



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



LUCAS LARQUER MONEDA

DIFERENÇAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS BEBIDAS DE CAFÉS EM RELAÇÃO AO TIPO DE EXTRAÇÃO

Patos de Minas - MG

2023

LUCAS LARQUER MONEDA

DIFERENÇAS FÍSICO-QUÍMICAS DAS BEBIDAS DE CAFÉS EM RELAÇÃO AO TIPO DE EXTRAÇÃO

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Engenharia de
Alimentos da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito de avaliação
parcial da disciplina de Trabalho de
Conclusão de Curso II.

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

Patos de Minas - MG

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Faculdade de Engenharia Química

Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1K - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4285 - secdireq@feq.ufu.br - www.feq.ufu.br



HOMOLOGAÇÃO Nº 87

LUCAS LARQUER MONEDA

Diferenças físico-químicas das bebidas de cafés em relação ao tipo de extração

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado nesta data para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - *campus* Patos de Minas (MG) pela banca examinadora constituída por:

Prof.ª Dr.ª Líbia Diniz Santos

Orientadora - FEQUI/UFU

Bel.ª Elaine Cristina Rosa

PPGEA/UFU

Prof.ª Dr.ª Renata Abadia Reis Rocha

UFV

Patos de Minas, 16 de junho de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Libia Diniz Santos, Presidente**, em 16/06/2023, às 15:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renata Abadia Reis Rocha, Usuário Externo**, em 16/06/2023, às 15:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elaine Cristina Rosa, Usuário Externo**, em 16/06/2023, às 15:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4479479** e o código CRC **D7CF4A18**.

RESUMO

A extração da bebida do café é a última etapa do processamento de pós-colheita antes do consumidor. Cada método de extração possui uma origem, e normalmente está ligada aos hábitos culturais de consumo da sociedade. O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência de cada método de extração de café nas características físico-químicas das bebidas. Os métodos *espresso*, Prensa Francesa, filtrado em papel, filtrado em pano e Clever foram avaliados quanto às características da bebida em relação ao pH, sólidos solúveis totais, sólidos totais, cinzas, acidez titulável e teor de lipídeos. O método *espresso* foi o que apresentou maiores diferenças em relação aos outros quatro métodos, tal fato pode estar relacionado a maior proporção entre café e água no preparo, a pressão aplicada durante a extração e a granulometria fina utilizada. A Prensa Francesa apresentou os menores valores de sólidos totais e solúveis, além de cinzas, provavelmente devido a maior granulometria, mas apresentou valores maiores de lipídeos em comparação aos filtrados e Clever. Os métodos de filtração só apresentaram diferenças físico-químicas significativas em relação ao pH e acidez titulável. A Clever apresentou teor de lipídeos significativamente menor entre todos os métodos.

Palavras-chave: Café coado, métodos de preparo, extração de café.

ABSTRACT

The coffee brew is the last step of post-harvesting processing before consumption. Each method has an origin and usually is related to consuming habits. This study's objective was to evaluate how each coffee brew method influences the physicochemical characteristics of beverages. The methods of espresso, French Press, paper pour-over, cloth pour-over, and Clever have evaluated pH, total dissolved solids, total solids, ashes, titrable acidity, and lipid content. The espresso method presented the most differences among the four other methods, likely it is linked to a higher coffee/water ratio, the pressure applied and the finest granulometry used. French Press got minor values of total and dissolved solids and ashes, maybe because coarser particles were used, but had higher lipid content, in front of pour-over and Clever. Pour-over beverages only were significantly different in pH and titrable acidity. Clever showed significantly less lipid content among all methods.

Key-words: Drip coffee, preparing methods, coffee brewing.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 ORIGEM	4
2.2 PRODUÇÃO E CONSUMO	5
2.3 CLASSIFICAÇÃO DOS CAFÉS	5
2.4 EXTRAÇÃO DA BEBIDA	7
2.5 MÉTODOS DE PREPARO	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 AMOSTRAS DE CAFÉ	9
3.2 PREPARO DAS BEBIDAS	10
3.2.1 <i>Café espresso</i>	10
3.2.2 <i>Prensa Francesa</i>	10
3.2.3 <i>Filtrados em papel e pano</i>	10
3.2.4 <i>Clever</i>	11
3.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	11
3.3.1 <i>pH</i>	11
3.3.2 <i>Umidade e cinzas dos grãos de café</i>	11
3.3.3 <i>Sólidos Totais (ST), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Cinzas das Bebidas</i>	11
3.3.4 <i>Acidez Titulável (AT)</i>	11
3.3.5 <i>Lipídeos</i>	12
3.3.6 <i>Análise estatística</i>	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5. CONCLUSÃO	18
REFERÊNCIAS	19

1. INTRODUÇÃO

O café é uma das principais commodities e uma das bebidas mais consumidas em todo o mundo e ganha esse destaque pelo seu sabor e aroma agradáveis, bem como às suas qualidades estimulantes. Diante de tal relevância, estudos recentes têm ampliado o conhecimento das características químicas e sensoriais do café ao longo de toda a cadeia produtiva, que vai desde a semente à xícara, a fim de produzir bebidas de qualidade superior (Angeloni *et al.*, 2018). A qualidade do café pode ser atribuída à espécie, ao método de cultivo, ao ambiente e aos cuidados de manejo na pré ou pós-colheita (MARTINS *et al.*, 2019)

Dentre todas as etapas que envolvem o processo produtivo da bebida de café, a extração é a etapa final que antecede o seu consumo. A extração do café é um processo complexo e todos os parâmetros envolvidos no processo detêm um impacto significativo na cinética de extração dos diferentes compostos químicos presentes no café torrado e afetam a qualidade sensorial da bebida. A extração do café pode ser realizada em diferentes escalas, que vai desde a extração industrial, na produção de café solúvel, até a extração em aparelhos domésticos para produzir uma única xícara de café (CÓRDOBA *et al.*, 2020; ROCCHETTI *et al.*, 2020).

