



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CAMPUS PATOS DE MINAS



MARIANA ALVES MACHADO

ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE FERMENTAÇÃO DO CAFÉ

PATOS DE MINAS

2019

MARIANA ALVES MACHADO

ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE FERMENTAÇÃO DO CAFÉ

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia de
Alimentos da Universidade Federal de
Uberlândia - *Campus* Patos de Minas
como parte dos requisitos para conclusão
do curso.

Orientadora: Prof.^a Dra. Líbia Diniz Santos

PATOS DE MINAS

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Faculdade de Engenharia Química

Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1K - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4285 - secdireq@feq.ufu.br - www.feq.ufu.br



HOMOLOGAÇÃO

MARIANA ALVES MACHADO

Estudo das condições de fermentação do café

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado nesta data para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - *campus* Patos de Minas (MG) pela banca examinadora constituída por:

Prof.^a Dr.^a Líbia Diniz Santos
Orientador(a) - UFU

Eng.^a Amanda Gonçalves da Silva
Pós-graduanda - UFU

Dr.^a Betânia Braz Romão
UFU

Patos de Minas, 20 de dezembro de 2019.



Documento assinado eletronicamente por **Libia Diniz Santos, Presidente**, em 20/12/2019, às 14:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Betania Braz Romao, Membro de Comissão**, em 20/12/2019, às 14:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Amanda Gonçalves da Silva, Usuário Externo**, em 20/12/2019, às 14:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1707667** e o código CRC **519093C3**.

AGRADECIMENTOS

A Deus por proteger e iluminar o meu caminho em cada momento da minha vida.

Agradeço aos meus pais Jair Ferreira Machado e Ivani Alves Pereira, por terem incentivado os meus estudos e me apoiado com muito amor no decorrer da minha vida.

Aos meus amigos, que sempre estiveram presentes nos momentos difíceis e nos momentos felizes também. Em especial ao grupo de amigos “*Vida fit*” que tive a oportunidade de conhecer na graduação.

Ao meu namorado por todo apoio e palavras de incentivo, que fizeram a diferença nessa reta final.

Aos professores e técnicos do laboratório que me acrescentaram grande conhecimento no decorrer da graduação.

À minha orientadora, professora Dra. Líbia Diniz, que sempre esteve disposta a esclarecer todas as dúvidas e me ajudar em toda a graduação, em especial durante a realização desse trabalho.

À banca examinadora, por terem aceitado o convite.

À todos que contribuíram direta ou indiretamente para que eu chegasse até aqui.

Meu sincero muito obrigada.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Imagem ilustrativa das diferentes espécies de café.....	11
Figura 2- Cultivar Mundo Novo.....	11
Figura 3 - Cultivares originadas a partir da cultivar Mundo Novo.....	12
Figura 4 - Cultivares provenientes das cultivares Villa Sarchi e Timor.....	12
Figura 5 - Cultivares originadas a partir da cultivar Timor.....	12
Figura 6 - Cortes longitudinais de um fruto de café no estado cereja (A) e do grão (B).....	13
Figura 7 - Diferentes vias do processamento do café.....	16
Figura 8 - Imagem ilustrativa da fermentação controlada.....	19
Figura 9 - Imagem ilustrativa da formação dos compostos voláteis após torrefação.....	22
Figura 10 - Distribuição da pontuação a partir da análise sensorial.....	27
Figura 11 - Distribuição da pontuação para os cafés especiais e cafés comerciais.....	27
Figura 12 - Roda de aromas e sabores do café.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição da polpa do café arábica.	14
Tabela 2 - Tabela de equivalência de defeitos SCAA, categoria 1.	25
Tabela 3 - Equivalência de defeitos SCAA, categoria 2.	26
Tabela 4 - Composição dos açúcares presentes no café cru.	31
Tabela 5 - Microrganismos utilizados na fermentação dos cafés especiais no processamento seco, semiseco e úmido.	32

RESUMO

O café é de grande relevância para a economia brasileira, pois o país é o maior produtor e exportador mundial do grão. No decorrer de toda a cadeia produtiva do café nota-se interferência de diversos fatores, como o método de processamento, a escolha da cultivar ideal, e no caso dos cafés especiais que são fermentados ainda se preocupa com a inoculação do microrganismo correto, resultando em um café de boa qualidade. Em decorrência disto é muito importante a realização de estudos na área, para combinar os diversos fatores e originar um café de boa qualidade. Este trabalho teve como objetivo o levantamento bibliográfico em relação a seleção dos melhores microrganismos para a fermentação do grão de café. Nos trabalhos selecionados a inoculação dos microrganismos foram a cultivares de *Coffee Arábica*, ouro amarelo, mundo novo e acaiaá. Os cafés foram submetidos aos três processamentos, via úmida, via seca e semisseca. Sendo que a maior parte dos trabalhos, apresentaram estudos inoculando microrganismos específicos e somente o do processamento via úmida e semisseca utilizaram cepas que já estavam presentes no grão. Os principais microrganismos estudados foram, *Saccharomyces cerevisiae* UFLA YCN727, *Candida parapsilosis* UFLA YCN448, *Pichia guilliermondii* UFLA YCN731, *Acinetobacter schindleri*, *Lactococcus lactis*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter lignolyticus*, *Weissella confuse*, *Saccharomyces cerevisia* e *Torulaspora delbrueckii*, *Leucosnotoc pseudomesenteroides*, *Lycinibacillus*, *Fusiformis*, *Lactobacillus fermentum* e *Actinobacterium sp.*, que resultaram em sensações que variaram de herbácea e cítrica a caramelo e chocolate.

PALAVRAS – CHAVE: Café. Cultivar. Fermentação. Café especial. Inoculação.

ABSTRACT

Coffee is an important product for the Brazilian economy, as the country is the world's largest producer and exporter of coffee beans. Throughout the entire coffee production chain there is interference from several factors, such as the processing method, the choice of the ideal cultivar, and in the case of specialty coffees that are fermented there is still the concern about the inoculation of the correct microorganism, resulting in a high-quality coffee. As a result, it is very important to carry out studies in the area to combine the various factors and produce a high-quality coffee. This work aimed to gather information on the selection of the best microorganisms for the coffee fermentation. In the selected articles, *Coffee Arabica*, yellow gold, new world and acaia cultivars were the inoculation of the microorganisms. The coffees were submitted to the three processes, wet, dry and semi-dry. Most of the research papers presented studies inoculating specific microorganisms and only the wet and semi-dry processing used strains that were already in the grain. The main microorganisms studied were: *Saccharomyces cerevisiae* UFLA YCN727, *Candida parapsilosis* UFLA YCN448, *Pichia guilliermondii* UFLA YCN731 *Fusiformis*, *Lactobacillus fermentum* and *Actinobacterium sp.*, which resulted in sensations ranging from herbacea and citrus to caramel and chocolate.

KEY WORDS: Coffee. Cultivate. Fermentation. Special Coffee. Inoculation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS	9
2.1	Objetivos Específicos	9
3	REVISÃO DA LITERATURA	9
3.1	História do Café	9
3.2	Cultivares do café	10
3.3	Composição do café	12
3.4	Processamento do café	15
3.4.1	Via Seca	16
3.4.2	Via úmida	17
3.4.3	Via semiseca	17
3.5	FERMENTAÇÃO DO CAFÉ	18
3.5.1	Fermentação controlada	18
3.5.2	A fermentação nos processos seco, semiseco e úmido	19
3.5.2.1	Fermentação no processamento via úmida	20
3.5.2.2	Fermentação no processamento via seca	20
3.5.2.3	Fermentação no processamento via semiseca	21
3.5.3	Relação entre aroma e fermentação	21
4.	MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1	– Metodologias empregada para qualificação do café	23
4.1.1	Análise de quantidade de açúcares	23
4.1.2	Metodologias utilizadas em estudos de fermentação do café	23
4.1.2.1	Metodologia de fermentação do café via seca	23
4.1.2.2	Metodologia de fermentação do café via úmida	23
4.1.2.3	Metodologia de fermentação via semiseca	24
4.1.3	Análise sensorial	24

4.1.3.1	Análise sensorial baseada no protocolo SCAA (Associação cafés especiais da América, 2012)	24
4.1.3.2	Metodologia SCAA de avaliação de cafés especiais	24
4.1.3.3	Análise de dominância temporal das sensações (TDS)	29
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1	Fermentação	29
5.2	Fermentação no processamento via úmida	33
5.3	Fermentação no processamento via seca	34
5.4	Fermentação no processamento via semiseca	35
5.5	Relação entre aroma e fermentação	36
6.	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

O café é uma bebida consumida em todo o mundo, muito conhecida pelo seu sabor e aroma característicos, cujo os constituintes do fruto dão a ele propriedades estimulantes. Possui uma ampla variedade de espécies, no entanto as mais comercializadas são *Coffea arábica* (café arábica) e a *Coffea canephora* (café robusta). O café arábica se destaca por apresentar bebidas de maior qualidade, mais suave, mais rico em sabor e aromas (EVANGELISTA, 2014; AGUILAR, 2016; SEPÚLVEDA et. al., 2016; ÁVILA, 2017).

O café apresenta benefícios a saúde, como afirma Abraham (1992) pode abaixar o risco de vários tipos de câncer, diabetes tipos 2, doenças cardiovasculares, ter efeito estimulante sobre sistema nervoso e rins.

Na atualidade o café é uma bebida de grande importância para o Brasil, pois o país é o maior produtor e exportador mundial do grão, em 2018 chegou ao recorde de produção com 60 milhões de sacas, 60% destinados para a exportação e 40% para o mercado interno. Juntamente com o aumento da produção, a busca de cafés com melhor qualidade cresce exponencialmente, o país exportou 5,43 milhões de sacas de 60 kg de cafés diferenciados de julho de 2017 a junho de 2018 com receita cambial de US\$ 1,04 bilhão, o que representa um acréscimo de 11,6% ao exportado nos 12 meses anteriores (ABIC, 2018).

Os consumidores estão cada vez mais criteriosos em relação ao consumo da bebida, o que fez crescer a demanda dos cafés gourmet e linhas de cafés elaborados. Essa nova forma de consumir café tem foco na qualidade, logo faz com que se amplie a visão do modo de produção cafeeiro e pesquisas na área (SEPÚLVEDA et. al., 2016).

Em decorrência disto a fermentação do grão surgiu como uma aliada da produção dos cafés elaborados, uma vez que esse tipo de processo agregou atributos de aroma e sabor sensorialmente aceitáveis e agradáveis ao consumidor, sendo este o resultado de uma fermentação controlada (LEE et. al., 2015).

