

**EFEITO DO PROCESSO DE TORREFAÇÃO E DOS DIFERENTES MÉTODOS DE
EXTRAÇÃO UTILIZANDO *BLENDS* DE CAFÉ**

**EFFECTO DEL PROCESO DE TOSTADO Y DE LOS DIFERENTES MÉTODOS DE
EXTRACCIÓN UTILIZANDO MEZCLAS DE CAFÉ**

**EFFECT OF THE ROASTING PROCESS AND DIFFERENT EXTRACTION
METHODS USING COFFEE BLENDS**

Apresentação: Comunicação Oral

Wallysson Wagner Vilela Santos¹; Elisandra Rabêlo da Silva²; Wanessa Braz da Silva³ Marteson Cristiano dos Santos Camelo⁴; Suzana Pedroza da Silva⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.XCOINTERPDVAgro.0205>

RESUMO

O café é uma das bebidas mais consumidas no mundo e suas características finais são fortemente influenciadas tanto pelo processo de torrefação quanto pelo método de extração. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito dessas variáveis sobre os parâmetros físico-químicos de bebidas preparadas a partir de blends de *Coffea arabica* e *Coffea canephora* (conilon). Foram utilizados três *blends* formulados com diferentes proporções das duas espécies, submetidos a distintas condições de torra. As bebidas foram preparadas em quatro métodos de extração comumente utilizados: Aeropress®, Clever, Koar® e V60. Foram realizadas as análises de acidez total titulável, pH, condutividade elétrica, sólidos solúveis totais e porcentagem de extração. Os dados foram submetidos a ANOVA *two-way*, teste de Tukey ($p < 0,05$) e análise multivariada de agrupamento hierárquico para observar similaridades entre as amostras. Com relação às características físico-químicas das bebidas, notou-se influência da torra, composição dos blends e método de preparo. O *blend* B1 destacou-se pela maior acidez total, o B2 apresentou maiores valores de condutividade elétrica e sólidos solúveis totais, enquanto o B3 mostrou menores valores de pH. Entre os métodos, Clever apresentou bebidas com maior acidez, os porta-filtros Koar® e V60 proporcionaram maiores valores de sólidos solúveis e porcentagem de extração, enquanto Aeropress® resultou em características intermediárias. Apenas a bebida extraída no Aeropress® (B2) apresentou porcentagem de extração dentro da faixa ideal (18–22%). A análise de agrupamento evidenciou dois grandes grupos de amostras, mostrando que tanto as condições de torra quanto os métodos de extração são determinantes no perfil final da bebida. Esses resultados reforçam a importância do controle rigoroso do processo de torrefação e da escolha do método de preparo para garantir qualidade e consistência nas bebidas de café.

Palavras-Chave: Bebida café, *Coffea arabica*, *Coffea Canephora*, Métodos de preparo.

¹Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, wallysson70@gmail.com

²Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, elisandra.rabelos@ufape.edu.br

³Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, wanessa.braz09@gmail.com

⁴ Doutor, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, marteson.camelo@ufape.edu.br

⁵ Doutora, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, suzana.pedroza@ufape.edu.br



