



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
ALIMENTOS**



ISADORA NUNES CASÉ

PROCESSOS ALTERNATIVOS DE SECAGEM DO CAFÉ ARÁBICA

**PATOS DE MINAS - MG
2022**



ISADORA NUNES CASÉ



PROCESSOS ALTERNATIVOS DE SECAGEM DO CAFÉ ARÁBICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
faculdade de Engenharia de Alimentos da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof ^a. Dr ^a. Líbia Diniz dos
Santos.

Co-orientadora: Prof ^a. Dr ^a. Marta Fernanda
Zorarelli.

PATOS DE MINAS - MG
2022



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 - secdreq@feq.ufu.br - www.feq.ufu.br



HOMOLOGAÇÃO Nº 64

ISADORA NUNES CASÉ

Processos Alternativos de Secagem do Café Arábica

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

Prof.ª Dr.ª Liliane Maciel de Oliveira
UFSJ

Prof. Dr. Ricardo Correa de Santana
UFU

Patos de Minas, 24 de março de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Líbia Diniz Santos, Presidente**, em 24/03/2022, às 16:10, 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 **Ricardo Correa de Santana, Professor(a) do Magistério Superior**, em 24/03/2022, às 16:10, 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 **Liliane Maciel de Oliveira, Usuário Externo**, em 24/03/2022, às 16:10, 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 **3446695** e o código CRC **DB96E581**.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo amor, por me guiar e iluminar a minha vida nos momentos difíceis, me permitindo ter força e coragem para seguir.

Agradeço aos meus pais, Alacir e Edilson, que com muita luta, humildade e honestidade, me fizeram melhor, me apoiando e dando todo suporte necessário. A vocês, todo o meu amor e a minha gratidão.

Ao meu pai, a quem eu darei mil motivos para sorrir, por trazer luz e aprendizado à minha vida e continuar a me iluminar lá do céu. Para sempre no meu coração.

À minha irmã e minha sobrinha, por me ensinarem que o amor vai além daquilo que se imagina e que se possa sentir. Vocês são a razão da minha vida.

À minha orientadora e coorientadora, Líbia e Marta, que são exemplos de profissionais, que levarei por toda a minha vida, por serem sempre solícitas, generosas e pacientes comigo. A vocês, toda a minha admiração e respeito.

À Victoria, a minha irmã de coração. Obrigada por ser a minha família, por não me deixar sozinha, por ser minha companheira de estudo e de vida. Estaremos sempre juntas!

Por fim, quero agradecer a todos os meus amigos, com quem dividi todos esses anos as minhas alegrias e angustias. Vocês são incríveis!

Agradecimentos ao Produtor Rural Décio Bruxel, aos órgãos de fomento Capes, CNPq e Fapemig por proporcionar o desenvolvimento da pesquisa e ajudar no conhecimento in loco.

“Tenho o privilégio de não saber quase tudo, e
isso explica o resto.”

(Manoel de Barros-Menino do Mato)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Morfologia do grão de café	16
Figura 2: Fluxograma do processamento pós-colheita do café	19
Figura 3: Defeitos intrínsecos dos grãos de café	23
Figura 4: Defeitos extrínsecos dos grãos de café	23
Figura 5: Roda de Sabores desenvolvida pela SCAA	27
Figura 6: Secagem natural do café em terreiro	30
Figura 7: Terreiro de terra	32
Figura 8: Terreiro de concreto	33
Figura 9: Terreiro de lama asfáltica	35
Figura 10: Terreiro suspenso	37
Figura 11: Terreiro suspenso com cobertura no modelo de estufa	38
Figura 12: Terreiro Secador	39
Figura 13: Fornalha	40
Figura 14: Secador rotativo horizontal	45
Figura 15: Secador vertical ou de fluxo cruzado	46
Figura 16: Esquema secador de cama fixa	47
Figura 17: Silo para Secagem	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição da polpa do café arábica variedade. Típica 1 em base seca	16
Tabela 2: Equivalência de defeitos pelo método SCA para grãos crus – categoria 1	24
Tabela 3: Equivalência de defeitos pelo método SCA para grãos crus – categoria 2	24
Tabela 4: Classificação da bebida do café pelo método SCA	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Grupos de aromas e sabores de acordo com à sua natureza e volatilidade 25

RESUMO

O fruto do café é produzido principalmente em países tropicais e subtropicais. O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo e é estratégico manter essa liderança em volume de produção, sem deixar de lado a questão da qualidade. Uma bebida conhecida e consumida mundialmente, apresenta propriedades estimulantes, sabor e aroma característicos. O *Coffea arábica* L. é uma das espécies mais comercializada, isto deve-se ao fato de apresentar uma bebida de maior qualidade, suavidade, rico em sabor e aromas, quando se comparada à outras espécies existentes. Os fatores físicos do grão cru (tamanho, cor, grão defeituosos), as etapas da cadeia produtiva, a origem geográfica, o clima, a amplitude térmica, a altitude, as espécies, os métodos de colheita, processamento pós-colheita e armazenamento influenciam diretamente na qualidade do produto final. Nesse contexto, a secagem é uma das etapas que acontecem durante o beneficiamento do grão com grande influência na qualidade final do grão e consequentemente da bebida. Durante esse processo, inúmeros fatores externos podem influenciar na qualidade do café e no seu valor comercial. Os frutos do café são colhidos com uma umidade entre 30% a 65% e para garantir sua qualidade esse valor precisa ser reduzido para até 11%. Quando não é realizada de forma adequada, a secagem pode acarretar danos térmicos no grão. Assim, durante a secagem é necessário manter o controle de parâmetros como a temperatura, velocidade e umidade do ar de secagem e temperatura da massa de grãos. Existem diferentes métodos de secagem, porém os métodos mais utilizados no Brasil para a secagem do café são: secagem natural em terreiro, secadores mecânicos e secagem combinada (terreiro + mecânico). Sabendo-se que a secagem é uma etapa importante para a qualidade do café, o presente trabalho teve como objetivo fazer uma revisão descritiva sobre os métodos alternativos utilizados na secagem do café e suas influências na qualidade final do grão de café. Em suma, compreendeu-se que os métodos mais tradicionais de secagem de café são os terreiros de asfalto e concreto. Porém, o método para o processamento e secagem do café dependerá do produtor responsável, condições climáticas de cada região, disponibilidade de capital para investimentos e padrão desejado de qualidade. Dessa forma, cada produtor deve escolher o sistema que supra suas necessidades, levando em consideração o seu poder aquisitivo, sua necessidade de otimizar o tempo, seu conhecimento técnico e, sobretudo, a qualidade final do produto que deseja oferecer.

Palavras-chave: Bebida; Café; Influência; Qualidade; Valor Comercial.

ABSTRACT

The coffee fruit is mainly produced in tropical and subtropical countries. Brazil is the largest producer and exporter of coffee in the world and it is strategic to maintain this leadership in production volume, without neglecting the issue of quality. A drink known and consumed worldwide, it has stimulant properties, characteristic flavor and aroma. *Coffea arábica* L. is one of the most commercialized species, this is due to the fact that it presents a drink of higher quality, softness, rich in flavor and aromas, when compared to other existing species. The physical factors of the raw bean (size, color, defective bean), the stages of the production chain, the geographic origin, the climate, the temperature range, the altitude, the species, the methods of harvest, post-harvest processing and storage influence directly on the quality of the final product. In this context, drying is one of the steps that take place during the processing of the bean, with a great influence on the final quality of the bean and, consequently, the beverage. During this process, numerous external factors can influence the quality of the coffee and its commercial value. Coffee fruits are harvested with humidity between 30% and 65% and to guarantee their quality this value needs to be reduced to 11%. When not carried out properly, drying can cause thermal damage to the bean. Thus, during drying it is necessary to keep control of parameters such as temperature, speed and humidity of the drying air and temperature of the bean mass. There are different drying methods, but the most used methods in Brazil for drying coffee are: natural drying in terrace, mechanical dryers and combined drying (terrace + mechanical). Knowing that drying is an important step for coffee quality, the present work aims to make a descriptive review of the alternative methods used in coffee drying and their influences on the final quality of the coffee bean. In summary, it was understood that the most traditional methods of drying coffee are asphalt and concrete. However, the method for processing and drying the coffee will depend on the producer responsible, climatic conditions in each region, availability of capital for investments and the desired quality standard. Thus, each producer must choose the system that meets their needs, taking into account their purchasing power, their technical knowledge and, above all, the final quality of the product they wish to offer.

Keywords: Beverage; Coffee; Commercial Value; Influence; Quality.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 Geral	14
2.2 Específicos	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 Café	15
3.2 As Ondas do Café	17
3.3 Processamento do Café	17
3.4 Classificação sensorial e qualidade do café	21
3.5 Secagem	27
3.6 Métodos de secagem	29
3.6.1 <i>Secagem em terreiros ou secagem natural</i>	29
3.6.1.1 <i>Terreiro de terra</i>	30
3.6.1.2 <i>Terreiros de concreto</i>	32
3.6.1.3 <i>Terreiro de lama asfáltica</i>	34
3.6.1.4 <i>Terreiro suspenso</i>	35
3.6.1.5 <i>Estufa (casa de vegetação)</i>	37
3.6.1.6 <i>Terreiro secador</i>	38
3.7 Manejo tradicional do terreiro para cafés naturais	40
3.8 Manejo do terreiro para os frutos secos	42
3.9 Manejo do terreiro para cafés em pergaminho	42
3.9.1 <i>Secadores mecânicos</i>	43
3.9.1.1 <i>Secadores horizontais</i>	44
3.9.1.2 <i>Secadores verticais ou de fluxos cruzados</i>	45
3.9.1.3 <i>Secadores cama fixa</i>	46
3.9.2 <i>Secagem com baixas temperaturas</i>	47
4. CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1. INTRODUÇÃO

O cafeiro (*Rubiaceae*, do gênero *Coffea*) é responsável por produzir frutos com polpa doce e fina responsáveis pela produção de uma das bebidas mais conhecida pelo sabor, aroma e propriedades estimulantes, que é o café. As espécies mais comercializadas são *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. O *Coffea arabica* se destaca entre todas as espécies, pois é responsável por oferecer uma bebida de maior qualidade, mais suave, mais rico em sabor e aromas (CHALFOUN; FERNANDES, 2013; EVANGELISTA, 2014; AGUILAR, 2016; SEPÚLVEDA *et al.*, 2016; ÁVILA, 2017), enquanto o *Coffea canephora* tem características sensoriais mais neutras em relação à doçura e acidez e corpo mais evidente (MENDONÇA; PEREIRA; MENDES, 2005).

A cafeicultura está ligada diretamente com a cadeia agroindustrial, que engloba diversas atividades produtivas como os produtores, exportadores, atacadistas e varejistas (GONÇALVES, 2006). Na safra de 2020/2021, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) estimou uma produção mundial de café de 175,5 milhões de sacas de 60 kg, um crescimento de 4,1% em relação à safra anterior. O consumo foi estimado em 165,4 milhões de sacas, elevando o estoque do produto de 36,7 milhões para 41,3 milhões de sacas (BRASIL, 2019; CONAB, 2021). O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, sendo o 14º consumidor, com média de consumo desse produto de 5,8 kg/pessoas/ano (TAVARES, 2002). No ano de 2018, chegou ao recorde de produção com 60 milhões de sacas, 60% destinados para a exportação e 40% para o mercado interno. O país exportou 5,43 milhões de sacas de 60 kg de cafés diferenciados de julho 2017 a junho 2018 (ABIC, 2018).

Apesar de grande produção, a exigência dos mercados consumidores é uma das principais dificuldades encontradas para a exportação e comercialização do café. Sua valorização é diretamente ligada à qualidade e preço do produto final baseado em características qualitativas (SEPÚLVEDA *et al.*, 2016). Por conseguinte, apesar da cafeicultura já ser bastante consolidada em várias regiões do Brasil, nos últimos anos, o agronegócio do café passou por significativas mudanças. Novas técnicas foram inseridas, de maneira a potencializar a produtividade e qualidade dos grãos, incluindo técnicas de produção e pós-colheita, que levam também em consideração as questões ambientais e sociais (BLISKA *et al.*, 2009).

Com isso, graças às mudanças de perspectivas dos consumidores, todas as nuances oferecidas pelo café são determinantes para apreciação do produto, prezando pela sua qualidade final. A partir dessas mudanças de comportamento, fez-se necessário uma análise mais

minuciosa desses hábitos, com as “Ondas do Café”, feitas, em um primeiro momento, pela barista norte-americana Trish Skeie e que atualmente, influência de forma significativa a maneira como o produtor se porta na fazenda e no mercado (BOAVENTURA *et al.*, 2018), abrangendo também os métodos de secagem dos grãos de café.

As etapas do processamento do café influenciam em sua qualidade, pois, devido as exigências do mercado consumidor enquanto patrimônio ativo mundial, é necessário que se atente às distinções entre os métodos que se baseiam nas três diferentes características do fruto do café, sendo elas: a via úmida, a via seca e a via semisseca. Compreende-se, portanto, que o método de processamento, por via seca, consiste em processar o fruto na sua forma integral, ou seja, os frutos são colhidos da planta e são levados diretamente para a secagem, sendo denominados cafés naturais ou cafés cereja, sendo este no Brasil, o método comumente utilizado para o café arábica. Enquanto que no processamento por via úmida, os frutos são colhidos da planta retirando a polpa ou mucilagem de mecânica e ou biológica, sendo levados para tanques com água permanecendo por 48 horas até finalizar o processo de fermentação para depois serem levados para o processo de secagem, podendo considerar três tipos de cafés neste método: os descascados, despolpados e desmucilados. Por fim, no processamento por via semisseca ou também denominado método cereja descascado, apresentam etapas tanto do método por via seca quanto pelo método por via úmida, onde os frutos são colhidos da planta, descascados e levados para o processo de secagem (WINTGENS, 2004; BORÉM, 2008; EVANGELISTA *et. al.*, 2014a).

A secagem é uma etapa de extrema importância durante o processamento do café que causa grande influência na qualidade do produto final. Este processo pode ser realizado em terreiros, utilizando a radiação solar e movimento natural do ar ou secadores mecânicos, que utilizam ar forçado a temperaturas controladas para reduzir a umidade presente no grão (SILVA, 2005; BORÉM, 2008).

A redução de umidade no grão tem como objetivo diminuir riscos como respiração, fermentação indesejada, oxidação e desenvolvimento de microrganismos no produto. Entretanto, o procedimento de secagem quando realizado de forma inadequada afeta negativamente a qualidade devido a alterações indesejáveis, como possibilidade de fermentação indesejável, choque térmico, grãos pretos, ardidos, grãos mal granados, quebrados e brocados. Dessa forma, ao mesmo tempo em que a secagem é de extrema importância, quando realizada sem o controle adequado dos principais parâmetros, tais como: temperatura e umidade do ar de secagem, fluxo de ar e temperatura da massa de grãos, pode acarretar na perda significativa da

qualidade (ANDRADE; BORÉM; HARDOIM, 2003; BORÉM *et al.*, 2006; ISQUIERDO, 2013).

Por isso, os diferentes métodos de secagem dos grãos de café devem ser devidamente estudados, para que possam ser aplicados de forma correta e com a finalidade desejada, garantindo um produto de qualidade. Dessa forma, a elaboração deste estudo teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico sobre os métodos alternativos utilizados na secagem do café arábica e as suas influências na qualidade final do grão de café, de forma a estabelecer a base para uma monografia no formato de revisão bibliográfica.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Revisar os métodos tradicionais e alternativos utilizados na secagem do café arábica e as suas influências na qualidade final do grão de café. Utilizando artigos científicos adquiridos pela base de dados Repositório UFU, Repositório UFLA, Periódicos CAPES, *Science Direct*, *Scielo*, *Scholar Google*, dissertações e teses. As palavras chaves utilizadas no levantamento de dados foram: “*Coffea arábica L.*”, “*coffee drying*”, “*coffee*”, “*mechanical coffee dryers*”, “*coffee classification*”.

