ferreira, 2011).

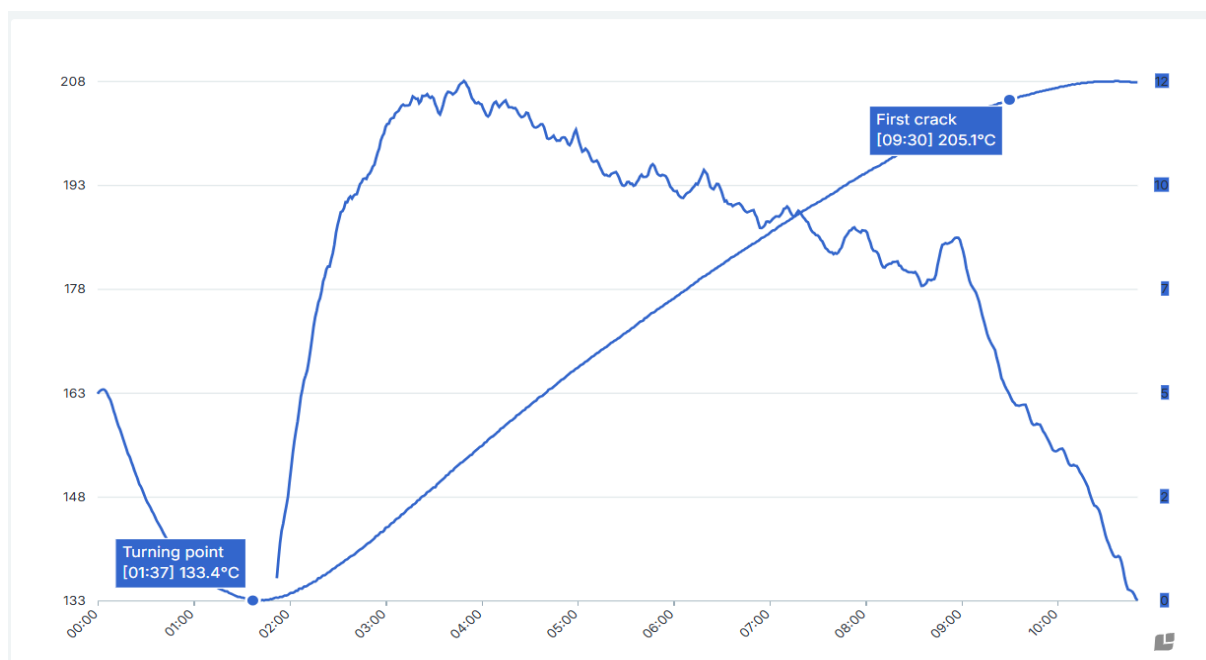
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da curva de torra

O processo de torra do café é determinado por uma curva de torra, a qual irá interferir nos parâmetros sensoriais responsáveis pela pontuação final do produto, a exemplo da cor, aroma, acidez, corpo, sabor, equilíbrio, entre outros (Nicikava; Ferrarezi Junior, 2022). No presente estudo foram avaliadas amostras de café com diferentes tempos de fermentação, sendo assim, a determinação da curva de torra é importante para que haja a formação de uma curva de referência que servirá como orientação para os torrefadores, criando-se um perfil de torra desejado para todas as amostras.

Nesse contexto, pode-se dizer que as curvas de torra auxiliam o rastreamento de fases pelas quais o café passa durante o processo de torra. Na pesquisa aqui apresentada, a amostra avaliada foi colocada no torrador a aproximadamente 163°C. Após três minutos e meio observou-se (Figura 1) a formação do pico de absorção de energia e, nesse momento, o café começa a perder água.

Figura 1 - Curva de torra da amostra de café da Fazenda São Domingos em 2024.



Fonte: Autor (2024).

Esse processo de perda de água resulta na redução da temperatura dos grãos e tem-se início à caramelização. O mestre torrador, portanto, identifica que o café está no ponto de torra correto e encerra o processo de torragem. Os grãos são submetidos ao resfriamento por fluxo de ar. No presente estudo foi possível perceber que cada torra ocorreu em um período médio de 11 minutos.

