



**VANESSA PRISCILA DE ALMEIDA FERREIRA**

**INFLUÊNCIA DO GRAU DE TORRA E EMBALAGENS NAS  
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO CAFÉ  
DURANTE O ARMAZENAMENTO**

**LAVRAS - MG  
2023**

**VANESSA PRISCILA DE ALMEIDA FERREIRA**

**INFLUÊNCIA DO GRAU DE TORRA E EMBALAGENS NAS CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS DO CAFÉ DURANTE O ARMAZENAMENTO**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dra. Luisa Pereira Figueiredo  
Orientadora

**LAVRAS - MG  
2023**

**VANESSA PRISCILA DE ALMEIDA FERREIRA**

**INFLUÊNCIA DO GRAU DE TORRA E EMBALAGENS NAS CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS DO CAFÉ DURANTE O ARMAZENAMENTO**

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

APROVADA em 13 de março de 2023.

Prof. Dra. Luisa Pereira Figueiredo DCA/UFLA

Mestre Fabiana de Carvalho Pires UNICAMP

Dr. Denis Henrique Silva Nadaleti EPAMIG

Prof. Dra. Luisa Pereira Figueiredo  
Orientadora

**LAVRAS - MG  
2023**

*Aos meus amados pais, Denize e Vicente, que nunca mediram esforços para que meus sonhos se realizassem. Ao meu irmão Rafael, pelo companheirismo mesmo estando distante, disposto a me ajudar nas minhas maiores dificuldades. Aos meus amigos que tornam essa jornada mais leve.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus amados pais, Denize e Vicente, que nunca mediram esforços para que meus sonhos se realizassem. Ao meu irmão Rafael, pelo companheirismo mesmo estando distante, disposto a dividir comigo até minhas maiores dificuldades.

À minha família, pelo carinho e apoio constantes, em especial à minha afilhada Raissa, que foi meu refúgio e trouxe leveza e alegrias nos momentos de tensão, e à minha prima Francielle, que faz parte dessa jornada desde as provas de admissão, facilitando a realização desse sonho.

Agradeço aos amigos Carol, Kelly, Brenda, Vini, Gio, Maria Alice e Vinicius, que fazem parte de quem sou, em particular, às amigas Bianca e Maria Clara que me apoiaram na elaboração deste trabalho. Ao meu namorado Lucas, meu porto seguro e incentivador.

O café se tornou uma parte muito importante na minha vida, a todos que contribuíram para que eu conhecesse e amasse esse meio, e aos novos amigos que o café me proporcionou, muito obrigada.

À professora Doutora Luisa Pereira Figueiredo, agradeço por aceitar ser minha orientadora e estar presente em todas as etapas do trabalho, sempre disposta a tirar qualquer dúvida. Aos membros da banca, Fabiana e Denis, por aceitarem o convite.

Meus agradecimentos às alunas de iniciação científica, Bruna, Loyane, Maria Heloísa, Luiza e Pamella, às integrantes do Núcleo de Estudos em Qualidade, Industrialização e Consumo de Café - QICafé, Amanda Bustamante, Amanda Fernandes e Gisella, e à doutoranda Lílian pelo auxílio durante os experimentos.

Por fim, pelo dom de uma vida incrível, abençoada com tantas pessoas especiais, e pela realização de mais essa etapa, meu maior agradecimento a Deus Todo Poderoso.

Muito obrigada!

## RESUMO

O café é uma bebida disseminada e apreciada em todo o mundo. No processo de torra ocorrem diversas transformações que produzem compostos que conferem características desejáveis à bebida. Durante o armazenamento podem ocorrer volatilização de compostos desejáveis ou até mesmo reações de degradação, como a oxidação lipídica que acomete os grãos. O presente trabalho tem como objetivo estudar o comportamento dos grãos submetidos a torras média e escura, armazenados em embalagens com válvula e sem válvula por meio de análise de coloração  $L^* a^* b^*$ , umidade e acidez total titulável, nos tempos 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento. As análises foram realizadas em triplicata e realizada a análise de variância utilizando o software SISVAR, quando a interação entre os fatores foi significativa procedeu-se com o desdobramento e posterior comparação de médias pelo teste Tukey. A análise de cor determinou a diferença de tonalidade entre os graus de torra no café recém torrado. A umidade se manteve nos padrões da legislação, porém em ambas as torras houve a absorção de umidade, a torra escura aumentou a umidade mais rapidamente, o tipo de embalagem não influenciou. A acidez total titulável apresentou diferença no café recém torrado, menor para o café de torra escura. Durante o armazenamento a acidez apresentou queda, não sendo possível constatar a presença de oxidação lipídica. Para a torra média a embalagem com válvula resultou em menor perda de acidez.

**Palavras-chave:** Acidez total titulável. Coloração. Curva de torra. Umidade.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>3</b>
2.1. Histórico e importância do café no Brasil	3
2.2. Ondas de consumo do café e café especial	4
2.3. Torra	6
2.4. Características físico-químicas do café	9
2.5. Embalagem	11
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>13</b>
3.1. Descrição do experimento	13
3.3. Torra	14
3.4. Armazenamento	17
3.5. Análises físico-químicas	18
3.5.1. Análise de cor $L^*$ $a^*$ $b^*$	18
3.5.2. Umidade	18
3.5.3. Acidez total titulável	18
3.6. Análise de dados	18
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>19</b>
4.1. Análise de cor	19
4.2. Umidade	22
4.3. Acidez total titulável	24
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O café é uma bebida apreciada pelo mundo inteiro. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2023), na safra de 2022 houve a demanda de 50,9 milhões de sacas de 60 quilos, sendo o Brasil o maior produtor do produto. Segundo a Associação Brasileira Da Indústria De Café (2021), O Brasil manteve sua posição de ser o segundo país que mais consome a bebida, chegando a um consumo per capita de 4,84 kg de café torrado por ano - de novembro de 2020 a outubro de 2021 -, com um aumento de 1,06% em relação ao mesmo período do ano anterior.

Atualmente, o mundo do café se encontra em três ondas de consumo. Criada por Trish Skeia, se baseia no consumo de cafés especiais, com consumidores que valorizam cada vez mais os aspectos sensoriais e a qualidade da bebida (RAMALHO, 2019). A produção de café especial no Brasil já corresponde a 15% da produção total de café, aproximadamente 8 milhões de sacas de 60 Kg, sendo consumido no país cerca de 1,2 milhões de sacas (PERFECT DAILY GRIND BRASIL, 2021). Para ser considerado um café especial, deve-se atingir, numa degustação, uma pontuação mínima de 80 pontos ou mais, em uma escala de 100 pontos utilizando o protocolo da *Speciality Coffee Association - SCA*, sendo um café com aspectos sensoriais agradáveis, livres ou com pouquíssimos defeitos (REIS et al., 2021).

A torra é o processo térmico a que o café é submetido, no qual ocorrem inúmeras reações químicas em que compostos do grão cru são consumidos e gerados novos compostos de sabor e aroma desejados na bebida final. O processo de torra é compreendido em três fases: secagem, escurecimento e finalização. O grau de torra é um quesito de grande importância para a qualidade do café, afetando na complexidade da bebida. A preferência do consumidor quanto à torra é ditada em grande parte por aspectos culturais. Os consumidores de cafés especiais valorizam a torra, principalmente torras frescas, mas não se sabe ao certo quanto tempo após a torra os cafés se alteram. Cada perfil de torra destaca uma série de atributos do grão: a torra clara trará mais acidez; uma torra média terá um equilíbrio entre acidez, aroma e corpo; uma torra escura já traz a tona um amargor devido à carbonização do grão (CARNEIRO, 2021; SILVEIRA, 2021).

O café após ser torrado apresenta compostos de alta volatilidade, que são responsáveis pelas características sensoriais deste, além de características físico-químicas do grão propensas a sofrerem alterações, como oxidação e mudanças de coloração, devido a fatores externos, como o contato com o oxigênio e umidade de armazenamento (ALVES, 2003).



Costa et al. (2011) avaliaram que houve uma diferenciação na percepção sensorial aos 120 dias de armazenamento para o café torrado em grão, e aos 90 dias para o café torrado e moído. Quast e Aquino (2004) observaram quanto à degradação por meio da oxidação lipídica, que entre 40 e 80 dias de armazenamento já havia uma variação nas amostras analisadas.

Diferentes curvas de torra resultam em diferentes perfis de cafés em relação aos compostos químicos formados que poderão influenciar a vida útil do produto. Há um cuidado para que os compostos não sejam volatilizados e oxidados rapidamente, o que é influenciado pela moagem dos grãos, tipo de embalagem utilizada e condições de armazenamento do café (OLIVEIRA et al., 2014; NADALETI et al., 2015). Justifica-se, portanto, estudos que visem avaliar a vida útil de cafés torrados e armazenados.

Portanto, o objetivo do presente trabalho é avaliar o comportamento do café (*Coffea arabica* L) torrado em grão por meio de análises físico-químicas (cor, umidade e acidez total titulável) sob influência da torra - média e escura - e da embalagem - com e sem válvula de liberação de gás ao longo do tempo de armazenamento de 90 dias.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Histórico e importância do café no Brasil

O destaque do Brasil no mercado cafeeiro se deu em meados do século XVIII, quando houveram profundas transformações nesse mercado, com o centro de produção migrando do Caribe francês para o império do Brasil e a colônia holandesa Java. A partir do ano de 1825, a produção brasileira de café passou a ditar o mercado global, consolidando um crescimento linear ao do mundo. Sendo, naquela época, considerado um produto de qualidade inferior, portanto mais barato, 45% das exportações brasileiras, em 1851, foram destinados aos Estados Unidos da América, o mercado que mais cresceu tanto em números absolutos quanto relativos, representando 25% da demanda global pelo grão. Ao passo que o café de Java sendo mais apreciado por sua qualidade final, controlou as importações dos continentes europeus (MARQUESE, 2015).