RESUMEN

El café es una de las bebidas más consumidas en el mundo y sus características finales están fuertemente influenciadas tanto por el proceso de tostado como por el método de extracción. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de estas variables sobre los parámetros fisicoquímicos de bebidas preparadas a partir de blends de *Coffea arabica* y *Coffea canephora* (conilon). Se utilizaron tres blends formulados con diferentes proporciones de las dos especies, sometidos a distintas condiciones de tostado. Las bebidas fueron preparadas con cuatro métodos de extracción comúnmente utilizados: Aeropress®, Clever, Koar® y V60. Se realizaron análisis de acidez total titulable, pH, conductividad eléctrica, sólidos solubles totales y porcentaje de extracción. Los datos fueron sometidos a ANOVA de dos vías, prueba de Tukey ($p < 0,05$) y análisis multivariado de agrupamiento jerárquico para observar similitudes entre las muestras. En cuanto a las características fisicoquímicas de las bebidas, se observó influencia del tostado, la composición de los blends y el método de preparación. El blend B1 se destacó por su mayor acidez total, el B2 presentó valores más altos de conductividad eléctrica y sólidos solubles totales, mientras que el B3 mostró valores más bajos de pH. Entre los métodos, Clever produjo bebidas con mayor acidez, los porta-filtros Koar® y V60 proporcionaron mayores valores de sólidos solubles y porcentaje de extracción, mientras que Aeropress® presentó características intermedias. Solo la bebida extraída con Aeropress® (B2) presentó un porcentaje de extracción dentro del rango ideal (18–22%). El análisis de agrupamiento evidenció dos grandes grupos de muestras, mostrando que tanto las condiciones de tostado como los métodos de extracción son determinantes en el perfil final de la bebida. Estos resultados refuerzan la importancia del control riguroso del proceso de tostado y de la elección del método de preparación para garantizar la calidad y consistencia en las bebidas de café.

Palabras Clave: Bebida de café, *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, Métodos de preparación.

ABSTRACT

Coffee is one of the most consumed beverages worldwide, and its final characteristics are strongly influenced by both the roasting process and the extraction method. This study aimed to evaluate the effect of these variables on the physicochemical parameters of beverages prepared from blends of *Coffea arabica* and *Coffea canephora* (conilon). Three blends formulated with different proportions of the two species were used and subjected to distinct roasting conditions. The beverages were prepared using four commonly applied extraction methods: Aeropress®, Clever, Koar®, and V60. Analyses included titratable acidity, pH, electrical conductivity, total soluble solids, and extraction yield. Data were analyzed using two-way ANOVA, Tukey's test ($p < 0.05$), and multivariate hierarchical cluster analysis to observe similarities among the samples. Regarding the physicochemical characteristics of the beverages, significant effects were observed from roasting conditions, blend composition, and preparation method. Blend B1 showed the highest titratable acidity, B2 presented higher values of electrical conductivity and total soluble solids, while B3 exhibited lower pH values. Among the methods, Clever resulted in beverages with higher acidity, Koar® and V60 yielded higher values of total soluble solids and extraction yield, while Aeropress® presented intermediate characteristics. Only the beverage extracted with Aeropress® (B2) showed extraction yield within the ideal range (18–22%). Cluster analysis revealed two main groups of samples, demonstrating that both roasting conditions and extraction methods are key determinants of the final beverage profile. These findings highlight the importance of strict control of the roasting process and the choice of extraction method to ensure quality and consistency in coffee beverages.

Keywords: Brewing method, *Coffea Arabica*, Coffee beverage, *Coffea canephora*.

INTRODUÇÃO

O cafeeiro é um arbusto perene pertencente da família Rubiaceae do gênero *Coffea*, com mais de 100 espécies conhecidas, porém, *Coffea arabica* (responsável pela produção de 70 a 80 % dos cafés) e *Coffea canephora* são as mais comercializadas (Easto; Willhoff, 2017; Herrera; Lambot, 2017). O café arábica (*Coffea arabica*) e o café robusta e conilon (ambos da espécie *Coffea canephora*) são as espécies mais cultivadas, porém apresentam características



diferentes em relação aos atributos sensoriais, agronômicos, bioquímicos e ainda, quanto à destinação dos grãos para o mercado (Scalabrin *et al.*, 2020; Vezzulli *et al.*, 2022).