Caume (2009) sintetizam essas etapas de formação da curva em três pontos principais: a) Tunning Point: momento em que os grãos verdes entram no torrador e geram uma redução da temperatura; b) Color change: ponto de coloração do grão de café e, c) First crack: momento da primeira ruptura do grão e início de uma ação exotérmica. Nesse contexto, saber identificar cada um desses pontos e conhecer a curva de torra do produto é fundamental para garantir a sua qualidade.

4.2 Monitoramento do pH e do Brix

O brix e o pH são indicadores da qualidade da bebida do café, sendo o Brix uma estimativa da quantidade de sólidos solúveis na polpa do fruto e, consequentemente, um

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

indicador de maturação e palatabilidade. Já o pH, indica o grau de acidez da bebida, sendo esse influenciado por fatores que vão desde a produção até a moagem do grão de café.

A tabela 1 indica os valores encontrados de Brix e pH antes e após cada tempo de fermentação. Essas informações são complementadas pelas figuras 2 (Comparativo dos valores iniciais e finais de Brix para cada tratamento) e 3 (Comparativo dos valores iniciais e finais de pH para cada tratamento).

Tabela 1 - Valores iniciais e finais de brix e pH, considerando os diferentes tratamentos do café da Fazenda São Domingos, avaliado em 2024.

Tratamento	Tempo de fermentação (horas)	brix Inicial	brix Final	pH Inicial	pH Final
0	0	26	26	5,95	5,94
1	12	25,9	25,16	5,97	5,96
2	24	26	24,06	5,98	5,84
3	36	26	21,5	5,96	5,24
4	48	26	20,06	5,97	4,5
5	60	26	19	5,99	4,11
6	72	26	15,9	5,96	3,67

Fonte: Autor (2024).

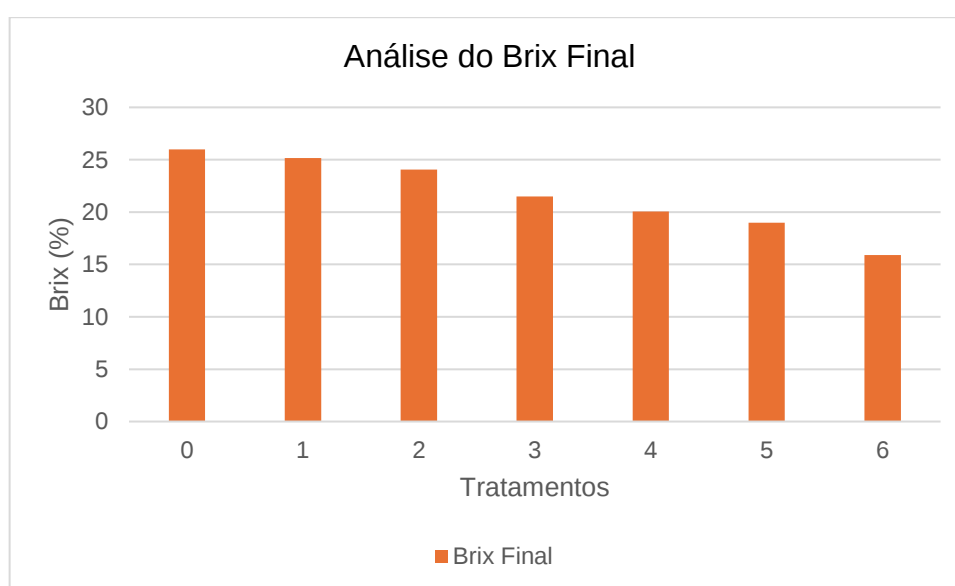
Observa-se, em relação ao brix, houve uma redução nos valores finais, especialmente percebido nos maiores tempos de fermentação (Tabela 1 e Gráfico 1). Sabe-se que o brix é uma estimativa dos sólidos solúveis encontrados na polpa do café e, sendo assim, valores superiores desse indicador resultam, normalmente, em cafés especiais de maior qualidade. Corroborando, Tristão *et al.*(2018) indicam que é esperado que haja uma relação entre o valor de Brix e a qualidade sensorial da bebida do café, onde teores acentuados de Brix atingem uma boa pontuação na avaliação sensorial.

