



GRÃOS DE CAFÉ SUBMETIDOS A DIFERENTES TEMPOS DE FERMENTAÇÃO A SECO E SOB ÁGUA

Coffee beans submitted to different dry and under water fermentation times

Cláudio Vinícius Pimentel¹
Polyana Placedino Andrade²

Resumo: A fermentação de café controlada de forma seca e com água é relacionada com a ação de microrganismos que consomem os açúcares e a mucilagem. Os diferentes processos de fermentação podem induzir a diferentes qualidades de bebidas. Dessa forma, avaliou-se a bebida do grão de café a partir dos tratamentos que foram a combinação de quatro tipos de fermentação, sendo a fermentação seca com recipiente aberto; seca com recipiente fechado; sob água com recipiente aberto e sob água com recipiente fechado, com quatro tempos de fermentação de 0; 24; 48 e 72 horas. O delineamento experimental utilizado foi o DIC com cinco repetições, em esquema fatorial 4x4 e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Houve significância para a interação entre as fermentações e os diferentes tempos as quais elas foram submetidas. A fermentação seca com recipiente aberto no tempo de 72 horas apresenta-se como o melhor tipo de fermentação. No tempo de 48 horas, as fermentações com água foram melhores e no tempo de 72 horas as fermentações a seco foram melhores.

Palavras-chave: Microrganismos 1; Oxigênio 2; Teor de Brix 3; pH 4; Temperatura 5.

Abstract: The coffee fermentation, controlled dry and with water, is related to the action of microorganisms that consume sugars and mucilage. Different fermentation processes can induce different beverage qualities. In this way, the coffee bean beverage was evaluated from the treatments that were the combination of four types of fermentation: being the dry fermentation with an open container, dry with closed container, under water with an open container and under water with a closed container, with four fermentation times: 0, 24, 48 and 72 hours. The experimental design used was the DIC with five replications, in a 4x4 factorial scheme and the means were compared by the Tukey test at a 5% significance level. There was significance for the interaction between the fermentations and the different times to which they were submitted. Dry fermentation with an open container for 72 hours is the best type of

¹Graduação em Engenharia Agrônômica, UNIS - MG. claudioviniciuspimentel@gmail.com.

²Doutorado em Engenharia Agrônômica, UNIS - MG. polyana.andrade@unis.edu.br

fermentation. At the time of 48 hours, the fermentations with water were better and at the time of 72 hours, the dry fermentations were better.

Keywords: Microorganisms 1; Oxygen 2; Brix content 3; pH 4; Temperature 5.

1. Introdução

O cafeeiro é uma cultura de aspecto arbustivo de ciclo perene, pertencente à família das Rubiaceas. As espécies de valor e interesse econômico são o café arábica e café robusta. O café arábica apresenta uma qualidade de bebida superior, e tem um maior valor, atingindo preços mais elevados aos do robusta. Tem origem das regiões de alta altitude da Etiópia, e nos dias de hoje, inúmeras variedades são cultivadas pelo mundo como o Catuai, Mundo Novo, Arara e Catuai.

É perceptível que os cafeicultores brasileiros tem um grande potencial e determinação na produção de cafés especiais. Em decorrência disso, os mesmos são estimulados a buscar técnicas que aperfeiçoam a qualidade do grão. Uma prática já aceita é a fermentação controlada de café, que quando bem preparada melhora significativamente a pontuação e as características físicas e sensoriais do café, atendendo diretamente aos desejos dos consumidores e produtores.

A princípio a fermentação era utilizada para remoção da camada externa do grão de café, chamada de mucilagem, tornando o grão propício a uma secagem mais rápida e eficiente, influenciando de forma indireta na qualidade da bebida. Porém essa técnica veio se aperfeiçoando, e a ação dos microrganismos que consomem os açúcares e a mucilagem, possibilita a produção de ácidos que incrementam uma característica diferencial no grão de café.

Os microrganismos que agem no processo da fermentação de café são de diversos tipos, aqueles que operam em ambiente com oxigênio, sem o oxigênio, com água e sem água. A fermentação seca e sob água é realizada em diversos locais, como tanques, sacos plásticos e tambores, em contato com o oxigênio ou não. Em ambos os processos, podem ser sujeitos a diferentes tempos de fermentação, que induzirá diferentes qualidades de bebidas dependendo da temperatura e clima da região.

A fermentação de café quando feita de maneira certa, traz diversos benefícios ao cafeicultor, como alta qualidade dos grãos, que permite que a saca tenha preço mais alto; opção para o produtor de produção de cafés premiados; os custos da fermentação são baixos, e garante um aumento significativo na rentabilidade do negócio. Assim, quando a fermentação é feita com ou sem água e com tempo de fermentação controlada, proporcionará um grão com

qualidade superior, capaz de produzir bebidas com aromas e sabores especiais, que agregam valor e consistência a qualidade do produto, com características sensoriais satisfatórias superando até mesmo as condições climáticas.

O grão de café quando aplicado ao processo de fermentação controlada por fungos e bactérias, apresentam melhorias na qualidade da bebida. Os microrganismos que agem no processo fermentativo do café atuam em ambiente com e sem água, dando ao processo o nome de fermentação seca e sob água. A fermentação seca e sob água é feita em diferentes locais, como tanques, sacos plásticos e tambores, estando em contato ou não com o oxigênio.