2.2 Objetivos específicos

- Descrever sobre a qualidade dos grãos de café e os importantes atributos para o consumo;
- Demonstrar a importância de todo o processamento pós-colheita do grão de café;
- Apontar os fatores que influenciam de forma direta no processo de secagem do café;
- Relacionar métodos alternativos para a secagem do café com a qualidade do produto final.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

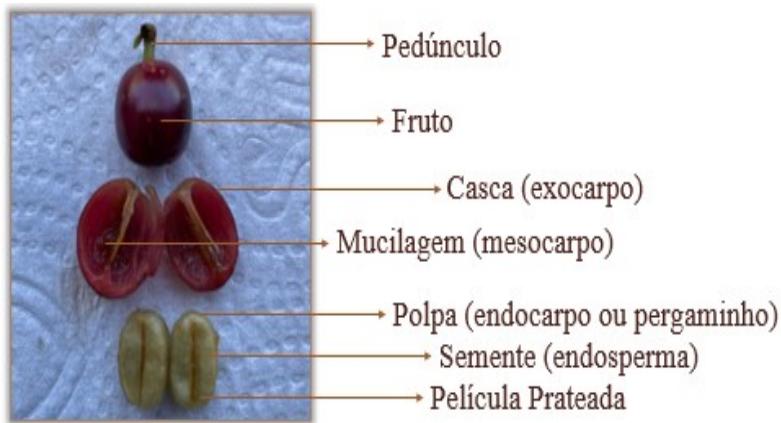
3.1 Café

O cafeeiro (*Rubiaceae*, do gênero *Coffea*), não possui reconhecimento histórico, mas há indícios de que esta planta é originária da Etiópia, que fica localizada no nordeste do continente da África (MIGUEL, 2016). Mesmo sendo nativa de outro país, o Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e é estratégico manter essa liderança em volume de produção, sem deixar de lado a questão da qualidade do produto final, valorizando atributos sensoriais e higiênico-sanitário de forma a agregar valor.

O plantio do café no Brasil proporcionou o progresso de ampla variedade de cultivares em regiões distintas, acarretando um aumento na produtividade. O *Coffea arabica* L. é uma das espécies mais comercializadas, isto deve-se ao fato de apresentar uma bebida de maior qualidade, suavidade, rica em sabor e aromas, quando comparada à outras espécies existentes. Isto se deve ao fato de ser uma espécie mais delicada, que gosta de grandes altitudes e necessita de um clima ameno, com a variação de temperatura entre 15 e 25°C. Além disto, é a espécie mais complexa se comparado ao *C. canephora*, apresentando 44 cromossomos, 2 cromossomos a menos que os seres humanos (PASCOAL, 2006).

Na Figura 1 está apresentada uma ilustração da morfologia do grão de café. O fruto do cafeeiro completo é composto pelo pericarpo e semente, pode apresentar duas, três ou mais sementes, que são resultantes de ovários bilocular, triloculares e pluriloculares (WILBAUX, 1963; RODRIGUES, 2001; SILVA, 2002). O café é classificado como drupa, isto é, um fruto carnoso, indeiscente, com pericarpo distinguido em exocarpo (casca), mesocarpo (mucilagem) e endocarpo (polpa). As sementes (endosperma) são envoltas pelo perisperma, uma fina camada, designada como película prateada. O embrião está situado próximo a superfície convexa da semente (GHOSH; GACANJA, 1970; ARCILA-PULGARIN; OROZCO-CASTAÑO, 1987; ÁVILA, 2017; SALAZAR *et al.*, 1994; VILELA *et al.*, 2011).

Figura 1 - Morfologia do grão de café.



Fonte: A AUTORA.

A polpa do café é formada em sua maioria por carboidrato, proteína, fibra e cinzas, sendo rica em compostos voláteis e não voláteis, que influenciam de forma direta na qualidade da bebida (MENEZES, 1994; VILELA *et al.*, 2011). A composição química da polpa do café arábica em base seca (b.s.) pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química da polpa do café arábica variedade. Típica 1 em base seca.

Componentes	Café Arábica ¹
Cafeína	1,2
Trigonalina	1,0
Cinzas (41% correspondem a K)	4,2
Ácidos:	
• Clorogênico total	6,5
• Alifáticos	1,0
• Quínico	0,4
Açúcares:	
• Sacarose	8,0
• Redutores	0,1
• Polissacarídeos	44,0
Lignina	3,0
Pectina	2,0
Proteína	11,0

Aminoácidos livres	0,5
Lipídeos	16,0

¹ Valores expressos em g 100g⁻¹ em base seca.

Fonte: CLARKE, 2003.

Os carboidratos presentes no grão de café cru são compostos por extrato não nitrogenado mais fibra bruta, sendo estes responsáveis pela estrutura densa da parede celular (BORÉM, 2008).

3.2 As Ondas do Café

A relação do café com o mercado consumidor sofreu algumas modificações ao longo dos últimos anos. Essas mudanças de comportamento, após a real popularização do café em grande parte do mundo, foram categorizadas na chamada “Ondas do Café”, pela barista Trish Skeie (2002), em *The Flamekeeper*, no guia da *Specialty Coffee Association of America*. Skeie dividiu esse período em três fases, designadas de primeira, segunda e terceira ondas. Assim, a partir das análises feitas, foram necessárias mudanças também no manejo de café em toda a sua cadeia, do plantio ao pós-colheita.

A Primeira Onda se refere ao momento após as Grandes Guerras Mundiais, no qual o café era consumido sem grandes pretensões, apenas pelo valor energético que oferecia. Nesse momento, houve a expansão da produção e comercialização dos grãos *commodities*, com enfoque na distribuição em larga escala. A partir da Segunda Onda, por volta dos anos 60 aos anos 90, o padrão de qualidade evoluiu e as cafeterias e cafés especiais foram introduzidos no mercado. O café ganhou uma perspectiva mais social, com a disponibilidade de cafés de qualidade em ambientes agradáveis. A Terceira Onda, fase que começou a ganhar força no Brasil nos últimos anos, trouxe uma revolução no consumo de cafés especiais, pautada, sobretudo, na diferenciação de produtos e experiências de consumo (ZYLBERSZTAJN; FARINA, 2001; GUIMARÃES *et al.*, 2016). Os cafés especiais, de qualidade superior ao café *commodity*, ganharam espaço e mostraram aos produtores a possibilidade de margens de lucro mais elevadas e também a independência em relação ao comércio internacional tradicional (CHADE, 2012; GUIMARÃES *et al.*, 2016).

3.3 Processamento do Café

A qualidade do café pode ser determinada como um conjunto de atributos físicos, químicos, sensoriais, higiênico sanitários, ambientais e de aspectos sociais, que decisivos à aceitação do produto pelos consumidores. Assim, características como: edafoclimáticas, cultivares, condução e manejo da lavoura, colheita, tipo de processamento, secagem e armazenamento (CARVALHO *et al.*, 1994; PEREIRA, 2003) são determinantes para a qualidade do produto.

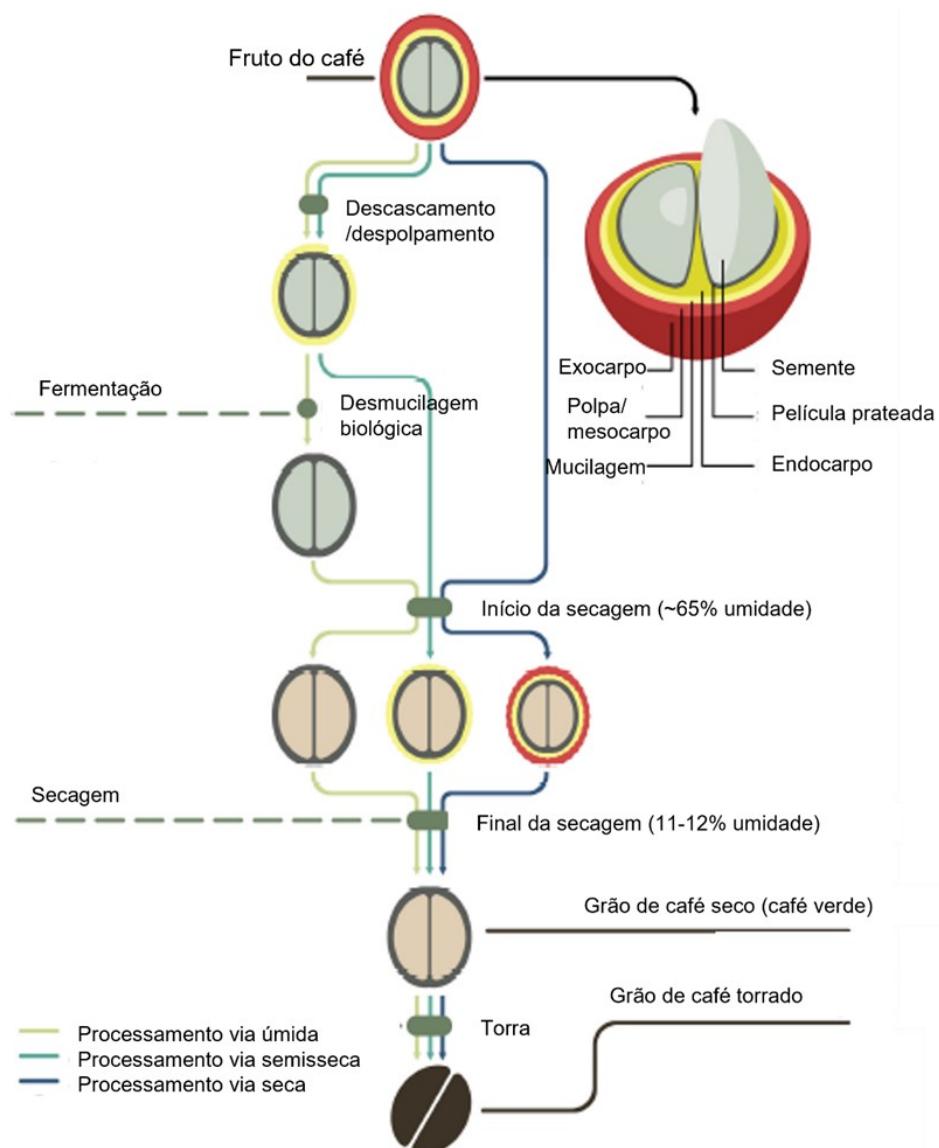
Durante a colheita do café é importante que seja realizada a separação dos frutos verdes, maduros (cereja), super maduros ou “passa”, frutos secos ou “boias”, folhas, ramos, terras, paus e pedras. A colheita de frutos verdes pode ocasionar prejuízos quanto a classificação por tipo, no rendimento de colheita, por provocar desgaste da planta, na qualidade da bebida e no valor do produto. O ideal é que os produtores iniciem a colheita com, no máximo 5% de cafés verdes (WINTGENS, 2004; MORAIS, 2006; BORÉM, 2008; REIS; CUNHA; CARVALHO, 2011;). Além disso, o processamento do café pode ser classificado quanto ao tipo de café: o café com casca (natural), o descascado por água sob pressão (despolpado), o de retirada parcial da mucilagem por água sob pressão (desmucilado parcialmente) e o 100% desmucilado (lavado) (PASCOAL, 2006).

Os métodos de secagem dos frutos devem reduzir o teor de umidade para um valor em torno de 11% de umidade (b.s), de forma que irá garantir a diminuição das reações químicas, verificando um menor metabolismo, impedindo ou reduzindo a proliferação de microrganismos, permitindo a conservação dos frutos por longos períodos. Após a colheita, os frutos passam por processo de separação de impurezas que podem ser feitos de forma manual ou mecânica, com o intuito de remover folhas, torrões e paus provenientes da lavoura, diminuindo os riscos de perda da qualidade, fermentações indesejáveis, ocorrência de fungos e micotoxinas (PIMENTA, 2003; BORÉM, 2008; REIS; CUNHA; CARVALHO, 2011). O processo de separação de impurezas, materiais estranhos e dos frutos boias, cerejas e verdes é uma das mais importantes na fase de preparo do café. A separação dos frutos acontece de acordo com a densidade através de um separador hidráulico (PIMENTA, 2003; REIS; CUNHA; CARVALHO, 2011).

É pertinente que se mencione os três métodos de processamento dos grãos de café conhecidos como: via úmida, via semisseca e via seca, conforme mostrado na Figura 2. Compreende-se que o método de processamento por via seca, é um dos métodos mais antigos

e simples, que consiste em processar o fruto na sua forma integral, isto significa, com a casca, produzindo frutos secos, denominados como café em coco ou café natural. No Brasil, é predominante o processamento por via seca para o café arábica, devido ao seu baixo custo. Os frutos maduros, verdes, secos ou mesmo a mistura desses, quando secados mantendo-se o grão na sua forma integral, são processados por via seca (VICENT, 1987 BORÉM, 2008). Nessa forma de processamento, as sujidades oriundas da lavoura dos cafeeiros são retiradas e os frutos são separados conforme sua densidade no lavador. Além disso, é o processo que menos afeta a condição natural do café, pois o fruto encontra-se na sua forma integral, forma de café cereja; e que menos agride o meio ambiente, pois produz poucos resíduos sólidos e líquidos (BORÉM, 2008; ESQUIVEL, *et al.*, 2012).

Figura 2. Fluxograma do processamento pós-colheita do café.



Fonte: PEREIRA *et al.*, 2019.

Os cafés processados pela via seca apresentam características sensoriais que os diferenciam dos cafés produzidos pela via úmida, com menor maciez e maior corpo, que é fundamental para as ligas de café expresso (WILBAUX, 1963; VINCENT, 1987; ILLY; VIANI, 1995; PUERTA-QUINTERO, 1996; VILELA, 2002).

A via úmida é a forma de preparo predominante do café arábica na Colômbia, Costa Rica, Guatemala, México, El Salvador, Quênia (WILBAUX, 1963; VINCENT, 1987; PUERTA-QUINTERO, 1996; BRANDO, 2004; BORÉM, 2008). No processo por via úmida, o exocarpo (casca) e mesocarpo (mucilagem) são removidos mecanicamente e o restante da mucilagem é removido de forma mecânica ou biologicamente (cereja descascado), ou seja, a casca dos grãos é removida por despolpadores com auxílio da água e após a finalização desse processo, são levados aos terreiros (BORÉM, 2008; EVANGELISTA *et al.*, 2014a). No processamento por via úmida, a colheita dos frutos maduros, a remoção da casca e da mucilagem, o controle da fermentação e a secagem de forma cuidadosa resulta em uma bebida de melhor qualidade (BARTHOLO; GUIMARÃES, 1997; BORÉM, 2008).

A remoção do exocarpo acontece através de descascadores do café cereja. A realização da remoção ocorre pela diferença de resistência a pressão do fruto verde e do fruto maduro. O fruto verde resiste à pressão, pois o mesocarpo ainda está rígido. Assim, este é conduzido para as laterais do descascador e o fruto cereja, com o mesocarpo mucilaginoso, separa-se em duas sementes que passam, juntamente com a casca por peneiras de perfuração alongada (BORÉM, 2008).

Quando os frutos são colhidos por derriça completa, a operação de descascamento passa apresentar uma função muito importante, devido a separação dos frutos verdes. A qualidade e eficácia dessa operação necessita da quantidade de frutos verdes (inferior a 30%) e maduros que vão adentrar no descascador. A elevada quantidade de frutos verdes pode levar ao comprometimento dos frutos, que podem ser partidos ao meio, passando pelas peneiras, comprometendo a qualidade final do lote de café em pergaminho (BRANDO, 1999; BORÉM, 2008).