No século XIX têm-se o mercado de café brasileiro intimamente atrelado à política, firmando oligarquias estaduais na primeira república - a política do café com leite (BARBOSA; AGUILAR; MACIEL, 2021). Em meados do século o café era produzido em todas as províncias, sendo que a produção do Rio de Janeiro representava  $\frac{2}{3}$  do total produzido no país, àquela época o café brasileiro era considerado de baixa qualidade comparado aos demais produzido no mundo (MARTINS, 2021).

Na primeira metade do século XX o Brasil dominava o mercado mundial de café, responsável por 50% a 60% da produção de todo o mundo, com destaque para os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. Sendo grande parte do produto *commodity*, porém existindo uma gama complexa de qualidades de grãos. Ao longo do século, o Estados Unidos se consolidou como destino da maior parte da produção brasileira ao longo do século (FALEIROS; TOSI, 2019).

No cenário atual, o Brasil se encontra no primeiro lugar do Ranking de produção e exportação de café, sendo o estado de Minas Gerais o maior contribuidor para essa posição (BARBOSA; AGUILAR; MACIEL, 2021). Regiões como o Cerrado e o Sul de Minas - mais antiga e maior produtora do estado - têm se destacado devido ao café de qualidade produzido (MORAIS et al., 2008).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (2023), a produção da safra de 2022 chegou a 50,9 milhões de sacas - sendo 21,96 milhões produzidos em Minas Gerais -, um aumento de 5,6% comparado à safra anterior. A Exportação do ano de 2022 fechou em 39,8 milhões, com uma ligeira queda comparado ao ano anterior, explicados por razões

econômicas, entretanto a exportação alcançou um valor de US\$ 9,2 bilhões, 45% a mais que o valor obtido em 2021. Já para 2023, estima-se uma produção de 54,94 milhões de sacas de café verde, significando um aumento de 7,9% sobre a produção de 2022.

De acordo com o Conselho Nacional do Café - CNC (2023), o grão ocupa um lugar de destaque na economia do Brasil, estando no quarto lugar na lista de Valor Bruto de Produções (VBP) de produtos das lavouras, contribui para o PIB brasileiro com um montante de 42,598 milhões de reais, 5,3% do total alcançado pelas lavouras.

A cadeia produtiva do café tem um grande papel na economia nacional, contando com 330 mil produtores, situados em 1983 municípios brasileiros, gerando 8,4 milhões de empregos diretos e indiretos (CNC, 2022).

## **2.2. Ondas de consumo do café e café especial**

Com o objetivo de caracterizar o consumo de café e sua evolução, foi utilizado em 2002 pelo barista Trish Skeie o termo “ondas de consumo”. As ondas são um conjunto de características, razões e prioridades que ditam o comportamento do consumidor da bebida, que, como ondas, são fluídas e se sobrepõem, ou seja, coexistem, sendo essas divididas em três fases (GUIMARÃES, 2016; MELLO; FRANCO; PÉPECE, 2020).

A Primeira Onda está conectada ao período da Segunda Guerra Mundial e seus anos posteriores, entre 1940 e 1970, caracterizada pela massificação do consumo de café. Visando a sua produção e comercialização em grande escala, passou por uma comoditização, sendo consumida uma bebida de qualidade inferior, grande parte extraída da espécie de café Robusta, a qual contém teores de cafeína altos comparado à espécie Arábica. Nesse modo de consumo do café, visa-se o consumo utilitário, buscando a energia que é fornecida devido ao consumo de cafeína, sendo oferecido torrado e moído em armazéns e mercados para o consumo doméstico (GUIMARÃES, 2016; BOAVENTURA et al., 2018; MELLO; FRANCO; PÉPECE, 2020).

Em crítica ao modo de consumo de café existente e qualidade da bebida, surgiu a Segunda Onda de Consumo por volta da década de 80. Nesse período, ocorreu o aumento de consumo da bebida provinda da espécie arábica, popularização do consumo de cafés *espressos* bem como o consumo de bebidas à base de café (com adição de leite, cremes, chocolates, etc) em cafeterias, havendo como motivação não só a utilidade mas também a experiência de consumo, um grande exemplo desse estilo de consumo é a marca Starbucks®. Inicia-se o consumo de cafés de qualidade superior, surgindo conceitos como cafés especiais e origem produtora. Em contrapartida, houve-se uma necessidade de padronização de sabor

das grandes redes de cafeteria, estimulando assim uma torra de grau mais escuro, causando uma queda na qualidade (GUIMARÃES, 2016; BOAVENTURA et al., 2018; MELLO; FRANCO; PÉPECE, 2020). Segundo Guimarães (2016), pertence também a essa onda o consumo de cafés em cápsula.

A Terceira Onda de Consumo, originária nos anos 2000, traz consigo o conceito artesanal ao mercado de café e a popularização do termo “café especial”, sendo utilizado quase em totalidade grãos da espécie Arábica. A bebida é caracterizada por diversos atributos como origem (terroir), qualidade, processamento, torra e método de preparo, comparando-se ao mercado de vinhos, quanto à complexidade. Como crítica à padronização aplicada na Segunda Onda, a individualidade de cada café e ampla gama de perfis sensoriais que se diferenciam além do local de origem, a safra de colheita, são amplamente exploradas. São apreciadas a exclusividade e singularidade da bebida e de seu modo de preparo artesanal e particular para cada tipo de grão. Logo, nesse modo de consumo é observada a “descommoditização” do café. Além das características intrínsecas à bebida, também é valorizada a experiência de consumo, bem como a história de sua produção e de seus produtores, agregando valor ao produto (GUIMARÃES, 2016; BOAVENTURA et al., 2018; MELLO; FRANCO; PÉPECE, 2020).

O termo café especial foi empregado pela primeira vez na França no ano de 1978, onde ocorreu uma conferência internacional do café. Eram considerados cafés desse tipo quando provindos de regiões que lhes conferiam perfis sensoriais únicos. Em questão de classificação, para ser considerado um café especial, esse deve obter uma pontuação igual ou superior a 80 pontos quando avaliado pela escala de classificação da *Specialty Coffee Association* - SCA, além de serem classificados fisicamente e devem apresentar ausência de defeitos primários e no máximo 5 defeitos secundários em 350 gramas (COCATO, OLIVEIRA, 2023; SCA, 2021).

A escala SCA atribui pontuação ao café de até 100 contemplando dez atributos importantes, sendo eles: fragrância/aroma, sabor, retrogosto, acidez, corpo, equilíbrio, uniformidade, xícara limpa, doçura e geral. Os atributos fragrância/aroma, sabor, finalização acidez, corpo, balanço e geral conferem uma pontuação de 6 a 10 no café, já uniformidade, xícara limpa e doçura é atribuído 2 pontos em cada xícara do café, sendo utilizado 5 xícaras. caso haja a existência de algum defeito é descontado da pontuação do café (LINGLE, 2011). Todos os atributos mencionados são dispostos em um formulário (figura 1) utilizado pelo provador especializado, chamado Q arabica grader (Q-grader), no momento da degustação, realizada seguindo o protocolo SCA (SCA, 2021).

**Figura 1 - Formulário de avaliação sensorial SCA**

The image shows the Specialty Coffee Association Arabica Cupping Form. At the top left is the SCA logo. To its right, the text reads 'Specialty Coffee Association Arabica Cupping Form'. Below this, there are fields for 'Marque', 'Date', and 'Table no.'. To the right of these fields is a 'Quality Scale' box containing a grid of scores: 4.00-6.00, 7.00-8.00, 9.00-10.00, and 11.00-12.00. The main body of the form is a large grid for sensory evaluation, with columns for 'Sample No.', 'Dry', 'Aroma', 'Flavor', 'Aftertaste', 'Body', 'Acidity', 'Balance', 'Mouthfeel', and 'Solubility'. Each cell in the grid contains a series of vertical lines for scoring. At the bottom right, there is a 'Final Score' field.

**Fonte:** Cesar (2021).

Muinhos (2018) e Carneiro (2021) já citam o advento da Quarta Onda de Consumo ainda não consolidada, sendo essa a expansão e interesse de conhecimento acerca do mundo do café por parte dos consumidores. Surge o termo *Home Roasting*, que se baseia na torra de pequenas quantidades de café cru utilizando em equipamentos especializados ou não, feitas em domicílio pelo próprio consumidor.

### **2.3. Torra**

A torra é um processo térmico a que o café é submetido antes de seu consumo com o principal objetivo de desenvolver aromas e sabores agradáveis ao paladar, além de facilitar a extração pela água e mudança de coloração e textura. Outros grãos como nozes, cacau e amendoim também são amplamente aplicados à torra. Historicamente, esse processo no café era realizado nas casas dos consumidores de maneira simples utilizando tambores cilíndricos, fato que começou a mudar em meados dos anos de 1800, quando há relatos que iniciou a comercialização do café torrado e se iniciou projetos e fabricação de torradores (SILVA, 2008; CARNEIRO, 2021; SANTOS, 2010).

A operação é considerada de suma importância em toda a cadeia produtiva, quando se trata da transformação do grão de café. A torra é influenciada pela interação de três variáveis, que são: temperatura, tempo de torra e fluxo de ar empregado, que ditam como será conduzida e seu resultado final. O processo de torra do grão se dá em três diferentes etapas, sendo elas denominadas secagem, escurecimento e finalização (SILVA, 2008; SANTOS, 2010).