Dessa forma, o tempo de fermentação tem sido um aliado na procura de uma melhor qualidade do grão de café, já que no processo existem fungos específicos que se deixados em um ambiente de tempo controlado, podem melhorar significativamente a qualidade, principalmente daqueles grãos que não chegaram ao seu “auge” por conta de quaisquer problemas durante todo o processo, proporcionando grãos que darão características sensoriais notórias à bebida.

Assim, quando a fermentação é realizada de forma seca ou com água, com tempo de fermentação controlada, proporcionará um grão de melhor qualidade, capaz de produzir bebidas com aromas e sabores especiais, que agregam valor e qualidade no produto. As características muitas das vezes são melhores que cafés produzidos em alta altitude e com condições climáticas favoráveis. Dessa forma objetivou-se avaliar a bebida do grão de café, submetido ao processo de fermentação seca e sob água em tempos de fermentação de 0; 24; 48 e 72 horas.

2. Referencial Teórico

2.1.Cultura do Café

O café é a principal commodity produzida em Minas Gerais (PINTO, 2020). A cafeicultura é muito importante na geração de emprego, e é um meio de vida, gerando renda para milhares de agricultores, sendo estes, pequenos, médios ou grandes (MESQUITA et al, 2016).

O café pertence a família das Rubiaceas, é uma planta de característica perene, aspecto arbustivo ou arbóreo de ciclo bienal de produção, possui caule lenhoso, lignificado e quase cilíndrico. Os ramos verticais conhecidos como tronco, em termos técnicos são chamados ortotrópicos. Os ramos laterais, que produzem os frutos são chamados de plagiotrópicos. Os demais caules ortotrópicos que nascem no caule da planta são chamados de brotos ou ladrões.

Sua parte comercial são os frutos, que depois de preparado e beneficiado, será destinado a diferentes processos de industrialização (MATIELLO et al, 2010).

As espécies de café cultivadas em grande escala são o *Coffea arábica* (café arábica) e o *Coffea canephora* (café robusta) (MATIELLO et al, 2010). O café arábica possui bebida de maior qualidade, e tem valor superior quando comparado aos do robusta, que apresentam bebidas inferiores, sendo utilizado geralmente em misturas com café arábica chamados de “blends”.

O café arábica tem origem das regiões de alta altitude da Etiópia. Nos dias de hoje, diversas cultivares de café são cultivadas em vários países, como o Catuaí, Mundo Novo, Arara e Catucaí. A cultura é exigente em clima, altitude, temperatura, água e se desenvolve preferencialmente em solos férteis, sendo essencial a disponibilidade de macro e micro nutrientes como o nitrogênio, potássio, boro, cobre e zinco (SANTOS, 2019).

2.2. Cafeicultura no Brasil

As primeiras plantações de café no Brasil foram no ano de 1727 no estado do Pará, com as sementes e mudas originada da Guiana Francesa. Em seguida o café foi plantado no Maranhão e depois se estendendo para os demais estados (MATIELLO et al, 2010).

De acordo com Guimarães, Mendes e Baliiza (2010), a cafeicultura apresentava características semelhantes a dos dias de hoje, como o caso da expansão, em que ocorrem fases de aumento de plantio e produção; e a retração, que ocasiona abandono de lavouras e redução de produtividade.

A produção nacional de café teve uma grande evolução desde as primeiras lavouras implantadas, nos anos de 1961 a 1970 o Brasil obteve uma média de 22,9 milhões de sacas anuais. Já de 2001 a 2010 o Brasil atingiu a média de 39 milhões de sacas anuais (REIS; CUNHA, 2010). Matiello (2010) ressalta que o aumento significativo dessa produtividade foi justamente por conta novos plantios e novas tecnologias implantadas nas lavouras como espaçamento; novas cultivares, melhorias nos tratamentos culturais e entre outros.

Atualmente, as áreas cafeeiras no Brasil se concentram no sudeste do país, sendo os estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia; e estados com uma menor produção como Mato Grosso, Rio de Janeiro, Goiás, Pernambuco, Pará, Acre e Ceará (RESENDE et al, 2016).

Nos anos de 1970 e 1980 as principais cultivares de café arábica cultivados no Brasil eram o Catuaí e o Mundo Novo, dominando 90% da área plantada. Atualmente, diversas cultivares tem sido desenvolvidas por instituições como a Fundação Procafé, IAC (Instituto

Agrônomo de Campinas) e Epamig (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais). As cultivares Catuaí e Mundo Novo, ainda são cultivados por todo o Brasil, porém vem crescendo áreas plantadas com novas cultivares como Arara, Catucaí Amarelo 2SL e Acauã, oriundos de tecnologias que proporcionam diversos benefícios como, melhor qualidade do grão, maior produtividade, melhor tolerância e resistência ao ataque de insetos e patógenos (MATIELLO et al. 2010).

2.3. Fermentação controlada de café

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 (MARQUES, 2019).

O processo fermentativo do café é influenciado por diferentes processos bioquímicos, onde as enzimas produzidas por leveduras e bactérias que estão presente de forma natural na mucilagem do fruto, fermentam e degradam açúcares, lipídios, proteínas e ácidos, e os convertem em alcoóis, ácidos, ésteres e cetonas. Estas substâncias formadas proporcionam as características sensoriais que melhoram a qualidade dos grãos (TONON, 2017).

