

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA

CARLA MARIA CARNEIRO

PROCESSO PRODUTIVO DO CAFÉ: TORREFAÇÃO E QUALIDADE

Uberlândia, MG

2021

CARLA MARIA CARNEIRO

PROCESSO PRODUTIVO DO CAFÉ: TORREFAÇÃO E QUALIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro habilitação Engenharia Química

Área de concentração: Engenharia Química

Orientador: Prof. Dr. Rubens Gedraite

Uberlândia, MG

2021

CARLA MARIA CARNEIRO

PROCESSO PRODUTIVO DO CAFÉ: TORREFAÇÃO E QUALIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro habilitação Engenharia Química apresentado à Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia

Área de concentração: Engenharia Química

Uberlândia, 29 de março de 2021

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Rubens Gerdraite
Orientador
Faculdade de Engenharia Química / UFU

Prof. Dr. Sérgio Mauro da Silva Neiro
Faculdade de Engenharia Química / UFU

Eng. Rafael Yuri Medeiros Barbosa
Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Química
Faculdade de Engenharia Química / UFU

Dedico este trabalho aos meus pais, por acreditarem em mim em todos os momentos e por me inspirarem todos os dias a ser uma pessoa melhor.

AGRADECIMENTOS

Dedico o presente trabalho aos meus pais, Milton e Sueli, por todo o apoio e por terem sido minha base nessa caminhada longa e árdua, vocês me inspiram todos os dias e sou extremamente grata por ter vocês em minha vida. Às minhas irmãs, Camila e Carina, por me apoiarem em todos os momentos.

Aos meus amigos Patrícia e Felipe, que mesmo de longe sempre me apoiaram, me inspiraram e me deram forças para continuar a minha trajetória.

Agradeço à família ConsultEQ e ao Movimento Empresa Júnior, por tornarem a trajetória do curso mais leve e por me apresentarem pessoas incríveis e amigos que levarei para a vida toda. Obrigada por me ajudar a descobrir o meu propósito como pessoa e profissional. Agradeço, também, aos meus professores pelo ensinamento e por todo o apoio quando necessário.

“A vitalidade é demonstrada não apenas
pela persistência, mas pela capacidade de
começar de novo.”
(F. Scott Fitzgerald)

RESUMO

O cultivo do café possui elevada importância no Brasil, visto que coloca o país em uma posição de destaque no mercado mundial, sendo o primeiro em relação a exportação e cultivo do grão e em segundo em relação aos países consumidores da bebida no mundo. As espécies mais utilizadas no Brasil são as do tipo Café Arábica (*Coffea Arábica*) e Café robusta ou conilon (*Coffea canephora*). A qualidade do café pode ser definida através de classificações físicas (por tipo e por número de defeitos, por exemplo) ou através da análise sensorial da bebida final. A qualidade da bebida final é influenciada por fatores que vão desde a colheita do grão até as etapas de pós-processamento, como torrefação e moagem. De forma geral, o processamento do café torrado e moído corresponde a etapas como colheita, preparo, secagem, armazenamento e pós processamento (torrefação e moagem). Na indústria de torrefação, a qual é constituída basicamente pelas áreas de recepção do café cru, torrefação, moagem e embalagem, a matéria-prima utilizada é o chamado grão cru ou grão verde. A etapa de torra possui grande influência na qualidade da bebida, visto que atribui ao produto final características complexas de aromas e sabores de acordo com o grau de torra. Este, por sua vez, pode ser diferenciado em grau de torra clara, média ou escura e é definido de acordo com o gosto cultural de uma região ou país. Além de garantir a qualidade da bebida, a indústria de torrefação também é responsável por garantir a segurança do processo, seja através de uma boa escolha e manutenção dos equipamentos utilizados ou do controle das variáveis envolvidas na etapa de torra – como o tempo, a temperatura e o fluxo de ar.

Palavras-chave: Café. Qualidade. Torra do café. Bebida final.

ABSTRACT

The cultivation of coffee is highly important in Brazil, as it places the country in a prominent position in the world market, being the first regarding to the export and cultivation of the bean and second regarding to the countries consuming the drink in the world. The species most used in Brazil are the Arabica Coffee type (*Coffea Arabica*) and Robusta or Conilon coffee (*Coffea canephora*). The quality of the coffee can be defined through physical classifications (by type and by number of defects, for example) or through the sensory analysis of the final drink. The quality of the final drink is influenced by factors ranging from the grain harvest to the post-processing stages, such as roasting and grinding. In general, the processing of roasted and ground coffee corresponds to stages such as harvesting, preparation, drying, storage and post-processing (roasting and grinding). In the roasting industry, which basically consists of the reception areas for raw coffee, roasting, grinding and packaging, the raw material used is the so-called raw or green bean. The roasting stage has a great influence on the quality of the drink, since it attributes to the final product complex characteristics of aromas and flavors according to the degree of roasting. The degree of roasting, however, can be differentiated in degree of light, medium or dark roasting and is defined according to the cultural taste of a region or country. In addition to ensuring the quality of the drink, the roasting industry is also responsible for ensuring the safety of the process, whether through a good choice and maintenance of the equipment used or by controlling the variables involved in the roasting stage - such as time, temperature and the air flow.

Keywords: Coffee. Quality. Coffee roasting. Final drink.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura do grão de café	16
Figura 2 - Estágios de maturação do café.....	21
Figura 3 - Café natural, café despulpado e café descascado	22
Figura 4 - Estágios da torrefação do café	24
Figura 5 - Componentes de um torrador.....	25
Figura 6 - Curva de característica da bebida de café em função da torra.....	26
Figura 7 - Controle do tempo de torra em função da temperatura	27
Figura 8 - Visão geral de uma planta de torrefação.....	30
Figura 9 - Torrador monobloco 15kg	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação do café com base no número de defeitos ou impurezas.....	17
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação entre a classificação sensorial e as características da bebida	18
Quadro 2 - Características típicas de um torrador de café.....	31

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	12
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1.	BREVE INTRODUÇÃO SOBRE O CAFÉ NO BRASIL.....	15
2.2.	ESTRUTURA DO GRÃO DE CAFÉ, QUALIDADE E CLASSIFICAÇÃO.....	16
2.3.	ETAPAS GERAIS DO PROCESSAMENTO DO CAFÉ.....	20
3.	RISCOS ASSOCIADOS AO PROCESSO DE TORREFAÇÃO DE CAFÉ.....	30
4.	CONCLUSÃO.....	33
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

Conhecida como uma das bebidas mais populares do mundo, devido às suas características relacionadas ao sabor, ao aroma e à componentes como a cafeína, a bebida de café apresenta um grau de complexidade variado, visto que o grão de café pode ser classificado em diferentes espécies e variedades. Entre tantas opções, as que possuem importância no cenário econômico são as espécies do tipo Café Arábica (*Coffea Arábica*) e Café Conilon ou Robusta (*Coffea canephora*). A espécie do tipo Café Arábica é conhecida por produzir bebidas mais refinadas e de melhor qualidade, enquanto que a espécie Café Conilon é conhecida por produzir uma bebida mais robusta e com maior quantidade de cafeína (CAFEICULTURA, 2008).

No Brasil, a cultura do café mescla-se com a história do país, sendo de fundamental importância para a sociedade e a economia. O país, há alguns anos, vem se consolidando como o maior exportador, maior produtor e o segundo maior consumidor de café do mundo - ficando somente atrás dos Estados Unidos. Em relação à produção brasileira, segundo a Conab, estima-se que a área plantada é de 2,161 milhões de hectares para o ano de 2020, sendo um aumento de 20% em relação ao ano anterior devido ao fenômeno cafeeiro de alternar a maior produção de um ano para outro. Em relação a produção mundial, no ano-safra de 2019-2020, os cinco maiores produtores foram: Brasil, Vietnã, Colômbia, Indonésia e Etiópia (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2019).

