



LUCAS FERNANDO LOPES

PANORAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DO CAFÉ

**LAVRAS – MG
2023**

LUCAS FERNANDO LOPES

PANORAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DO CAFÉ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Química, para a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Suellen Mendonça Nascimento
Orientadora

LAVRAS – MG
2023

LUCAS FERNANDO LOPES

PANORAMA DO PROCESSO PRODUTIVO DO CAFÉ

OVERVIEW OF THE COFFEE PRODUCTION PROCESS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia Química, para
a obtenção do título de Bacharel.

Profa. Dra. Suellen Mendonça Nascimento
Orientadora

LAVRAS – MG
2023

Dedico este trabalho aos meus pais, Lester e Graça, e ao meu irmão, Gabriel, por todo apoio ao longo desta jornada e por serem minha maior motivação e força para que eu possa alcançar meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

De primeira mão, agradeço a Deus por sempre ser meu porto seguro em Lavras, também agradeço aos meus amigos e familiares, por terem estado comigo diariamente durante esses longos anos, estando ao meu lado em todos os momentos, sejam bons ou ruins.

Agradeço todos aqueles que me ofereceram suporte ao longo dessa trajetória, especialmente à ProcEQ Jr. Consultoria e Soluções em Engenharia Química, por influenciar na minha melhor versão como pessoa e profissional.

Agradeço também aos professores e técnicos pelos ensinamentos e por me levarem mais perto da engenharia química e, claro, à minha orientadora Suellen, por ter aceitado o convite e me auxiliado na construção deste trabalho de conclusão de curso ao decorrer deste ano.

RESUMO

O Brasil é o maior produtor de café do mundo, sendo que o cultivo do grão representa 6% da produção total das lavouras no país. Em 2023, a produção do país representará ainda 31,4% da produção mundial, totalizando 54,74 milhões de sacas produzidas, cada saca contendo 60 kg. Levando em conta o faturamento bruto anual, a previsão é de 48,8 bilhões de reais para o ano cafeeiro de 2023-2024. Dada a relevância econômica do produto, há nos últimos anos, uma crescente preocupação dos produtores de café em qualificar seus produtos, devido ao aumento das exigências de qualidade dos consumidores, focando em linhas especiais e gourmet. Dessa forma, fez-se necessário, um maior controle desde a seleção de grãos, passando pelas etapas do beneficiamento, embalagem e armazenamento, até a distribuição do produto. A secagem é um processo essencial ao beneficiamento do grão, e caso não realizada da maneira correta, pode trazer muitos problemas à qualidade. Reduzindo o teor de água presente no fruto, são reduzidas as reações químicas e metabólicas, que impedem e/ou diminuem a proliferação de organismos, permitindo uma maior conservação e evitando as referidas fermentações indesejáveis que podem resultar na perda da qualidade e afetar o fator sensorial. Há basicamente, duas formas de secagem do café: a secagem natural e a artificial, podendo ainda ocorrer de forma mista, iniciando seu processo ainda na lavoura, natural, e finalizando com a interferência do homem, utilizando terreiros ou equipamentos específicos, que poderão variar de acordo com o poder de investimento do produtor, das características do café a ser produzido e das condições climáticas e físicas da região. Tendo em vista a importância aqui ressaltada, este trabalho traz uma revisão bibliográfica sobre o panorama geral da secagem de café no Brasil. O objetivo da revisão foi levantar as principais características a serem levadas em conta no processamento do grão, dando um maior enfoque na secagem. Os trabalhos encontrados mostram a necessidade de se utilizar métodos de secagem adaptáveis ao meio de cultivo, preparo e processamento do grão. Além disso, observa-se que a eficácia da secagem do café é uma etapa importante na cadeia produtiva, influenciando tanto a qualidade do produto quanto a sustentabilidade do processo.

Palavras-chaves: Árabica; Conilon; Processamento; Secadores; Qualidade

ABSTRACT

Brazil is the world's largest coffee producer, with coffee cultivation accounting for 6% of the country's total crop production. In 2023, the country's production is projected to represent 31.4% of global production, totalling 54.74 million bags, with each bag weighing 60 kg. Considering the annual gross revenue, the forecast is 48.8 billion Brazilian reais for the 2023-2024 coffee year. Due to the economic significance of the product, there has been a growing concern among coffee producers in recent years to enhance the quality of their products, given the increasing demands for quality from consumers, particularly in specialty and gourmet lines. As a result, there has been a need for greater control from grain selection through the processing stages, packaging, storage, to product distribution. Drying is an essential process in coffee processing, and if not done correctly, it can pose numerous challenges to quality. By reducing the moisture content in the fruit, chemical and metabolic reactions are minimized, preventing or reducing the proliferation of organisms. This allows for better preservation, avoiding undesirable fermentations that could lead to quality loss and affect sensory factors. There are basically two methods of coffee drying: natural drying and artificial drying, with the possibility of a mixed approach. Natural drying may start in the field and be concluded with human intervention using drying patios or specific equipment. The choice may vary based on the producer's investment capacity, the coffee's characteristics, and the climatic and physical conditions of the region. Given the highlighted importance, this work provides a literature review on the overall panorama of coffee drying in Brazil. The aim of the review is to identify the key characteristics to be considered in grain processing, with a specific focus on drying. The studies reviewed emphasize the need to use drying methods adaptable to the cultivation environment, grain preparation, and processing. Additionally, it is observed that the effectiveness of coffee drying is a crucial stage in the production chain, influencing both product quality and the sustainability of the process.

Keywords: Arabica; Robusta; Processing; Dryers; Quality

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Produção de Café no Estado de São Paulo, Porcentagem.....	17
Figura 2 – Expectativa de produção do café em 2024.....	20
Figura 3 – Safras 2022 e 2023 para café arábica.....	21
Figura 4 - Safras 2022 e 2023 para café conilon.....	21
Figura 5 - Área de produção pela produção.....	23
Figura 6 – Países com maior consumo de café per capita.....	24
Figura 7 – Evolução do consumo interno de café no Brasil em 2021.....	25
Figura 8 - Evolução da adesão aos selos de certificação de Qualidade ABIC.....	26
Figura 9 - Morfologia do fruto do café.....	28
Figura 10 – Etapas de maturação do fruto do café.....	30
Figura 11 – Principais diferenças entre o café arábica e robusta.....	33
Figura 12 – Separação dos grãos por densidade.....	36
Figura 13 - Café Natural – Cereja Descascado – Café Despolpado.....	39
Figura 14 – Fluxograma do preparo e processamento do grão do café.....	40
Figura 15 – Representação do processo de secagem do grão.....	44
Figura 16 – Transformação do fruto e grão do café durante a secagem.....	46
Figura 17 - Terreiro de terra.....	50
Figura 18 - Terreiro de concreto.....	51
Figura 19 - Terreiro de lama asfáltica.....	52
Figura 20 – Terreiro suspenso.....	53
Figura 21 - Utilização de estufas para secagem.....	54
Figura 22 - Secador de leito fixo.....	55
Figura 23 - Secadores verticais de fluxo cruzado.....	56
Figura 24 - Secador em tambor rotativo.....	57
Figura 25 – Estruturas de armazenamento de café.....	60

Figura 26 – Coloração do café durante a torrefação.....	61
Figura 27 – Fluxograma de um torrador.....	62
Figura 28 – Curva de torra conforme características do café	62

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	TRAJETÓRIA DO CAFÉ.....	14
2.1	História do Café.....	14
2.1.1	Cultivo no Mundo.....	15
2.1.1	Cultivo no Brasil.....	15
2.2	Ondas do Café.....	17
2.3	Panorama Geral	19
3.	GRÃO DO CAFÉ.....	28
3.1	Fruto do Café.....	28
3.2	Fases de Maturação.....	29
3.2	Espécies de Café.....	31
4.	DO CULTIVO AO PÓS COLHEITA DO CAFÉ	34
4.1	Plantio e Cultivo	34
4.2	Colheita Manual e Mecânica	35
4.3	Pós Colheita: Preparo do Café.....	36
5.	PROCESSAMENTO DO CAFÉ.....	38
5.1	Processamento por Via Seca.....	40
5.2	Processamento por Via Úmida.....	41
6.	PROCESSO DE SECAGEM.....	43
6.1	Princípios e Fundamentos.....	43
6.2	Etapas e Condições.....	45
6.3	Métodos de Secagem	47
6.3.1	Secagem Natural.....	48
6.3.2	Secagem Artificial.....	49
6.3.2.1	Terreiros.....	49
6.3.2.2	Estufa.....	53
6.3.2.3	Secadores Mecânicos.....	54
7.	PRODUÇÃO DO CAFÉ	59
7.1	Beneficiamento e Armazenamento	59
7.2	Torrefação.....	61
7.3	Moagem	63

7.4	Embalagem, Rotulagem e Distribuição	64
8.	QUALIDADE DO CAFÉ.....	66
8.1	Caracterização Físico Química do Café	66
9.	LEGISLAÇÕES PERTINENTES	68
10.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
	REFERÊNCIAS	70

1. INTRODUÇÃO

No século XVIII, o Brasil recebeu as primeiras mudas de café e, desde então, esse produto se tornou muito importante para a economia do país. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o Brasil é o maior produtor de café do mundo e o segundo maior consumidor de café com cerca de 21,5 milhões de sacas de 60kg consumidas entre novembro de 2020 e outubro de 2021 (“Brasil é o maior produtor mundial e o segundo maior consumidor de café”, 2023).

É importante ressaltar que existem dois tipos principais de cafés: arábica e conilon ou robusta. O café arábica é conhecido por ser mais suave, açucarado, porém requer um maior controle e cuidado com a produção. O conilon por sua vez, um café notadamente mais duro, e muito utilizado em *blends* e com um teor de cafeína superior (COELHO, 2022).

Para ter um alto nível de produção e qualidade do café, independentemente do tipo, é crucial melhorar e desenvolver cada etapa de beneficiamento do produto. A secagem é uma etapa crítica do processo pós-colheita, por ser a etapa que envolve a maior parte dos custos. Além disso, se não for realizada adequadamente, pode resultar em defeitos e danos nos grãos de café, afetando diretamente a qualidade desejada do produto (CASÉ, 2022).

Tradicionalmente, a secagem é feita em terreiros a céu aberto, o que expõe o produto às variações climáticas e exige longos períodos, podendo levar a períodos de mais de uma semana para atingir o teor de umidade desejado. Além disso, essa exposição prolongada ao ambiente, aliada às baixas taxas de secagem, deixa o produto suscetível à deterioração. Portanto, é importante buscar alternativas para tornar o processo mais eficiente e, ainda assim, mantendo a qualidade do grão e sua competitividade no mercado.

A alternativa principal é a secagem convectiva, em que a passagem de um ar aquecido remove a umidade dos grãos, com o fenômeno principal de convecção para promover essa retirada. Tecnologias inovadoras vêm surgindo para minimizar os custos da secagem convectiva, como a secagem híbrida com aquecimento por micro-ondas e a secagem usando infravermelho (ANDRADE, 2023).

Cada meio e ferramenta contém suas particularidades, com pontos positivos e negativos a serem considerados na escolha do tipo de secagem que o produtor irá realizar. A categoria do café produzido também deve ser considerada, visto que o teor de umidade obtido na secagem pode variar conforme o tipo do grão. Além disso, a destinação do produto também deve ser considerada. Se o foco do produtor for o café fornecido como commodities para as grandes

indústrias ou um café premium visando diretamente consumidores específicos, com uma maior qualidade visando a degustação do café, diferentes métodos de secagem devem ser levados em consideração (SIMÃO, 2021).

Sendo assim, o intuito deste trabalho é buscar analisar o panorama geral da secagem do café no Brasil e no mundo. Durante essa revisão, tem-se o objetivo de avaliar os diferentes tipos de café, e analisar e comparar os diversos tipos de secagem e secadores que são comumente utilizados atualmente. Durante a revisão, uma análise crítica do processo de secagem será realizada, levando em conta a destinação do grão. Além disso, serão evidenciadas as novas tendências e como isso pode impactar na qualidade e valor do café conforme o destino.

2. TRAJETÓRIA DO CAFÉ

O café é, indiscutivelmente, uma das bebidas mais apreciadas e consumidas globalmente, possuindo uma rica e longa história que abrange séculos de evolução cultural, econômica e social. A bebida figura entre os produtos básicos mais valiosos do comércio internacional, sendo considerada a segunda bebida mais consumida no mundo, perdendo somente para a água (MAPA, 2023a). O ciclo de vida deste produto, desde o cultivo do grão até o processamento, passando pelo comércio, transporte e marketing, contribui para a geração de empregos para inúmeros indivíduos ao redor do mundo. Além de ser uma das bebidas mais populares globalmente, o grão de café (que origina a bebida de mesmo nome) destaca-se como uma das principais *commodities* na economia mundial, envolvendo cerca de vinte e cinco milhões de agricultores e trabalhadores em mais de sessenta países ao redor do mundo (HOW BIG..., 2021).

2.1 História do Café

A descoberta das origens do café é envolta em lendas e teorias. Uma das narrativas mais amplamente aceitas é a história do pastor Kaldi, que viveu na região hoje conhecida como Etiópia há mais de mil anos atrás. Segundo a lenda, Kaldi observou que suas cabras ficavam tão enérgicas, a ponto de não dormirem a noite, após consumirem os frutos de arbustos com coloração amarelo avermelhada que cresciam nas plantações ao longo de seus campos. Kaldi compartilhou sua observação com um monge da região, que decidiu experimentar os frutos e logo percebeu que a bebida o mantinha alerta, ajudando-o a resistir ao sono durante suas extensas horas de atividades religiosas. Essa descoberta rapidamente se espalhou entre os mosteiros, criando uma crescente demanda por essa bebida estimulante ao longo do mundo (ALBERO, 2021; MALAKER, 2022).

Independentemente de a lenda de Kaldi ser verdadeira ou não, ela ilustra os diversos efeitos que o café pode causar, e desde então, essa descoberta levou o café a conquistar diversas civilizações, tornando-se uma bebida amplamente apreciada e com diferentes métodos de preparo para atender aos mais variados gostos.

2.1.1 Cultivo no Mundo

O café começou a ser cultivado na região árabe, particularmente no Iêmen, por volta do século XV. Nessa época, as pessoas descobriram o processo de torrefação dos grãos de café, o que realçou seu sabor e aroma. O café se tornou uma bebida popular na cultura árabe e era frequentemente consumido em locais de encontro, conhecidos como "qahveh khaneh". Posteriormente, o café foi introduzido na Turquia, sendo um dos principais responsáveis por difundir o café, no século XVI, e na Europa no século XVII, principalmente através de Veneza e depois em outras cidades como Viena, Paris e Londres. Os primeiros estabelecimentos de café europeus eram frequentados por intelectuais e eram chamados de "penny universities" porque ofereciam uma atmosfera propícia a debates e discussões, e então o café foi tornando-se parte da rotina com foco nos cafés da manhã (NATIONAL COFFEE ASSOCIATION, 2020). Segundo a Organização Internacional de Café (2018), a primeira referência ao uso do café, nas Américas, foi na América do Norte no final do século XVII. Porém as plantações de café chegaram ao continente americano somente no século XVIII, através de contrabandos dos colonos europeus, em suma maioria pelos holandeses. O primeiro cultivo de café nas Américas foi estabelecido em Martinica, uma ilha do Caribe. No entanto, as plantações de café se expandiram rapidamente para a América Central e do Sul, onde as condições climáticas eram ideais para o cultivo.

2.1.1 Cultivo no Brasil

A história do café no Brasil ressalta a sua importância socioeconômica, onde, por séculos, o Brasil esteve ligado aos caminhos da cafeicultura. O cultivo do grão ajudou no desenvolvimento do país, principalmente após período da independência.

As primeiras mudas de café foram introduzidas no Brasil no início do século XVIII, as quais foram trazidas da Guiana Francesa e plantadas na região norte do país, mais especificadamente no estado do Pará. Conta-se, inclusive, que as primeiras mudas de café brasileiras tiveram como origem o Palácio de Versailles. Todavia essa introdução inicial não se mostrou bem-sucedida no Pará, devido ao clima e solo da região, e o café só ganhou importância

algumas décadas depois, na região do Rio de Janeiro (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2022).

Na primeira metade do século XIX, o café encontrou condições climáticas e geográficas ideais na região montanhosa do Rio de Janeiro e norte/litoral de São Paulo, especialmente na área conhecida como Vale do Paraíba. As plantações de café prosperaram nessas terras e contribuíram para o rápido crescimento econômico da região, dominando o mercado interno e alavancando o Brasil na categoria de principais exportadores na época.

A expansão do cultivo do café no Brasil foi fortemente impulsionada pela escravidão. Os proprietários de plantações de café dependiam do trabalho de escravos africanos para atender à crescente demanda por mão de obra nas fazendas, resultando em um impacto significativo na demografia e cultura do Brasil (NAGAY, 1999). A abolição da escravidão em 1888 teve um impacto profundo na indústria cafeeira, pois os fazendeiros precisavam encontrar novas fontes de mão de obra. Isso levou à imigração em massa de europeus, principalmente italianos e espanhóis, para trabalhar nas plantações de café.

À medida que a demanda por café cresceu, as plantações se expandiram para outras regiões do país, como São Paulo e Minas Gerais. Durante o final do século XIX e início do século XX, o café desempenhou um papel central na economia brasileira, impulsionando o crescimento e o desenvolvimento do país, num período conhecido como o "Ciclo do Café". Nessa transição de século, a região do Vale do Paraíba deixava de ser a principal responsável pela produção do café no Brasil, devido ao processo abolicionista e falta de inovação nas técnicas de produção no vale (JUSTINO, 2022).

São Paulo se tornou o principal estado produtor de café no Brasil, consolidando sua liderança no início do século XX, ao aproveitar as antigas áreas de cana-de-açúcar e algodão para as plantações de café, principalmente no oeste do estado (DINÂMICA..., 2020).