Os compostos fenólicos como ácidos clorogênico e caféico, desempenham uma ação protetora do fruto. Quando ocorre algum problema na colheita, no processamento e armazenamento, diminui-se a ação protetora dos aldeídos facilitando a fermentação indesejável (CARVALHO JUNIOR et al, 2000). Por conta desse fator, podem ocorrer diversos tipos de reações no grão de café, seja ela de natureza positiva como as fermentações benéficas, ou negativas, que são as fermentações indesejadas, proporcionando à boa ou má qualidade na bebida (MAZZILLI, 2018).

Segundo Rodrigues et al (2017), o processo fermentativo de café pode ser benéfico principalmente para as lavouras situadas em locais privilegiados com bom arejamento, umidade relativa do ar ideal e altas altitudes. 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 (RESENDE et al, 2016).

2.3.1. Fermentação seca de café

A fermentação seca do café ocorre na ausência de água. Neste processo, o fruto de café é deixado em tanques, bombonas ou sacos plásticos com o recipiente aberto ou fechado. A prática consiste no consumo da mucilagem do fruto pelos microrganismos (TRAVELER, 2014).

Segundo Muinhos (2019), os métodos úmidos e secos aeróbicos são imprevisíveis e difíceis de controlar, pois são dependentes das condições climáticas. Esta técnica tem o objetivo de manter os açúcares que serão consumidos pelos microrganismos. A fermentação sem água é realizada em recipientes abertos ou fechados, chamada de fermentação seca.

É importante avaliar o tempo e a temperatura do processo, para obter um maior controle dos microrganismos, fazendo com que os mesmos comecem a atuar e atingir as características desejadas (MAZZILLI, 2018).

A fermentação de café em sistema seco pode apresentar resultados satisfatórios na qualidade da bebida (RODRIGUES, ALMEIDA E CUNHA, 2018). Mazzilli (2018), ressalta que é importante monitorar diferentes fatores como o pH e temperatura, que influenciará de maneira significativa na viabilidade do processo.

2.3.2. Fermentação de café sob água

Os processos feitos com recipiente fechado são mais fáceis de controlar. Deve ser feito o monitoramento da temperatura, pH e entre outros parâmetros, através disso será possível a produção de resultados mais homogêneos (MUIINHOS, 2019).

A fermentação sob água consiste na colocação do fruto do café natural ou cereja descascado em tanques, sacos plásticos ou bombonas fechadas ou abertas com a presença de água. Em algumas situações em recipiente fechado, deve se utilizar válvulas de liberação do CO₂ produzido durante o processo da fermentação, para aliviar a pressão de dentro dos recipientes (CHALFOUN; FERNADES, 2013).

A fermentação úmida de café é um processo ocasional, e por conta disso é necessário muitas das vezes um maior monitoramento da temperatura do processo fermentativo, pH e tempo (LIMA, 2008). Na produção de cerveja o mosto é submetido ao processo de fervura, ate atingir 100°C. Isso faz com que os microrganismos naturais presentes no mosto sejam eliminados, podendo ser acrescentado leveduras específicas e tornando o processo mais controlado. No caso do café, ainda é necessário experimentos que eliminem esses microrganismos naturais (MUIINHOS, 2019).

Na fermentação de café com água geralmente é utilizado 70% de café natural ou cereja descascado, mais 30% de água, devendo se completar o recipiente totalmente para cobrir todos os frutos. Já na fermentação com recipiente fechado o café é colocado em recipientes totalmente fechados, reduzindo assim o contato com oxigênio (RODRIGUES et al, 2017).

Um teor limitado de açúcar, água, temperatura e ausência de oxigênio, são fundamentais para se iniciar uma boa fermentação de café. De acordo com Traveler (2014), grãos de café colhidos com um grau mais elevado de Brix (% de sólidos solúveis totais), resultarão em uma fermentação mais eficaz.

2.3.3. Diferentes tempos de fermentação

Outro fator importante da fermentação é o monitoramento do tempo em que o fruto será submetido ao processo. Estudos demonstram que lugares, climas e temperatura distintos, influenciam de diversas maneiras na viabilidade da técnica.

De acordo com Muinhos (2019), o tempo de fermentação pode variar em diferentes condições e locais, mas estudos científicos apresentaram fermentações positivas médias próximas de 12 a 48 horas e temperatura ambiente de aproximadamente 25°C. Para temperaturas mais altas o tempo de fermentação é reduzido

Segundo Carvalho Junior et al (2000) quanto maior o tempo de fermentação, menor será a atividade da enzima polifenoloxidase, que tem influência na qualidade final da bebida do café.

Em um estudo realizado por Tristão et al (2018), o tempo de fermentação maiores que 24 horas compromete a qualidade da bebida, proporcionando bebidas boas ou ruins de acordo com os tratamentos que foram aplicados.

2.4. Qualidade da bebida do grão de café

Para se ter uma qualidade da bebida do café considerada boa, é necessário estar atento a diversos fatores como um bom preparo desde a colheita até a secagem, armazenamento e até mesmo os tratos culturais da lavoura para a produção de café. As características de aspecto e bebida são manifestadas na qualidade do fruto podendo ser genético, ambiental, nutricional, manejo da lavoura, colheita e preparo (RESENDE et al, 2016).

São diversas práticas adotadas para se obter uma boa qualidade de bebida. A arruação ou limpeza das linhas de café antes da colheita evitará que frutos de café fiquem no chão, consequentemente evitará a infestação de broca no ano seguinte. Cuidados com as instalações

também é outro fator importante. A restauração do terreiro deve ser feita se necessário, pois terreiros danificados ocasionam acúmulo de umidade em alguns pontos do terreiro que fará com que a seca do fruto fique desuniforme (BORÉM, 2007).