Neste trabalho, o objetivo foi avaliar a relação entre a fermentação e a qualidade do café da espécie arábica por um levantamento bibliográfico de artigos científicos, dissertações e teses.

2 OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico em relação a fermentação do grão de café para obtenção de uma bebida de qualidade.

2.1 Objetivos Específicos

- Analisar estudos da bibliografia em relação aos processos de fermentação do café;
- Identificar em artigos científicos os microrganismos naturais do grão de café e a inoculação de microrganismos específicos para a fermentação do café;
- Verificar estudos que comprovam os efeitos da fermentação na qualidade da bebida.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 História do Café

O café é uma planta de origem africana, da Etiópia, fazendo parte da vegetação natural desta região até os tempos atuais. O comércio de especiarias desde o século VIII, fez com que ocorresse a expansão do fruto. Nesse cenário o povo árabe teve uma relevante contribuição, pois fez com que o café se disseminasse pelo mundo (MOREIRA, 2007; BRAGRANÇA, 2008; HALAL, 2008).

As plantas foram intituladas pelos mulçumanos de Kaweh, que significa força e sua bebida recebeu o nome de Kahwah, qahwa ou Cahue, ou seja, vinho. Por esse motivo, o café era conhecido como "vinho da Arábia" quando chegou à Europa no século XIV (ABIC, 2018).

No ano de 1592 através do alemão Leonardo Rauwoff houve a difusão do café na Europa. No entanto foi na Holanda que ocorreram as primeiras produções sistematizadas de café, em suas colônias, já que no século XVII, era considerada uma potência marítima e comercial (MOREIRA, 2007).

No início do século XVIII, o café já era um importante produto nos mercados internacionais dos países do Ocidente, estimulando, desta forma, a sua cultura nas colônias europeias da América e da Ásia (BRAGRANÇA, 2018). No Brasil, foi introduzido em 1727 por Francisco Mello Palheta. As primeiras sementes e mudas foram plantadas em Belém em seguida no Maranhão (HALAL, 2008).

Ao ser inserido no Brasil ele já tinha um alto valor comercial, não foi difícil o seu cultivo, pois as condições climáticas do país eram favoráveis ao crescimento da planta, por consequência disto os cafeeiros começaram a brotar por todo o país. A produção inicial ficou voltada para o mercado regional. Os relatos oficiais indicam que a primeira safra comercial em Pernambuco ocorreu em 1854 (MOREIRA, 2007).

De acordo com Bragança (2018), com o evento a independência iniciou-se de fato a era do café no Brasil. No início do século XIX, o café já era o maior artigo de exportação brasileiro. O café percorreu os estados do Maranhão, Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Minas Gerais. O Estado de São Paulo tornou-se o mais rico do país com a produção de café. Já a chegada do café em Minas Gerais, se deu pela zona da mata, os tropeiros utilizavam o mesmo caminho que usaram para o transporte de ouro.

Num espaço de tempo curto, o café passou de uma posição relativamente secundária para a de produto-base da economia brasileira, onde o desenvolvimento se deu com total independência, ou seja, apenas com recursos nacionais, sendo, afinal, a primeira realização exclusivamente brasileira que visou à produção de riquezas (ABIC, 2018).

Atualmente o café se encontra entre os cinco principais produtos exportados pelo Brasil, sendo comercializado essencialmente como em grão e solúvel. O café convencional vem dando espaço para os cafés especiais, como descafeinado, gourmet, sustentáveis e certificados, fazendo com que assim mais pesquisas sejam exploradas nessa área (ABIC, 2018).

3.2 Cultivares do café

O cultivo do café arábica no Brasil foi iniciado em 1727, das primeiras mudas e sementes de *Coffea arábica* cv. provenientes da região de Guiana. A primeira variedade cultivada no País recebeu o nome de Típica, Arábica, Nacional ou Crioulo. Por mais de um século de expansão, os cafezais brasileiros foram formados com progênes daquela pequena introdução, o que implica pequena variabilidade genética (PIMENTA, 2003).

O avanço científico da cafeicultura no Brasil permitiu o desenvolvimento de diversas cultivares, diversidade esta que proporcionou o plantio do café específico para aquela determinada região, que ocasiona um enorme potencial produtivo, como poder observado na Figura 1.

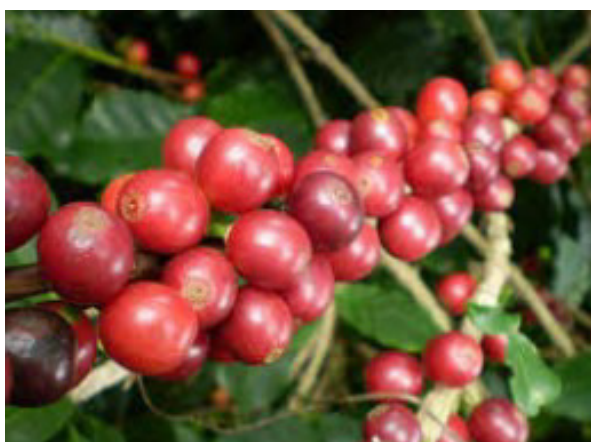
Figura 1- Imagem ilustrativa das diferentes espécies de café.



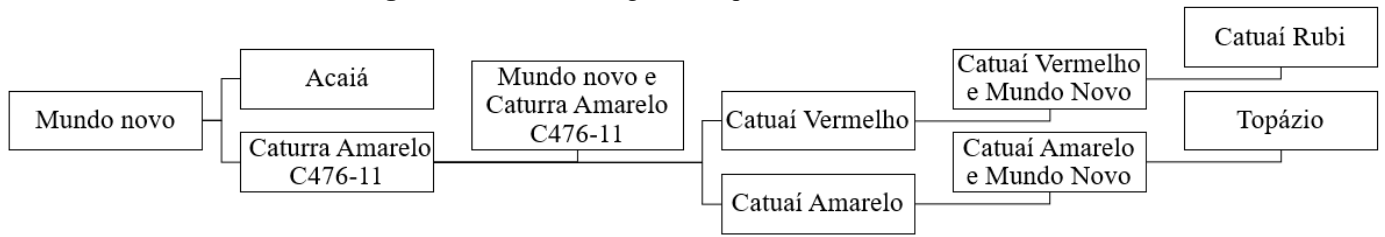
Fonte: Nucoffee, 2019.

Desta forma ao longo dos anos foram ocorrendo mutações nos cultivares do café nacional, que levaram as principais cultivares comerciais de café arábica. A cultivar Mundo Novo, como pode ser observada na Figura 2, é decorrente do cruzamento entre Sumatra e Bourbon Vermelho. Suas principais características são: alta longevidade, internódios longos, sistema radicular bem desenvolvido e boa recuperação após as atividades de podas e o estresse do ambiente (PIMENTA, 2003). A principais cultivares que foram utilizadas de origem para as demais foram a cultivar Mundo Novo, conforme Figura 3, a junção das cultivares Villa Sarchi e Timor, como é apresentado na Figura 4 e somente a cultivar Timor, como ilustra a Figura 5.

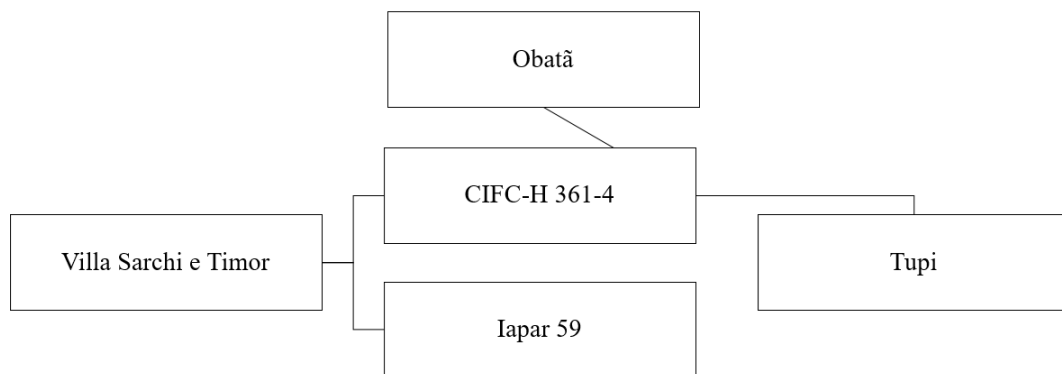
Figura 2- Cultivar Mundo Novo.



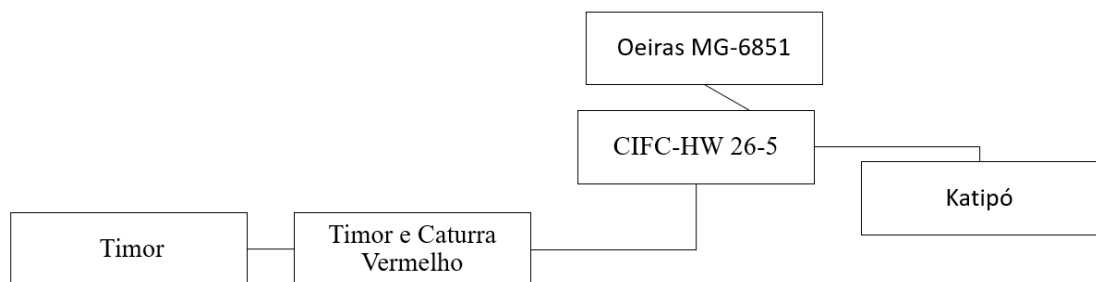
Fonte: Ateragroambiental, 2019.

Figura 3 - Cultivares originadas a partir da cultivar Mundo Novo.

Fonte: AUTOR, 2019.

Figura 4 - Cultivares provenientes das cultivares Villa Sarchi e Timor.

Fonte: AUTOR, 2019.

Figura 5 - Cultivares originadas a partir da cultivar Timor.

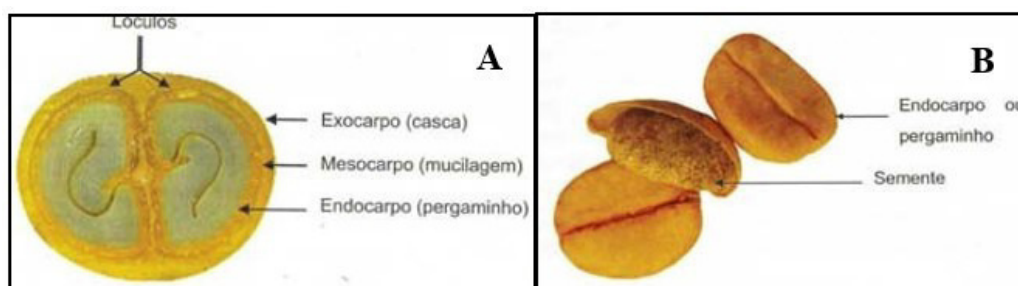
Fonte: AUTOR, 2019.