Esse aumento na produção do café foi um dos principais fatores responsáveis pelo avanço estrutural na economia, política e social de São Paulo através do desenvolvimento e melhoria no setor ferroviário e portuários (O CAFÉ..., [s.d.]). Ao observar a Figura 1 é possível verificar essa transição das principais regiões de São Paulo na produção cafeeira.

Figura 1 – Produção de Café no Estado de São Paulo, Porcentagem

Ano	Norte *	Central **	Mogiana	Paulista	Arara-quarens e	Noroeste	Alta Sorocabana	Total
1836	86,50	11,93	0,14	1,43				100,00
1854	77,46	13,91	2,31	6,32				100,00
1886	19,99	29,00	21,81	23,69	4,05		1,46	100,00
1920	3,47	12,58	35,53	18,77	18,79	3,27	7,59	100,00
1935	1,71	7,09	16,25	11,65	26,94	23,92	12,44	100,00

Fonte: Ricci (2018)

No entanto, a dependência excessiva do café como principal produto de exportação deixou o Brasil vulnerável às flutuações de preços no mercado internacional. A quebra da Bolsa de Nova York em 1929 e a queda dos preços do café levaram a uma crise econômica no Brasil, e mudanças significativas na economia brasileira, visto que o grão não era mais um dos focos como principais produtos de importação de nossos compradores, como os Estados Unidos (A CRISE..., 2021).

Como uma forma para contornar as causas da crise na produção e exportação do nosso café, o governo brasileiro comprou e queimou toneladas de café em estoque para diminuir a oferta e não ocorrer uma desvalorização excessiva no produto.

Após a crise do café, o Brasil diversificou sua economia e modernizou suas práticas de cultivo e produção de café, investindo em pesquisa agrícola e adotando métodos mais eficientes no processamento do grão. Atualmente o país continua sendo um dos principais produtores, exportadores e consumidores de café no mundo, sendo uma indústria que abrange diversos estados. Isto evidencia como o cultivo do café desempenhou um papel fundamental na história econômica e social do Brasil e continua sendo uma parte importante da identidade cultural e econômica do país (RITA, 2022).

2.2 Ondas do Café

As fases do café, mais conhecidas como "ondas do café" é uma expressão usada para descrever a tendência e o movimento em torno da cultura do café, especialmente no que diz respeito ao café de alta qualidade, artesanal e especial. Esta tendência se manifestou em vários aspectos da indústria do café, desde a produção até o consumo.

Primeira Onda: A primeira onda do café iniciou-se entre o final do século XIX e início do século XX, com um foco principal na popularização do café como uma bebida de massa. Isso levou ao aumento da produção de café com foco no uso doméstico visando aumentar o desempenho energético que o café proporcionava nas pessoas e na praticidade da bebida influenciada pela necessidade durante os períodos de guerra. Guimarães (2016) define a época como o sacrifício do sabor e da qualidade em prol da conveniência de consumo e da produção em massa, todavia sendo marcada pelo avanço na industrialização da torra, caracterizado por uma torra escura, produzindo um café bem amargo, mas eficiente em cafeína. (“Ondas Do Café: Descubra O Que São E Como Elas Impactam O Consumo De Café – Coffee & Joy”, 2021).

Segunda Onda: A segunda onda do café surgiu nas últimas décadas do século XX e trouxe uma ênfase maior na qualidade do café. As empresas começaram a valorizar a origem do café, o método de torrefação e preparação, utilizando de cafés com torras menos escuras, ou seja, tratando o café como serviço e focando numa melhor experiência (BRENNAN, 2021). Nesse período, houve um aumento no interesse por café *premium* e métodos como a prensa francesa, a máquina de expresso e drinks como cappuccinos ganharam popularidade, através das famosas cafeterias que perduram até os dias atuais. Dessa forma, o café começava a ser apreciado, mas sem perder sua marca de consumo utilitário (TELES; BEHRENS, 2020).

Terceira Onda: A terceira onda do café emergiu na última década do século XX, com um foco renovado no padrão de qualidade, na origem e na sustentabilidade. Nesta fase, os consumidores passaram a valorizar mais a procedência dos grãos de café, os métodos de cultivo, processamento e os métodos de preparo. Os pequenos e especializados produtores se tornaram mais comuns, e o café de especialidade ganhou destaque, com a ênfase na experiência sensorial do café tornando-se fundamental ao valorizar as mais diversas notas aromáticas, com torras variadas, no entanto, mais claras em média (DOS REIS *et al.*, 2021). Para Giordano (2023), a terceira onda trouxe uma conexão entre os produtores e os consumidores finais, assimilando as oportunidades para intensificar a experiência com a bebida, abandonando a característica do café como apenas um produto *commodity*, mas complexo e sazonal.

Em resumo, as "ondas do café" representam a evolução da cultura do café ao longo do tempo, com uma progressiva ênfase na qualidade e na origem do café e na experiência do consumidor final. Cada onda trouxe consigo mudanças significativas na maneira como o café é cultivado, torrado, preparado e apreciado, refletindo as preferências e valores dos consumidores e profissionais da indústria do café.

2.3 Panorama Geral

O fruto em questão é cultivado em quatro continentes, com ênfase notável nas regiões da América do Sul, África, Ásia e América Central, sendo os países em desenvolvimento os principais produtores de café. Por outro lado, os consumidores predominantes são, em sua maioria, países desenvolvidos.

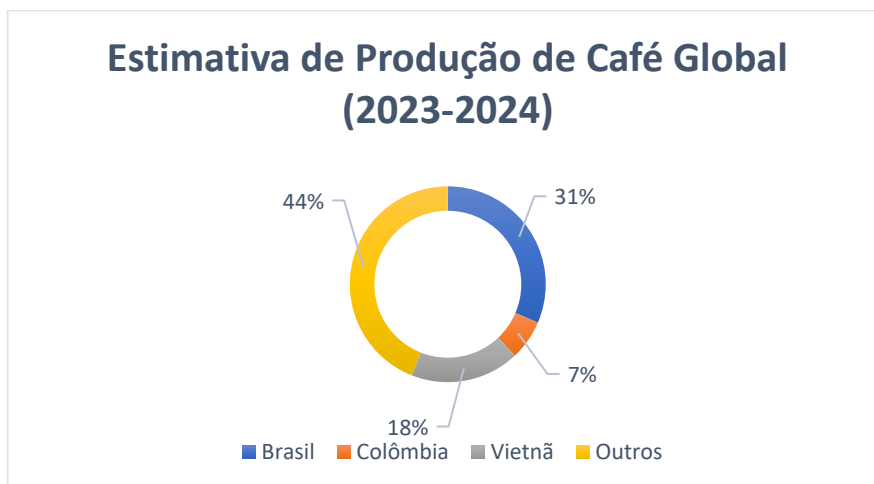
A se tratar de níveis mundiais, a produção de café prevista para a safra em curso de 2023-2024 totalizará 174,3 milhões de sacas (tendo cada saca 60 Kg). Desse total, a produção de *Coffea arábica* (café arábica) e *Coffea canephora* (café conilon), apresentam, respectivamente, aproximadamente 55,5% e 44,5% desses números (MAPA, 2023b).

Sendo assim, para a espécie *Coffea arábica* a quantidade estimada de produção é de 96,3 milhões de sacas. Levando em conta o último ano-cafeeiro (MAPA, 2023b), na qual foram produzidos 89,75 milhões de sacas dessa espécie de café, tem-se um aumento significativo na produção global, atingindo quase 7%.

Com relação a espécie *Coffea canephora*, a quantidade estimada de produção para a atual safra em níveis também mundiais é de 78 milhões de sacas. Contrapondo a espécie supracitada, caso essa previsão se concretize haverá um decréscimo de quase 1% em comparação com o ano-cafeeiro de 2022-2023.

Em um panorama geral da produção de café mundial, vale pontuar que mais de 50% de toda produção de café está concentrada em três únicos países (EMBRAPA, 20223), sendo dois deles da América do Sul. Brasil, Colômbia e Vietnã somam juntos 56% da estimativa da quantidade de café que será produzido no atual ano-cafeeiro conforme verificado na Figura 2. Sendo que entre eles, Colômbia e Vietnã seguem o padrão mundial produzindo mais da espécie *Coffea arábica*, enquanto no Brasil a espécie mais produzida é a *Coffea canephora*.

Figura 2 – Expectativa de produção do café em 2024



Fonte: Embrapa (2023).

Em terceiro nesse ranking, tem-se a Colômbia, país que se destaca pelo fato de produzir somente café da espécie *Coffea arabica*. Representando cerca de 6,6% da safra mundial das duas espécies, essa previsão aponta uma produção de 11,6 milhões de sacas produzidas por esse país.

O segundo maior produtor de café no mundo, o Vietnã, se destaca pela produção da espécie do *Coffea canephora* com produção total estimada de 30,2 milhões de sacas, produzindo até mesmo mais que o Brasil. Contudo, da espécie do *Coffea arabica* está previsto somente 1,1 milhão de sacas. Desse modo, esse país apresenta aproximadamente 18% da produção mundial.

Totalizando 54,74 milhões de sacas, volume estimado para produção total de café no Brasil para o atual ano-cafeeiro, o Brasil fornecerá 31,4% do café mundial e, como pode-se observar na Figura 3 e na Figura 4, seguirá sendo o maior produtor de café do mundo, com previsão de 37,93 milhões de sacas da espécie *Coffea arabica* e 6,81 milhões da espécie *Coffea canephora*.

Figura 3 – Safras 2022 e 2023 para café arábica

REGIÃO/UF	ÁREA EM PRODUÇÃO (ha)			PRODUTIVIDADE (sc/ha)			PRODUÇÃO (mil sacas beneficiadas)		
	Safra 2022	Safra 2023	VAR. %	Safra 2022	Safra 2023	VAR. %	Safra 2022	Safra 2023	VAR. %
NORTE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NORDESTE	52.600,0	55.433,0	5,4	24,2	21,1	-12,8	1.270,5	1.168,0	-8,1
BA	52.600,0	55.433,0	5,4	24,2	21,1	-12,8	1.270,5	1.168,0	-8,1
Cerrado	6.500,0	5.633,0	-13,3	43,0	39,9	-7,1	279,5	225,0	-19,5
Planalto	46.100,0	49.800,0	8,0	21,5	18,9	-11,9	991,0	943,0	-4,8
CENTRO-OESTE	6.193,0	5.904,0	-4,7	44,8	43,0	-4,0	277,7	254,1	-8,5
GO	6.193,0	5.904,0	-4,7	44,8	43,0	-4,0	277,7	254,1	-8,5
SUDESTE	1.361.617,4	1.390.489,0	2,1	22,5	25,7	14,5	30.614,4	35.787,3	16,9
MG	1.008.048,0	1.073.715,0	6,5	21,4	25,6	19,7	21.570,1	27.499,3	27,5
Sul e Centro-Oeste	496.684,0	532.167,0	7,1	19,3	25,0	29,1	9.599,6	13.280,2	38,3
Triângulo, Alto Paranaíba e Noroeste	181.703,0	199.471,0	9,8	23,1	32,7	41,7	4.198,5	6.532,4	55,6
Zona da Mata, Rio Doce e Central	306.351,0	317.380,0	3,6	23,2	21,9	-5,6	7.104,6	6.948,5	-2,2
Norte, Jequitinhonha e Mucuri	23.310,0	24.697,0	6,0	28,6	29,9	4,4	667,4	738,2	10,6
ES	143.305,0	130.839,0	-8,7	30,4	23,5	-22,8	4.363,0	3.075,0	-29,5
RJ	10.474,4	11.098,0	6,0	28,1	25,0	-10,8	294,3	278,0	-5,5
SP	199.790,0	174.837,0	-12,5	22,0	28,2	28,5	4.387,0	4.935,0	12,5
SUL	27.109,0	25.700,0	-5,2	18,4	26,7	45,5	497,9	686,7	37,9
PR	27.109,0	25.700,0	-5,2	18,4	26,7	45,5	497,9	686,7	37,9
OUTROS (*)	5.058,0	3.060,0	-39,5	9,7	10,8	11,4	60,3	33,1	-45,1
NORTE/NORDESTE	52.600,0	55.433,0	5,4	23,8	21,1	-11,6	1.301,1	1.168,0	-10,2
CENTRO-SUL	1.394.919,4	1.422.093,0	1,9	22,5	25,8	14,8	31.390,0	36.728,1	17,0
BRASIL	1.452.577,4	1.480.586,0	1,9	22,5	25,6	13,7	32.720,8	37.929,2	15,9

Fonte: MAPA (2023b)

Figura 4 - Safras 2022 e 2023 para café conilon

REGIÃO/UF	ÁREA EM PRODUÇÃO (ha)			PRODUTIVIDADE (sc/ha)			PRODUÇÃO (mil sacas beneficiadas)		
	Safra 2022	Safra 2023	VAR. %	Safra 2022	Safra 2023	VAR. %	Safra 2022	Safra 2023	VAR. %
NORTE	64.977,0	64.977,0	0,0	43,1	48,2	11,8	2.800,5	3.131,9	11,8
RO	64.977,0	64.977,0	0,0	43,1	48,2	11,8	2.800,5	3.131,9	11,8
AM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NORDESTE	40.280,0	42.730,0	6,1	57,9	57,9	0,0	2.333,0	2.475,0	6,1
BA	40.280,0	42.730,0	6,1	57,9	57,9	0,0	2.333,0	2.475,0	6,1
Atlântico	40.280,0	42.730,0	6,1	57,9	57,9	0,0	2.333,0	2.475,0	6,1
CENTRO-OESTE	11.052,0	11.190,0	1,2	20,6	21,4	3,8	227,9	239,5	5,1
MT	11.052,0	11.190,0	1,2	20,6	21,4	3,8	227,9	239,5	5,1
SUDESTE	269.110,0	271.807,0	1,0	47,4	40,1	-15,3	12.748,0	10.907,4	-14,4
MG	9.936,0	9.886,0	-0,5	39,3	33,6	-14,3	390,0	332,4	-14,8
Zona da Mata, Rio Doce e Central	6.458,0	6.426,0	-0,5	39,3	33,6	-14,3	253,5	216,1	-14,8
Norte, Jequitinhonha e Mucuri	3.478,0	3.460,0	-0,5	39,2	33,6	-14,4	136,5	116,3	-14,8
ES	259.174,0	261.921,0	1,1	47,7	40,4	-15,3	12.358,0	10.575,0	-14,4
OUTROS (*)	3.532,0	1.907,9	-46,0	32,6	31,4	-3,7	45,2	59,9	32,5
NORTE/NORDESTE	105.257,0	107.707,0	2,3	48,2	52,1	8,0	5.178,2	5.606,9	8,3
CENTRO-SUL	280.162,0	282.997,0	1,0	46,3	39,4	-15,0	12.975,9	11.146,9	-14,1
BRASIL	388.951,0	392.611,9	0,9	46,8	42,8	-8,5	18.199,3	16.813,7	-7,6

Fonte: MAPA (2023b)

De acordo com o MAPA, Ministério da Agricultura e Pecuária, referente à produção nacional de grãos, Minas Gerais e o Espírito Santo obtêm papel de destaque, sendo juntos os estados responsáveis por mais de 75% da produção do país. É possível notar através dos gráficos de produção que sobre ambas as espécies, tais estados possuem grande destaque. Além deles, é importante ressaltar a produção da espécie *Coffea arábica* pelo estado de São Paulo.

Destarte, levando em conta a questão de faturamento bruto total do setor de cafés no Brasil há uma previsão de aproximadamente R\$ 48,8 bilhões para o atual ano-cafeeiro (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2023). Caso a previsão esteja correta, haverá um decréscimo relevante de quase 10% (aproximadamente 9,22%) em comparação à safra do ano anterior no qual o faturamento bruto total foi de R\$ 52,9 bilhões.

O café arábica está com faturamento estimado para R\$ 37,92 bilhões apresentando um decréscimo de 9,42% em relação ao ano cafeeiro anterior, o que nos leva a contrapor com a estimativa de produção que terá um aumento de 6,8%. Logo, pode-se concluir que o preço sofreu uma queda tão relevante que levou a, mesmo com um aumento de produção, a queda de faturamento.

Já o faturamento estimado para o café conilon é de R\$ 10,87 bilhões. Com decréscimo previsto de 8,6%. Esses dados apresentam que enquanto o café conilon apresenta cerca de 22,3% do faturamento bruto total no setor do café, assim como nos anos anteriores, o café arábica representa a parte majoritária de faturamento com cerca de 77,7% (PODER, 2023).

Levando em conta as regiões brasileiras o destaque está no Sudeste. O faturamento bruto total previsto para tal região é R\$ 42,8 bilhões. E, dentro dessa região, o estado de destaque é o de Minas Gerais que representa R\$ 28,21 bilhões desse faturamento, fazendo com que ele detenha sozinho 57,8% do faturamento nacional. As regiões que aparecem na sequência são: Nordeste (R\$ 2,5 bilhões); Norte (R\$ 2,4 bilhões); Sul (R\$ 680 milhões) e Centro-oeste (R\$ 399,5 milhões).