De acordo com Chalfoun e Fernandes (2013), o ponto certo da colheita é importante, pois na colheita do fruto com uma porcentagem ideal de maturação, a bebida será melhor, podendo atingir o ponto máximo de sua qualidade. O planejamento mais preciso da colheita é essencial para que se colham os frutos no momento certo, evitando o excesso de frutos verdes por conta da colheita precoce, ou de frutos que já entraram no processo de secagem por conta da colheita tardia (RESENDE et al, 2016).

É importante que o café seja totalmente limpo de folhas e galhos depois de colhido. Esses resíduos prejudicam a secagem do café, fazendo com que ocorram fermentações indesejadas (BORÉM, 2007). A seca deve ser feita de forma rigorosa seja em terreiros de concreto, terreiros suspensos, ou secadores, evitando que a temperatura de secagem ultrapasse 40° C, pois altas temperaturas acarretam na perda de qualidade e aspecto do grão (RESENDE et al, 2016).

Alguns locais são beneficiados pela altitude, segundo Mazzilli (2018), locais altos e com clima agradável proporcionaram ganhos na pontuação de bebida do café. A fermentação controlada é outra técnica que os produtores estão buscando para melhorar a qualidade da bebida e conseqüentemente adquirir um maior lucro. Isso se mostra possível na pesquisa de Carvalho Junior (2000), que atingiu melhores bebidas à medida que foi se aumentando o período de fermentação.

3. Metodologia

A pesquisa foi realizada no sítio São Bartolomeu situado na região Mantiqueira de Minas na face mineira da Serra da Mantiqueira, em Lambari no sul do estado de Minas Gerais, a 22°03'45.3" de latitude sul e 45°22'06.7" de longitude Oeste, com altitude de aproximadamente 1.200 metros, clima subtropical úmido (Cwa), temperatura média anual de 19.8 °C, e média anual de pluviosidade de 1437 mm (MERKEL, 2012).

O delineamento experimental utilizado foi o DIC (delineamento inteiramente casualizado) com cinco repetições, sendo os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4x4. Os tratamentos foram a combinação de quatro tipos de fermentação, sendo a fermentação seca com recipiente aberto; seca com recipiente fechado; sob água com recipiente aberto e sob água com recipiente fechado, com quatro tempos de fermentação de 0; 24; 48 e 72 horas. O

experimento teve um total de 80 parcelas e cada parcela foi composta por 30 litros de café em saco plástico denominado Pantera Grain Big Safra.

A cultivar de café utilizada no experimento foi o Catuaí Vermelho cv 144, em uma lavoura de 16 anos, com espaçamento de 3 metros entre linhas e 1 metro entre covas. A pesquisa foi realizada no mês de setembro de 2020, onde o café foi colhido manualmente com aproximadamente 3% dos frutos verdes, sobre pano, em um mesmo talhão. Depois de colhido, o café foi levado no mesmo dia para a sede do sítio, onde foi lavado para retirada dos frutos secos e assim preparado o processo de fermentação com o café natural sem a despolpa.

A fermentação foi feita então no saco plástico Pantera Grain Big Safra, onde foram colocados 30 litros de café em cada saco. A fermentação sob água com recipiente aberto foi feita com 30 litros de café mais 30% de água, e o saco mantido aberto. A fermentação sob água com recipiente fechado foi feita com 30 litros de café, mais 30% de água com o saco mantido fechado. A fermentação seca com recipiente aberto foi feita com 30 litros de café, sem água e o saco mantido aberto. A fermentação seca com recipiente fechado foi feita com 30 litros de café, sem água e o saco mantido fechado. Em todos os tratamentos foram deixados em um período de tempo de 0 hora (testemunha); 24 horas; 48 horas e 72 horas (MAZZILLI, 2018).

O local de armazenamento das parcelas foi em um galpão fechado com temperatura ambiente média de 15°C, isolado de luz solar. Para um maior controle da fermentação, foi monitorado a temperatura, pH e teor de Brix em 0, 24, 48 e 72 horas (MAZZILLI, 2018). A temperatura foi monitorada através de um termômetro digital, na etapa de início, durante e o fim do processo. O pH foi medido por meio de um peagâmetro digital na etapa de início, durante e fim do processo. O grau de Brix foi determinado por um refratômetro no início durante e fim do processo.

À medida que as parcelas foram atingindo o período de fermentação, as mesmas foram levadas para a secagem em secador estático com temperatura máxima de aproximadamente 30 °C. Quando os micro lotes de café atingiram de 11,5 a 12% de umidade, os mesmos passaram por um tempo de repouso de 15 dias. Assim que o período de descanso foi atingindo, os micro lotes foram beneficiados na máquina de beneficiamento Graciano modelo 80 arrobas/hora. Depois de processado, o café foi acondicionado em amostras identificadas, e as mesmas foram direcionados para o laboratório de classificação e degustação da empresa Cafebras em Varginha - MG.