Como tendência do mercado nacional, apesar de ainda se concentrar no café tradicional (90 à 95%) devido aos preços acessíveis e maior disponibilidade de marcas, observa-se o crescimento de marcas *premium* - marcas de melhor qualidade e valor agregado. Dentre essas marcas, observa-se a preferência do consumidor pelo café moído, seguido por cápsulas, grãos e orgânicos. Com o aumento da concorrência mundial, o Brasil tem se adaptado e investido em inovações e variedades de mercado para se manter entre os primeiros produtores do mundo. As inovações, a maior exposição do café na mídia e o crescimento de lançamentos pelos grandes players¹ do mercado têm auxiliado nesse processo (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2017).

¹ players: Grandes empresas que dominam um determinado setor do mercado e que ditam as regras de como tal mercado se comporta.

Segundo a pesquisa realizada pela Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC), o mercado brasileiro encontra-se transitando entre diferentes estágios, chamados de ondas: a primeira onda representa a venda massiva de café (embalagem a vácuo e café instantâneo, por exemplo), a segunda onda representa o surgimento dos *coffee shops*² (bebidas à base de espresso e torrefação específica, por exemplo), a terceira onda representa o café artesanal (novas técnicas de fabricação para enfatizar sabor) e a quarta onda representa as inovações (reinvenção do café como bebida, ainda em fase de consolidação) (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2017).

O grão de café vai muito além da conhecida cafeína, também há grupos de componentes, como: carboidratos, lipídeos, proteínas, minerais e metabólitos secundários. A composição química do grão cru é influenciada desde a variedade genética, condições ambientais até o processamento após a colheita (DURÁN et al., 2017). Além da composição, a temperatura tem um papel fundamental no aroma, complexidade e qualidade do café. Durante a torra, etapa de aquecimento dos grãos, o café sofre transformações físico-químicas, como: perda de massa, aumento de volume, redução da umidade e mudança na coloração. É essencial que essa etapa seja realizada de forma adequada para que o degustador possa verificar a qualidade e complexidade da bebida final da maneira adequada (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL, 2017).

O ponto de torra é importante devido à sua influência nas características finais da bebida e pode ser dividido em torra clara, torra média e torra escura (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL, 2017). De forma geral, entre 50°C e 100°C ocorre a evaporação da água e a desnaturação de proteínas, de 100°C a 180°C ocorre o acastanhamento do grão devido à degradação térmica de compostos orgânicos e entre 180°C e 200°C ocorre o desenvolvimento de aromas. Acima de 200°C ocorre a torra total (CIÊNCIA VIVA, 2020).

Tanto para a indústria de torrefação quanto para a indústria de café solúvel, a matéria-prima utilizada é o café cru, conhecido como café verde (grão beneficiado ou “*green coffee beans*”). De modo geral, no processo de obtenção do café torrado e moído, os grãos passam da colheita para a etapa de secagem, seguida pela etapa de beneficiamento, armazenamento e posterior processo industrial de torrefação e moagem antes de seguir para o mercado interno ou externo (SILVA, 2012).

² coffee shop: Lojas especializadas na venda de bebidas à base de café.

A definição do valor do café no mercado depende da classificação, podendo ser definido de acordo com as características físicas (por tipo, torra, cor ou peneira) ou de acordo com análise sensorial da bebida final (EL HALAL, 2008). A classificação física está relacionada com o tipo de café selecionado e o percentual de catação - o qual representa o percentual máximo de defeitos de um lote, sendo de até 1% o valor de um lote comercializável. Tanto o tipo quanto o percentual são definidos durante o procedimento de classificação dos grãos, o qual tem como objetivo analisar uma pequena amostra de um lote de café beneficiado a fim de identificar possíveis defeitos. Os defeitos podem ser internos, correspondendo aos grãos que possuem características que destoam dos grãos sadios, sendo separados por: grão preto, ardido, grão pre-verde, brocado, concha, verde, quebrado, miolo de concha, chocho e esmagado. Já os defeitos externos são relacionados à características externas ao grão, conhecidas como impurezas, como: pedras, paus, torrões ou qualquer material estranho (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL, 2017).

O Selo de Pureza da Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC), criado em 1989, é um dos modos utilizados para comprovar a pureza de uma determinada marca de café (AMISTE, 2018). A análise do Selo consiste em verificar se o produto é 100% café, identificando se o mesmo está livre de impurezas (ABIC, 2021a). Observa-se que a qualidade de um bem ou serviço é o principal fator na escolha de compra pelos consumidores e a diferenciação do produto por meio de selos de qualidade e seleção de grãos especiais, por exemplo, é o caminho a ser seguido pelo mercado quando se fala em atrelar qualidade e produto (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2017).

Após a colheita e preparo dos grãos, a indústria de torrefação também é responsável por entregar a qualidade do produto final, visto que é responsável pelo processamento da matéria-prima e por garantir a segurança do processo em si. Diante disso, o objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão bibliográfica sobre o tema, considerando a importância deste produto na economia do país e na vida do brasileiro, abordando aspectos relacionados às propriedades e ao processamento industrial do café.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. BREVE INTRODUÇÃO SOBRE O CAFÉ NO BRASIL

As primeiras mudas de café foram trazidas ao Brasil em 1727 pelo português Francisco de Mello Palheta, as quais foram plantadas primeiramente no Pará. Devido ao clima favorável e a crescente demanda do mercado na época, visto o aumento no consumo da bebida nos Estados Unidos e Europa, a produção se estendeu para o Rio de Janeiro em 1781 e em seguida para o Vale do Paraíba. Entretanto, foi no estado de São Paulo que o cultivo do café se consolidou, dando origem a um novo ciclo econômico, o que proporcionou o controle do mercado cafeeiro mundial pelo Brasil no final do século XIX (ABIC, 2021b).

Apesar da história e tradição do café no Brasil, nas últimas décadas, esse setor tem se transformado e mudado em relação à forma de consumo da bebida desde a sua popularização. O surgimento de diferentes categorias, diferentes qualidades e misturas, inovações, mudanças de hábitos do consumidor no país e no mundo, além das diferentes formas de preparo, são fatores importantes a serem considerados nesse processo (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2017).

Inicialmente, a cultura do café era considerada mais rústica (método de produção e cultivo) e somente o potencial econômico do grão era ressaltado. Em seguida, após a Segunda Guerra Mundial, tem-se o surgimento da chamada “Primeira Onda do Café”, a qual foi caracterizada pelo desenvolvimento de novas tecnologias e melhorias no processo produtivo visando o início do foco na qualidade do grão, além da produção em massa. Entretanto, foi somente na chamada “Segunda Onda do Café”, após a década de 60, que diferentes formas de consumo começaram a ser exploradas. Nesta fase, houve o surgimento de bebidas a base de espresso e indulgência, além do surgimento e popularização das cafeterias - mudando, dessa forma, o comportamento de consumo da época (U.COFFEE, 2018).

Com isso, a chamada “Terceira Onda do Café” veio para consolidar a nova visão de consumo do grão e a complexidade da bebida passou a ser valorizada. A partir disso, novas técnicas foram desenvolvidas para enfatizar o sabor do grão, desde o estudo de como as condições climáticas influenciam na qualidade até o surgimento de marcas regionais com ênfase na experiência do consumidor (U.COFFEE, 2018). A chamada “Quarta Onda do Café”, uma

tendência ainda não consolidada, seria a expansão do conhecimento do café para dentro de casa, dando origem a torra em casa ou “*home roasting*” (MUIINHOS, 2018a).