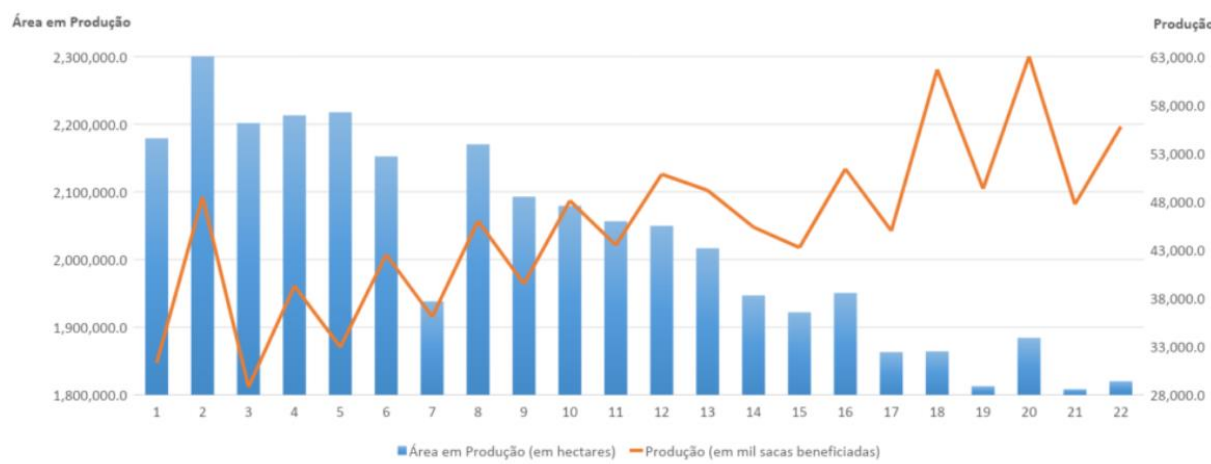
Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022), 78% do café no Brasil tem origem na agricultura familiar. Ademais, tais cafeicultores se concentram principalmente nos estados de Minas Gerais, com 150.971 produtores de café, Espírito Santo, com 76.110 produtores, Bahia, 27.227 produtores, Rondônia, 18.020 produtores, e Paraná com 12.005 produtores.

Atualmente, no Brasil o café representa cerca de 6% da produção total das lavouras, avaliada em R\$ 801 bilhões. Além disso, a produção de café da espécie *Coffea arábica* ocupa hoje uma área de 1,5 milhão de hectares enquanto para espécie *Coffea canephora* a quantidade estimada de 394,3 mil hectares.

Expandindo a análise de produção por área, em 2023 houve um aumento de produtividade média de 24,8 sacas por hectare da espécie arábica, representando um aumento de 10,2% em

relação à produtividade média da safra anterior. Ademais, num panorama geral, pela Figura 5 nota-se essa tendência de aumento de produtividade.

Figura 5 - Área de produção pela produção no Brasil de 2000 à 2022



Fonte: Conselho Nacional do Café (2022).

Ao analisar o gráfico presente na Figura 5, ao longo desses 20 últimos anos, do período de 2001 a 2021, é possível denotar um aumento da produção de café no Brasil, contudo uma redução da área produzida. Logo, pode-se observar que a produção sofreu uma mudança inversamente proporcional à área produzida, mostrando que o desenvolvimento de novas tecnologias tem contribuído para uma maior produtividade por área.

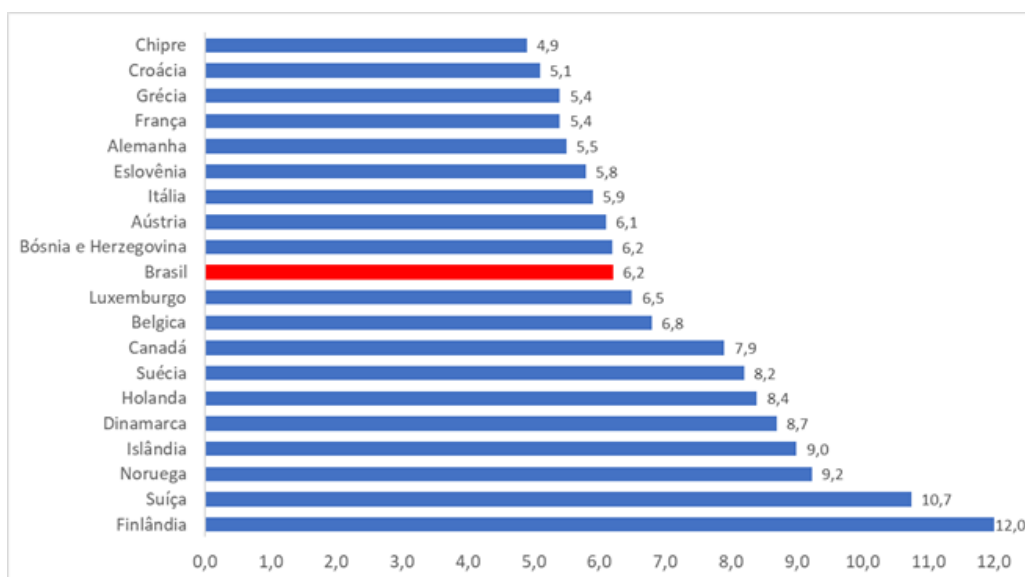
Tal análise é possível pois nota-se na variação de produção a maior parte dela apresenta uma variação positiva (aumento de produção) enquanto a área produzida apresenta variação majoritariamente negativa. Até mesmo no ano de 2023, com um aumento de 3,91% da área de produção (EMBRAPA, 2023) tem-se um aumento de produção de 14,4%, levando assim a também um aumento de produtividade, já que a produção se desenvolveu tanto que compensou até mesmo o aumento da área produzida.

Tais resultados só são possíveis graças ao aumento do investimento brasileiro em pesquisas na área do café. A notoriedade do caso leva a relevância do papel de entidades que desenvolvem pesquisas presentes no Brasil, fazendo que todo nosso potencial possa ser cada vez mais explorado. Além de trabalhar sobre a perspectiva da produção, produtividade, faturamento e índices ligados ao processo primário do café, é necessário abordarmos nessa pesquisa o processo secundário do café: a distribuição e consumo.

No Brasil, o nível de consumo de café por pessoa por ano foi de 6,2 quilos (levando em conta o café verde) em 2017. Logo, levando em conta a população brasileira na época, equivale a um total de 21,5 milhões de sacas (60 quilos) de café consumidas pelos brasileiros (CESAR, 2018).

A partir dos dados levantados supracitados, quanto ao ranking mundial de consumo de café per capita, o Brasil se equipara ao nível de consumo de alguns países europeus ocupando o 11º lugar. A Figura 6 mostra os 20 países com maior consumo per capita de café. Entre eles, o primeiro lugar, com valor de 12 quilos por pessoa, está a Finlândia, seguido por Suíça e Noruega.

Figura 6 – Países com maior consumo de café per capita em kg/pessoa



Fonte: Cesar (2018).

É importante pontuar que a figura traz uma análise per capita. Em consumo bruto de café, o Brasil é o segundo maior do mundo, sendo ultrapassado somente pelos Estados Unidos, segundo a Organização Internacional do Café (OIC, 2022). Contudo, a se tratar de consumo per capita, o Estados Unidos se encontra em 25º lugar, com 4,2 quilos de café cru por habitante.

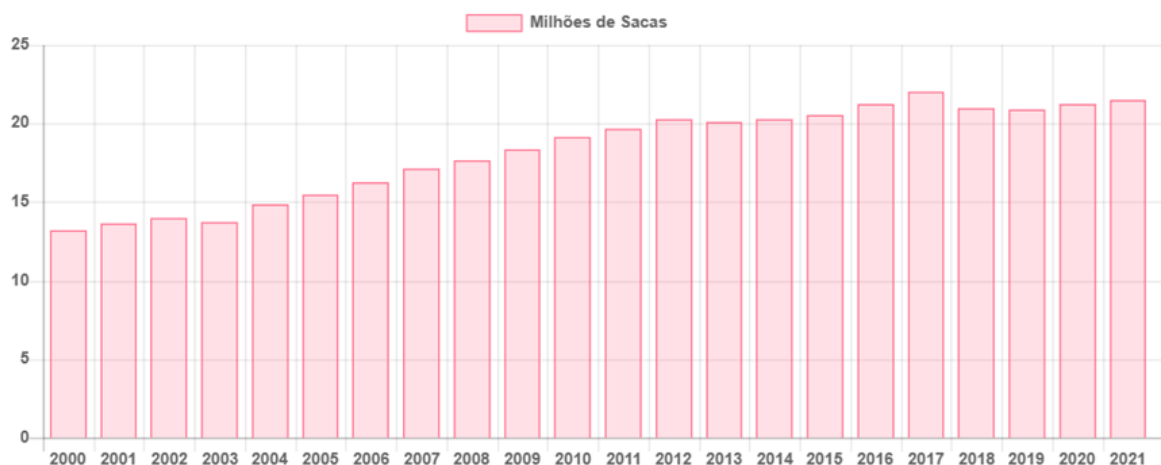
Levando em conta os países presentes no ranking, observações podem ser feitas ao compará-los com o Brasil. A primeira delas é de que o Brasil é o único país presente no ranking que produz café. Em segundo, com exceção da Bósnia e Herzegovina, todos os outros 17 países dessa lista possuem Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) superior ao do Brasil

(TORRES, 2023). A segunda é de que, Brasil e Canadá são os únicos não europeus desse ranking atentando-se ao fato de que o Brasil é o único país do hemisfério sul presente no ranking.

É importante ressaltar que o consumo de países do 10º ao 15º lugar do ranking de consumo per capita de café é extremamente próximo um do outro, fazendo com que ao longo dos anos possa haver mudanças singulares entre eles. Tal como em 2018 e 2019 (ABIC, 2021), quando o Brasil caiu para 14º lugar no ranking, mas manteve-se entre os 15 maiores consumidores do planeta.

Quando se analisa tais pontos, é possível concluir que o Brasil, ao se tratar do consumo de café, é um país como nenhum outro. Pois, apesar do clima quente e de se tratar de um país ainda em desenvolvimento, os brasileiros bebem mais café que grande parte do mundo. Ademais, tal comportamento vem se afirmando ao longo dos anos, evidenciado na Figura 7, tal qual a taxa anual média de consumo de café pelos brasileiros cresceu 1,8% ao ano.

Figura 7 – Evolução do consumo interno de café no Brasil em 2021

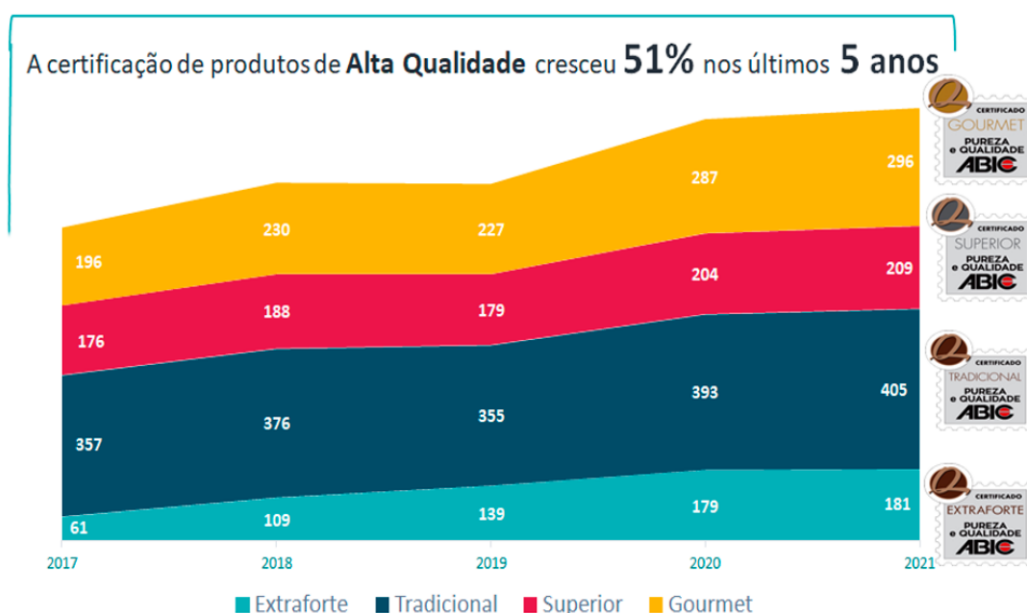


Fonte: INDICADORES... (2022).

Como é possível notar na figura, houve um crescimento bem mais considerável entre os anos 2000 e 2012, período no qual a taxa de crescimento foi de 2,5% ao ano. Já entre os anos 2012 e 2021, o aumento do consumo per capita do café por parte dos brasileiros foi de forma moderada, mantendo uma taxa anual de 0,9% por ano.

Além dos dados presentes no gráfico, tem-se que, segundo a EMBRAPA, o consumo per capita de café por parte do Brasil atualmente é de 6,06 quilos de café cru (ABIC, 2021). Logo, é possível notar que há um comportamento de equalização sendo denotado, como se o brasileiro tivesse chegado a um limite. Tal ponto representa um momento que esteve presente na história de muitos outros países, em sua maioria países desenvolvidos, quanto ao consumo de café: com a evolução do mercado interno, há uma desaceleração quanto ao crescimento do consumo total e o consumo de cafés especiais.

Figura 8 - Evolução da adesão aos selos de certificação de Qualidade ABIC



Fonte: INDICADORES... (2022).

No Brasil, bem como pode-se notar na Figura 8, nos últimos anos tem existido uma crescente preocupação das produtoras de café em qualificar seus produtos, focando em linhas especiais e fazendo com que o brasileiro deixe de apenas tomar o café, mas analisar qual café está tomando. Isso faz com que já não se trate somente do produto com o menor preço, mas, agora, o brasileiro está começando a enxergar o café com mais cuidado e isso interfere nas suas escolhas de consumo.

No Brasil, o destaque do consumo de café, segundo o IBGE, é o estado do Mato Grosso, com índice de consumo per capita de 7,1 xícaras de café por dia. Já em consumo bruto de café,

a cidade de São Paulo eleva o estado ao destaque, sendo que diariamente há um consumo de cerca de 25 milhões de xícaras de café (CAFÉ..., 2022).

Destarte, é importante ressaltar que o consumo de café é relevante não simplesmente para colocar o Brasil em rankings, mas, sim, trata-se do aumento da relevância do mercado brasileiro na indústria cafeeira. Tem-se como exemplo o fato de que em 2021 as empresas associadas à ABIC (Associação Brasileira da Indústria de Café) registraram um crescimento de 2,77%.

Portanto, é possível concluir que o café é relevante para o Brasil não só pela produção e faturamento, mas também pelo consumo por parte dos brasileiros. O café tem se tornado parte da cultura brasileira cada vez mais e o atual cenário coloca o país como consumidores selecionadores. Os brasileiros têm optado pelo café com melhores características sensoriais, e não levam em consideração apenas o preço na escolha. Com toda essa relevância, os estudos acerca do café vêm sendo cada vez mais precisos e assertivos, levando a aumentos cruciais de produtividade, fazendo com que se produza mais em menor espaço.

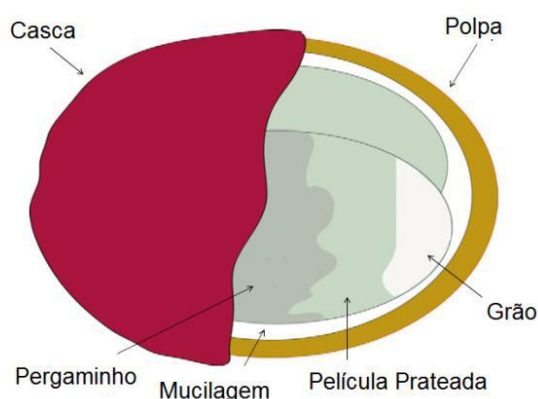
3. GRÃO DO CAFÉ

A planta de café (*Coffea spp.*) é um arbusto ou pequena árvore pertencente à família das Rubiaceae. A qualidade do café é influenciada por vários fatores, incluindo o tipo de solo, o clima, a altitude de cultivo, o processamento pós-colheita e o método de torrefação. Cada uma dessas etapas desempenha um papel importante na formação do perfil de sabor do café.

3.1 Fruto do Café

A morfologia do fruto de café é uma parte fundamental para entender a qualidade e as características da bebida final. O grão de café é a semente da fruta do cafeeiro e possui várias camadas, cada uma contribuindo para o sabor e aroma do café e, através da Figura 9, podemos analisar as partes que o compõem.

Figura 9 - Morfologia do fruto do café.



Fonte: Adaptado de Esquivel e Jiménez (2012)

Segundo Coelho (2022), Resende (2017) e Vilar (2021), a morfologia do fruto do café é dividida e classificada como:

1. **Casca (Exocarpo):** É a camada externa do grão de café, sendo removida durante o processamento seco ou úmido. Contém a maior parte da umidade do grão, com características lisas e resistentes, variando a cor conforme a maturidade do fruto entre o verde, amarelo e vermelho.

2. **Polpa (Mesocarpo Exterior):** A próxima camada do fruto, em uma tonalidade amarela, sendo macia e bastante fibrosa. Composta em grande parte por proteína e carboidratos que influenciam significativamente na qualidade da bebida
3. **Mucilagem (Mesocarpo Inferior):** Unida à polpa têm-se a mucilagem, uma camada translúcida, fina, porém viscosa. Também conhecida como camada de pectina, sendo bastante gelatinosa e adocicada e, por vezes, retirada junto a polpa para o processamento do café pela influência que causa no sabor do café.
4. **Pergaminho (Endocarpo):** Primeira camada protetora das sementes do café, geralmente fina e amarelada. Quando o fruto está maduro, o pergaminho envolve os hemisférios das sementes individualmente.
5. **Película Prateada (Espermoderma):** Constitui a camada superior da semente, sendo a película protetora do endosperma do grão, recobrando as sementes presentes no interior do fruto e, se não tratada corretamente, pode depreciar a qualidade do café devido suas propriedades químicas.
6. **Grão (Endosperma e Embrião):** O endosperma é o maior volume da semente, variando a cor conforme a espécie do café e constituído de células poliédricas de paredes muito espessas. O embrião, por sua vez, está localizado na superfície convexa da semente, sendo milimétrico e responsável pela germinação.