Na etapa de secagem, o grão cru que se encontra com uma umidade de 8 a 13% de seu peso total, é exposto ao torrador em altas temperaturas, ocorrendo então a evaporação de grande parte de sua umidade nos primeiros minutos do processo de torra- sendo geralmente entre 2 e 5 minutos. Em paralelo, a temperatura do torrador abaixa até entrar em equilíbrio com a temperatura do grão, após ocorre o aumento gradativo da temperatura. Visualmente, é

possível notar a mudança de coloração, que sai de sua cor verde azulada e vai se transformando para o amarelo (SILVA, 2008).

Durante a segunda fase da torra, ocorrem diversas reações de pirólise - a decomposição de constituintes do café cru devido à altas temperaturas que são submetidas - produzindo assim compostos voláteis, como: dióxido de carbono, aldeídos, cetonas, ácido acético, metanol, triacilgliceróis e glicerol. A sacarose presente no grão cru sofre a caramelização, fornecendo produtos que dão cor características ao grão. Devido às reações supracitadas, há a liberação de uma grande quantidade de calor, sendo essa quantidade relacionada ao local que o café foi cultivado, observado que cafés de altitudes mais elevadas liberam mais calor comparado ao grão de regiões de baixa altitude (SILVA, 2008; MUINHOS, 2017; GONZALEZ, 2004).

Parte da sacarose é hidrolisada em glicose e frutose, que servem de substrato para que ocorra a reação de Maillard, uma reação de escurecimento não-enzimático que ocorre em alimentos com a presença de aminoácidos e açúcar redutores, como a glicose, quando cozidos ou fritos, ocorrendo a produção de um composto de coloração escura denominado melanoidina (HENDRIKSEN et al., 2009; MUINHOS, 2017). Essa reação se faz necessária na produção de alimentos visto que formam compostos de suma importância sensoriais - de cor, sabor e aroma (THOMAS; THOMAS, 2014).

Transformações que podem ser notadas no grão além de sua coloração - figura 2 - são a diminuição do peso, devido a perda de umidade e reações de pirólise, mudança de textura, se tornando quebradiço, o que facilita a posterior moagem. Além da expansão do volume, que ocorre devido à ruptura na parede celular do grão, chamado de primeiro *crack*, quando há o aumento da pressão interna, sendo possível atingir o dobro do volume inicial, evento no qual pode ser percebido havendo pequenos estouros dentro do torrador. Em consequência da expansão, há a formação de bolsões na estrutura celular, onde se encontram compostos que conferem sabor à bebida quando extraídos. Quando há a extensão do tempo de torra, ocorre o evento denominado de segundo *crack*, ocorrendo a ruptura e danificação dos componentes da parede celular, permitindo a liberação de compostos internos para a superfície do grão, como os óleos (MUINHOS, 2017; CARNEIRO, 2021).

**Figura 2** - Evolução da coloração durante a torra



**Fonte:** Muinhos (2017)

Quando se atinge o nível de torra desejado, o café é retirado do torrador e, em razão das altas temperaturas aplicadas, deve ser resfriado, com o intuito de cessar as reações que ocorrem e assim terminar o processo de torra (SILVA, A., 2008; SILVA, J., 2008; CARNEIRO, 2021).

É possível afirmar que o tipo de torra interfere diretamente na qualidade da bebida, levando em consideração características importantes: acidez, doçura, aroma e corpo. Uma torra mais clara é mais ressaltado a acidez do café. Nas torras de coloração média há uma diminuição da acidez, aproximando de um equilíbrio entre os atributos mencionados anteriormente. Torras escuras são caracterizadas por um sabor queimado e a carbonização de componentes do café, servindo para mascarar possíveis defeitos do grão (SILVA, A. 2008;).

Há uma diferença quanto à aceitação da bebida pelos consumidores em função do grau de torra. Uma torra mais escura é a preferida pela maior parte dos consumidores no Brasil, acredita-se que seja devido a questões culturais e/ou habituais (MONTEIRO et al., 2010; REIS et al., 2021).

Segundo Guerra (2022) uma das tendências de consumo de café no mundo está atrelado à qualidade, devido a uma maior educação dos consumidores elevando o padrão de qualidade, que buscam informações acerca da bebida a ser consumida, desde o cultivo até o processo de torra e preparo. Dentro dessa tendência destaca-se o consumo de cafés especiais, que, na maior parte dos casos é realizada uma torra média para potencialização de suas características sensoriais.

#### **2.4. Características físico-químicas do café**

A composição química do café cru tem grande influência na qualidade e composição do café torrado, visto que os compostos do café cru são degradados originando elementos que

conferem cor, aroma e sabores agradáveis e desejados no café torrado. Pode-se destacar os seguintes constituintes: carboidratos, compostos não voláteis (cafeína, trigonelina e ácidos clorogênicos) e lipídeos (FIGUEIREDO, 2013; DURÁN et al., 2016).

A tabela 1 apresenta a composição do café cru.

**Tabela 1** - Composição química de grão cru de *Coffea arabica* L. e *C. canephora* var. Robusta

Composto	Café Arábica (%)	Café Robusta (%)
Cafeína	0,7 - 1,4	1,2 - 2,4
Trigonelina	1 - 1,2	0,6 - 0,7
Minerais	3 - 4,2	3 - 4,2
Lignina	1 - 3	1 - 3
Proteínas	11 - 13	11 - 13
Aminoácidos livres	0,2 - 0,8	0,2 - 0,8
Óleos	7,7 - 16	7,7 - 16
Ceras	0,2 - 0,3	0,2 - 0,3
Ácidos clorogênicos totais	3,5 - 7,3	7 - 14
Ácidos alifáticos não voláteis	2 - 2,9	1,3 - 2,2
Ácidos voláteis	0,1	0,1
Carboidratos solúveis	9 - 12,5	6 - 11,5
Polissacarídeos insolúveis	46 - 53	34 - 44

**Fonte:** Durán et al. (2016)

Os carboidratos estão presentes em abundância no grão de café, representando grande parte de seu peso. A sacarose é a principal representante de açúcares livres no grão cru, de grande importância no processo de torra, sendo precursora de diversas reações químicas que conferem sabores e aroma desejáveis ao café. A sacarose é hidrolisada em monômeros que são imediatamente degradados, na reação de Maillard com a interação com aminoácidos formando melanoidinas; na caramelização, resultando em diversos compostos heterocíclicos que conferem aromas e produtos responsáveis pela cor; sendo reduzidos a ácidos, aldeídos, cetonas e ésteres (SILVA, 2008; FIGUEIREDO, 2013).



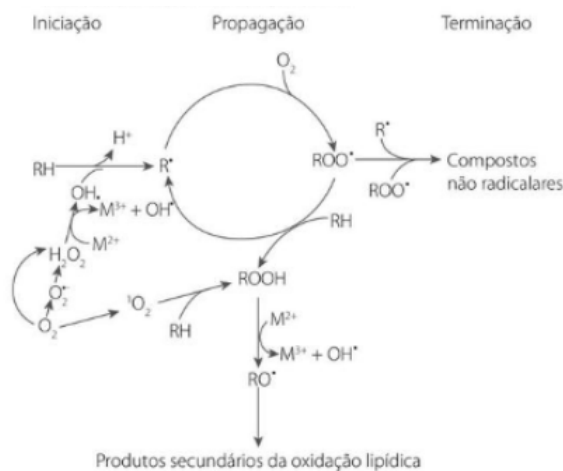
No café cru há a presença de compostos não voláteis que são precursores de diversos compostos voláteis formados no processo de torra. A trigonelina, um composto nitrogenado, presente no grão, durante o processo de torra dá origem a compostos voláteis, que conferem aromas agradáveis ao café e ácido nicotínico. Já os ácidos clorogênicos, importantes antioxidantes, são os principais representantes dos compostos fenólicos presentes no grão de café cru, passam por degradação durante a torra e resulta em produtos de suma importância para o aroma do café torrado, os ácidos fenólicos voláteis (TORRES, 2014). Estudos feitos por Rodarte et al. (2008) mostram que os teores de cafeína não se modificam do café cru para o café torrado, já para o concentração de trigonelina e ácido 5-cafeoilquínico (da família dos ácidos clorogênicos) o ponto de torra é determinante, em torras mais escuras há uma maior degradação desses compostos.

Uma determinante característica do café é sua acidez. Em tal aspecto pode-se destacar a importância dos ácidos carboxílicos, mesmo não sendo em maiores quantidades no grão. Cada ácido orgânico, seja o ácido cítrico, tartárico, málico, láctico ou acético, trará o seu sabor para a bebida, seja ele benéfico ou não, além de potencializar os demais atributos do café (FIGUEIREDO, 2013).

A fração lipídica do café é em sua maioria óleos presentes no endosperma do grão. Os trigliceróis que compõem os lipídios são essenciais para o transporte do aroma do café. Já os ácidos graxos são importantes no momento da torra pois dão origem a compostos, como os aldeídos, que no decorrer do processo serão precursores de compostos que conferem aroma (FIGUEIREDO, 2013). Os lipídeos são alvos de uma importante reação de degradação durante o armazenamento, tanto no café cru quanto no café torrado, a oxidação lipídica, responsável pelo aroma e sabor característico de ranço acarretando na perda da qualidade (QUAST; AQUINO, 2004). Há fatores que podem acelerar a oxidação, como a presença de oxigênio em contato com o alimento, a área de superfície exposta ao ambiente e atividade de água baixa pois há maior contato entre substrato e reagentes (RIBEIRO, 2007).

