



**BERNARDO CARVALHO RIBEIRO DA FONSECA**

**TORREFAÇÃO DE CAFÉS *GOURMET* POR MÉTODO NÃO  
CONVENCIONAL**

**LAVRAS – MG  
2022**

**BERNARDO CARVALHO RIBEIRO DA FONSECA**

**TORREFAÇÃO DE CAFÉS *GOURMET* POR MÉTODO NÃO CONVENCIONAL**

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

Prof. Dr. Irineu Petri Júnior  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2022**

**BERNARDO CARVALHO RIBEIRO DA FONSECA**

**TORREFAÇÃO DE CAFÉS *GOURMET* POR MÉTODO NÃO CONVENCIONAL**

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

APROVADO em 02 de setembro de 2022.

---

Msc. Paula Giarolla Silveira  
PPGCA/UFLA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lidja Dahiane Menezes Santos Borél  
DEG/UFLA

---

Prof. Dr. Irineu Petri Júnior  
DEG/UFLA

**LAVRAS – MG  
2022**

*Aos meus pais José Flávio e Rosângela.  
Aos meus avôs José Martins e Sebastião.  
Às minhas avós Maria Marlene e Helena.  
Ao meu irmão Igor.  
À minha irmã Ana Flávia.  
Dedico*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais José Flávio e Rosângela, meu irmão Igor e minha irmã Ana Flávia por todo o apoio em minha vida, em especial na minha graduação por estarem sempre por perto e servindo de amparo.

Aos meus falecidos avôs José Martins e Sebastião por todo o carinho e ajuda, às minhas avós Maria Marlene e Helena, por sempre tornarem suas casas um segundo lar.

À minha tia Vera por ter auxiliado na correção ortográfica deste trabalho.

À minha namorada Lígia, por ter dado todo o apoio na escrita deste trabalho. Aos meus amigos que tive o privilégio de encontrar na minha graduação, em especial Guilherme, Sarah e Maria Eduarda, por sempre fazer os trabalhos juntos, e Andressa, por ter me auxiliado em diversas dúvidas. Vocês foram fundamentais, obrigada por ser minha segunda família!

A todos os professores que tive durante minha trajetória, especialmente ao Professor Irineu, que além de orientador se tornou um grande amigo.

À Universidade Federal de Lavras e NEPETRO por todo o conhecimento passado e por ter contribuído em meu crescimento pessoal e profissional. De maneira geral, agradeço a todas as pessoas que de alguma forma passaram pela minha vida nesses cinco anos de graduação.

**MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

O avanço da indústria do café foi marcado pelas chamadas Ondas do Café, e atualmente ocorre a Quarta Onda do Café, em que o intuito é o consumidor torrar o seu próprio café e produzir a bebida na sua residência. Na torrefação por método convencional o aquecimento dos grãos é dado por meio da condução térmica com as paredes do tambor rotativo, o que pode gerar uma torra heterogênea e queimar o café. Torrar café *gourmet* em uma pipoqueira elétrica é uma alternativa frente ao método convencional. Já com a utilização da pipoqueira elétrica os grãos são aquecidos com ar quente e são misturados no interior, o que permite uma torra homogênea. Sendo assim, esse trabalho objetiva realizar a torra de três diferentes tipos de café, sendo eles: descascado, maduro e verde por um método não convencional, verificando a viabilidade de utilizar uma pipoqueira elétrica para tal. Para verificar o quão viável é esse aparato, foram analisadas as qualidades das torras por meio da análise da cor, análise sensorial e cinética de aquecimento. A partir disso, foram realizados testes iniciais a fim de entender como é o funcionamento do equipamento de torra e sua capacidade. Em seguida, foram torradas amostras de 30g e 50g dos três tipos de cafés em tempos diferentes. Com isso, as amostras de café torrado foram moídas em um liquidificador e analisou-se a qualidade das torras por meio da escala de cores CIELAB. Foi feita uma análise sensorial acerca de todas as bebidas de café produzidas a partir das amostras torradas, dando nota aos atributos de aroma, acidez, sabor e cor. Foram feitas curvas de torra para os três tipos de café no intuito de avaliar a cinética de aquecimento dos grãos e também uma curva para a pipoqueira isenta de café, para verificar como se dá o aquecimento da pipoqueira vazia. Sendo assim, por meio da análise CIELAB foi obtido um resultado coerente, pois com o passar do tempo de torra os valores da escala diminuíram, indicando que os grãos ficaram mais escuros. Pela análise sensorial, foi visto que para os cafés descascados um tempo de torra entre 110 e 120s resultou em notas melhores, já para os cafés maduros foi obtida uma boa torra no intervalo de tempo entre 120 e 140s, para o café verde um tempo de torra entre 100 e 110s foi melhor aceito. Além disso, também foi observado que as amostras de 30g culminaram em uma torra mais bem avaliada com relação às de 50g, indicando uma maior homogeneidade nesta. Pela análise da cinética de aquecimento, foi possível notar que os grãos de café não interferiram no aquecimento da pipoqueira e que as curvas de torra dos cafés maduros e verdes são muito semelhantes, diferenciando do café descascado por ele estar mais seco. Portanto, foi verificado que a utilização de uma pipoqueira elétrica para realizar a torrefação de café *gourmet* é viável, por ter alcançado condições de torra em que se obteve um café de boa qualidade.

**Palavras-chave:** Análise sensorial. Cinética de aquecimento. Tempo de torra. Torra. Pipoqueira elétrica. Quarta Onda do Café.

## ABSTRACT

Roast gourmet coffee in an electric popcorn maker is an alternative for conventional method. In the conventional roasting method, the grains heating is given by the thermal conduction with the rotating drum walls, and this can generate a heterogeneous roast and burn the coffee. Already with the electric popcorn maker the grains are heated with hot air and mixed inside, this allows a homogeneous roast. The growth of the coffee industry was marked by the waves of coffee, and currently the Fourth Wave of Coffee it is running, where the intention is the consumer roast their own coffee and prepare it at home. So, the objective of this job is roast three different types of coffee: peeled, mature and immature, using an unconventional method, checking the viability to use an electric popcorn maker for this. To verify the viability of the apparatus, quality of the roasts was analyzed by a color analysis, sensory analysis, and heating kinetics. Based on that, initials tests were performed to understand how the roasting equipment works and his capacity. Therefore, it was defined that before starting tests, the popcorn maker will be turned on without coffee for two minutes and after this turned off for ten minutes, so the tests can start. In this way, samples of thirty and fifty grams were roasted in different times, and at the end of each test the popcorn maker was turned off for ten minutes before starting the next test. After that, the coffee roasted samples were ground in a blender and the analysis of the roast quality was performed with the color scale CIELAB. After this, a sensory analysis was made about all coffee drinks produced by the roasted samples, noting the attributes of aroma, acidity, flavor and color. Roasting curves were made for the three types of coffee, in order to evaluate the heating kinetics of the grains and was also made a curve for the popcorn maker without grains, to verify how the empty popcorn maker heats up. By the sensory analysis, it was seen for the peeled coffees a roast time between 110 and 120 seconds resulted in better grades, for the mature coffees a good roast was attained in a time between 120 and 140 seconds, already for immature coffees a roast time between 100 and 110 seconds was better accepted. Also, it was observed that the thirty grams samples resulted in a better rated roast compared to the fifty grams samples, indicating a greater homogeneity in this. By the heating kinetics analysis, it was possible note that the grains do not interfere in the popcorn maker heating and the roast curves of mature and immature coffees are very similar, differing from green coffee because it is drier. Therefore, it was verified that the use of an electric popcorn maker to roast gourmet coffee is viable, because it was achieved roasting conditions that resulted in a good quality coffee.

**Keywords:** Sensory analysis. Heating kinetics. Roast time. Roast. Electric popcorn maker. Fourth Wave of Coffee.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema de processamento do café.....	3
Figura 2 – Classificação dos tipos de café quanto à nota de Qualidade Global.....	5
Figura 3 – Curva dos atributos da bebida de café em função do Grau de Torra. ....	9
Figura 4 – Torrador de Café Industrial com tambor rotativo. ....	10
Figura 5 – Torrador de Café Tipo Bola. ....	10
Figura 6 – Análise das cores de uma maçã na escala CIELAB.....	13
Figura 7 – Café maduro com casca. ....	16
Figura 8 – Café verde com casca.....	16
Figura 9 - Estufa de Secagem com Circulação e Renovação de Ar SL-102. ....	17
Figura 10 – Descascador de grãos de café CARMOMAQ.....	18
Figura 11 – Unidade de torrefação utilizada neste trabalho. ....	18
Figura 12 – Vista superior da pipoqueira utilizada neste trabalho. ....	18
Figura 13– Saídas de ar da unidade de torrefação utilizada. ....	18
Figura 14 – Prensa francesa semelhante à utilizada neste trabalho.....	20
Figura 15 – Cinética de aquecimento para pipoqueira com 50g de cada tipo de café e desprovida de grãos de café.....	28
Figura 16 - Fotografias do café moído das amostras de café descascado com massa inicial e tempo de torra de a) 30g e 100s, b) 30g e 110s, c) 30g e 120, d) 30g e 140s, e) 50g e 100s, f) 50g 120s, g) 50g e 140s; amostras de café maduro com massa inicial e tempo de torra de h) 30g e 100s, i)30g e 110s, j) 30g e 120s, k) 30g e 140s, l) 50g e 100s, m) 50g e 110s, n) 50g e 120s, o)50g e 140s , p) 50g e 160s; amostras de café verde com massa inicial e tempo de torra de q) 30g e 100s, r) 30g e 110s, s) 30g e 120s, t) 30g e 140s, u) 50g e 100s, v) 50g e 110s, w) 50g e 120s, x) 50g e 140s, y) 50g e 160s. ....	35
Figura 17 - Fotografias da bebida de café das amostras de café descascado com massa inicial e tempo de torra de a) 30g e 100s, b) 30g e 110s, c) 30g e 120, d) 30g e 140s, e) 50g e 100s, f) 50g 120s, g) 50g e 140s; amostras de café maduro com massa inicial e tempo de torra de h) 30g e 100s, i)30g e 110s, j) 30g e 120s, k) 30g e 140s, l) 50g e 100s, m) 50g e 110s, n) 50g e 120s, o)50g e 140s , p) 50g e 160s; amostras de café verde com massa inicial e tempo de torra de q) 30g e 100s, r) 30g e 110s, s) 30g e 120s, t) 30g e 140s, u) 50g e 100s, v) 50g e 110s, w) 50g e 120s, x) 50g e 140s, y) 50g e 160s. ....	37

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Análise CIELAB para amostras do café descascado.....	22
Tabela 2 – Análise CIELAB para amostras do café maduro.....	23
Tabela 3 – Análise CIELAB para amostras do café verde.....	23
Tabela 4 – Análise sensorial para amostras do café descascado.....	24
Tabela 5 – Análise sensorial para amostras do café maduro.....	25
Tabela 6 – Análise sensorial para amostras do café verde.....	27