O processamento semi-seco, também denominado método cereja descascado, apresenta etapas tanto do método via seca quanto via úmida (DUARTE *et al.*, 2010; VILELA *et al.*, 2010). Os frutos do café são transferidos para terreno para a etapa de secagem, durante a qual também ocorre a fermentação natural. O objetivo do processo semi-seco é ir um passo além do processo de secagem e separar mecanicamente as cerejas verdes das maduras para tratá-las separadamente e melhorar a qualidade do café (BRANDO, 2010). Após a secagem, os grãos

são armazenados em sacos de juta, onde aguardam de 20 a 30 dias para serem descascados e para a remoção do pergaminho (HAILE, KANG., 2019b; PEREIRA *et al.*, 2019).

3.4 Classificação sensorial e qualidade do café

No Brasil, a qualidade do café é determinada por duas classificações: a classificação física dos grãos e a classificação sensorial da bebida (REIS; CUNHA; CARVALHO, 2011). Os fatores físicos do grão cru (tamanho, cor, grãos defeituosos), as etapas da cadeia produtiva, a origem geográfica, o clima, a amplitude térmica, a altitude, as espécies, os métodos de colheita, processamento pós-colheita e armazenamento influenciam diretamente na qualidade do produto final. Dessa forma, os provadores devem acompanhar, avaliar e identificar todos os detalhes, defeitos e predicados de cada lote, sendo de extrema importância registrar o local de origem, a variedade das plantas, processamento, tipo e tamanho dos grãos (PASCOAL, 2006).

A qualidade do produto final está diretamente relacionada com o cenário mercadológico liberal, em que o café assume um importante lugar entre as *commodities* em volume de produção e exportação. Os aspectos visuais e sensoriais são uma contribuição cumulativa de vários parâmetros como doçura, acidez, limpeza da xícara, ausência de defeitos e outros, que se relaciona ao valor agregado mercadológico e maior aceitação pelo consumidor (VELMOROUGANE, 2012).

Os aspectos sensoriais são iniciados ainda na planta, onde os percursores responsáveis pelo sabor se formam juntamente com crescimento do fruto cereja. Além disso, o sabor ainda está relacionado com o tipo de processamento e preparo na xícara (SUNARHARUM; WILLIAMS; SMYTH, 2014). Os perfis aromáticos e voláteis do café torrado são dependentes de percursores do aroma presentes nos cafés verdes (LEE *et. al.*, 2015). Já os compostos não voláteis presentes no café torrado podem ser importantes para sabor, como os alcaloides, ácidos clorogênicos, ácidos carboxílicos, carboidratos, polissacarídeos poliméricos, lipídeos, proteínas, meloidinas e minerais (CLIFFORD, 1985).

Os açúcares presentes nos grãos que apresentam baixo teor de peso molecular (frutose, glicose, arabinose e galactose), que são processados em diferentes métodos são menores os teores de açúcares em cafés processados na via úmida quando se comparados aos processados na via seca. Os cafés processados na via úmida apresentam maiores teores de ácidos glutâmicos e aspártico, que estão estreitamente relacionados às notas do café, ou seja, esse tipo de processamento garante doçura e cafés com pouca acidez (BYTOF; KNOPP; SCHIEBERLE;

TEUTSCH; SELMAR, 2005). No processo na via seca, a concentração de glicose e frutose são maiores devido a presença de pectina e açúcares presentes na mucilagem, favorecendo o processo de fermentação (KNOPP *et al.*, 2005; EVANGELISTA *et al.*, 2014).

Os polissacarídeos e os açúcares que apresentam baixo peso molecular são responsáveis pela a ocorrência da caramelização durante o processo de torra do café (LEE *et al.* 2015), favorecendo a formação dos atributos sensoriais do café. O atributo sensorial de acidez presente no café é de extrema importância para a análise sensorial e a intensidade deste, depende de fatores como as condições climáticas durante a etapa de secagem e colheita, local de origem, processamento, estágio e maturação do fruto (ABREU; SIQUEIRA, 2006).

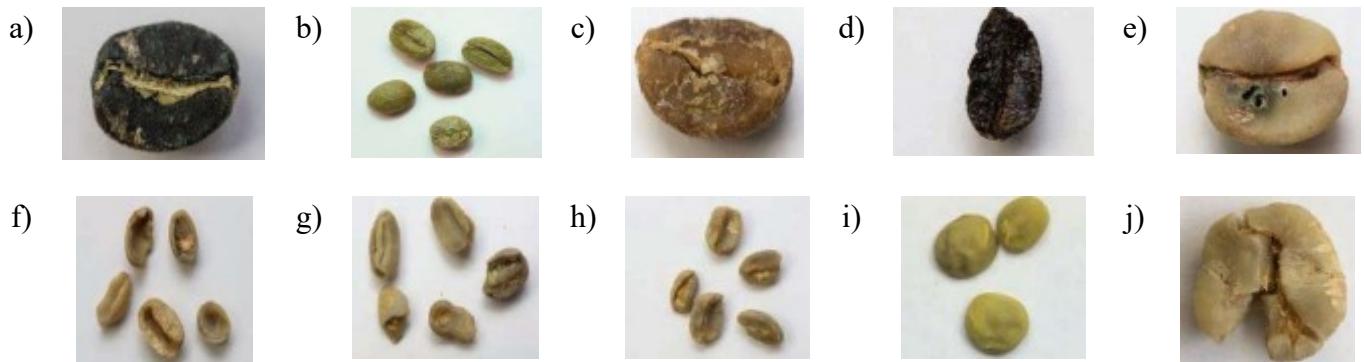
A definição dos padrões de qualidade existentes, nos diversos países, possui normas voltadas para a classificação da qualidade do café. Segundo a Organização Internacional do Café (OIC), o café é classificado com base em altitude e região, tipo botânico, tipo de preparo, tamanho, formato e cor do grão, número de defeitos, aparência da torra e qualidade durante a análise sensorial (OIC, 2018c).

No Brasil, para a classificação do café, utiliza-se as normas estabelecidas pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para a Classificação do Grão Beneficiado Cru e Instrução Normativa do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), nº 08 de 11 de junho de 2003, que classifica a bebida como estritamente mole (apresenta, em conjunto, todos os requisitos de aroma e sabor “mole”, porém, mais acentuados), mole (apresenta aroma e sabor agradáveis, brandos e adocicados), apenas mole (apresenta sabor levemente doce e suave, mas sem adstringência ou aspereza de paladar), duro (sabor acre, adstringente e áspido, porém, não apresenta paladares estranhos), riado (apresenta leve sabor, típico de iodofórmio), rio (apresenta sabor típico e acentuado de iodofórmio) e rio zona (aroma e sabor muito acentuados, assemelhado ao iodofórmio ou ao ácido fênico, sendo repugnante ao paladar), da melhor para a pior bebida. A metodologia disposta pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) não apresenta os atributos sensoriais, e sim, a ausência de defeitos e qualidade (BRASIL, 2003; SCA, 2019; PIMENTA, 2020).

Os defeitos podem ser de natureza intrínseca ou extrínsecas, conforme mostra as Figuras 3 e 4. Os defeitos de natureza intrínseca são causados por aplicação de processos agrícolas de forma inadequada ou da própria cultura, originando grãos pretos, ardidos, verdes, pretos-verdes, mal granados, quebrados, brocados, conchas e chochos. Já os defeitos de natureza extrínseca são causados por materiais estranhos no café beneficiado, como cascas, paus, pedras e torrões, podendo levar a imperfeições, como marinheiro, coco e quebrados. Aos defeitos extrínsecos e

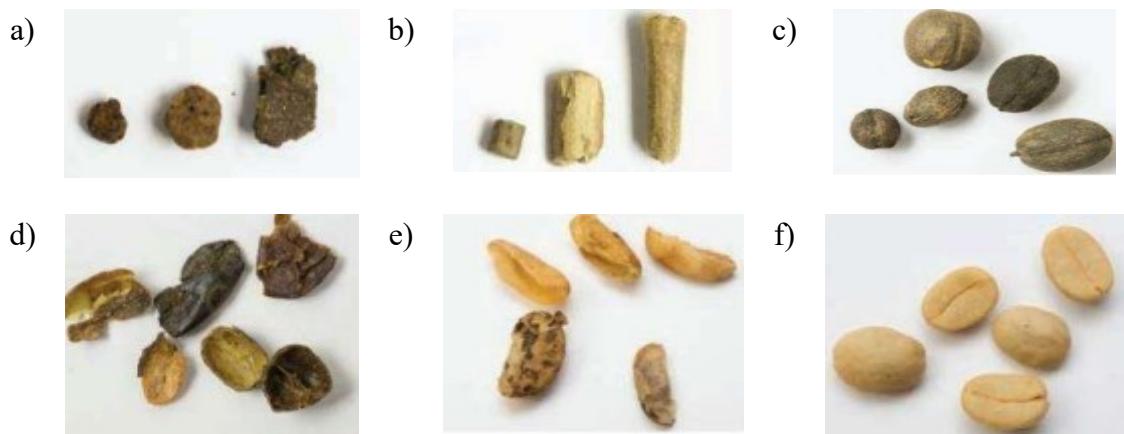
intrínsecos são atribuídos pesos, de acordo com a gravidade ou o impacto que exerçerão sobre a qualidade do café (SENAR, 2017).

Figura 3 – Defeitos intrínsecos dos grãos de café: a) grão preto, b) grão verde, c) grão arrido, d) grão preto-verde, e) grão brocado, f) grão concha, g grão quebrado, h) miolo de concha, i) grão chocho e j) grão esmagado.



Fonte: SENAR, 2017

Figura 4 – Defeitos extrínsecos dos grãos de café: a) pedras, b) paus, c) café em coco, d) torrões, e) casca e f) marinheiro.



Fonte: SENAR, 2017

De acordo com a classificação pelo método da *Specialty Coffee Association* (SCA), para um lote de café ser considerado especial, ele deve atender a três requisitos em três tipos de verificações, sendo duas de natureza física (amostra de grão cru (defeitos) e torrado (grãos *Quackers*)) e uma de natureza sensorial (SCA, 2021). No entanto, a principal finalidade da classificação física é obter a tipificação do grão. A tipificação é uma forma de categorizar o café a partir da quantificação de seus defeitos extrínsecos e intrínsecos. Esses defeitos são

contabilizados de acordo com a sua gravidade, por meio de equivalência. A base para se estabelecer a equivalência dos defeitos é o grão preto, que é considerado o padrão dos defeitos (SCA, 2021). Nas Tabelas 2 e 3 estão apresentados os tipos de defeitos encontrados nos grãos crus e a equivalência atribuída para cada um deles.

Tabela 2 – Equivalência de defeitos pelo método SCA para grãos crus – categoria 1.

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

Fonte: Adaptado SCA, 2020.

Tabela 3 - Equivalência de defeitos pelo método SCA para grãos crus – categoria 2.

Tipo de defeito	Equivalência (para 1 defeito)
Preto (parcialmente)	3
Ardido (parcialmente)	3
Pergaminho	5
Mofado	5
Imaturo	5
Malformado	5
Concha	5
Quebrado, Cortado	5
Casca	5
Grão Brocado	10

Fonte: Adaptado SCA, 2020.

A Escala da Norma Norte Americana (SCA) é utilizada para definir os padrões de classificação sensorial. A avaliação geral é dada pela soma de todos os atributos. Dessa forma,

foi estabelecido pela SCA uma completa e consistente codificação para a definição e avaliação de café, introduzindo a chamada avaliação objetiva, que quantifica a qualidade do café através de uma escala que vai de zero a cem pontos. Essa qualidade codificada em números, caracteriza a bebida em relação a dez atributos, pontuados de 0 a 10: acidez, aroma, sabor, corpo, doçura, balanço, uniformidade, finalização, xícara limpa e qualidade geral. A soma das pontuações de cada atributo constitui a nota final do café em avaliação. De acordo com a pontuação final obtida, o café é classificado em especial ou não especial, como na Tabela 4 (PIMENTA, 2020; CARDOSO *et al.*, 2021).

Tabela 4 - Classificação da bebida do café pelo método SCA.

Pontuação Total	Descrição do Café	Classificação
90-100	Excepcional	Especial
85-89,99	Excelente	
80-84,99	Muito Bom	
<80	Abaixo da qualidade <i>Specialty</i>	Não especial

Fonte: Adaptado de SCA, 2021. Assim, segundo o SCA, os grupos de aromas e sabores são divididos em quatro grupos principais que consideram à sua natureza e volatilidade, que são utilizados como um classificador de qualidade dos cafés, conforme pode ser visto na Quadro 1 (COSTA, 2020; SCA, 2021).

Quadro 1 – Grupos de aromas e sabores de acordo com à sua natureza e volatilidade.

I Enzimáticos	II Caramelização do Açúcar	III Destilação Seca	IV Defeitos
Aromas com notas mais voláteis, oriundas de processos enzimáticos e fermentativos que podem ocorrer durante o processo de maturação na planta ou imediatamente antes da secagem dos grãos.	Aromas com notas de volatilidade média, obtidos durante o processo de torra do café.	Aromas com notas de menor volatilidade, decorrentes do processo de torra do café em sua fase de pirólise.	Aromas com notas de ampla gama de volatilidade que ocorrem por contaminações ou processos fermentativos indesejáveis.

Fonte: ADAPTADO SCA, 2020.

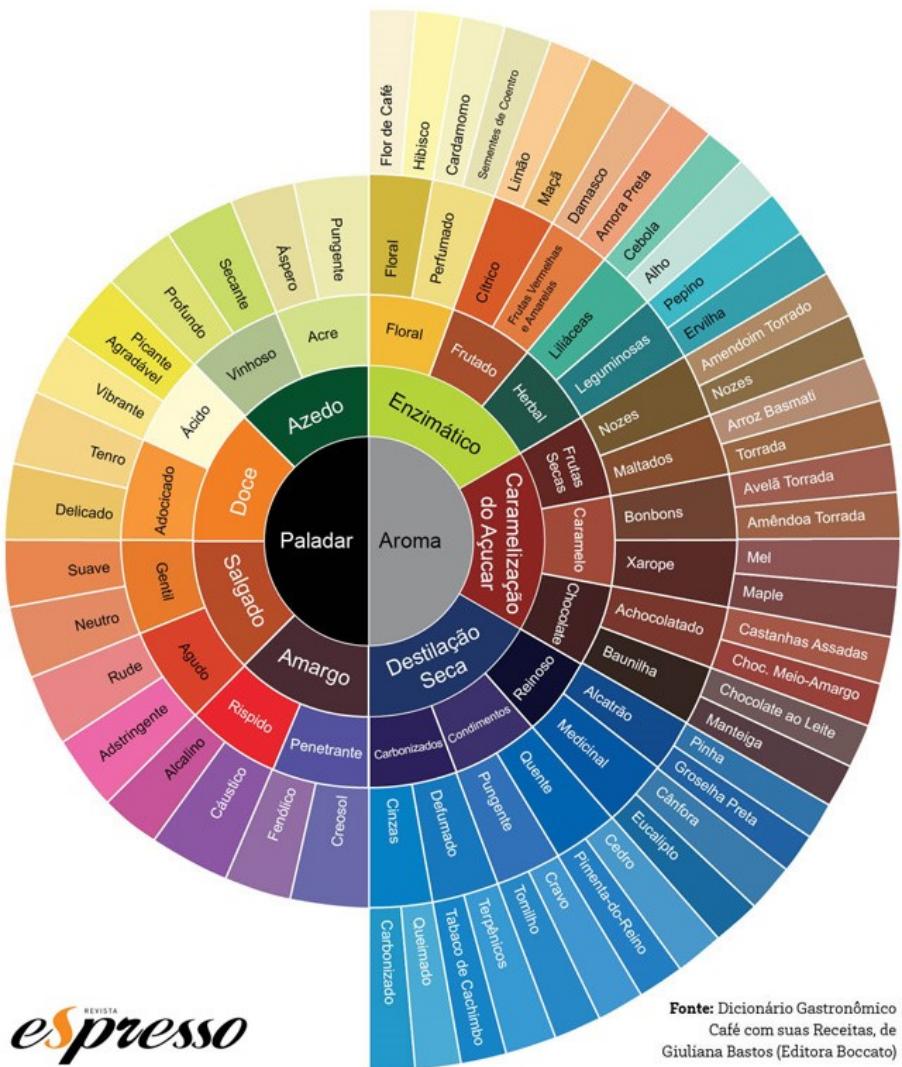
De acordo com a SCA (2020), o grupo correspondente ao enzimático, como o próprio nome já diz, possui aroma e sabor provenientes das reações enzimáticas que acontecem no grão. Por se tratar de aromas mais voláteis, é comumente encontrado no café recém-moído e na infusão recém-preparada, e podem ser dividido em três categorias: floral, frutado e herbáceo.