3.3 Composição do café

O fruto do café é composto por duas sementes e seis partes. As sementes (endosperma) são cobertas por uma fina camada, denominada película prateada, parte interna do grão. As demais partes dividem-se em casca (exocarpo), polpa (endocarpo), mucilagem

(mesocarpo), pergaminho (espermoderma) e semente (endosperma), como pode ser observado na Figura 6 (VILELA et. al., 2011; ÁVILA, 2017).

Figura 6 - Cortes longitudinais de um fruto de café no estado cereja (A) e do grão (B).



Fonte: Borém (2008).

Segundo Elias (1978) e Vilela et. al. (2011) a polpa do café é constituída em sua maioria por água (76%), em seguida ressalta-se a presença de proteínas (10%), traços de fibras (2%) e sais minerais (8%). É possível notar também a presença de materiais solúveis e insolúveis (4%), como pectina, taninos, açúcares redutores e não redutores, cafeína, ácidos clorogênico e caféico, celulose, hemicelulose, lignina e aminoácidos.

De acordo com Bressani, Joaquin (1972) e Schwan, Wheals (2003), 5% do fruto corresponde a mucilagem em base seca, sendo esta a camada macia que fica entre a polpa e o pergaminho. É formada por água, açúcares, substâncias pécicas, ácidos orgânicos, holocelulose, lipídeos e proteínas, mas o componente mais importante é a pectina. Devido sua rica composição, está diretamente relacionada a fermentação do grão. Já a espessura varia conforme o amadurecimento do grão, alterando-se entre 0,5-2,0 mm (ELÍAS, 1978; VILELA et. al., 2011).

O grão do café é abundante em substâncias voláteis e não voláteis que vão interferir na qualidade da bebida, desta forma é de demasiado interesse o conhecimento da composição química deste grão (MENEZES, 1994; VILELA et. al., 2011). A composição do grão em base seca pode ser observada pela Tabela 1.

Tabela 1- Composição da polpa do café arábica.

COMPONENTE	CAFÉ ARÁBICA (%)
Cafeína	0,7 – 1,4
Trigonelina	1,0 – 1,2
Minerais	3 - 4,2
Lignina	1 – 3
Proteínas	11,0 – 13,0
Aminoácidos livres	0,2 – 0,8
Óleos	7,7 – 16,0
Ceras	0,2 – 0,3
Ácidos clorogênicos totais	3,5 – 7,3
Ácidos alifáticos não voláteis	2 – 2,9
Ácidos voláteis	0,1
Carboidratos solúveis	9 – 12,5
Polissacarídeos insolúveis	46 – 53

Fonte: DÚRAN et. al., 2016.

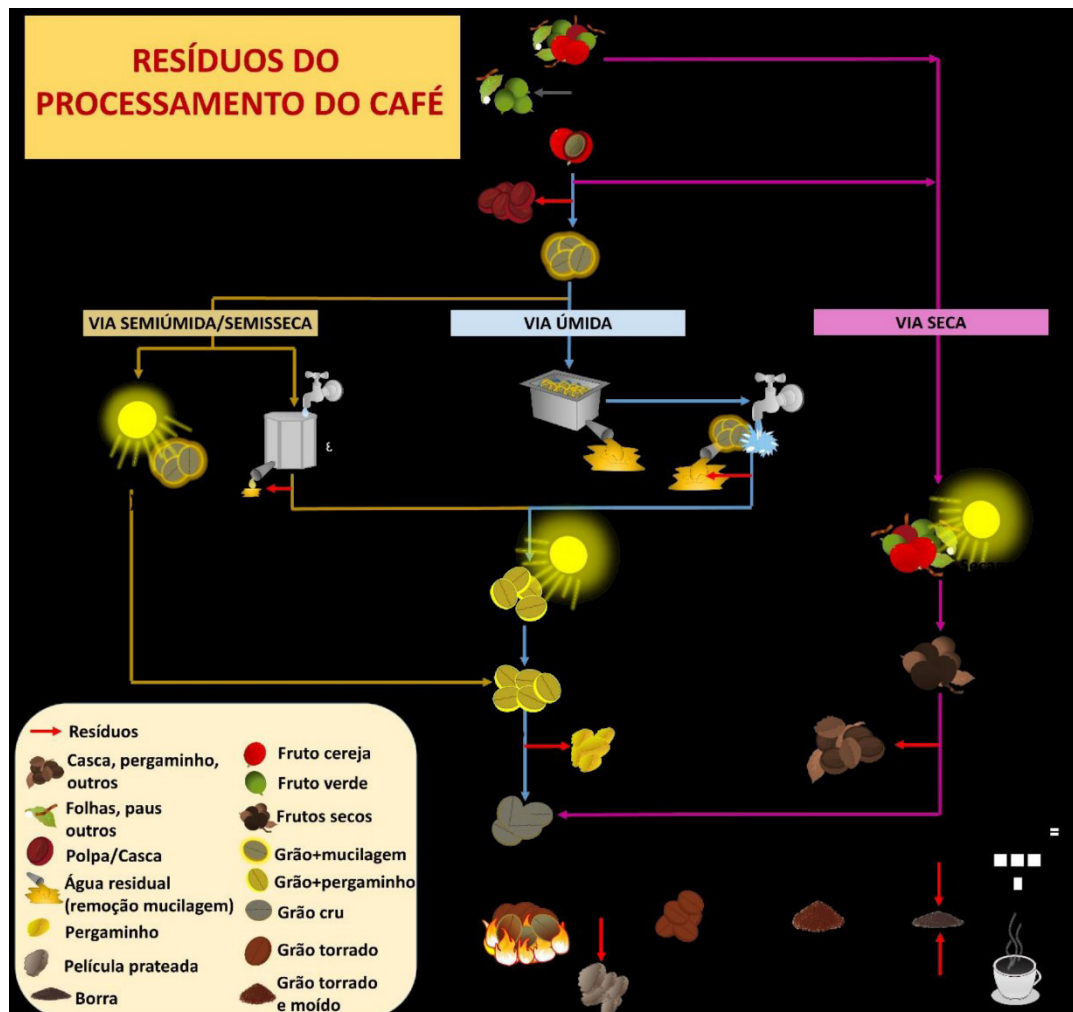
Os carboidratos presentes no grão de café cru são compostos em sua maioria por polissacarídeos, que estão localizados na parede celular. Sendo que os principais componentes são a celulose (50%), arabinogalactana-proteínas (25-30%), mananas ou galactomananas (50%) e pectina (5%). A celulose compõe o esqueleto da parede celular, a arabinogalactana possui a função de agrupar os componentes químicos na parede celular, ao passo que a manana é o principal polissacarídeo de reserva, sendo também responsável pela estrutura densa da parede celular (NAVARI et. al., 1999; BORÉM, 2008).

3.4 Processamento do café

Ao colher-se o café, juntamente com ele está presente frutos verdes, maduros também conhecidos como “cereja”, super maduros ou “passa”, frutos secos ou boias, folhas, ramos, terras, paus e pedras. A quantidade presente de cada um desses componentes depende de como foi realizada a colheita, notando-se assim a suma importância de uma colheita seletiva para a produção de cafés de qualidade (BORÉM, 2008).

O processamento do café é separado em três métodos, via seca, via semisseca e via úmida, como visto na Figura 7. Os três processamentos visam separar os grãos das camadas externas (casca, polpa, mucilagem e pergaminho) diminuindo a sua quantidade de água, que pode chegar até a 11%. O grão deve ser processado logo após a colheita para evitar que ocorra fermentação indesejável, já que antes do seu processamento ele apresenta cerca de 65% de umidade, o que é bem propício para a ação de microrganismos. As fermentações que ocorre na mucilagem propaga-se até a semente e pode gerar vários ácidos como acético, láctico, butírico e propiônico (PIMENTA, 2003; SCHWAN; WHEALS, 2003; BORÉM, 2008; NASCIMENTO et al., 2007).

Figura 7 - Diferentes vias do processamento do café.



Fonte: DÚRAN et. al., 2016.

O processamento do café pelos métodos de via úmida e via semiseca devem ser realizados a partir de fermentação controlada, pois esse tipo de fermentação tem efeito benéfico sobre o café (LEE et. al., 2015; CHAULFON & FERNANDES, 2013).

3.4.1 Via Seca

O método por via seca em que se obtém o café coco (natural) é o mais antigo de todos, baseado na derriça dos frutos da planta, que são passados ou não pelo lavador e posteriormente levados ao terreiro (SILVA et al., 2000; PIMENTA, 2003; VILELA et. al., 2011).

O café é primeiramente separado das impurezas, logo após são expostos a um separador hidráulico, onde serão separados de acordo com o ponto de maturação (cerejas, verdes e boias). A secagem pelo método via seca ocorre normalmente em terreiros, ao sol,

podendo chegar a quatro semanas, mas pode ser acelerada por secadores mecânicos (SILVA et al., 2000; PIMENTA, 2003; VILELA et. al., 2011).

3.4.2 Via úmida

O processamento por via úmida surgiu com a necessidade do controle da fermentação, pois os grãos de café arábica apresentavam grande índice de fermentação em regiões tropicais, sendo necessário a retirada da mucilagem (alto teor de açúcares) para evitar a fermentação e degradação. Uma vez que isso só foi possível a partir do despulpamento do grão, que é justamente a proposta do método via úmida (BRANDO, 1999; PIMENTA, 2003).

Nessa técnica a colheita deve ser exclusivamente de frutos maduros, deve haver a retirada da casca e mucilagem, controle da fermentação e com a secagem cuidados origina em bebidas de melhor qualidade. Visto que este processo favorece a secagem, menor volume de processado, menor tempo de secagem e redução do consumo de energia (BOREM et. al., 2004).

O método por via úmida envolve colheita dos grãos maduros, lavagem e seleção, descascamento, logo após o despulpamento, fermentação, lavagem, secagem e beneficiamento do grão. A lavagem na sequência da fermentação é importante para a retirada do restante da mucilagem que ainda ficou aderida ao grão (VILELA et. al., 2011).

A fermentação controlada no processo via úmida segue alguns critérios do ponto de vista de qualidade, a massa de grãos deve incluir uniformemente café em pergaminho, com um mínimo de grãos esmagados, cascas e café não despulpado; em segundo lugar, a fermentação deve ser concluída, assim que possível, depois da suficiente degradação da mucilagem; em seguida, depois da lavagem, a mucilagem deve ser completamente removida, antes da secagem (CHAULFON & FERNANDES, 2013).