## LISTA DE SÍMBOLOS

$a^*$	Coordenada vermelho/verde	[-]
$a_1$	Nota para o aroma de cada amostra	[-]
$a_2$	Nota para a acidez de cada amostra	[-]
$a_3$	Nota para o sabor de cada amostra	[-]
$a_4$	Nota para a cor de cada amostra	[-]
$B$	Valor da cor azul na escala RGB	[-]
$b^*$	Coordenada amarelo/azul	[-]
$B_{linear}$	Valor da cor verde linearizado	[-]
$C_{linear}$	Valor de R, G ou B linearizado	[-]
$C_{srgb}$	Valor de R, G ou B na escala RGB	[-]
$G$	Valor da cor verde na escala RGB	[-]
$G_{linear}$	Valor da cor verde linearizado	[-]
$h$	Umidade	[%]
$L^*$	Luminosidade	[-]
$m_s$	Massa dos grãos de café secos	[g]
$m_u$	Massa dos grãos de café úmidos	[g]
$R$	Valor da cor vermelha na escala RGB	[-]
$R_{linear}$	Valor da cor vermelha linearizado	[-]
$X_{D65}$	Valor de R na escala CIE XYZ	[-]
$Y_{D65}$	Valor de G na escala CIE XYZ	[-]
$Z_{D65}$	Valor de B na escala CIE XYZ	[-]

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	OBJETIVOS .....	2
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1	PRÉ-PROCESSAMENTO DO CAFÉ.....	3
2.2	CAFÉ GOURMET.....	5
2.3	AS ONDAS DO CAFÉ .....	6
2.3.1	Primeira Onda.....	6
2.3.2	Segunda Onda.....	6
2.3.3	Terceira Onda .....	7
2.3.4	Quarta Onda.....	7
2.4	PROCESSO DE TORREFAÇÃO.....	8
2.5	EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA TORREFAÇÃO DE CAFÉ.....	9
2.6	ESCALA DE CORES CIELAB .....	11
2.7	ANÁLISE SENSORIAL DE CAFÉS .....	13
2.8	TRABALHOS CORRELATOS .....	14
3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	16
3.1	ETAPA PRÉ-TRATAMENTO DOS GRÃOS .....	16
3.2	UNIDADE EXPERIMENTAL.....	18
3.3	METODOLOGIA EXPERIMENTAL .....	19
3.3.1	ANÁLISE DA COR .....	19
3.3.2	ANÁLISE SENSORIAL .....	20
3.3.3	CONSTRUÇÃO DAS CURVAS.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	22
4.1	ANÁLISE CIELAB DAS TORRAS.....	22
4.2	RESULTADOS DA ANÁLISE SENSORIAL DAS BEBIDAS DE CAFÉ .....	24
4.3	CINÉTICA DE AQUECIMENTO.....	27
5	CONCLUSÕES.....	29
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	30
	REFERÊNCIAS .....	31
	APÊNDICE A .....	34
	APÊNDICE B.....	36

## 1 INTRODUÇÃO

O consumo de café no mundo aumenta a cada ano que passa, seja pela grande quantidade de antioxidantes presentes na bebida, por ofertar mais energia devido à cafeína ou então pela simples apreciação do sabor. Sendo assim, é muito interessante para um admirador de café a melhoria da qualidade da bebida, e é nesse sentido que surgem as chamadas Ondas do Café, em que ao decorrer do tempo as características da bebida foram aperfeiçoadas.

A Primeira Onda do café deu-se no período pós-guerra, no final do século XIX, em que ocorreu o aumento exacerbado do consumo da bebida, mas sem se preocupar com a qualidade. No intuito de melhorar o sabor da bebida surgiu a Segunda Onda, iniciada na década de 1960 e durou até o início da década de 1990, quando se começou a utilizar cafeteiras e também a consumir café *espresso*. Nos meados da década de 1990 veio a Terceira Onda do café, a qual utilizou-se de diversos fatores como modo de preparo e tipo de café para produzir uma bebida mais agradável (GUIMARÃES, 2016).

Atualmente, apreciadores de café tem procurado torrar e consumir o seu próprio café em suas residências, e esse é o princípio da Quarta Onda do café. É sabido que, para torrar café, existe o método convencional em torradores de café industriais, o torrador do tipo bola ou adaptações, como por exemplo em panelas. O método convencional por torrador industrial é feito quando os grãos de cafés são postos em um tambor rotativo e sujeitos a uma elevada temperatura por cerca de doze minutos. Já na torrefação de café em torrador do tipo bola, os grãos são inseridos no equipamento, que é levado ao fogo para gerar o aumento da temperatura e torrar os grãos.

O estudo de métodos não convencionais para a torrefação de grãos de café contribui com o crescimento da Quarta Onda. Um exemplo de trabalho que estudou um método não convencional para a torra de café foi o de Canto (2001), em que o café foi torrado utilizando um sistema de micro-ondas e foram atingidas boas condições de torra.

Neste sentido, a utilização da pipoqueira elétrica é uma alternativa bastante inovadora, isso porquê a mesma é acessível para a maioria dos consumidores e pode torrar os grãos devido à sua elevada temperatura. A pipoqueira elétrica converte energia elétrica em calor e, este calor é transferido, dessa maneira o ar fica em uma temperatura tão elevada que é capaz de torrar os grãos.

Os cafés, assim é um fruto que se consome maduro maduros, porém já foram vistos benefícios no consumo do café verde, como a regulação do nível de glicose no sangue

(ECODEBATE, s.d). Além disso, segundo a Agência de Notícias Brasil-Árabe (ANBA, 2021) a demanda do Oriente Médio por cafés verdes é muito alta. Sendo assim, também é interessante realizar a torra desses tipos de grãos por meio de diferentes métodos, sendo possível realizar uma avaliação do sabor.

## 1.1 OBJETIVOS

Diante do contexto apresentado, o desígnio deste trabalho é realizar a torra de cafés *gourmet* maduros e verdes, por meio de um método não convencional com a utilização de uma pipoqueira elétrica, atendendo aos objetivos da Quarta Onda do Café. Para isso, serão realizados testes na pipoqueira elétrica variando a massa e o tempo de torra das amostras, no intuito de se obter a melhor condição de torra e qualidade da bebida.

Os objetivos específicos para este trabalho serão:

- Verificar a qualidade da torra de cada um dos cafés moídos por meio da utilização da escala de cores CIELab;
- Avaliar os atributos das bebidas de café geradas por meio de uma análise sensorial;
- Examinar a cinética de aquecimento dos grãos e construção de curva de torra;
- Averiguar a viabilidade de usar uma pipoqueira elétrica para realizar a torra de cafés *gourmet*.

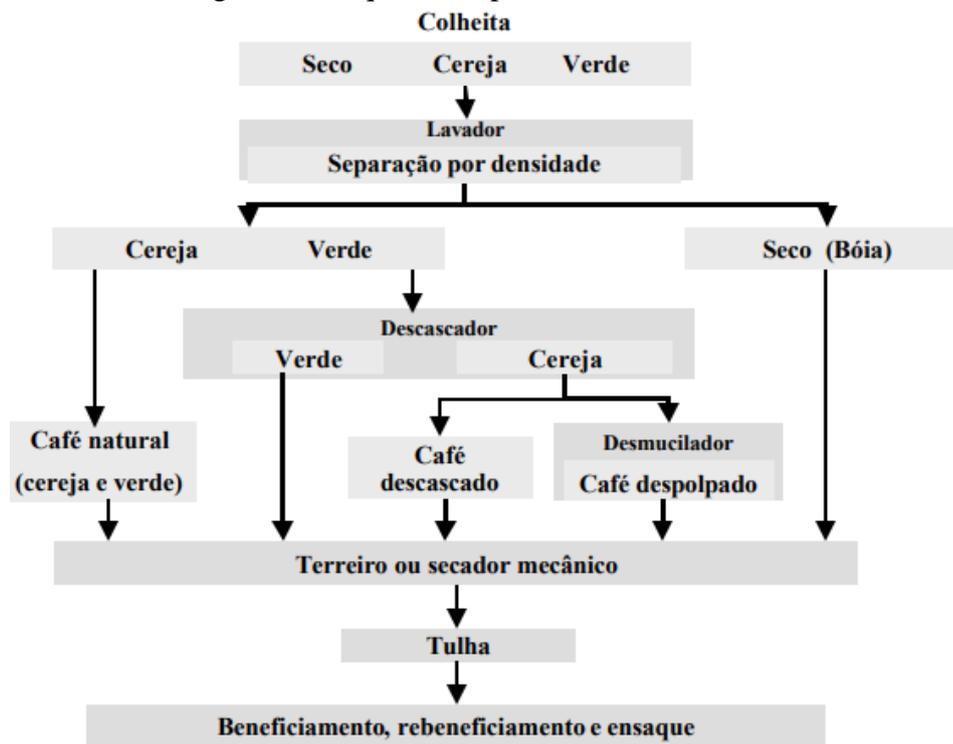
## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção é apresentada uma fundamentação teórica sobre o pré-processamento do café, o café *gourmet*, as ondas do café, o processo de torra, equipamentos utilizados para torrefação, escala de cores para análise do café moído, regulamentação para realizar a análise sensorial e trabalhos correlatos.

### 2.1 PRÉ-PROCESSAMENTO DO CAFÉ

O café é uma bebida que tem seu preço alternando de acordo com a qualidade. Para que o café tenha uma boa qualidade é essencial que todas as etapas de pré-processamento ocorram visando manter as propriedades do grão obtida nas safras. Um esquema de processamento do café é ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Esquema de processamento do café.



Fonte: CARVALHO (2002).

Andrade et al. (2000) divide o pré-processamento em via úmida do café em quatro etapas, sendo elas: lavagem, secagem, qualidade e beneficiamento, que serão descritas a seguir.

Após realizar a colheita dos grãos de café maduros, no processamento via úmida, é necessário que eles sejam lavados antes de dar início à secagem. A lavagem dos grãos deve ser feita no mesmo dia da colheita e é realizada por lavadores de alvenaria, um tanque com

equipamentos mecânicos capazes de retirar as impurezas dos grãos. Outro método de lavagem são os lavadores mecânicos, cujo sistema de limpeza é igual, mas o que o diferencia é o fato de ele ser composto por uma chapa metálica e não um tanque.

Essa etapa é crucial para manter a qualidade, uma vez que nela são retiradas as impurezas dos grãos, frutos estragados e também ocorre a separação das diferentes maturações do café, por meio da densidade. Na separação, os cafés verdes (umidade de 60 a 70%) e os cerejas (umidade de 45 a 55%) afundam na água e saem por uma bica do lavador. Já a fração dos cafés que não afundam na água são denominados passa (umidade de 30 a 40%) e coco (umidade de 20 a 30%). É válido ressaltar que as duas frações de café terão tempos de secagem diferentes, o que é justificado pela diferença de umidade.

O objetivo da etapa de secagem é retirar a água do interior dos grãos, ela é realizada para que se adquira condições boas para beneficiar, armazenar e comercializar o café. Dois são os métodos de secagem, a natural e a artificial, e o método a ser utilizado varia por vários motivos, como por exemplo pelo volume de produção.

A secagem natural é feita no próprio local de colheita, onde os grãos são submetidos à exposição da luz solar e do vento. É válido ressaltar que esse método é muito incerto, uma vez que pode haver períodos com baixas incidências de luz solar e vento, retardando a secagem, ou períodos com elevadas temperaturas que aceleram o processo. Já a secagem artificial é feita por meio de secadores mecânicos, que variam as condições de temperatura.