Tendo em vista a importância em todas as etapas de processamento do café para que sejam produzidas bebidas de qualidade, é importante estudar e compreender as diferenças entre os diversos métodos de extração do café, sendo que a extração é uma etapa que afeta diretamente a qualidade final da bebida, uma vez que o contato entre a água e os sólidos do café torrado resultam em transferência dos sabores do grão moído para a matriz aquosa. Assim, o objetivo do presente estudo é avaliar a influência dos diferentes métodos de extração de café nas características físico-químicas das bebidas. Dessa forma, foram comparados os seguintes métodos: *Espresso*, Prensa Francesa, Filtrado em Papel, Filtrado em Pano e Clever.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem

Originário da Etiópia, o café (*Coffea arábica*) era consumido ainda em fruto e suas folhas em infusões. No Oriente Médio, o Iêmen foi o primeiro país a receber suas

sementes e se tornou o pioneiro na produção comercial do fruto. A partir do século XIV o café passou a ser torrado, e foi quando adquiriu a forma como é conhecido atualmente. Os árabes denominaram a planta *kaweh* e a bebida *kahwah*, que significa “força”. Já a história do café no ocidente é mais recente, em 1616, um comerciante holandês foi responsável por dar início a transação da planta no continente. O jardim botânico de Amsterdam recebeu algumas plantas, que posteriormente foram enviadas ao leste da Índia para formar novas plantações. O rei Louis XIV da França recebeu como presente algumas amostras desta recém-descoberta, e isto foi o início da disseminação do café nas colônias francesas (HERRERA; LAMBOT, 2017; MARTINS, 2008).

Além do café Arábica (*Coffea arábica*), existe outra espécie de café de grande interesse comercial, o *Coffea canephora* conhecido como café Robusta ou Conilon (PORTELA *et al.*, 2021). Diferentemente do café Arábica, o Robusta possui origem na África Central, próximo onde se encontra atualmente a República Democrática do Congo. Existem diferenças morfológicas e fisiológicas entre as espécies do café, sendo a *C. canephora* mais resistente a pragas e variações climáticas (HERRERA; LAMBOT, 2017). Normalmente, o café Arábica apresenta bebidas de melhor qualidade sensorial, enquanto o café Robusta apresenta maior quantidade de sólidos e menor valor comercial (PORTELA *et al.*, 2022).

2.2 Produção e Consumo

Atrás apenas da água, o café é a segunda bebida mais consumida no mundo. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de café (ABIC) foram produzidas 47,7 milhões de sacas entre outubro de 2020 e novembro de 2021, sendo 21,5 milhões de sacas consumidas internamente. Os Estados Unidos são o país com maior consumo per capita, com 6,06kg de café cru, equivalentes a 4,84kg de café torrado (ABIC, 2022) Segundo a Associação Internacional do Café (ICO) (2021), na safra 2020/21 a produção de cafés foi de 170,8 milhões de sacas de 60kg, sendo 59,2% correspondente ao café Arábica. Na América do Sul, a produção desta espécie chega a 76,4% da área cafeeira (ICO, 2021)

2.3 Classificação dos cafés

Desde 2004, a ABIC certifica os cafés de acordo com sua qualidade em quatro classificações: Gourmet, Superior, Tradicional e Extraforte. Os cafés classificados como Gourmet devem atingir nota de Qualidade Global (QG) superior a 7,3. Os cafés superiores

são de qualidade intermediária, possuem leve amargor, aroma equilibrado e gosto prolongado, e devem possuir QG maior que 6,0 e inferior a 7,3. Para os cafés Tradicional e Extraforte, o QG deve ser superior a 4,5 e inferior a 6,0, sendo estas categorias de menor qualidade sensorial, porém com custo mais acessível ao consumidor (ABIC, 2023). A Figura 1 ilustra a escala de qualidade dos cafés segundo a ABIC.

Figura 1: Escala de Qualidade de Cafés ABIC.



Fonte: ABIC, 2023

Segundo a Associação do Café Especial (SCA) o café especial ou café de especialidade, é aquele reconhecido pelos atributos que o distingue dos demais, e, se a pontuação após for superior a 90 pontos, é avaliado como “Excepcional”, entre 85 e 85,99 pontos “Excelente”, entre 80 e 84,99 pontos “Muito Bom” e abaixo de 80 o café não é considerado especial. O aumento da procura e consumo por cafés especiais tem resultado em grandes oportunidades para países produtores como o Brasil, sendo estes comercializados por valores cerca de 20 a 50% maiores em comparação a cafés convencionais (SCA, 2021, 2022; TOLESSA *et al.*, 2016). A Figura 2 representa a classificação de cafés especiais segundo a SCA.

Figura 2: Classificação de Cafés Especiais SCA



Fonte: Adaptado de SCA, 2021

2.4 Extração da Bebida

A extração é a última etapa da obtenção da bebida do café. É uma extração sólido-líquido, que, embora leve pouco tempo, têm grande impacto nas características da bebida. Alguns fatores são determinantes durante o processo de extração, como tempo de extração, composição, temperatura da água, pressão, tamanho de partícula e proporção entre café e água (CORDOBA *et al.*, 2020). Os diferentes métodos de preparo podem fornecer composições físico-químicas completamente diferentes na xícara, e por consequência, alterações sensoriais significativas (DE PEÑA; LUDWIG; CID, 2019).

Durante a extração, são extraídos diversos compostos como sólidos solúveis e insolúveis, lipídeos, compostos voláteis e não-voláteis. A quantidade de cada composto é determinada pela área superficial de contato entre os grãos e a água, bem como do método empregado. O formato e o tamanho de partícula afetam a molhabilidade dos grãos, e por consequência a taxa de extração e a difusão dos sólidos na água. O teor de sólidos solúveis determina a percepção de intensidade, ou força, da bebida, sendo valores considerados ótimos entre 1,15 e 1,35%. A acidez percebida no paladar foi estudada por diversos autores, mas não houve relação direta com a acidez titulável ou valores de pH (CORDOBA *et al.*, 2020; LINGLE, 2011). Outros fatores além das propriedades físico-químicas podem afetar percepção sensorial do café. Carvalho e Spence (2018) mostraram que o formato da xícara utilizada na avaliação sensorial afetou direta e significativamente o julgamento de provadores profissionais e amadores.