O segundo grupo leva esse nome por se tratar de aromas advindos da caramelização, ocorrida, especialmente, durante a torra. É relativamente volátil, presente nos vapores de infusão, sendo sentido também no momento da degustação, quando combinado com gostos básicos. Assim como o grupo enzimático, é dividido em três categorias: amendoado, caramelado e achocolatado (COSTA, 2020; SCA, 2021). O grupo nomeado como destilação seca é resultado do processo destilação seca ou de queima da fibra do grão de café. É notado especialmente no vapor da infusão e também no retrogosto, uma vez que apresenta menos volatilidade. Suas categorias são: resinoso, especiarias e carbonados. O último grupo faz referência aos defeitos, intrínsecos ou extrínsecos, que apresentam maior volatilidade em relação ao demais grupos (COSTA, 2020; SCA, 2021).

Toda essa complexidade em torno do café e mais especificamente de sua bebida, trouxe à tona a necessidade de uma avaliação clara e concisa para determinar os perfis sensoriais e os sabores e aromas encontrados em cada amostra. Assim, de forma a ilustrar essa metodologia, que engloba os grupos descritos anteriormente, a roda de sabores foi desenvolvida (MARCELINA e COUTO, 2018), conforme mostrado na Figura 5.

A roda de sabores funciona como uma linguagem universal, agrupando as características sensoriais do café. Qualquer pessoa, em qualquer lugar, pode analisar o sabor e o aroma da bebida que está consumindo, relacionando-os com as notas presentes na roda. A roda funciona de dentro para fora. Na parte interna estão as descrições mais amplas, como doce, frutado, floral e fermentado. Conforme se vai indo para as bordas, as características vão ficando mais específicas, quando aparecem então açúcar mascavo, frutas vermelhas, cacau e azeite de oliva. À medida que se vai chegando às sensações mais próximas da borda, mais específicas serão as conclusões. A roda de sabores pode ser utilizada em várias ocasiões, de degustação casuais à cuppings profissionais (REVISTA ESPRESSO, 2014).

Figura 5 – Roda de Sabores desenvolvida pela SCAA



Fonte: REVISTA ESPRESSO, 2014.

3.5 Secagem

A secagem é uma das etapas mais importantes que acontecem durante o beneficiamento do grão, podendo ser definida como um processo simultâneo de transferência de energia e massa entre o produto e o ar, que retira parte da água presente no grão por meio de evaporação, causada principalmente por convecção forçada de ar aquecido, permitindo a manutenção de sua qualidade durante o armazenamento (BROOKER *et al.*, 1978; HALL, 1980; FOUST *et al.*, 1982; BORÉM, 2008). A secagem ocorre por diferença de pressão de vapor entre o ar e o produto. A pressão de vapor do produto deve ser maior que a pressão de vapor do ar de secagem

(PABIS; JAYAS, CENKOWSKI, 1998). Durante o processo de secagem, inúmeros fatores externos podem influenciar na qualidade do café e no seu valor comercial.

A etapa de secagem do café pode ser dividida em dois períodos: período de taxa constante, que é caracterizado pelas primeiras horas de secagem do grão de café, no qual a taxa de migração de água do interior para a superfície dos grãos é maior ou igual a taxa de evaporação (MARQUES, 2006) e período de taxa decrescente, que é controlado pela migração interna de água nos grãos que ocorre em uma menor velocidade que evaporação da umidade da superfície para o ambiente externo, sendo o período de maiores riscos de danos térmicos (SILVA, 2000). Alguns produtos, principalmente alimentos, podem apresentar dois períodos de taxa de secagem decrescentes.

Os frutos do café são colhidos com uma umidade entre 30% a 65% (b.u.) e para garantir sua qualidade esse valor precisa ser reduzido para até 11%. De acordo com Cortez (1997), durante o processo de secagem é indispensável que o café cereja seja manuseado rapidamente e levado para onde irá acontecer a secagem afim de evitar os processos fermentativos e danos às suas características (CORTEZ, 2001). Quando o processo de secagem não é realizado de forma adequada, a operação pode acarretar danos ao grão, como danos térmicos, no qual, durante o processo de secagem, as sementes podem sofrer mudanças físicas, provocadas por gradientes de temperatura e umidade, que ocasionam expansão, contração e alterações de densidade e porosidade, e também, fermentação indesejável. Assim, durante a secagem por meio de secadores mecânicos é necessário manter o controle de parâmetros como a temperatura, velocidade e umidade do ar de secagem e temperatura da massa de grãos (ANDRADE; BORÉM; HARDOIM, 2003; BORÉM et al., 2006).

O processo de secagem do café é comumente feito em terreiros (secagem natural), secadores mecânicos ou utilizando os dois processos, que se denomina de secagem mista (terreiro + secadores mecânicos). Em alguns casos, produtores de café acabam misturando diferentes lotes com até cinco dias de diferença, resultando assim, em cafés com grande variação no teor de água, coloração desuniforme e café ardido. Dessa forma, deve-se procurar trabalhar com lotes homogêneos, observando a diferença no teor de água e qualidade do café, podendo ser misturados lotes com teores de água próximos e com a mesma qualidade (SILVA, 2005; BORÉM, 2008).

No Brasil é predominante a secagem de cafés em terreiros, construídos de concreto, asfalto, tijolo, chão batido, leito suspenso e lama asfáltica. E para o mercado exportador é de extrema importância o pré-processamento e o processo de secagem dos grãos, pois essas etapas vão influenciar diretamente nas propriedades físicas e sensoriais do produto (LACERDA

FILHO; SILVA; SEDIYAMA, 2006). Os produtores de cafés que escolhem secar o café cereja descascado procuram por redução de tempo e área ocupada no terreiro. Assim, cafés que apresentam melhor qualidade, permanecem com as suas típicas características de corpo, aroma e doçura (BORÉM *et al.*, 2006).

O processo de secagem mecânica ou natural, leva os grãos a sofrerem mudanças físicas, fisiológicas e bioquímicas, protegendo as células contra efeitos danosos, devido a remoção de água. O acúmulo de alguns açúcares serve como mecanismo de defesa, isto, dependerá da velocidade com que a água é removida dos grãos, pois, estes vão estabilizar membranas e proteínas, levando a formação de uma fase vítreia no citoplasma do grão. O produto final é persuadido por mudanças químicas e o acúmulo dos açúcares, durante o processo de secagem, reduzirá danos causados aos grãos, levando ao aumento da obtenção de um produto de melhor qualidade (BORÉM; REINATO, 2006).

Segundo Borém e Reinato (2006), os cafés que são secados por completo em terreiro de lama asfáltica, de concreto e suspenso, proporcionam a obtenção de cafés despolpados de boa qualidade quando comparados aos secados em terreiro de terra que possui a sua qualidade comprometida, pois os grãos dispostos em terreiro de terra não atendem às exigências higiênico-sanitários que integram as boas práticas de processamento.

3.6 Métodos de secagem

3.6.1 Secagem em terreiros ou secagem natural

Segundo Lacerda Filho (2017), a secagem em terreiro consiste no método de esparramar o café sobre superfícies planas, sendo expostos diretamente à luz solar e a circulação natural do vento, sendo revolvidos de forma manual, mecânica ou tração animal, conforme demonstrado na Figura 6. O método de secagem em terreiros é o método mais utilizado devido ao seu baixo custo com a energia, sendo uma técnica simples e tradicional. Porém, condições climáticas de secagem variam de região para região e podem ter grande efeito nesse processo.

Assim, quando as condições climáticas são favoráveis, com temperaturas médias de até 40°C e sem a ocorrência de chuvas, e a secagem adequada, propicia um produto final de qualidade e caso ao contrário, pode levar a um processo de secagem desuniforme, o que terá reflexo na coloração dos grãos, desenvolvimento de microrganismos, fermentações

indesejáveis e surgimento de grãos ardidos colocando em risco a qualidade do produto final (SOUSA, 2000; REINATO *et al.*, 2002).

Devido a variação das condições climáticas de cada região e das características dos lotes de café o tempo de secagem pode variar em média entre 15 e 20 dias para o café natural, podendo chegar até 30 dias. Além disso, o tipo de terreiro, espessura da camada de café e o número de revolvimentos realizados durante o dia está diretamente ligado ao tempo de secagem (BORÉM, 2008). Os terreiros podem ser construídos utilizando diferentes materiais, os principais são: terra, concreto, lama asfáltica ou serem suspensos, conforme será descrito na sequência.

Figura 6 - Secagem natural do café em terreiro



Fonte: A AUTORA.

Na maioria dos casos, os cafés submetidos a secagem natural, são mais encorpados, doces e apresentam acidez moderada. Tais características podem ser conferidas aos grãos devido a possível translocação de componentes químicos da polpa e mucilagem para o café (PEREIRA *et al.*, 2002; VILELLA *et al.*, 2002).

3.6.1.1 Terreiro de terra

Por volta dos anos 50 e 60, era comum o uso de terreiro de terra (Figura 7) na maioria das pequenas propriedades cafeeiras e em regiões menos desenvolvidas. A falta de terreiros de

cimento ou tijolos era uma das justificativas para a utilização desta forma de secagem, pois está fortemente relacionado ao baixo custo de construção. Os terreiros de terra deveriam ser construídos de terra firma e bem compactada, sendo também, revestido com uma camada fina de estrume de curral (RAPOSO, 1959).

Segundo Borém (2008), apesar de não ser um método usualmente encontrado nas propriedades produtoras de café, a utilização do terreiro com piso de terra para a secagem dos grãos de café é mais utilizada por pessoas que trabalham com agricultura familiar, que se deve à falta de informações tecnológicas, desconhecimento da redução da qualidade do produto final e pelo baixo poder aquisitivo da própria propriedade agrícola. O terreiro de terra apresenta baixo custo, uma vez que para a sua construção é necessário, basicamente, a limpeza do terreno e movimentação de terra (SANTOS *et al.*, 1971; HASHIZUME 1985; LACERDA FILHO, 1986; VILELA, 1997; REINATO *et al.*, 2005). Além disso, ainda que haja preocupação em relação à qualidade do que está sendo produzido, os produtores adeptos a esse sistema ainda levam muito em consideração a tradição instaurada no início da cafeicultura brasileira (SILVA, 1999).

Entretanto, de acordo com estudos realizados por Lacerda Filho, Silva e Hara (1989), Santos *et al.* (1971) e Vilela (1997), os terreiros de terra apresentem influência negativa em relação a qualidade do café. Chagas e Malta (2008) também comprovaram em seus trabalhos um efeito deletério deste tipo de terreiro sobre os valores médios de condutividade elétrica. O teste que mede essa condutividade tem sido bastante utilizado, uma vez que parte do princípio de que a degradação das membranas celulares do grão, e a consequente perda de controle de permeabilidade, são os indícios iniciais que definem a deterioração dos grãos de café, de modo a causar prejuízos na qualidade final da bebida (MARCOS FILHO, 1999).

Por isso, os principais motivos pelos quais deve-se evitar o uso de terreiros de terra estão relacionados com a elevada probabilidade do desenvolvimento de microrganismos na superfície dos frutos, ocasionando o aumento da respiração e da temperatura, acelerando o processo de fermentação indesejável, e também, por não atende às exigências higiênico-sanitários que integram as boas práticas de processamento (SANTINATO & TEIXEIRA, 1977; REINATO, 2006;).

De forma suscinta, segundo Borém *et al.* (2004), estudando a qualidade do café despolpado secado em diferentes tipos de terreiros (lama asfáltica, concreto, terra e leito suspenso), observaram que os cafés submetidos à secagem em todos os terreiros mantiveram a boa qualidade do produto, com exceção daquele secado em terreiros de terra, comprovou-se assim a interferência negativa que esse tipo de pavimentação exerce na qualidade final do café,

fato também constatado por diversos outros autores (SANTOS *et al.* 1971; HASHIZUME *et al.*, 1985; LACERDA FILHO, 1986; VILELA, 1997).

Figura 7 – Terreiro de terra



Fonte: EMATER, 2016.

3.6.1.2 Terreiros de concreto

A secagem em terreiros de concreto (Figura 8) é considerada a melhor pavimentação para a secagem natural do café, por se tratar do método mais eficiente, com menores riscos de comprometimento da qualidade. Este terreiro favorece uma secagem mais rápida, pois possui boa absorção de água, reduzindo encharcamento, alta reflexão da luz e baixa absorção de energia, evitando o aquecimento excessivo, maior facilidade na operação, menor desgaste, facilidade de limpeza e maior durabilidade. No entanto, a construção é em placas, de custo elevado, sendo inacessível para a maioria dos cafeicultores (VILELA, 1998; REINATO, 2006).

Figura 8- Terreiro de concreto.



Fonte: EMATER, 2016.

Entretanto, Vilela (1998) relata que a utilização do terreiro de cimento liso garante maior facilidade de manejo, menos desgaste dos grãos e maior facilidade de limpeza. O autor considera esta, a melhor pavimentação para a secagem natural dos grãos de café. Hardoim *et al.* (2001), ao avaliar a secagem de diferentes tipos de café, determinou que o terreiro de concreto foi mais eficiente na secagem do café boia e desmucilado, antecipando em, pelo menos um dia o tempo de secagem.

Reinado (2006), ao analisar os aspectos qualitativos e sanitários que envolvem a secagem e o armazenamento do café, concluiu que a secagem natural realizada no terreiro de concreto é recomendável, pois favorece o alcance ideal de umidade do grão de forma mais rápida e sem perder a qualidade final da bebida. Entretanto, esse processo deve ser realizado em camadas mais finas, com 1 cm de espessura. Assim, o método sugerido exige maior investimento por parte do produtor, que precisa construir um terreiro com maior área para comportar toda a sua produção.

A pesquisa sobre a influência do método de secagem na qualidade do café de plantas receptadas, realizada por Felipe *et al.* (2005), reafirma que o terreiro de concreto proporciona, em relação ao terreiro de terra, uma secagem mais rápida e, sobretudo, uniforme, conferindo aspecto regular aos grãos. O trabalho apontou que o tempo de secagem proporcionado pelo terreiro de concreto garante uma coloração mais uniforme, diferente dos cafés submetidos ao secador mecânico, por exemplo, que apresenta manchas irregulares e escura nos grãos, em decorrência de focos com maior umidade.

3.6.1.3 Terreiro de lama asfáltica

O terreiro de lama asfáltica (Figura 9) é um método de secagem de baixíssimo custo quando se comparado aos terreiros de concreto, apresentando-se como uma boa alternativa do ponto de vista econômico (ABRAHÃO, 2001; BORÉM, 2004). Ele tem um custo cerca de 10 vezes menor às construções de terreiros de concreto, de forma que não compromete a qualidade dos grãos, pois possui baixa retenção de calor, por conta do seu revestimento asfáltico ser de uma camada de 5mm de espessura, servindo como um meio de impermeabilização do terreiro de terra. Dessa forma, por se tratar de uma fina camada de asfalto, ela pode ser perfurada por plantas, recomendando-se, o controle pré-emergente antes do revestimento (BORÉM, 2008).