Para manter a qualidade do café é importante agir de forma cautelosa em todas as etapas do pré-processamento. Um fator importante é a temperatura de secagem dos grãos, que não deve ser maior que 45°C, uma vez que em temperaturas maiores que essa o café pode ficar muito seco e quebrar ao ser descascado.

Outro ponto que afeta a qualidade é a presença de grãos que estão em estado de decomposição, chamados de podres, que causa um sabor amargo na bebida. Para que esse fator não seja recorrente é ideal que o produtor fiscalize a etapa de lavagem, responsável por remover frutos estragados. Em suma, para manter a qualidade do café, todas as etapas supracitadas devem ser seguidas de forma rigorosa.

O beneficiamento do café ocorre logo após a secagem, primeiramente é feita a despulpa, em que o despulpador separa os frutos maduros dos verdes. Depois disso, os frutos são passados na máquina de pré-limpeza, responsável por remover pequenas impurezas, como folhas e talos. Por fim, é chegada a máquina de beneficiar ou descascador, que descasca todos os grãos e sopra as cascas para fora do equipamento.

Visando ainda mais qualidade e sabor na bebida de café, foi surgido o café *gourmet*, bebida com sabor diferenciado e muito apreciada por admiradores do fruto.

## 2.2 CAFÉ GOURMET

O crescimento da indústria de café no mundo só aumenta, e foi no intuito de atender ainda mais às exigências dos grandes admiradores da bebida surgiu o conceito de café *gourmet*, um café com sabor, aroma e qualidade. Para que o café seja classificado como tal, é necessário que ele tenha recebido uma certificação de uma entidade reconhecida, que fiscaliza parâmetros como: documentação, gestão do local, gestão do solo e do substrato e plano de resíduos e poluição (OLIVEIRA et al., 2008).

Existem duas espécies de café mais utilizadas para a produção do café *gourmet*. O Arábica, que é proveniente do Ocidente e tem aroma e sabor excepcionais, produzindo uma bebida de qualidade. E o Robusta, que tem o dobro de cafeína em relação ao Arábica, mas que possui a qualidade pior do que este (OLIVEIRA et al., 2008). Para que fosse implementada a ideia de cafés especiais no mundo, o fruto passou pelas chamadas ondas do café ao longo do tempo, por ser a qualidade da bebida uma característica procurada pelos consumidores.

Em 2004, a Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC) criou o Programa de Qualidade de Café (PQC), com intuito de aumentar ainda mais a qualidade do café, esse programa fornece uma certificação ao produto final e permite diferenciar os diferentes tipos de café em cafés tradicionais ou extraforte, superiores ou *gourmet*. A Figura 2 mostra a classificação dos cafés quanto à nota de Qualidade Global – QG (ABIC, 2021).

Figura 2 – Classificação dos tipos de café quanto à nota de Qualidade Global.



Fonte: ABIC (2021).

O café tradicional ou extraforte, tem sua nota de QG na faixa de 4,5 a 5,9 e é aquele com uma torra mais escura sendo mais consumido no dia a dia, isso porquê tem o preço mais acessível. Já os cafés superiores estão na categoria intermediária quando se refere à qualidade, variando a nota de QG entre 6,0 e 7,2, esta categoria é representada por um leve amargor e um equilíbrio entre sabor e aroma (ABIC, 2021).

Por fim, para ser classificado como *gourmet* as notas de Qualidade Global devem ser maiores que 7,3. Este tipo de café é de alta qualidade, possuem sabor e aroma suaves por ter uma torra bem controlada, deixando um sabor agradável ao paladar dos consumidores (ABIC, 2021).

## **2.3 AS ONDAS DO CAFÉ**

O avanço da indústria de café no mundo foi marcado por etapas, denominadas ondas do café. Sendo a primeira onda o momento em que houve um aumento considerável do consumo de café, a segunda quando começou a se preocupar mais com o sabor da bebida, a terceira onda foi iniciada para diferenciar e atribuir ainda mais qualidade à bebida. Finalmente a quarta onda, marcada pela produção artesanal da bebida de café do próprio consumidor em sua residência. O trabalho de Guimarães (2016) explica sobre as três primeiras ondas do café, que serão descritas a seguir.

### **2.3.1 Primeira Onda**

Essa onda foi a responsável pelo grande aumento do consumo de bebida de café em todo o mundo, decorrente de um cenário pós Segunda Guerra Mundial. Ao final do século XIX e início do século XX a qualidade da bebida não era importante, o consumo era feito apenas pelos benefícios trazidos pela cafeína, como energia e melhora da concentração.

Nessa onda, deu-se o início da comercialização do café previamente torrado e moído, uma vez que antes disso, os consumidores compravam café de produtores locais ou até mesmo torravam e moíam o próprio café. Essa elevada comercialização, resultou em um baixo preço e algo muito conveniente, pelo fato de que apenas com água fervente o consumidor poderia produzir e beber o seu café.

### **2.3.2 Segunda Onda**

A Segunda Onda do café foi iniciada em 1960 até meados da década de 1990, o intuito de melhorar a qualidade da bebida em relação à Primeira. Nesse momento, a ideia de cafés

especiais foi introduzida e valorizou-se os diferentes processos de torra, que resultam em bebidas com diferentes sabores. Com a maior apreciação do consumidor por uma bebida melhor, os preços do café subiram consideravelmente.

Foi nessa Onda que se começou a produzir outros tipos de bebidas à base de café, como o café com leite, com chantilly e outros complementos, agradando ainda mais o paladar dos consumidores. Contudo, os cafés produzidos nessa época receberam críticas, pelo fato de que as cafeterias surgidas, por adicionarem complementos na bebida, poderiam mascarar a real qualidade do café em que estava sendo comercializado.

### **2.3.3 Terceira Onda**

A Terceira Onda foi uma reação à anterior, iniciada em meados da década de 1990, no intuito de diferenciar a bebida, uma vez que as cafeterias comercializavam sempre o mesmo tipo de café. Sendo assim, foi nela em que se valorizou os diferentes sabores de café, produzidos em regiões e safras diferentes. Além disso o modo como o café é preparado para cada consumidor também foi muito apreciado, como por exemplo de forma artesanal e manualmente.

Nessa fase, surgiu o conceito de “*single farm*” e “*single estate*”, que são os grãos de café que foram colhidos de apenas uma fazenda, o que permite gerar um café de sabor único e não uma bebida feita de diferentes tipos de grãos.

Por fim, a Terceira Onda do Café também visou destacar os atributos de todos os graus de torra, seja ela clara, intermediária ou escura. Além disso, essa fase visa oferecer aos consumidores algo diferente do usual, pois é comum a comercialização das torras escuras e a relação da cor com uma bebida boa, porém, os cafés especiais geram uma bebida mais clara e com qualidade superior.

### **2.3.4 Quarta Onda**

As três primeiras Ondas do Café já têm sua base estruturada e são conhecidas, porém isso não acontece para a Quarta Onda, que ainda está ocorrendo. O que melhor define essa nova fase, é a adoção do costume de torrar o próprio café em casa (MORI, 2019).

Atualmente, os grandes apreciadores de café se nomearam como “*coffee lovers*” nas redes sociais, e contribuem para a disseminação das diversas formas de degustação do café. Esse grupo de admiradores, não só frequentam as mais renomadas cafeteiras, mas também

tem adotado o hábito de fazer a própria bebida em casa, o que contribui para o crescimento da Quarta Onda do Café (SILVA, 2019).

Sendo assim, é nessa onda que os consumidores tendem a estudar mais sobre o processo de torrefação, para agregar mais conhecimento e melhorar a qualidade da própria torra. Para isso, são estudados os equipamentos que fazem tal processo e também os métodos para analisar a qualidade da torra.

## **2.4 PROCESSO DE TORREFAÇÃO**

De acordo com Melo (2004), o sabor e aroma que caracterizam a bebida café são resultantes da combinação de centenas de compostos químicos produzidos pelas reações que ocorrem durante a torrefação. Isso mostra a importância que a torra tem na qualidade final da bebida.

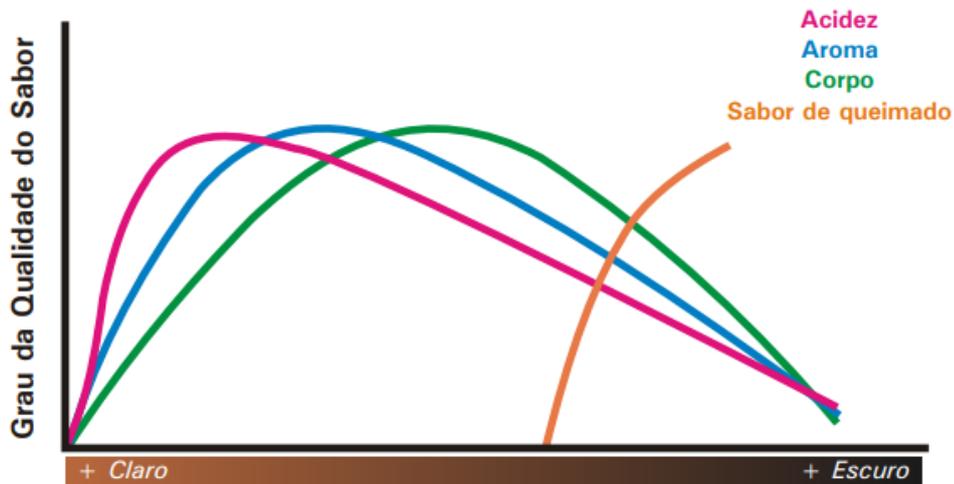
O processo de torra do café é dado por três fases. A primeira delas é a desidratação, que é o momento em que a água presente nos grãos vira vapor, diminuindo a umidade, vale ressaltar que essa etapa não influencia no sabor. A próxima fase é nomeada de escurecimento não enzimático ou também Reação de Maillard, é nela que se dá o início das reações químicas, quebra dos açúcares e o surgimento de sabores e aromas. Por fim, é chegada a fase de finalização, e é nessa etapa que o torrador deve agir, de maneira a verificar qual o tempo e temperatura ideal para se finalizar a torra de modo a obter a melhor qualidade (HEINEIRCI, s.d).

O grau de torra tem relação direta com o sabor do café e, de acordo com a cor de cada torra, os atributos da bebida vão sendo intensificados. A Figura 3 mostra que para torras mais claras, a bebida é mais ácida. Para um grau de torra intermediário, os atributos de aroma e corpo são mais elevados, em contrapartida, para torras mais escuras o sabor de queimado é intensificado e sobressai todos os outros.

A Associação Brasileira da Indústria de Café - ABIC classifica o grau de torra em três tipos. Existe a torra clara, em que a bebida é muito ácida e com pouco aroma e corpo. A torra intermediária, caracterizada por um sabor marcante. Por fim, têm-se a torra escura, cuja acidez é leve e o amargor elevado (ABIC, 2022).

Uma forma de monitorar a torra é o uso das curvas de torra, em que a temperatura dos grãos é monitorada ao longo do tempo de torrefação. Esse monitoramento é de extrema importância para a qualidade da torra, uma vez que pela curva é possível avaliar a duração de cada uma das fases do processo de torra, e dessa maneira entender o que está afetando o sabor da bebida.

Figura 3 – Curva dos atributos da bebida de café em função do Grau de Torra.



Fonte: Melo (2004).