As extrações podem ser classificadas em cinco diferentes categorias: decocção, infusão, percolação, filtração e pressão. Na decocção, uma porção de café moído é colocado em contato direto com a água quente por uma quantidade considerável de tempo e não há etapa de filtração anterior ao consumo, por exemplo o café turco *Ibrik*. Na infusão, o pó também é colocado em contato direto com a água, porém por uma quantidade menor de tempo, e há a filtragem do pó antes do consumo, sendo o método mais comum a Prensa Francesa. O método de percolação, o vapor gerado no recipiente aumenta a pressão, fazendo com que a água aquecida escoe pelo caminho de menor resistência, ou seja, através do pó, como nas cafeteiras italianas, conhecidas popularmente como “Moka”. Nos métodos de filtração, a água quente flui através de uma cama formada pelo pó de café, posicionada sobre um elemento filtrante que normalmente é de papel, algodão ou metal, extraindo os elementos solúveis presentes no café. Nos métodos de extração sob pressão, a água é forçada através do pó sob pressões superiores a atmosférica, realizando a extração de maneira rápida, como nos cafés *espresso* (DE PEÑA; LUDWIG; CID, 2019; RAO, 2008).

2.5 Métodos de Preparo

Dentre os métodos citados, o *espresso* se tornou popular em todo o mundo, possivelmente, devido as suas características distintas quando comparado a outros métodos de preparo. O método possui origem na Itália, e caracteriza-se por ser uma bebida polifásica e concentrada, preparada a partir de café torrado e moído e água sob pressão em um curto período. Para uma bebida de qualidade a pressão de operação no equipamento deve ser de aproximadamente 9 bar, porém, algumas máquinas comerciais hoje trabalham em pressões até 20 bar. Cafés preparados em pressões superiores podem apresentar alguns defeitos sensoriais, como amargor excessivo, adstringência e maior presença de alguns compostos aromáticos (DE PEÑA; LUDWIG; CID, 2019; PARENTI *et al.*, 2014; PETRACCO, 2005).

Embora seja um método centenário, a Prensa Francesa ganhou popularidade recentemente devido a sua versatilidade e facilidade de preparo. Este método consiste em um êmbolo dotado de um filtro em nylon ou metal, que encaixa precisamente em um recipiente cilíndrico. O café torrado e moído e a água quente são adicionados ao recipiente, e após determinado tempo de infusão, o embolo é deslocado para baixo, realizando a extração da bebida na parte superior. Normalmente, este método apresenta

maior corpo, menor amargor e adstringência, em comparação aos cafés filtrados, além de utilizar uma moagem mais grossa, devido ao maior espaçamento do elemento filtrante (DE PEÑA; LUDWIG; CID, 2019; RAO, 2008).

No Brasil, os cafés obtidos pelos métodos filtrados são largamente consumidos. Nestes métodos, a água flui através do pó de café torrado e moído pela ação da gravidade, e, em seguida, ocorre a separação da bebida através de um elemento filtrante, fabricado normalmente em metal, papel ou algodão, posicionado ou não sob um suporte. O suporte pode apresentar diferentes formatos, e o elemento filtrante diferentes porosidades. A transferência de massa ocorre a partir da lixiviação, e pode variar a depender das condições de extração. As propriedades sensoriais avaliadas na xícara serão distintas a depender da granulometria, temperatura utilizada, formato do suporte, material e porosidade do filtro. (DE PEÑA; LUDWIG; CID, 2019; MESTDAGH; GLABASNIA; GIULIANO, 2017; ZAPATA; ARANGO; ROJANO, 2019).

Pode haver também a combinação entre diferentes tipos de extração em um método de preparo. A combinação entre infusão e filtração é encontrada em alguns métodos, como a Clever, originária da Tailândia. Este método consiste em um suporte fabricado em plástico termo resistente de formato cônico, com um pequeno orifício na parte inferior, e um filtro de papel. Este cone possui uma válvula que controla o fluxo que escoar através deste orifício, e por consequência, o tempo de infusão do café. Assim como na Prensa Francesa, o café é adicionado juntamente a água para iniciar a infusão, porém, neste caso, o que finaliza a infusão e inicia a filtração é a abertura da válvula no fundo do suporte. Enquanto na Prensa Francesa a bebida extraída é obtida da fração superior (sobrenadante), na Clever a bebida é obtida pela lixiviação com o escoamento induzido pela força gravitacional (BRASIL, 2023; FISHER, 2019; ZAPATA; ARANGO; ROJANO, 2019).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Amostras de café

O café utilizado para o experimento foi da espécie *Coffea arabica* var. Catuai Vermelho, processado como Cereja Descascado (CD) e classificado como especial com 86 pontos. Cultivado na Fazenda Limoeiro, a 1.016 metros de altitude, localizada no

município de Guarda-Mor, Latitude -17,522577 e Longitude -47,120503 no Estado de Minas Gerais.

A torra foi realizada no Torrador da marca ATILLA modelo GOLD PLUS. A moagem dos cafés foi realizada imediatamente antes do preparo, utilizando o moedor manual da marca TIMEMORE, modelo CHESNUT C3, que contém 35 cliques, sendo o clique 1 a moagem mais fina, e o clique 35 a moagem mais grossa. As extrações foram realizadas pelo barista da cafeteria, utilizando água mineral com pH de 6,67 e resíduos de evaporação a 180°C de 99,90 mg/L.

3.2 Preparo das bebidas

3.2.1 Café espresso

Para o café *espresso*, foi utilizada a cafeteira da marca OSTER, modelo PRIMALATTE II, com porta filtro de 51 milímetros. Foram utilizados 14g de café com moagem fina, no 8º clique do moedor, obtendo-se 80 mililitros de bebida (*espresso* duplo), proporção utilizada por Severini et al. (2015). O tempo total de extração foi de 50 segundos a 92°C e 19 bar de pressão.

3.2.2 Prensa Francesa

Para a prensa francesa, foi utilizado o método descrito pela SCA (2016a), utilizando café de moagem média-grossa no clique 22 do moedor. A temperatura da água foi de 93,5°C e a proporção foi de 36 gramas de pó e 660 mL de água. O tempo total de extração foi de 4 minutos.