No presente estudo, conforme supracitado, observou-se que as maiores notas estiveram associadas aos menores valores finais de brix, o que pode ser um indicativo de que a relação grau brix ligado com o tempo de fermentação aumenta o consumo da mucilagem pela microbiota presente, dessa forma podendo elevar sua pontuação. Celestino e Veiga (2019) realizaram uma caracterização físico-química e de produtividade de grãos de café, os autores

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

concluíram que os valores de brix (ou de sólidos solúveis) variaram de acordo com o clone ou espécie avaliada, indicando que os fatores genéticos da planta pode exercer influência na avaliação do grau brix, sendo essas mais relevantes para a qualidade final do bebida do que o valor de sólidos solúveis propriamente dito.

Figura 2 - Comparativo dos valores finais de Brix para cada tratamento do café da Fazenda São Domingos, avaliado em 2024.



Fonte: Autor (2024)

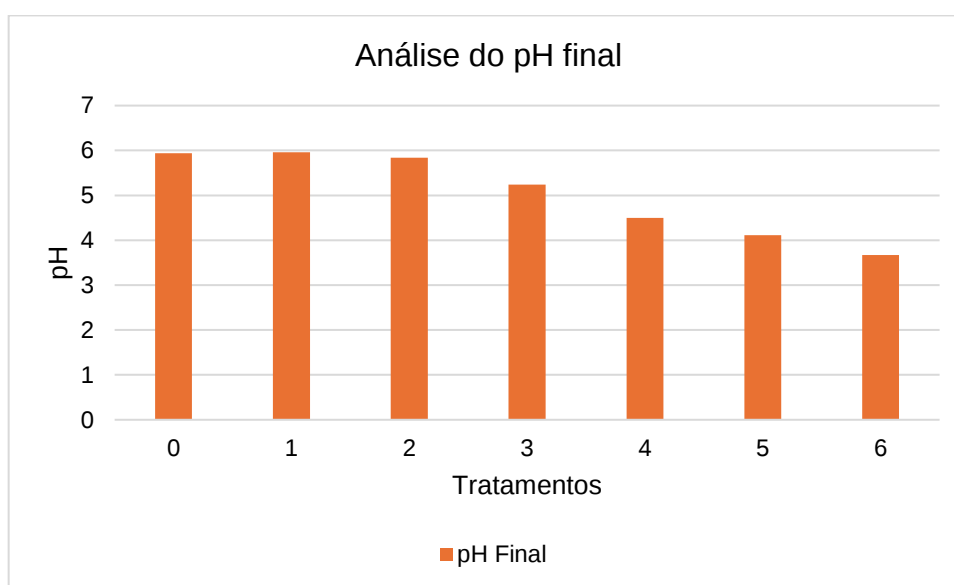
Quanto ao pH (Tabela 1 e Figura 3) foi possível perceber que os maiores tempos de fermentação resultaram em uma maior acidez da bebida. O mesmo foi observado por Pimentel e Andrade (2022), em que o valor de pH decresceu à medida que o tempo de fermentação aumentou, sendo essa, portanto, uma relação inversamente proporcional. Essa redução no pH pode ser justificada, de acordo com Muinhos (2019) pela conversão dos açúcares em substâncias ácidas, reduzindo, consequentemente, o pH da bebida.

O tempo prolongado de fermentação contribui para a maior ação das leveduras e bactérias presentes, sendo assim, pode haver uma formação mais intensa de ácidos orgânicos, os quais, se em excesso, podem reduzir a qualidade sensorial da bebida (Caliman, 2022). Desse modo, é importante estar sempre atento ao tempo de fermentação e aos parâmetros que podem influenciar no resultado da avaliação do produto.