Consolidado como o maior produtor e exportador de café, na safra brasileira de 2020, observa-se um aumento de 27,9% em relação ao ano anterior, representando um aumento de 42,2% de café arábica e uma queda de 4,7% do café robusta. Tal aumento está relacionado com a bienalidade do café arábica e as boas condições climáticas, o que favoreceu o desenvolvimento das lavouras da espécie. Um dos fatores pelo baixo desempenho do café conilon é a baixa incidência de chuva na região do Espírito Santos, seu maior produtor. Dentre os estados produtores de café no Brasil, Minas Gerais destaca-se em primeiro lugar com um aumento de 41,1% em relação ao ano de 2019, sendo um estado forte na produção de café arábica, seguido por Espírito Santo, São Paulo, Bahia e Rondônia (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020).

2.2. ESTRUTURA DO GRÃO DE CAFÉ, QUALIDADE E CLASSIFICAÇÃO

Conforme ilustrado na Figura 1, os frutos de café apresentam os seguintes elementos: pele ou casca (exocarpo), polpa ou mucilagem (mesocarpo), pergaminho (endocarpo), grão (endosperma) e película prateada (aparece apenas após o beneficiamento do grão cru) (DURÁN et al., 2017).

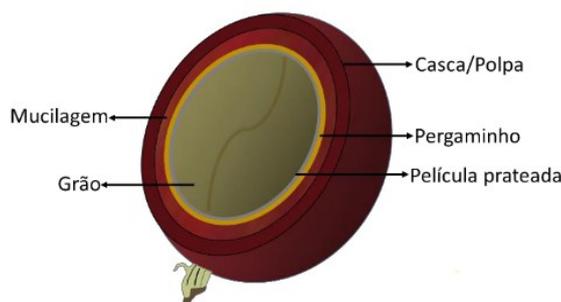


Figura 1 - Estrutura do grão de café
Fonte: DURÁN et al. (2017)

Segundo Gonzalez (2004), a qualidade do café relaciona-se com o aroma, aspecto, cor, número de defeitos e gosto da bebida, variando de acordo com um conjunto de fatores físicos que podem influenciar desde as etapas de pré-colheita até a pós-colheita. A etapa de colheita, por exemplo, é fundamental para obtenção de um produto de qualidade e deve levar em conta a melhor época de início da colheita, além do modo de colheita adequado para a região do

plantio devido às características da lavoura. Tal etapa deve ocorrer quando houver aproximadamente 70% de frutos maduros e, de forma geral, ocorre no período de abril/maio no Brasil (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2004).

No Brasil, a qualidade e o valor de mercado do café são avaliados de acordo com algumas classificações, como: por tipo (separação de impurezas e defeitos), por prova da bebida, por cor (baseado na aparência ou envelhecimento do grão), por torrefação e por peneira (separação por tamanho e formato). Dentre as existentes, a classificação por tipo ou defeitos e a classificação pela bebida são as mais utilizadas na análise do café brasileiro.

A classificação por tipo se baseia em uma amostra de 300g de um lote de café, na qual é identificado o número de defeitos e impurezas. Além disso, nessa análise, os grãos são classificados de acordo com uma pontuação, conforme apresentado na Tabela 1. Os defeitos podem ser internos, os quais são relacionados com a qualidade do grão em si ou com alguma falha durante as etapas de colheita e pré processamento (como grãos pretos, ardidos, verdes, chochos, mal granados, quebrados e brocados), ou podem ser externos, os quais são relacionados à impurezas contidas no lote (pedra, pau, torrões ou qualquer matéria estranha) (THOMAZIELLO, 2014).

Tabela 1 - Classificação do café com base no número de defeitos ou impurezas

Grãos com defeitos ou impurezas	Defeitos
1 grão preto	1
1 pedra, pau ou torrão grande	5
1 pedra, pau ou torrão regular	2
1 pedra, pau ou torrão pequeno	1
1 coco	1
1 casca grande	1
2 ardidos	1
2 marinheiros	1
2 a 3 cascas pequenas	1
2 a 5 brocados	1
3 conchas	1
5 verdes	1
5 quebrados	1
5 chochos ou mal granados	1

Fonte: THOMAZIELLO (2014)

A análise realizada pela prova da bebida é realizada através da chamada prova de xícara, sendo necessário uma equipe de degustadores treinados devido à complexidade na análise sensorial. Tal método de degustação e classificação do café, que surgiu no século XX, leva em consideração aspectos da bebida como aromas, sabores e texturas. Tanto a classificação do café arábica (espécie *Coffea Arabica*) quanto a classificação do café conilon (espécie *Coffea canephora*) podem ser visualizadas no Quadro 1. A bebida fina é considerada de melhor qualidade e valor agregado e a bebida fenicada representa o padrão que apresenta irregularidades (defeitos, fermentações indesejáveis ou aspectos que tornam a bebida indesejada) (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL, 2017).

A classificação por torrefação é dividida em: fina, quando a cor é uniforme para todos os grãos (não há defeito); boa, quando a cor apresenta uniformidade média (há alguns defeitos); regular, quando a torra não é uniforme (quantidade média de defeitos); má, torra sem qualidade e com uma grande quantidade de grãos com defeitos. A identificação da qualidade da torra, através de grãos com defeitos, é possível visto que grãos verdes e ardidos apresentam-se com uma coloração amarelo e os grãos pretos chegam a carbonizar facilmente após a torra (THOMAZIELLO,2014).

Quadro 1 - Relação entre a classificação sensorial e as características da bebida

	CLASSIFICAÇÃO		CARACTERÍSTICAS
CAFÉ ARÁBICA	bebida fina	estritamente mole	característica de bebida “mole”, mas acentuado
		mole	apresenta aroma e sabor adocicado e agradável
		apenas mole	levemente doce e suave, sem adstringência
		duro	sabor adstringente e áspero
bebida fenicada	riado	café com leve sabor de iodofórmio	
	rio	café com sabor acentuado de iodofórmio	
	riozona	café com aroma e sabor semelhante ao iodofórmio, desgostoso ao paladar	
CAFÉ CONILON	-	excelente	sabor neutro e acidez média
		boa	sabor neutro e pouca acidez
		regular	café típico de robusta, sem acidez
		anormal	sabor não típico, sabor de moço ou ranço

Fonte: Adaptado de SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (2017)

Na análise da qualidade da bebida, são consideradas características como o aroma, a acidez, o corpo e a adstringência. Nessa análise, o café é separado em categoria de acordo com a nota da Qualidade do Café (QC) por meio de um sistema de pontuação que varia de 0 a 10 e que pode auxiliar o consumidor no momento de escolha do café a ser consumido.

Pelas recomendações técnicas da ABIC, Associação Brasileira da Indústria do Café, a pontuação mínima de um produto indicado para consumo é de 4,5 e os tipos de café são classificados como tradicionais ou extraforte, superior e gourmet. A ABIC utiliza tal classificação para emissão de um selo de identificação no produto final e a empresa interessada pela comercialização com o selo deve passar pelos requisitos propostos pela Associação. O café tradicional ou extraforte varia de 4,5 a 5,9, caracterizado por ter uma qualidade e preço razoável e são, geralmente, os mais consumidos no dia a dia. O café superior varia de 6,0 a 7,2, apresentam uma qualidade e valor intermediário e um sabor mais acentuado. O café gourmet varia de 7,3 a 10, sendo um café de qualidade superior com mais complexidade (notas frutais, achocolatadas e de nozes são características) (ABIC, 2021c).

Devido à busca crescente dos consumidores por qualidade, percebe-se o aumento do consumo de café gourmet ou por produtos que possuam selos de pureza ou de qualidade. Além do Selo de Qualidade e do Certificado de Qualidade da ABIC – os quais representam a certificação de um produto puro e de um produto de qualidade classificado em tradicional, extraforte, superior ou gourmet, respectivamente-, também é conhecido o Certificado de Sustentabilidade da ABIC. Esta certificação garante ao consumidor que toda a cadeia de produção do café é sustentável.