3.2.3 Filtrados em papel e pano

Para os filtrados utilizando filtro de papel ou pano, a metodologia foi a mesma descrita para cafés filtrados da (SCA, 2016b) Foram utilizados 22 gramas de café de moagem média-fina, no 15º clique do moedor, para 400 mL de água a 93,5°C. Para o filtrado de papel foi utilizado o suporte da marca HARIO e modelo V60-02, e filtro de papel da mesma marca. Para o filtrado de pano foi utilizado um filtro 100% em algodão da marca PRESSCA. O tempo total de extração foi de 3 minutos.

3.2.4 *Clever*

O preparo com a Clever foi feito a partir da metodologia da SCA (2016c) para métodos de infusão e filtragem. Foram utilizados 22 gramas de pó em moagem média, no clique 18 do moedor, para 400 mL de água a 93,5°C. O filtro utilizado foi de papel, da marca MELLITA de tamanho 4. O tempo total de extração foi de 4 minutos.

3.3 *Análises físico-químicas*

3.3.1 *pH*

O pH das amostras foi medido em triplicata no mesmo dia das extrações, utilizando o pHmetro do modelo MPA 210, da marca MS TECNOPON (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.3.2 *Umidade e cinzas dos grãos de café*

Os grãos de café torrado foram submetidos a análise de umidade e cinzas. Para umidade, pesou-se aproximadamente três gramas de café e levou-se a estufa a 105°C em triplicata até peso constante. Para cinzas, o café seco foi levado a mufla a 550°C por 7 horas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.3.3 *Sólidos Totais (ST), Sólidos Solúveis Totais (SST) e Cinzas das Bebidas*

Para a determinação de Sólidos Totais (ST), 15 mL das bebidas foram levadas a estufa a 105°C em triplicata até peso constante (PARENTI *et al.*, 2014). Os resíduos da secagem foram pesados em balança analítica e levados para a mufla para determinação de cinzas. Após 7 horas na mufla, pesou-se as cinzas. A determinação do teor de sólidos solúveis (SST) foi realizada a partir da detecção do índice de refração (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.3.4 *Acidez Titulável (AT)*

Para a determinação da Acidez Titulável (AT), 100 mL de cada bebida foram diluídos com água destilada até 300 mL de solução. Foram titulados 100 mL de solução até pH 8,3, e os resultados foram expressos em mL de NaOH em 40 mL de bebida

(INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Foi utilizada a seguinte equação para o cálculo da AT:

$$AT_d = \frac{V \times f \times N \times 100}{A}$$

Em que:

AT_d = Acidez Titulável da solução diluída

V = Volume gasto de NaOH 0,1N

f = Fator de correção do NaOH 0,1N

N = Molaridade da solução de NaOH 0,1N

A = Volume da amostra em mL

Para calcular a AT da amostra, foi considerado fator de diluição f_d igual a 3. Para a conversão, foi utilizada a seguinte equação:

$$AT = \frac{AT_d \times f_d \times 40}{\left(\frac{A}{f_d}\right)}$$

Em que:

AT = Acidez Titulável em 40 mL

f_d = Fator de diluição

3.3.5 Lipídeos

A determinação dos lipídeos foi feita a partir de extração líquido-líquido utilizando n-hexano como solvente. Foram utilizados 10 mL de bebida e 5 mL de n-hexano três vezes, centrifugando a 3500 rpm por 3 minutos. Em cada etapa de centrifugação a fase de hexano foi pipetada e colocada em um cristalizador para evaporação. A massa total de lipídeos foi determinada após a evaporação completa do solvente (PARENTI *et al.*, 2014).

3.3.6 Análise estatística

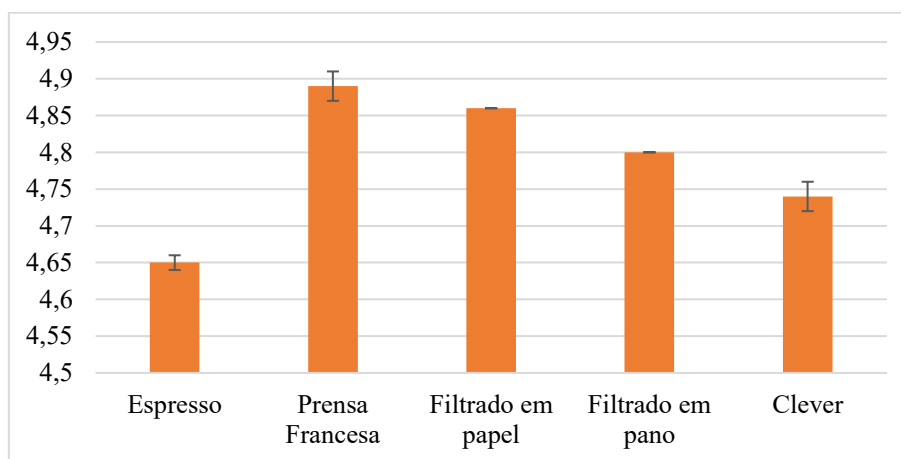
Para a análise estatística dos resultados foi realizada análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey com $p < 0,05$, utilizando o *software* MATLAB versão 2023 ONLINE TRIAL VERSION.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O café em grãos apresentou teor de umidade médio de $2,59 \pm 0,06\%$, o que corrobora com valores encontrados para grãos de torra média-clara $2,56 \pm 0,11\%$ encontrados no trabalho de Kim et al. (2021) e com os $2,5\%$ encontrados na literatura (SCHENKER; ROTHGEB, 2017). O teor de cinzas encontrado foi de $4,53 \pm 0,03\%$.

O Gráfico 1 apresenta os valores de pH médios das bebidas de café:

Gráfico 1: Valores médios de pH das bebidas de café.



Parenti et al. (2014) encontraram valores de médios de pH para cafés *espresso* variando de 5,05 a 5,32 a depender do equipamento utilizado, enquanto Kim et al. (2021) encontraram valores entre 4,79 e 5,67 variando de acordo com a torra para o mesmo método. Angeloni et al. (2019) encontraram valores de pH para cafés *espresso* variando de 5,16 a 5,30 variando com a metodologia empregada na extração. O resultado do presente trabalho se aproximou mais aos valores de pH encontrados por Kim et al. (2021)

O valor médio de pH encontrado na extração pela Prensa Francesa foi de 4,89, próximos aos valores obtidos no trabalho de Córdoba et al. (2021) entre 4,70 e 4,73 dependendo da cinética de torra empregada. Valores mais elevados foram encontrados nos trabalhos de Angeloni et al. (2019) de 5,16, e Fuller e Rao (2017) encontraram valores médios entre 5,35 e 5,61 variando com o grau de torra e granulometria da moagem.