O café cereja, que é considerado maduro, geralmente apresenta dois grãos, mas podem apresentar entre uma, três ou mais sementes dependendo da espécie. Quando contém apenas um, sua forma tende a ser mais esférica, sendo conhecido como moca.

3.2 Fases de Maturação

O período de maturação do grão de café é um processo crucial que influencia diretamente na qualidade e sabor da bebida final. O processo de maturação do café ocorre ao longo de várias etapas, onde o ciclo fenológico dos cafeeiros leva cerca de 2 anos entre fases vegetativas e reprodutivas (FERNANDES, 2020).

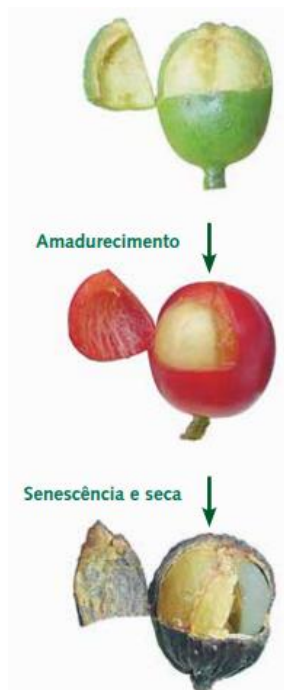
Abordando o fruto do café, o período compreende a transição do café verde, ainda não maduro, para o estágio de maturação ideal, geralmente denominado como café cereja, e finalizando com a seca dos grãos.

Inicialmente, o fruto passa pela fase de florada, quando as flores se transformam em pequenos frutos verdes conhecidos como chumbinhos, onde ocorre a formação da semente. À medida que o tempo avança, esses grãos passam por uma série de mudanças físicas e químicas, chegando à etapa de granação com o endurecimento das sementes, formando o grão de café verde, e qualquer falta de recurso hídrico ou temperatura é extremamente prejudicial para a planta e formação do fruto (LORENZON, 2021).

Conforme os grãos de café amadurecem, eles começam a adquirir sua coloração característica, mudando de verde para amarelo ou vermelho, dependendo da variedade, sendo o período conhecido como maturação dos frutos. A maturação é um sinal de que os açúcares estão se desenvolvendo nos grãos, contribuindo para características sensoriais desejáveis, como doçura e complexidade de sabor. Nesse período em ocorre o ápice do desenvolvimento da mucilagem e dos compostos fenólicos, trazendo algumas das características mais determinantes para o café que será produzido (MESQUITA *et al.*, 2016).

Finalmente, tem-se o último período do ciclo fenológico do fruto do café, no início da senescência do fruto e estresse na secagem da mucilagem, limitando o crescimento vegetativo e iniciando o preparo para a próxima safra conforme demonstrado na Figura 10.

Figura 10 – Etapas de maturação do fruto do café



Fonte: Mesquita *et al.* (2016).

O momento certo de colher os grãos de café é crucial para garantir a máxima qualidade do produto. Colher os grãos antes ou depois do período de maturação ideal pode resultar em uma bebida de café com características indesejáveis, como acidez excessiva, amargor ou falta de sabor. Portanto, os produtores de café geralmente monitoram de perto o estágio de maturação dos grãos para determinar o momento ideal da colheita (UNIGARRO, 2022).

3.2 Espécies de Café

Como uma das bebidas mais populares em todo o mundo, o café possui diversas espécies cultivadas para a produção dessa bebida tão apreciada. As duas principais espécies de café que dominam a produção global são a *Coffea arábica* e a *Coffea canephora*, também conhecida como café robusta ou conilon, diferenciando entre si pelos seus atributos químicos, físicos e sensoriais.

Segundo Carneiro (2021), Fonseca (2023) e Simão (2021), o café arábica e o café robusta diferenciam-se nos seguintes principais aspectos:

1. **Café Arábica**

- **Origem:** Originária das regiões montanhosas da Etiópia, a *Coffea arábica* é a espécie de café mais cultivada e consumida globalmente.

- **Cultivo:** Essa espécie de café é mais sensível às condições climáticas e exige altitudes mais elevadas para se desenvolver adequadamente. Ela é cultivada em regiões tropicais e subtropicais ao redor do mundo, com uma temperatura ótima de cultivo entre 18 e 22°C em média.

- **Sabor:** Geralmente, os grãos de arábica produzem cafés com sabores mais complexos, adocicados e suaves em comparação com outras espécies. Os perfis de sabor podem variar de frutados a florais e até mesmo a notas de chocolate, dependendo da região de cultivo.

- **Consumo:** Podem ser consumidos puros, apresentando um maior valor comercial, ou com outras misturas de grãos de café, popularmente conhecido como blends.

2. **Café Robusta ou Conilon**

- **Origem:** A *Coffea canephora*, comumente conhecida como robusta ou conilon, é nativa da África Ocidental nas regiões do Congo e da Guiné.

- **Cultivo:** A robusta é mais resistente a condições adversas, como pragas e doenças, e cresce em altitudes mais baixas do que a arábica. Ela é frequentemente cultivada em climas mais quentes e úmidos, com temperaturas ótimas de cultivo entre 24 e 28°C em média.

- **Sabor:** Os grãos de robusta têm um sabor mais forte, mais amargo e frequentemente mais terroso em comparação com os grãos do café arábica. Eles também tendem a ter mais cafeína.

- **Consumo:** Majoritariamente utilizado em cafés instantâneos por apresentar um maior teor de sólidos solúveis e rendimento pós torrefação. Por esse último motivo e pelo viés mais econômico, também é muito utilizado nos blends de café torrado e moído.

Além dos fatores mencionados acima, de acordo com Coelho (2022) a composição química entre as espécies também varia em distintos teores de minerais, compostos fenólicos, aminoácidos, ácidos graxos, aminas biogênicas, entre outros, com o café robusta sendo utilizado com frequência para aumentar a espuma e volume das bebidas proveniente do grão. Na figura 11, demonstram-se as principais diferenças entre as espécies.

Figura 11 – Principais diferenças entre o café arábica e robusta



Fonte: MINI MANUAL... (2018).

Em parâmetros do ciclo fenológico do café, essas espécies também se diferem no tempo de maturação para atingir o estágio do café cereja, sendo nove meses para o arábica e de dez a onze meses para o conilon. Entre o período de maturação e senescência, o fruto proveniente do café arábica tende a cair do ramo, já o café robusta tende a permanecer na planta (GHOSH; VENKATACHALAPATHY, 2014).

Portanto, ambas as espécies têm suas características únicas, e a preferência pelo café arábica ou robusta muitas vezes depende do gosto pessoal. Além dessas duas principais espécies, existem outras espécies de café menos conhecidas, como a *Coffea liberica* e a *Coffea excelsa*, que são cultivadas em algumas regiões específicas, contribuindo para a diversidade de sabores no mundo do café.

4. DO CULTIVO AO PÓS COLHEITA DO CAFÉ

O cultivo e colheita do café são processos complexos e envolvem uma série de práticas agrícolas específicas para garantir a qualidade do produto. Por sua vez, na pós-colheita há de realizar os primeiros preparos do café para o futuro processamento.

4.1 Plantio e Cultivo

De acordo com Mesquita (2016), os fatores principais para exercer a atividade cafeeira, que devem ser levados em consideração previamente ao cultivo, são: temperatura, níveis de precipitação e umidade relativa relacionados ao clima, além de topografia e solo relacionados com o terreno, no qual deve possuir características físico, químicas e biológicas necessárias para o desenvolvimento da planta e apresentar resistência a doenças e pragas.

Devido à extensão territorial e diversificação dos terrenos no Brasil, o cultivo do café é favorecido pelas particularidades de cada região, trazendo características únicas com os modelos de produção, desde as regiões montanhosas no sul de minas, passando pelo cerrado mineiro, até a zona da mata no Espírito Santo (NAVARRO *et al.*, 2021).

O cultivo do café envolve várias etapas, desde o plantio das sementes até a colheita dos frutos. De forma geral, o primeiro passo é a escolha do local, no qual o clima deve incluir temperaturas moderadas, chuvas bem distribuídas e altitude adequada. Posteriormente, a análise e preparo do solo, devendo ser rico em nutrientes e ter uma boa drenagem para evitar a erosão. Então as sementes são selecionadas com base em variedades específicas e características desejadas, como sabor e resistência a pragas, sendo previamente geminadas em berçário com o intuito de obter condições iniciais de crescimento mais favoráveis e, por fim, o plantio transportando as mudas para o campo com um espaçamento adequado (IRIA, 2022).

Após o plantio, durante o processo de cultivo, os cafezais requerem cuidados regulares, incluindo irrigação, controle de ervas daninhas e manejo de pragas. A poda também é comum para promover um crescimento saudável e facilitar a colheita, ou seja, é extremamente necessário o manejo e tratos culturais na plantação.

4.2 Colheita Manual e Mecânica

A colheita do café é uma etapa crucial no ciclo de produção, pois afeta diretamente a qualidade e o sabor do café final e a forma como os frutos são colhidos pode variar dependendo do método escolhido pelo produtor e das condições específicas da região. O processo de colheita geralmente ocorre quando os frutos atingem a maturação completa. Todavia, o momento ideal varia conforme a espécie do café e as condições climáticas, mas, em geral, os frutos devem estar maduros para garantir a qualidade do café (ALVES, 2019).

Conforme Carneiro (2021) e Mesquita (2016), existem duas principais formas de realizar a colheita dos frutos do café:

- 1. Colheita Manual:** Método mais utilizado no Brasil podendo ser completa, quando todos os frutos do café são derriçados sobre o solo ou lonas e panos, ou de forma seletiva, no qual são colhidos apenas os frutos maduros. Quando se opta pela forma seletiva há necessitando de várias colheitas durante a safra, exigindo alto custo de mão de obra, porém com baixa perda de grãos colhidos ainda em processo de maturação.

- 2. Colheita Mecânica:** Em grandes plantações, a colheita mecânica é uma opção mais eficiente, com a utilização de máquinas especializadas, como colheitadeiras de café que são usadas para sacudir as árvores e coletar os frutos. Isso reduz a dependência de mão de obra, tornando o processo mais rápido e, em alguns casos, mais econômico. A colheita deve ser realizada com no mínimo 75% dos frutos maduros para evitar maiores perdas.

A porcentagem de umidade ideal para colher café pode variar dependendo da região de cultivo, do tipo de café e das condições climáticas, mas geralmente são colhidos com teor de umidade entre 30 e 65% em base úmida englobando desde o café verde até o café maduro para o café em processo de senescência (ALVES, 2019).

4.3 Pós Colheita: Preparo do Café

Antes do processamento do café, é necessário realizar uma pré-limpeza do café ainda no campo com o objetivo de excluir as impurezas e matérias estranhas, como folhas, terra, graveto e pedras, por exemplo. Esse processo, de acordo com o De Rezende (s.d.) é conhecido como abanação, no qual são utilizadas peneiras manuais arremessando os frutos para cima e, assim, retirando tais impurezas mais grosseiras. Alguns agricultores e fazendas, detêm abanadores mecânicos com peneiras vibratórias, conseguindo realizar uma limpeza com maior grau de eficiência.

Após a limpeza, os frutos são levados para uma área destinada a lavagem e separação dos grãos, retirando as impurezas remanescentes e separando os grãos para lotes específicos, de acordo com sua maturação, sendo processados separadamente por terem diferentes características. É utilizada água nesse processo, no qual por diferença de peso (densidade), é possível separar os frutos verdes e cereja, dos frutos em estágio passas e secos ou mal granados, sendo popularmente conhecidos como frutos boia, justamente por apresentarem um menor teor de umidade, boiando na lavagem por serem mais leves conforme apresentado na Figura 12. Existem diversos tipos de equipamentos para lavagem, ficando a critério do produtor com base em sua produção, no consumo de água do equipamento e no investimento econômico proporcionado (“Colheita do café: métodos e processamento dos grãos”, 2022).

Figura 12 – Separação dos grãos por densidade



Fonte: Mesquita *et al.* (2016).

Após a fase de lavagem, é necessário realizar a separação dos frutos por meio de um processo de peneiramento, no qual são categorizados de acordo com suas dimensões e tamanhos. Os frutos de menor tamanho e mais secos atravessam as aberturas, ao passo que os maiores e mais úmidos são retidos, realizando a separação dos grãos em lotes, sem comprometer a qualidade entre estes no processamento (LEMOS *et al.*, 2020).

5. PROCESSAMENTO DO CAFÉ

A próxima e uma das etapas mais importantes na produção do café é o processamento, que está diretamente ligado na qualidade do produto, desta forma, é importante e fundamental pensar em cada etapa e cuidados para extrair do grão, o melhor que ele pode oferecer. Na maioria das vezes, o maior desafio para qualidade é o processamento, aquele momento crucial entre a colheita e a secagem dos grãos.

O processamento do café é crucial para toda a atividade, influenciando a rentabilidade e dependendo de fatores como custo-benefício, conformidade com regulamentações ambientais e, principalmente, a qualidade desejada. A escolha da forma de processamento está intrinsecamente ligada a esses fatores, além das condições ligadas ao clima regional, ao capital disponível para investimento em equipamentos e tecnologias, e análise das demandas do mercado consumidor. Os compostos presentes nos grãos, vão depender em parte, do método de processamento utilizado, e a qualidade do café, está diretamente associada a tais compostos influenciando em seu sabor e aroma (FONSECA, 2023).

O café passa por processamento após a colheita, desde o preparo até a secagem, e é crucial evitar o armazenamento de frutos úmidos para reduzir riscos de perda de qualidade, fungos e micotoxinas. O armazenamento não deve exceder oito horas e, em casos excepcionais, os frutos frescos devem ser submersos em água. Armazenar café por longos períodos sem os cuidados adequados pode resultar em fermentações indesejáveis, elevando a temperatura e resultando em grãos "ardidos", prejudicando a viabilidade tanto da produção de cafés especiais quanto dos cafés tradicionais, comprometendo a qualidade do produto (COELHO, 2022).

São dois os principais métodos empregados: o processamento por via seca (natural) e o processamento por via úmida (lavado), no qual este último, apresentando subdivisões, como a remoção apenas da casca, chamado de cereja descascado (CD), a eliminação da casca e da mucilagem de forma mecânica, conhecido como desmucilado, ou a retirada da casca mecanicamente e da mucilagem por meio de fermentação, denominado despulpado (ALIXANDRE *et al.*, 2022). Através da Figura 13 pode-se verificar as diferentes aparências do grão de café para os métodos empregados durante processamento.

Figura 13 - Café Natural – Cereja Descascado – Café Despulpado.

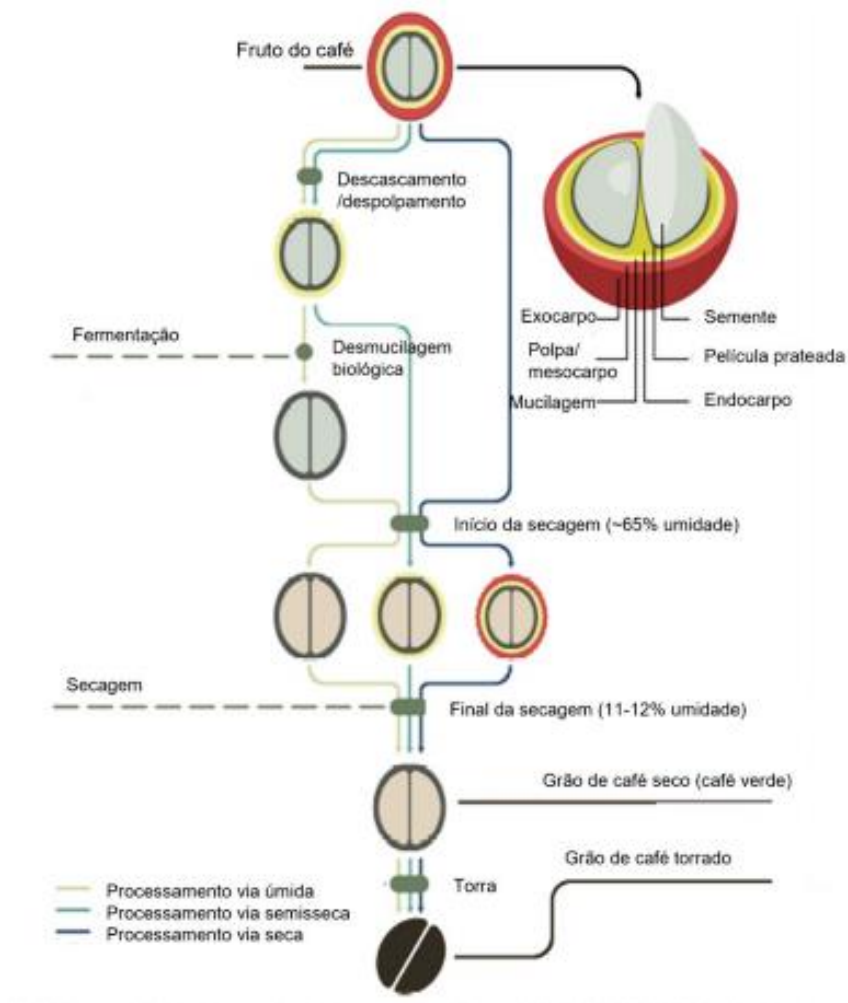


Fonte: Mesquita *et al.* (2016).

Para todas as formas de processamento, o objetivo é propiciar uma secagem do café em menor tempo de operação, removendo-se dos grãos, a água, para atingir níveis seguros para o seu armazenamento adequado, cuja variação de umidade é de 10 a 12% em base úmida, minimizando desta forma, possíveis comprometimentos da bebida.