3.4.3 Via semiseca

A técnica semiseca (natural despulpado) é proveniente da via úmida, bem como um intermediário entre a via seca e a via úmida, a diferença é que após o despulpamento a fermentação da mucilagem ocorre em terreiros. A vantagem desse modelo de processamento é que o tempo de secagem é menor, em razão de que o grão já foi despulpado. Os cafés originados desse processo são utilizados em misturas para café expresso (TEIXEIRA et al., 1995; VILELA et al., 2010).

3.5 FERMENTAÇÃO DO CAFÉ

Atualmente os consumidores de café possuem inúmeras possibilidades de ingeri-lo, desde os mais consistentes até os suaves. Depois que o café é colhido os frutos serão processados para que assim ocorra a fermentação, podendo ser nativa (espontânea) ou controlada. A fermentação nativa é um processo natural que ocorre no grão, utilizando apenas os microrganismos já existentes e sem nenhum controle do processo. Já a fermentação controlada ocorre a partir da inoculação de microrganismos previamente selecionados, que geram novos precursores de sabor e aroma no café, a partir da degradação da polpa e da mucilagem (EVANGELISTA et. al, 2014).

A fermentação possui a capacidade de modificar a textura, sabor e aroma, conferindo a bebida características especiais, como sabores doces, tostados, frutados e cítricos. No decorrer do processo fermentativo ocorrem diversas atividades bioquímicas, pois as enzimas que são produzidas pelas leveduras e bactérias presentes na mucilagem do grão, fermentam e começam a degradar os açúcares, lipídios e ácidos e os transformam em álcoois, ácidos, ésteres e cetonas. O resultado da fermentação confere atributos de aroma, coloração, pH e composição do substrato e do grão (PUERTA, 2015).

Para produzir um café de qualidade são levadas em consideração algumas características físicas e sensoriais, como tamanho do grão, umidade, defeitos e compostos químicos. No entanto os microrganismos presentes também interferem na qualidade final da bebida (EVANGELISTA et. al, 2014).

3.5.1 Fermentação controlada

A fermentação do café deve ser controlada, no entanto esse biocontrole é afetado pela quantidade de produtos químicos de origem secundário que são produzidos, como aldeídos, aminas, álcoois, cetonas, corantes, açúcares, vitaminas, aminoácidos, entre outros, como ilustrado na Figura 8 (MASSAWE e LIFA, 2010).

Figura 8 - Imagem ilustrativa da fermentação controlada.



Fonte: Nucoffee, 2019.

A fermentação incompleta não consome toda a mucilagem, essa mucilagem restante pode ser consumida por microrganismos em fermentação secundária afetando a qualidade da bebida final. Outro tipo de fermentação não viável é a excessiva com produção de ácidos butírico ou propiônico, que resultam na produção de grãos pretos ou "estranhos" com poucas características visuais e aromáticas. Esses grãos são comumente associados a atributos frutados, florais, azedos e alcoólicos (WOOTTON, 1962; MENCHUÁ & ROLZ, 1973; GIBSON & BUTTY, 1975; BADE-WEGNER, 1997, JACKELS & JACKELS, 2005a).

Durante a fermentação podem ser detectadas ocratoxinas, sendo que a ocratoxina A (OTA) é a mais dominante. Os principais fatores responsáveis pela liberação dessas toxinas pelos fungos são resultado de procedimentos de colheita mal controlados, secagem insuficiente dos grãos e condições inadequadas de armazenamento, permitindo a proliferação de fungos toxigênicos. Em consequência disto a secagem deve ser rigorosa e a fermentação controlada, para evitar a formação desses compostos (MASSAWE E LIFA, 2010). A OTA possui característica nefrotóxica, hepatotóxica, teratogênica, carcinogênica e imunossupressora (HÖHLER, 1998; PARDO et al., 2004).

De acordo com Massawe e Lifa (2010) as leveduras *P. anômala*, *P. kluyveri* e *Lactobacillaceae* (LAB) tiveram uma boa atuação na fermentação do café. Através da utilização dessas culturas iniciadoras é possível inibir o crescimento da *A. ochraceus*, logo, a geração de OTA e resultar em uma fermentação controlada de qualidade.

3.5.2 A fermentação nos processos seco, semiseco e úmido

A fermentação ocorre nos três tipos de processamento, seco, úmido ou semiseco, uma vez que o efeito da escolha do processamento é notório na qualidade da bebida. Sendo este o responsável pelas alterações na composição química do grão de café verde, que ocorre

através de atividades metabólicas. A fermentação da polpa e da mucilagem acontece quando são espalhados no pátio de cimento, por cerca de 20 dias, sendo lavados ou não. Nessa etapa eles permanecem até atingir 11-12% de umidade (KNOPP et. al., 2005; ESQUIVEL E JIMENEZ, 2012; EVANGELISTA et. al, 2014; LEE et al, 2015).

3.5.2.1 Fermentação no processamento via úmida

Por volta da década de 1900, grande quantidade de espécies de microrganismos foram isoladas da fase de fermentação do processamento por via úmida, sendo eles bactérias aeróbias, bactérias lácticas e leveduras (AGATE E BHAT, 1966; AVALLONE et. al., 2002).

A fermentação em processo úmido é afetada pela dificuldade de controle do processo, mesmo que esse processo resulte em cafés de melhor qualidade de aroma. Logo se faz de fundamental importância o controle dos parâmetros de fermentação, como a faixa de temperatura, níveis de umidade do ambiente de fermentação, determinação precisa do pH do ponto final e a utilização de culturas iniciadoras, assim como o tratamento com enzimas pectinolíticas, podem ser empregadas para obter maior consistência no processo de fermentação (JACKELS & JACKELS, 2005A, 2005B; PUERTA-QUINTERO, 2001; LIN, 2010).

A separação da microflora pectinolítica do processo de fermentação do café apontaria seu papel na degradação da mucosa, já que o papel das enzimas pectolíticas é a produção de ácidos orgânicos, como ácido acético e ácido láctico. Porém, ainda não se pode afirmar que as bactérias ou leveduras pectinolíticas são responsáveis pelo processo de degradação. Na maior parte das pesquisas, a microflora pectinolítica que foi identificada engloba espécies bacterianas como *Klebsiella* spp., *Erwinia* spp., *Aerobacter* spp., *Escherichia* spp., *Bacillus* spp. e leveduras como *S. marxianus*, *S. banyanus*, *S. cerevisiae* e *Schizosaccharomyces* spp. (CALLE, 1957; FRANK & DE LA CRUZ, 1964; CALLE, 1965; WOOTTON, 1962; FRANK et. al, 1965; AGATE & BHAT, 1966; ARUNGA, 1973; LOPEZ ET AL., 1989; AVALLONE et.al, 2002; LEE et. al, 2015).

3.5.2.2 Fermentação no processamento via seca

Na fermentação efetuada com o café processado pelo método via seca, os cafés podem ser lavados ou não lavados, sendo que esse fato não vai interferir na contagem microbiana durante a fermentação. No entanto é possível observar que a população microbiana é maior no café não lavado, pois os cafés lavados ou despolpados apresentam a remoção da polpa, casca e mucilagem (KNOPP et. al., 2005; EVANGELISTA et. al., 2014).

Segundo Knopp et. al. (2005) e Evangelista et. al (2014) no processamento via seca existe uma maior concentração de glicose e frutose, decorrente da presença das pectinas e dos açúcares na mucilagem e é o que possibilita o crescimento dos microrganismos, para que ocorra a fermentação.

3.5.2.3 Fermentação no processamento via semiseca

No método de processamento pela via semiseca ou método natural despulpado o café despulpado é submetido a secagem no terreiro, esse despulpamento retira parte da mucilagem do café. A fermentação do café ocorre durante a secagem do próprio grão (RIBEIRO et. al., 2017; GELVEZ, 2017).

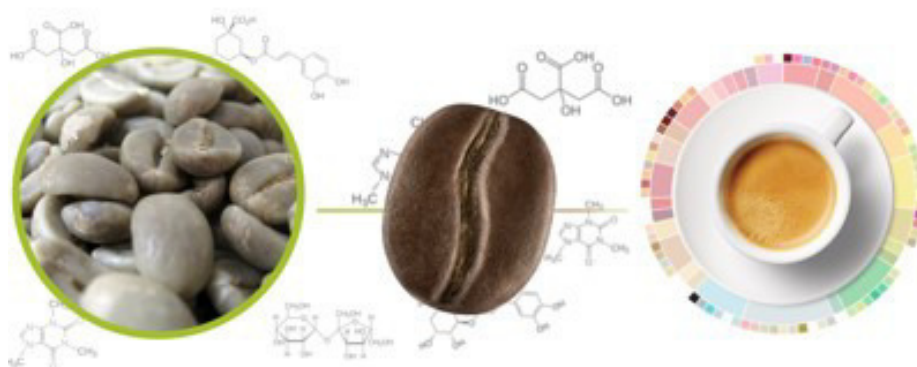
No decorrer da fermentação do café são encontrados comumente espécies de leveduras como, *Pichia guilliermondi*, *Pichia anomala*, *Hanseniaspora uvarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Debaryomyces hansenii* e *Torulaspora delbrueckii*. Bactérias dos gêneros *Erwinia*, *Klebsiella*, *Aerobacter*, *Escherichia* e *Bacillus* também podem ser encontrados (AVALLONE et al., 2001; SILVA et al., 2008, 2013).

3.5.3 Relação entre aroma e fermentação

O aroma do café é um dos principais quesitos que envolve a aprovação do consumidor, sendo este um fator determinante da qualidade do grão, estando diretamente relacionado com os compostos voláteis presentes e o processo fermentativo no qual o café é submetido (LEE et al, 2015).

Os compostos voláteis no café são formados em decorrência dos metabólitos microbianos oriundos da fermentação e os compostos já existentes no grão. Durante a torrefação do grão acontece as reações de Maillard, que aumenta a quantidade de antioxidantes e ocorre a redução de carboidratos e proteínas causando a formação de compostos voláteis, como visto na Figura 9.

Figura 9 - Imagem ilustrativa da formação dos compostos voláteis após torrefação.



Fonte: Nucoffee, 2019.

Outro fator são as demais reações que são desencadeadas como clivagem pirolítica de carboidratos, substâncias contendo nitrogênio, ácidos clorogênicos e outros ácidos orgânicos, levando à formação de água, dióxido de carbono e outros componentes voláteis. Dessa forma a formação do aroma no café é um meio muito complexo que envolve várias interações da própria composição do grão e todas as vias (YERETZIAN et al., 2002; LEE et. al, 2016).