Além disso, também encontram-se outros tipos de certificação no mercado, como: Certificação Orgânica, a qual garante que o produto foi obtido de forma orgânica em toda a sua cadeia (não há utilização de adubo químico, por exemplo); BSCA³ (*Brazilian Specialty Coffee Association* – Cafés Especiais do Brasil), selo de alta qualidade concedido quando há a aplicação de alguns requisitos econômicos, sociais e ambientais; *Rainforest Alliance*⁴ e *UTZ Certified* (Certificado UTZ), selos garantidos quando são respeitados alguns requisitos de cuidados à flora, fauna e condições de trabalho do local onde o café é produzido (NETO, 2008).

³ BSCA: Associação Brasileira de Cafés Especiais que ficou famosa mundialmente por seu selo e por realizar competições internacionais de qualidade do café.

⁴ Rainforest Alliance: Instituição responsável por avaliar produtos agrícolas produzidos em países tropicais.

2.3. ETAPAS GERAIS DO PROCESSAMENTO DO CAFÉ

As opções de cultivo do café são inúmeras devido a sua variedade genética, cerca de mais de 90 espécies, e há alguns critérios essenciais que devem ser levados em consideração no momento de escolher qual variedade utilizar. Segundo EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (2004), adaptação ao clima, potencial produtivo, estabilidade de produção, resistência a doenças e pragas e época de maturação são um dos principais fatores a serem considerados. Das espécies existentes, 25 são exploradas comercialmente e apenas quatro espécies têm destaque no mercado internacional: *Coffea arabica* (café arábica), *Coffea canephora* (café robusta ou café conilon), *Coffea Liberica* (café libérica) e *Coffea dewevrei* (café excelsa). Depois de escolhida a variedade e de plantar a muda, o pé de café leva em torno de 18 meses para se desenvolver (primeira florada). No Brasil, as duas espécies cultivadas são o café arábica e o café robusta (MIRANDA, 2017).

CAFÉ ARÁBICA (*Coffea arabica*)

O café arábica é a espécie comercialmente mais significativa no mundo- cerca de 70% do volume. É considerado um grão de qualidade superior, com sabor adocicado e aroma marcante e pode ser consumido puro ou com outras misturas de grãos de café (SOUZA et al., 2004). O cafeeiro dessa espécie se adapta ao clima tropical úmido, sendo ideal uma temperatura de 18°C à 22° em média, e é um grão nativo da Etiópia. Apesar das características sensoriais mais complexas, possui uma quantidade de cafeína inferior ao grão do cafeeiro robusta (MIRANDA, 2017).

CAFÉ ROBUSTA (*Coffea canephora*)

O café robusta é nativo da África e se adapta em regiões com temperaturas médias entre 22°C e 26°C. Sua bebida é considerada menos complexa e menos aromática quando comparada à bebida do grão arábica, porém é largamente utilizado para preparo de café instantâneo e em misturas de grãos conhecidos como “*blends*” (MIRANDA, 2017). O grão robusta é um componente essencial no preparo de café solúveis devido à dois fatores, que são: maior teor de sólidos solúveis em relação ao arábica e maior rendimento após o processo de torrefação. Nas misturas ou “*blends*”, os grãos de robusta são adicionados aos grãos arábicas, os quais podem representar até 30% da mistura (SOUZA et al., 2004).

Em relação às diferenças de ambos os cafeeiros no processamento, o arábica apresenta-se como uma boa opção de colheita mecanizada, com um menor tempo de secagem e sua industrialização é voltada para o mercado de torrado e moído. Enquanto ao café robusta, a colheita mecanizada é dificultada, com um menor tempo de secagem e sua industrialização é voltada para a composição de *blends* e para o mercado de solúvel (SOUZA et al., 2004).

Entre as fases do fruto do café, conforme mostrado na Figura 2, tem-se a primeira florada (desenvolvimento do pé de café), em seguida tem-se a fase do chumbinho (fase inicial do desenvolvimento do fruto), o qual se desenvolve e vira o fruto verde. Em seguida, o fruto verde se desenvolve no fruto verde-cana que por fim se desenvolvem nos frutos cerejas maduros (fase em que o café deve ser colhido)- caso o fruto não seja colhido no estágio cereja, o mesmo se desenvolverá para a fase do fruto seco perdendo a qualidade (MIRANDA, 2017).



Figura 2 - Estágios de maturação do café
Fonte: Miranda (2017)

O período de floração pode ser diferente em uma mesma plantação, o que faz com que a colheita seja heterogênea devido às diferentes fases do fruto de café- esta, por sua vez, ocorre de sete a oito meses após a floração. A colheita pode ser mecanizada ou manual e tem como objetivo colher o fruto de café minimizando as impurezas no processo (folhas, galhos, pedras, partículas do solo e ervas daninhas) (SILVA, 2012).

Na colheita manual chamada de derriça total no pano, a qual representa o método mais utilizado no Brasil, os frutos são colhidos em diferentes estágios de maturação. Em contrapartida, na colheita manual seletiva são colhidos apenas os frutos cereja, sendo um método utilizado quando o cafeicultor deseja um café de qualidade superior. Nesse caso, os frutos verdes poderão ser colhidos somente no momento de maturação, fazendo com que haja a necessidade de realizar mais de uma colheita. Em ambos os casos, é necessário evitar danos

excessivos aos grãos e aos galhos que poderão ser porta de entrada para microrganismos, visto que tal fator influencia na qualidade final do grão (MESQUITA et al., 2016).

A colheita mecanizada, a qual foi introduzida no Brasil por volta dos anos 70, apresenta-se como um método de menor custo de mão de obra quando comparado à colheita manual, além de um maior rendimento em um tempo menor de colheita (SILVA, 2012). Além disso, nos últimos anos, a terceirização de colheitadeiras mecanizadas têm permitido o aumento da utilização desse método pelos pequenos produtores (MESQUITA et al., 2016).

Devido ao método de colheita utilizado no Brasil, é necessário realizar a etapa de pré-processamento ou preparo antes de seguir para a etapa de secagem. Isso se deve ao fato de que o café colhido é constituído por diferentes estágios do fruto (verde, maduro, passa e seco) e por impurezas (galhos, folhas, pedras, etc) (MESQUITA et al., 2016). A separação do café ocorre em um separador hidráulico, no qual a separação ocorre devido aos diferentes estágios de maturação dos frutos. Estes são separados em café bóia (secos, mal formados e verdes) e café cereja (maduro) (SILVA et al., 2001).

O preparo, que tem como objetivo realizar a limpeza e separação do café em diversas frações, pode ser realizado por via seca ou por via úmida conforme mostrado na Figura 3. Ambos os processos de preparo tem como foco a redução de 65% para 10% à 12% de água contida no fruto (GONZALEZ, 2004).



Figura 3 - Café natural, café despolpado e café descascado
Fonte: Salva (2007)

O processamento via seca é amplamente utilizado no Brasil e o processamento por via úmida é típico de regiões como América Central, México, Colômbia e Quênia (SILVA et al., 2001). O processo por via seca dá origem ao café natural ou terreiro, o qual é seco com a polpa e a mucilagem em terreiros ou secadores mecânicos, o que promove o sabor adocicado ao grão. O processo por via úmida, por sua vez, dá origem ao café descascado e despolpado ou lavado (GONZALEZ, 2004).

O café descascado representa o fruto cereja depois de passar pelo descascador, sendo encaminhado direto ao terreno ou secador após essa etapa e é responsável por uma bebida mais delicada e doce. Já o fruto despulpado não passa pelo processo de secagem, visto que se diferencia devido ao processo de fermentação ao qual é submetido para a eliminação da mucilagem, e é responsável por uma bebida frutada, floral e ácida (GRÃO GOURMET, 2016).