De acordo com pesquisas feitas por Hardoim *et al.* (2001), no caso de cafés cerejas, o uso de terreiros de concreto ou de lama asfáltica não apresentaram grandes diferenças, o que se deve a característica que esses terreiros têm de evitar a ascensão da umidade do solo (que se verifica no terreiro de terra) e reter melhor o calor proveniente dos raios solares o que, consequentemente, aumenta a eficiência durante a secagem dos grãos. Abrahão, Ferreira e Felipe (2002) e Borém, Reinato e Pereira (2003), por meio de suas pesquisas, confirmaram que o terreiro de lama asfáltica não interfere de maneira negativa na qualidade final do produto.

Segundo pesquisas feitas por Abrahão *et al.* (2002), este tipo de terreiro foi amplamente construído, principalmente na região do Sul de Minas, por ser uma alternativa que apresenta baixo custo, sem comprometer a qualidade final do produto. Entretanto, segundo o mesmo autor, o terreiro de lama asfáltica ainda apresenta muitas divergências em relação a sua funcionalidade e ainda são raros os trabalhos relacionados a esse tema.

Em trabalho sobre as características química e físico-química do café secado em diferentes pavimentações e espessuras de camadas, Borém *et al.* (2007) afirma que o terreiro de lama asfáltica não interfere de maneira negativa na qualidade do café. Entretanto, para se obter tais resultados, o manejo deve ser feito de maneira correta, priorizando o dimensionamento correto da lavoura e do terreiro, com planejamento de colheita, a fim de garantir que os grãos sejam distribuídos em camadas finas de 1 cm, para que haja uniformidade na secagem e a consequente qualidade da bebida.

Ademais, de acordo com o formulário de plano de pesquisa do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CP&D-Café, EMPRAPA, 2004), o terreiro de lama asfáltica tem vantagens significativas que vão além do baixo custo de implementação. Este terreiro, construído de pó de pedra e emulsão RL-1C (ruptura longa), possui alta elasticidade,

de forma que o piso não sofre danos devido a dilatação quando submetido a temperaturas mais elevadas. O terreiro também confere maior qualidade aos grãos, uma vez que a maioria dos produtores que empregam esse método, utilizavam anteriormente, o terreiro de terra.

Figura 9- Terreiro de lama asfáltica



Fonte: EMATER, 2016

3.6.1.4 Terreiro suspenso

Os terreiros suspensos (Figura 10) são considerados como terreiro portátil aéreo, sendo formado por um tabuleiro de tela metálica ou plástica, na qual o café fica a mais ou menos um metro do solo. É um método de secagem natural de custo alto, quando comparado aos terreiros de concreto, asfalto e terra, devido aos gastos com os materiais utilizados para a sua montagem como moirão, arame galvanizado, tela e cabos de aço, mas que oferece uma boa qualidade no produto final, principalmente, nos cafés descascado e despolpado (MICHELI, 2000; SILVA, 2006). O tempo de secagem em terreiro suspenso dependerá das características do local e região, podendo variar de 10 a 25 dias ou mais, apresentando um maior período de secagem quando se comparado a outros métodos de secagem como o terreiro de concreto, devido não possuir uma retenção de calor e ser um método arejado por estar suspenso do chão (HARDOIM *et. al.*, 2001; SILVA, 2006). Estes terreiros devem ser implantados em locais ventilados e ensolarados, evitando encostas próximas de grotas, com baixa incidência solar e elevada umidade relativa (BORÉM, 2008).

Este sistema evita o comprometimento da qualidade dos grãos por fungos, visto que em decorrência de sua estrutura arejada, não há o acúmulo de calor. A bebida de melhor qualidade

como resultado, tem também garantindo melhores preços em algumas regiões do Brasil (SILVA, 2009). Porém, as principais desvantagens de um mal uso, estão a falta de informação técnica por partes dos produtores para a implementação desse tipo de terreiro (SILVA, 2006).

MOREIRA *et al.* (2020), em sua pesquisa sobre o efeito do maturador e manejo de secagem na qualidade do café cereja descascado, concluiu que os terreiros de leito suspenso requerem um período de tempo maior para atingir o grau de umidade recomendado, em torno de 14 dias. O autor ainda relata que as amostras resultaram em bebida do tipo dura.

De acordo com pesquisas desenvolvidas por Simões, Faroni e Queiroz (2008), ainda que a secagem em terreiro suspenso aconteça de forma mais lenta quando se comparado ao terreiro de concreto, o movimento do ar pelos grãos de café acontece de maneira mais uniforme quando comparado ao terreiro de cimento, que recebe a movimentação do ar apenas nas camadas mais superficiais. Assim, existe a menor probabilidade de crescimento de fungos nos terreiros suspensos.

Para a obtenção de cafés especiais, um dos métodos mais utilizados é o do terreiro suspenso, com estruturas de cobertura. Dessa forma, a influência de intempéries é minimizada, e a eficiência da secagem, elevada. A contaminação e deterioração dos grãos também é reduzida em razão da falta de contato direto dos grãos com o chão. (DE OLIVEIRA SIMÕES, *et al.* 2008; AMPESSAN, *et al.* 2010). Além disso, a fermentação ocorrida durante o processo de secagem em terreiros suspensos produz, em sua maioria, bebida com notas sensoriais mais adocicadas e suaves, frutadas e encorpada (SCHWAN, *et al.* 2003; POLTRONIERI; ROSSI, 2016).

Figura 10 - Terreiro suspenso



Fonte: A AUTORA.

3.6.1.5 Estufa (casa de vegetação)

A estufa secadora (casa de vegetação) é vista como alternativa de secagem para lotes maiores de café, para regiões que não apresentam muitos terrenos planos para a construção de terreiros tradicionais, para locais com elevadas umidades relativas com o risco de formação de orvalho e para evitar efeitos indesejáveis de chuvas ocasionais, conforme ilustrado na Figura 11. Dessa forma, neste método de secagem também deve-se adotar cuidados como o monitoramento termodinâmico do ar e o uso de exaustores, pois a estufa pode chegar a temperaturas e umidade relativa muito elevadas prejudicando os grãos de café (ROMERO, 1998; BORÉM, 2008).

Em pesquisa realizada por Ribero *et al.* (2007), foi possível verificar que o uso das estufas com ventilação forçada diminuiu em 5 dias o tempo de secagem quando comparado a secagem em terreiros, sendo o tempo total gasto de aproximadamente 10 dias. Além disso, os grãos submetidos a estufa apresentaram maior uniformidade em relação aos grãos secos em terreiros. Apesar disso, os dois métodos resultaram em “bebida mole”.

Tristão *et al.* (2016), ao comparar a qualidade e tempo de secagem de grãos de café em diferentes tipos de terreiro, determinou que os grãos submetidos a secagem em terreiro tipo estufa (terreiro de concreto coberto com lona plástica) apresentou melhor qualidade global de bebida e também menor tempo de secagem. Após a avaliação sensorial, os cafés despolpados e secos por meio deste método apresentaram pontuação acima de 85 pontos, sendo considerados cafés especiais.

Figura 11- Terreiro suspenso com cobertura no modelo de estufa



Fonte: EMATER, 2016.

3.6.1.6 Terreiro secador

O terreiro secador, conforme mostra a Figura 12, é um sistema que combina a secagem tradicional em terreiros com o uso de ar aquecido por fornalhas (Figura 13), possibilitando a secagem dos grãos em regiões com nebulosidade e riscos de precipitação. Apresenta baixo custo de implementação e um menor tempo de secagem quando comparado à secagem em terreiro convencional. Neste tipo de terreiro são colocados dutos no piso, possibilitando a distribuição de ar quente através da massa de café que fica enleirada (SILVA, 2000; BORÉM, 2008).

Alguns modelos de fornalha são capazes de insuflar diretamente os gases resultadas da combustão, o que torna possível a elevação do rendimento energético, através da otimização do calor transferido para o ar da secagem e a energia fornecida durante a queima pelo combustível (FULANO, 2009). Saglietti (1991), em seu estudo sobre o rendimento térmico em uma fornalha a lenha de fluxos cruzados, constatou que a eficiência energética, em uma fornalha a lenha,

possui média igual a 28%, com um sistema de aquecimento indireto do ar utilizado para secagem. Assim, o autor concluiu que o melhor rendimento operacional aconteceu quando houve maior abertura nos tubos de trocador de calor. A troca de calor é aumentada quando existe um maior número de tubos abertos, pois a permanência de ar na fornalha também é maior.

De acordo com pesquisa realizada por Silva (1998), a respeito do experimento utilizando uma fornalha a carvão vegetal para secagem de café, conclui-se que a utilização dos gases resultantes na combustão do carvão vegetal é viável para a secagem do café, já que o ar quente é limpo, livre de fumaça e odor. A possível presença de partículas de carvão no ar possivelmente não interfere na qualidade, pois os compostos fenólicos foram retirados durante a carbonização.

Ao avaliar a aplicabilidade e os possíveis benefícios do terreiro secador, Luiz (2005) afirmou que o método apresentou menor quantidade de grãos pretos quando comparado ao terreiro convencional de tijolos. Além disso, o terreiro secador oferece também mais segurança e rapidez durante a secagem quando se comparado à secagem em terreiro de concreto, lama asfáltica e suspenso, e, garantindo qualidade de baixo custo de implementação, sendo mais econômico do que construir um terreiro de cimento ou tijolos.

Figura 12 – Terreiro Secador.



Fonte: EMATER, 2016.

Figura 13- Fornalha.



Fonte: EMATER, 2016.

3.7 Manejo tradicional do terreiro para cafés naturais

No manejo tradicional do terreiro para cafés naturais, os grãos são submetidos ao processo de secagem na sua forma integral, ou seja, com casca e mucilagem. Após a colheita na lavoura, afim de garantir a qualidade, o café deverá ser lavado e espalhado no terreiro no mesmo dia em camada fina (GARRUTI *et al.*, 1961; TEIXEIRA; GÓMEZ, 1970; SOUZA, 2000).

No início do processo de secagem, os frutos apresentam um elevado teor de água. Dessa forma, apesar dessa água ser retirada facilmente quando exposta à radiação solar, esta forma de manejo, apresenta grandes riscos à qualidade, pois a presença de umidade no fruto por muito tempo favorece o desenvolvimento de fungos e acarreta a fermentação. E quando o café ainda apresentar-se muito úmido e sujeito ao descascamento, deve-se evitar revolvê-lo demasiadamente, com o intuito de reduzir a remoção da casca, pois assim, evitará a fermentação, diminuindo a presença de cafés descascados misturados com os cafés em coco,

resultando em cafés mais finos e com aspectos mais uniformes (GARRUTI *et al.*, 1961; TEIXEIRA; GÓMEZ, 1970; SOUZA, 2000; BORÉM, 2008).

Após dois dias de exposição à radiação solar, os frutos apresentam-se murchos e dependendo das condições do terreiro de secagem, deve-se iniciar o revolvimento manual ou mecânico. O revolvimento manual é executado com rodos de metal ou de madeira, onde o operador responsável deve caminhar sempre sobre a projeção de sua sombra. Já o revolvimento mecânico é feito com equipamentos, como tratores. O peso do equipamento pode ocasionar a retirada da casca dos frutos, levando a exposição direta do endosperma ao ambiente, o que prejudica a qualidade do produto final. No caso de uso mecânico de tratores, esta forma de problema pode ser evitada utilizando defletores colocados na frente das rodas (BORÉM, 2008).

No início do processo de secagem, os grãos de café natural, devem estar dispostos no terreiro em uma fina camada, e após os primeiros dias de secagem, quando os grãos estiverem apresentando-se secos, a espessura da camada de café poderá ser aumentada até 5cm para o café cereja e 10cm para o café bóia, de forma gradativa. Dessa forma, quando o teor de água estiver abaixo de 30% o café terá atingido a meia-seca, e assim, o café deverá ser amontoado por volta das 15 horas e coberto com pano ou lonas com o intuito de uniformização e redistribuição da umidade da massa. No dia seguinte o café deverá ser descoberto de modo a desfazer o amontoado, repetindo o processo até que o grão atinja 11% teor de água (BORÉM, 2008).

A utilização dos “vulcões” é uma outra forma de finalizar o processo de secagem em terreiros com lotes de cafés que apresentam teor de água abaixo de 20%. Nesse método, o café é amontoado e coberto no final da tarde, mas ao invés de se desfazer o amontoado, o café deverá permanecer em montes. A camada superficial que estará exposta e aquecida pelo sol deverá ser removida após o aquecimento da camada superficial e enleirada ao redor do monte, respeitando uma distância de 30 cm e intervalos de 30 minutos. Essa operação será repetida até que se atinja o teor de água de 11%. Para a retirada de água de grãos que foram submetidos ao processo de secagem até a meia-seca pode-se também usar secadores mecânicos com ar aquecido. Assim, para o café natural conferir um produto final de qualidade recomenda-se, que os grãos sejam mantidos no terreiro até a meia-seca ou um período de cinco dias. O uso da secagem combinada pode reduzir a área dos terreiros em até 50% (BORÉM, 2008).

Além disso, a espessura das camadas no momento da secagem também é de extrema importância. A utilização de camadas grossas (8 cm para cafés naturais) influencia de maneira negativa na qualidade sensorial da bebida, sendo um dos principais fatores para a perda de

qualidade, uma vez que os grãos não conseguem atingir uma uniformidade no momento da secagem (REINATO, 2012).

3.8 Manejo do terreiro para os frutos secos

Os frutos verdes de café durante a etapa de secagem apresentam um principal defeito, que é a formação do defeito preto-verde, levando a classificação desses frutos como ardidos. Este defeito é causado pela elevada temperatura de secagem e condições que favorecem a fermentação. A formação do defeito preto-verde é um dos principais problemas para a produção de maiores quantidades de café com melhor qualidade, pois a grande maioria dos produtores não possui condições para realizar uma colheita seletiva. As técnicas aplicadas no pós-colheita podem ajudar a reduzir este problema. Durante o início do processo é recomendado que os frutos verdes sejam dispostos em leiras de 20cm, com o revolvimento periódico até o escurecimento da casca (TEIXEIRA; PIMENTEL GOMEZ, 1970; MYIA *et al.*, 1973/1974; PRETE *et al.*, 1995; PEREIRA, 1997; COELLHO, 2000BORÉM, 2004; BORÉM, 2008).

Os frutos verdes possuem um alto teor de água, bem como água livre na sua superfície. O ato de enleirar após o beneficiamento do café cereja, impede a rápida remoção da água livre, promovendo a fermentação. Porém, essa água é retirada nos primeiros dias do processo de secagem (BORÉM, 2004; BORÉM, 2008).

Após atingirem a meia-seca, deve-se formar leiras com 15 a 20 cm de altura para minimizar a taxa de secagem, de forma a impedir a elevação da temperatura, o que resulta no defeito preto-verde. As leiras são movimentadas de forma periódica, o que irá permitir o revolvimento dos frutos, uma secagem lenta e uniforme. As leiras deverão ser periodicamente movimentadas, permitindo o revolvimento dos frutos e uma secagem lenta e uniforme. A obtenção de lotes de frutos verdes com elevada qualidade deve seguir esses cuidados (BORÉM, 2008).

3.9 Manejo do terreiro para cafés em pergaminho

No manejo do terreiro para cafés em pergaminho, os grãos descascados devem ser dispostos em uma única camada com 7 L/m², para que ocorra a rápida desidratação da mucilagem. No primeiro dia, no período da noite, os grãos devem permanecer descobertos. Já

no segundo dia, o café não deverá estar exposto ao sereno, sendo coberto com pano. Os grãos descascados devem ser revolvidos dezesseis ou mais vezes, levando em conta a importância do cuidado desta ação aos grãos, evitando qualquer forma de danos aos mesmos, garantindo sua integridade e, consequentemente, a sua qualidade. Assim, no decorrer do processo de secagem, a espessura da camada deve ser aumentada até o máximo de 2cm, intercalando com leiras de no máximo 3cm (BORÉM, 2008; SANTOS; CHALFOUN; PIMENTA, 2009).