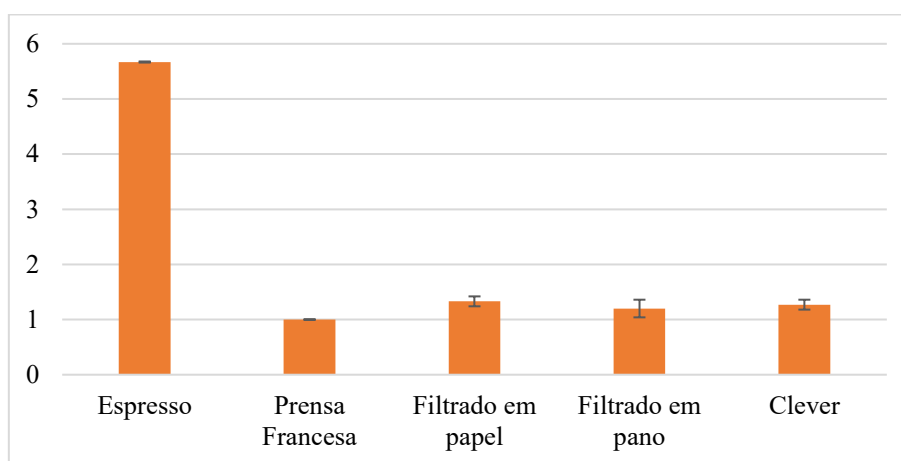
Os valores de pH para os cafés filtrados apresentaram diferença significativas com o uso de papel e pano, 4,86 e 4,80, respectivamente. Zapata, Arango e Rojano (2019) encontraram valor médio de pH para o método filtrado utilizando o V60 de 4,92 enquanto Angeloni et al. (2019) obtiveram resultados de pH médio de 5,15. Santanatoglia et al.

(2023) encontraram valores médios variando entre 4,73 e 5,12 a depender da torra empregada no grão. Já para o café filtrado em pano não foram encontrados valores de referência na literatura.

No método Clever os valores médios de pH encontrados não apresentaram diferença significativa para os métodos de filtração, mesmo com maior granulometria e tempo de infusão empregados. No trabalho de Zapata *et al.* (2019) eles encontraram valor médio de pH de 5,13 próximo ao valor do presente trabalho de 4,74.

O Gráfico 2 apresenta os valores médios de sólúveis totais expressos em °BRIX para as bebidas de café:

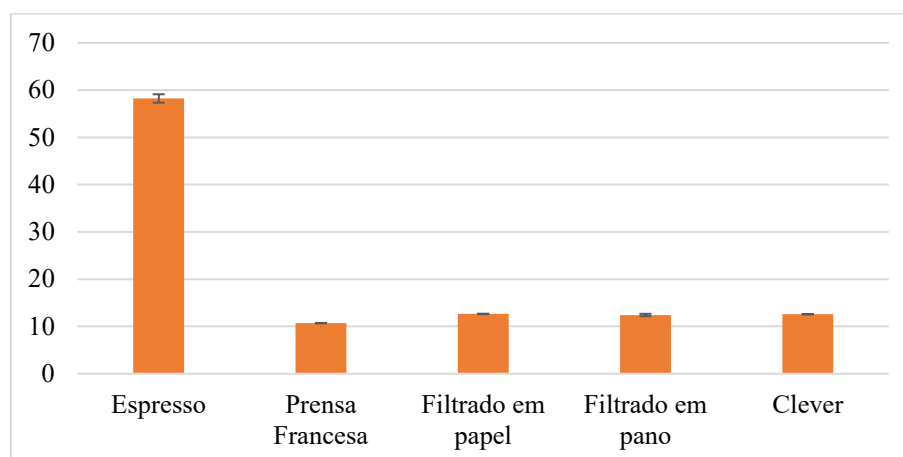
Gráfico 2: Valores de Sólidos Solúveis Totais (SST) em °BRIX nas bebidas de café.



Os valores de sólidos solúveis totais foram maiores para o café *espresso*, como esperado, devido à alta proporção de pó para água. Outros autores encontraram valores entre 5,17 e 8,44 com diferentes técnicas de extração (AGELONI *et al.*, 2019). A quantidade de sólidos solúveis na prensa francesa foi a menor, como visto também por Angeloni *et al.* (2019), mas não houve diferença significativa em relação filtrado de pano e Clever. O método de filtração em papel também não apresentou diferença significativa entre o filtrado de pano e a Clever, divergindo dos resultados obtidos por Zapata *et al.* (2019), que obteve valores médios de 1,94°Brix para Clever e 1,00°Brix para filtrado em papel. Lingle (2011) afirma que, com excessão do *espresso*, os cafés apresentam uma quantidade média de SST de 1,2%, mas, os valores podem variar entre 0,5% nas bebidas mais fracas e 1,8% nas mais fortes.

O Gráfico 3 apresenta os valores médios de ST em mg.mL⁻¹ para as bebidas de café:

Gráfico 3: Valores médios de ST em mg.mL⁻¹ para as bebidas de café.



Os valores de sólidos totais encontrados para *espresso* assemelharam-se aos encontrados por Severini *et al.* (2015) que encontraram valores médios entre 44,342 e 55,115 mg/mL e Parenti *et al.* (2014) que encontraram valores médios entre 59,48 e 69,69 mg/mL a depender do equipamento utilizado.

De acordo com Ramakrishna; Giridhar e Jeszka-Skowron (2022), no método de extração utilizando a prensa francesa empregam-se maiores partículas (701-900 micrometros), e mesmo com tempo de infusão maior apresentou valores de sólidos totais menor que os outros métodos com tamanho de partículas inferiores.