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

Autores como Sivetz e Desrosier (1979) sugeriam que um café de qualidade deveria apresentar pH entre 4,95 e 5,20. Porém, atualmente, é observado que a qualidade da bebida não se relaciona de forma direta aos valores de pH (Martinez *et al.*, 2013), mas sim a acidez, a qual é influenciada não apenas pelo pH, mas também pela torrefação, tipo de moagem e o processamento pós-colheita.

Figura 3 - Comparativo dos valores finais de pH para cada tratamento do café da Fazenda São Domingos, avaliado em 2024.



Fonte: Autor (2024)

Assim, percebe-se que não somente os valores de Brix, como o de pH, não podem ser avaliados isoladamente quanto à sua influência na qualidade final do produto, mas sim serem considerados segundo todo o contexto produtivo, incluindo as etapas pré e pós-colheita, pois há uma série de fatores que contribuem para a percepção sensorial da bebida do café.

4.3 Pontuação SCA

A fermentação controlada vem sendo utilizada como uma estratégia produtiva para café com perfis sensoriais que o caracteriza como café especial (Lopes *et al.*, 2023). E, para que essa avaliação seja realizada dentro de padrões e parâmetros pré-estabelecidos, usa-se a classificação proposta pela *Specialty COffee Association of America* (SCAA), de modo que um *Q-grader*

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

(especialista) certificado pela *Coffee Quality Institute* (CQI) faça uso desses parâmetros técnicos para a avaliação do produto (SENAR, 2017).

A análise de variância das análises sensoriais de pontuação do café (Tabela 2) indicou que os resíduos podem ser considerados normais e que as variâncias podem ser consideradas homogêneas. Assim, ao avaliar diferentes tempos de fermentação e o seu efeito na qualidade final da bebida do café, observou-se que o tratamento com o tempo mais prolongado de fermentação (72horas) foi aquele que obteve a maior nota final, considerando-se a média dos avaliadores (Tabela 3). Já as menores notas se associaram aos menores tempos de fermentação (0 e 12 horas). Desse modo, pode-se dizer que a qualidade do produto apresenta uma relação direta com o seu tempo de fermentação.

Tabela 2 - Tabela de Análise de variância das análises sensoriais

	GL*	Pr>Fc
Tratamento	6	2.3363e ⁻⁰⁷
Resíduo	14	
Total	20	
CV (%)**		0,55%

*GL: Grau de Liberdade; **CV: Coeficiente de variação. Fonte: Autor (2024).

Tabela 3 - Pontuações finais de acordo com cada tempo de fermentação para cada tratamento do café da Fazenda São Domingos, avaliado em 2024.

Tratamento	Tempo de fermentação (horas)	Pontuação
0	0	82,0d
1	12	82,1d
2	24	83,3c
3	36	83,4c
4	48	84,3b
5	60	84,9b
6	72	86,1a

*Médias com letras iguais não diferem entre si de acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fonte: Autor (2024).

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

De acordo com Puerta (2012), o processo de fermentação apresenta uma grande influência na qualidade da bebida do café, sendo esse responsável por dar aroma, sabor e textura ao produto. Sendo assim, ao se controlar a fermentação é possível obter bebidas com características sensoriais que agreguem valor e consistência à qualidade final do produto. Essas alterações ocorrem pela ação de leveduras e bactérias que, através da degradação de determinados compostos como açúcares e proteínas, sintetizam álcoois, ésteres e cetona, potencializando as características sensoriais da bebida (Lopes *et al.*, 2023).

Complementando, Cardoso *et al.* (2021), observaram que a ação microbiana que ocorre durante a etapa fermentativa, atua de forma positiva no sabor e aroma de café e, sendo assim, esse processo deve ser visto como uma etapa de melhoria na qualidade da bebida e não apenas sob a ótica de transformação. Ressalta-se que, para além da fermentação, existem outros fatores que podem influenciar na qualidade da bebida, a exemplo da genética, método de cultivo, qualidade do fruto colhido e o manejo adotado nas etapas de pré, condução e pós-colheita (Favarin *et al.*, 2004).