No Brasil, há a utilização de métodos de secagem que correspondem ao método de secagem natural em terreiro ou método de secagem mecanizada. No processo de secagem natural os grãos são espalhados a céu aberto em um terreiro de cimento, tijolos, asfalto ou chão batido. Por esses motivos, há o maior risco de desenvolvimento de microrganismos na superfície dos frutos (SILVA et al., 2001).

A armazenagem do café deve ser realizada com objetivo de manter as propriedades originais do grão, evitando a perda ou ganho de água, massa seca, proliferação de fungos e mudança na coloração dos grãos devido à exposição direta à luz (SILVA; MORELI; JOAQUIN, 2015). Os grãos de café podem ser armazenados logo após a secagem ou após serem submetidos ao processo de beneficiamento perto do período de comercialização. O beneficiamento, de acordo com o Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura do Café (2004) da Embrapa, consiste na eliminação das cascas do fruto seco (coco ou pergaminho) e separação dos grãos, dando origem ao chamado café beneficiado ou café verde. O café em coco é geralmente armazenado a granel em sacas, silos ou tulhas, enquanto que o café verde é armazenado em sacarias (sacos de 60 kg) que permitem a segregação em lotes de acordo com a qualidade do café (SILVA et al., 2001).

A etapa de torração corresponde ao tratamento térmico ao qual o café verde é submetido e tem como finalidade o desenvolvimento de aromas e sabores. Com o aumento da temperatura, o café verde passa por transformações físico-químicas e lentamente inicia a mudança na coloração, como mostrado na Figura 4. O aumento da temperatura interna do grão ocorre devido à transferência de calor da superfície do torrador ou do ar, causando um processo endotérmico e consequentemente a perda de umidade. À medida que a temperatura se eleva, o grão passa por um processo exotérmico e elimina compostos voláteis como o gás carbônico. Em seguida, com o aumento da pressão interna, o grão se expande e gera o primeiro “*crack*” (rupturas na semente) (MUIINHOS, 2017). O segundo “*crack*”, processo de ruptura da matriz celular, ocorre geralmente em temperaturas próximas a 230°C, o que pode ser notado pela presença de um grão com mais brilho devido à eliminação dos óleos aromáticos (MELO, 2004).



Figura 4 - Estágios da torrefação do café
Fonte: Muinhos (2017)

O processo de torra engloba três fases, que são: secagem, pirólise e resfriamento. A fase de secagem corresponde à evaporação da água. A maior parte da umidade presente no grão é perdida durante os primeiros minutos de torra e o processo de escurecimento de verde para amarelo ocorre em aproximadamente oito minutos na temperatura de 150°C. A coloração marrom-clara é atingida quando os grãos estão a uma temperatura de aproximadamente 200°C, entre 11 e 12 minutos. O processo de escurecimento do grão continua com o aumento da temperatura, chegando em graus de torra como os chamados “*French Roast*” (240°C - 246°C) e “*Italian Roast*” (246°C - 265°C) (SILVA, 2008).

Na etapa de pirólise⁵ ocorre o segundo “*crack*”, momento em que há a ruptura da estrutura celular do grão devido ao aumento da temperatura sem ou com pouca presença de oxigênio (MUIINHOS, 2017). Nessa etapa há a liberação de vários compostos aromáticos, como aldeídos, cetonas e ácido acético, por exemplo. Após atingir a torra desejada, o café é resfriado durante aproximadamente 5 minutos a fim de cessar o processo de pirólise e estabilizar a umidade interna do grão (GONZALEZ, 2004).

Os equipamentos que compõem um sistema típico de torra são apresentados na Figura 5. Tais equipamentos têm como objetivo fornecer calor ao grão de café, possuindo os seguintes elementos básicos, como: tambor de torra, misturadores no tambor (responsáveis por homogeneizar a troca de calor), bandeja de resfriamento, coletor de partículas e controladores das variáveis de processo de interesse, a saber: temperatura, tempo e fluxo do ar.

⁵ pirólise: Corresponde à um tipo de reação química de decomposição causada pela influência do aumento da temperatura.

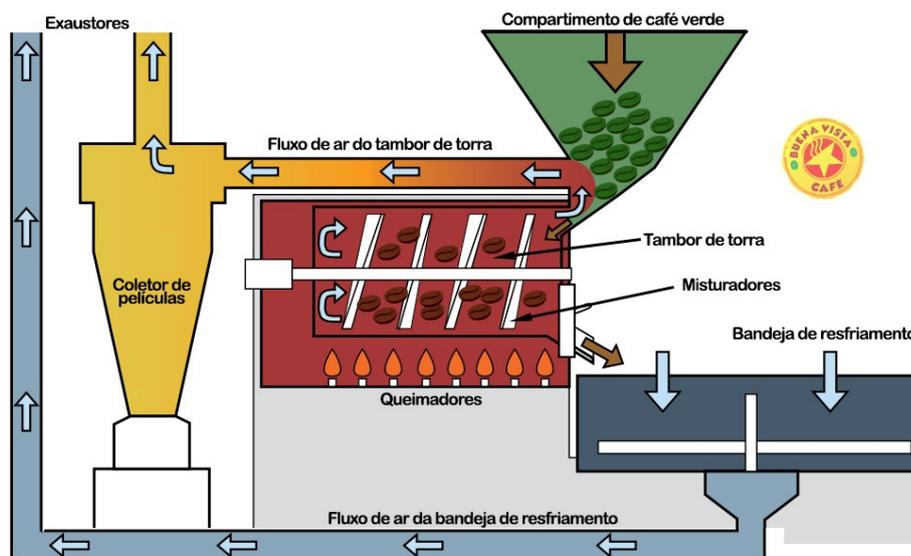


Figura 5 - Componentes de um torrador
Fonte: Muinhos (2017)

Observa-se que, para melhor condução do processo de torrefação, é importante que haja o preparo do equipamento e que medidas sejam asseguradas para evitar o comprometimento do processo e da qualidade da bebida. Dentre tais medidas, estão: verificar se o há coletor de amostras no torrador, a fim de acompanhar o grau de torra desejado; certificar que há bandejas perfuradas, a fim de resfriar o café após a torração; verificar instalações elétricas e garantir que as condições de manutenção do sistema esteja em dia, a fim de evitar possíveis acidentes ou peças soltas no lote de café; certificar a limpeza dos componentes do sistema, visando evitar possíveis contaminações; certificar que o distribuidor de chamas não esteja obstruído e que a cor destas seja azulada, com a finalidade de garantir uma boa transferência de calor do tambor para os grãos (ARAÚJO, 2017).

O grau de torra é um dos principais fatores que influenciam na qualidade da bebida final e é definido de acordo com o gosto cultural de cada país devido às diferentes possibilidades causadas pelo perfil de torra (MELO, 2004). Quanto maior o grau de torra, maior será a perda de massa do grão - varia de acordo com a qualidade do grão usado e corresponde de 14% a 20% de perda (MUIINHOS, 2017).

A torra clara transforma a bebida final mais ácida e a medida que aumenta o grau de torra a acidez diminui, como pode ser analisado na Figura 6. Além disso, a formação do aroma e corpo da bebida alcançam seu ápice quando o nível de torra é intermediário, chegando ao sabor de queimado devido à carbonização do grão caso o processo de torra continue a partir de

determinado ponto. O chamado “pico do sabor” da torra ocorre entre uma temperatura de 205°C a 220°C (MELO, 2004).