A Classificação da bebida ou também chamada de prova de xícara e acidez sensorial foi realizada pelo degustador André Luis Pereira Brito, que desconhecia a procedência das

amostras. O procedimento de classificação foi segundo a Associação dos Cafés Especiais (Specialty Coffee Association – SCA), onde correu a degustação de 5 xícaras da infusão, por repetição. A infusão foi preparada a partir de 8,5 gramas de café moído, para 150 mL de água, a qual foi colocada sobre o pó de café, quando atingiu o ponto de aproximadamente 93°C. A partir daí foi feita a avaliação sensorial observando os aspectos de fragrância e aroma, sabor, finalização, acidez, corpo, equilíbrio, doçura, uniformidade, ausência de defeitos e então estabelecida uma pontuação que é o resultado final em uma tabela de 0 a 100 a partir da prova da xícara e na avaliação de qualidade. A classificação é feita de acordo com a pontuação obtida sendo, 85 pontos ou mais – bebida estritamente mole – cafés especiais; 80 a 84 pontos – bebida mole – cafés especiais; 75 a 79 pontos – bebida apenas mole – cafés comerciais finos e 71 a 75 pontos – bebida dura limpa – cafés comerciais (SCAA, 2008).

Depois de classificado e provado os dados obtidos de pontuação foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância utilizando-se o software Sisvar® (FERREIRA, 2011).

4. Resultados e análises

Ao realizar a Análise de Variância, houve significância para a interação entre as fermentações (fermentação seca com recipiente fechado, fermentação seca com recipiente aberto, fermentação sob água com recipiente aberto e fermentação sob água com recipiente fechado) e os diferentes tempos (de 0; 24; 48 e 72 horas) as quais elas foram submetidas.

Tabela 1: Análise de variância (ANAVA) para fermentação seca com recipiente fechado, fermentação seca com recipiente aberto, fermentação sob água com recipiente aberto e fermentação sob água com recipiente fechado e diferentes tempos de 0; 24; 48 e 72 horas.

FV	GL	Pr>Fc (0 Hora)	Pr>Fc (24 Horas)	Pr>Fc (48 Horas)	Pr>Fc (72 Horas)
Fermentação	3	0.6535 ns	0.0000**	0.0000**	0.0000**
Erro	64				
Total	79				
CV (%) =	0.71				
Média geral:	82.12				

*; significativo a 1%; **; significativo a 5% e ns; não significativo

Para melhor visualização dos dados, são listados na Tabela 2 os valores médios obtidos nas diferentes interações avaliadas.

Tabela 2 - Pontuação de bebida para as fermentações submetidas aos tempos.

Fermentação	Tempo (horas)				Médias
	0	24	48	72	
Seca com recipiente fechado	80,6	80,4	82,8	84,0	81,9
Seca com recipiente aberto	80,2	82,8	82,0	85,8	82,7
Sob água com recipiente aberto	80,6	82,0	84,0	83,2	82,4
Sob água com recipiente fechado	80,4	80,6	83,8	80,8	81,4
Médias	80,4	81,4	83,1	83,4	82,1

No monitoramento do pH nas diferentes fermentações, foi observado que não houve oscilação desse fator. Porém, ao analisarmos o tempo total das diferentes fermentações, observou-se que o valor do pH foi decrescendo a medida que o tempo de fermentação foi aumentando, se portando inversamente a isso (Figura 1). Segundo Muinhos (2019) a fermentação é um processo onde os açúcares como a glicose, frutose e sacarose são convertidos em energia celular para os organismos utilizarem a glicose para produção da energia necessária para seus processos metabólicos, que em consequência produzirá substancias ácidas, fazendo com que o pH fique mais ácido e portanto decresça.

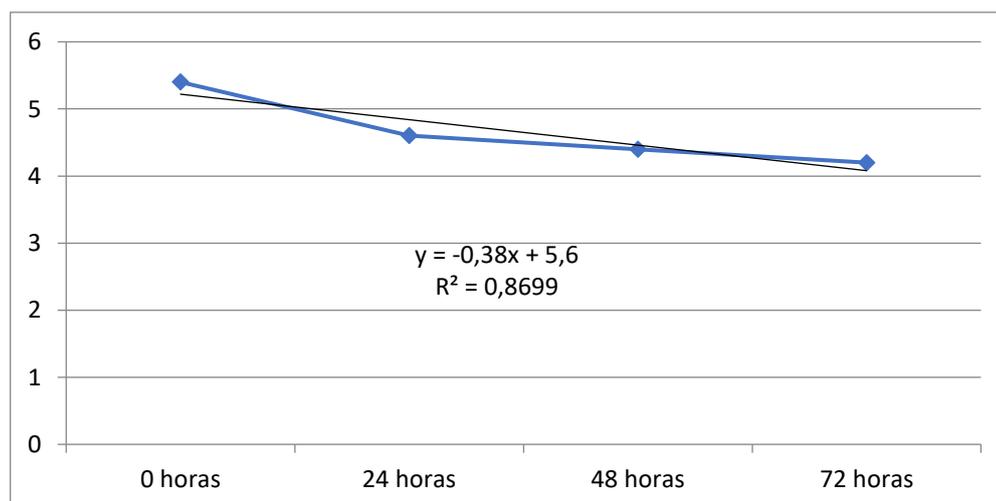


Figura 1: Média de pH obtido em relação ao tempo total das diferentes fermentações (fermentação seca com recipiente fechado, fermentação seca com recipiente aberto, fermentação sob água com recipiente aberto e fermentação sob água com recipiente fechado).

Analisando-se o desdobramento da interação, das diferentes fermentações, dentro dos diferentes tempos, para o tempo de 0 hora não houve diferença entre as fermentações, sendo que nesse tempo, a bebida obteve uma média de 80,5 pontos. Essa bebida representa então a pontuação que o café teria caso fosse colhido e processado de forma natural, sem nenhuma fermentação, já que o tratamento de 0 hora representa a testemunha.