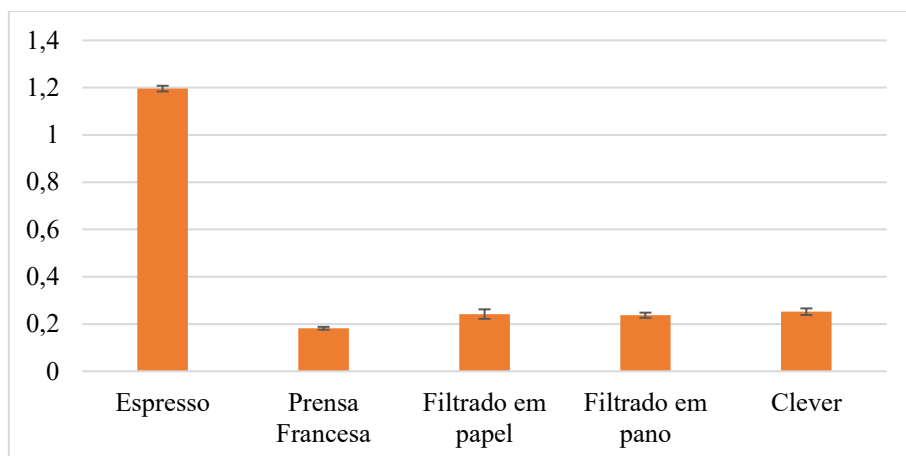
Os métodos de filtração em papel e pano, e a Clever deram valores semelhantes em relação a quantidade de sólidos totais. Nos métodos de papel e pano, os tempos de contato e granulometria foram iguais, e, portanto, é possível dizer que o material não influenciou significativamente na quantidade de sólidos da bebida. Na Clever, o tempo de infusão foi maior, porém, a granulometria também foi superior, não sendo suficiente para provocar alterações significativas.

Mesmo apresentando teor de sólidos solúveis e sólidos totais inferiores aos demais métodos, a bebida obtida utilizando a Prensa Francesa apresentou precipitação visível. O *espresso* apresentou bebida mais turva, enquanto os métodos filtrados e Clever apresentaram bebidas mais uniformes e limpas. Foi observado, portanto, a razão entre SST e ST. A Prensa Francesa apresentou os menores valores (9,34%) enquanto o filtrado em papel e a Clever os maiores, com 10,51% e 10,10%, respectivamente. Os resultados indicam que o material filtrante utilizado na Prensa Francesa foi mais permeável as pequenas partículas insolúveis, provocando a precipitação, enquanto o papel utilizado no

filtrado e na Clever obteve melhor retenção destas partículas, aumentando a proporção de sólidos solúveis sobre os totais nas bebidas.

O Gráfico 4 demonstra os valores médios de Cinzas em porcentagem nas bebidas de café:

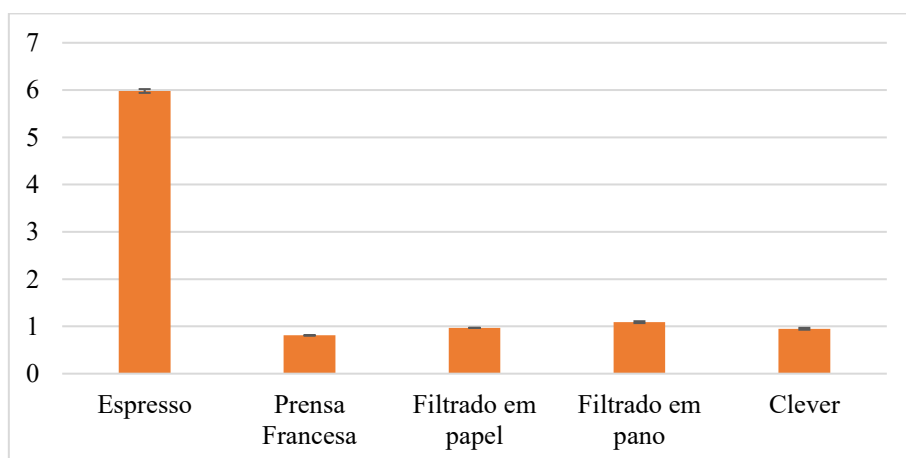
Gráfico 4: Valores médios de Cinzas (%) nas bebidas de café.



O teor de cinzas encontrados nas amostras correspondeu às expectativas, uma vez que o maior teor de cinzas foi encontrado no *espresso* e o menor na prensa francesa, enquanto filtrado em papel, filtrado em pano e Clever não apresentaram diferença significativa.

O Gráfico 5 apresenta os valores médios de Acidez Titulável (AT) em mL de NaOH 0,1N por 40mL de bebida.

Gráfico 5: Valores médios de AT em mL de NaOH 0,1N para 40mL de bebida



Assim como nos parâmetros anteriores, o café *espresso* apresentou grande diferença nos valores de acidez titulável. Severini et al. (2015) encontraram valores entre

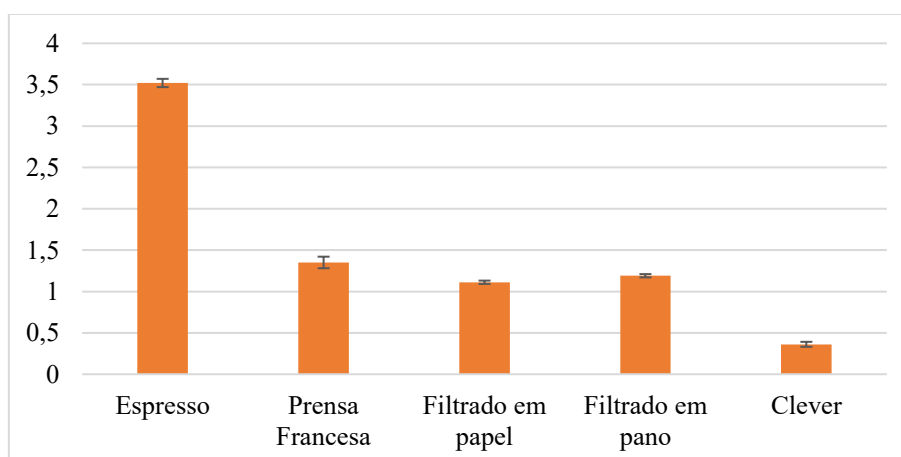
0,180 e 0,254 mL de NaOH por mL de bebida, tituladas até pH 7,0, para cafés *espresso* regulares variando a granulometria empregada. Kim et al. (2021) encontraram valores entre 1,10% e 1,51%, variando o grau de torra entre muito escura e média-clara, respectivamente, utilizando uma proporção de 7 gramas de pó para 30 mL de bebida.