A oxidação lipídica compreende uma série de reações em cadeia de radicais livres, chamada autooxidação, ocorridas entre os ácidos graxos insaturados dos lipídeos e oxigênio, que são separadas em três fases: iniciação, propagação e terminação (figura 3). Na fase de iniciação, ocorre a formação de radicais de alquila abstraindo átomos de hidrogênio dos ácidos graxos. Na segunda fase, os radicais de alquila reagem com oxigênio para produzir radicais peroxila que abstraem mais átomos de hidrogênio formando radicais de alquila e hidroperóxidos. Na terminação ocorre a decomposição de hidroperóxidos em compostos de baixo peso molecular e compostos não radicalares (BRINQUES et al., 2016).

**Figura 3 - Fases da oxidação lipídica**



**Fonte:** Brinquês (2016).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento publicou a Portaria SDA nº570, de 9 de Maio de 2022, que estabelece o padrão oficial de classificação do café torrado. No qual estabelece parâmetros de qualidade do café quanto a matérias estranhas, teor de cafeína, características sensoriais e de torra do café, e, no caso do café moído, quanto a granulometria (BRASIL, 2022).

## 2.5. Embalagem

De acordo com a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC N° 91, de 11 de Maio de 2001, embalagem para alimentos “é o artigo que está em contato direto com alimentos, destinado a contê-los, desde a sua fabricação até a sua entrega ao consumidor, com a finalidade de protegê-los de agentes externos, de alterações e de contaminações, assim como de adulterações” (BRASIL, 2001).

As embalagens para alimentos desempenham cinco funções principais, são elas: proteção, conservação, acesso à informação, praticidade e estética. Dentre as funções citadas, a conservação tem um papel de suma importância, visto que os alimentos são suscetíveis a alterações, sejam essas por fatores químicos, físicos ou microbiológicos. São as embalagens que funcionam como barreiras, controlando fatores externos ao alimento, como luz, umidade, gases, assim assegurando a qualidade e mantendo as características sensoriais desejáveis (QUALIMENTOS JR., 2023).

Quando se trata de café torrado, seja em grão ou moído, os principais agentes externos de alteração são oxigênio, umidade e altas temperaturas. Logo se faz necessário embalagens que impeçam a interação desses elementos com o grão. Também há a preocupação com a

liberação de gás carbônico que ocorre após o processo de torra, que pode causar rompimento nas embalagens quando acondicionado imediatamente (ALVES et al., 2003; OLIVEIRA; ALVES, 2004).

Pode-se classificar o sistema de embalagem para café torrado em cinco classes, sendo elas: Embalagem com atmosfera normal/ tipo almofada; à vácuo; com atmosfera inerte; com válvulas desgaseificadoras; com absorvedores (OLIVEIRA; ALVES, 2004).

As embalagens do tipo almofadas são amplamente utilizadas no Brasil, comumente compostas por estrutura laminada de Polietileno Tereftalato (PET)/impressão/metalização/Polietileno de Baixa Densidade (PEBD). Nesse tipo de embalagem pode ocorrer o contato com oxigênio devido microfuros que são causados de maneira natural para a liberação do CO<sub>2</sub>, fazendo com que haja a diminuição da vida útil (OLIVEIRA; ALVES, 2004; CESAR; 2020).

Nas embalagens a vácuo ocorre a desgaseificação de maneira rápida para que ocorra a minimização de perda de aromas, sendo comumente embalagens laminadas compostas por PET (para barreira mecânica)/AI (para barreira de gases, umidade, aromas)/ Polietileno (PE) (selante). Já nas embalagens de atmosfera inerte, o ar que é retirado do interior da embalagem é substituído por gás nitrogênio, havendo a diminuição do oxigênio em contato com o café, são geralmente utilizados laminados PETmet/ PE. Tem-se ainda a utilização de embalagens com absorventes de gases, sendo a mais empregada a absorção do oxigênio (OLIVEIRA; ALVES; 2004; CESAR, 2020).

É possível a utilização de válvulas desgaseificadoras em embalagens para café, que propiciam a saída de gás carbônico liberado de forma natural e mantêm a barreira contra o oxigênio, preservando o aroma do café e retardando a oxidação do mesmo. Esse modelo não requer um longo tempo de espera para que o produto seja embalado após a torra, fato que auxilia na preservação dos aromas (OLIVEIRA; ALVES, 2004; CESAR, 2020; GAIA; MACHADO, 2020).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Descrição do experimento

O experimento foi realizado no esquema de parcelas subdivididas no tempo 4 x 4 (quatro níveis do fator da parcela: torra média em embalagem com e sem válvula, torra escura em embalagem com e sem válvula; e quatro níveis do fator da subparcela: 0, 30, 60, e 90 dias de armazenamento) no delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições. Foram mensuradas as seguintes variáveis resposta: coloração ( $L^* a^* b^*$ ), umidade e acidez total titulável.

#### 3.2. Preparação do café cru

Para a realização do presente experimento foi utilizado um café 80 pontos acima pela Metodologia de Avaliação Sensorial da SCA (*Specialty Coffee Association*), cultivado na região Campo das Vertentes, no estado de Minas Gerais. O café cru foi submetido a um conjunto de peneiras utilizadas para a classificação de cafés (Figura 4), e selecionados para a próxima etapa os cafés retidos nas peneiras  $16/64$  e acima.

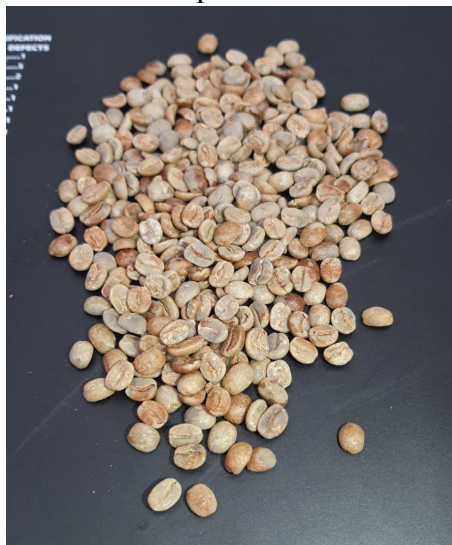
**Figura 4** - Conjunto de peneiras para classificação de cafés



**Fonte:** da autora (2023).

Em seguida, o café peneirado foi padronizado (Figura 5), retirando-se os defeitos para que esse se enquadre na classificação de cafés especiais, livre de defeitos primários e no máximo cinco defeitos secundários em 350 gramas (SCA, 2021).

**Figura 5** - Café do experimento livre de defeitos



Fonte: da autora (2023).

### 3.3. Torra

Os grãos crus dos cafés sem defeitos foram submetidos a duas curvas de torra, no torrador Probat Leogap® com capacidade de 1,2 quilogramas (Figura 6), cada amostra contendo 1 quilograma do café cru.

**Figura 6** - Torrador Probat Leogap



Fonte: da autora (2023)

Constam na Tabela 2 os controles de tempo e temperatura utilizados na torra dos cafés, denominada torra média (Figura 7).

**Tabela 2** - Curva da torra média

Tempo	Temperatura (°C)
0	150
53 segundos - ponto da temperatura mínima	99
2 minutos	118
3 minutos	133
4 minutos	146
5 minutos	157
6 minutos	167
7 minutos	175
7 minutos e 20 segundos - 1º <i>crack</i>	179
8 minutos	183
9 minutos	190
9 minutos e 17 segundos - saída	193

**Fonte:** da autora (2023)

Foi realizada a padronização da torra por meio de análise visual de cor de acordo com o padrão *Roast Color Classification System* (LINGLE, 2011), sendo a torra média (Figura 7) mais próxima do disco #65.

**Figura 7** - Café torrado - torra média



**Fonte:** da autora (2023)

Os dados de tempo e temperatura da curva da torra escura (Figura 8), encontram-se na Tabela 3.

**Tabela 3** - Curva da torra escura

Tempo	Temperatura (°C)
0	150
53 segundos - ponto da temperatura mínima	98
2 minutos	117
3 minutos	133
4 minutos	146
5 minutos	157
6 minutos	168
7 minutos	177
7 minutos e 11 segundos - 1° <i>crack</i>	179
8 minutos	184
9 minutos	193
10 minutos	198
11 minutos	204
12 minutos	211
12 minutos e 23 segundos - saída	214

**Fonte:** da autora (2023)

Foi realizada a padronização da torra por meio de análise visual de cor de acordo com o padrão *Roast Color Classification System* (LINGLE, 2011), sendo a torra média (\*Figura 8) mais próxima do disco #25.

**Figura 8** - Café torrado - torra escura



**Fonte:** da autora (2023)

### 3.4. Armazenamento

O café torrado foi acondicionado em embalagens com capacidade para 50 gramas de café em grão 11x15cm Stand up prata com e sem válvula de respiração. Em cada unidade foi embalado 30 gramas de amostra e devidamente selado. Foram preparadas quatro embalagens para cada mês de análise, sendo uma de *backup*. Na Tabela 4, têm-se a quantidade e especificação das amostras.

**Tabela 4** - Quantidade de amostras armazenadas

Torra média	1º mês	2º mês	3º mês	
Embalagem com válvula		4	4	4
Embalagem sem válvula		4	4	4
Torra escura				
Embalagem com válvula		4	4	4
Embalagem sem válvula		4	4	4
<b>Total</b>				<b>48</b>

**Fonte:** da autora (2023).

As amostras embaladas foram armazenadas em temperatura e umidade ambiente e as análises de espaço de cor L (luminosidade) \* a (componente vermelho-verde) \* b (componente amarelo-azul), de umidade e de acidez total titulável foram realizadas em cada tempo de armazenamento (0, 1, 2 e 3 meses).