Nas curvas de torra, no início ocorre a primeira fase de torra dos grãos, onde os grãos perdem umidade e massa, em seguida ocorre a segunda fase que é quando a temperatura aumenta rapidamente até aproximadamente 150°C, e é nela que ocorre o primeiro “*crack*”, momento em que os grãos racham por estarem em elevada temperatura e liberam dióxido de carbono e vapor do seu interior. Por fim, é chegada a fase de desenvolvimento, em que os grãos intensificam seus atributos de forma a gerar uma bebida mais saborosa. Quando essa fase é muito curta, a bebida tem aspecto de cru e seus atributos são muito fracos, em contrapartida, se essa etapa for muito demorada, a temperatura dos grãos não para de aumentar e gera uma bebida com características muito fortes e uma torra queimada.

## 2.5 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA TORREFAÇÃO DE CAFÉ

Para realizar a torra dos grãos de café existem diferentes métodos, sendo o mais convencional o realizado em torradores industriais, semelhante ao da Figura 4.

Para dar início à torra nesse equipamento, o café cru é colocado no funil e desce para o tambor rotativo, onde os grãos são aquecidos por meio do calor advindo de uma chama. Nesse tambor, o café vai absorvendo calor a cada minuto que se passa e vai perdendo umidade. Depois disso, é iniciada a segunda fase da torra, nela ocorre o primeiro “*crack*”, instante em que os grãos racham no meio devido à elevada pressão interna. Passado um tempo, ocorre o segundo “*crack*”, que é a ruptura física da matriz celular do café (MELO, 2004), após isso o café já está quase pronto, então se dá início a etapa de finalização da torra. Nesse momento, os grãos de café torrados são soltos para fora no tambor, em uma chapa cilíndrica com entradas de ar, onde os grãos são constantemente agitados para que sejam resfriados. (PORTUGAL, 2019).

Figura 4 – Torrador de Café Industrial com tambor rotativo.



Fonte: AGROLEV (2022).

Além desse método de torra convencional, existe também a possibilidade de se torrar grãos de café via micro-ondas, em que as ondas convertem energia em calor e fazem com que os grãos sejam aquecidos e consequentemente torrados (CANTO, 2001). Outros métodos não convencionais também podem ser utilizados, como a pipoqueira elétrica, que sopra ar aquecido em seu interior, torrando o café.

Outro método que pode ser utilizado é o torrador de café tipo bola, ilustrado pela Figura 5. Nesse método, o café é inserido na bola e a mesma é fechada, posteriormente o equipamento é colocado em contato com uma chama direta. Para que ocorra a torra de forma mais homogênea, o café é rotacionado no interior do equipamento pelo auxílio de uma haste.

Figura 5 – Torrador de Café Tipo Bola.



Fonte: Magazine Luiza (2022).

Uma outra forma de torrar os grãos muito semelhante à essa é em um fogão comum, onde os grãos são colocados em uma panela e misturados continuamente, até que se atinja o ponto de torra desejado.

Após realizar a torra do café, é chegada a etapa de moer os grãos. Um modo de avaliar a cor do café moído é utilizando de escalas de cores, que relacionam a mudança de cor com números.

## 2.6 ESCALA DE CORES CIELAB

Um método eficiente para analisar cores de imagens é utilizar a escala RGB, que combina as cores vermelha, verde e azul. Porém, para analisar as cores de alimentos têm-se o costume de utilizar a escala definida pela Comissão Internacional de Iluminação, a escala CIELAB. Dessa forma, quando se trata de análise de cores de alimentos, têm-se a necessidade de converter os valores obtidos na escala RGB para a CIELAB.

Antes de transformar a escala para CIELAB, os valores RGB são convertidos para a escala CIE XYZ. Os valores na escala RGB variam de 0 a 255, e para dar início à mudança de classificação, têm-se a necessidade de converter os números para um intervalo de 0 a 1, dividindo-os por 255. Após realizar essa divisão, deve-se transformar cada valor para um valor linear, de acordo com as Equações 1 e 2. Sendo que a Equação 1 deve ser utilizada quando  $C_{srgb} \leq 0,04045$  e a Equação 2 quando  $C_{srgb} > 0,04045$ . (WIKIPEDIA, 2022)

$$C_{linear} = \left( \frac{C_{srgb}}{12,92} \right) \quad (1)$$

$$C_{linear} = \left( \frac{C_{srgb} + 0,055}{1,055} \right)^{2,4} \quad (2)$$

Onde:

$C_{linear}$  = Valor de R, G ou B linearizado;

$C_{srgb}$  = Valor de R, G ou B na escala RGB convertidos de 0 a 1.

Após obter os valores linearizados, os mesmos são multiplicados por uma matriz para serem convertidos para CIE XYZ. Essa transformação é representada pela Equação 3.

$$\begin{bmatrix} X_{D65} \\ Y_{D65} \\ Z_{D65} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,4124 & 0,3576 & 0,1805 \\ 0,2126 & 0,7152 & 0,0722 \\ 0,0193 & 0,1192 & 0,9505 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{linear} \\ G_{linear} \\ B_{linear} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Em que:

$X_{D65}$  ;  $Y_{D65}$  e  $Z_{D65}$  = Valores correspondentes de R, G e B na escala CIE XYZ, respectivamente;

$R_{linear}$  ;  $G_{linear}$  e  $B_{linear}$  = Valores de R, G e B linearizados.

Feita a transformação para CIE XYZ, é chegado o momento de converter esses valores para a escala CIELAB. Primeiramente é encontrado os valores de  $t$ , por meio das Equações 4, 5 e 6.

$$t_1 = \frac{X_{D65}}{95,0489} \quad (4)$$

$$t_2 = \frac{Y_{D65}}{100} \quad (5)$$

$$t_3 = \frac{Z_{D65}}{108,884} \quad (6)$$

Em seguida é encontrado o valor da função,  $f(t)$ , por meio das Equações 7 e 8. Sendo que a Equação 7 deve ser utilizada para  $t \leq 0,0089$  e a Equação 8 para  $t > 0,0089$ .

$$f(t) = \frac{t}{0,1284} + 0,138 \quad (7)$$

$$f(t) = \sqrt[3]{t} \quad (8)$$

Por fim, é possível encontrar os valores correspondentes na escala CIELAB, em posse das Equações 9, 10 e 11.

$$L^* = 116 f(t_2) - 16 \quad (9)$$

$$a^* = 500 [f(t_1) - f(t_2)] \quad (10)$$

$$b^* = 200 [f(t_2) - f(t_3)] \quad (11)$$

Onde:

$L^*$  = Luminosidade;

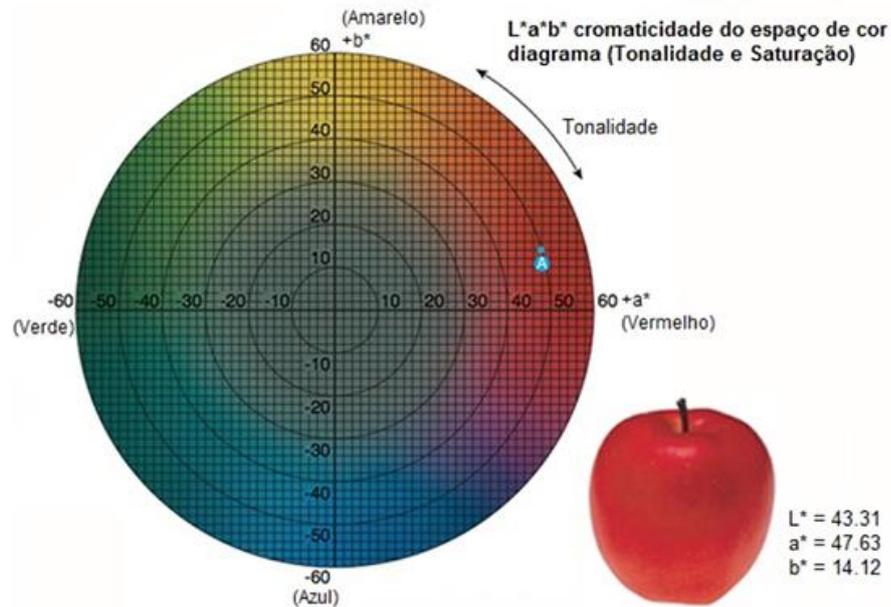
$a^*$  Coordenada vermelho/verde;

$b^*$  Coordenada amarelo/azul;

A Figura 6 ilustra como é feita a análise CIELAB em alimentos. Nessa figura, o ponto em azul indica exatamente a coordenada em que encontra o alimento na escala CIELAB. Um alimento muito avermelhado, chegando em um valor elevado de  $a^*$ , com um valor intermediário de  $b^*$  por não ser azul nem amarelo e, com um valor de  $L^*$  alto, por ter uma alta luminosidade.

Por fim, depois de analisar as cores do café moído por meio dessa escala é chegado o momento de avaliar a bebida produzida. Para avaliar a qualidade dessa bebida é feita uma análise sensorial, dando notas a diversos atributos presentes no café coado.

Figura 6 – Análise das cores de uma maçã na escala CIELAB.



Fonte: SENAI (2022).

## 2.7 ANÁLISE SENSORIAL DE CAFÉS

A SCAA – *Specialty Coffee Association of America* (Associação Americana de Cafés Especiais) criou a Metodologia SCAA (2008), um protocolo que descreve como deve ser feita a análise sensorial de café.

Essa regulamentação padroniza a concentração ideal para a bebida de café no valor de 5,5% m/v. Ou seja, 8,25g de café moído para 150ml de água quente, com um erro de  $\pm 0,25$ g de café. Para a degustação da bebida, é recomendado que os grãos sejam moídos imediatamente antes de serem infundidos, mas se isso não for possível, as amostras moídas devem permanecer fechadas até que se utilize. No momento de adicionar a água, a mesma deve ser limpa e sem odor, e com uma temperatura de aproximadamente 93°C.

Após preparar a bebida, a mesma deve ser despejada em seus devidos recipientes, e deve ser aguardado um tempo de 3 a 5 minutos para iniciar a análise sensorial. Nessa etapa, existem onze atributos para se avaliar, são eles: aroma, uniformidade, ausência de defeitos, doçura, sabor, acidez, corpo, finalização, equilíbrio, defeitos e avaliação global. Todos esses atributos são avaliados na escala hedônica, com valor mínimo de zero e máximo de dez.

Para dar pontuação as bebidas, os compostos não voláteis são os responsáveis por gerar tais qualidades, são eles: cafeína, que é responsável por dar a percepção de amargor e

corpo; a trigonelina, composto que contribui para o aroma; carboidratos que contribuem para o aroma e viscosidade da bebida; os lipídios que atuam na textura e por fim as melanoidinas, resultantes das reações de Maillard e dão a cor para a bebida (ARGENTA CAFÉS, 2021).

## 2.8 TRABALHOS CORRELATOS

No que tange ao café, diversos são os trabalhos que tratam desse tema e realizam análises de torra e sensoriais. Isso ocorre devido à importância desse grão para o comércio em geral. Portanto, para agradar o paladar dos consumidores desta bebida, é necessário que sejam realizados estudos que visam o melhoramento do produto comercializado. A seguir serão apresentados trabalhos que tratam desse assunto.