O café, após a meia-seca, deve ser enleirados e cobertos por volta das 15 horas do dia, com o intuito de evitar que os grãos fiquem expostos ao sereno, continuando o processo de secagem até atingir 11% de teor de água. Dessa forma, a secagem do café em pergaminho é realizada até se atingir a meia-seca ou até mesmo, por apenas dois dias no terreiro e, após esses dias, podendo ser levado a um secador mecânico (BORÉM, 2008; SANTOS; CHALFOUN; PIMENTA, 2009).

A alta taxa de secagem dos grãos ocorre pela utilização de altas temperaturas do ar de secagem, no caso, quando o café apresentar teores de água acima de 40%, pegando o período inicial de secagem a taxa constante (BORÉM, 2008). Segundo Borém *et al.* (2006b), para uma secagem combinada adequada, aconselha-se que o fruto descascado esteja disposto por pelo menos três dias no terreiro sob temperaturas elevadas seja iniciado com o produto com teor de água mais baixo, minimizando assim os efeitos nocivos das elevadas taxas de secagem na qualidade do produto.

3.9.1 Secadores mecânicos

O processo de secagem com secadores mecânicos permite o uso de temperaturas mais altas, e principalmente do controle da temperatura. Esse tipo de secador é utilizado em regiões que apresentam condições impróprias para uma secagem completa em terreiros ou devido ao elevado volume diário de colheita, e também, por produtores com capacidade de investimento. Devido a esses fatores, normalmente, para que ocorra uma secagem completa dos grãos de café, utiliza-se a combinação de secagem em terreiros com secadores mecânicos com ar forçado com temperatura superior a 10°C em relação ao ar ambiente (LACERDA FILHO, 1986). Este método de secagem consome mais energia, é responsável por poder resultar em uma bebida dura ou inferior, grãos manchados e desuniformes, mas apresenta redução do tempo de secagem. Para a secagem de café descascado recomenda-se valores máximos de 40°C e 45°C

para café em coco (CASTRO, 1991; GIRANDA, 1998; SILVA *et al.*, 2000; OTAVIANI, 2000; REINATO *et al.*, 2001).

A temperatura é o parâmetro que apresenta maior flexibilidade nesse sistema e pode influenciar de maneira significativa a taxa e a eficiência da secagem, além da qualidade final do produto. Caso não seja controlada da maneira adequada, essa temperatura pode ocasionar danos físicos, químicos e biológicos no grão (AFONSO JÚNIOR, 2001; OCTAVIANI, 2000; RIBEIRO, 2003).

Em estudos sobre a otimização energéticas nos procedimentos pós-colheita do café, Barros *et al.* (1994) perceberam que a secagem mecânica abrange 80% do consumo total de energia, influencia diretamente pela umidade inicial do café, temperatura de secagem e uniformidade dos lotes. Além disso, cerca de 90% dos grãos, neste estudo sobre otimização energéticas nos procedimentos pós-colheita do café, submetidos aos métodos de secagem mecânica tiveram uma excelente qualidade.

Outro aspecto importante que deve ser observado no secador segundo Silva *et al.* (2008) e Silva *et al.* (2001) é sua configuração quanto ao fluxo de ar pois a partir dela poderá se ter a classificação dos secadores como: secadores horizontais, secadores verticais ou de fluxos cruzados e secadores de cama fixa.

3.9.1.1 Secadores horizontais

Os secadores rotativos horizontais são formados por um cilindro horizontal ou inclinado, que gira em torno de um eixo longitudinal a uma frequência que varia entre 1 e 15 rpm, e que, apresentam fluxo de ar radial, conforme ilustrado na Figura 14. Estes, quando são operados adequadamente são responsáveis por apresentar boa uniformidade de secagem, facilidade, rapidez de carga e descarga e menor tempo de secagem. Os secadores horizontais possuem um elevado consumo de energia, alto custo de investimento e alta incidência de danos mecânicos ao produto, mas são os tipos de secadores mais vendidos no Brasil (SILVA *et al.*, 1995).

Os secadores rotativos horizontais podem ser usados de três maneiras: i) como pré-secador, que atua com o ar em temperatura ambiente durante 2 horas, para retirar toda a água superficial existente, e depois com o ar em temperatura de 30°C para reduzir a umidade até que os grãos atinjam fluidez e possam ser transferidos para o secador vertical para a finalização do

processo; ii) como secador continuo, no qual todo o processo é realizado nesse sistema, com temperaturas atingindo até 45 °C da massa do café e iii) como secador complementar à pré-secagem em terreiro, que recebe os grãos para que a secagem seja concluída com temperaturas de 45°C da massa do café (BORÉM, 2008).

Segundo Palini e Alves (2018), além da secagem uniforme e em menor tempo, os secadores horizontais também possuem sistema de carga e descarga eficiente, com fornalha de fogo indireto. O bom aproveitamento do calor garante melhor desempenho de secagem, economia de combustível e rapidez. Porém, para a implementação desse método, é necessário alto custo inicial e de manutenção, uma vez que apresenta alto consumo de energia elétrica quando comparado com outros tipos de secadores, como o estático.

Figura 14- Secador rotativo horizontal



Fonte: EMATER, 2016.

3.9.1.2 Secadores verticais ou de fluxos cruzados

Nos secadores verticais (Figura 15), os frutos vão se deslocar, por gravidade, em colunas verticais. Estes, são utilizados para a complementação da secagem iniciada nos secadores horizontais. Os frutos movimentam-se perpendicularmente em relação a direção do fluxo de ar. Embora apresentem elevada capacidade de secagem e facilidade de manuseio observa-se alto consumo de energia, desuniformidade de secagem e baixa qualidade do produto. Para esse tipo

de secador, deve-se evitar que a temperatura do ar e dos frutos do café ultrapasse 70 e 45°C, respectivamente (SILVA, 2000; BORÉM, 2008).

Nos secadores de fluxos cruzados, os fluxos e direções do ar atravessam o produto de forma perpendicular enquanto ele se desloca. Apresentam construção simplificada e baixos custos de manutenção, por isso, é um dos mais utilizados em todo o mundo. Entretanto, no Brasil, os modelos presentes são de baixa intensidade, sendo capazes de trabalhar com apenas um lote por vez (BRASILEIRO FILHO, 2019).

Teixeira, Nogueira e Arruda (1983), ao trabalhar com a secagem de café nos secadores do tipo fluxo cruzado comprovaram que este método não deve ser operado com temperaturas superiores a 45°C na massa de grãos. A partir das análises sensoriais, os resultados da prova de xícara demonstraram que temperaturas abaixo de 45°C não traz prejuízos para a qualidade final da bebida.

Figura 15- Secador vertical ou de fluxo cruzado



Fonte: EMATER, 2016.

3.9.1.3 Secadores cama fixa

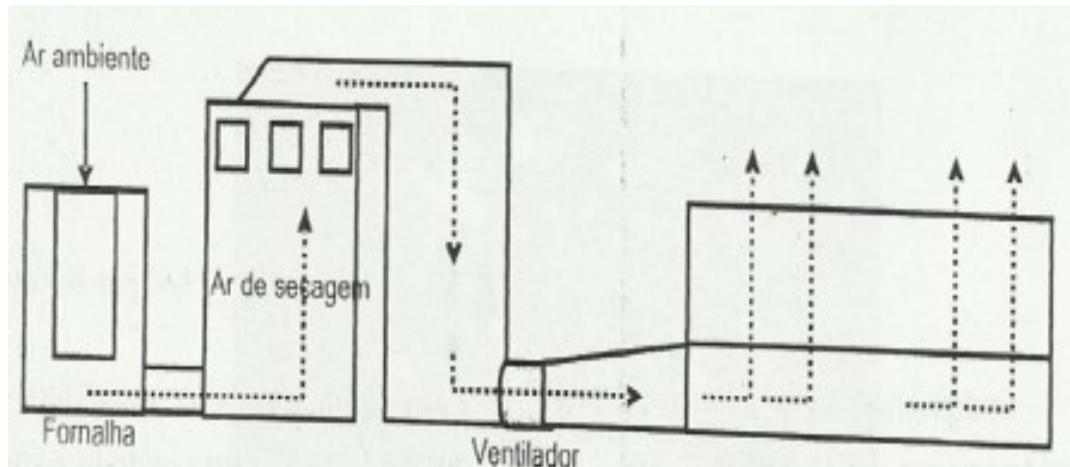
Nos secadores de cama fixa (Figura 16), o ar é forçado pelo ventilador, enquanto os frutos do café permanecem estáticos na câmara de secagem. Estes secadores apresentam um menor custo operacional e há formação de gradiente de umidade na camada de grãos, podendo comprometer a qualidade final do produto. A temperatura recomendada para a secagem do café é de 50 °C com camada de 50cm (BERBERT, 1991).

Para Campos *et al.* (1999), é necessário que seja implementado sistema de revolvimento de grãos nesses secadores, que trabalhem em intervalos de tempos adequados, por exemplo, a revolvimento a cada 180 minutos, para camadas de grãos com espessuras que variam entre 40 a 50 cm, a fim de manter a qualidade dos grãos e também para minimizar as alterações dos aspectos físicos. O procedimento reduz os teores de água e temperatura, garantindo maior uniformidade de secagem.

Em estudo realizado por Vieira (1994), comparando a secagem intermitente de café em secadores de fluxo cruzado e de cama fixa, foi observado aqui houve menor tempo de secagem nos secadores de cama fixa em relação aos secadores de fluxo cruzado.

Para Berbert (1991), durante a secagem no método de cama fixa, a temperatura do ar deve ser mantida em níveis baixos, de forma que não haja a secagem extrema das camadas inferiores. Assim, quanto maior a camada de grãos de café, menor deve ser a temperatura empregada e maior, a vazão de ar no mecanismo. Porém, o aumento da vazão de ar que pode diminuir a umidade da massa de grãos, fica limitada pela capacidade do ventilar.

Figura 16 - Esquema secador de cama fixa



Fonte: BOREM, 2008.

3.9.2 Secagem com baixas temperaturas

A secagem com baixas temperaturas é considerado como um processo lento, que utiliza ar forçado por meio de ventiladores aquecido entre 5 e 10°C acima da temperatura do ar ambiente, levando a perda de água do café até que seja atingido o equilíbrio térmico e

higroscópico entre o café e o ar de secagem. É um método econômico e eficiente, mas pouco utilizado no processo de secagem do café (BORÉM, 2004).

O processo é realizado em silos (Figura 17), e todo o processo requer algumas características especiais: o piso deve ser de chapas metálicas, com mínimo de 15% de área perfurada para que haja a distribuição uniforme do ar; o ventilador deve garantir quantidade suficiente de ar para toda a massa de grãos, sem que haja deterioração. As dimensões do silo e o produto determinam a potência do ventilador (AFONSO, DONZELLES, SILVA e NOGUEIRA, 2000)

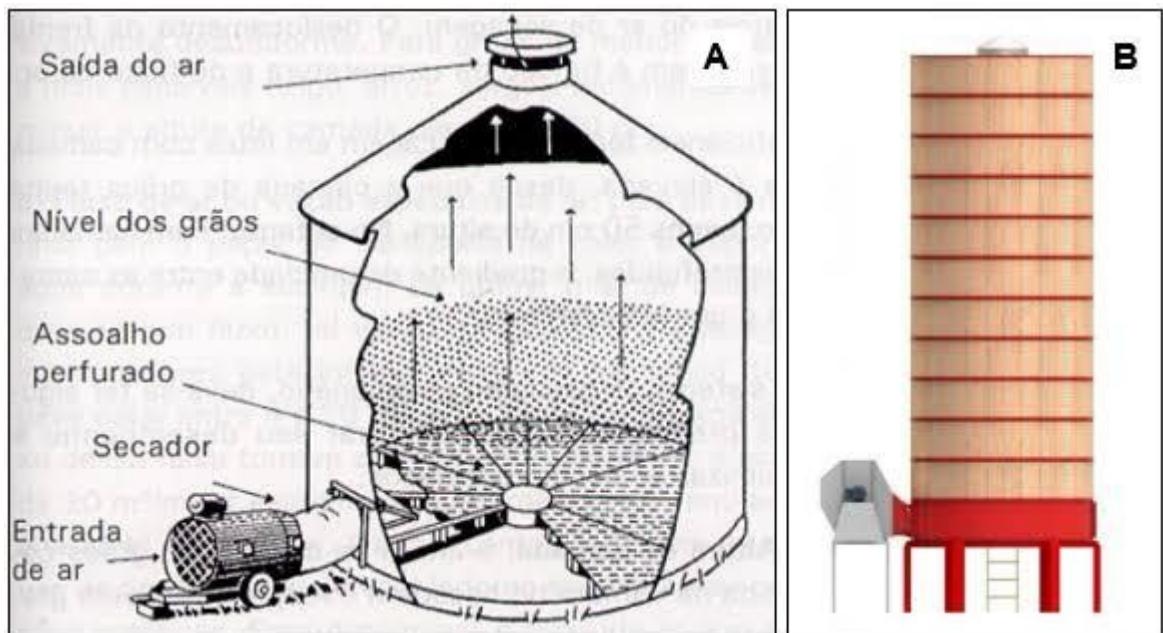
O fluxo de ar nesse método de secagem é de extrema importância, pois quando se utiliza um fluxo de ar abaixo do valor adequado, o tempo de secagem aumenta, também afetando a qualidade do produto final. E quando se utiliza fluxo de ar acima do valor adequado, ocorre o aumento do consumo de energia, necessitando de um maior investimento e custo operacional. As recomendações de fluxos de ar para a secagem costumam ser expressas em vazão de ar por unidade de volume do café e o seu dimensionamento que permita a secagem completa da massa de café, sem que ocorra a deterioração das camadas superiores (SILVA, 2000; BORÉM, 2008).

Entretanto, esse método pode ser eficiente, uma vez que altas temperaturas podem ser prejudiciais aos grãos de café, tornando parte dos grãos muito secos e a outra porção, sem atingir o teor de umidade ideal (CORDEIRO, 1989). A adoção da secagem com baixas temperaturas, além de garantir uma secagem uniforme, reduz-se o consumo de energia e garante o aumento a capacidade do sistema (DALPASQUALE, 1984).

Taşeri *et al.* (2018), em seu trabalho sobre a determinação da cinética de secagem e parâmetros de qualidade, afirma que esse sistema de secagem que opera em temperaturas mais baixas é uma solução para a garantia da qualidade de produtos sensíveis a temperatura. Além disso, o autor corrobora com a ideia de que são mais eficientes em relação ao consumo de energia, por utilizarem o potencial de secagem do ar ambiente.

Além disso, de acordo com Jordan *et al.* (2020), em sua pesquisa sobre qualidade sensorial do café submetido a secagem a baixa temperatura, garante que a secagem dos grãos em temperaturas iguais ou abaixo de 40°C trouxe benefícios para a qualidade sensorial do café, de forma que quanto menor a taxa de secagem a baixa temperatura, melhores os resultados em termos de qualidade de bebida. Entretanto, ainda há dúvidas sobre o custo benefício deste processo, pois o método demanda um tempo maior até atingir a umidade ideal dos grãos de café.

Figura 17 – Silo para Secagem



Fonte: Portella e Eichelberger, 2001.

4. CONCLUSÃO

A secagem é uma operação unitária que apresenta grande influência na qualidade final do produto do café, pois uma vez que o grão seja submetido a uma secagem em condições inadequadas, haverá uma desorganização das membranas celulares, permitindo que alguns componentes químicos presentes no grão entrem em contato com enzimas hidrolíticas e oxidativas, o que afeta diretamente na cor, densidade, sabor e aroma. Os principais fatores que interferem a perda da qualidade do café, durante a pós-colheita são os ataques de fungos, ocorrência de fermentações indesejáveis, elevadas temperaturas e taxas de secagem.