Corroborando com os resultados encontrados no presente estudo, Pereira *et al.* (2019a) pesquisaram a construção do perfil sensorial para o café conilon fermentado, onde avaliaram diferentes processos e tempos de fermentação e também concluíram, em uma de suas análises, que há uma relação linear significativa entre a nota global do produto e o tempo de fermentação, o que, segundo os autores, traz uma confirmação das avaliações sensoriais quanto às fermentações, indicando que o tempo pode ser fundamental para otimizar a curva de qualidade do café conilon.

Da mesma forma, Lacerda *et al.* (2020) estudaram o efeito da fermentação em café arábica, concluindo que a fermentação promoveu, no tempo de 72 horas, as notas mais altas em todas as características sensoriais avaliadas (aroma, sabor, finalização, acidez, corpo e balanço), com o produto atingindo a nota média final de 88,69, valor superior ao encontrado no presente estudo (86,1), o que pode ser justificado pela variedade de café utilizada e pelo tipo de torra. Porém, evidencia-se a relação positiva entre o tempo de fermentação e a qualidade da bebida.

Segundo Pereira *et al.* (2019) a fermentação permite a obtenção do aumento da formação de descritores sensoriais considerados mais intensos, de aromas especiais e de novos sabores, sendo responsável ainda por notas sensoriais mais doces, podendo essa ser a explicação para as maiores pontuações dos cafés submetidos a processos fermentativos mais longos. No entanto, Silva (2012) e Caliman (2022) destacam que, quando prolongada por muito tempo, pode haver

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

uma formação maior de ácidos orgânicos, a exemplo do ácido acético, láctico e propiônico, resultando na redução da qualidade do produto, visto que a formação excessiva desses compostos pode interferir na percepção de outros atributos do café.

Sob essa mesma ótica, Lopes *et al.*(2023) também avaliaram diferentes tempos de fermentação e, em oposição ao encontrado no presente estudo, os autores verificaram que os tempos de 72 e 96 horas não proporcionaram melhores pontuações à bebida. Porém, foi observado que na descrição dos perfis sensoriais, esses tempos provocaram mudanças nas propriedades da bebida, fato esse que valida o uso da fermentação, visto que os perfis sensoriais são relacionados à nota final do produto. Para o tempo de 72 horas os autores descreveram a bebida do café avaliado como sendo de “Aroma e sabor de frutas cítricas, mexerica, laranja, mel, caramelo, baunilha, notas adocicadas. Acidez cítrica média, corpo médio e aveludado. Finalização media-longa, persistente e doce” (Lopes *et al.*, 2023, p. 39).

Sendo assim, estudos químicos, físico-químicos e microbiológicos são fundamentais para que se tenha um maior entendimento do comportamento sensorial das variedades do café em função dos diferentes tempos de fermentação, contribuindo, dessa maneira, para a produção de uma bebida com maior qualidade e aceitabilidade no mercado.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que o tempo de fermentação influenciou de forma positiva na qualidade da bebida do café, sendo que, quando submetido a 72 horas de fermentação o café apresentou a maior nota (86,1), considerando os atributos sensoriais avaliados.

REFERÊNCIAS

ABSELL, C.D. The rise of coffee in the Brazilian south-east: tariffs and foreign market potential, 1827-40. **The Economic History Review**, p. 1-27, 2020.

BARBOSA, J.N. *et al.* Coffee quality and its interactions with environmental factors in Minas Gerais, Brazil. **Journal of Agricultura Science**, v. 4, n.5, 2012.

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

BORÉM, F.M. *et al.* Coffee sensory quality study based on spation distribution in the Mantiqueira mountain region of Brazil. **Journal of Sensory Studies**, p. e12552, 2019.