Nas fermentações com recipientes aberto (Tabela 3), houveram diferenças para essa fermentação com água e sem água para o tempo de 24 horas, atingindo a pontuação de 82,8 e 82,0 pontos respectivamente. As demais fermentações com recipiente fechado, com e sem água, obtiveram pontuação semelhante à testemunha. Em um estudo feito por Silvestre et al. (2019), onde foi feita a fermentação de café no tempo de 24 e 48 horas, o tratamento de 24 horas obteve uma boa qualidade de bebida para a fermentação submetida ao processo aeróbico. De acordo com os autores, os microorganismos que induziram a fermentação vieram da própria lavoura de café, que no processamento de 24 horas atuam melhor em ambientes com boa intensidade de oxigênio.

Tabela 3: Pontuação de bebida para as fermentações submetidas ao tempo de 24 horas.

Fermentação	Média de pontuação
Seca com recipiente aberto	82,8 a
Sob água com recipiente aberto	82,0 a
Sob água com recipiente fechado	80,6 b
Seca com recipiente fechado	80,4 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$).

Já as fermentações sob água foram as que se destacaram, com o recipiente aberto e fechado, para o tempo de 48 horas (Tabela 4). Essas fermentações sob água foram significativamente melhores que as fermentações secas, em recipiente aberto e fechado. Segundo Muinhos (2019), na fermentação com água é possível controlar a temperatura e pH afim de se obter melhores resultados. O tempo pode variar de acordo com as condições locais, mas estudos demonstram fermentações positivas próximas de 48h, como ocorreu com Tavares et al (2009). O autor ainda citou que a fermentação em água é viável em temperaturas próximas de 20° a 25°C. Durante o monitoramento da temperatura, isso pode ser observado (Figura 2), já que a fermentação em 48 horas manteve uma temperatura de 21°C. De acordo com Muinhos (2019) os métodos secos são os mais imprevisíveis e difíceis de controlar, uma vez que dependem de condições climáticas favoráveis e demais fatores.

Tabela 4: Pontuação de bebida para as fermentações submetidas ao tempo de 48 horas.

Fermentação	Média de pontuação
Sob água com recipiente aberto	84,0 a
Sob água com recipiente fechado	83,8 a
Seca com recipiente fechado	82,8 b
Seca com recipiente aberto	82,0 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$).

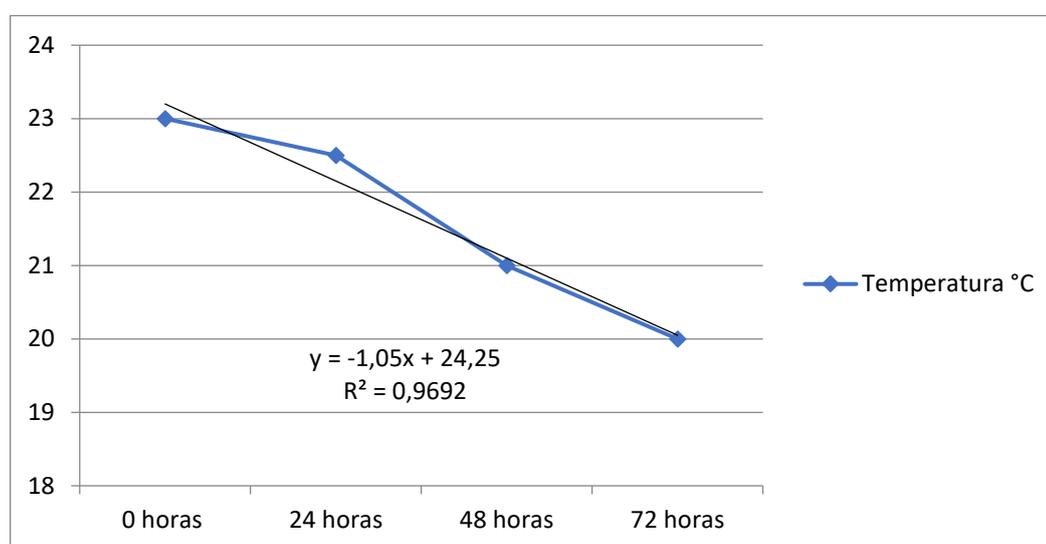


Figura 2: Média de temperatura obtida na fermentação seca com recipiente fechado, fermentação sob água com recipiente aberto e fermentação sob água com recipiente fechado.

No tempo de 72 horas (Tabela 5), a melhor média de pontuação da bebida foi atribuída para a fermentação seca com recipiente aberto, atingindo 85,8 pontos, a qual se destacou das demais. Como se pode observar na figura 3, a temperatura desse tratamento se manteve nas mesmas médias dos outros tratamentos até a fermentação de 24 horas. A partir das 48 horas a temperatura aumentou até chegar em 45°C nas 72 horas. Essa alta temperatura se deu por conta dos microrganismos que estavam presentes no processo, que atuam melhor em ambiente seco e com oxigênio, fazendo com que seu crescimento se dê de forma rápida (QUEZADA; VILLEGAS, 2020). Os autores ainda citam que esses microrganismos presentes na fermentação seca e com oxigênio podem gerar um impacto diferente no café, podendo melhorar o sabor frutado, sensação de corpo, qualidade final da xícara e notas sensoriais, atingindo boas pontuações.