O processo de fermentação no qual o café é submetido necessita de certos cuidados, pois ocorre alterações nas concentrações de vários compostos bioquímicos, como ácido acético, ácido láctico, cafeína, ácido clorogênico e outros. Sendo que cada um dos processos contribui também para a formação de novos compostos, ou dão sabor ao café. Além disso, alguns dos fatores não voláteis ou voláteis compostos têm benefícios à saúde, como atividade antioxidante, atividade antidiabética e reduzem níveis de colesterol. Com base nesses fatores verifica-se a importância de saber a composição do grão antes e depois dos processos fermentativos e da torra, porque são influenciados por variedade de café, origem geográfica, condições de torrefação e microbiota durante a fermentação (BELGUIDOUM et al., 2014; GELVEZ, 2017).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho consistiu em um levantamento bibliográfico de artigos, dissertações, teses e livros para o conhecimento do processo de fermentação de grãos de café visando a qualidade da bebida. Além disso, apresenta-se algumas metodologias empregadas para a qualificação do café.

4.1 – Metodologias empregada para qualificação do café

4.1.1 Análise de quantidade de açúcares

A quantificação dos açúcares totais e redutores presente no grão de café, geralmente, é realizada pelo método Lane-Enyon, descrito pela AOAC (1990). Como nos trabalhos de Agnoletti (2015) que quantificaram os não redutores por diferença entre os açúcares totais e redutores.

4.1.2 Metodologias utilizadas em estudos de fermentação do café

4.1.2.1 Metodologia de fermentação do café via seca

No trabalho de Evangelista et al, 2014, as cerejas do café foram imersas em água limpa e imediatamente transferido para uma bandeja (essa fração recebeu o nome de cafés lavados). Frutas lavadas e não lavadas foram espalhadas em uma bandeja em camadas de 5 cm e processadas usando o método seco (as cerejas do café foram fermentadas e secas ao sol até atingiu 11-12% de umidade). Todos os dias os frutos foram embaralhados, como normalmente feito, em processo seco nas fazendas. As amostras foram coletadas assepticamente a cada 4 dias.

4.1.2.2 Metodologia de fermentação do café via úmida

No trabalho de Evangelista et al, 2015, o fruto de café no estágio maduro (cerejas) foi mecanicamente despulpado, seguida por 48 horas de fermentação em um tanque com 60 L de água para remover a mucilagem. Na fazenda, a temperatura de fermentação estava entre 14 e 23°C. As fermentações foram feitas em duplicata em cada fazenda. Após a fermentação, os cafés foram colocados em plataformas suspensas para secagem ao sol até atingiu aproximadamente 11% de umidade. As seguintes amostras foram coletadas: cerejas antes da fermentação, ao longo da fermentação (0, 6, 12, 24, 36 e 48 h) e durante a secagem (60, 112, 224 e 336 h). Foram colocadas amostras (500 g) assepticamente em sacos plásticos estéreis, em triplicata e imediatamente transferidos para o laboratório.

4.1.2.3 Metodologia de fermentação via semiseca

No trabalho de Ribeiro et al, 2016, os microrganismos foram previamente isolados do grão de café. O café despulpado foi espalhado em um terraço suspenso. Os tratamentos foram efetuados inoculando cada qualidade de café separadamente com uma cepa de levedura. Os seguintes tratamentos foram realizados, tratamento com inoculação de leveduras e sem inoculação. A execução da fermentação foi em duplicata, uma vez que o café despulpado conservou-se nos terraços suspensos até atingir cerca de 11 e 12% teor de umidade.

4.1.3 Análise sensorial

4.1.3.1 Análise sensorial baseada no protocolo SCAA (Associação cafés especiais da América, 2012)

A análise sensorial, geralmente é executada por três provadores especializados em café certificado, para fabricação e torrefação de café. O café passa por torrefação até atingir um nível de 58 pontos para grão inteiro e 63 pontos para grão moído em uma margem de tolerância de ± 1 pontos. São torrados 100 gramas de cada amostra. Os atributos sensoriais avaliados são agrupados em “subjetivo” e categorias "objetivas". Os atributos "subjetivos" são fragrância, aroma, sabor, acidez, corpo, equilíbrio (combinação sinérgica de sabor, , acidez e corpo; complemento ou contraste com cada outro), sabor e impressão geral (experiência de sabor do avaliador individualmente, avaliação pessoal). A pontuação é feita de acordo com sua qualidade em uma escala de 6 e 10 pontos com 0,25 pontos de incrementos. A categoria "objetivo" engloba uniformidade, doçura e copo limpo (ou seja, ausência de defeitos). Os atributos objetivos foram pontuados em uma escala de 0 a 10 pontos, com 2 pontos. Sendo que a soma destes atributos observados é a pontuação total.

4.1.3.2 Metodologia SCAA de avaliação de cafés especiais

Os principais parâmetros analisados na metodologia de avaliação de café especial são, torra do café, água e moagem. No caso da torra do café analisa-se a carga térmica, curva da torra através do binômio tempo e temperatura e cor (#65 a #55). Em relação a água é verificado o pH (menor que 7,0), concentração de sais (25 ppm a 175 ppm) e temperatura de serviço de 93°C. Enquanto que na moagem é analisado a concentração de sólidos solúveis no café, granulometria (70% passa em peneira Mesh 20), concentração de 5,5% m/v e sólidos solúveis totais (1,15% a 1,30% na extração) (SCAA, 2019).

Os atributos sensoriais analisados são fragrância, aroma, uniformidade (5 xícaras, sendo que cada uma corresponde estatisticamente a 20% da amostra), ausência de defeitos (como fermentação indesejável), doçura (0,5% m/v) e sabor (tipo de acidez, intensidade e qualidade), corpo (intensidade e qualidade), finalização (persistência e qualidade residual), equilíbrio (interação entre sabor, corpo e aroma), defeitos e avaliação geral (SCAA, 2019).

Os cafés só são considerados de cunho especial se atenderem a três requisitos, sendo dois físicos e um sensorial. Dentre esses requisitos estão, avaliação física café cru, avaliação física café torrado e avaliação sensorial. A análise do grão cru ou verde (*Green Coffee*) não é aceita defeito da categoria 1 e no máximo cinco defeitos da categoria 2, como observado na Tabela 2 e na Tabela 3 (SCAA, 2019).

Tabela 2 - Tabela de equivalência de defeitos SCAA, categoria 1.

Tipo de defeito	Equivalência para um defeito
Preto (totalmente)	1
Ardido (totalmente)	1
Coco (marinheiro)	1
Atacado por fungos	1
Paus, pedras e outras impurezas	1
Grão brocado (ataque severo)	5

Fonte: SCAA, 2019.

Tabela 3 - Equivalência de defeitos SCAA, categoria 2.

Tipo de defeito	Equivalência para um defeito
Preto (parcialmente)	3
Ardido (parcialmente)	3
Pergaminho	5
Mofado	5
Imaturo	5
Malformado	5
Concha	5
Quebrado, Cortado	5
Casca	5
Grão brocado (ataque leve)	10

Fonte: SCAA, 2019.

Já na avaliação física do grão torrado, em 100 gramas de café torrado não se aceita a presença de grãos imaturos (SCAA, 2019).

De acordo com a Figura 10, pode-se analisar as pontuações distribuídas na análise sensorial do café, dividindo os cafés em inferiores, comerciais, comerciais finos e especiais. Os cafés considerados especiais recebem pontuação acima de 80. De 80 a 84,99 são considerados como muito bons, de 85 as 89,99 são excelentes e de 90 a 100 recebem descrição de exemplares (SCAA, 2019).

As bebidas também são classificadas como estritamente mole (maior que 85 pontos), mole (80 a 84 pontos), apenas mole (75 a 79 pontos) e dura (menor que 74 pontos). A caracterização mole se destaca pelo sabor agradável, adocicado e sem qualquer tipo de adstringência ou aspereza. A bebida estritamente mole é semelhante a bebida mole, no entanto com todos os atributos amplificados. E a bebida apenas mole é semelhante a bebida mole, porém com discreta a leve adstringência, como visto na Figura 10 (SCAA, 2019).

Figura 10 - Distribuição da pontuação a partir da análise sensorial.



Fonte: SCAA, 2019.

Figura 11 - Distribuição da pontuação para os cafés especiais e cafés comerciais.



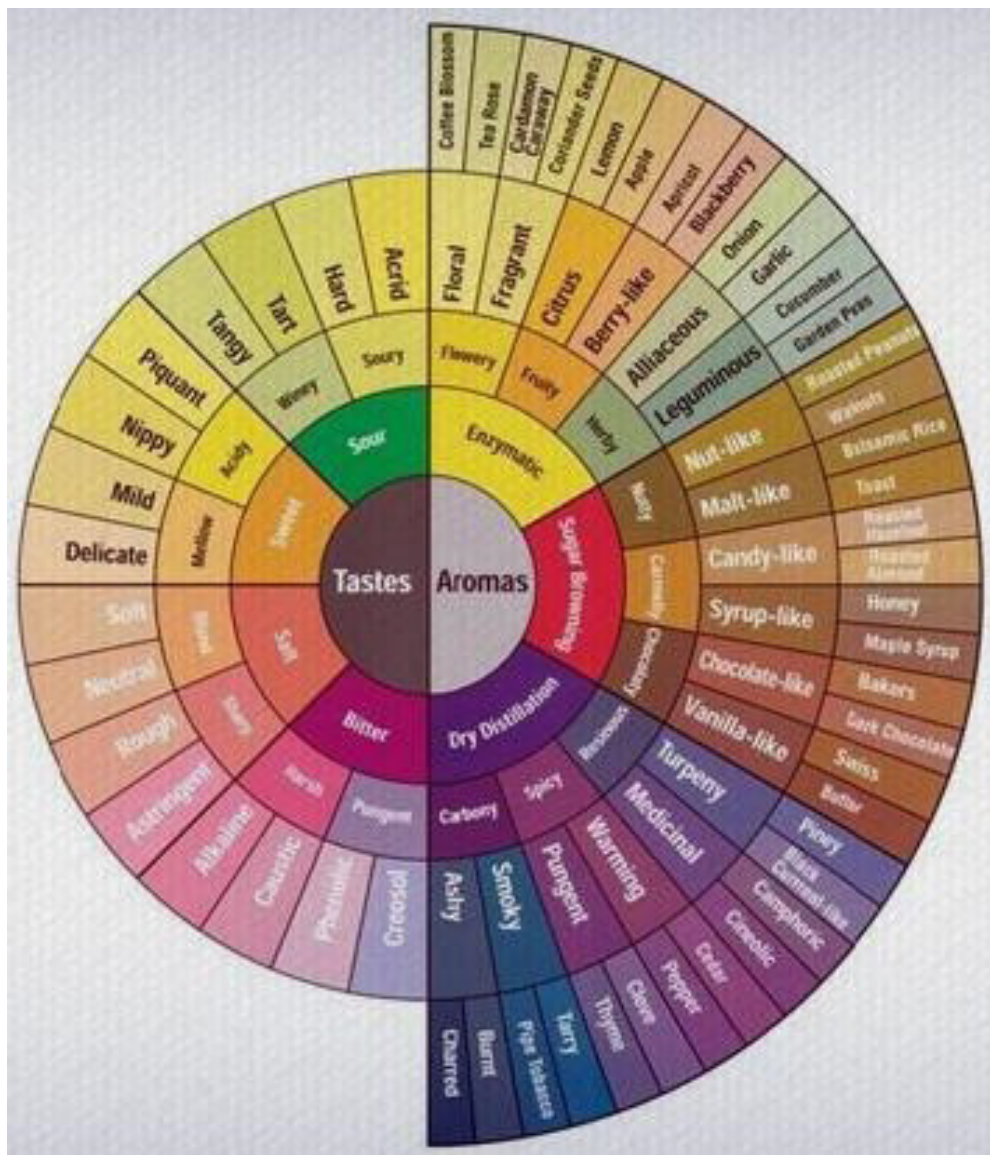
Fonte: SCAA, 2019.