Embora a literatura sugira que o processamento via úmida geralmente resulta em produtos de qualidade superior em comparação ao processamento via seca, para Da Mota *et al.* (2020) é crucial observar que o método via seca, por si só, não implica em uma qualidade inferior para os cafés. A qualidade está mais relacionada aos elevados teores iniciais de água e à ocorrência de fermentações indesejáveis, que podem depreciar o produto com secagem inadequada. A condição inicial da matéria-prima no processamento também impacta a qualidade do produto, e para cafés com características iniciais adequadas, o processamento por via seca pode atingir uma qualidade final muito semelhante ou até superior ao obtido por via úmida. Na Figura 14 está representado todo o fluxo de preparo e processamento de café até a etapa de secagem, conforme cada uma das formas de processamento.

Figura 14 – Fluxograma do preparo e processamento do grão do café.



Fonte: Casé (2022).

Comumente, o processamento para o café cereja descascado é classificado por via semisseca ou semiúmido, sendo cada vez mais adotados por combinar elementos entre os métodos mais antigos (café natural e despulpado), fazendo a retirada apenas parte da mucilagem com o intuito de obter melhores resultados e uma bebida com características únicas. A seguir será tratado a particularidade dos principais métodos de processamentos.

5.1 Processamento por Via Seca

O método de processamento por via seca é amplamente utilizado no Brasil, especialmente em regiões tropicais com estações secas durante a colheita, sendo favorecido pelas condições

ideais de secagem proporcionadas pela temperatura e umidade do ar ambiente, além de um custo de processamento inferior para as demais vias. Este é um método antigo e simples realizado por meio da radiação solar, no qual, os frutos são secos integralmente com casca, resultando em café conhecido como café em coco ou natural (CARNEIRO, 2021; DORTA *et al.*, 2023).

Segundo Coelho (2022), o processamento por via seca transfere um percentual de mucilagem para a semente, conferindo aos cafés atributos sensoriais distintos, como menor acidez e maior encorpamento, com aroma e doçura acentuados, sendo essenciais na categoria de café expresso. No entanto, necessita de um tempo prolongado de secagem devido à presença do exocarpo, o que pode resultar em fermentações indesejáveis, explicando a menor qualidade percebida em cafés processados por via seca, numa visão geral.

Apesar de produzir bebidas com alto teor de açúcares redutores e de sólidos solúveis, o método por via seca requer cuidado, conforme descrito acima, com os riscos das fermentações indesejadas devido ao maior teor de umidade, por isso, é crucial minimizar o tempo entre a maturação e a secagem para preservar a qualidade do café produzido. Outra característica, esse método de processamento é o que mais preserva a condição natural do café quando não deteriorado, pois o fruto permanece em sua forma integral (café cereja), minimizando impactos ambientais ao gerar poucos resíduos sólidos e líquidos durante as etapas de tratamento (BARBOSA *et al.*, 2019).

5.2 Processamento por Via Úmida

O processamento por via úmida consiste em fazer o descascamento para remoção do exocarpo dos frutos resultando em cafés pergaminho. O descascamento sempre estará presente na produção do café em pergaminho, independente de qual processo se o obtenha na via úmida, sendo realizado nos descascadores de cafés cereja, além do processo de lavagem. Pode-se optar por três processos distintos:

- 1) Cereja descascado (CD): Remoção mecânica da casca e parte da mucilagem mecanicamente;
- 2) Café desmucilado: Remoção mecânica da casca e de toda mucilagem;

3) Café despulpado: Remoção mecânica da casca e posterior remoção da mucilagem por fermentação biológica.

O processo de remoção do exocarpo é realizado utilizando descascadores para o café cereja, sendo possível devido à diferença na resistência à pressão entre o fruto verde e o fruto maduro. O fruto verde oferece resistência devido à rigidez do mesocarpo, sendo direcionado para as laterais do descascador, enquanto o fruto cereja, com mesocarpo mucilaginoso, se divide em duas sementes que, juntamente com a casca, passam por peneiras de perfuração alongada. Caso a separação de grãos não tenha sido tão satisfatória, a qualidade final dessa produção é prejudicada visto que esse processo é muito importante para não comprometer os principais lotes (CASÉ, 2022).

Para o processo de retirada da mucilagem mecânica são utilizados equipamentos que oferecem opção de retirada gradativa da mucilagem, mediante regulagens, permitindo, assim, produzir cafés total ou parcialmente desmucilados, através do atrito entre os grãos e dos grãos com o equipamento mecânico (INCAPER, 2022).

No processo de fermentação do café descascado, os grãos são submersos em tanques de água por um período que varia de 12 a 48 horas, visando a remoção completa da mucilagem. A demora nesse processo intensifica a acidez e resulta na perda de volume dos grãos, por isso para acelerar a fermentação, recomenda-se cobrir os tanques, adicionar fermento ou aquecer a água. Após a fermentação, os grãos são mecanicamente batidos ou agitados para eliminar a mucilagem remanescente, seguido por uma rigorosa lavagem. Grãos com resíduos de mucilagem apresentam elevados teores de açúcares e fenóis, o que contribui para a coloração mais escura e desqualificação dos grãos, por isso, esse processo não é mais tão usual (MESQUITA 2016; SIMÃO, 2021).

Principalmente em regiões com umidade relativa elevada no período de colheita, este processo facilita a obtenção de cafés de melhor qualidade. Seja despulpado, desmucilado ou descascado, os cafés em pergaminho, costumam apresentar uma melhor qualidade, devido à remoção de casca e mucilagem que funcionam como substratos propícios ao desenvolvimento de microrganismos e que podem provocar as fermentações indesejáveis e que são prejudiciais à qualidade do produto (COELHO, 2022).

Por fim, quando comparado com o processamento por via seca, o processamento por vias úmidas requer um planejamento e execução rigorosos do tratamento e disposição dos resíduos

líquidos e sólidos em todas as etapas devido à alta concentração de carga orgânica presente nas águas residuárias, antes do lançamento nos corpos hídricos.

6. PROCESSO DE SECAGEM

A secagem do café desempenha um papel crucial no processo pós-colheita e tem seus impactos tanto sob o aspecto de consumo de energia quanto na influência sobre a qualidade final do produto. Após a colheita dos frutos, o café ainda contém um teor significativo de umidade e é nessa etapa que os teores de água são reduzidos, diminuindo riscos de fermentações indesejadas e desenvolvimento de fungos e bactérias.

Nos frutos recém-colhidos, o teor de água presente, varia entre 30 e 65% em base úmida. Tal variação se deve ao estágio de maturação no qual o fruto é colhido e, devido a isso, o fruto deve ser submetido a um processo de remoção de umidade (secagem) para um teor médio de 11%. Esse processo está diretamente ligado à qualidade final do produto, pois altera as características físico-químicas essenciais e suas características sensoriais do café, sendo considerada a etapa de maior relevância do pós-colheita, tanto do ponto de vista relacionado aos custos de processamento, quanto do nível de preservação dos grãos para comercialização (COELHO, 2022).

Reduzindo o teor de água presente no fruto, são reduzidas as reações químicas e as atividades metabólicas, o que impede e/ou diminui a proliferação de microrganismos, permitindo uma maior conservação, além de que a fermentação indesejada pode resultar em sabores desagradáveis e comprometer a qualidade do café. Em razão disso uma secagem adequada é essencial para preservar os aromas e sabores naturais, proporcionando uma bebida mais rica e equilibrada (CASÉ, 2022).

6.1 Princípios e Fundamentos

A secagem é um processo essencial no beneficiamento do grão, na qual, envolve a transferência simultânea de energia e massa entre o produto e o ar. Esse procedimento remove o excesso de água por meio da evaporação, garantindo a qualidade do grão durante o armazenamento a longo prazo. Para que a secagem seja eficiente, é necessário promover um

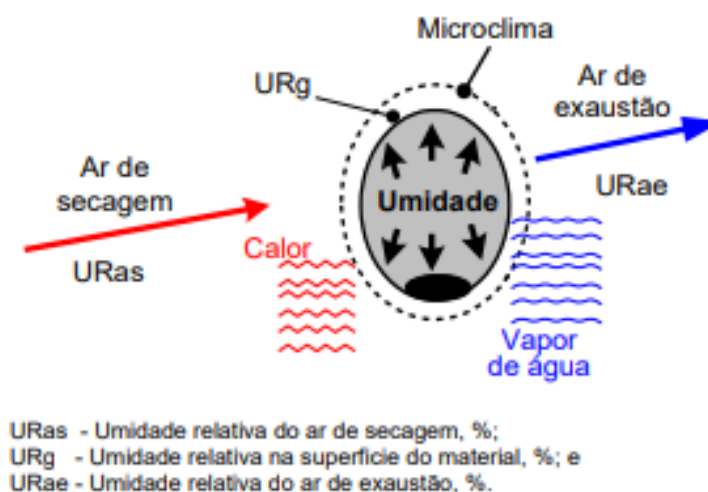
aumento na umidade relativa na superfície do material ou reduzir a umidade relativa do ar circundante, conhecido como ar de secagem (ROCHA, 2018).

Durante a operação de secagem, a transferência de energia (calor) pode ser realizada por convecção de ar aquecido, condução de calor e ou radiação solar. Por sua vez, a transferência de massa, ocorre através do fluxo de vapor d'água do grão para o ambiente.

A migração gradativa da umidade do ponto mais interno do grão, denominado ponto-frio, para as camadas superficiais do grão e, conseqüentemente, com a evaporação para o ambiente, torna o grão adequado ao preservar a qualidade do café e garantir seu armazenamento a longo prazo. Essa migração só é possível devido à diferença de pressão de vapor da água entre o ar e o café, sendo que a pressão parcial de vapor d'água na superfície do grão deve ser maior do que a pressão parcial de vapor d'água no ar de secagem (SIMÃO, 2021).

De acordo com Silva; Moreli; Siqueira (2015), esse processo de secagem pode ser exemplificado didaticamente através da Figura 15, na qual, à medida que os grãos recebem calor do ar de secagem, ocorrem processos internos que resultam na vaporização da água e na difusão do vapor para a superfície do grão, aumentando assim a umidade relativa na superfície do grão (UR_g), tornando-se superior à umidade relativa do ar de secagem (UR_a). Desta maneira, têm-se o gradiente de pressão necessário para provocar a migração do vapor d'água da superfície do grão para o ar de secagem, resultando em um ar de exaustão com maior umidade relativa (UR_e) e menor temperatura que o ar de secagem.

Figura 15 – Representação do processo de secagem do grão



Fonte: Silva (2015).

Lembrando que, no caso da secagem de café natural, em terreiros ou estufas, a maior parte de geração de calor ao produto é proveniente da exposição à radiação solar, enquanto em secagens mecanizadas, são provenientes de fontes convectivas forçadas de calor e movimentação de ar.

É evidente a importância do ar com maior potencial de secagem, que fornece mais calor ao grão do café e tem maior capacidade de reter vapor de água. Para evitar a saturação do ar dentro do produto, é necessário renovar constantemente o ar em contato com ele, seja por correntes convectivas naturais ou artificialmente com ventiladores, permitindo que o ar transporte a massa de vapor adquirida para fora do ambiente de secagem (SILVA; MORELI; SIQUEIR, 2015).

6.2 Etapas e Condições

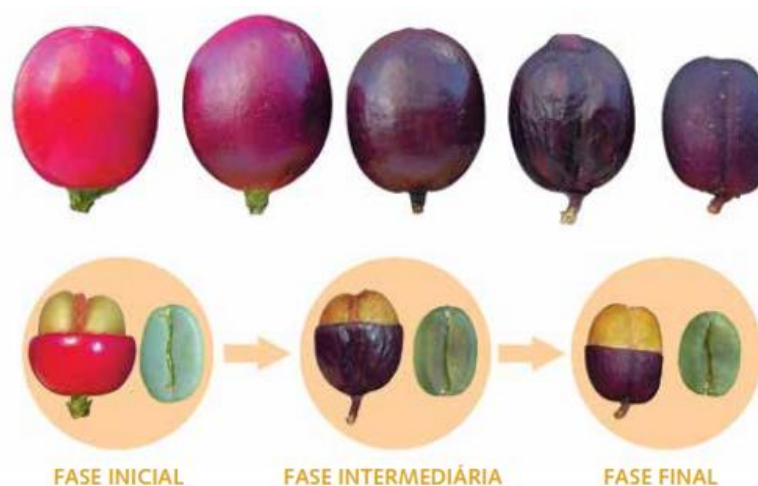
O processo de secagem do café envolve duas etapas principais, sendo o período de taxa de secagem constante e o período de taxa de secagem decrescente. Esses períodos tem suas particularidades dependendo do método de secagem, classificação do café e condições operacionais e climáticas. De acordo com Casé (2022), Rocha (2018) e Simão (2021), as taxas de secagem podem ser exemplificadas em condições padrões conforme a seguinte disposição:

1. Taxa de secagem constante: Ocorre nas primeiras horas de secagem quando os grãos possuem alto teor de umidade, mantendo a temperatura igual à do ar de exaustão. Nesse período, a velocidade da secagem não é influenciada pelo fluxo interno de água, pois a taxa interna de migração da água para a superfície é igual ou maior que a máxima taxa de remoção de vapor d'água pelo ar de secagem, resultando na evaporação apenas da água retida na superfície mais exterior do grão.
2. Taxa de secagem decrescente: O período de taxa de secagem decrescente requer uma maior atenção, pois há risco de danos causados pelo aumento da temperatura do grão e consequente perda de qualidade e propriedades sensoriais do café. Durante esse período, a taxa interna de migração da água é inferior à taxa de remoção de vapor d'água pelo ar de secagem. Isso ocorre porque a transferência de calor do ar para o

produto não é compensada pela reposição de água do interior para a superfície do café, ocasionando um aumento na temperatura do grão, podendo alcançar a temperatura do ar de secagem. Portanto, trata-se de um processo controlado pela taxa de migração interna da água.

Através da Figura 16, pode-se visualizar as etapas de secagem, representando a taxa de secagem constante na transição entre a fase inicial e a fase intermediária, e a taxa de secagem decrescente entre as fases intermediária e final.

Figura 16 – Transformação do fruto e grão do café durante a secagem



Fonte: Mesquita *et al.* (2016).

Conforme descrito em parágrafos anteriores, as condições e os fatores cruciais para o sucesso da operação de secagem incluem o método utilizado, tipo do café e condições operacionais e ambientais. Nesse processo, a cinética de secagem é influenciada pela forma de processamento, temperatura, umidade relativa, velocidade do ar e tempo de exposição a operação. A falta de controle desses fatores mencionados pode comprometer a qualidade final e a preservação do café (MUHLBAUER; MULLER, 2020).

Dentre essas condições, a temperatura e o fluxo do ar de secagem são os fatores mais influentes na taxa de secagem. Temperaturas mais altas aceleram a secagem, tornando-a mais rápida e econômica, todavia em excesso, pode ocasionar uma secagem não perfeitamente uniforme ou causar danos nocivos ao café. Em secagens naturais, a exposição solar e ventilação adequada são essenciais e, para secadores mecânicos, é vital manter o controle da geração de

calor e movimentação do ar para manter o controle da temperatura do grão (JORDAN *et al.*, 2020).

Taxas elevadas de temperatura podem resultar em descoloração, manchas, trincas e rupturas, devido a níveis excessivos nas composições químicas como íons de potássio e lixiviação. Enquanto taxas baixas prejudicam a secagem adequada, aumentando os riscos de deterioração e de fermentação indesejável, além de exigir tempos mais longos de operação (COLEHO, 2022).

Portanto, o estudo da cinética de secagem é crucial para escolher o processo de secagem e, atualmente, a tecnologia disponível para secar café permite aumentar a taxa de secagem ao elevar temperatura e fluxo de ar, no entanto, os cafés *commodities* podem ter sua temperatura de superfície elevada até 45°C antes de depreciarem a qualidade do café, enquanto os cafés especiais tendem a operar até 40°C (ANDRADE, 2023).

De acordo com Rocha (2018), existem estudos para acelerar a taxa de secagem sem prejudicar os grãos com o aumento da temperatura, ao diminuir a umidade relativa do ar de secagem por meio de métodos alternativos, como a circulação do ar através de um material dessecante, que absorve e elimina a umidade do ar de secagem, ou pela redução da temperatura de ponto de orvalho do ar.

6.3 Métodos de Secagem

Há várias formas de se classificar os métodos e equipamentos de secagem, dentre as divisões mais básicas, considera-se que o processo pode ser natural ou artificial. A secagem natural, ocorre na lavoura, demandando alta mão de obra e com a secagem do fruto totalmente dependente do vento e do sol. Já a secagem artificial, é um método no qual os frutos são retirados da planta com interferência do homem, e utilizando-se de estufas, terreiros e equipamentos mecânicos, para forçar e controlar a geração de calor e movimentação do ar, possibilitando assim, uma redução no tempo de secagem dos grãos (ROCHA, 2018).

Há muitos casos, em que a secagem ocorre de forma combinada e com uma etapa de pré-secagem, misturando técnicas naturais e artificiais. Essa combinação visa melhorar o desempenho do processo de desidratação do café, uma vez que, o fruto maduro possui uma

umidade inicial que varia de moderada a alta conforme sua via de processamento, além de apresentar uma maior viabilidade econômica-produtiva para o produtor (LIVRAMENTO *et al.*, 2017).

Essa etapa de pré-secagem pode ser realizada diretamente na lavoura ou em terreiros, representada pelo período de desidratação inicial do fruto até atingir a meia-seca, ou seja, quando o café diminui seu teor de umidade para cerca de 30% em base úmida, representado pelo período de taxa de secagem constante. Para o café natural esse processo pode levar dias, enquanto para o café cereja descascado tende a acontecer em questão de horas devido à ausência da casca e necessidade de desidratação apenas da polpa e mucilagem sobressalente. Por fim, em cafés despulpados ou desmucilados, essa etapa de pré-secagem tende a ser ainda mais ágil com a desidratação partindo já do pergaminho (MESQUITA, 2016).