Canto (2001) estudou o processo de torra a partir de dois diferentes métodos, sendo eles torra convencional e micro-ondas para diferentes qualidades de café cereja (duro para melhor e mole). O método convencional foi analisado em dois diferentes modos. O primeiro foi o doméstico, em que inicialmente o café e o torrador estavam em temperatura ambiente e foram aquecidos até uma temperatura de 220°C. O segundo foi o modo rápido, em que o torrador era pré-aquecido até uma temperatura de 220°C e somente depois inseriam-se os grãos de café. No método via micro-ondas, cada um dos dois tipos de café foram torrados em um sistema que continha uma cavidade onde eram emitidas as ondas eletromagnéticas. Foi concluído que o uso do micro-ondas tem um grande potencial de desenvolvimento, e pode ser muito útil para a torra de café verdes.

O trabalho de Campos (2016) avaliou as propriedades dos grãos de café moça e convencionais, durante o processo de torra. Foi utilizado um torrador a gás com cilindro rotativo, e torrou-se massas de 300g de café moça e 350g de café convencional por um tempo total de dez minutos, variando-se a temperatura de 220 a 300°C. Foi visto que o aumento da temperatura foi mais prejudicial para os grãos de café moça, além disso a bebida desse café teve uma menor nota global porém uma maior nota em relação à doçura. Sendo assim, verificou-se que pelos fatos de os grãos serem diferentes, eles torram de forma distinta entre si e geram bebidas com qualidades divergentes.

O trabalho de Schmidt et al. (2016) analisou a preferência dos consumidores de café no oeste do Paraná, quanto ao ponto de torra e à granulometria. Torrou-se 1kg de café em torrador elétrico da marca Canhos, nos tempos de 16, 18, 20 e 22 minutos, com uma temperatura entre 180 e 230°C. Depois de torrados, moeram-se os grãos e obtiveram-se amostras com granulometrias médias e finas. Os resultados obtidos apontaram que os diferentes tipos de moagem não interferiram no sabor da bebida, mas que a aparência da

moagem fina foi melhor avaliada. Feita as análises, a torra média escura foi a que apresentou as melhores notas para sabor, aroma e aparência global.

Monteiro et al. (2010) caracterizou sensorialmente a bebida obtida a partir das torras clara, média e escura do café. Foram torradas amostras de 300g, por 9 a 12 minutos em uma temperatura de 210 a 230°C, em um torrefador contínuo da marca Rod-Bel, o intervalo de tempo e temperatura foi feito para se obter os três tipos de torra. Os resultados se mostraram promissores para a torra escura, que teve uma maior aceitação em todos os atributos avaliados.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo é apresentado o preparo dos grãos antes da torrefação, a unidade experimental e também as metodologias utilizadas para analisar a qualidade da torra.

#### 3.1 ETAPA PRÉ-TRATAMENTO DOS GRÃOS

Neste trabalho foram utilizados grãos de cafés *gourmet*, da espécie arábica Topazio MG 1190, maduros e verdes, colhidos na Agência de Inovação de Café (Innova Café) da Universidade Federal de Lavras. Eles foram colhidos manualmente e foram selecionados os grãos maduros e verdes. Por fim, os grãos passaram por um sistema mecânico de despolpa e armazenados para futuros testes. As Figuras 7 e 8 ilustram os cafés utilizados.

Figura 7 – Café maduro com casca.



Fonte: PDG Brasil (2020).

Figura 8 – Café verde com casca.



Fonte: Amazônia Hub (2021).

Nesse trabalho foram utilizados três diferentes tipos de café gourmet, sendo eles o maduro e descascado; maduro e verde. Para que pudesse dar início a torra desses grãos de café, primeiramente foi necessário prepará-los para tal. Sendo assim, todos foram levados para uma Estufa de Secagem com Circulação e Renovação de Ar modelo SL-102, exemplificada na Figura 9. As amostras foram dispostas em monocamada e secas à uma temperatura de 45°C por aproximadamente 72h, visto que em tempos menores o café não secava por completo. Passado esse tempo os grãos eram retirados da estufa.

Em seguida foi necessário descascar os grãos, para isso eles deveriam estar com uma umidade na faixa de 12 a 13%. Sendo assim, retirou-se uma pequena quantidade de cada tipo

de grão para realizar a medida do teor de umidade, colocando essas amostras na mesma Estufa à uma temperatura de 105°C por 24h.

Figura 9 - Estufa de Secagem com Circulação e Renovação de Ar SL-102.



Fonte: SOLAB Equipamentos para laboratórios (2022).

A Equação 12 mostra como foi feito o cálculo do teor de umidade em base seca nas amostras.

$$h (\%) = 100 \left( \frac{m_u - m_s}{m_s} \right) \quad (12)$$

Em que:

$m_u$  = Massa dos grãos de café úmidos;

$m_s$  = Massa dos grãos de café secos.

As amostras obtiveram um teor de umidade abaixo do indicado para realizar o descascamento, sendo 7,2% para o café descascado, 7,5% para o verde e uma umidade de 8,0% no café maduro. Com um teor de água muito abaixo da faixa desejada algumas moléculas podem ter sido deterioradas e os grãos quebram no processo de descascamento. Sendo assim, as amostras de café foram expostas ao ar ambiente, de forma a absorver mais umidade e depois mediu-se novamente o teor, sendo possível atingir um teor de umidade de 12,5% em base seca.

Com a secagem finalizada, os grãos foram levados para a Agência de Inovação de Café (Innova Café), onde foram descascados por um Descascador de Café CARMOMAQ, ilustrado pela Figura 10, nele foi possível retirar a maioria das cascas e aqueles que não tiveram a casca retirada foram removidos da amostra antes de iniciar a torra.

Figura 10 – Descascador de grãos de café CARMOMAQ.



Fonte: CARMOMAQ (2022).

### 3.2 UNIDADE EXPERIMENTAL

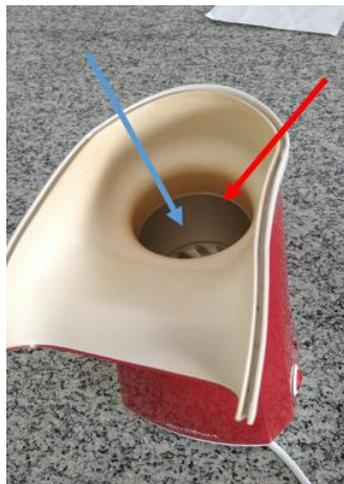
Para realizar a torrefação dos grãos foi utilizada uma Pipoqueira Elétrica Britânia 1000W, apresentada na Figura 11. A Figura 12 aponta o local onde os grãos devem ser inseridos, indicado pela seta azul, e também o limite máximo de grãos permitido no interior da pipoqueira, apontado pela seta vermelha. O aquecimento é realizado devido ao ar quente que é soprado no interior da pipoqueira. A Figura 13 mostra as saídas de ar da unidade de torrefação utilizada.

Figura 11 – Unidade de torrefação utilizada neste trabalho.



Fonte: Do autor (2022).

Figura 12 – Vista superior da pipoqueira utilizada neste trabalho.



Fonte: Do autor (2022).

Figura 13– Saídas de ar da unidade de torrefação utilizada.



Fonte: Do autor (2022).

No intuito de compreender o funcionamento da mesma e obter as melhores condições experimentais para torra, foram realizados testes preliminares com diferentes tempos e massas

de café. Para isso, utilizaram-se amostras de café com massas diferentes. As amostras de 50g, sendo essas as mais pesadas, ocupavam o compartimento interno da pipoqueira até o limite recomendado pelo fabricante. Além disso, utilizaram-se também amostras de 30g de grãos de café. Essa variação de peso foi feita para que pudesse ser avaliada a influência da massa no tempo de torra.

### **3.3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL**

Antes de iniciar as torras, foi realizado um procedimento de *start-up*, em que a pipoqueira era ligada por dois minutos e depois permanecia desligada por dez minutos, isso foi feito para garantir que o começo de todas as torras estivesse em uma mesma condição de temperatura. Com a pipoqueira aquecida, as amostras dos diferentes tipos de café foram alocadas no interior da pipoqueira, variando o tempo de torrefação entre elas. O intervalo entre a torra de cada amostra foi de dez minutos, no intuito de deixar a pipoqueira esfriar e manter a mesma temperatura inicial entre as torras.

Foram torrados os três tipos de café, e para cada um deles testou-se tempos de torra para massas de 30g e 50g. Para as amostras com massa menor, o intervalo de tempo avaliado foi de 100 a 140s, já para as de 50g avaliou-se a torra em um intervalo de 100 a 160s. Vale ressaltar que em baixos tempos de torra os grãos ficavam crus enquanto que para altos tempos de torra os grãos queimavam.

Após realizar a torra dos grãos, todas amostras foram moídas em um liquidificador comum e guardadas separadamente em recipientes fechados. A fim de avaliar os atributos gerados por cada torra realizada, foi feita uma análise da cor desses cafés moídos para verificar o grau de torra e uma análise sensorial, para dar notas às bebidas de café produzidas por cada torra.

#### **3.3.1 ANÁLISE DA COR**

Após finalizar as torras do café descascado, maduro e verde, foi necessário moer cada uma das amostras no intuito de analisar a cor de cada pó. Para realizar a moagem foi utilizado um Liquidificador Black & Decker LF910 450W, e após colher o pó gerado foi feito o peneiramento do mesmo em uma peneira de furos de 20 mesh, seguindo o proposto pela Metodologia SCAA (2008).

Para analisar a cor de cada um dos pós de café, foi utilizada a câmera de um aparelho celular de 12 megapixels, o mesmo foi posicionado na mesma angulação para todas as fotos.

Para estudar as cores médias na escala RGB, sistema de cores que combina o vermelho, verde e azul, foi utilizado o *software ImageJ*. Feito esse estudo, foi necessário converter a escala RGB para a CIELAB, escala mais utilizada para tratar as cores de alimentos. Para realizar as conversões de cor desse trabalho, utilizou-se o site <http://colormine.org/convert/rgb-to-lab>.

### 3.3.2 ANÁLISE SENSORIAL

Depois de moer todas as amostras, foram pesados 8,25g de cada pó de café, conforme recomendação da Metodologia SCAA (2008) e os mesmos foram passados em uma prensa francesa, com 150 ml de água quente. A prensa utilizada é semelhante à da Figura 14.

Figura 14 – Prensa francesa semelhante à utilizada neste trabalho.



Fonte: MERCAFE (2022).

Para realizar a análise sensorial também foi utilizada a Metodologia SCAA (2008), porém adaptando às limitações dos quatro colaboradores da análise. Por tanto foram analisados apenas os atributos de aroma, acidez, sabor e cor, atribuindo notas de valor mínimo igual a 0 e valor máximo igual a 10. Por fim, a nota final dos atributos de cada amostra foi calculada por meio da nota média dada pelos colaboradores.

Para classificar quantitativamente a pontuação total da bebida de café, de acordo com as notas recebidas em cada atributo, utilizou-se a Equação 13. Sendo que quanto mais próximo de 100% estiver a pontuação, melhor é a qualidade da bebida.

$$Pontuação [\%] = 100 \left( \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4}{40} \right) \quad (13)$$

Em que:

$a_1$  = Nota para o aroma de cada amostra;

$a_2$  = Nota para a acidez de cada amostra;

$a_3$  = Nota para o sabor de cada amostra.

$a_4$  = Nota para a cor de cada amostra.