### 3.5. Análises físico-químicas

#### 3.5.1. Análise de cor L\* a\* b\*

Para a análise da coloração foi utilizado um colorímetro Konica Minolta® Cr-300 (Konica Minolta Sensing Inc., Tóquio, Japão) devidamente calibrado. A cor das amostras de cada torra foram analisadas em três pontos diferentes, obtendo os parâmetros L\*, luminosidade variando de 0 (preto) a 100 (branco) a\* (componente verde - vermelho), b\* (componente amarelo - azul) da coloração do café.



### **3.5.2. Umidade**

A umidade do café foi medida utilizando dois gramas da amostra de café, previamente moído. A análise foi realizada em triplicata no equipamento Analisador de Umidade Gehaka® IV3000, de acordo com as instruções de uso do mesmo.

### **3.5.3. Acidez total titulável**

A análise de acidez total titulável foi realizada de acordo com a metodologia definida pela AOAC International (1990), com algumas alterações. O extrato utilizado para obtenção da acidez titulável foi preparado a partir de dois gramas de café moído diluído em 50 mL de água destilada e submetido à agitação por 1 hora em agitador mecânico a 150 rpm. A solução extrato foi submetida a filtração e em seguida uma alíquota de 10 mL do filtrado foi diluída em 50 mL de água destilada. A acidez titulável total foi determinada por titulação com NaOH 0,1 N, utilizando uma solução de fenolftaleína 1% como indicador e expressa em mL de NaOH 0,1 N por 100 gramas de amostra.

### **3.6. Análise de dados**

A análise de variância foi realizada utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2011), quando a interação entre os fatores foi significativa (efeitos dependentes) procedeu-se com o desdobramento e posterior comparação de médias pelo teste Tukey. No caso da interação não significativa o teste de Tukey foi realizado diretamente nos fatores principais quando necessário.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise de cor

As análises de variância dos espaços de cor foram realizadas separadamente. A análise de variância do parâmetro L\* apresentou interação significativa entre os fatores. Foi realizado o teste de médias, os dados obtidos estão dispostos na tabela 5.

**Tabela 5** - Média do parâmetro L\* de cafés com diferentes graus de torra armazenados em diferentes tipos de embalagem por três meses.

Tratamento (Torra/embalagem)	Tempo (em meses)			
	0	1	2	3
Média / Com válvula	20,02 a A	16,07 a AB	19,25 ab A	10,36 ab B
Média / Sem válvula	20,02 a A	13,31 a B	21,21 a A	13,93 a B
Escura / Com válvula	10,19 b AB	8,21 b B	15,51 bc A	9,16 ab B
Escura / Sem válvula	10,19 b AB	11,27 ab AB	13,64 c A	6,88 b B

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Fonte:** Da autora (2023).

A Luminosidade teve uma diferença significativa nos cafés recém torrados, pois a torra média apresentou praticamente o dobro do valor da torra escura independente da embalagem. A luminosidade varia do preto ao branco, quanto mais próximo a zero, mais escura é a coloração, logo há variação dos resultados em relação a torra, confirmando a diferença do grau de torra.

Já no primeiro mês de armazenamento houve distinção do café de torra média, em ambas as embalagens (16,07 e 13,31) e de torra escura na embalagem com válvula (8,21). No segundo mês, detectou-se uma discrepância entre torra média com válvula (19,25) e torra escura sem válvula (13,64), além da diferença significativa com valor mais alto no café de torra média sem válvula (21,21) comparado aos cafés de torra escura em ambas as embalagens (15,51 e 13,64). No terceiro mês houve apenas a diferenciação do café de torra média na embalagem sem válvula (13,93), que apresentou valores mais altos, ou seja, coloração mais clara, em relação ao café de torra escura sem válvula (6,88).

Ao longo dos meses, o café de torra média na embalagem com válvula apresentou diminuição apenas do terceiro mês (10,36) em relação aos demais. No terceiro mês a amostra analisada estava com a coloração mais escura. O café de torra média na embalagem sem

válvula não obteve-se uma diferença significativa entre os meses 0 (20,02) e 2 (21,21); e nos meses 1 (13,31) e 3 (13,93), um comportamento inconstante, já que a coloração do mesmo café varia em meses alternados.

No café de torra escura embalado com válvula houve uma diferença do mês 2 (15,51) para os meses 1 (8,21) e 3 (9,16), sendo o café recém torrado não se diferenciando dos demais. Por fim, no café escuro embalado sem válvula foi observado uma diferenciação apenas nos meses 2 (13,64) e 3 (6,88).

Nos valores de luminosidade foi constatada uma diferença entre as torras e as embalagens e ao longo tempo. No entanto, os valores se comportam de maneira desordenada. Esse tipo de resultado pode ser atribuído à mudança da claridade nas épocas de medição, além do café possuir diferentes colorações inerentes à matéria-prima de um grão para o outro ou no mesmo grão independente da torra. Tal diferença de comportamento durante a torra por conta de sua composição e estrutura, a presença de películas que podem ou não desprender do café durante a torra, e quando não desprendidos apresenta uma diferença quanto a coloração dos cafés que estão sem a película.

Nos dados da análise de variância realizado para o parâmetro  $a^*$  foi comprovada a significância da interação entre o tempo de armazenamento e os tratamentos, os resultados do teste de Tukey estão dispostos na tabela 6.

**Tabela 6** - Média do parâmetro  $a^*$  de cafés com diferentes graus de torra armazenados em diferentes tipos de embalagem por três meses.

Tratamento (Torra/embalagem)	Tempo (em mês)			
	0	1	2	3
Média / Com válvula	9,26 a A	9,86 a A	9,84 a A	10,79 a A
Média / Sem válvula	9,26 a A	10,35 a A	9,56 a A	10,00 ab A
Escura / Com válvula	7,41 b A	7,67 b A	6,84 b A	8,15 c A
Escura / Sem válvula	7,41 b A	7,07 b AB	7,14 b AB	8,69 bc B

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Fonte:** Da autora (2023).

No parâmetro  $a^*$ , que indica a variação de verde a vermelho, é possível observar que houve uma diferença significativa da torra média para a torra escura nos tempos de armazenamento 0 (média: 9,26, escura: 7,41), 1 (média: 9,86 e 10,35, escura: 7,67 e 7,07) e 2 (média: 9,84 e 9,56, escura: 6,84 e 7,14), com o valores mais altos para o café de torra média, porém, segundo Eugênio (2011) só seria possível analisar que a coloração tende mais para o

vermelho, se o parâmetro  $b^*$  se igualasse a 0. É possível constatar o mesmo comportamento em ambas as embalagens logo a presença da válvula não influenciou. Já no terceiro mês, o comportamento se diferencia do café de torra média embalado com válvula (10,79) para o café de torra escura em ambas as embalagens (8,15 e 8,69), e o café de torra média sem válvula (10,00) apresentou valor maior comparado ao café de torra escura com válvula (8,15).

O único café que apresentou diferença significativa nos meses de armazenamento foi de torra escura embalado sem válvula, constando uma diferença apenas no terceiro mês de armazenamento (8,69) em relação ao café recém torrado (7,41), logo a embalagem com válvula contribuiu para que a coloração do café de torra escura não sofresse alterações.

Importante salientar que, igualmente ao parâmetro de luminosidade, os resultados do parâmetro  $a^*$  apresentam variações, podendo ser resultado de naturais discrepâncias de tonalidade no mesmo grão ou em grãos de uma mesma torra.

Para a análise de variância do parâmetro  $b^*$ , foi encontrado uma interação significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento, sendo realizado o teste de Tukey das médias das medições (\*Tabela 7).

**Tabela 7** - Média do parâmetro  $b^*$  de cafés com diferentes graus de torra armazenados em diferentes tipos de embalagem por três meses.

Tratamento (Torra/embalagem)	Tempo (em mês)			
	0	1	2	3
Média / Com válvula	16,89 a A	17,48 a A	17,61 a A	15,41 a A
Média / Sem válvula	16,89 a A	16,73 a A	16,79 a A	17,26 a A
Escura / Com válvula	11,63 b A	10,02 b A	9,69 b A	10,48 b A
Escura / Sem válvula	11,63 b A	10,44 b AB	10,79 b A	7,82 b B

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Fonte:** Da autora (2023).

Em todos os tempos de armazenamento há uma diferença significativa do parâmetro  $b^*$  para as torras médias e escuras, sendo que a torra média apresentou valores mais altos. Ao longo do tempo há a diferenciação apenas no café de torra escura embalado sem válvula no terceiro mês de armazenamento (7,82), quando houve uma diminuição significativa de  $b^*$  dos meses anteriores, um comportamento similar ao resultado do parâmetro  $a^*$ .

Os dados de coordenadas colorimétricas  $a^*$  e  $b^*$  obtidos por Oliveira (2013) e Rabelo et al. (2015), assim como no presente experimento, se encontram no quadrante primário (mistura de vermelho e amarelo), representando a coloração amarronzada

característica de cafês torrados. Porém as faixas de valores não coincidem, podendo indicar uma diferença das torras realizadas nos trabalhos. Em relação à diferença do grau de torra, média e escura, não houve o mesmo comportamento dos resultados obtidos por Oliveira (2013), indicando fortemente variações durante o experimento como já ressaltado.

#### 4.2. Umidade

A análise de variância realizada com os resultados de umidade das amostras mostrou que houve uma interação significativa entre os tratamentos (tipo de torra e embalagem) e o tempo de armazenamento, sendo necessário realizar o desdobramento pelo teste de Tukey, em que as médias se encontram na tabela 8.