CALIMAN, A.D.C. **Variabilidade sensorial do café arábica em função do tempo de fermentação**. 35p. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Instituto Federal do Espírito Santo, Nova do Imigrante. 2022.

CAMARGO, M.B.P. The impact of climatic variability and climate change on arabic coffee crop in Brazil. **Bragantia**, v. 69, p.239–247, 2010.

CARDOSO, W.S. *et al.* **Biochemical aspects of coffee fermentation**. In: L. Louzada Pereira, T. Rizzo Moreira (eds.), *Quality Determinants in Coffee Production*, Food Engineering Series, p. 149-208, 2021.

CELESTINO, S.M.C.; VEIGA, A.D. **Caracterização físico-química e produtividade de grãos de cafeeiros do Banco de Germoplasma da Embrapa Cerrados**. 32p. Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2019.

CAUME, D. J. Agricultura familiar e agronegócio: falsas antinomias. **REDES**, v. 14, não. 1, pág. 26 - 44, 2009.

CHALFOUN, S.M.; FERNANDES, A.P. Efeitos da Fermentação na qualidade da bebida do Café. **Visão Agrícola**, n.12, p. 105-108, 2013.

CONAB - Companhia Nacional De Abastecimento. **Atual estimativa traz produção de café em 58,81 milhões de sacas na safra de 2024**. 2024.

CORBES, C.; SILVA, L.F.R.G. **Café fermentado: revisão**. 44p. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Marília. 2021.

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

DE BRUYN, F. *et al.* Exploring the impacts of postharvest processing on the microbiota and metabolite profiles during green coffee bean production. **Applied and Environmental Microbiology**, v.83, n.1, 2017.

DRUMOND NETO, A.P. **Qualidade física e sensorial de grãos de Coffea canephora Pierre Ex. Froehner de diferentes ambientes**. 2017. 77 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) –Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

EVAGELISTA, S.R. *et al.* Improvement of coffee beverage quality by using selected yeasts strains during the fermentation in dry process. **Food Research International**, v.61, p.183–195, 2014.

FAVARIN, J.L. *et al.* Qualidade da bebida de café de frutos cereja submetidos a diferentes manejos pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.2, p.187-192, 2004.

FERREIRA, W.P.M. *et al.* Boas práticas agrícolas aplicadas à lavoura cafeeira para o estado de Minas Gerais. **Embrapa Café**, n.1, 2022.

FIGUEIREDO, M.G.; ALVES, C.C. Análise de preços do café no mercado internacional. **Revista de Política Agrícola**, n.1, p. 55-69, 2022.

FILETE, C.A. *et al.* Fermentação anaeróbica no café arábica e seu impacto no perfil sensorial. **IFES Ciência**, v. 6, n.2, p. 112-123, 2020.

GUIMARÃES, A.F.; SOUZA, J.P.; SCHIAVI, S.M.A. Atributo de qualidade e mecanismos de mensuração no subsistema de cafés especiais no Brasil: uma revisão de literatura. **Revista GEPROS**, v.15, n.2, p. 227-252, 2020.

HAILE, M.; KANG, W.H. The role of microbes in coffee fermentation and their impact on coffee quality. **Journal of Food Quality**, 2019.

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

HAMEED, A. *et al.* Farm to consumer: Factors affecting the organoleptic characteristics of coffee. II: Postharvest Processing Factors. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n.5, p. 1184–1237, 2018.

JUNIOR, P.P *et al.* **Soil Microorganisms and quality of the coffee beverage**. In: L. Louzada Pereira, T. Rizzo Moreira (eds.), *Quality Determinants in Coffee Production*, Food Engineering Series, p. 101-148, 2021.

LACERDA, J.M.B. *et al.* Efeito da fermentação natural em café arábica. **IFES Ciência**, v.6, n.3, p. 99-111, 2020.