### **3.3.3 CONSTRUÇÃO DAS CURVAS**

Por fim, para construir as curvas de cinética de aquecimento de cada um dos três cafés, utilizou-se um termopar do tipo K e o mesmo foi colocado na pipoqueira, com os grãos já dentro da mesma, coletando a temperatura a cada um segundo. Além disso, também utilizou-se o termopar com a pipoqueira vazia, colocando-o na saída de ar da mesma, no intuito de comparar a cinética de aquecimento dos grãos com a temperatura do ar de aquecimento.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo foram analisados os resultados encontrados por meio da análise da cor, análise sensorial e a cinética de aquecimento para os cafés descascado, maduro e verde. Além disso, foi analisada as curvas de aquecimento da pipoqueira desprovida de grãos de café.

### 4.1 ANÁLISE CIELAB DAS TORRAS

Após realizar a torra das amostras de café descascado, maduro e verde, todas foram moídas e fotografadas. As imagens dos cafés torrados estão contidas no Apêndice A.

Em posse das imagens, foi feita uma análise RGB de cada uma delas e depois esses valores foram convertidos para a escala CIELAB. Os resultados obtidos para o café descascado estão presentes na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise CIELAB para amostras do café descascado.

<b>Massa [g]</b>	<b>Amostra</b>	<b>Tempo de torra [s]</b>	<b>R</b>	<b>G</b>	<b>B</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
30	a	100	123,1	57,4	32,1	32,45	26,61	28,60
30	b	110	89,6	42,1	27,7	23,34	20,45	19,27
30	c	120	93,1	34,4	30,4	22,29	26,57	16,34
30	d	140	72,3	41,3	33,3	20,47	13,43	11,35
50	e	100	120,8	58,2	30,4	32,24	25,08	29,23
50	f	120	101,0	49,7	32,1	27,09	21,38	21,47
50	g	140	65,7	41,9	35,3	19,72	10,11	8,82

O valor de L\* varia de branco a preto, sendo que quanto menor for, mais escuro está o alimento. Sendo assim, por meio da análise da Tabela 1, é visto que esse valor segue de acordo com o esperado, pois à medida que o tempo de torra aumenta, os grãos se escurecem mais e conseqüentemente menor é o valor de L\*. Com a diminuição dos valores de a\* e b\* a coloração se torna cada vez mais marrom, e os resultados estão condizentes com isso, pois quanto mais tempo o grão torra, mais marrom ele irá ficar, por ter ficado um tempo maior exposto a alta temperatura.

Essa mesma análise foi feita para o café maduro, os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise CIELAB para amostras do café maduro.

<b>Massa [g]</b>	<b>Amostra</b>	<b>Tempo de torra [s]</b>	<b>R</b>	<b>G</b>	<b>B</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>
30	h	100	83,0	48,9	29,2	24,05	13,26	18,95
30	i	110	77,9	45,7	27,9	22,41	12,72	17,58
30	j	120	63,0	36,4	23,3	17,49	11,00	13,98
30	k	140	53,1	31,9	23,3	14,68	9,05	10,05
50	l	100	102,2	60,3	31,8	29,92	15,50	25,03
50	m	110	86,1	51,1	29,7	25,11	13,40	20,03
50	n	120	83,4	49,8	30,6	24,38	13,00	18,48
50	o	140	61,3	37,3	27,0	17,57	9,96	11,50
50	p	160	48,7	31,1	23,8	13,80	7,42	8,41

Pela verificação dos valores encontrados na Tabela 2, foi visto a mesma coerência obtida no café descascado, os valores de L\*, a\* e b\* diminuem ao longo do tempo de torra, o que faz sentido físico pelo fato de os grãos se escurecerem com o decorrer da torra.

De maneira semelhante, obteve-se a Tabela 3, para o café verde.

Tabela 3 – Análise CIELAB para amostras do café verde.

<b>Massa [g]</b>	<b>Amostra</b>	<b>Tempo de torra [s]</b>	<b>R</b>	<b>G</b>	<b>B</b>	<b>L*</b>	<b>A*</b>	<b>B*</b>
30	q	100	79,1	48,7	29,0	23,43	11,47	18,18
30	r	110	70,3	49,2	29,6	22,37	6,84	16,21
30	s	120	67,3	40,4	24,1	19,29	10,58	15,84
30	t	140	60,3	37,2	25,6	17,36	9,36	12,17
50	u	100	92,7	58,8	32,6	28,19	11,97	22,17
50	v	110	91,3	56,7	32,4	27,41	12,60	21,32
50	w	120	79,3	49,5	29,5	23,69	11,10	18,19
50	x	140	68,3	40,9	25,0	19,59	10,84	15,66
50	y	160	50,0	34,0	27,6	14,98	6,61	7,33

Novamente foi observado que os parâmetros da escala CIELAB diminuíram com o aumento do tempo de torra, mostrando que a cor das torras se intensificou com o tempo para ambas amostras.

Quando comparados os resultados nas amostras de 50g dos cafés maduros e verdes, é visto que os valores da escala se mostram maiores que em amostras com massas menores.

Essa situação pode ser justificada pelo fato de que, em massas menores, o café torra mais e consequentemente resultar em valores menores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Além disso, também foi visto que para um mesmo tempo de torra, os cafés verdes apresentaram a coloração mais escura, apontando que esse tipo torra mais rapidamente que os demais.

Os resultados obtidos para todos os tipos de café torrados foram semelhantes aos obtidos por Campos (2016), que verificou que os grãos crus apresentam um elevado valor de  $L^*$  e que diminui de acordo com o tempo de torra, mostrando o escurecimento dos grãos. Além disso, para esse trabalho os valores de  $a^*$  e  $b^*$  também diminuem ao longo do tempo.

## 4.2 RESULTADOS DA ANÁLISE SENSORIAL DAS BEBIDAS DE CAFÉ

Com todas as amostras de café torada e moídas, foi feita a bebida de cada uma delas. As imagens dessas bebidas estão no Apêndice B.

Para verificar a qualidade das bebidas, foi feita uma análise sensorial avaliando quatro atributos da bebida em uma escala de hedônica. Para classificação das mesmas, foi calculada uma pontuação total, que varia de 0 a 100%, de acordo com a Equação 13.

Dentro dessa pontuação, é válido ressaltar a importância da Reação de Maillard, que são reações químicas entre açúcares e aminoácidos que ocorrem no aquecimento do grão, e contribuem para a formação de aroma, sabor e cor. Além disso existe também a degradação de Strecker, que ocorre durante o desenvolvimento da torra e se dá pela quebra dos aminoácidos do café em aldeídos e cetonas, contribuindo positivamente para o aroma.

Os resultados obtidos para as amostras de café descascado estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Análise sensorial para amostras do café descascado.

Massa [g]	Amostra	Tempo de torra [s]	Aroma	Acidez	Sabor	Cor	Pontuação [%]
30	a	100	5,75	6,00	6,50	6,75	62,50
30	b	110	7,75	7,00	7,75	7,75	75,63
30	c	120	7,25	6,25	7,00	7,50	70,00
30	d	140	4,75	5,00	4,50	5,00	48,13
50	e	100	7,50	7,00	6,50	5,75	66,88
50	f	120	7,75	7,00	7,50	7,25	73,75
50	g	140	5,00	5,50	3,75	5,00	48,13

Feita a análise da Tabela 4, para as amostras de 30g, foi possível perceber que a torra de café que obteve melhor pontuação foi a amostra “b”, seguida da “c”, “a” e “d” respectivamente. Isso permitiu concluir que intervalos de tempo entre 110 e 120 s foram os que geraram uma bebida com melhores atributos para amostras com massas menores. Além disso, é vista uma disparidade muito grande quando se compara os testes de torra “a” e “d” com aquele que obteve a melhor pontuação, isso pode ser justificado pelo fato de no primeiro caso a bebida ter aspecto de crua, ou seja, o café não torrou suficientemente e no último caso os grãos torraram mais que o necessário, o que resultou em uma bebida com sabor de café queimado.

Para a torrefação das amostras de 50g, apresentadas na Tabela 4, a bebida que obteve a melhor pontuação foi a amostra “f”, aquela em que os grãos de café foram torrados por 120s. A mesma disparidade gerada para os testes com 30g foi percebida também nesse caso, em que em tempos menores a nota foi menor pelo fato de a torra não ter sido finalizada no tempo ideal e no outro caso ter extrapolado o tempo, queimando os grãos.

Quando comparadas as torras para diferentes massas, é perceptível que o tempo de torra que gerou a melhor condição para cada uma delas teve uma diferença muito pequena, mostrando que no caso da torrefação do café descascado, para massas menores o tempo de torrefação deve ser um pouco menor em relação a uma quantidade maior de grãos.

A mesma análise foi feita para as amostras de café maduro, os resultados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Análise sensorial para amostras do café maduro.

<b>Massa [g]</b>	<b>Amostra</b>	<b>Tempo de torra [s]</b>	<b>Aroma</b>	<b>Acidez</b>	<b>Sabor</b>	<b>Cor</b>	<b>Pontuação [%]</b>
30	h	100	8,50	6,50	7,00	8,00	75,00
30	i	110	8,50	7,00	7,50	7,50	76,25
30	j	120	8,50	7,50	8,00	8,00	80,00
30	k	140	8,00	6,00	6,50	7,00	68,75
50	l	100	5,00	6,00	5,00	5,50	53,75
50	m	110	7,50	7,00	6,50	6,50	68,75
50	n	120	5,50	7,00	6,50	6,00	62,50
50	o	140	7,00	6,50	6,50	8,00	70,00
50	p	160	7,00	6,50	5,50	7,00	65,00

Como pode ser visto na Tabela 5, para as amostras de 30g, os grãos de café que foram torrados por 120s foram os responsáveis por produzir a bebida com melhor pontuação, isso aponta que nesse tempo a torra foi mais homogênea que nos demais testes e conseqüentemente ficou melhor. As amostras “h” e “i” não tiveram uma disparidade tão grande em sua pontuação se comparadas com a melhor torra, sendo permitido concluir que para massas menores, um intervalo de 100 a 120s gera boas torras. Quando ultrapassado o tempo da amostra “j”, foi feita a “k”, a qual não recebeu uma pontuação boa pelo fato de os grãos queimarem.

Pela análise da mesma Tabela, para as amostras de 50g, é visto que a bebida que recebeu maior pontuação foi aquela onde os grãos torraram por 140s. Porém a análise sensorial da amostra “n” não gerou um resultado coerente, isso porquê a amostra “m” recebeu uma nota maior que a mesma, sendo que essa foi torrada em um tempo mais próximo da melhor torra. Também houve uma divergência quando comparada as pontuações de “p” e “n”, em que a pontuação da amostra “p” é maior, o que não faz sentido tendo em vista que ela torrou mais e conseqüentemente culminou em um café queimado. Analisando a bebida da amostra “n”, contida no Apêndice B, comprova-se que essa é mais clara do que a bebida anterior à ela, que torrou por um tempo menor, sendo assim, uma explicação para tal disparidade é a torra não homogênea.

Se comparadas as amostras de 30 e 50g, é nítida a menor pontuação das amostras de 50g. Isso permite concluir que para o café maduro, torrar uma menor massa de grãos de café é mais adequado, por resultar em uma torrefação mais homogênea e conseqüentemente uma bebida com melhores atributos. Além disso, também é visto que para massas maiores o tempo para se atingir uma boa condição é maior, aumentando o gasto de energia.