Dessa forma, como há variações das condições climáticas de uma região para outra, cuidados com o clima seco e temperaturas elevadas devem ser considerados durante o processamento do café, principalmente aos que desejam produzir cafés mais finos. Esses fatores adquirem maior relevância na secagem de cafés com pergaminho, pois com a remoção do revestimento externo, a velocidade de remoção da água é aumentada, comprometendo a qualidade do produto. A secagem adequada será aquela na qual é removida a quantidade de água presente no grão de café lentamente, mas sem permitir a ocorrência de fermentações.

Entretanto, a maior parte dos cafeicultores brasileiros ainda apresentam deficiências, seja na infraestrutura da propriedade, seja na questão envolvendo conhecimentos técnicos. Dessa forma, poucos têm acesso aos sistemas mais sofisticados de secadores mecânicos, por isso, os métodos mais tradicionais como o de asfalto e concreto, continuam sendo preferência. Esses métodos possuem bom custo benefício e são fácil manuseio, além de garantir que o café seque de maneira adequada e resulte em bebidas de qualidade, entretanto, quando comparado com os métodos mecânicos, les necessitam de mais tempo no terreiro. O método para o processamento e secagem do café dependerá do produtor responsável, condições climáticas de cada região, disponibilidade de capital para investimentos e padrão desejado de qualidade. Assim, cada produtor deve escolher o sistema que supra suas necessidades, levando também em consideração o seu poder aquisitivo, seu conhecimento técnico e, sobretudo, a qualidade final do produto que deseja oferecer.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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>>. Acesso em: 12/10/2021.
- ABRAHÃO, E. J. **Difusão de tecnologia: terreiro de baixo custo: lama asfáltica.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2001, Vitória, ES. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2001. p. 2613-2616. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio2/transf07.pdf>. Acesso em: 12/10/2021.
- ABRAHÃO, E. J.; FERREIRA, L. F.; FELIPE, M. P. **Terreiro pavimentado com lama asfáltica.** Belo Horizonte: EMATER, 2002. 16 p.
- ABREU, C. M. P.; SIQUEIRA, H. H. de. **Composiçãofísico-química e qualidade do café submetido a dois tipos de torração em com diferentes formas deprocessamento.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 30,n. 1, p. 112-117, jan./fev. 2006.
- AFONSO JÚNIOR, P. C. **Aspectos físicos, fisiológicos e da qualidade do café em função da secagem e do armazenamento.** 2001. 373 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- 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.** Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências em Gastroenterologia,

Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. <https://doi.org/10.11606/D.5.2017.tde-06012017-093853>.

AMORIM, H. V. Aspectos bioquímicos e histoquímicos do grão de café verde relacionados com a deterioração da qualidade. 1978. 85 p. Tese (Livre Docência em Bioquímica) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

AMPESSAN, F.; LACERDA FILHO, A. F. de; VOLK, M. B. da S.; RIGUEIRA, R. J. de A. Comparação entre secagens de café cereja descascado em terreiros com diferentes tipos de pavimentação. Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v.18, n.5, p. 373-381, 2010.

ANDRADE, E. T.; BORÉM, F. M.; HARDOIM, P. R. Cinética de secagem do café cereja, bôia e cereja desmucilado em quatro diferentes tipos de terreiros. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, MG, v. 27, n. 7, p. 37-43, 2003. Edição especial.

ARCILA-PULGARÍN, M. I.; OROZCO-CASTAÑO, F. J. Estudio morfológico del desarollo del embrión em café. **Cenicafé**, Colombia, v. 38, p. 62-63, 1987.

ÁVILA, S. X. G. Caracterização do resíduo da torrefação e Trituração do café. 54 p. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2017.

BARROS, W. J.; FABRI, M. A.; VICENTE, J. C. Estudo de otimização energética em operações pós-colheita de café. In: **Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**. 1994. p. 39-41.

BARTHOLO, G. F. AND GUIMARAES, P. T. G. (1997). CUIDADOS NA COLHEITA E PREPARO DO CAFÉ. INFORME AGROPECUÁRIO. 18:5-20.

BERBERT, P. A. Secagem de café (*Coffea arábica L.*), em camada fixa, com inversão de sentido de fluxo de ar. 1991. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/202>>. Acesso em: 12/10/2021.

BLISKA, F.M.M.; VEGRO, C.L.R.; AFONSO JUNIOR, P.C.; MOURÃO, E.A.B.; CARDOSO, C.H.S. Custos de produção de café nas principais regiões produtoras do Brasil. *Informações Econômicas*, São Paulo, v.29, n.8, p.5-20, 2009.

BOAVENTURA, Patricia Silva Monteiro, et al. **Cocriação de valor na cadeia do café especial:** o movimento da terceira onda do café. *Revista de administração de empresas* 58.3 (2018): 254-266.

BORÉM, F. M.; REINATO, C. H. R.; PEREIRA, R. G. F. A. Alterações na bebida do café despolpado secado em terreiro de concreto, lama asfáltica, terra, leito suspenso e em secadores rotativos. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL**, 3., 2003, Porto Seguro. *Anais...* Porto Seguro, 2003. p. 155.

BORÉM, F. M. **Cafeicultura empresarial: produtividade e qualidade: pós-colheita do café.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 103 p. (Textos acadêmicos).

BORÉM, F. M., RIBEIRO, D. M., PEREIRA, R. G. F. A., ROSA, S. D. V. F., MORAIS, A. R. **Qualidade do café submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem.** *Coffee Science*, Lavras, v. 1, n. 1, p. 55-63, abr./jun. 2006.

BORÉM, F. M.; REINATO, C. H. R. **Qualidade do café despolpado submetido a diferentes processos de secagem.** *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, n. 9, p. 25-31, 2006.

_____ **Processamento do café.** In: BORÉM, F. M. Pós-colheita do café. Lavras: UFLA, 2008.

BORÉM, F. M.; REINATO, C. H. R; **Secagem.** In: Pós-Colheita do café, Universidade Federal de Lavras/FAEPE, Lavras, 2004.

BRANDO, C. H. (1999). **Cereja descascado, desmucilado, fermentado, despolpado ou lavado?** IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, PP. 342–346. ANAIS, FRANCA.

BRANDO, C. H. (2010). **Alternativas a la cosecha selectiva.** TBWA Nicar. 6:64–66.

BRANDO, C. H. J. **Harvesting and green coffee processing.** In: Coffee: growing, processing, sustainable prodution. [S.I.]: Wiley, 2004. P. 605-714.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N.8, de 11 de julho de 2003. Regulamento técnico de identidade e de qualidade para classificação do café beneficiado e de café verde.** (Acesso 21 fevereiro de 2022) Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/legislacao/sislegis>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: BRASIL 2018/2019 a 2028/2029.** Secretaria de Política Agrícola. Brasília, 2019, 107 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/banner_site-03-03-1.png/view>. Acesso em: 15/10/2021.

BRASILEIRO FILHO, Francisco De Assis et al. **Secador contínuo tipo esteira e de fluxos cruzados: aperfeiçoamento e experimentação da secagem da semente da mamona.** 2019.

BROOKER, D. B.; BAKKER-AREMA, F. W.; HALL, C. W. **Drying cereal grains.** Connecticut: AVI, 1978. 265 p.

BYTO, G.; KNOPP, S. E.; SCHIEBERLE, P.; TEUTSCH, I.; SELMAR, D. **Influence of processing on the Generation of γ-aminobutyric acid in green coffee beans.** 2005. Doi: 10.1007/s00217-004-1033-z.

CAFEEIRAS, 21., 1995, **Caxambu. Anais....** Rio de Janeiro: MA/PROCAFÉ, 1995. p.119-121.

CAMPOS, A. T.; MELO, E. C.; SILVA, J. S. **Gradientes de teor de umidade desenvolvidos nas câmaras de secagem de um secador de camada fixa para café (*Coffea arabica* L.) com sistema de revolvimento mecânico.** *Revista Brasileira de Armazenamento*, v. 24, n. 2, p. 37-41, 1999b.

CARDOSO, W. S., et al., **Aspectos Bioquímicos de Fermentação do Café.** Livro: Determinantes da Qualidade na Produção de Café, editora Springer, p. 149-208, 2021.

CARVALHO, V. D. de; CHAGAS, S. J. R.; CHALFOUN, S. M.; BORTREL, N.; JUSTE JÚNIOR, E. S. G. **Relação entre a composição físico-química dos grãos de café beneficiado e a qualidade da bebida do café.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 29, n. 3, p. 449-445, mar. 1994.

CASTRO, L. H. **Efeito do despolpamento, em secador de leito fixo sob alta temperatura, no consumo de energia e na qualidade do café (*Coffea arabica L.*).** 61 f. Dissertação (Mestrado em Secagem e Armazenamento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 1991. Disponível em: < <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/212> >. Acesso em: 12/10/2021.

CHADE, J. (2012, Abr. 18). **Tudo que cabe na xícara.** O Estado de S. Paulo. Recuperado de <http://www.estadao.com.br/noticias/geral,tudo-oque-cabe-na-xicara-imp-,4939>

CHAGAS, S. J. R.; MALTA, M. R. Avaliação da composição química do café submetido a diferentes formas de preparo e tipos de terreiros de secagem. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, n. 10, p. 1-8, 2008. Edição especial.

CHALFOUN, S. M.; FERNANDES, A. P. Efeitos da fermentação na qualidade da bebida do café. **Visão Agrícola**, USP, 2013, 105-108 p.

CLARKE, R. J. Coffee: Green Coffee. In: CABALLERO, B.; TRUGO, L. C.; FINGLAS, P. (Ed.). Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. London: Academic Press, 2003, vol. 3. p. 1486.

CLIFFORD, M. N. **Chemical and physical aspects of green coffee and coffee products.** In: Croom helm, 1985, cap. 13, p. 305-374.

COELHO, K.F. **Avaliação química e sensorial da qualidade do café de bebida “estritamente mole”** após a inclusão de gâos defeituosos. 2000. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CONAB. **Safra Brasileira de Café.** Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe> >. Acesso de outubro - 2021.

CORDEIRO, J. A. B. Influência da temperatura e tempo de repouso na secagem de café (*Coffea arabica L.*) em camada fixa. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1982, 60p. (Tese-M.S.)

COSTA, B. De R. **Brazilian specialty Coffee scenario.** In: **Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil.** Woodhead Publishing, p. 51-64, 2020.

DALPASQUEL, V.A. **Tecnologia apropriada para secagem e armazenagem de grãos.** Jornal da Armazenagem, n.6, v.19. p.7-8, 1984.

DUARTE, G.S.; PEREIRA, A.A.; FARAH, A. **CHLOROGENIC ACIDS AND OTHER RELEVANT COMPOUNDS IN BRAZILIAN COFFEES PROCESSED BY SEMI-DRY AND WET POST-HARVESTING METHODS.** FOOD CHEMISTRY, v.118, p.851-855, 2010. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.05.042.

ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M. FUNCTIONAL PROPERTIES OF COFFEE AND COFFEE BYPRODUCTS. *FOOD RESEARCH INTERNATIONAL*, V. 46, P. 488-496, 2012.

EVANGEISTA, S. R. **Avaliação da microbiota presente no processo úmido do café, e do isp de culturas iniciadores no processamento natural e semi-seco.** 183 p. Tese (Doutorado) – Curso de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014. Disponível em: < <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/8423> >. Acesso em: 12/10/2021.

EVANGELISTA, S. R., MIGUEL, M. G. C. P., CORDEIRO, C. S., SILVA, C. F., PINHEIRO, A. C. M., SCHWAN, R. F. Inoculation of starter cultures in a semi-dry coffee (*Coffea arábica*) fermentation process. *Food Microbiology*, v. 44, p. 87-95, dez. 2014 (a). <https://doi.org/10.1016/j.fm.2014.05.013>.

FOUST, A. S., WENZEL, L. A., CLUMP, C. W., MAUS, L., ANDERSEN, L. B. Princípio das Operações Unitárias. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1982. 670 p.

GARRUTI, R.; TEIXEIRA, C. G.; SCHMIDT, N. S.; JORGE, J. P. N. **Influência da colheita e preparo do café sobre a qualidade da bebida.** Bragantia, Campinas, v. 20, n. 25, p. 653-657, 1961.

GHOSH, B. N.; GACANJA, W. A study of the shape and size of wet parchment coffee beans. *Journal of Agricultural Engineering Research*, Oxford, v.15, n. 2, p. 91-99, 1970.

GIRANDA, R. N. **Aspectos qualitativos de cafés submetidos a diferentes processos de secagem.** 1998. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 1998. Disponível em: < <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/11> >. Acesso em: 12/10/2021.

GONÇALVES, A. M. O. **Influência dos defeitos dos grãos do café na percepção das características sensoriais da bebida pelo consumidor.** Mar./2006. Disponível em: < <https://tede.ufrrj.br/jspui/handle/tede/370> > Acesso em: 12/10/2021.

GUIMARÃES, E. R., CASTRO, L. G. de, JÚNIOR, & ANDRADE, H. C. C. de (2016). **A terceira onda do café em Minas Gerais.** Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, 18(3), 214-227.

HASHIZUME, H. **Estudo comparativo de principais tipos de terreiro pavimentado para secagem de café.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12., 1985, Caxambu, MG. Trabalhos apresentados... Rio de Janeiro: IBC, 1985. p. 95-97.

HAILE, M.; KANG, W. H. **ISOLATION, IDENTIFICATION, AND CHARACTERIZATION OF PECTINOLYTIC YEASTS FOR STARTER CULTURE IN COFFEE FERMENTATION.** *MICROORGANISMS*, 7(10):401, 2019B

HALL, C. W. **Drying and storage of agricultural crops.** Connecticut: AVI, 1980. 381 p.
 ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso coffee: the chemistry of quality.** London: Academic, 1995.
 ISQUIERDO, E. P., BORÉM, F. M., ANDRADE, E. T., CORREA, J. L. G., OLIVEIRA, P. D., ALVES, G. E. Drying kinetics and quality of natural coffee. *Transactions of the ASABE*, Michigan, v. 56, n. 3, p. 1003-1010, June 2013. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.13031/trans.56.9794>>. Acesso em: 12/10/2021.

HARDOIM, P. C.; BORÉM, F. M.; ABRAHÃO, E. J. **Secagem do café cereja, bóia e cereja desmucilado em terreiros de concreto, lama asfáltica, de chão batido e de leito suspenso em Lavras.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEEIRA, 27., 2001, Uberaba. Anais... Uberaba, 2001.

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, n. 2, p. 195-201, 2005. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-005-0172-1>
» <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-005-0172-1>

LACERDA FILHO, A. F. **Avaliação de diferentes sistemas de secagem e suas influências na qualidade do café (*Coffea arabica L.*).** 1986. 136 f. Dissertação (Mestrado em Secagem e Armazenamento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 1986. Disponível em: < <http://locus.ufv.br/handle/123456789/3555> >. Acesso em: 12/10/2021.

LACERDA FILHO, A. F.; SILVA, J. S.; SEDIYAMA, G. C. Comparação entre materiais de pavimentação de terreiro para a secagem do café. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, n. 9, p. 83-93, 2006. Edição Especial Café.

LASHERMES P., BERTRAND B., ETIENNE H. 2009. **Breeding coffee (*Coffea arabica*) for sustainable production.** In : Jain Shri Mohan (ed.), Priyadarshan P.M. (ed.). *Breeding plantation tree crops : tropical species.* New York : Springer [Etats-Unis], p. 525-543. http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-71201-7_14.

LEE, ET AL., (2015) **COFFEE FERMENTATION AND FLAVOR – AN INTRICATE AND DELICATE RELATIONSHIP.** FOOD CHEM 185: 182-191.