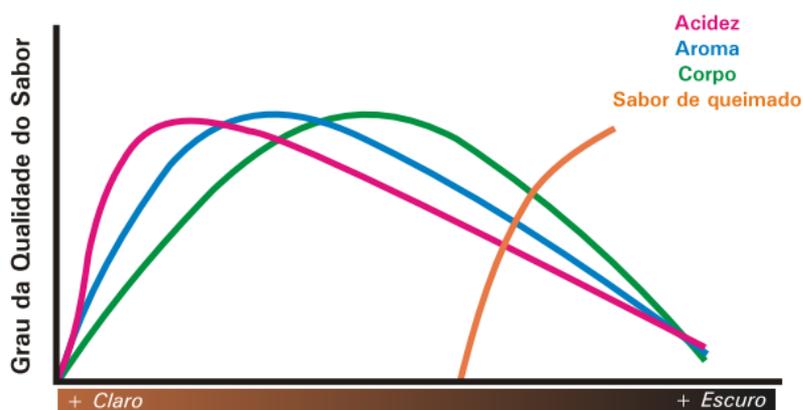


Figura 6 - Curva de característica da bebida de café em função da torra
Fonte: Melo (2004)

Além de influenciar na coloração dos grãos, a torrefação influencia nas características sensoriais da bebida. A classificação do ponto de torra pode ocorrer pelo controle de cor (visual) ou pelo controle de curva. O controle por cor corresponde à comparação de amostras coletadas durante a torrefação com tabelas de referência em escala de cor, como a chamada medida de Agtron (MUIINHOS, 2017). A padronização da torra pode ser controlada por equipamentos, como colorímetros de Agtron, ou pelo uso de discos de cores SCAA-Agtron da *SCAA – Specialty Coffee Association of America* (NETO, 2008). A medida de Agtron pelo disco de cores, feitos de papelão, representa um método subjetivo que necessita da avaliação de um técnico, e representa um número correspondente a uma cor e que varia de 0 a 100. Cada número representa o grau de torra e quanto maior o número, menor o grau de torra. No Brasil, por exemplo, o grau predominante é em torno de 45 (MELO, 2004).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Café, ABIC (2021d), o grau de torra se divide em clara, média e escura. As características advindas do grau de torra e a identificação pelo número de agtron se relacionam da seguinte forma:

- **Torra Clara - Disco número 75:** Apresenta uma acidez alta, pouco aroma, pouco amargor e pouco corpo.
- **Torra Média - Disco entre 65 e 55:** Apresenta aromas marcantes e equilíbrio entre acidez e corpo.
- **Torra Escura - Disco número 45:** Apresenta uma acidez leve, amargor e corpo marcante (bebida mais escura).

Em relação à análise sensorial da bebida, a torra clara é ideal para a identificação dos defeitos do café, a torra média é ideal para a identificação da qualidade (geralmente utilizada para cafés especiais) e a torra escura não é um ponto de torra recomendado para avaliação (excesso de amargor causado pela torra pode ocultar os defeitos do café) (ARAÚJO, 2017).

O controle da torra por curva apresenta maior precisão e reprodutibilidade quando comparado ao controle visual e por esse motivo tem sido cada vez mais utilizado. O controle é realizado por um gráfico da temperatura em função do tempo de torra, como pode ser observado na Figura 7, e representa o acompanhamento da temperatura interna do grão do momento em que é descarregado no tambor do torrefador até o despejo na bandeja de resfriamento (MUIINHOS, 2018b).

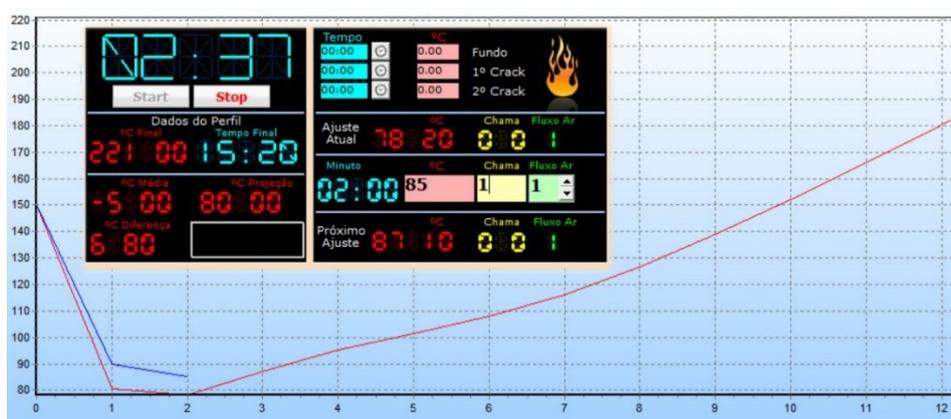


Figura 7 - Controle do tempo de torra em função da temperatura
Fonte: Muinhos (2017)

Na avaliação do perfil de torra, deve-se considerar qual a temperatura e o tempo desejado para o lote analisado e qual a intensidade do fluxo de ar - visto que o fluxo também é uma variável que auxilia na obtenção da curva final requerida (MUIINHOS, 2017).

A temperatura inicial do tambor no torrador é, geralmente, em torno de 150°C. Quando os grãos são adicionados ao tambor, em temperatura ambiente, há uma queda brusca dessa variável até o momento em que a temperatura do ar e do grão se igualam - ponto chamado de temperatura de fundo ou *turning point*. Por fim, ocorre o aumento da variável até o atingimento do ponto ideal de torra desejado. Tal aumento é determinado de acordo com a taxa ou rampa de temperatura RoR (*Rate of Rise*) e quanto maior a taxa menor será o tempo de torra, porém, não significa que o resultado final de torra será melhor e depende do mestre torrador identificar qual a melhor taxa para a obtenção do café final desejado. A taxa deve ser alterada com base no controle da chama e no momento em que ocorrer o primeiro *“crack”*.

Outras variáveis importantes são o tempo e o fluxo de ar. Torras com tempos muito pequenos podem produzir uma bebida adstringente e com uma acidez muito forte, enquanto que torras muito longas podem produzir cafés “assados” e com pouca complexidade de sabor. O fluxo de ar é responsável pela transferência de calor entre o torrador e deve ser controlado de acordo com a necessidade do perfil de torra. Além disso, deve ser controlado após o primeiro “crack” para que não haja alteração da taxa. Torrefadores com fluxos mínimos ou nulos podem produzir café com sabor e aroma de cinza, devido a alta troca de calor por contato entre o grão e o tambor. Já torrefadores com muito altos fluxos podem provocar uma desidratação dos grãos diminuindo o rendimento e a doçura da bebida (MUIINHOS, 2018b).

Após a torra e resfriamento, o grão de café passa pela etapa de moagem. Nesta etapa, os grãos são quebrados em diferentes dimensões ou granulometria devido a ação de um moinho (manual ou elétrico) (REVIEW CAFE, 2020). O grau de moagem é determinado de acordo com o tipo de preparo da bebida final, podendo ser: pulverizado para o método de preparo de prensagem, fina para o método de preparo de filtragem (pano ou papel), média para métodos de obtenção de café espresso e grossa para métodos de percolação, tipicamente empregado nas cafeteiras do tipo italiana (SILVA, 2012).

Após a moagem, o café necessita de um descanso e resfriamento de até 24h para que haja a liberação do gás carbônico e evite, dessa forma, o estufamento da embalagem na fase posterior (MORAES, 2006).

O consumo do café pode ser realizado logo após o processo de torra. Entretanto, na comercialização industrial, o café passa pelo processo de empacotamento e estocagem a fim de conservar o aroma e características do produto por mais tempo antes de chegar ao consumidor final. O produto pode ser embalado com a presença de ar ou ser embalado à vácuo. Em embalagens com a presença de ar, chamadas de almofadas, o café é embalado em potes fechados ou pacotes e possui uma validade menor por conter oxigênio em seu interior - ocorre a oxidação do café ao longo do tempo e conseqüentemente há perda das características do produto inicial. Em embalagens à vácuo, há a redução de ar do interior do pacote a fim de minimizar o contato do oxigênio com o café e aumentar o tempo de vida do produto.