Outro importante ponto é o amargor do café, já que ele é um contraponto da doçura. O amargor aceitável é originado da cafeína, enquanto que os indesejáveis são em decorrência de momentos fenológicos do fruto, transformações bioquímicas e ao processo industrial (SCAA, 2019).

E em última classificação dos cafés especiais tem-se a roda de aromas e sabores, como mostra a Figura 11, que agrega quatro grupos principais de aroma e sabores quanto a sua natureza e volatilidade. Os grupos são, enzimáticos, caramelização do açúcar, destilação seca

e defeitos. O grupo enzimático contempla aromas com notas mais voláteis, originadas de processos enzimáticos e fermentativos que ocorrem durante o processo de maturação na planta ou imediatamente antes da secagem dos grãos. O grupo de caramelização do açúcar abrange aromas com notas de volatilidade média, obtidos durante o processo de torra do café. O grupo de destilação seca incorpora aromas com notas de menor volatilidade, decorrentes do processo de torra do café em sua fase de pirólise. Já os defeitos enquadram os aromas com notas de ampla volatilidade decorrentes de contaminações ou processos fermentativos indesejáveis (SCAA, 2019).

Figura 12 - Roda de aromas e sabores do café.



Analisando a Figura 12 observa-se à direita aromas e sabores. Sendo que fazem parte dos aromas, o grupo enzimático, grupo de caramelização do açúcar e grupo destilação seca. E dos sabores, a interação entre os quatro sabores básicos (doce, salgado, amargo e ácido). Já os defeitos se encontram do lado esquerdo da Figura 12 (SCAA, 2019).

4.1.3.3 Análise de dominância temporal das sensações (TDS)

Um dos métodos utilizados é a dominância temporal das sensações (TDS). As análises são efetuadas em triplicata e passam pela avaliação de um painel treinado. Os dados são gravados no software Sensomaker e plotados como curva TDS mostrando em cada amostra a taxa de dominância (PINEAU et al., 2009).

O teste de dominância temporal das sensações (TDS) tem como objetivo descrever a evolução temporal de sensações durante o consumo de um produto, visto que é amplamente utilizado por ser um método mais efetivo (RODRIGUES, 2017).

O teste inicia-se quando os provadores colocam a amostra em suas bocas. O cronômetro dispara, os provadores analisam as sensações e são percebidas como dominantes e, às vezes, avaliam suas intensidades, se necessário, durante a realização do protocolo de degustação. O teste finaliza quando não conseguem perceber mais sensações e param o cronômetro. De outra forma, a obtenção de dados termina automaticamente após certo período de tempo dependendo dos produtos e dos protocolos de teste. A obtenção dos dados pode ser realizada em diferentes softwares, um deles é o Sensomaker, que é utilizado nos estudos para a determinação da qualidade do café. O software da origem as curvas que indicam as taxas de dominância de cada atributo versus o tempo (MEILLON et al., 2009; PINEAU et al., 2009; NUNES; PINHEIRO, 2012; RODRIGUES, 2017).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Fermentação

Um fator importante que interfere na fermentação do café, como dito anteriormente, é a quantidade de açúcares presente no grão, como pode ser visto na Tabela 4, pois atuam como precursores de sabor e dão origem a furanos, ácidos carboxílicos, entre outras substâncias, que resultam na qualidade final da bebida (AGNOLETTI, 2015). Esses açúcares

se fazem presente na polpa e na mucilagem do grão, sendo estes os que são degradados na fermentação.

Tabela 4 - Composição dos açúcares presentes no café cru.

Açúcares	%	Tipo do café	Referências
Açúcares totais	9,16	Arábica	FERNANDES et. al., 2002.
Açúcares redutores	1,23	Arábica	FERNANDES et. al., 2002.
Açúcares não redutores	7,71	Arábica	FERNANDES et. al., 2002.

Fonte: Autor, 2019.

Os açúcares não redutores são os predominantes no grão, como a sacarose. A sacarose é o carboidrato de baixo peso molecular mais relevante no grão de café, possuindo concentração entre 5 e 12% em cafés arábicas. A concentração de sacarose no grão pode alcançar a ordem de 400 vezes a de glicose, frutose e estaquiase, que são os outros carboidratos de baixo peso molecular que possuem uma quantidade considerável no grão. Também podem ser encontrados açúcares como arabinose, galactose, isomaltose, rafinose, manitol e inositol fosfato (BOREM et. al., 2004; AGNOLETTI, 2015; CAIXETA ET. AL, 2013).

Segundo Cavalari (2004), no período de formação do fruto do café acontece a redução dos açúcares redutores e de sacarose, sendo que existe um aumento desses carboidratos no endosperma e na casca no final do desenvolvimento do grão.

Em cada tipo de processamento do café existe a relação entre fermentação e quais microrganismos a ser inoculados de acordo com o cultivar do café. Uma vez que a combinação desses fatores resulta em uma qualidade de café diferente, com características sensoriais distintas, como pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5 - Microrganismos utilizados na fermentação dos cafés especiais no processamento seco, semiseco e úmido.

Microrganismos	Cultivares	Tipo do processo	Naturais ou inoculados	Característica do Produtos obtidos	Referência
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> UFLA YCN727	Acaía	Via seca	Inoculados	Sensação de caramelo e de fruta	KNOPP et. al., 2005; EVANGELISTA et. al., 2014
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> UFLA YCN724	Acaía	Via seca	Inoculados	Sensação ácida, fermentada e de amargura	KNOPP et. al., 2005; EVANGELISTA et. al., 2014
<i>Candida parapsilosis</i> UFLA YCN448	Acaía	Via seca	Inoculados	Sensação de caramelo, herbácea e de amargura.	KNOPP et. al., 2005; EVANGELISTA et. al., 2014
<i>Pichia guilliermondii</i> UFLA YCN731	Acaía	Via seca	Inoculados	Sensação de amargura e de chocolate	KNOPP et. al., 2005; EVANGELISTA et. al., 2014
<i>Leucosnotoc pseudomesenteroides</i> , <i>Lycinibacillus</i> , <i>Fusiformis</i> , <i>Lactobacillus fermentum</i> e <i>Actinobacterium</i> sp.	Acaía	Via úmida	Naturais	Sensação cítrica e herbácea	EVANGELISTA et. al., 2015
<i>Acinetobacter schindleri</i> , <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Enterobacter lignolyticus</i> e <i>Weissella confuse</i>	Acaía	Via úmida	Naturais	Sensação cítrica, herbácea e de nozes.	EVANGELISTA et. al., 2015
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> e <i>Torulaspora delbrueckii</i>	Ouro Amarelo e Mundo Novo	Via semiseca	Inoculados	Sensação de acidez e nozes.	EVANGELISTA et. al., 2014; SILVA et. al., 2013; RIBEIRO et. al., 2017.

Fonte: AUTOR, 2019.

Observa-se que espécies da *Saccharomyces cerevisiae* isoladas e diferenciadas apenas por sua subespécie, UFLA YCN 727 e YCN 724, mesmo em processos de via seca resultam em características sensoriais bem distintas (KNOPP et. al., 2005; EVANGELISTA et. al., 2014).

A sensação de caramelo foi obtida *Saccharomyces cerevisiae* UFLA YCN727 e pela *Candida parapsilosis* UFLA YCN448 em processo via seca, ou seja, inóculos diferentes podem resultar em uma mesma característica sensorial (KNOPP et. al., 2005; EVANGELISTA et. al., 2014).

A sensação de amargura no café é possível de ser obtida pela via seca inoculando *Candida parapsilosis* UFLA YCN448 e a *Pichia guilliermondii* UFLA YCN731 (KNOPP et. al., 2005; EVANGELISTA et. al., 2014).

Com processos de via úmida e semiseca observa-se a sensação de nozes dependendo dos consórcios de microrganismos inoculados (EVANGELISTA et. al., 2014; SILVA et. al., 2013; RIBEIRO et. al., 2017.).

5.2 Fermentação no processamento via úmida

Na fermentação pelo processamento via úmida é comum o isolamento e identificação de bactérias aeróbicas. As bactérias isoladas foram *Klebsiella ozaenae*, *K. oxytoca*, *Erwinia herbicola*, *E. dissolvens*, *Hafnia spp.*, *Enterobacter aerogenes* e bactérias de ácido láctico tais como *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*. E as bactérias identificadas foram espécies de leveduras como *Kloeckera apis apicalata*, *Candida guilliermondii*, *C. tropicalis*, *C. parapsilosis*, *Cryptococcus albidus*, *C. laurentii*, *Pichia kluyveri*, *P. anomala*, *Hanseniaspora uvarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Debaryomyces hansenii*, *Torulaspora delbrueckii* e *Rhodotorula* (EVANGELISTA et. al., 2015).

Segundo Evangelista et. al (2015) no processamento via úmida foram verificadas quais os microrganismos que estariam presentes de forma natural no grão de *Coffea arabica* L. variedade Acaiá, dessa forma testaram grãos de Lavras – MG e da cidade de Monte Carmelo – MG. Nos cafés de Lavras foram encontradas algumas espécies bacterianas, como *Leucosnotoc pseudomesenteroides*, *Weissella confuse*, *Lycinibacillus fusiformis*, *Lactobacillus fermentum* e *Actinobacterium sp.* Já no café de Monte Carmelo as espécies detectadas foram: *Acinetobacter schindleri*, *Weissella confuse*, *Lactococcus lactis*, *Enterobacter cloacae* e *Enterobacter lignolyticus*. O café da fazenda de Lavras mostrou sabor cítrico e herbáceo, e o café da fazenda de Monte Carmelo apresentava, além desses sabores, características de sensação de nozes.