A Prensa Francesa apresentou os menores valores de AT, com números bem inferiores aos encontrados por Rao e Fuller (2018), que utilizaram proporção de café e água de 1:10 e tempo de infusão de 6 minutos. Estes autores encontraram valores entre 4,75 e 5,88 mL de NaOH 0,1N para porções de 40mL de bebida, variando de acordo com o país de origem do grão. Em outro estudo, Rao; Fuller e Grim (2020) partiram da mesma proporção e encontraram valores entre 2,06 e 4,82 mL de NaOH para doses de 40 mL de bebida, variando o grau de torra nos grãos utilizados.

Assim como no pH, os filtrados em papel e pano diferiram nos valores de AT, com o pano apresentando maior acidez e menor pH. Tal resultado indica que o pano tem maior permeabilidade aos compostos ácidos presentes no grão do que o papel utilizado nos experimentos. Não houve diferença significativa entre o filtrado de papel e a Clever, mostrando que, assim como nos sólidos, a acidez é mais impactada pela granulometria do que pelo tempo de infusão.

O Gráfico 6 apresenta os teores médios de lipídeos em mg.mL^{-1} na bebidas de café:

Gráfico 6: Valores médios de lipídeos em mg.mL^{-1} nas bebidas de café.



Em relação aos lipídeos, o café *espresso* apresentou novamente os maiores valores, se destacando dos demais. Os valores encontrados para este método foram semelhantes aos encontrados por Nunes et al. (1997), variando entre 62,4 e 176,00 mg

para 50 mL de café após liofilizado, preparados utilizando 6g de café para 40mL de bebida e com diferentes intensidades de torra. Parenti et al. (2014) encontraram valores entre 2,66 e 4,49 mg/mL dependendo da metodologia de preparo, enquanto Andueza et al. (2002) encontraram valores entre 4,74 e 5,15 mg/mL dependendo da pressão aplicada durante a extração.

Os métodos filtrados não apresentaram diferença significativa no teor de lipídeos, o que indica que o material não teve impacto em sua retenção. Em relação a Prensa Francesa e a Clever, é interessante observar que, embora o material do filtro e o tamanho de partícula seja diferente, outro fator crucial na diferença dos resultados foi a porção da infusão de onde a bebida foi retirada. Na Prensa Francesa, quando o embolo desce, a bebida é obtida pela porção superior, enquanto na Clever, quando a válvula é aberta, a bebida é obtida da porção inferior. Como os lipídeos apresentam densidade menor que a água, durante a infusão sem agitação há a tendência de que eles fiquem na parte superior. Retirando a porção superior na Prensa Francesa, o conteúdo lipídico tende a ser superior ao da Clever, devido a decantação da fração aquosa neste método. Este fato ainda pode ser reforçado se comparado aos métodos filtrados, em que os lipídeos não têm tempo suficiente para separar da fração aquosa e são levados por arraste para a bebida, mostrando pouca influência do material e tempo de infusão, e menor influência da granulometria em comparação aos outros parâmetros.

A obtenção de uma bebida equilibrada, independentemente do método de extração, é governada pela quantidade dos componentes extraídos do grão e suas proporções. O café *espresso* é um método que apresenta características totalmente distintas dos demais, pois emprega granulometria pequena e alta pressão aplicada durante a extração. Dentre os outros métodos, foi observado que o impacto da granulometria foi maior que o material do filtro e tempo de infusão, exceto na fração lipídica.

5. CONCLUSÃO

Pôde-se observar como o *espresso* é um método que se distingue dos demais em todos os aspectos, enquanto os outros métodos são afetados principalmente pela granulometria. A Prensa Francesa obteve a menor razão entre SST e ST, apresentando precipitação na bebida. Os lipídeos apresentaram diferenças nos métodos de infusão pela fração de onde se é obtida a bebida, e, nos filtrados, não houve diferença relacionada ao material do filtro.

REFERÊNCIAS

- ABIC. **Indicadores da indústria de café 2021**2022. Disponível em: <<https://estatisticas.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria>>. Acesso em: 1 jun. 2023.
- ABIC. **Certificações: Qualidade**2023. Disponível em: <<https://www.abic.com.br/certificacoes/qualidade/>>. Acesso em: 29 maio. 2023.
- ANDUEZA, S.; MAEZTU, L.; DEAN, B.; DE PEÑA, M. P.; BELLO, J.; CID, C. Influence of Water Pressure on the Final Quality of Arabica Espresso Coffee. Application of Multivariate Analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 25, p. 7426–7431, 1 dez. 2002.
- ANGELONI, G.; GUERRINI, L.; MASELLA, P.; BELLUMORI, M.; DALUIO, S.; PARENTI, A.; INNOCENTI, M. What kind of coffee do you drink? An investigation on effects of eight different extraction methods. **Food Research International**, v. 116, p. 1327–1335, 1 fev. 2019.
- BRASIL. **Clever Brewer**2023. Disponível em: <<https://cleverbrewing.coffee/>>. Acesso em: 22 maio. 2023.
- CARVALHO, F. M.; SPENCE, C. The shape of the cup influences aroma, taste, and hedonic judgements of specialty coffee. **Food Quality and Preference**, v. 68, p. 315–321, 1 set. 2018.
- CORDOBA, N.; FERNANDEZ-ALDUENDA, M.; MORENO, F. L.; RUIZ, Yolanda. Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brews. **Trends in Food Science & Technology**, v. 96, p. 45–60, fev. 2020.
- CÓRDOBA, N.; MORENO, F. L.; OSORIO, C.; VELÁSQUEZ, S.; RUIZ, Y. Chemical and sensory evaluation of cold brew coffees using different roasting profiles and brewing methods. **Food Research International**, v. 141, 1 mar. 2021.
- DE PEÑA, M. P.; LUDWIG, I. A.; CID, C. Beverage Preparation. *Em*: FARAH, A. **Coffee: Production, Quality and Chemistry**. 1. ed. London: The Royal Society of Chemistry, 2019. p. 272–292.

FISHER, S. **Clever Coffee Dripper: Why You Should Get It And Why You Shouldn't** 2019. Disponível em: <<https://www.homegrounds.co/clever-dripper-review/>>. Acesso em: 22 maio. 2023.