A escolha do método de secagem a ser utilizado irá depender das condições do produtor, tais como grau tecnológico e sua capacidade de investimento, as condições do clima da região, via de processamento aplicado, volume de produção conforme os espaços físicos livres disponíveis e recursos humanos a serem usados.

Independentemente do método escolhido para secagem, há necessidade de trabalhar com lotes homogêneos de grãos para se obter uma melhor qualidade final do produto, com uma boa uniformidade, preservando assim, as características sensoriais e aromáticas do café. Esses lotes homogêneos visam cafés colhidos na mesma época, com estágio de maturação e teor de umidade entre os frutos o mais semelhante possível (FONSECA, 2023).

No Brasil, de acordo com Coelho (2022), os métodos de secagem mais utilizados são provenientes de meios artificiais, através de terreiros, secadores mecânicos e da combinação entre eles, entretanto, é necessário conhecer todos os métodos de secagem com suas vantagens e desvantagens.

6.3.1 Secagem Natural

O processo de secagem natural do café é o método mais antigo e simples, ocorrendo enquanto os frutos ainda estão na planta, ao serem aquecidos pela radiação solar e pela circulação do ar. No entanto, não é a opção mais favorável devido à exposição dos frutos às

variações climáticas, o que dificulta o controle e a previsão da duração do processo de secagem, além de que as constantes quedas dos frutos e o contato com o solo aumentam o risco de fermentação prejudicial, comprometendo a qualidade final do café (SIMÃO, 2021).

Cafés submetidos a esse método, em sua maioria, são mais encorpados, doces e com acidez moderada, apresentando sabores e aromas mais naturais do grão. Apesar de ser economicamente viável em regiões menos desenvolvidas, a secagem natural não é o método mais indicado para a produção, mesmo quando o teor de umidade é adequado para o armazenamento, tornando um método empregado apenas em colheitas tardias ou em final da safra (CASÉ, 2022).

6.3.2 Secagem Artificial

A secagem artificial é aquela em que há interferência do homem para realizar a secagem, ao retirar os frutos da planta, comumente transferindo-os para terreiros, estufas e secadores mecânicos, podendo utilizar combinação destes para uma melhor eficiência.

6.3.2.1 Terreiros

A secagem de grãos de café nos terreiros é uma prática tradicional e acessível no Brasil, sendo o método mais utilizado devido ao baixo custo de energia e investimento em comparação com os secadores mecânicos. Após a separação e lavagem dos frutos, os grãos são dispostos no terreiro, seguindo a declividade para facilitar o escoamento da água de lavagem. Essa técnica envolve expor os grãos úmidos ao sol em superfícies planas, sendo revolvidos manual ou mecanicamente com auxílio de rodos (COELHO, 2022).

Apesar de ser uma prática amplamente utilizada, a secagem em terreiros apresenta desafios, como a influência das condições climáticas na uniformidade do processo. Em condições favoráveis, com manejo adequado, pode resultar em cafés de qualidade, mas em condições desfavoráveis, pode levar a problemas como fermentações indesejadas e lotes heterogêneos (CASÉ, 2022).

De acordo com Fonseca (2023), os terreiros podem ser construídos com diferentes materiais, como terra, concreto, lama asfáltica ou em estruturas suspensas. Apesar das vantagens, como a produção de cafés torrados com propriedades sensoriais superiores a outros tipos de secagem, a secagem em terreiros também apresenta desvantagens, como o tempo prolongado, alto custo de mão de obra e a necessidade de uma grande área para secagem.

Dito isso, a escolha do tipo de terreiro é crucial para preservar a qualidade, considerando fatores como absorção de água, retenção de calor e tempo de secagem. Terreiros de qualidade devem ter exposição solar adequada, boa ventilação, drenagem eficiente e estrutura para suportar e reter os grãos, sendo que o tempo de secagem pode variar de 8 a 20 dias, dependendo das condições do grão, clima e tipo de terreiro (SIMÃO, 2021).

Decorrendo sobre alguns dos principais tipos de terreiros, na década de 50 e 60 era comum o uso de terreiros de terra na maioria das pequenas propriedades cafeeiras e em regiões menos desenvolvidas, devido ao baixo custo de construção e falta de conhecimento em novas tecnologias. Embora o terreiro de terra seja de baixo custo, quando esse método for escolhido, os terreiros devem ser construídos de terra firme e bem compactada, conforme visto na Figura 17. A tradição na cafeicultura brasileira ainda influencia a escolha desse método, mas evidências científicas apontam para sua desvantagem em relação a terreiros de outros materiais, como concreto ou lama asfáltica, na preservação da qualidade do café, como o aumento da probabilidade de desenvolvimento de microrganismos, aceleração da fermentação indesejável e não atendimento a padrões higiênico-sanitários (CASE, 2022).

Figura 17 - Terreiro de terra



Fonte: Sampaio (2011).

A partir do final do século XX, o terreiro de concreto passou a ser considerado o melhor método de pavimentação para a secagem artificial do café com exposição ao sol, devido à eficiência, menor risco de comprometimento da qualidade e benefícios como absorção adequada de água, alta reflexão de luz, facilidade na operação e limpeza, além de uma maior durabilidade. Estudos mostram que o terreiro de concreto, visualizado na Figura 18, é mais eficiente na secagem do café boia e desmucilado, antecipando o tempo de secagem para ambos, e resultando em uma coloração mais homogênea nos grãos em comparação com métodos como o secador mecânico. Embora seja recomendável por atingir a umidade ideal de forma rápida e uniforme, sem perder a qualidade, o processo exige investimento significativo e construção de terreiros mais amplos, tornando-se inacessível para muitos cafeicultores (CASÉ, 2022).

Figura 18 - Terreiro de concreto



Fonte: Vita (2010).

Por sua vez, o terreiro de lama asfáltica (Figura 19), ou lama de cimento, é uma opção de baixo custo em comparação aos terreiros de concreto, cerca de 10 vezes mais econômico, sendo constituídos de uma camada asfáltica fina de 5mm, para atuar como impermeabilizante para o terreiro de terra. Estudos indicam que, em cafés cerejas, terreiros de concreto e lama asfáltica não apresentam grandes diferenças, pois ambos evitam a ascensão da umidade do solo e retêm eficientemente o calor solar durante a secagem dos grãos, portanto, o terreiro de lama asfáltica não prejudica a qualidade do café, o que o torna amplamente adotado na região do Sul de Minas devido ao custo inferior. No entanto, é importante seu manejo adequado ao incluir o dimensionamento correto da lavoura, conforme planejamento de colheita e distribuição

uniforme dos grãos em camadas finas no terreiro. Além do custo acessível, o terreiro de lama asfáltica apresenta vantagens adicionais, como alta elasticidade, resistindo a danos devido à dilatação a variações altas de temperatura (CARVALHO *et al.*, [s.d.]; CASÉ, 2022).

Figura 19 - Terreiro de lama asfáltica



Fonte: “Construção de terreiro de café” (2015)

Por fim entre os principais tipos de terreiros, têm-se o terreiro suspenso como um método portátil de secagem de café, utilizando uma estrutura elevada e oferecendo uma alta qualidade final ao produto, especialmente para cafés descascados e despulpados, por apresentarem um menor volume e uma secagem mais acelerada. Embora necessite de um investimento maior em comparação aos outros métodos supracitados, proporciona uma melhor qualidade ao café devido à boa ventilação e higiene ao não ter contato com o solo. Aponta um intervalo de 10 a 25 dias para o tempo de secagem, considerado um período relativamente grande por decorrência à falta de retenção de calor, entretanto, oferecendo um café de qualidade superior em termos sensoriais e aromáticos. A implementação correta requer conhecimento técnico dos produtores e estudos mostram que, apesar da secagem mais lenta, o movimento uniforme do ar nos terreiros suspensos reduz a probabilidade de crescimento de fungos e alta eficiência na remoção de umidade dos grãos. Podem ser construídos com diferentes materiais de estrutura e com auxílio de coberturas, vide Figura 20, para minimizar influências climáticas e uma melhor assepsia, visando melhorar a eficiência da secagem e diminuir a contaminação dos grãos, obtendo-se cafés com notas sensoriais mais doces, frutadas e encorpadas (CASÉ, 2022; SIMÃO, 2021).

Figura 20 – Terreiro suspenso



Fonte: Oliveira (2022).

Além destes, existem outros tipos de terreiros que são utilizados, como terreiro em pano, terreiro em tijolos e terreiro secador, cada um com suas particularidades e desafios, cabendo ao cafeicultor avaliar todos os cenários de produção e produto para definir qual utilizar.

6.3.2.2 Estufa

O processo de secagem de café em estufa é uma técnica que visa acelerar e controlar a remoção da umidade dos grãos de café quando comparado aos terreiros. Esse método é especialmente útil em regiões não planas ou onde as condições climáticas podem ser desfavoráveis para a secagem ao ar livre. Dessa forma, a estufa proporciona um ambiente controlado, protegendo os grãos de fatores climáticos adversos, como chuvas, umidade excessiva ou variações abruptas de temperatura (CASÉ, 2022).

A secagem em estufa envolve o uso de coberturas, geralmente construídas com materiais transparentes ou translúcidos, como vidro ou plástico, permitindo a passagem da luz solar de acordo com a Figura 21. Esse projeto possibilita o aproveitamento da energia solar para aquecer o interior da estufa, criando condições ideais para a remoção da umidade dos grãos. Vale ressaltar que o processo em estufa demanda um investimento maior em infraestrutura em comparação aos terreiros, mas oferecendo um maior controle sobre as condições de secagem (TRISTÃO *et al.*, 2016).

Figura 21 - Utilização de estufas para secagem



Fonte: OCTÁVIO CAFÉ (2020).

Segundo Rocha (2018), alguns cafeicultores que possuem espaços planos utilizam estufas móveis, com os grãos sendo expostos ao sol durante o dia e utilizando a cobertura pela noite ou somente em condições adversas. Esse método também é conhecido como terreiros do tipo estufa, sendo muito utilizados para cafés especiais ao proporcionar uma melhor qualidade e tempo de secagem mais curto.

6.3.2.3 Secadores Mecânicos

A secagem de café em secadores mecânicos é uma alternativa eficiente para acelerar o processo de remoção da umidade dos grãos. Esse método oferece maior controle operacional, permitindo ajustes na temperatura, fluxo de ar quente e exposição dos grãos, parâmetros essenciais para preservar a qualidade do café e resultar em tempos de secagem mais curtos em comparação com os métodos tradicionais em terreiros ou naturais na lavoura (COELHO, 2022).

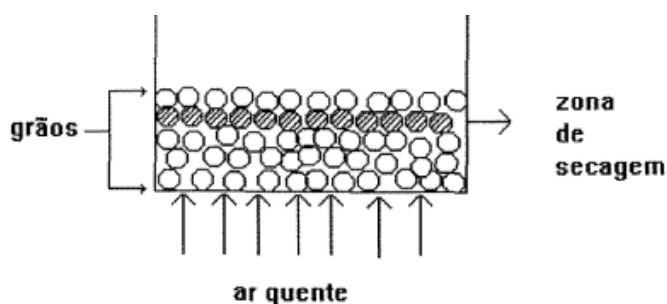
No geral, os secadores mecânicos têm sido historicamente vinculados à secagem de extensos lotes de café *commodity*, por sua rapidez no processo e otimização no espaço físico de secagem. Contudo, atualmente, as inovações em secagem mecânica indicam que também podem ser apropriados para a produção de café especial através do controle preciso dos parâmetros que envolvem o equipamento (NICHOLAS, 2021).

De acordo com Incaper (2022), é fundamental carregar o equipamento de secagem com lotes uniformes, proporcionando espaço adequado para a mobilidade do café. Além disso, é essencial manter a limpeza de forma constante, realizar manutenções periódicas nos equipamentos e garantir que a atividade esteja devidamente licenciada conforme as exigências das leis estaduais e/ou municipais.

Os secadores mecânicos utilizam calor e movimentação do ar para secar os grãos, podendo ser alimentados por fogo direto ou indireto, sendo crucial ter um controle da temperatura no processo para evitar danos físicos, químicos e biológicos nos grãos a secagem em altas temperaturas (FONSECA, 2023). Apesar de proporcionar vantagens como rapidez, viabilidade em períodos chuvosos e menor dependência de mão de obra, a secagem em secadores mecânicos apresenta desafios, como o maior investimento em equipamentos e custos adicionais de energia ou lenha, inviabilizando o uso desses secadores para produtores de pequeno porte geralmente. A seguir são apresentados os principais secadores que atuam no mercado de café atualmente.

Através da Figura 22, têm-se um dos secadores mais tradicionais, conhecido como secador de leito fixo, no quais os grãos de café úmidos são espalhados em uma camada fina, permanecendo estáticos nesse leito enquanto o ar quente passa por eles, o que, embora eficiente e de baixo custo operacional, pode limitar a uniformidade da secagem ao formar gradientes de umidade e afetar a qualidade final do café. Esse secador pode ser construído em bandejas ou plataformas e recomenda-se a implementação de um sistema de revolvimento de grãos em intervalos regulares para manter a qualidade e garantir uniformidade na secagem. O controle da temperatura do ar é crucial, sendo necessário ajustar a vazão de ar para evitar a secagem excessiva das camadas inferiores, considerando sempre a capacidade do ventilador (CASÉ, 2022).

Figura 22 - Secador de leito fixo



Fonte: De Lima (1995).

Um dos secadores com maior potencial de desenvolvimento e aperfeiçoamento tecnológico é o secador de leito fluidizado, que opera pelo princípio das partículas sólidas fluidizadas, acontecendo quando um gás (normalmente ar) é passado através do leito de café, fazendo com que as partículas se comportem como um fluido. A transferência de calor e massa é muito eficiente no leito fluidizado, pois as partículas são constantemente agitadas e expostas ao ar aquecido (CASÉ, 2022).

Outro mecanismo de secagem mecânica, são os secadores verticais de fluxo cruzado (Figura 23), que utilizam o fluxo de ar quente de forma perpendicular aos grãos de café para promover a secagem. Nesse método, os frutos movem-se verticalmente em colunas, denominadas câmaras de repouso, geralmente complementando a secagem iniciada em secadores horizontais. Apesar da alta capacidade de secagem, facilidade de manuseio e baixo custo de manutenção, os secadores verticais apresentam desafios como alto consumo de energia, desuniformidade na secagem e potencial impacto na qualidade do produto (CASÉ, 2022; FILHO, 2019).

Figura 23 - Secadores verticais de fluxo cruzado



Fonte: SECADOR... (2019).

Por fim, a classe mais utilizada de secadores atualmente são os secadores horizontais, representado pelo secador em tambor rotativo na Figura 24, no qual consiste em um cilindro rotativo ou tambor. Os grãos úmidos são alimentados no tambor, que gira enquanto o ar quente circula através do seu interior e com isso o material é exposto ao calor, resultando na evaporação da umidade no sentido radial do tambor. Ele pode ter diferentes configurações internas, como lâminas ou levantadores, para garantir uma distribuição uniforme da secagem do café durante o processo, sendo essencial controlar a velocidade do tambor para evitar danos aos grãos (GUINZELLI *et al.*, 2017).

Figura 24 - Secador em tambor rotativo



Fonte: Mesquita *et al.* (2016).

Apesar de ser um equipamento de uma operação ágil, é necessário entender a complexidade da dinâmica das partículas nos tambores rotatórios e a importância de compreender os fenômenos de transporte envolvendo materiais granulares, como o café. A movimentação dos grãos dentro desses cilindros está relacionada a processos envolvendo secagem, aquecimento e reações químicas. Uma compreensão aprofundada dos fundamentos desses processos é crucial para projetar tambores rotatórios que operem em condições ideais, atentando-se em como o movimento dos sólidos nos cilindros é influenciado por variáveis operacionais e elementos internos, incluindo características das partículas e propriedades do cilindro, onde diferentes regimes de escoamento podem surgir, dependendo da combinação dessas variáveis (RESENDE, 2017).

Portanto, a escolha do secador mecânico dependerá das condições específicas da operação, do volume de produção, da disponibilidade de energia e outros fatores locais. Cada tipo de secador tem suas vantagens e desvantagens, e a seleção deve ser feita com base nas necessidades específicas do produtor.

7. PRODUÇÃO DO CAFÉ

Após o processamento, desde o preparo até a secagem do café, inicia-se o processo de produção do café para comercialização final ao consumidor. Este é um momento importante que requer a tomada de decisões assertivas, controlando as impurezas, microrganismos e fermentações indesejáveis que não coloquem a perder todas as etapas anteriores e que podem colocar em risco a qualidade do café.

De forma geral, o processo produtivo do café torrado e moído é composto pelas seguintes etapas: beneficiamento, armazenamento, torrefação, moagem, embalagem, rotulagem e distribuição.

7.1 Beneficiamento e Armazenamento

O beneficiamento é a etapa que deve ser realizada após o processo de secagem do café, onde são retiradas as cascas do grão (película prateada) e separação por densidade, utilizando mesas gravitacionais e outras máquinas móveis ou estáticas, desde que bem-reguladas e higienizadas. O resultado desse processo é conhecido café beneficiado ou café verde (COELHO, 2022; INCAPER, 2022).

É aconselhável submeter o café a um descanso em tulha aerada por precaução, dependendo das condições de secagem e das possíveis variações durante o armazenamento. Isso visa homogeneizar o teor de umidade, ajustando-o ao valor para próximo do ideal (11%), concluindo o beneficiamento. Este processo deve ser executado o mais próximo possível do momento de comercialização, garantindo assim a preservação das características originais do produto (BASSETTO; SANTO, 2016).

O armazenamento, por sua vez, tem a função de manter a qualidade e integridade dos grãos pelo período desde o pós-colheita até a comercialização, prevenindo a alteração no teor de umidade, o crescimento de fungos e a modificação na coloração e textura dos grãos. Ressalta-se a importância desse armazenamento ser necessário para solidificação dos atributos aromáticos e sensoriais quanto ao sabor do café (MUHLBAUER; MULLER, 2020).