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

LOPES, P.S.F.; MATA, S.F.; RIBEIRO, K.D. Qualidade da bebida do café sob diferentes tempos de fermentação induzida. **Revista de Ciências Agroambientais**, v.20, n.1, 2023. DOI: 10.30681/rcaa.v21i1.11170.7

LOPES JUNIOR, H. *et al.* Qualidade do café torrado e moído comercializado em feiras livres no estado de Rondônia. **Research, Society and Development**, v. 11, n.10, o. e71111032382, 2022.

LUDLOW, C.L. *et al.* Independent origins of yeast associated with coffee and cacao fermentation. **Current Biology**, v.26, n.7, p.965–971. 2016.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sumário Executivo Café**. 2023. Disponível em: . Acesso em: 15 de março de 2024.

MARTINEZ, H.E.P. *et al.* Nutrição mineral do cafeeiro e qualidade da bebida. **Revista Ceres**, v.61, n. suppl., p. 838-848, 2014. <https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000009>

MARTINEZ, H.E.P. *et al.* Zinc supplementation, production and quality of coffee beans. **Revista Ceres**, v. 60, p. 293-299, 2013.

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

MATIELLO, J. B. *et al.* **Processamento ou preparo pós colheita.** In: Cultura do café no Brasil. Varginha: Futurama, 2016.

MATIELLO, J.B. *et al.* **Cultura de café no Brasil: Manual de Recomendações.** Rio de Janeiro-Rje Varginha-MG: Gráfica Santo Antônio—Grasal. 2010.

MOREIRA, T.R. *et al.* **Global warming and the effects of climate change on coffee production.** In: L. Louzada Pereira, T. Rizzo Moreira (eds.), Quality Determinants in Coffee Production, Food Engineering Series, p. 65-101, 2021.

NICKAVA, A.C.; FERRAREZI JUNIOR, E. História e consumo do café no Brasil e no mundo. **Interface Tecnológica**, v. 19, n.2, 2022.

PEREIRA, L.L. *et al.* **Relationship between coffee processing and fermentation.** In: L. Louzada Pereira, T. Rizzo Moreira (eds.), Quality Determinants in Coffee Production, Food Engineering Series, p. 255-302, 2021.

PEREIRA, L.L. *et al.* Sensory profile of fermented Arabica coffee in the perception of American cupping tasters. **Agricultural Sciences**, v.10, n.03, p.321–329, 2019.

PEREIRA, L. L. e t al. Construção de perfil sensorial para o café conilon Fermentado. **Ifes Ciência**, v.5, n.2, p. 242-246, 2019.

PIMENTEL, C.V.; ANDRADE, P.P. Grãos de café submetidos a diferentes tempos de fermentação a seco e sob água. **Revista Agroveterinária do Sul de Minas**, v.

PUERTA, Q. G. I. Factores, procesos y controles en la fermentación del café. **Cenicafé**, Chinchiná, 2012. 12 p. (Avances Técnicos No. 422).

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Café: cafés especiais.** Brasília. p. 104, 2017

SORAES, Oliveira Sodré Yan; DELÚ, Nelson Filho. Efeitos do tempo de fermentação na qualidade da bebida do café.

SILVA, C.F. *et al.* Evaluation of a potential starter culture for enhance quality of coffee fermentation. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, [S.l.], v. 29, n. 2, p. 235-247, 2012.

SILVA, C.F. *et al.* Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (*Coffea arabica*) fermentation. **Food Microbiology Journal**, v. 25, p. 951-957, 2008.

SIVETZ, M.; DESROSIER, N.W. Physical and chemical aspects of coffee. **Coffee Technology**, Westpor, p. 527-575, 1979.

SOUZA, A.S. **Fermentação do café em diferentes tempos e processos**. 40p. 2021. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2021.

STRICKLER, S.R.; MATHIEU, G. Differential regulation of caffeine metabolism in *Coffea arabica* (Arabica) and *Coffea canephora* (Robusta). **Planta**, v.241, n.1, p. 179–191, 2015.

TRISTÃO, F.A. *et al.* Influência da fermentação induzida na qualidade final da bebida do café arábica. Brejetuba/ES, 2018