Dentre as etapas da cadeia produtiva do café, a colheita (manual ou mecânica), é responsável por iniciar-se o processo de beneficiamento do café, existindo duas formas principais de processar os grãos (via seca e úmida), em seguida o processo de secagem, sendo necessário atingir o teor de umidade dos grãos entre 10 e 12 % de base úmida, para que seja possível evitar atividade bacteriana ou desenvolvimento de fungos (Sanz-Uribe *et al.*, 2017). Após beneficiamento e secagem, os grãos de café são classificados, podendo ser utilizado a metodologia descrita pela Classificação Oficial Brasileira (COB) quando se trata de café *commodity* (Tradicional, Extraforte, Superior e *Gourmet*) com base na separação e contagem dos grãos defeituosos (pretos, verdes, ardidos, brotados e outros) e impurezas (cascas, pedras, paus, torrões e outros) (SENAR, 2017).

Posteriormente, pode ser realizada a formulação de *blends* de cafés, de acordo com o Regulamento Técnico Brasileiro para café torrado em grão e para o café torrado e moído (BRASIL, 2022). Entende-se por *blend* de café a mistura de diferentes espécies do gênero *Coffea*. Normalmente os *blends* são formulados com grãos arábica e conilon, com o intuito de melhorar as características sensoriais (sabor, aroma, corpo e cor da bebida final), aumentar o rendimento dos cafés, reduzir os custos de produção e tornar-se opções de cafés mais acessíveis para a população (Paulino *et al.*, 2019).

As características finais das bebidas de café são fortemente influenciadas pelo tipo de torra utilizado (clara, média ou escura), nesse sentido, o controle do tempo e da temperatura durante este processo é crucial, uma vez que a torra do café é capaz de alterar os principais atributos sensoriais das bebidas, como por exemplo, a cor, sabor, aroma, doçura, acidez, amargor e corpo (Schenker; Rothgeb, 2017).

Sendo considerada uma das bebidas mais consumidas do mundo, o consumo e preparo da bebida café passou por diversas modificações ao longo dos anos. Segundo Caporoso *et al.* (2016) a forma de consumir pode ser influenciada por fatores econômicos, sociais, culturais, geográficos, e ainda, a depender das preferências pessoais de cada consumidor. Existem várias formas de extrair a bebida café, sendo classificados em quatro grupos, são eles: métodos de decocção, infusão, pressão e percolação. Santos *et al.* (2020), Zapata, Arango e Trajano (2019a) ressaltam que os métodos de extração são capazes de influenciar diretamente nos parâmetros que são determinantes para a qualidade da bebida na xícara.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos dos processos de torrefação associados aos diferentes tipos de extração (Aeropress®, Clever, Koar®, V60) nas



características físico-químicas das bebidas, utilizando *blends* com diferentes composições de café arábica e conilon.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

CAFÉ

O café é classificado como uma das *commodities* agrícolas que mais se destacam nas transações dos comércios internacionais, devido à oferta interna em termos de quantidade e valor. Os principais produtores destes grãos são os países em desenvolvimento, que prevalecem no cinturão intertropical e equatorial do globo e que determinam a cadeia comercial do café. E com relação aos principais compradores, são os países desenvolvidos, nos quais ocorre a maior concentração da demanda por café (Vegro; Almeida, 2020).

O cafeeiro é um arbusto perene, pertencente à família *Rubiaceae*, gênero *Coffea*, sobre o qual são descritas mais de 100 espécies, sendo a *Coffea arabica* e *Coffea canephora* as mais comercializadas (Fernandes *et al.*, 2022). Aproximadamente 170 países são produtores de café, e cerca de 60 % da produção mundial sendo das espécies *C. arabica*, sendo os países Brasil, Colômbia, Etiópia, Honduras e Peru se destacam como os maiores produtores desta espécie, e o restante da produção mundial (40 %) é *C. canephora*, e os principais produtores são Vietnã, Brasil, Indonésia, Uganda e Índia, conforme os dados publicados por *International Coffee Organization* (ICO, 2020).

Estas espécies apresentam características distintas quanto aos aspectos agrônômicos, bioquímicos, químicos e físico-químicos, sensoriais e destinação dos cafés para o mercado. Geralmente os grãos do tipo *C. arabica* fornecem bebidas com características sensoriais de alta complexidade e maior valor comercial agregado, sendo comumente destinados à produção dos cafés do tipo *Gourmet* e *Especial* (Senar, 2017).