**Tabela 8** - Média de umidade (%) de cafês com diferentes graus de torra armazenados em diferentes tipos de embalagem por três meses.

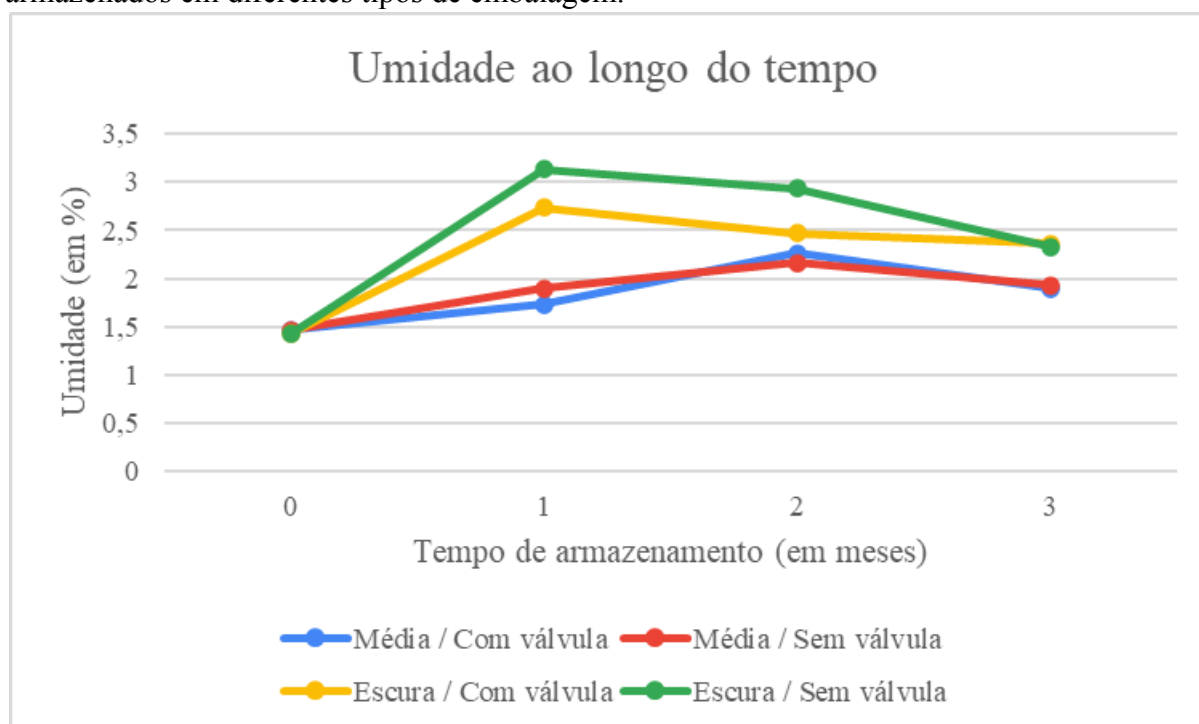
Tratamento (Torra/embalagem)	Tempo			
	0	1	2	3
Média / Com válvula	1,47 a A	1,73 a AB	2,27 a B	1,90 a AB
Média / Sem válvula	1,47 a A	1,90 a AB	2,17 a B	1,93 a AB
Escura / Com válvula	1,43 a A	2,73 b B	2,47 ab B	2,36 a B
Escura / Sem válvula	1,43 a A	3,13 b C	2,93 b C	2,33 a B

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Fonte:** Da autora (2023).

No gráfico 1 estão dispostas as médias de umidade ao longo do tempo.

**Gráfico 1** - Umidade (%) ao longo do tempo do café com diferentes graus de torra armazenados em diferentes tipos de embalagem.



**Fonte:** Da autora (2023).

Com relação às diferentes torras, não houve diferença significativa de umidade no café recém torrado. Após 1 mês de armazenamento há uma diferença significativa de umidade devido a torra, sendo maior na torra escura em ambas as embalagens (2,73% e 3,13%), podendo estar relacionado a ruptura que ocorre na matriz celular do grão devido a intensa e agressiva torra que é realizada, criando aberturas que favorecem a absorção da umidade pelo grão. Em contrapartida não houve diferença significativa devido ao tipo de embalagem.

No segundo mês de armazenamento é possível observar apenas uma diferença no café de torra escura sem válvula (2,93%) para os cafés de torra média (independente da embalagem, 2,27% e 2,17%), sendo uma diferença menor comparado ao mês anterior. Até que, no terceiro mês de armazenamento não se observa uma diferença significativa tanto para o tipo de torra quanto para embalagem.

Ao longo do tempo de armazenamento, o café de torra média na embalagem com válvula apresentou apenas uma diferença significativa no armazenamento de 2 meses (2,27%) comparado ao café recém torrado (1,47%). O café embalado sem válvula apresentou o mesmo comportamento do café embalado com válvula, um aumento significativo apenas nos segundo mês de armazenamento (2,17%) quando comparado ao café recém torrado (1,47%). Portanto, a presença da válvula não influenciou diretamente na estabilidade da umidade.

Para a torra escura em embalagem com válvula houve uma diferença significativa de umidade apenas do café recém torrado (1,43%) para o café armazenado a partir do primeiro mês (2,73%). No café embalado sem válvula houve um comportamento irregular, sendo observado um aumento significativo de umidade nos tempos 1 (3,13%) e 2 (2,93%) meses em relação ao café recém torrado (1,43%) e uma diminuição no terceiro mês de armazenamento (2,33%), mas ainda com uma umidade mais alta que a do café recém torrado. Esse considerável aumento, também observado por Costa et al. (2011), pode ser vinculado ao fato de que o café foi acondicionado nas embalagens imediatamente após a torra, não possibilitando a correta liberação dos vapores de água que permaneceram na embalagem, além da possibilidade de presença de micro furos e falhas na selagem das embalagens utilizadas, permitindo o contato com a umidade do ar.

Os cafés, durante todo o período de experimento, se mantiveram abaixo de 5,0% de umidade, nos padrões da legislação vigente, Portaria SDA nº570, de 9 de Maio de 2022, aptos a serem comercializados. Segundo Alves et al. (2003), o aumento da umidade acelera o processo de deterioração do café, podendo ser percebidos valores maiores para o café de torra escura, logo são mais susceptíveis a degradação ao longo do tempo.

No trabalho de Oliveira (2013), obteve-se uma mesma faixa de umidade, caracterizando a atividade de água como baixa, pois as moléculas de água estão fortemente adsorvidas em locais específicos. Foi observada uma diferença significativa de umidade nos cafés de torras diferentes, o que não ocorreu neste experimento no café recém torrado.

#### 4.3. Acidez total titulável

A análise de variância para a acidez total titulável, expressa em ml de NaOH 0,1/100 gramas de café foi realizada indicando que há uma interação significativa entre os tratamentos (tipo de torra e embalagem) e o tempo de armazenamento, logo há uma dependência entre os fatores. Realizando o desdobramento pelo teste Tukey, na tabela 9, encontram-se as médias.

**Tabela 9** - Média de acidez total titulável de cafés com diferentes graus de torra armazenados em diferentes tipos de embalagem por três meses.

Tratamento (Torra/embalagem)	Tempo			
	0	1	2	3
Média / Com válvula	337,5 a A	308,3 a AB	279,1 a B	187,5 a C
Média / Sem válvula	337,5 a A	225,0 b B	229,1 b B	204,1 a B
Escura / Com válvula	208,3 b A	166,6 c B	125,0 c C	112,5 b C

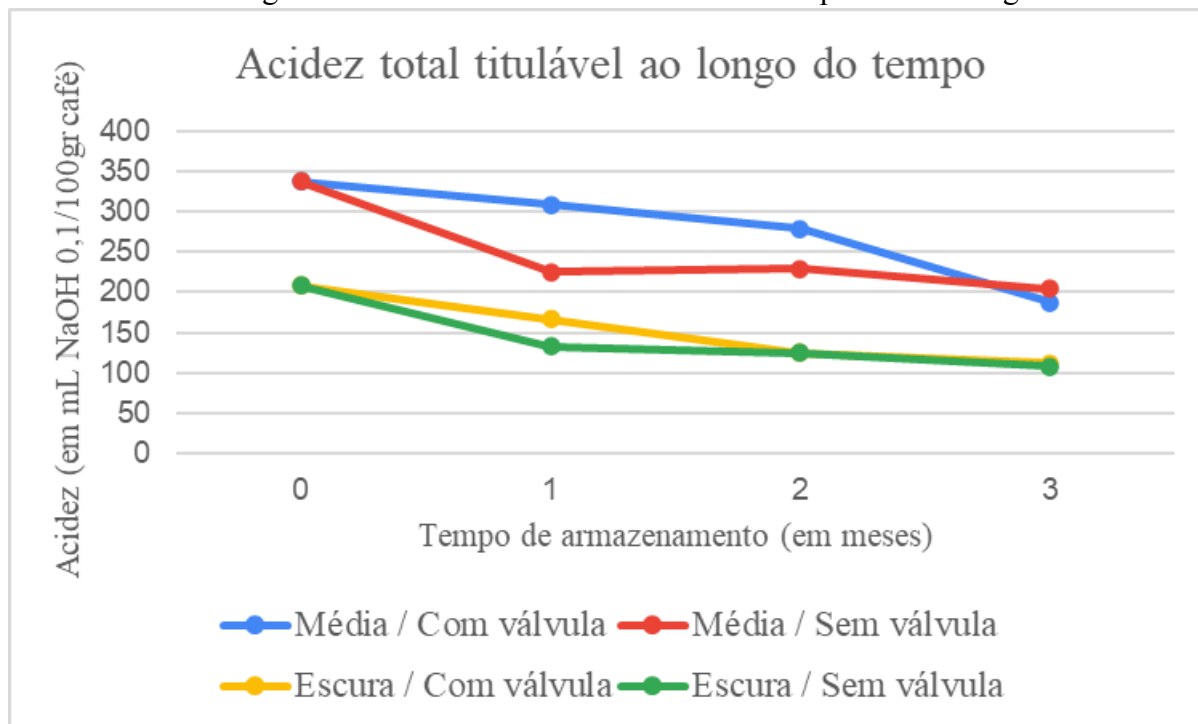
Escura / Sem válvula	208,3 b A	133,3 c B	125,0 c B	108,3 b B
----------------------	-----------	-----------	-----------	-----------

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Fonte:** Da autora (2023).