5.3 Fermentação no processamento via seca

Nesse método as leveduras mais utilizadas são *Saccharomyces cerevisiae* nos trabalhos de KNOPP et. al., 2005; EVANGELISTA et. al., 2014) foram as UFLA YCN727, *Saccharomyces cerevisiae* UFLA YCN724, *Candida parapsilosis* UFLA YCN448 e *Pichia guilliermondii* UFLA YCN731, adquiridas no Laboratório de Fisiologia Microbiana do Departamento de Biologia, UFLA, Lavras, MG (Essas leveduras foram, inicialmente, isoladas do *Coffea arabica* L. variedade Acaia, que passou pelo processamento seco e semiseco. A escolha dessas leveduras foi baseada no trabalho de Silva et. al. (2013), que verificaram um alto potencial iniciador dessas leveduras. Nos experimentos de Silva et al., 2013 observou-se que estas leveduras foram capazes de competir com a microbiota nativa do grão, utilizando a polpa do fruto como substrato, podendo assim persistir durante o processo de fermentação (EVANGELISTA et. al., 2014).

A levedura *Pichia guilliermondii* UFLA YCN731 apresentou um melhor crescimento nos primeiros quatro dias de fermentação no café lavado, em relação as demais utilizadas no trabalho de EVANGELISTA et. al., 2014. No entanto as leveduras citadas anteriormente mostraram potencial de persistência e dominância.

Como consequência das fermentações realizadas por Evangelista et. al., 2014, cada tratamento influenciou de uma forma diferente na qualidade sensorial do café nos testes de xícara, como visto na Tabela 7. O tratamento com *Candida parapsilosis* UFLA YCN448, mostraram nos primeiros 5 segundos uma sensação fraca de caramelo, forte de amargura após 10 segundos e no final por cerca de 20 segundos apresentaram sensação herbácea. O tratamento com *Saccharomyces cerevisiae* UFLA YCN 724, mostraram sensação inicial fermentada, entre 5 e 10 segundos uma forte sensação ácida e no final com predominância após 20 segundos da sensação de amargura. O tratamento com *Saccharomyces cerevisiae* UFLA YCN 727, mostraram sensação inicial de caramelo fraco, 15 segundos após ingestão uma sensação de fruta e no final com predominância de 20 segundos a sensação de amargura. E por fim o tratamento com *Pichia guilliermondii* UFLA YCN 731, mostraram sensação inicial de amargura e após 20 segundos uma intensa sensação mais prazerosa de chocolate.

Segundo Evangelista et. al. (2014), de acordo com a análise sensorial os grãos de café não lavados inoculados com as leveduras, resultaram em uma melhor qualidade referente ao paladar, exceto com a levedura *Pichia guilliermondii* UFLA YCN731. No entanto o café não lavado também teve as pontuações mais baixas (73,25 em média) na prova da xícara, em comparação com as amostras de café lavado (taxa média de 77,18).

5.4 Fermentação no processamento via semiseca

As culturas que apresentam um bom potencial de inoculação no processamento via semiseca foram testadas anteriormente através das pesquisas de Evangelista et al. (2014) e Silva et al. (2013), sendo os microrganismos selecionados, a *Saccharomyces cerevisiae* CCMA 0200 e CCMA 0543 e *Torulaspora delbrueckii* CCMA 0684.

Nos estudos de Ribeiro et. al., 2017 as leveduras *Saccharomyces cerevisiae* CCMA 0200 e CCMA 0543 e *Torulaspora delbrueckii* CCMA 0684 foram inoculadas no *Coffea arabica* L. variedade Ouro Amarelo e Mundo Novo. Sendo submetidas a duas técnicas de análise sensorial, a análise do sabor da xícara e dominância temporal das sensações . A variedade de café Ouro Amarelo resultou em melhores pontuações para os atributos avaliados. A variedade Ouro Amarelo inoculada com *Saccharomyces cerevisiae* CCMA 0543 evidenciou sensação de acidez e nozes. A variedade Mundo Novo inoculada com *Torulaspora delbrueckii* CCMA 0684 e CCMA 0543 diminuiu as sensações de adstringência. No entanto *Saccharomyces cerevisiae* CCMA 0200 não apresentou notas relevantes de qualidade no café.

Já segundo Galvez (2017) que testou as correspondentes leveduras *Torulaspora delbrueckii* e *Saccharomyces cerevisiae* no Catuaí Amarelo através da inoculação das mesmas, apresentaram nota de 81,8 e 80,3. Evidenciando que com a variedade Catuaí Amarelo as leveduras obtiveram um melhor desempenho, porque mudou o comportamento dos microrganismos e a composição química durante o processo, resultado em notas maiores que 80.

5.5 Relação entre aroma e fermentação

Segundo Lee et. al (2016) a análise do perfil volátil dos grãos de café cereja utilizando *Rhizopus Oligosporus* na fermentação deu origem aos seguintes compostos após a torrefação, como guaiacol, p-vinilguaiacol, furfural, álcool furfurílico, formilpirrole e γ -butirolactona aumentaram enquanto os compostos de origem de processamento, tais como álcool feniletílico e acetoina diminuíram em quantidades (não quantificadas em concentrações). Além disso, havia compostos de origem não térmica, tais como 2,3-butanodiol, 1-octen-3-ol e 2-metoxi-3-isobutilpirazina.

Segundo Lee et. al (2016) o *Rhizopus Oligosporus* obteve um resultado diferente em cada nível de torra. Na torrefação leve predominou atributo doce, mais especificamente caramelo, concomitantemente com a decaída das notas sulfúricas e de fumaça, enquanto o café da torrefação escura apresentavam ser mais doces, picantes e menos apetitosos. Sendo importante ressaltar que o grão exposto a alta torrefação tem os efeitos da fermentação anulados.

Segundo Galvez (2017) com a inoculação de *Torulaspora delbrueckii* e *Saccharomyces cerevisiae* através do processamento pela via semiseca, foram encontrados mais de 112 compostos voláteis, sendo os mais relevantes aldeídos, cetonas, álcoois, ácidos, ésteres, lactonas, furanos, pirroles, pirazinas, aromáticos e outros. Alguns desses compostos detectados acrescentam valores sensoriais de sabor e aroma na bebida como, frutados, doces, caramelo, nozes e florais.

6. CONCLUSÃO

Os cafés especiais são oriundos de uma ampla faixa de cultivares, processamento e diversidade de microrganismos a serem inoculados ou já presentes no grão. A partir do levantamento bibliográfico foi possível verificar alguns dos microrganismos, que apresentaram um bom desempenho na fermentação e no método de processamento utilizado. A análise sensorial dos cafés obtidos com os microrganismos inoculados nos processos de fermentação gerou resultados interessantes com a presença sensorial de caramelo, chocolate, nozes, sensações herbáceas e cítricas.

REFERÊNCIAS

- ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café. **Brasil foi o maior exportador de café no mundo no último ano safra.** 2018. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=59&infoid=5657>>. Acessado em: 10/10/2018.
- ABRAHAM, K. O. Guide on food products. Bombay: Spelt Trade, Coffee & Coffee Products, 1992. v. 2.
- AGATE, A.D.; BHAT, J.V. **Role of the pectolytic yeasts in the degradation of mucilage layer of *Coffea robusta* cherries.** Applied Microbiology, v.14, p. 256 – 260, 1996.
- AGNOLETTI, B. Z. **Avaliação das propriedades físico-químicas de café arábica (*Coffea arábica*) e café conilo (*Coffea Canephora*) classificado quanto à qualidade da bebida.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil, 2015.
- AGNOLETTI, B. Z. **Avaliação das propriedades físico-químicas de café arábica (*coffea arábica*) e Conilon (*coffea canephora*) classificados quanto a qualidade da bebida.** 2015. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos).- Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2015.
- AGUILAR, C. S. **Frequência da ingestão de café em grupos de hepatopatas crônicos portadores do vírus da hepatite B e C: O efeito protetor do café na evolução das hepatopatias crônicas.** 2016. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências em Gastroenterologia, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. **Official methods of analysis.** 15. ed. Vol. I. AOAC, Arlington. 684 p.
- ARUNGA, R.O. **Enzymatic fermentation of coffee.** Kenya Coffee, v. 38, p. 354±357. 1973.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 15 ed. Washington, 1990. 684 p.
- ATERAGROAMBIENTAL – **Assistência técnica rural.** 2019. Disponível em: <<http://ateragroambiental.com.br/>> Acessado em: 05/06/ 2019.

AVALLONE, S., BRILLOUET, J.M., GUYOT, B., OLGUIN, E.; GUIRAUD, J.P. **Microbiological and biochemical study of coffee fermentation**. Current Microbiology, v. 42, p. 252 – 256, 2001.

ÁVILA, S. X. G. **Caracterização do resíduo da torrefação e trituração do café**. 54 p. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2017.

BADE-WEGNER, H., BENDIG, I., HOLSCHER, W. & WOLLMANN, R. **Volatile compounds associated with the overfermented flavour defect**. Ed. 17. In: Association Scientifique Internationale Du Café (edited by ASIC). p. 176±182. 1997.

BELGUIDOUM, K. et al. **HPLC coupled to UV-vis detection for quantitative determination of phenolic compounds and caffeine in different brands of coffee in the Algerian market**. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, v. 45, n. 4, p. 1314–1320, 2014.

BORÉM, F. M. **Pós-colheita do café**. Lavras: UFLA, 2008. 631 p.

BRAGANÇA, G. G. F. Poder de Mercado do Café Brasileiro nos EUA: Abordagem via Demanda Residual. Disponível em: < <http://epge.fgv.br/portal/arquivo/1755.pdf>>. Acesso em 10 de Outubro de 2018.

BRANDO, C. H. J. Cereja descascado, desmucilado, fermentado, despulpado ou lavado? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 3., 1999, Franca. **Anais**. Rio de Janeiro: MAA/PROCAFÊ, 1999. p. 342-346.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Informe estatístico do café**. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/acesso-a-informacao/estatistica>>. Acesso em: 10 de Outubro de 2018.

BRESSANI, R. E.; JARQUÍN, E. R. Pulpa y pergamino de café. **Turrialba**, San José, v. 22, p. 299-304, 1972.

CAIXETA, F. I; GUIMARÃES, M. R.; MALTA, R. M. **Qualidade da semente de café pelo retardamento do processamento pós-colheita**. Coffee Science, Lavras, v. 8, n. 3, p. 249-255, 2013.