De maneira semelhante, realizou-se a análise sensorial para o café verde. A Tabela 6 apresenta o desfecho dessa análise.

Feita a verificação dos resultados presentes na Tabela 6, as amostras de 30g de café que resultaram em uma bebida com melhor pontuação foram aqueles que torraram por 120s. A diferença entre a amostra “q” e “r” para a de melhor qualidade é muito pequena, isso pode significar que pelo fato de o café ser verde, consumi-lo de forma cru, ou seja, torrar por menos tempo, resulta em uma bebida com melhores atributos. Esse fato também é justificado com a pontuação dada ao café que torrou por 140s, isso porquê as notas de seus atributos foram bem menores do que os demais, fato que aponta que a bebida desse tipo de café com uma torra queimada não é agradável.

Tabela 6 – Análise sensorial para amostras do café verde.

Massa [g]	Amostra	Tempo de torra [s]	Aroma	Acidez	Sabor	Cor	Pontuação [%]
30	q	100	7,00	6,50	6,00	9,00	71,25
30	r	110	7,00	6,50	8,00	7,50	72,50
30	s	120	8,00	6,00	6,50	9,00	73,75
30	t	140	6,50	7,00	4,50	6,50	61,25
50	u	100	6,50	6,00	6,00	8,00	66,25
50	v	110	6,50	6,50	7,50	8,00	71,25
50	w	120	8,50	5,00	6,00	7,50	67,50
50	x	140	7,50	6,50	5,50	8,00	68,75
50	y	160	5,00	5,50	3,50	5,50	48,75

Já na análise das amostras de 50g, é visto que o café que torrou por 110s foi o que obteve a melhor pontuação. Novamente percebeu-se a heterogeneidade nas pontuações de amostras que foram torradas por mais tempo, tendo em vista que a torra “x” foi classificada como superior à “w”, sendo que essa terminou sua torra mais próxima da melhor. Uma possível explicação para essa divergência é a torra não homogênea da amostra “w”, que pode ter gerado grãos com características diferentes, produzindo assim uma bebida de pior qualidade.

Quando comparados os resultados das análises sensoriais do café verde com os demais, é percebido que as torras mais rápidas no café verde não levam nota tão baixa quando comparada com a melhor amostra obtida. Isso mostra que para esse tipo de bebida, torrar menos os grãos não implica em atributos tão desagradáveis como nos outros tipos de café torrados.

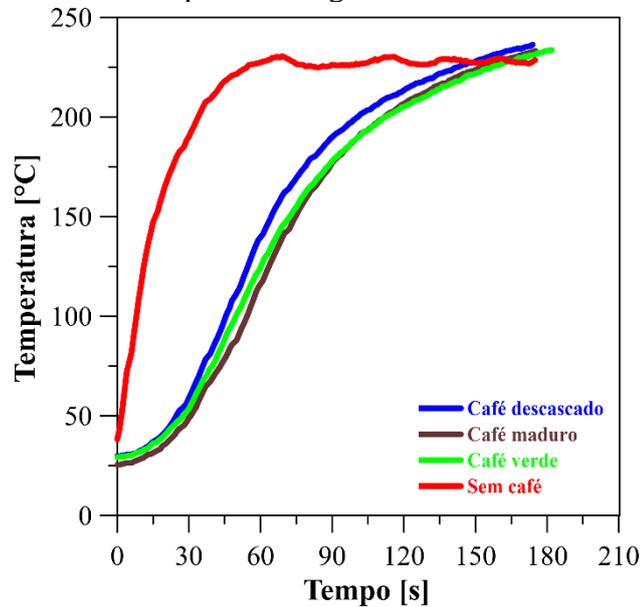
Em um panorama geral, as notas atribuídas às bebidas foram regulares, isso aponta para uma vantagem observada durante o experimento, o fato de os grãos serem misturados de forma homogênea e conseqüentemente torrarem igualmente. Além disso, o ar utilizado para aquecer sopra as chamadas *silver skins*, que são finas cascas presentes nos grãos e que sem elas a bebida feita fica com uma melhor qualidade.

### 4.3 CINÉTICA DE AQUECIMENTO

No intuito de analisar como a temperatura dos grãos variou ao longo do tempo de torra, foi feita a curva de torra de cada um dos cafés estudados. Além disso, também foi feita

essa curva com a pipoqueira vazia, para que pudesse ser comparado a cinética de aquecimento com e sem os grãos. A Figura 15 mostra esses perfis de aquecimento.

Figura 15 – Cinética de aquecimento para pipoqueira com 50g de cada tipo de café e desprovida de grãos de café.



Fonte: Próprio autor (2022).

Por meio da análise da Figura 14 é possível perceber na curva vermelha, momento em que a pipoqueira estava isenta de cafés, uma oscilação no aquecimento pelo fato de o termopar não ter sido fixado em uma lateral para medir uma temperatura, o que fez com que essa oscilasse. Além disso, foi visto que essa temperatura é estabilizada em valores médios de 230°C assim como as curvas dos demais café, o que permite inferir que os grãos de café não afetam a transferência de calor da pipoqueira, pelo fato de que mesmo sem grãos o comportamento da temperatura ao longo do tempo é muito semelhante ao perfil das curvas com a presença dos grãos.

Para as curvas do café foi visto um aquecimento lento no início, devido à pipoqueira estar entrando em funcionamento e levar um certo tempo para aquecer. Outro ponto que pode ter contribuído para a temperatura não elevar tão rapidamente no momento inicial é justificado pela saída da umidade dos grãos. Ao final do processo foi visto que o aquecimento voltou a ficar lento, isso porquê são iniciadas as reações químicas de torra o que faz com que o aumento da temperatura seja lento. Além disso, o gradiente de temperatura entre o ar e o café diminui ao longo do tempo, fazendo com que no final a taxa de aquecimento do café seja diminuída.

Finalmente, foi visto que a cinética de aquecimento do café maduro e verde foram muito semelhantes, porém diferentes do café descascado. Isso ocorreu, pois, o café descascado estava ligeiramente mais seco que os demais, logo não levou tanto tempo na saída de umidade e conseqüentemente aqueceu mais rápido.

## 5 CONCLUSÕES

O trabalho atende satisfatoriamente ao objetivo da Quarta Onda do café, pelo fato de ter sido viável a torra dos grãos por um método não convencional, utilizando uma pipoqueira elétrica. Também é visto que esse método diminui consideravelmente o tempo de torra quando comparado com os convencionais, preservando as características da bebida, o que o torna ainda mais eficiente.

Além disso, também foi possível comparar as pontuações com relações aos atributos de aroma, acidez, sabor e cor para os três tipos de café testados. Para os cafés descascados e maduros, torras que ficaram por um tempo intermediário foram as que obtiveram notas melhores, em contrapartida, as torras mais bem pontuadas dos cafés verdes foram aquelas que demoraram menos, o que indica que para este tipo de café o aspecto de cru traz um sabor mais agradável.

Também foi visto que torrar massas menores de grãos de café é mais viável, uma vez que para os testes com café maduro e verde, nas amostras de 50g houveram algumas divergências quanto ao tempo de torra e a pontuação. Ou seja, uma amostra com peso menor é capaz de torrar de forma mais homogênea, fazendo com que a bebida produzida seja mais saborosa.

Pela escala CIELAB, observou-se que com o passar do tempo de torra, os valores obtidos na escala diminuem, o que faz sentido pois à medida que o tempo passa o café fica com um aspecto mais avermelhado, justificado pelo parâmetro  $a^*$  e também com uma baixa luminosidade, indicada pelo parâmetro  $L^*$ . Nesta mesma escala, foi visto nas amostras de massas maiores que os valores são ligeiramente maiores do que nas amostras mais leves, mostrando que torrar uma maior quantidade de grãos deixa a torra mais heterogênea.

Quanto à análise das curvas de torra, é visto que a temperatura dos grãos aumenta muito pouco no início, pelo fato de a pipoqueira estar começando a entrar em operação e logo depois ocorre um aumento considerável da mesma.

Outrossim, foi verificado que os grãos de café não interferem no aquecimento da pipoqueira, o que aponta mais ainda para a viabilidade de se usar a mesma para realizar a

torrefação. Portanto, foi possível observar que o uso de tal aparato é eficaz, pelo fato de ter alcançado condições de tempo que resultaram em torras de café com boa qualidade.

## **5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Para trabalhos futuros sugere-se que:

- Sejam testadas massas menores de grãos de café, visando obter uma melhor pontuação para as torras;
- Medição do teor de umidade dos grãos após realizar a torra;
- Realizar uma análise sensorial com pessoas especialistas em café;
- Utilizar outros aparatos para torrar os grãos, como por exemplo a fritadeira elétrica, de forma a aderir ainda mais à Quarta onda do Café.

## REFERÊNCIAS

- ABIC. **Categorias de Qualidade do Café.** 2022. Disponível em: <<https://www.abic.com.br/tudodecafe/>>. Acesso em: 03 jun. 2022.
- ABIC. **Qualidade do Café.** 2021. Disponível em: <<https://www.abic.com.br/certificacoes/qualidade/>>. Acesso em: 20 jul. 2022.
- AGROLEV. **Torrador de Café Industrial.** Disponível em: <<https://www.agrolev.com.br/agrolev/produto/torrador-de-cafe-industrial-15-kg/>>. Acesso em: 03 jun. 2022.
- AMAZÔNIA HUB. **Óleo de café verde da Amazônia: pra que serve?.** Disponível em: <<https://amazoniahub.com/oleo-de-cafe-verde-da-amazonia-pra-que-serve/>>. Acesso em: 20 jun. 2022.
- ANBA. Demanda de árabes por café verde e solúvel do Brasil cresce. **Agência de Notícias Brasil-Árabe**, 2021. Disponível em: <<https://anba.com.br/demanda-de-arabes-por-cafe-verde-e-soluvel-do-brasil-cresce/>>. Acesso em 20 mai. 2022.
- ANDRADE, E.T. et al. Potencial de conservação de energia no pré-processamento do café. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 71-82, 2000.
- ARGENTA CAFÉS. **Como é formado o sabor do café e como desenvolver seu paladar**, 2021. Disponível em: <<https://www.argentacafes.com/como-e-formado-o-sabor-do-cafe-e-como-desenvolver-seu-paladar/#content>>. Acesso em 14 set. 2022.
- CAMPOS, R.C. **Propriedades físicas dos grãos de café moca durante o processo de torra.** Dissertação – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.
- CANTO, M.W. **Estudo de diferentes processos de torração de café por método convencional e micro-ondas.** Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas-SP, Campinas, 2001.
- CARMOMAQ. **DESCASCADOR DE CAFÉ CARMOMAQ.** Disponível em:<<https://www.carmomaq.com.br/produtos/descascador-de-cafe/>>. Acesso em: 25 mai. 2022.
- CARVALHO, G.R. **AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE CAFÉ NA REGIÃO SUL DE MINAS GERAIS: UM MODELO DE ANÁLISE DE DECISÃO.** Dissertação - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- ECODEBATE. Propriedades e Benefícios do Café Verde (Muito além do emagrecimento). **EcoDebate**. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2021/01/06/propriedades-e-beneficios-do-cafe-verde-muito-alem-do-emagrecimento/>>. Acesso em: 09 jul. 2022.