MARCELINA, Concetta; COUTO, Cristiana. Sou Barista. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2013.

MARCOS-FILHO, J. **Testes de vigor:** importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (eds.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. cap.1, p.1-21.

MARQUES, E. R. **Alterações químicas, sensoriais e microscópicas do café cereja descado em função da taxa de remoção de água.** 85 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006. Disponível em: < <http://www.sbicafe.ufv.br:80/handle/123456789/6779> >. Acesso em: 12/10/2021.

MENDONÇA, L. V. L.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G. **Parâmetros bromatológicos de grãos crus e torrados de cultivares de café (*Coffea arabica L.*)**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 25, n. 2, p. 239-243, 2005.

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

MESQUITA, Carlos Magno de et al. **Manual do café:** colheita e preparo (Coffea arábica L.). Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 52 p. il.

MICHELI, G. La seca del café como fator de calidad café descascado y secado en parihuela. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE CAFICULTORA, 2000, San José, Costa Rica. *Anales...* San José: ICAFE; IICA/PROMECAFE, 2000. p. 55-60.

MIGUEL, K. S. A. C. **Características do setor cafeeiro brasileiro e perspectivas para sua expansão: um estudo bibliográfico.** 2016. 49 páginas. Monografia do curso de Administração, Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/handle/1/4935>>. Acesso em: 12/10/2021.

MYIA, E. E.; GARRUTI, R. S.; CHAIB, M.A.; ANGELUCCI, E.; FIGUEIREDO, I.; SHIROSE, I. **Defeitos do café e a qualidade da bebida.** Coletânea de Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.5, p.417–432,1973/1974.

MORAIS, M. O. **O café do Cerrado em Patrocínio (MG): um exemplo do processo de modernização da agricultura brasileira.** Niterói (RJ): Universidade Federal Fluminense, 2006. (UFF. Dissertação, mestrado em geografia.).

MOREIRA, Paulo Cesar Bacolli et al. Efeito do maturador e manejo de secagem na qualidade do café cereja descascado. *Agropecuária Técnica*, v. 41, n. 3-4, p. 78-82, 2020.

OCTAVIANI, J. C. **Secagem de café cereja descascado desmucilado com a utilização de GLP.** 120 f. Tese (Doutorado em Armazenamento e Pós-Colheita de Grãos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/257343>>. Acesso em: 12/10/2021.

OLIVEIRA SIMÕES, RODRIGO DE; D'ANTONINO FARONI, LÉDA RITA; MARÇAL DE QUEIROZ, DANIEL. **Qualidade dos grãos de café (*Coffea arábica* L.) em coco processados por via seca.** Revista Caatinga, vol.21. 2, abril-junio, 2008, pp. 139-146. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Brasil.

PABIS, S.; JAYAS, D. S.; CENKOWSKI, S. **Grain drying: theory and practice.** New York: John Wiley & Sons, 1998. 303 p.

PASCOAL, L. N. **Aroma de Café: Guia prático para apreciadores de café.** 2. ed. Campinas: Fundação Educar DPaschoal, 2006.

PEREIRA, L. L. et al. **Very beyond subjectivity: The limit of accuracy of Q-Graders.** Journal of texture studies, 50(2):172-184, 2019.

PEREIRA, R.G.F.A; VILELLA, T.C.; ANDRADE, E.T. **Composição química de grãos de café (*Coffea arabica* L.) submetidos a diferentes tipos de pré-processamento.** In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, II, 2002, Vitória, ES. Resumos... Vitória, 2002. p. 826-831.

PEREIRA, R.G.F.A., **Efeito da inclusão de grãos defeituosos na composição química e qualidade do café (*Coffea arábica* L.) “estitamente mole”.** 1997. 96p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)–Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PIMENTA, C. J.; COSTA, L.; CHAGAS, S. J. de R. **Peso, acidez, sólidos solúveis, açúcares e compostos fenólicos em café (*Coffea arábica* L.), colhidos em diferentes estádios de maturação.** Edição Especial: café. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa, n. 1, p. 23-30, 2000.

PIMENTA, C.J. **Qualidade de café.** Lavras: UFLA, 2003. 304p.

PIMENTA, C.J. **Qualidade do café/ Carlos Jose Pimenta.** – 2. ed. – Lavras: Ed. UFLA, 2020. 273p

PORTELLA, J. A; EICHELBERGER, L. Secagem de grãos. **Embrapa Trigo-Livro técnico (INFOTECA-E),** 2001.

PRETE, C.E.C.; ABRAHÃO, J.T.M.; BARCA, A. A.L. **Efeito da temperatura de secagem de frutos de café colhidos nos estádios de maturação cereja e verde, sobre a condutividade elétrica dos grãos.** In: CONGRESSO DE PESQUISAS

PUERTA-QUINTERO, G. I. P. **Evaluación de la calidad del café colombiano procesado por via seca.** Cenicafé, San José, v. 47, n. 2, p. 85-90, 1996.

PUERTA-QUINTERO, G. I. P. **Influencia de los granos de café cosechados verdes, en la calidad física y organoléptica de la bebida.** Cenicafé, San José, v. 51, n. 2, p. 136-159, 2000.

REINATO, C. H. R. **Secagem e armazenamento do café: aspectos qualitativos e sanitários.** 111 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

REINATO, C. H. R., BORÉM, F. M., VILELA, E. R., CARVALHO, F. M., MEIRELES, E. P. Consumo de energia e custo de secagem de café cereja em propriedades agrícolas do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 112-116, jan./abr. 2002. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662002000100020>.

REINATO, C. H. R.; BORÉM, F. M.; PEREIRA, R. G. **Avaliação de sistemas de secagem de café em propriedades agrícolas do sul de Minas Gerais.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001, Uberaba. Anais.... Rio de Janeiro: MA/PROCAFÉ, 2001. p.384-6.

RAPOSO, H. **Café fino e seu preparo.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1959. 55p.

REINATO, C. H. R.; BORÉM, F. M.; SILVA, P.; ABRAHÃO, E. J. **Qualidade da bebida dos cafés descascado, cereja, bóia e roça secados em terreiros de terra e lama asfáltica.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 31., 2005, Guarapari. Anais... Guarapari, 2005. p. 314-315.

REINATO, Carlos Henrique Rodrigues et al. **Qualidade do café secado em terreiros com diferentes pavimentações e espessuras de camada.** 2012.

REIS, P. R.; CUNHA, R. L. da; CARVALHO, G. R. (Ed.). **Café arábica da pós-colheita ao consumo.** Lavras: U.R. EPAMIG SM, 2011. v. 2. 734 p.

REVISTA ESPRESSO. **Roda de Sabores SCAA.** Disponível em: <<http://revistaespresso.com.br/2014/03/23/roda-de-sabores-scaa/>>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2022.

RIBEIRO, R. M. Secagem de grãos de café utilizando energia solar em estufa com ventilação forçada. 2007.

RIBEIRO, D. M. Qualidade do café cereja descascado submetido a diferentes temperaturas, fluxos de ar e períodos de pré-secagem. 2003. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

RIBEIRO, LS., EVANGELISTA, SR, MIGUEL,C.P, PINHEIRO, ACM, BORÉM, FM, & SCHWAN, RF (2017B). FERMENTAÇÃO CONTROLADA DE CAFÉ SEMI-SECO (*Coffea Arabica*) USANDO CULTURAS STARTER: UMA PERSPECTIVA SENSORIAL. LWT - FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, 82, 32-38. DOI: 10.1016 / J.LWT.2017.04.008.

RODRIGUES, V. E. G. Morfologia externa: organografia, organogenia vegetal. Lavras: UFLA, 2001. 127p. (Textos acadêmicos, 4).

ROMERO, R. R. Marketing para pequenas e médias empresas. São Paulo: Erica, 1998. SCAA - Specialty Coffee Association of America: Metodologia SCAA de avaliação de cafés especiais guia rápido–GreenCoffee2019. Disponível em: <http://coffeetraveler.net/wp-content/files/903SCAACuppingMethod_RESUMO_3a.pdf>. Acesso em: 22 fevereiro 2022.

SAGLIETTI, JRC. Rendimento térmico de fornalha a lenha de fluxos cruzados. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 1991.

SALAZAR, G. M. R.; RIAÑO, H. N. M.; ARCILA, P. J.; PONCED, C. A. Estudio morfológico, anatómico y ultraestructural del fruto de café *Coffea arábica L.* Cenicafe, Colombia, v. 45, n. 3, p. 93-105, 1994.

SANTINATO, R.; TEIXEIRA, A. A. Estudos preliminares sobre tipos de terreiros para seca de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 1977, Guarapari, ES. Resumos... Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1977. p. 257-259.

SANTOS, A. A.; CHALFOUN, S. M.; PIMENTA, C. J. Influência do processamento por via úmida e tipos de secagem sobre a composição, físico química e química do café (CoffeaarabicaL). Ciênc. agrotec., Lavras, v. 33, n. 1, p. 213-218, jan./fev., 2009.

SANTOS, A. C. dos; MATOS, N.; LIMA, A. R.; FONSECA, R.; CORREIA, C.; MEXIA, J. T. Estudo preliminar de terreiros para secagem de café. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 5., 1971, Lisbonne. Annales... Paris: ASIC, 1971. p. 235-245.

SANTOS, A. C. dos; MATOS, N.; LIMA, A. R.; FONSECA, R.; CORREIA, C.; MEXIA, J. T. Estudo preliminar de terreiros para secagem de café. In: COLLOQUE SCIENTIFIQUE INTERNATIONAL SUR LE CAFÉ, 5., 1971, Lisbonne. Annales... Paris: ASIC, 1971. p. 235-245.

SCAA Protocols | Cupping Specialty Coffee: Published by the Specialty Coffee Association of America. Published by the Specialty Coffee Association of America. 2015. Disponível em: <<http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>>. Acesso em: 22 fevereiro 2022.

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

SEPÚLVEDA, W. S.; CHEKMAN, 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.

SILVA, C. F., BATISTA, L. R., ABREU, L. M., DIAS, E. S., SCHWAN, R. F. (2008). Succession of bacterial and fungal communities during natural coffee (*Coffea arabica*) fermentation. *Food Microbiology*, 25, 951–957.

SILVA, C. Qualidade vale ouro no campo. Revista Veja. Edição nº1982, nov., 2006.

SILVA, E. A. A. **Coffee (*Coffea arábica* cv. *Rubi*) seed germination: mechanism and regulation.** 2002. 105p. Tese (Doutorado) – Wageningen University, Wageningen, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/40172310_Coffee_Coffea_arabica_cv_Rubi_seed_germination_mechanism_and_regulation>. Acesso em: 12/10/2021.

SILVA, F. M.; CARVALHO JÚNIOR, C.; SALVAROR, N.; KASHIMA, T.; BORÉM, F.M. **Influência da colheita mecanizada com distintas passadas da colhedora na qualidade do café.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRA, 27., 2001, Uberaba. Resumos Expandidos... Rio de Janeiro: MAPA-PROCAFÉ, 2001. p.213-215.

SILVA, I. D. **Projeto, construção e teste de uma fornalha a carvão vegetal para secagem de café.** 1998.

SILVA, J. de S. **Colheita, secagem e armazenagem do café.** In: ENCONTRO SOBRE PRODUÇÃO DE CAFÉ COM QUALIDADE, 1., 1999, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 39-80.

SILVA, J. S. **Secagem e armazenamento de produtos agrícolas.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 502 p.

SILVA, J. S.; AFONSO, A. D. L.; LACERDA FILHO, A. F. **Secagem e armazenamento de produtos agrícolas.** In: SILVA, J. S. Pré-processamento de produtos agrícolas. Juiz de Fora: Instituto Maria, 1995. p.145-161.

SILVA, J. S.; LACERDA FILHO, A. F.; BERBERT, P. A. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas.** In: SILVA, J. de S. Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Viçosa: UFV, 2000. p.395-467.

SILVA, J.S., AFONSO, A.D.L., LACERDA FILHO, A.F. **Secagem a armazenagem de produtos agrícolas.** In: SILVA, J.S., Pré-processamento de produtos agrícolas, Juiz de Fora-MG, Instituto Maria, p. 395- 461, 1995.

SILVA, J. S; GONZAGA, G. V. **Revista campo e Negócio.** Viçosa, 2009.

SILVA, V. A. **Qualidade do café natural produzido em diferentes altitudes do sul de Minas Gerais.** 119p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542004000600020>.

SIMÕES RO, Faroni LRD & Queiroz DM (2008) Qualidade dos grãos de café (*Coffea arabica* L.) em coco processados por via seca. *Caatinga*, 21:139-146.

SOUSA, S. M. C. **Secagem de café com qualidade III-Secagem.** Circular Técnico, Lavras, n. 119, p. 01-04, jun. 2000.

SOUZA, S. M. S. de. **Produção de café de qualidade: II., colheita, preparo e qualidade do café.** Lavras: EPAMIG, 2000. 4 p. (Circular Técnica, 118).

SUNARHARUM, WB, WILLIAMS, DJ, & SMYTH, HE (2014). **COMPLEXIDADE DO SABOR DO CAFÉ: UMA PERSPECTIVA COMPOSIÇÃO E SENSORIAL.** *FOOD RESEARCH INTERNATIONAL*, 62, 315–325. DOI: 10.1016 / J. FOODRES.2014.02.030.

TAVARES, E. L. A. **A questão do café commodity e sua precificação: o “C Market” e a classificação, remuneração e qualidade do café.** Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, 2002.

TEIXEIRA, A. A.; GOMEZ, F. P. **O defeito que mais prejudica a bebida do café.** Revista de Agricultura, Piracicaba, v. 45, n. 1, p. 3-8, 1970.

TEXEIRA, A.A.;PIMENTEL GOMES, F. **A influência de grãos verdes em ligas com cafés bebida mole.** Boletim Técnico do Instituto Brasileiro do café, Rio de Janeiro, n.3, p.15, 1970.

TRISTÃO, F. A. **Qualidade de bebida e tempo de secagem de diferentes tipos de café secos em terreno de concreto com cobertura plástica e sem cobertura.** 2016.

VELMOUROUGANE, K. **Impact of Natural Fermentation on Physicochemical, Microbiological and Cup Quality Characteristics of Arabica and Robusta Coffee.** Proceedings Of The National Academy Of Sciences, India Section B: Biological Sciences, [s.l.], v. 83, n. 2, p.233-239, 5 dez. 2013. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/s40011-012-0130-1>

VICENT, J. C. **Green coffee processing.** In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Eds.). Technology. London; New York: Elsevier, 1987.

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 arábica* L.).** *Food Microbiology*, London, v. 27, n. 8, p. 1128-1135, 2010.

VIEIRA, G. **Secagem intermitente de café (*Coffea arábica* L.) em secadores de fluxo cruzado e em secador experimental de camada fixa.** 1994.

VILELA, E. R.; PEREIRA, R. G. F. A. **Pós-colheita e qualidade do café.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 1998, Lavras. Trabalhos... Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 219-274.

VILELA, T. C. **Qualidade de café despolpado, desmucilado, descascado e natural, durante o processo de secagem.** 2002. 66 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) –

Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/34967>>. Acesso: 12/10/2021.

VILELA, R. V. **Qualidade do café: secagem e qualidade do café.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 55-63, 1997.

WILBAUX. R. **Agricultural engineering.** Rome: FAO, 1963.

WINTGENS, J. N. **Coffee: growing, processing, sustainable production.** Weinheim: Wiley VCH, 2004. 711 p.

ZULUAGA, V. J. **Chemical properties of coffee.** [S.I.: s.n.], 1999. V. 2.

ZYLBERSZTAJN, D.; FARINA, E. M. (2001). **Projeto: Diagnóstico sobre o sistema agroindustrial de cafés especiais e de qualidade superior do estado de Minas Gerais: Relatório final.** São Paulo, SP: Sebrae.