Outros sistemas de conservação do produto, por exemplo: embalagens com atmosfera inertizada (vácuo compensado), a qual possui uma vida útil intermediária entre o almofada e o vácuo; válvulas desgaseificadoras, as quais aliviam a pressão interna liberando o gás carbônico

da embalagem sem permitir a saída do aroma e o contato do oxigênio externo com o produto (MORAES, 2006).

3. RISCOS ASSOCIADOS AO PROCESSO DE TORREFAÇÃO DE CAFÉ

A maioria dos torrefadores comerciais funcionam a gás e podem chegar a elevadas temperaturas de até 290°C, com um tempo médio de 15 minutos de torra (GONZALEZ, 2004). O processo de torrefação é relativamente o mesmo para as empresas do ramo e, em uma unidade de torrefação de café, há os seguintes componentes básicos: elevador de café cru, silos de armazenagem, conjunto torrados, conjunto moagem/empacotamento e máquina para fechar (MORAES, 2006).

De maneira geral, em uma planta de torrefação, inicialmente há o recebimento da matéria-prima em sacos de 60 kg (“big bags”) ou por meio de descargas de caminhões quando a empresa contém plataformas de descargas automáticas. Em seguida, são classificadas e armazenadas no setor de café cru para posteriormente entrarem no torrador de acordo com a necessidade do lote. A empresa pode realizar o *blend* (ou mistura) dos grãos crus antes de entrar na etapa de torra (pesagem de 60% de café arábica do silo A com 40% de café robusta do silo B, por exemplo). Após serem torrados, os grãos são pesados novamente para garantir o controle do rendimento do processo e em seguida vão para etapa de descanso no silo, finalizando na etapa de moagem e embalagem. Na Figura 8 é possível visualizar todas as etapas citadas (LARA, 2009).

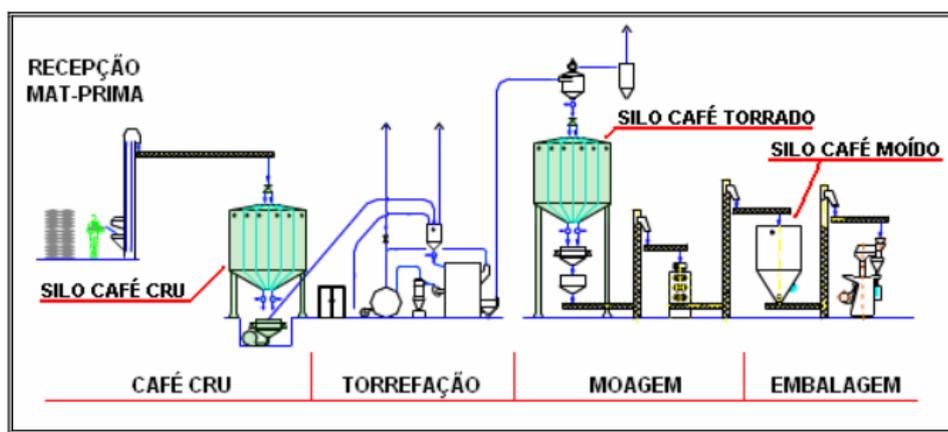


Figura 8 - Visão geral de uma planta de torrefação
Fonte: Lara (2009)

A torrefação é um processo que depende essencialmente do binômio tempo-temperatura. A manutenção da temperatura correta para a operação de torra é feita por meio do emprego de controladores automáticos de temperatura, que tipicamente ajustam a quantidade

de energia introduzida no equipamento. Já o monitoramento e o controle do tempo de torra é realizada por meio de temporizadores.

O principal risco apresentado no processo de torra do café está ligado à ocorrência de temperatura excessiva no interior do equipamento, a qual pode provocar a combustão do café que está sendo torrado. Portanto, o controle preciso da temperatura é fundamental para o funcionamento correto e seguro do processo.

De maneira semelhante, o tempo de residência do café no interior do torrador deve ser controlado com precisão, pois existe igualmente o risco de provocar a combustão do café caso seja excessivo.

No Quadro 2 são apresentadas as principais características que um torrador de café de pequeno porte deve ter (CAPARAÓ, 2021) e na Figura 9 uma foto típica deste equipamento.

Quadro 2 - Características típicas de um torrador de café

Resfriador com descarga automática e revestimento em inox 304
Coletor de películas
Controle do fluxo de ar
Queimadores com microchama
Acendedor automático
Manômetro para controle da pressão e vazão do gás
Válvulas de segurança para corte do gás
Sensor de chama
Visores de chama, café cru, e café dentro do tambor
Controlador de temperatura do grão “massa”
Controlador de temperatura do fluxo de ar
Controle de rotação do tambor
Controle de rotação do motor do fluxo de ar
Botão de emergência, e controladores individuais de cada motor
Motorreductores em todos os pontos de força
Acabamento em aço inox na bica e e tampa de limpeza do tubo de ar
Revestimento em fibra cerâmica resistente a temperaturas de até 1250°C
Máquina com voltagem definida pelo cliente, preferencialmente 220 Vca
Máquina com saída de conversor de dados para software de curva de torra
Tempo de resfriamento por volta de 50 segundos

Fonte: CAPARAÓ (2021)



Figura 9 - Torrador monobloco 15kg
Fonte: CAPARAÓ (2021)

Pode-se perceber que além do controle do tempo e da temperatura existem outros parâmetros que são fundamentais para a operação segura do torrador, tais como a interrupção do suprimento do combustível no caso de falha na chama e o sistema automático de acendimento de chama. Estes dois últimos são exigidos por norma em todos os fornos industriais (BRASIL, 1983).

4. CONCLUSÃO

O aumento da conscientização do consumidor sobre a qualidade do café consumido, atrelado ao surgimento de novas experiências em lojas especializadas, ao aumento da concorrência no mercado interno e externo e às inovações no mercado cafeeiro - como o aumento na identificação de produtos com selos e certificados de garantia de qualidade, por exemplo-, são indícios de que os produtores e o setor industrial de café necessitam se adaptar cada vez mais em gerar valor durante toda a cadeia produtiva do grão.

Identificou-se, dessa maneira, que a produção de um café de qualidade vai desde as etapas de pré-colheita até as etapas de processamento da matéria-prima, sendo a torrefação de fundamental importância na obtenção de bebidas com diferentes características e aromas.

A definição do grau de torra (claro, médio ou escuro) afeta diretamente o sabor e a complexidade da bebida final - quanto menor a torra, mais ácida é a bebida final. A análise sensorial deve ocorrer na torra clara ou média, sendo não recomendada a análise em torra escura, visto que esta pode disfarçar possíveis defeitos do café.