GUIMARÃES, E.R. Terceira onda do café: base conceitual e aplicações. **Organizações Rurais e Agroindustriais**. Dissertação - Universidade Federal de Lavras-MG, Lavras, v. 18, n. 3, p. 214-227, 2016.

HEINEIRCI, G. Quais são as fases da torra do café. **Atila**. Disponível em: <<https://www.atilla.com.br/as-fases-da-torra-de-cafe/>>. Acesso em: 02 jun. 2022.

MAGAZINE LUIZA. **Torrador para café bola nº 4 - fuzil**. Disponível em: <[https://www.magazineluiza.com.br/torrador-para-cafe-bola-no-4-fuzil/p/eg4fffj26e/ud/udcc/?&seller\\_id=lojastarferramentas&utm\\_source=google&utm\\_medium=pla&utm\\_campaign=&partner\\_id=66991&gclid=CjwKCAjw2rmWBhB4EiwAiJ0mtXfdjia\\_TZcPxcwDm0qGvZTu0KUfFhm1qaSQfs-CF8uMre\\_e9vNcBoCW4YQAvD\\_BwE&gclid=aw.ds](https://www.magazineluiza.com.br/torrador-para-cafe-bola-no-4-fuzil/p/eg4fffj26e/ud/udcc/?&seller_id=lojastarferramentas&utm_source=google&utm_medium=pla&utm_campaign=&partner_id=66991&gclid=CjwKCAjw2rmWBhB4EiwAiJ0mtXfdjia_TZcPxcwDm0qGvZTu0KUfFhm1qaSQfs-CF8uMre_e9vNcBoCW4YQAvD_BwE&gclid=aw.ds)>. Acesso em: 10 jul. 2022.

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-SP, 4p, 2004.

MERCAFE. **Prensa Francesa Oxford**. Disponível em: <[https://mercafe.com.br/prensa-oxford/p?idsku=20039595&utm\\_source=mercafe\\_shopping\\_feed&gclid=CjwKCAjw682TBhATEiwA9crl3yvyrKkmmPr9ilapnv9Nq0reNby\\_\\_h6am3I5T1SH6bZlQ\\_qrpVtqYxoCj3kQAvD\\_BwE](https://mercafe.com.br/prensa-oxford/p?idsku=20039595&utm_source=mercafe_shopping_feed&gclid=CjwKCAjw682TBhATEiwA9crl3yvyrKkmmPr9ilapnv9Nq0reNby__h6am3I5T1SH6bZlQ_qrpVtqYxoCj3kQAvD_BwE)>. Acesso em: 25 mai. 2022.

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

MORI, M. Quarta onda do café: especialistas explicam se estamos surfando nela. **Bom gourmet**. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/bomgourmet/bebidas/quarta-onda-do-cafe/>>. Acesso em: 04 jun. 2022.

OLIVEIRA, J.S. et al. Café Especial: Agregação de Valor ao Tradicional Café. **Revista Eletrônica de Comunicação**. V. 3, n. 1, 2008.

PDG Brasil. **Como provar Cáscara e Avaliar a Qualidade**. Disponível em: <<https://perfectdailygrind.com/pt/2020/05/21/como-provar-casca-de-cafe-e-avaliar-a-qualidade/>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

PORTUGAL, L. Torrefação do café: saiba o que é, sua importância e como é feita. **uCoffee**. Disponível em: <<https://blog.ucoffee.com.br/torrefacao-cafe/>>. Acesso em: 03 jun. 2022.

SCAA. Protocolo para análise sensorial de café. **Metodologia SCAA**. 2008.

SCHMIDT, P. et al. Interação da torra e moagem do café na preferência do consumidor do oeste paranaense. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 38, n. 4, p. 1111-1117, 2008.

SILVA, W.C.E. **Consumidores de Cafés Especiais nos bairros da Zona Norte da cidade do Recife – PE**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Economia Doméstica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

**SOLAB. Estufa de Secagem com Circulação e Renovação de Ar SL-102.** Disponível em: <<https://www.solabcientifica.com.br/equipamentos/estufa-secagem-circulacao-renovacao-ar/estufa-de-secagem-com-circulacao-e-renovacao-de-ar-180-a-336-litros-sl-102/>>. Acesso em: 25 mai. 2022.

**WIKIPEDIA. CIELAB color space.** Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/CIELAB\\_color\\_space#From\\_CIEXYZ\\_to\\_CIELAB](https://en.wikipedia.org/wiki/CIELAB_color_space#From_CIEXYZ_to_CIELAB)>. Acesso em: 05 jun. 2022.

**WIKIPEDIA. sRGB.** Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/SRGB#The\\_reverse\\_transformation](https://en.wikipedia.org/wiki/SRGB#The_reverse_transformation)>. Acesso em: 05 jun. 2022.

# APÊNDICE A



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)



i)



j)



k)



l)



m)



n)



o)



p)



q)



r)



s)



t)

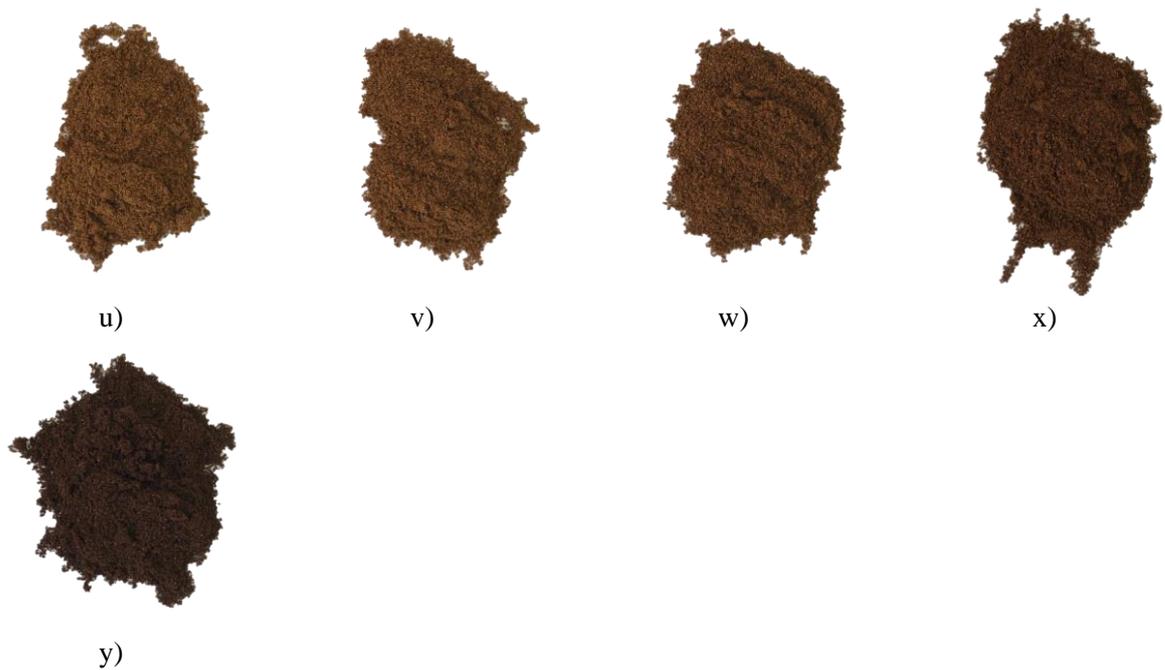


Figura 16 - Fotografias do café moído das amostras de café descascado com massa inicial e tempo de torra de a) 30g e 100s, b) 30g e 110s, c) 30g e 120, d) 30g e 140s, e) 50g e 100s, f) 50g 120s, g) 50g e 140s; amostras de café maduro com massa inicial e tempo de torra de h) 30g e 100s, i)30g e 110s, j) 30g e 120s, k) 30g e 140s, l) 50g e 100s, m) 50g e 110s, n) 50g e 120s, o)50g e 140s , p) 50g e 160s; amostras de café verde com massa inicial e tempo de torra de q) 30g e 100s, r) 30g e 110s, s) 30g e 120s, t) 30g e 140s, u) 50g e 100s, v) 50g e 110s, w) 50g e 120s, x) 50g e 140s, y) 50g e 160s.

# APÊNDICE B



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)



i)



j)



k)



l)



m)



n)



o)



p)



q)



r)



s)



t)

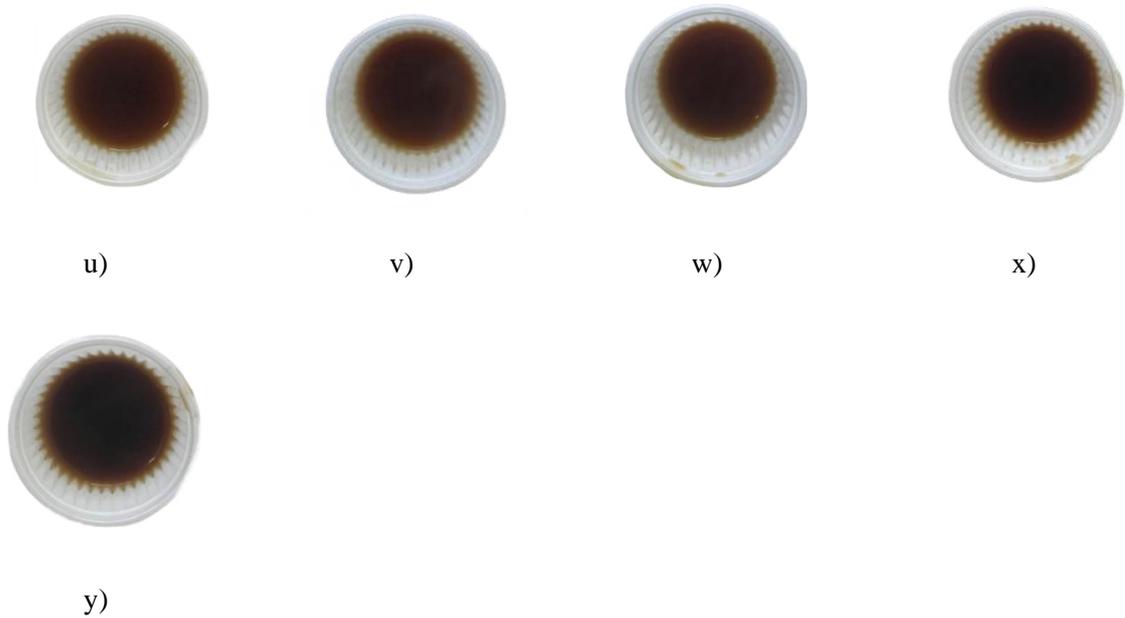


Figura 17 - Fotografias da bebida de café das amostras de café descascado com massa inicial e tempo de torra de a) 30g e 100s, b) 30g e 110s, c) 30g e 120, d) 30g e 140s, e) 50g e 100s, f) 50g 120s, g) 50g e 140s; amostras de café maduro com massa inicial e tempo de torra de h) 30g e 100s, i)30g e 110s, j) 30g e 120s, k) 30g e 140s, l) 50g e 100s, m) 50g e 110s, n) 50g e 120s, o)50g e 140s , p) 50g e 160s; amostras de café verde com massa inicial e tempo de torra de q) 30g e 100s, r) 30g e 110s, s) 30g e 120s, t) 30g e 140s, u) 50g e 100s, v) 50g e 110s, w) 50g e 120s, x) 50g e 140s, y) 50g e 160s.