Tabela 5: Pontuação de bebida para as fermentações submetidas ao tempo de 72 horas.

Fermentação	Média de pontuação
Seca com recipiente aberto	85,8 a
Seca com recipiente fechado	84,0 b
Sob água com recipiente aberto	83,2 b
Sob água com recipiente fechado	80,8 c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de tukey ($p \leq 0,05$).

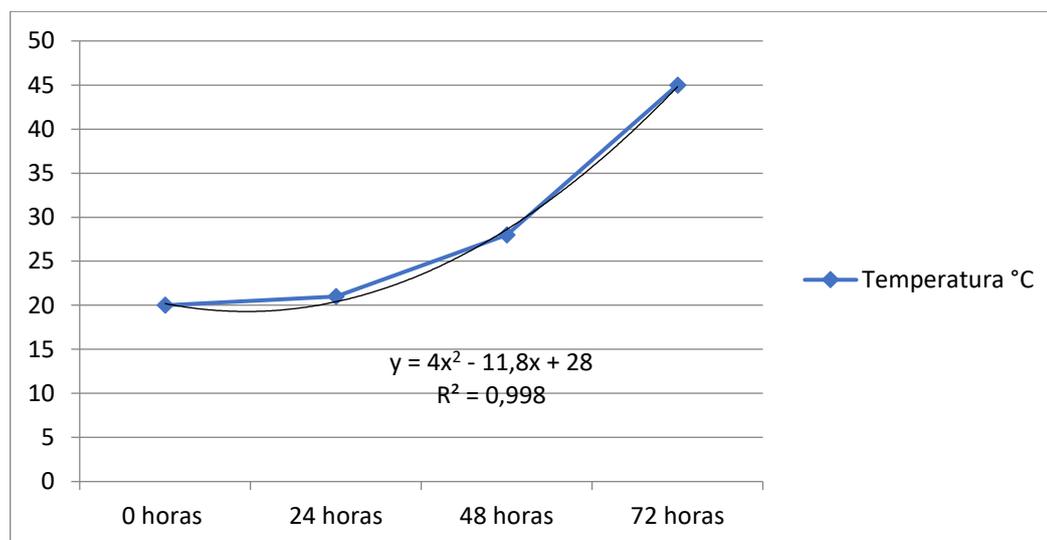


Figura 3: Média de temperatura obtida na fermentação seca com recipiente aberto.

Ainda no tempo de 72 horas, a fermentação seca com recipiente fechado e fermentação sob água com recipiente aberto foram estatisticamente iguais, e apresentaram pontuações superiores a fermentação sob água com recipiente fechado e inferiores em relação à fermentação seca com recipiente aberto. A fermentação seca com recipiente fechado não teve a mesma eficiência de fermentação com o recipiente aberto. Chalfoun e Fernandes (2013) explicam que as bactérias que estavam no processo não tiveram a mesma eficiência por conta da falta de oxigênio no recipiente fechado.

Ao monitorar os teores de brix (Figura 4), houve o mesmo comportamento para todas as fermentações estudadas, em que se observou que no tempo de 72 horas esses teores se encontraram mais elevados. Tristão et al. (2018), explicam que, a presença de determinados microrganismos aumentam o teor de brix no processo, mesmo que estes consumam o açúcares para a alimentação. Os autores ainda afirmam que os teores acentuados de brix atingem uma boa pontuação na avaliação sensorial, como ocorreu na fermentação seca com recipiente

fechado e sob água com recipiente aberto.

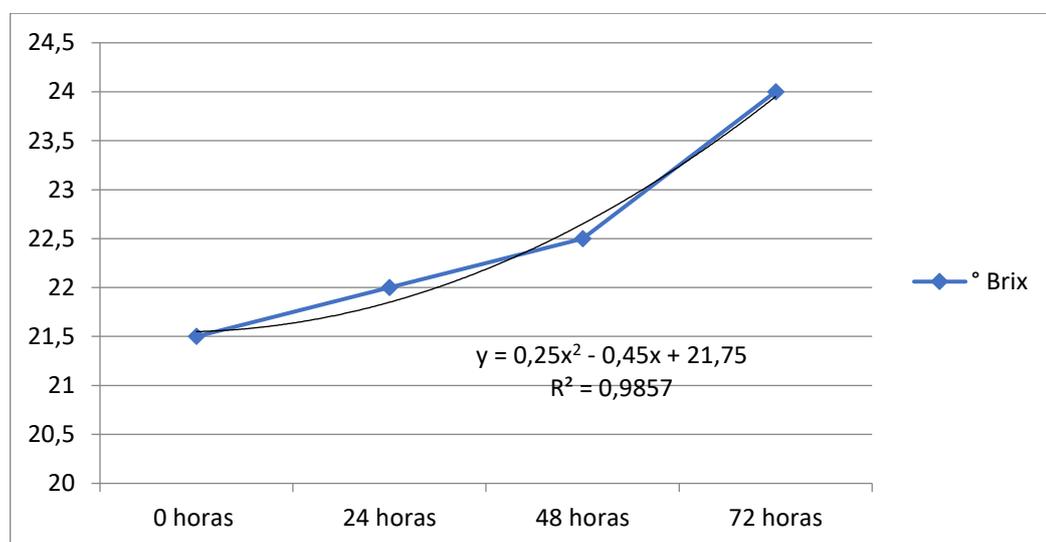


Figura 4: Média do teor de Brix obtido na fermentação seca com recipiente fechado, fermentação seca com recipiente aberto, fermentação sob água com recipiente aberto e fermentação sob água com recipiente fechado.