Além disso, na indústria de torrefação, observou-se que para uma boa torra dois fatores são importantes de serem acompanhados: a certificação de um bom sistema básico de equipamentos, a fim de evitar possíveis acidentes, contaminações e paradas inesperadas durante a operação e o controle da curva de torra desejada, através do controle das variáveis que influenciam o processo, a saber: temperatura, fluxo de ar e tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIC. **A Expansão do café no Brasil**. 2021b. Disponível em: <<https://www.abic.com.br/o-cafe/historia/a-expansao-do-cafe-no-brasil/>>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- ABIC. **Categorias de Qualidade do Café**. 2021d. Disponível em: <<https://www.abic.com.br/recomendacoes-tecnicas/categorias-de-qualidade-do-cafe/>>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- ABIC. **O que é o Selo de Pureza da ABIC?** 2021a. Disponível em: <<https://www.abic.com.br/faq/o-que-e-o-selo-de-pureza-abic/#:~:text=Criado em 1989%2C o Selo,programa Selo de Pureza ABIC>>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- ABIC. **Recomendações Técnicas da ABIC**. 2021c. Disponível em: <<https://www.abic.com.br/recomendacoes-tecnicas/recomendacoes-tecnicas-da-abic/>>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- AMISTE CAFÉ. **Selos de qualidade do café: você sabe o que significam?**. 2018. Disponível em: <<http://amistecafe.com.br/blog/selos-qualidade-cafe/>>. Acesso em: 28 de fev. 2021.
- BRASIL. **NR 14 – Fornos**. Brasília: Ministério da Economia, 1983. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-14.pdf/view>>. Acesso em: 6 mar. 2021.
- CAFEICULTURA. **Glossário Café: tipos, características e preparo**. *Revista Cafeicultura*. Rio Paranaíba/MG, 11 de abril de 2008. Disponível em: <<https://revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=15304>>. Acesso em: 20 fev. 2021.
- CAPARAÓ. **Torrador monobloco 15 kg**. 2021. Disponível em <<https://roasterscaparao.com.br/?product=torrador-monobloco-prime-15-kg>>. Acesso em 06 mar. 2021.
- CIÊNCIA VIVA. **Espuma de café**. [s.d.]. Disponível em: <https://academia.cienciaviva.pt/recursos/recurso.php?id_recurso=205>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Bienalidade positiva e clima favorecem produção histórica de café**. 2020. Disponível em: <https://cast.conab.gov.br/post/2020-12-17_17_12_20_-_conabcast_cafe_conab/#:~:text=A1%C3%A9m%20da%20bienalidade%20positiva%20do,%C3%A9%20de%2042%2C2%25.>. Acesso em: 28 fev. 2021.
- DURÁN, C.A.A.; TSUKUI, A.; SANTOS, F.K.F.; MARTINEZ, S.T.; BIZZO, H.R.; REZENDE, C.M. **Café: Aspectos Gerais e seu Aproveitamento para além da Bebida**. *Revista Virtual de Química*, Niterói/RJ, v. 9, n. 1, pp. 107–134, 2017. DOI: 10.21577/1984-6835.20170010.

- EL HALAL, S.L.M. **Composição, processamento e qualidade do café**. 2008. 47 p. Monografia (requisito parcial da disciplina de Seminários em Alimentos). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Evolução da cafeicultura brasileira nas últimas duas décadas. **CBP&D/Café, Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café**, [S. l.], p. 2018–2020, 2019.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura do Café**. Brasília: 2004. 83 p.
- EUROMONITOR INTERNATIONAL. **Tendências do mercado de cafés em 2017**. 2017. Disponível em: <<http://abic.com.br/estatisticas/pesquisas/pesquisa-tendencias-de-consumo/>>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- GONZALEZ, E.A.S. **Estudo da viabilidade de implantação de pequenas unidades de torrefação de café**. 2004. Trabalho Final de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro/RJ. 2004.
- GRÃO GOURMET. **Qual a diferença entre café natural, descascado e despulpado?** *Grão Gourmet*, 2016. Disponível em: <[https://www.graogourmet.com/blog/qual-diferenca-entre-cafe-natural-descascado-e-despulpado/#:~:text=Durante esse processo%2C o fruto, evita a fermentação do café.&text=Despulpado ou lavado – Nesse processo, não vão para a secagem](https://www.graogourmet.com/blog/qual-diferenca-entre-cafe-natural-descascado-e-despulpado/#:~:text=Durante%20o%20fruto,evita%20a%20fermentação%20do%20café.&text=Despulpado%20ou%20lavado%20–%20Nesse%20processo,não%20vão%20para%20a%20secagem)>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- LARA, A.L. **Identificação e sintonia do controle de temperatura de um torrador de café**. 2009. 59 p. Monografia (requisito para conclusão do Curso de Especialização em Automação Industrial). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2009.
- MELO, W.L.B. **A importância da informação sobre o grau de torra do café e sua influência nas características organolépticas da bebida**. São Carlos: EMBRAPA, 2004. 4 p. (Comunicado Técnico, 58)
- MESQUITA, C.M.; REZENDE, J.E.; CARVALHO, J.S.; FABRI JÚNIOR, M.A.; MORAES, N.C.; DIAS, P.T.; CARVALHO, R.M.; ARAÚJO, W.G. **Manual do Café: Colheita e Preparo**. EMATER-MG, Belo Horizonte/MG, 52p, 2016. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/publicacoes_publicacoes/livro_colheita_preparo.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- MIRANDA, S. **A surpreendente cadeia do café – entenda os processos do pé até a xícara da segunda bebida mais consumida no mundo**. *Coffee and Joy*, 2017. Disponível em: <<http://blog.coffeeandjoy.com.br/processo-do-cafe-ate-a-xicara/>>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- MORAES, I.V.M. **Dossiê Técnico - Processamento de café**. *Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT*, [S. l.], 2006. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>. Acesso em: 21 fev. 2021.

- MUINHOS, R. **A ciência da torra.** *Buena Vista Café*, 18 de janeiro de 2017. Disponível em: <<https://buenavistacafe.com.br/blog/2017/01/18/a-ciencia-da-torra/>>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- MUINHOS, R. **A quarta onda do café.** *Buena Vista Café*, 18 de maio de 2018a. Disponível em: <<https://buenavistacafe.com.br/blog/2018/05/18/a-quarta-onda-do-cafe/>>. Acesso em: 28 fev. 2021.
- MUINHOS, R. **Desenvolvendo um perfil de torra.** *Buena Vista Café*, 01 de janeiro de 2018b. Disponível em: <<https://buenavistacafe.com.br/blog/2018/01/01/desenvolvendo-um-perfil-de-torra/>>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- NETO, E. **Torrando Café.** *The Coffee Traveler*. São Paulo, 16 de janeiro de 2008. Disponível em: <<http://www.thecoffeetraveler.net/new-blog-3/2015/8/18/torrando-caf>>. Acesso em: 28 de fev. 2021.
- REVIEW CAFÉ. **Moagem de Café: Principais Tipos e os Preparos Ideais.** *Review Café*, 18 de novembro de 2020. Disponível em: <<https://reviewcafe.com.br/dicas-e-receitas/moagem-de-cafe/>>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- SALVA, T.J.G.; LIMA, V.B. **A composição química do café e as características da bebida e do grão.** *O agrônomo*, Campinas. v.59, n.1, p. 57-59, 2007.
- SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Café: Classificação e Degustação.** Coleção SENAR - 192. Brasília: SENAR, 2017. 112 p.
- SILVA, J.R. **Otimização do processo de torração do café pelo monitoramento de parâmetros e propriedades físicas e sensoriais.** 2008. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- SILVA, J.S. (org.). **Secagem e armazenagem de café: tecnologias e custos 2001** Viçosa: UFV, CBP&D - Café, 2001. 162p.
- SILVA, L.C. **Café: fruto, grão e bebida.** *Grãos Brasil: Da Semente ao Consumo*. Maringá/PR v. 52, p. 13-18, 2012. Disponível em: <<http://www.graosbrasil.com.br/revista/3/graos-brasil>>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- SILVA, L.C.; MORELI, A.P.; JOAQUIM, T.N.M. **Café: beneficiamento e industrialização.** *In: MARCOLAN, A.L.; ESPINDULA, M.C. (Ed.). Café na Amazônia*. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Cap. 17, p. 383-389.
- SOUZA, F.F.; SANTOS, J.C.F.; COSTA, J.N.M.; SANTOS, M.M. **Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia.** Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 21 p.
- THOMAZIELLO, R.A. **A Classificação do Café.** *Revista Cafeicultura*, 2014. Disponível em: <<https://revistacafeicultura.com.br/?mat=5515>>. Acesso em: 21 fev. 2021.
- U.COFFEE. **Ondas do café: a evolução da bebida e seu impacto na forma de consumo.** *U.COFFEE* 2018. Disponível em: <<https://blog.ucoffee.com.br/ondas-do-cafe-a-evolucao-da-bebida-e-seu-impacto-na-forma-de-consumo/>>. Acesso em: 21 fev. 2021.