Vários são os fatores que interferem na qualidade do produto na etapa do armazenamento, como por exemplo, o teor de água no local, condições ambientais do armazém, tipo de embalagens utilizadas e principalmente o tempo de armazenamento. Todos esses fatores devem ser analisados, considerados e controlados pois podem interferir na integridade do café, alterando negativamente o aroma e sabor da bebida.

De acordo com Pennacchi (2022), o café em coco geralmente é armazenado a granel em silos ou tulhas, enquanto o café verde é armazenado em sacarias (60 kg) de alta barreira, como de juta e big bags, em tulhas ou armazéns, favorecendo a segregação em lotes de acordo com a qualidade do café. Com relação ao armazenamento, na Figura 25, as tulhas devem estar próximas do terreiro, secadores e máquinas de beneficiamento e serem construídas de alvenaria ou madeira, os silos podendo ser móveis ou fixos e constituídos de metal e, por fim, os armazéns mais modernos e arejados, com estruturas fixas e práticas, propícias para o armazenamento de cafés em sacarias.

Figura 25 – Estruturas de armazenamento de café



Fonte: Pennacchi (2022).

Independentemente do tipo de armazenamento, é importante mantê-lo com uma luminosidade controlada, boa circulação de ar natural, fechado para evitar acesso de animais, sem contato com outros produtos para evitar a troca e perda das propriedades sensoriais e precavidos com sistema de combate a incêndios devido à alta concentração e particulado (INCAPER, 2022).

Uma vez armazenado, o café é preparado para o transporte. Isso pode envolver o envio a granel em contêineres ou sacos e sacarias, dependendo das necessidades do mercado e das práticas comerciais adotadas.

7.2 Torrefação

A etapa de torrefação do café é o momento em que ocorre o tratamento térmico no qual o café verde é submetido e tem como finalidade o desenvolvimento de aroma e sabores. Conforme a temperatura aumenta, o café verde passa por alterações físico-químicas e aos poucos vai alterando a sua cor, conforme mostra a Figura 26.

Figura 26 – Coloração do café durante a torrefação

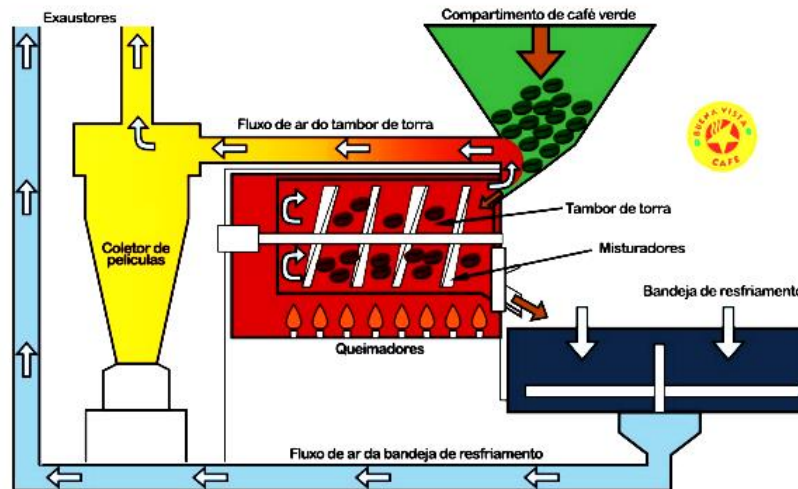


Fonte: Muinhos (2017).

O processo de torrefação engloba três fases: secagem, pirólise e resfriamento. A fase da secagem corresponde ao processo de eliminação da umidade do grão, com a maior parte sendo perdida durante os primeiros minutos de torra. Na etapa da pirólise, a torrefação propriamente dita, há a ativação das substâncias responsáveis pelo sabor com a liberação de vários compostos aromáticos como os aldeídos, cetonas e ácido acético após a quebra da estrutura celular do grão com o aumento da temperatura até 250°C. Por fim, têm-se o resfriamento rápido, cessando a pirólise ao atingir o ponto desejado de torrefação e, então, estabilizando as características do grão do café torrado como sua umidade interna (CARNEIRO, 2021).

Um exemplo de um sistema típico de torrefação do café está ilustrado na Figura 27.

Figura 27 – Fluxograma de um torrador

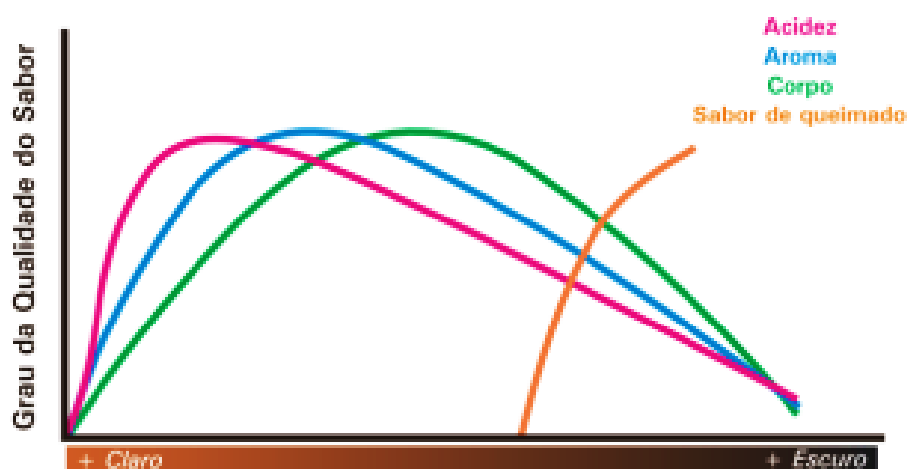


Fonte: Muinhos (2017).

Segundo Muinhos (2017), o grau de torra é um dos principais fatores que influenciam na qualidade da bebida final e é definido conforme o gosto cultural de cada país devido às diferentes possibilidades causadas pelo perfil de torra, sendo que, quanto maior o grau de torra, maior será a perda de massa do grão.

De acordo com a ABIC (2023), o grau de torra se divide basicamente em três categorias conforme a curva de torra apresentada na Figura 28.

Figura 28 – Curva de torra conforme características do café



Fonte: Carneiro (2021).

- 1) Torra clara: O grau de torra clara possui acidez acentuada, suavidade do aroma e sabor mediante ao paladar, com pouco amargor e sendo classificados como torra ideal para máquinas de café expresso;
- 2) Torra média: O café com torrefação média representa o equilíbrio e tem como característica a equidade entre o café encorpado e com acidez, além de sabores e aromas marcantes, sendo ideal para o café coado;
- 3) Torra escura: O café proveniente dessa torra apresenta uma acidez leve, todavia amargor e corpo bem marcantes, resultando em bebidas mais escuras. Necessário atentar-se para não queimar os grãos, perdendo suas qualidades.

Pela classificação das torras, nota-se a preferência de trabalho nos cafés *commodities* para a faixa entre a torra média e escura, enquanto nos cafés especiais as torras mais claras são as preferidas nesse segmento ao generalizar.

Portanto, o processo de torrefação é uma arte e uma ciência, exigindo habilidade e conhecimento para destacar as características únicas de cada tipo de grão e torra desejada. O resultado para o consumidor é uma xícara de café com uma rica variedade de sabores e aromas, proporcionando uma experiência sensorial única, sem um grau ideal de torra.

7.3 Moagem

Após o processo de torra e resfriamento do café, a etapa seguinte é a moagem, na qual os grãos são triturados até se transformarem em partículas menores. Essa ação é realizada por meio de um moinho, seja por sistema de martelos ou rolos, visando atingir a granulometria ideal do produto desejado. Após a moagem, é essencial um período de descanso para permitir a liberação do gás carbônico gerado durante o processo, evitando o estufamento da embalagem, além de que esse descanso é crucial para garantir a qualidade e a integridade do café (CARNEIRO, 2021).

Conforme apresentado por Paiva (2020), a moagem de café, determinada pela granulometria, é essencial para diversos métodos de preparo, influenciando diretamente o sabor da bebida. A ciência por trás da moagem envolve o tempo de contato entre o café moído e a

água, influenciando características como acidez, doçura e corpo. O frescor da moagem na hora do preparo preserva as qualidades sensoriais dos grãos, resultando em aromas e sabores mais intensos, principalmente para os cafés especiais.

O grau de moagem do café desempenha um papel crucial no processo de preparo da bebida final, variando de acordo com o método escolhido. Existem diferentes graus de moagem, incluindo pulverizado, fino, médio e grosso, onde o grau de moagem está diretamente relacionado ao tempo de preparo da bebida. O café pulverizado, o mais fino, é ideal para o café árabe, onde o pó não é coado. A moagem fina é adequada para cafés filtrados, utilizando coador de pano ou filtro de papel. O grau médio é utilizado no café expresso, enquanto a moagem grossa é indicada para cafés utilizando cafeteiras italianas. Essa diversidade atende às preferências específicas de cada método de preparo de café (AGUIAR, 2021).

7.4 Embalagem, Rotulagem e Distribuição

Após a torra e moagem do café, a bebida já pode ser preparada, porém para comercialização industrial, há necessidade de percorrer o processo de embalagem, estocagem e rotulagem, sendo cruciais para preservar as características do produto e fornecer informações essenciais aos consumidores finais.

Os principais métodos de embalagem são quando o produto está acondicionado com a presença de ar ou quando é submetido ao processo de embalagem a vácuo. Nas embalagens com a presença de ar, conhecidas como almofadas, o café é armazenado geralmente em pacotes e possuem uma validade menor devido à presença de oxigênio, o que leva à oxidação ao longo do tempo e, conseqüentemente, à perda das características iniciais do produto. Já nas embalagens a vácuo, ocorre a retirada do ar do interior do pacote através de uma câmara de vácuo, visando minimizar o contato do oxigênio com o café e prolongar o tempo de conservação do produto (CARNEIRO, 2021).

A rotulagem, conforme orientado por Aguiar (2021), deve obedecer estritamente à legislação vigente. Para alcançar essa conformidade, as inscrições nas embalagens devem incluir integralmente as informações obrigatórias, como data de validade e local de produção, definidas pela legislação brasileira e qualquer informação adicional deve seguir as regulamentações para informações complementares. Posteriormente há o encaixotamento,

armazenamento nos centros de distribuições e envio para os atacados e varejistas onde os consumidores irão adquirir o café processado e produzido.

8. QUALIDADE DO CAFÉ

No que tange à qualidade do café, existem uma série de controles que devem ser observados, a fim de que se atenda às exigências dos fabricantes e dos consumidores, para tanto, são necessários os cuidados que vão desde a produção, colheita e o manejo pós-colheita, visando o aumento da comercialização e maior lucro ao cafeicultor. Pode-se definir como qualidade do produto, o conjunto dos atributos físicos e químicos e sensoriais de segurança. Ressalta-se ainda que os mercados consumidores estão cada vez mais exigentes quanto à qualidade do produto e quanto à origem e forma de preparo do produto (ANDRADE, 2023).

Há atualmente uma intensificação muito grande na produção dos cafés especiais (café fino ou gourmet), que necessita de muito entendimento das exigências dos mercados consumidores, bem como investimentos em novas tecnologias de cultivo, manejo e processamento do café. O café fino ou gourmet possui um sensível diferencial de preço e que requer cuidados, tanto na seleção de grãos, a forma como são preparados e cultivados e na associação com sabores.

8.1 Caracterização Físico Química do Café

Influenciadas por condições climáticas e ambientais (temperatura, umidade relativa do ar, os ventos, a precipitação, a altitude e a topografia) e por aspectos agronômicos (disponibilidade de água, linha de geada, face do terreno), bem como pela escolha do sistema de plantio (o espaçamento, a população das plantas e a mecanização da lavoura), as características físicas e químicas são cruciais para a qualidade dos grãos e do produto (MESQUITA, 2016).

Citado por Coelho (2022), com referência de Agnoletti *et al.* (2019) e Santos *et al.* (2018), as principais características físico-químicas que podem afetar a qualidade do café, são:

- 1. Umidade:** De acordo com a ABIC (2022), a umidade dos grãos de café não pode ultrapassar 12,5%, devendo haver sempre um monitoramento. A umidade consiste em uma propriedade física, que dependendo do teor de água, pode favorecer a atividade de enzimas e microrganismos, bem como alterar atributos sensoriais do produto.

2. **Cinzas:** Ao determinar a presença de cinzas, é possível constatar a presença de matérias inorgânicas nos alimentos. A perda de massa fornece o conteúdo orgânico, sendo a diferença entre a massa inicial da amostra e a massa orgânica, a quantidade de cinzas presente na amostra do produto

3. **Compostos Nitrogenados:** Os compostos nitrogenados mais presentes no café são as aminas, os aminoácidos, a cafeína, as proteínas, a trigonelina e alguns componentes voláteis. O teor de compostos nitrogenados está associado à capacidade de armazenamento de nitrogênio das cultivares do café.

4. **Lipídios:** Os teores de lipídios que são encontrados no café são relacionados aos ácidos graxos que afetam a qualidade da bebida. Os lipídios possuem efeito benéfico na qualidade da bebida do café, pois durante a torrefação, concentram-se nas áreas externas, formando na semente uma casca protetora contra eventuais perdas ocasionadas pela oxidação durante o processo de secagem ou armazenamento.

5. **Açúcares e glicerol:** Os açúcares, como glicose, frutose e sacarose, desempenham um papel fundamental na determinação dos atributos sensoriais do café, como sabor, doçura e aroma, contribuindo diretamente para a qualidade da bebida. Estudos exploram as concentrações ideais desses açúcares nos grãos de café, essenciais para a obtenção do sabor desejado, especialmente em cafés especiais, no entanto, ainda não há um consenso na literatura sobre os padrões ideais de tipo e concentração de açúcares para influenciar diferentes características sensoriais do café, como aroma, sabor, acidez e amargor.

9. LEGISLAÇÕES PERTINENTES

O Brasil apresenta uma estrutura formada basicamente por quatro entidades reguladoras no que tange a regulação de alimentos: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Ministério da Saúde representada pela Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA), Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e Departamento de Proteção e Defesa ao Consumidor (DPDC).

A Resolução RDC ANVISA n° 275 de 21 de outubro de 2002 (BRASIL, 2016), dispõe sobre os procedimentos operacionais padronizados e aplicados aos estabelecimentos produtores de alimentos, além de se tratar da lista de verificação das Boas Práticas de Fabricação, estes são procedimentos de higiene que devem ser seguidos e respeitados pelos manipuladores, desde a escolha e compra dos produtos a serem utilizados no preparo do alimento, até a venda ao consumidor, e visa evitar a ocorrência de doenças provocadas pelo consumo de alimentos contaminados (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

A Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC), lançou em 1989 o Programa Permanente de Controle da Pureza do Café, cujo principal objetivo é o monitoramento contínuo das marcas, a fim de inibir a ação de empresas que adulterem seus produtos. Já no final de 2004, foi lançado o Programa de Qualidade do Café (PQC), cujo objetivo é agregar valor e ampliar o consumo a partir da melhoria contínua dos cafés diferenciando os produtos em qualidade e preço e, apresenta ainda 3 categorias de certificação: Tradicional, Superior e Gourmet (ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café, 2021; 2023).

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho mostra um panorama geral do processo de produção do café, desde a sua relevância econômica, estrutura do grão e passando pelas diferentes etapas de processamento. A análise abrangente do panorama da secagem do café evidencia a complexidade e a importância dessa etapa de processo, fundamental na produção cafeeira. Desde os métodos tradicionais e simples, como a secagem natural na lavoura ou artificial em terreiros, até as tecnologias avançadas de secadores mecânicos, cada abordagem desempenha um papel crucial na determinação da qualidade final do café. A compreensão aprofundada das variáveis envolvidas, como temperatura, umidade relativa, tempo de secagem e métodos específicos, é essencial para otimizar a eficiência e preservar as características sensoriais e aromáticas únicas do café.

A busca por métodos tecnológicos, eficientes, sustentáveis e economicamente viáveis ressalta a necessidade de inovação contínua na indústria cafeeira, equilibrando a tradição com as demandas do mercado global. Pode-se destacar não apenas as práticas existentes, mas também o apontamento para áreas de aprimoramento, considerando as tendências ambientais, as exigências de qualidade do consumidor e os desafios enfrentados pelos produtores.

A diversidade geográfica das regiões cafeeiras e as características específicas das variedades de café, arábica ou conilon, e café comercial ou especial, reforçam a necessidade de abordagens adaptáveis, destacando a importância da personalização nos métodos de secagem. Essa seleção é influenciada desde pelos meios utilizados de cultivo, preparo e processamento, até no fluxo de produção posterior a secagem, como armazenamento e torrefação. Em última análise, este trabalho sublinha que a eficácia da secagem do café é um elo crítico na cadeia produtiva, influenciando não apenas a qualidade final do produto, mas também a sustentabilidade econômica e ambiental das comunidades cafeeiras.