6. Considerações finais

Há significância para a interação entre as fermentações (fermentação seca com recipiente fechado, fermentação seca com recipiente aberto, fermentação sob água com recipiente aberto e fermentação sob água com recipiente fechado) e os diferentes tempos (de 0; 24; 48 e 72 horas) as quais elas foram submetidas.

A fermentação seca com recipiente aberto no tempo de 72 horas apresenta-se como o melhor tipo de fermentação.

No tempo de 48 horas, as fermentações com água foram melhores.

No tempo de 72 horas as fermentações a seco foram melhores.

7. Referências

BORÉM, F. M. **Pós colheita do café**. Lavras Mg: Ufla, 2007. p. 630.

CARVALHO JUNIOR, C. de et al. **Atividade da polifenoloxidase de grãos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tempos de fermentação**. Lavras Mg: UFLA, 2017.

CHALFOUN, S. M; FERNANDES, A. P. **Efeitos da fermentação na qualidade da bebida do café**. 2013. Curso de Visão Agrícola n.12, Esalq - Usp, Piracicaba - Sp, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computerstatisticalanalysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, MG: UFLA, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GUIMARAES, R.J.; MENDES, A.N.G.; BALIZA, D.P. **Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas**.Lavras, MG: UFLA, 2010. 215 p.

LIMA, M. V. et al. **Preparo do café despulpado, cereja descascado e natural na região sudoeste da Bahia**. Campos dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense., 2008.

MARQUES, J. **Café Fermentado Ganha Mais Espaço No Mercado**. 2019. Disponível em: <https://blog.strider.ag/cafe-fermentado-ganha-espaco-no-mercado/>. Acesso em: 04 mar. 2020.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. **Cultura de café no Brasil** – manual de recomendações.Varginha: MAPA/ PROCAFE, 2010. 546 p.

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

MERKEL, A. **Clima Lambari MG**. 2012. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/lambari-25010/>>. Acesso em: 03 fev. 2019.

MESQUITA, C. M. de; REZENDE, J. E. de; CARVALHO, J.S.; FABRI JÚNIOR, M. A; MORAES, N. C; DIAS, P.T; CARVALHO, R. M. de; ARAËJO, W. G. de. **MANUAL DO CAFÉ: manejo de cafezais em produção**. Belo Horizonte Mg: Emater MG, 2016.

MUINHOS, R. et al. **Fermentação de café**. 2019. Disponível em: <http://buenavistacafe.com.br/blog/2019/06/08/fermentacao-de-cafe/>. Acesso em: 20 mar. 2020.

PINTO, T. dos S. **"Raízes do café no Brasil"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilestola.uol.com.br/historia/o-cafe-no-brasil-suas-origens.htm>. Acesso em 12 de junho de 2020.

QUEZADA, F.; VILLEGAS, M. **Como Garantir Consistência na Fermentação e Processamento do Café**. 2020. Disponível em: <<https://perfectdailygrind.com/pt/2020/02/06/>>. Acesso em: 18 nov. 2020.

REIS, P.R.; CUNHA, R.L dA. **Café Arábica do plantio à colheita**. 1ed. 1 v. Lavras: EPAMIG, 2010. 896 p.

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

RODRIGUES, G. Z.; ALMEIDA, G. R. R.; CUNHA, L. T.. **Desenvolvimento e validação da fermentação controlada de frutos do café no pós-colheita em diferentes tempos**. Curso de Engenharia Agrônômica, Unis Mg, Varginha Mg, 2018.

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.

SANTOS, P. M. **Café. 2019.** Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/caffe.htm>>. Acesso em: 18 mar. 2020.

SCAA Associação dos cafés especiais. **SCAA CUPPING PROTOCOLS:** protocolo para análise sensorial de café. Metodologia SCAA. Doc V – Portuguese, 2008.

SILVESTRE, J. P; OLIVEIRA, J. C. D.; VOLTOLINI, G. B.; ALECRIM, A. O; SILVA, L. C.. **Técnicas de fermentação aeróbica na modificação do perfil sensorial de frutos de café, com diferentes processamentos.** Vitória – ES: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2019.

TAVARES. K.M. **Identificação de fungos filamentosos em grãos de café coffea arabica l. submetidos a diferentes tempos de fermentação em água.** Araxá, MG: 35º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 2009.

TONON, R. **Fermentação em café pode ajudar a transformar o sabor da bebida.** 2017. Disponível em: <https://www.cafepoint.com.br/noticias/producao/fermentacao-em-cafe-pode-ajudar-a-transformar-o-sabor-da-bebida-108224n.aspx>. Acesso em: 26 fev. 2020.

TRAVELER, The Coffee. **Filtering by Tag: fermentação anaeróbica.** 2014. Disponível em: <http://www.thecoffeetraveler.net/new-blog4/tag/Fermenta%C3%A7%C3%A3o+Anaer%C3%B3bica>. Acesso em: 04 mar. 2020.

TRISTÃO, F. A; DIAS, R. S.; SOUSA, D. G.; TEÓFILO, P. P.; KROHLING, C. A.; FORNAZIER M. J; ALIXANDRE, R. D. FORNAZIER, M. L.. **Influência da fermentação induzida na qualidade final da bebida do café arábica.** Brejetuba/ES, 2018.