No gráfico 2 encontra-se o comportamento da acidez total titulável ao longo dos meses do experimento.

**Gráfico 2** - Acidez total titulável (em mL de NaOH/100 gr de café) ao longo do tempo do café com diferentes graus de torra armazenados em diferentes tipos de embalagem.



**Fonte:** Da autora (2023).

No café recém torrado houve uma diferença de acidez devido ao tipo de torra (independente da embalagem), sendo mais alta na torra média (337,5 ml de NaOH 0,1/100 gramas de café). No primeiro mês de armazenamento, verificou-se uma diferenciação por conta do grau de torra, do tipo de embalagem no café de torra média: a embalagem com válvula manteve a acidez mais alta (308,3 ml de NaOH 0,1/100 gramas de café); já na torra escura não houve diferença entre as embalagens (166,6 e 133,3 ml de NaOH 0,1/100 gramas de café). No segundo mês de armazenamento obteve-se o mesmo comportamento do primeiro mês. No terceiro mês houve apenas a diferença no tipo de torra, sendo o tipo de embalagem irrelevante para a acidez no presente trabalho..

Ao longo do tempo, no café de torra média em embalagem com válvula houve uma diferença entre o café recém torrado (337,5 ml de NaOH 0,1/100 gramas de café) e o segundo



mês de armazenamento (279,1 ml de NaOH 0,1/100 gramas de café), com uma perda significativa no terceiro mês de armazenamento (187,5 ml de NaOH 0,1/100 gramas de café). O café de torra média em embalagem sem válvula diminuiu significativamente já no primeiro mês de armazenamento (225,0 ml de NaOH 0,1/100 gramas de café), se mantendo até o terceiro mês (204,1 ml de NaOH 0,1/100 gramas de café).

A torra escura na embalagem com válvula diminuiu a acidez logo no primeiro mês de armazenamento (166,6 ml de NaOH 0,1/100 gramas de café), diminuindo mais no segundo mês (125,0 ml de NaOH 0,1/100 gramas de café) e se mantendo no terceiro mês (112,5 ml de NaOH 0,1/100 gramas de café). Na embalagem sem válvula diminui a acidez no primeiro mês (133,3 ml de NaOH 0,1/100 gramas de café) e se manteve até o terceiro mês (108,3 ml de NaOH 0,1/100 gramas de café).

Logo, há uma similaridade de comportamento nas embalagens sem válvula independente da torra analisada. Na embalagem com válvula nota-se um comportamento distinto de acordo com o grau da torra.

O valor de acidez total titulável da torra média se encontra dentro da faixa de valores obtidos por Lopes, Pereira e Mendes (2000) - entre 357,78 e 270,38 mL NaOH 0,1N. 100 g<sup>-1</sup> de amostra. Já o valor de acidez da torra escura se aproxima de valores encontrados por Moura et al. (2007), e Peisino (2015) - 168,80 mL NaOH 0,1N. 100 g<sup>-1</sup> de amostra e de 229,79 a 181,06 mL NaOH 0,1N. 100 g<sup>-1</sup> de amostra, respectivamente.

De acordo com Fernandes (2001), uma torra intensa diminui a acidez total titulável da bebida, pois degrada ácidos clorogênicos que estão ligados à matriz do grão de café, sendo possível observar esse efeito nos resultados obtidos.

Segundo Cella (2002), o aumento de acidez indica o acontecimento de reações hidrolíticas que podem ocorrer durante o armazenamento, com a produção de ácidos graxos livres e de diglicerídeos, que ocorre devido à presença de água e da alta temperatura. No presente trabalho, não foi observado esse aumento, não sendo possível atestar o desenvolvimento dessas reações. Quast e Aquino (2004) constataram que houve um aumento do índice de acidez nos 40 dias de armazenamento, já Costa et al. (2011) identificaram em seu experimento o aumento no índice de acidez nos primeiros 60 dias de armazenamento, ambos relacionam esse resultado à oxidação lipídica. Apesar de não se tratar da mesma análise realizada no trabalho presente, é investigado o mesmo parâmetro.

Via de regra, há um aumento da acidez total durante o armazenamento, fato ligado à oxidação lipídica que aflige o grão, porém nos resultados foi notada uma diminuição, que pode ser explicada pela volatilização dos ácidos voláteis do café (MOREIRA; TRUGO;

MARIA, 2000), visto que o experimento analisa um tempo curto de guarda, acreditando não ser possível analisar a oxidação lipídica pela acidez total titulável mensurada.

## 5. CONCLUSÕES

A torra média tem uma luminosidade maior que a torra escura.

A umidade se manteve nos padrões da legislação, porém em ambas as torras houve a absorção de umidade. A torra escura aumentou a umidade mais rapidamente e o tipo de embalagem não influenciou.

A acidez total titulável apresentou diferença no café recém torrado, menor para o café de torra escura. Durante o armazenamento a acidez apresentou queda, não sendo possível constatar a presença de oxidação lipídica. Para a torra média a embalagem com válvula resultou em menor perda de acidez.

## REFERÊNCIAS

ALVES, R. M. V., MORI, E. E., MILANEZ, C. R., PADULA, M. Café torrado e moído em embalagens inertizadas, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 23(supl): 22-27, dez., 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ - ABIC. **Indicadores da Indústria de Café | 2021**. Disponível em: <<https://estatisticas.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/indicadores-da-industria-de-cafe-2021/>>. Acesso em: 20 nov. 2022.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15 ed. Washington, 1990. 2v.

BARBOSA, L. O. S., AGUILAR, C., MACIEL, L. **A participação de Minas Gerais e do Brasil na cadeia produtiva global do café**. *Economia & Região*, 9(1), 147. 2021. <https://doi.org/10.5433/2317-627x.2021v9n1p147>.

BOAVENTURA, P. S. M., et al. (2018). Value co-creation in the specialty coffee value chain: The third-wave coffee movement. *RAE Revista de Administração de Empresas*, 58(3), 254–266. 2018. <https://doi.org/10.1590/S0034-759020180306>

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução de diretoria colegiada - RDC Nº 91, de 11 de maio de 2001. Aprovar o Regulamento Técnico - Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos constante do Anexo desta Resolução. Diário Oficial da União, Brasil, 15 maio de 2001. Disponível em: <[http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/%284%29RDC\\_91\\_2001\\_COMP.pdf/14e43607-c4b5-4457-9edd-cf36678c606b](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/%284%29RDC_91_2001_COMP.pdf/14e43607-c4b5-4457-9edd-cf36678c606b)>. Acesso em: 6 fev. 2023.

BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Portaria SDA nº 570, de 9 de maio de 2022. Estabelece o padrão oficial de classificação do café torrado. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 de maio de 2022.

BRINQUES, G. B. (org). **Bioquímica dos alimentos**. 1. ed. São Paulo: Pearson, 2016. v. 1. 160p .

CARNEIRO, C. M. **Processo produtivo do café: torrefação e qualidade**. 2021. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

CELLA, R. C. F., REGITANO-D'ARCE, M. A. B., SPOTO, M. H. F. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 22(2): 111-116, maio-ago., 2002.

CESAR, J. Entenda o protocolo SCA de pontuação de cafés especiais e seus 11 atributos. **Tostai**. 2021. Disponível em: <<https://www.tostati.com.br/blog/entenda-o-protocolo-sca-e-seus-11-atributos/>>. Acesso em: 31 jan. 2023.

CESAR, J. Os grãos de café especial ficam ruins?. **Tostai**. 2020. Disponível em: <[https://www.tostati.com.br/blog/os-graos-de-cafe-especial-ficam-ruins/#4\\_Os\\_tipos\\_de\\_em\\_balagens\\_para\\_o\\_cafe\\_torrado/](https://www.tostati.com.br/blog/os-graos-de-cafe-especial-ficam-ruins/#4_Os_tipos_de_em_balagens_para_o_cafe_torrado/)>. Acesso em: 06 fev. 2023.

COCATO, L.; OLIVEIRA, J. O que torna um café especial? Saiba quais são os parâmetros analisados. **Rehagro Blog**. Disponível em: <<https://rehagro.com.br/blog/o-que-torna-um-cafe-especial/>>. Acesso em: 31 jan. 2023.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Primeiro levantamento da safra 2023 de café indica uma produção de 54,94 milhões de sacas**. 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4890-primeiro-levantamento-da-safra-2023-de-cafe-indica-uma-producao-de-54-94-milhoes-de-sacas>> . Acesso em: 19 jan. 2023.

CONSELHO NACIONAL DO CAFÉ. Brasil: a nação do café. **Conexão safra**. Disponível em: <<https://conexaosafra.com/geral/brasil-a-nacao-do-cafe/>>. Acesso em: 19 jan. 2023.

COSTA, N. V. et al. Avaliação da vida de prateleira de grãos de café torrado e moído: avaliação da vida de prateleira de grãos de café torrado e torrado e moído. *In*: CONGR.