CALLE, V.H. **Activadores bioquímicos para la fermentación del café.** Cenicafeâ. Colombia) v. 8, p. 94±101, 1957.

CALLE, V.H. **Algunos métodos de desmucilaginado y sus efectos sobre el café en pergamino.** Cenicafeâ. Colombia, v. 16, p. 3±11, 1965.

CAVALARI, A. A. **Invertase ácida, sacarose sintetase e o metabolismo de açúcares no desenvolvimento de sementes de café (Coffea arabica L).** 2004. p.73. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

CHALFOUN, S. M.; FERNANDES, A. P. **Efeitos da fermentação na qualidade da bebida do café.** Visão Agrícola, n. 12, 121 p., 2013.

ELÍAS, L. G. **Composición química de la pulpa de café y otros subproductos.** Panamá: INCAP, 1978. p. 19-29.

EVANGELISTA, S. R. **Avaliação da microbiota presente no processamento úmido do café, e do uso de culturas iniciadoras no processamento natural e semi-seco.** 2014. 183 p. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

EVANGELISTA, S. R., Miguel, M. G. P. C., Silva, C. F., Pinheiro, A. C. M., & Schwan, R. 352 F. **Microbiological diversity associated with the spontaneous wet method of coffee 353 fermentation.** *International Journal of Food Microbiology*, 2015, p. 102–112.

FAZUOLI, L. C.; RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade.** Potafos. Piracicaba, p. 87-113, 1986.

FERNANDES, S. M.; PINTO, N. A. V. D.; PEREIRA, R. G. F. A.; CARVALHO, V. D. **Comparação entre duas cooperativas do sul de Minas Gerais quanto a composição química de cafés com torração comercial.** *Ciência e Agrotecnologia*. v. 26, n.4, p. 830-835, 2002.

FRANK, H.A., LUM, A.N. & DE LA CRUZ, A.S. **Bacteria responsible for mucilage layer decomposition in Kona coffee cherries.** *Applied Microbiology*, 13, 201±207. 1965.

FRANK, H.A.; DE LA CRUZ, A.S. **Role of incidental microflora in natural decomposition of mucilage layer in Kona coffee cherries.** Journal of Food Science, v. 29, p. 850±853. 1964.

GELVEZ, S. J. M. **Improvement characteristics of semi-dry coffee fermentation with starter yeasts.** 2017. 56 p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

GIBSON, A. & BUTTY, M. **Overfermented coffee beans: a method for their detection and elimination.** Ed. 7. In: Association Scientifique Internationale Du Café (edited by ASIC). p. 141±152. 1975.

GOOGLE IMAGENS. Roda de aromas e sabores. 2019. Disponível em: <
https://www.google.com/search?q=roda+de+aromas+e+sabores&sxsrf=ACYBGNT-tR19ubfsdF5jwE3HVeL3_niPdG:1575937114719&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=PIS0FE55CTvO0M%253A%252Cxtaf5GGPNJBMM%252C_&vet=1&usg=AI4_-kRny3c826SD0J2ug4k8Rv_q-DZ6dA&sa=X&ved=2ahUKEwjK6aSf56nmAhXmILkGHVlBB1cQ9QEwA3oECAgQCg#imgsrc=PIS0FE55CTvO0M> Acessado em: 09/11/2019.

HALAL, S. L. M. **El Composição, Processamento e Qualidade do Café.** Bacharelado em Química de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, p.90, 2008.

HOHLER, D. **Ochratoxin A in food and feed: occurrence, legislation and mode of action.** Z. Ernährungswiss, v.37, n.1, p.2-12, 1998.

JACKELS, S.C.; JACKELS, C.F. **Characterization of the coffee mucilage fermentation process using chemical indicators.** Food Chemistry and toxicology, Nicarágua, v. 70, n. 5, p. 321-325, 2005.

KNOPP, S., BYTOF, G., & SELMAR, D. Influence of processing on the content of sugars in green Arabica coffee beans. European Food Research and Technology, v. 223, p. 195–201. 2005.

LEE, L. W.; MUN W. C.; CURRAN P.; YU B.; LIU S. Q. **Coffee fermentation and flavor-An intricate delicate relationship.** Food Chemistry, China, 2015.

LEE, L. W.; MUN W. C.; CURRAN P.; YU B.; LIU S. Q. **Modulation of coffee aroma via the fermentation of green coffee beans with *Rhizopus oligosporus*: II. Effects of different roast levels**. Food Chemistry, China, 2016.

LOPEZ, C.I., BAUTISTA, E., MORENO, E. & DENTAN, E. **Factors related to the formation of 'overfermented coffee beans' during the wet processing method and storage of coffee**. Ed. 13. In: Association Scientifique Internationale Du Café (edited by ASIC). p. 373-384. 1989.

MASSAWE, G. A., & LIFA, S. J. **Yeasts and lactic acid bacteria coffee fermentation starter cultures**. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, v. 2, p. 41, 2010.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R. **Variedades de café-como escolher, como plantar**. Rio de Janeiro. PROCAFÉ. p. 64, 1997.

MEILLON S.; URBANO C.; SCHLICH P. **Contribution of the Temporal Dominance of Sensations (TDS) method to the sensory description of subtle differences in partially dealcoholized redwines**. Food Quality and Preference, v. 20, p. 490-499, 2009.

MELO, B.; BARTHOLO, G.F.; MENDES, A. N. G. **Café: variedade e cultivares**. Informe agropecuário. v. 19 p. 92-96. 1998.

MENCHUÁ, J.F. & ROLZ, C. **Coffee fermentation technology**. The coffee Cacao, v. 17, p. 53-61. 1973.

MENEZES, H. C. **The relationship between the state of maturity of raw coffee beans and the isomers of caffeoylquinic acid**. Food Chemistry, Oxford, v. 50, n. 3, p. 293-296, 1994.

MOREIRA, A. C. **História do café no Brasil: panorama rural**. São Paulo, 2007.

NASCIMENTO, E. A. do et al. **Composição química do café conillon em diferentes graus de torração**. Ciência e Engenharia, Uberlândia, v. 16, n. 1/2, p. 17- 21, 2007.

NASCIMENTO, L. C. **Ozônio e ultra-som: processos alternativos para o tratamento do café despulpado**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas. v. 28, n. 2, p. 282-294, 2008.

NAVARINI L, GILLI R, GOMBAC V, ABATANGELO A, BOSCO M, TOFFANIN R. **Polysaccharides from hot water extracts of roasted *Coffea arabica* beans: isolation and characterization.** Carbohydr. Polym. p. 71-81. 1999.

NUCOFFEE – Syngenta Global. **Cultivares de café.** 2019. Disponível em: <nucoffee.com/pt-br> Acessado em: 07/05/2019.

NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M. **SensoMaker.Version 1.8.** Lavras: UFLA, 2012. Software.

PARDO E, MARÍN S, RAMOS AJ, SANCHIS V. **Occurrence of ochratoxigenic fungi and ochratoxin A in green coffee from different origins.** Food Science Technol. p. 45-50. 2004.

PEREIRA, A. A.; CHAVES, G.M.; ZAMBOLI, L.; SAKIYAMA, N. S. **Oeiras-MG 6851; nova cultivar de café para o Estado de Minas Gerais.** Universidade Federal de Viçosa/EPAMIG, 1999.

PIMENTA, C.J. **Qualidade de café.** Lavras: UFLA. p.147-158, 2003.

PINEAU, N.; SCHLICH P.; CORDELLE S.; MATHONNIÈRE C.; ISSANCHOU S.; IMBERT A.; ROGE AUX M.; ETIÉVANT P.; KÖSTER E. **Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time–intensity.** Food Quality and Preference, Barking, v. 20, p. 450-455, 2009.

PUERTA-QUINTERO, G. I. **Influencia del proceso de beneficio en la calidad del cafe.** *Cenicafe*. Colombia, v. 50, p. 78 – 88, 1999.

RIBEIRO, L. S. et al. **Controlled fermentation of semi-dry coffee (*Coffea arabica*) using starter cultures: a sensory perspective.** Food Science & Technology, London, v. 82, p. 32-38. 2017.

SCAA (Specialty Coffee Association of America). **Metodologia de Avaliação de Cafés Especiais.** Disponível em: <file:///E:/TCC/Artigos/Análise%20Sensorial/SCAA.pdf> .Acesso em 20/11/2019.

SCHWAN, R. F.; WHEALS, A. E. **Mixed microbial fermentations of chocolate and coffee.** Yeasts in food. p. 426-459, 2003.

SEPÚLVEDA, W. S., CHEKMAM, L., MAZA, M. T., & MANCILLA, N. O. **Consumers' preference for the origin and quality attributes associated with production of specialty coffees: Results from a cross-cultural study.** Food Research International, v. 89, p. 997–1003. 2016.

SEPÚLVEDA, W. S.; URETA, I.; SEPULVEDA-SEPULVEDA, A. **Perfil e preferência dos consumidores equatorianos atributos de qualidade na produção de café.** Coffee Science, Lavras, v. 16, n. 3, p.298-307, 2016.

SILVA, A. A. et al. **Manejo integrado de plantas daninhas em lavouras de café.** SEMINÁRIO PARA A SUSTENTABILIDADE DA CAFEICULTURA. Alegre: UFES, 2008. p. 251-268. 2008.

SILVA, A. P. et al. **Coffee seedlings in different substrates and protected environments.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 589-600, 2013.

SILVA, C.F.; SCWAN, R.F.; DIAS, E.S.; WHEELS, A.E. **Microbial diversity during maturation and natural processing of coffee cherries of *Coffea arabica* in Brazil.** International Journal of Food Microbiology, Oxford, v. 60, n. 1, p. 251-260, 2000.

TEIXEIRA, A. A.; ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee.** Rome: Elsevier Academic, 1985. p. 197-198.

VAN PEE, W.; CASTELEIN, J.M. **Study of the pectinolytic microflora, particularly the Enterobacteriaceae, from fermenting coffee.** Congo. Journal of Food Science, v. 37, p. 171 – 174, 1972.

VILELA D.M.; PEREIRA G.V.; SILVA C.F.; BATISTA L.R.; SCHWAN R.F. **Molecular ecology and polyphasic characterization of the microbiota associated with semi-dry processed coffee (*Coffea arabica* L.).** Food Microbiology, London, v. 27, n. 8, p. 1128-1135, 2010.

WOOTTON, A. E. **Fermentation and onion flavour.** Tanganika Coffee News. v. 2. p. 149 – 162.

YERETZIAN, C., JORDAN, A., BADOUD, R., & LINDINGER, W. **From the green bean to the cup of coffee: investigating coffee roasting by online monitoring of volatiles.** European Food Research and Technology, v. 214, p. 92-104. 2002.