REFERÊNCIAS

- A crise de 1929.** Disponível em: <<https://www.abic.com.br/tudo-de-cafe/a-crise-de-1929/>>. Acesso em: 9 nov. 2023.
- ABIC. Clara, média ou escura: saiba mais sobre os diferentes tipos de torra de café.** Disponível em: <<https://exame.com/casual/clara-media-ou-escura-saiba-mais-sobre-os-diferentes-tipos-de-torra-de-cafe/>>. Acesso em: 26 nov. 2023.
- ABIC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. Qualidade e Pureza.** Disponível em: <<https://www.abic.com.br/certificacoes/qualidade/>>. Acesso em: 18 nov. 2023.
- ABIC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ. Selo de Pureza - um marco.** Disponível em: <<https://www.abic.com.br/institucional/pureza/>>. Acesso em: 18 nov. 2023.
- AGNOLETTI, B. Z. et al.** Discrimination of arabica and conilon coffee from physicochemical properties allied to chemometrics. **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 3, p. 785–805, 2019.
- AGUIAR, I. C. Elaboração de procedimento operacional padronizado para indústria de torrefação e moagem de cafés especiais.** Lavras - MG: Universidade Federal de Lavras, 2021.
- ALBERO, B. A. et al.** CAFÉ E SAÚDE HUMANA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. **Revista Higei@ - Revista Científica de Saúde**, v. 3, n. 5, 2021.
- ALIXANDRE, R. D. et al.** CAFÉ ARÁBICA: UM ENFOQUE NA QUALIDADE. Em: **Ciências Agrárias: o avanço da ciência no Brasil - Volume 5.** [s.l.] Editora Científica Digital, 2022. p. 84–98.
- ALVES, J. J. Café brasileiro de qualidade.** Patos de Minas - MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2019.
- ANDRADE, P. S. Estudo da secagem de café arábica (Coffea arabica L.) despulpado em secador roto-aerado.** Uberlândia - MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2023.
- BARBOSA, M. DE S. G. et al.** Correlation between the composition of green Arabica coffee beans and the sensory quality of coffee brews. **Food chemistry**, v. 292, p. 275–280, 2019.

BASSETTO, P.; SANTO, R. S. E. Processo produtivo do café torrado e moído. **X EEPA–X ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL**, n. Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão-PR, 2016.

BASTOS, G. **Raio-X do Café no Brasil: produção, indústria, consumo, informações relevantes sobre o mercado do país**. PDG Brasil, 24 maio 2021. Disponível em: <<https://perfectdailygrind.com/pt/2021/05/24/raio-x-do-cafe-no-brasil-producao-industria-consumo-informacoes-relevantes-sobre-o-mercado-do-pais/>>. Acesso em: 05 nov. 2023.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC ANVISA nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos**, 2016. Disponível em: <[BRENNAN, S. **What are the four coffee waves? Interesting history & flavor notes**. Disponível em: <<https://coffeeaffection.com/coffee-waves/>>. Acesso em: 9 nov. 2023.](https://www.gov.br/servidor/pt-br/siass/centrais_conteudo/manuais/resolucao-rdc-anvisa-n-275-de-21-de-outubro-de-2002.pdf/view#:~:text=Resolu%C3%A7%C3%A3o%20RDC%20ANVISA%20n%C2%BA%20275%20de%2021%20de,Pr%C3%A1ticas%20de%20Fabrica%C3%A7%C3%A3o%20em%20Estabelecimentos%20Produtores%2FIndustrializadores%20de%20Alimentos.> . Acesso em: 25 nov. 2023.</p></div><div data-bbox=)

CAFÉ no Brasil: quais as cidades com maior consumo. Disponível em: <<https://www.pontodoscafes.com.br/blog/cafe-no-brasil-quais-as-cidades-com-maior-consumo/>>. Acesso em: 3 nov. 2023.

CARNEIRO, C. M. **Processo produtivo do café: torrefação e qualidade**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2021.

CARVALHO, J. S. et al. **TERREIRO PAVIMENTADO COM LAMA ASFÁLTICA**. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/folder_lama_asfaltica.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2023.

CASÉ, I. N. **Processos Alternativos de Secagem do Café Arábica**. Patos de Minas - MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2022.

CESAR, E. **Investigando os limites do consumo de café no Brasil.** Medium, 2018. Disponível em: <<https://coffeeinsight.com.br/investigando-os-limites-do-consumo-de-cafe%C3%A9-no-brasil-6b5c170335aa>>. Acesso em: 5 nov. 2023

COELHO, E. G. **Avaliação físico-química e sensorial do grão de café arábica submetido à secagem solar, convectiva e por cast-tape drying.** Patos de Minas: Universidade Federal de Uberlândia, 2022.

Colheita do café: métodos e processamento dos grãos. Disponível em: <<https://www.agro.bayer.com.br/conteudos/colheita-cafe>>. Acesso em: 14 nov. 2023.

CONSELHO NACIONAL DO CAFÉ. **Café: Esclarecimentos Sobre a Produção Brasileira.** investing.com, 2022. Disponível em: <<https://br.investing.com/analysis/cafe-esclarecimentos-da-producao-brasileira-200449632>>. Acesso em: 4 nov. 2023

Construção de terreiro de café. Disponível em: <<https://i.ytimg.com/vi/SH0ARN3fOOo/hqdefault.jpg>>. Acesso em: 21 nov. 2023.

DA MOTA, M. C. B. et al. Influence of fermentation conditions on the sensorial quality of coffee inoculated with yeast. **Food research international (Ottawa, Ont.)**, v. 136, n. 109482, p. 109482, 2020.

DE LIMA, A. C. C. **Análise experimental da secagem de feijão em leito fixo, leito de jorro e leito de jorro fluidizado.** Tese de Doutorado: Universidade Estadual de Campinas, 1995.

DE REZENDE, J. E. **Série tecnológica cafeicultura - Preparo do café: via seca e via úmida.** Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/Preparo_do_cafe_via_seca_e_via_umida.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2023.

DINÂMICA da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas: sistemas agrícolas, paisagem natural e análise integrada do espaço rural. - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1122551/dinamica-da-producao-agropecuaria-e-da-paisagem-natural-no-brasil-nas-ultimas-decadas-sistemas-agricolas-paisagem-natural-e-analise-integrada-do-espaco-rural>>. Acesso em: 8 nov. 2023.

DORTA, C. et al. LEVEDURAS AUTÓCTONES E ALÓCTONES USADAS COMO CULTURAS INICIADORAS NA FERMENTAÇÃO DE CAFÉ CEREJA (COFFEA ARABICA) POR PROCESSAMENTO VIA SECA. **Revista Foco**, v. 16, n. 4, p. e1672, 2023.

DOS REIS, N. D. et al. Percepção dos consumidores da Cafeteria Escola Cafesal-UFLA: uma análise sensorial de diferentes tipos de torra de café especial. **Revista expectativa**, v. 20, n. 1, p. 17–33, 2021.

EMBRAPA. **Produção total de café no mundo deverá atingir volume físico equivalente a 174,3 milhões de sacas na safra 2023-2024**. , 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/82856140/producao-total-de-cafe-no-mundo-devera-atingir-volume-fisico-equivalente-a-1743-milhoes-de-sacas-na-safra-2023-2024>>. Acesso em: 4 nov. 2023

ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V. M. Functional properties of coffee and coffee by-products. **Food research international (Ottawa, Ont.)**, v. 46, n. 2, p. 488–495, 2012.

FERNANDES, C. **Fenologia do café: saiba quais são as fases**. Disponível em: <<https://rehagro.com.br/blog/fenologia-do-cafe-saiba-tudo-sobre-o-assunto/>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

FILHO, F. A. B. **Secador Contínuo Tipo Esteira e de Fluxos Cruzados: Aperfeiçoamento e Experimentação da Secagem de Semente da Mamona**. Campina Grande - PB: Universidade Federal de Campina Grande, 2019.

FONSECA, S. B. **Tipos de beneficiamento e secagem influenciando a classificação física de grãos de café conilon**. Itapina: Instituto Federal do Espírito Santo, 2023.

GHOSH, P.; VENKATACHALAPATHY, N. **Processing and drying of coffee – A review**. Disponível em: <<https://www.ijert.org/research/processing-and-drying-of-coffee-a-review-IJERTV3IS120482.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

GIORDANO, M. A. **Terceira Onda do café**. Disponível em: <<https://falacafe.com/index.php/313/terceira-onda-do-cafe/>>. Acesso em: 9 nov. 2023.

GUIMARÃES, E. R. Terceira onda do café: base conceitual e aplicações. p. 135 p. Dissertação (Mestrado em Administração)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

GUINZELLI, A. J. et al. SECADOR ROTATIVO DE CAVACO. **Anais da Engenharia Mecânica / ISSN 2594-4649**, v. 1, n. 1, p. 110–125, 2017.

HOW BIG is the coffee industry: Statistics, trends, forecasts. Disponível em: <<https://coffeeindustry.online/news/how-big-coffee-industry-statistics-trends-forecasts/>>.

Acesso em: 7 nov. 2023.

INCAPER. **CAFÉ ARÁBICA: PRODUZA O SEU ESPECIAL.** Disponível em: <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/4110/1/Doc-287-cafe-arabica-cafe-especial-Incaper.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2023.

INDICADORES da Indústria de Café. Disponível em: <<https://estatisticas.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/indicadores-da-industria-de-cafe-2021/>>. Acesso em: 5 nov. 2023.

INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **A história do café.** Disponível em: <https://www.ico.org/pt/coffee_storyp.asp>. Acesso em: 8 nov. 2023.

IRIA, K. **Plantação de café: etapas e cuidados no cultivo.** Disponível em: <<https://coffeevalore.com.br/plantacao-de-cafe-etapas-e-cuidados-no-cultivo/>>. Acesso em: 14 nov. 2023.

JORDAN, R. A. et al. Cinética de secagem de café natural e descascado a baixa temperatura e umidade relativa com emprego de uma bomba de calor. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e388985528, 2020.

JUSTINO, M. A. Uma análise do impacto do ciclo do café no processo de industrialização do Brasil. 2022.

LEMOS, M. F. et al. Chemical and sensory profile of new genotypes of Brazilian *Coffea canephora*. **Food chemistry**, v. 310, n. 125850, p. 125850, 2020.

LIVRAMENTO, K. G. DO et al. Proteomic analysis of coffee grains exposed to different drying process. **Food chemistry**, v. 221, p. 1874–1882, 2017.

LORENZON, D. **Cafeeiro: morfologia e fenologia da planta.** Disponível em: <<https://smartagro40.wordpress.com/2021/04/14/cafeeiro-morfologia-e-fenologia-da-planta>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

MALAKER, E. **The fascinating history of coffee: Where did coffee originate?** Disponível em: <<https://coffeeaffection.com/history-of-coffee/>>. Acesso em: 7 nov. 2023.

MAPA. **Brasil é o maior produtor mundial e o segundo maior consumidor de café**, 2023a. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-e-o-maior-produtor-mundial-e-o-segundo-maior-consumidor-de-caffe>>. Acesso em: 15 set. 2023.

MAPA. **SUMÁRIO EXECUTIVO DO CAFÉ AGOSTO**, 2023b. Disponível em: <http://www.consorciopesquisacafe.com.br/images/stories/noticias/2021/2023/Agosto/Sumario_Cafe_agosto_2023.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2023

MESQUITA, C. M. et al. **Manual do café: colheita e preparo (Coffea arábica L.)**. Minas Gerais: EMATER, 2016.

MG, L. –. **ELABORAÇÃO DE PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRONIZADO PARA INDÚSTRIA DE TORREFAÇÃO E MOAGEM DE CAFÉS ESPECIAIS**. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/48575/1/201220630_ISABELLA_TRABALHO_FINAL.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2023.

MINI MANUAL de barismo para bartenders - parte I. Disponível em: <<https://clubedobarman.com/mini-manual-barismo/>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Conheça a história do café no mundo e como o Brasil se tornou o maior produtor e exportador da bebida**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/conheca-a-historia-do-caffe-no-mundo-e-como-o-brasil-se-tornou-o-maior-produtor-e-exportador-da-bebida>>. Acesso em: 8 nov. 2023.

MÜHLBAUER, W.; MÜLLER, J. **Drying Atlas**. Dutch: Elsevier, 2020.

MUINHOS, R. A **Ciência da Terra. Buenavista Café**, 2017. Disponível em: <<https://buenavistacafe.com.br/blog/2017/01/18/a-ciencia-da-torra/>>. Acesso em: 26 nov. 2023

NAGAY, J. H. C. **Café no Brasil: dois séculos de história. Formação Econômica, Campinas**, 1999.

NATIONAL COFFEE ASSOCIATION. **The history of coffee**. Disponível em: <<https://www.ncausa.org/About-Coffee/History-of-Coffee>>. Acesso em: 7 nov. 2023.

NAVARRO, R. et al. **MANEJO DO SOLO PARA O SISTEMA DE CULTIVO DO CAFÉ NO BRASIL. Enciclopédia Biosfera**, v. 18, n. 38, 2021.

NICHOLAS. **Um Guia para a Secagem do Café. PDG Brasil**, 12 jan. 2021. Disponível em: <<https://perfectdailygrind.com/pt/2021/01/12/um-guia-para-a-secagem-do-cafe/>>. Acesso em: 25 nov. 2023

O CAFÉ e a História da Cidade — Prefeitura. Disponível em: <<https://www.capital.sp.gov.br/cidadao/cultura/roteiros-tematicos/o-cafe-e-a-historia-da-cidade>>. Acesso em: 8 nov. 2023.

OCTÁVIO CAFÉ. **Tipos de Secagem de Café.** Disponível em: <<http://octaviocafe.com.br/tipos-de-secagem-de-cafe/>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

OLIVEIRA, C. **Como montar um terreiro suspenso e quando vale a pena investir nele. Blog da AegroRubens**, , 10 jan. 2022. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/terreiro-suspenso/>>. Acesso em: 23 nov. 2023

OLIVEIRA, P. O. et al. Revisão: Implantação das boas práticas de fabricação na indústria Brasileira de alimentos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e35810111687, 2021.

Ondas Do Café: Descubra O Que São E Como Elas Impactam O Consumo De Café. Disponível em: <<https://blog.coffeeandjoy.com.br/ondas-do-cafe/>>. Acesso em: 9 nov. 2023.

PAIVA, L. **Moagem de Café: Principais Tipos e os Preparos Ideais.** Disponível em: <<https://reviewcafe.com.br/dicas-e-receitas/moagem-de-cafe/>>. Acesso em: 27 nov. 2023.

PENNACCHI, J. P. **Armazenamento de café: dicas para fazer corretamente. Blog da Aegro**, 2022. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/armazenamento-de-cafe/>>. Acesso em: 26 nov. 2023

PODER. **Produção de café no Brasil deve chegar a R\$ 48,8 bi em 2023.** Disponível em: <<https://www.poder360.com.br/agronegocio/producao-de-cafe-no-brasil-deve-chegar-a-r-488-bi-em-2023/>>. Acesso em: 04 nov. 2023.

Produção dos Cafés do Brasil ocupa 1,9 milhão de hectares em 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81515963/producao-dos-cafes-do-brasil-ocupa-19-milhao-de-hectares-em-2023>>. Acesso em: 04 nov. 2023.

Produtividade média dos Cafés do Brasil equivale a 28,9 sacas por hectare em 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/>>

/noticia/80992551/produtividade-media-dos-cafes-do-brasil-equivale-a-289-sacas-por-hectare-em-2023>. Acesso em: 04 nov. 2023.

RESENDE, I. A. **Estudo Experimental e Numérico da Dinâmica de Grãos de Café em um Tambor Rotatório**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

RICCI, F. A **economia cafeeira no Vale do Paraíba paulista na República Velha: uma avaliação**. Disponível em: <https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/UNITAU-3_c78aca7389d0eaf6933bbcea63291070>. Acesso em: 8 nov. 2023.

RITA, A. V. **A Crise de 29 e o Café Brasileiro**. - Anna Vitória Rita. Disponível em: <<https://medium.com/@annavitriarita/a-crise-de-29-e-o-caf%C3%A9-brasileiro-404868b459d6>>. Acesso em: 9 nov. 2023.

ROCHA, H. A. **Secagem a vácuo de cafés descascados: cinética de secagem e efeitos fisiológicos**. Lavras - MG: Universidade Federal de Lavras, 2018.

SAMPAIO, C. P. **Secagem em terreiros convencionais**. Disponível em: <<https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/secagem-em-terreiros-convencionais-69406n.aspx>>. Acesso em: 21 nov. 2023.

SANTOS, R. A. et al. Análises de açúcares e ácidos clorogênicos de cafés colhidos em diferentes estádios de maturação e após o processamento. **Brazilian journal of food technology**, v. 21, n. 0, 2018.

SECADOR de café vertical. Disponível em: <<https://secadorescoolseed.com.br/produtos/secador-de-cafe-estatico/secador-de-cafe-vertical/>>. Acesso em: 26 nov. 2023.

SILVA, L. C.; MORELI, A. P.; SIQUEIRA, A. J. H. Café: preparo, secagem e armazenamento. Em: **Café na Amazônia**. Rondônia: EMBRAPA, 2015. p. Cap. 16, 361-384.

SIMÃO, F. P. **RELAÇÕES ENTRE FATORES AMBIENTAIS, TEMPO DE SECAGEM E ATRIBUTOS SENSORIAIS DE QUALIDADE DO CAFÉ ARÁBICA DO CAPARAÓ, AVALIADAS EM DIFERENTES DATAS DE COLHEITA**. Campos dos Goytacases - RJ: Universidade Estadual Norte Fluminense, 2021.

TELES, C. R. A.; BEHRENS, J. H. The waves of coffee and the emergence of the new Brazilian consumer. Em: **Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil**. [s.l.] Elsevier, 2020. p. 257–274.

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

TUCUNDUVA, C. **Saiba qual perfil de brasileiros consome mais café**. Disponível em: <<https://exame.com/casual/saiba-qual-perfil-de-brasileiros-consome-mais-cafe/>>. Acesso em: 05 nov. 2023.

UNIGARRO, C. A. Fenología y fisiología del fruto de café: Revisión y avances de investigación. **Memorias Seminario Científico Cenicafé**, v. 73, p. e73108–e73108, 2022.

VILAR, D. **Morfologia do Café Arábica**. Disponível em: <<https://agronline.com.br/portal/artigo/morfologia-do-cafe-arabica/>>. Acesso em: 11 nov. 2023.

VITA, C. **Brazil 2010 282**. Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/caffevita/5017854239/in/photostream/>>. Acesso em: 21 nov. 2023.