FULLER, M.; RAO, N. Z. The Effect of Time, Roasting Temperature, and Grind Size on Caffeine and Chlorogenic Acid Concentrations in Cold Brew Coffee. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, 1 dez. 2017.

HERRERA, J. C.; LAMBOT, C. The Coffee Tree-Genetic Diversity and Origin. **The Craft and Science of Coffee**, p. 1–16, 4 jan. 2017. . Acesso em: 5 jan. 2023.

ICO. **Coffee Development Report**. [s.l: s.n.].

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. São Paulo: IAL, 2008. v. 1

KIM, I.; JUNG, S.; KIM, E.; LEE, J.-W.; CHAN-, •; KIM, Y.; HA, J.-H.; JEONG, Y. Physicochemical characteristics of Ethiopian Coffea arabica cv. Heirloom coffee extracts with various roasting conditions. **Food Science and Biotechnology**, v. 30, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10068-020-00865-w>>.

LINGLE, T. **The Coffee Brewing Handbook**. 2. ed. Long Beach: SCAA, 2011. v. 1

MARTINS, A. L. **História do Café**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2008. v. 1

MESTDAGH, F.; GLABASNIA, A.; GIULIANO, P. The Brew-Extracting for Excellence. **The Craft and Science of Coffee**, p. 355–380, 4 jan. 2017. . Acesso em: 5 jan. 2023.

NUNES, F. M.; COIMBRA, M. A.; DUARTE, A. C.; DELGADILLO, I. Foamability, Foam Stability, and Chemical Composition of Espresso Coffee As Affected by the Degree of Roast. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, v. 45, n. 8, p. 3238–3243, 1997.

PARENTI, A.; GUERRINI, L.; MASELLA, P.; SPINELLI, S.; CALAMAI, L.; SPUGNOLI, P. Comparison of espresso coffee brewing techniques. **Journal of Food Engineering**, v. 121, n. 1, p. 112–117, 2014.

PETRACCO, M. The cup. *Em*: ILLY, A.; VIANI, R. **Espresso Coffee: The Science of Quality**. 2. ed. [s.l.] Elsevier, 2005. p. 290–316.

PORTELA, C. da S.; ALMEIDA, I. F. de; MORI, A. L. B.; YAMASHITA, F.; BENASSI, M. de T. Brewing conditions impact on the composition and characteristics of cold brew Arabica and Robusta coffee beverages. **LWT**, v. 143, 1 maio 2021.

PORTELA, C. da S.; ALMEIDA, I. F. de; REIS, T. A. D. dos; HICKMANN, B. R. B.; BENASSI, M. de T. Effects of brewing conditions and coffee species on the physicochemical characteristics, preference and dynamics of sensory attributes perception in cold brews. **Food Research International**, v. 151, 1 jan. 2022.

RAMAKRISHNA, A.; GIRIDHAR, P.; JESZKA-SKOWRON, M. **Coffee Science**. Boca Raton: CRC Press, 2022.

RAO, N. Z.; FULLER, M. Acidity and Antioxidant Activity of Cold Brew Coffee. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 16030, 30 out. 2018.

RAO, N. Z.; FULLER, M.; GRIM, M. D. Physiochemical Characteristics of Hot and Cold Brew Coffee Chemistry: The Effects of Roast Level and Brewing Temperature on Compound Extraction. **Foods**, v. 9, n. 7, p. 902, 9 jul. 2020.

RAO, S. **The Professional Barista's Handbook: An Expert's Guide to Preparing Espresso, Coffee and Tea**. 1. ed. [s.l.] Scott Rao, 2008. v. 1

ROCCHETTI, G.; BRACESCHI, GP.; ODELLO, L.; BERTUZZI, T.; TREVISAN, M.; LUCINI, L.; Identification of markers of sensory quality in ground coffee: An untargeted metabolomics approach. **Metabolomics**, 16, 1-12. 2020.

SANTANATOGLIA, A.; CAPRIOLI, G.; CESPI, M.; CIARLANTINI, D.; COGNIGNI, L.; FIORETTI, L.; MAGGI, F.; MUSTAFA, A. M.; NZEKOU, F.; VITTORI, S. A comprehensive comparative study among the newly developed Pure Brew method and classical ones for filter coffee production. **LWT**, v. 175, 1 fev. 2023.

SCA. Guidelines for Brewing with a Three Cup French Press. **SCAA Best Practice**, 2 abr. 2016a.

SCA. Guidelines for Brewing with a Two Cup Pour-Over Brewer. **SCAA Best Practice**, 2 abr. 2016b.

SCA. Guidelines for Brewing with a Single Cup Immersion Dripper. **SCAA Best Practice**, 2 abr. 2016c.

SCA. Towards a Definition of Specialty Coffee: A Conception Based on Attributes . SCA, 2021. Disponível em: <<https://sca.coffee/research/what-is-specialty-coffee>>. Acesso em: 22 maio. 2023.

SCA. Protocols & Best Practices. SCA, 2022. Disponível em: <<https://sca.coffee/research/protocols-best-practices>>. Acesso em: 22 maio. 2023.

SCHENKER, S.; ROTHGEB, T. The Roast-Creating the Beans' Signature. **The Craft and Science of Coffee**, p. 245–271, 4 jan. 2017. . Acesso em: 5 jan. 2023.

SEVERINI, C.; RICCI, I.; MARONE, M.; DEROSI, A.; DE PILLI, T. Changes in the aromatic profile of espresso coffee as a function of the grinding grade and extraction time: A study by the electronic nose system. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 8, p. 2321–2327, 4 mar. 2015.

TOLESSA, K.; RADEMAKER, M.; DE BAETS, B.; BOECKX, P. Prediction of specialty coffee cup quality based on near infrared spectra of green coffee beans. **Talanta**, v. 150, p. 367–374, 1 abr. 2016.

ZAPATA, A. M. O.; ARANGO, F. O. D.; ROJANO, B. A. The Effect of Gravity-Drip Filtration Methods on The Chemical and Sensorial Properties of Coffee (*Coffea arabica* L. var. Castillo). **Coffee Science**, v. 14, n. 3, p. 415–426, 2019.