DURÁN, C. A. A. et al. Café: aspectos gerais e seu Aproveitamento para além da Bebida. **Revista Virtual de Química**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 107-134, 2017. Sociedade Brasileira de Química (SBQ).

EUGÊNIO M. H. **Coloração do café torrado e moído obtido por diferentes mesclas de *Coffea arabica* L. E *Coffea canephora* Pierre**. 2011. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

FALEIROS, R. N.; TOSI P. G. S. O café no brasil: produção e mercado mundial na primeira metade do século XX. **História econômica & história de empresas**. v.22, n.2 (2019), 309-343.

FERNANDES, S. M.; PINTO, N.A.V. D.; CARVALHO, V. D. de; PEREIRA, R.G.F.A. Avaliação química da qualidade dos grãos de café torrados de duas cooperativas do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Armazenamento, Especial Café**. Viçosa, v.3, p.35-38,2001.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039- 1042, 2011.

FIGUEIREDO, L. P. **Abordagem sensorial e química da expressão de genótipo de bourbon em diferentes ambientes**. 2013. 127 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

GAIA, N. S. MACHADO, M. L C. **Emprego de embalagens ativas e inteligentes**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Materiais) - Universidade Presbiteriana Mackenzie.

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.

GUERRA, G. Seis tendências de consumo de café no mundo. 2022. **Perfect Daily Grind**.

Disponível em:

<<https://perfectdailygrind.com/pt/2022/02/02/seis-tendencias-de-consumo-de-cafe-no-mundo/>>. Acesso em: 02 mar. 2023

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

HENDRIKSEN H. V.; et al. Evaluating the potential for enzymatic acrylamide mitigation in a range of food products using an asparaginase from *Aspergillus oryzae*. **J Agric Food Chem** 57 (2009), pp. 4168–4176

LINGLE, T. R. **The coffee cupper's handbook: systematic guide to the sensory evaluation of coffee's flavor**. 4. ed. Long Beach: Specialty Coffee Association of America, 2011. 66 p.

LOPES, L. M. V.; PEREIRA, R. G. F. A.; MENDES, A. N. G. Teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e ph de grãos crus e torrados de sete cultivares de café (*Coffea arabica* L.) e suas variações com o processo de torração. *in*: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas - MG. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2000. p. 748-751.

Disponível em:

<[http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/885/155537\\_Art196f.pdf?sequence=1](http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/885/155537_Art196f.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 24 fev. 2023.

MARQUESE, R. de B. As origens de brasil e java: Trabalho compulsório e a reconfiguração da economia mundial do café na Era das Revoluções. c.1760-1840. **Historia (Brazil)**, 34(2), 108–127. 2015. <https://doi.org/10.1590/1980-436920150002000060>

MARTINS, M. de S. N. “No Brazil a colheita das graças não é menos profusa que a do café”: as Exposições da Indústria no Brasil dos anos 1860. **Geosul**, 36(79), 249–272. 2021. <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2021.e75205>

MELLO, V. G. ; FRANCO, J. O. B. ; PÉPECE, O. M. C. Abandono de consumo : mudanças nos significados de consumo de café na onda dos cafés especiais. **Consumer Behavior Review** , v. 4, p. 245-260, 2020.

MONTEIRO, M. A. M... et al. Influência da torra sobre a aceitação da bebida café. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 57, n.2, p. 145-150, mar/abr, 2010.

MORAIS, S. A. L. et al. Análise de compostos bioativos, grupos ácidos e da atividade antioxidante do café arábica (*Coffea arabica*) do cerrado e de seus grãos defeituosos (PVA) submetidos a diferentes torras. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, v.28, 198–207. Campinas - SP. 2008.

MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C.; MARIA, C. A. B. de. Componentes voláteis do café torrado. parte ii.: compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Química Nova**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 195-203, 2000. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/qn/a/xyzHTZ7M4bg8yCDh9YPfdth/?lang=pt&format=pdf#:~:text=>

Segundo%20dados%20da%20literatura%2C%20os,1%20g%2FKg)69.>. Acesso em: 24 fev. 2023.

MOURA, S. C. S. R. de. Avaliações Físicas, Químicas e Sensoriais de Blends de Café Arábica com Café Canephora (Robusta). **Brazilian Journal Of Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 4, p. 271-277, out./dez. 2007. Trimestral. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/89943/1/Proci-07.00316.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2023.

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: 24 jan. 2023.

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: 31 jan. 2023.

NADALETI, D. H. S. et al. Qualidade do café especial torrado em grãos acondicionado em diferentes condições. *In*: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2015: pp. 1-6, Curitiba - PR. Disponível em: <[http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3521/139\\_IX-SPCB-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=yhttp://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3521/139\\_IX-SPCB-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3521/139_IX-SPCB-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=yhttp://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3521/139_IX-SPCB-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 24. fev. 2023 .

OLIVEIRA , P. A. P. L.V.; ALVES, R. M. V. Embalagem para café torrado, uma alternativa para a agregação de valor ao 117 produto. **Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagens** v. 16 n.1 , Jan,Fev,mar.2004.

OLIVEIRA, G. H. H. **Propriedades físicas e termodinâmicas da sorção do café torrado, inteiro e moído, durante o armazenamento**. 2013. 71 p. Tese ( Pós-Graduação em Engenharia Agrícola )-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

OLIVEIRA, G. D. et al. Caracterização física de café após torrefação e moagem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 1813-1828, 2014.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ - OIC. **Relatório sobre o mercado de café - agosto 2021**. Disponível em:

<[http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/publicacoes\\_tecnicas/relatorio\\_oic\\_agosto\\_2021.pdf](http://consorciopesquisacafe.com.br/arquivos/consorcio/publicacoes_tecnicas/relatorio_oic_agosto_2021.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2022.

PEISINO, F. M. et al. Caracterização e avaliação de ph, acidez titulável e extrato aquoso de cafés finos por estratos de altitude. *In*: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2015, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: [s. n.], 2015. Disponível em: <[http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb\\_anais/simposio9/193.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio9/193.pdf)>. Acesso em: 24 fev. 2023

PERFECT DAILY GRIND BRASIL. **Raio-X do Café no Brasil: produção, indústria, consumo, informações relevantes sobre o mercado do país**. 24 mai. 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/#:~:text=J%C3%A1%20o%20consu>>

mo%20de%20caf%C3%A9s,de%20sacas%2C%20segundo%20o%20Rabobank>. Acesso em: 20 nov. 2022.

PESQUISA ENSINO E EXTENSÃO, 8., 2011: pp. 1–12, Goiânia - GO,. Disponível em: <[http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/conpeex/pibic/trabalhos/NAIANE\\_V.PDF](http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/conpeex/pibic/trabalhos/NAIANE_V.PDF)>. Acesso em: 24. fev. 2023.

QUALIMENTOS JR. (Pirassununga). **Embalagens de alimentos: uma função além da estética**. Qualimentos Jr. Consultoria em Engenharia de Alimentos. Disponível em: <<https://qualimentosjr.com.br/embalagens-de-alimentos-uma-funcao-alem-da-estetica/>>. Acesso em: 06 fev. 2023.

QUAST, L. B.; AQUINO, A. D. de. **Oxidação dos lipídios em café arábica** (*Coffea arabica* L.) e café robusta (*Coffea canephora* P.). **B. CEPPA**, Curitiba, v.22, n. 2, p. 325-336, jul./dez. 2004.

RABELO, M. H. S. et al. Relação entre os sistemas colorimétricos para café torrado e moído com diferentes tonalidades. *In*: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2015, Curitiba - PR.

RAMALHO, M. **Impacto da atmosfera da cafeteria de terceira onda do café na experiência, disposição em pagar mais, permanecer na cafeteria e a percepção de qualidade em relação ao café especial**. 2019. 87f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2019.

REIS et al. Percepção dos consumidores da Cafeteria Escola Cafesal-UFLA: uma análise sensorial de diferentes tipos de torra de café especial. **Revista Expectativa**, Toledo/PR, v.20, n. 1, p. 17-33, jan./mar., 2021. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/expectativa/article/view/23830/16975>>. Acesso em: 24. jan. 2023.

RIBEIRO, E. P. **Química de alimentos**. [São Paulo]: Editora Blucher, 2007. *E-book*. ISBN 9788521215301. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521215301/>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

RODARTE, M. P. **Análise sensorial, química e perfil de constituintes voláteis de cafés especiais**. 2008. 147 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

SANTOS, E. S. M. **Perfil sensorial e aceitabilidade do consumidor para *Blends* de bebida de café preparadas com grãos arábica (*Coffea arabica* L.) e conilon (*Coffea canephora* P.)**. 2010. 109 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

SCA. Specialty Coffee Association. **Protocols & best practices: Green Coffee Grading Protocols**. Disponível em: <<http://www.scaa.org/?page=resources&d=cupping-protocols>>. Acesso em 29 nov. 2022.

SILVA A. B da. **Identificação de riscos e perigos no processo de torra e moagem de café visando a obtenção de produtos seguros e de qualidade**. 2008. 68 p. Dissertação (Mestrado



em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.

**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.

**SILVEIRA, A. C. M. Classificação dos níveis de torra de cafés especiais por meio de análise de imagem digital .** 2021. 33 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2021.

**THOMAS, A.; THOMAS, A. Acrylamide - A potent carcinogen in food. International Journal of Science and Research,** v. 3, n. 7, p. 2319–7064, 2014.

**TORRES, L. M. Compostos bioativos, ácidos orgânicos, atividade antioxidante e suas correlações com a qualidade da bebida café arábica.** 2014. 93 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.