Por outro lado, os cafés da espécie *C. canephora* apresentam baixa complexidade sensorial, e são bastante utilizados pelas indústrias cafeeiras na composição dos *blends* de cafés tradicionais (*commodity*) e produção de café solúvel (Reifschneider *et al.*, 2020). Porém, apesar dos cafés *C. canephora* serem vistos como produtos de baixa qualidade, estudos como o de Pereira *et al.* (2019) e Oliveira *et al.* (2020) demonstram que, por meio da aplicação de diferentes métodos e técnicas ao longo da cadeia produtiva, é possível obter cafés conilon e robusta (ambas da espécie *C. canephora*) do tipo *Especial*.

Com relação à origem dessas espécies, a *C. canephora* se estendem da África central até o Golfo da Guiné e Uganda, sendo originário de florestas tropicais equatoriais que



predominantemente de baixa a média altitude (entre 250 e 1500 m acima do nível do mar), com temperaturas médias anuais ideais entre 22 e 26 °C, com um padrão de precipitação entre 1200 e 2500, com crescimento em solos vermelhos. Enquanto a espécie *C. arabica*, necessita de condições mais criteriosas, originária do sudoeste da Etiópia e do Planalto de Boma (Sudão do Sul), em florestas tropicais montanhosas da Etiópia, com altitude entre 1200 e 1950 m acima do nível do mar, com temperaturas médias anuais entre 18 e 21 °C e precipitação entre 1100 e 2000 mm. Além disso, na região de origem esta espécie cresce em solos vermelhos ou marrons, acidez variando entre pH 4,10 e 6,30 (Lambot *et al.*, 2017).

PROCESSO DE TORREFAÇÃO

O processo de torrefação dos grãos de café inicia-se com reações endotérmicas, por meio da eliminação da água contida na matéria-prima, e com isso, tem-se o aquecimento a seco, onde ocorrem as reações exotérmicas, como hidrólises, enolizações (onde ocorre a conversão de compostos carbonílicos e derivados em enol), ciclizações (quando aldeídos ou cetonas reagem com a hidroxila da molécula de café), clivagens (ocorrência da quebra de ligações peptídicas entre os aminoácidos das proteínas), pirólise (reação de quebra de triglicerídeos em moléculas menores) e reações de polimerização (junção de monômeros para a formação de uma macro molécula) (Poisson *et al.*, 2017).

Com a aplicação e controle do binômio Tempo-Temperatura, ao longo do processo, o café passa por uma expansão volumétrica e superficial devido ao aumento da pressão no interior dos grãos, e tem-se a formação de monóxido (CO) e dióxido de carbono (CO₂), além disso, a formação de compostos responsáveis pelo sabor durante as reações de pirólise, Maillard (junção dos açúcares redutores e proteínas) e caramelização (conversão dos açúcares em compostos que inicialmente são monossacarídeos) todos pela influência do binômio Tempo-Temperatura (Poisson *et al.*, 2017).

Com relação às características do produto final, torras claras podem apresentar bebidas com pouca complexidade sensorial, tendo em vista que o calor recebido pelos grãos pode não ser suficiente para o desenvolvimento das principais reações químicas que originam os principais atributos sensoriais do café (Easto; Willhoff, 2017). Em contrapartida, cafés com torra média tendem a apresentar um equilíbrio entre os atributos sensoriais, devido ao tempo e à temperatura de torra serem ideais para o desenvolvimento dos compostos químicos desejáveis para a bebida (Michelman; Carlsen, 2018).

Por outro lado, a torra escura, Poisson *et al.* (2017) afirmam que o café submetido a uma torra escura ou muito escura, tende a fornecer uma bebida que apresenta sabor de queimado,



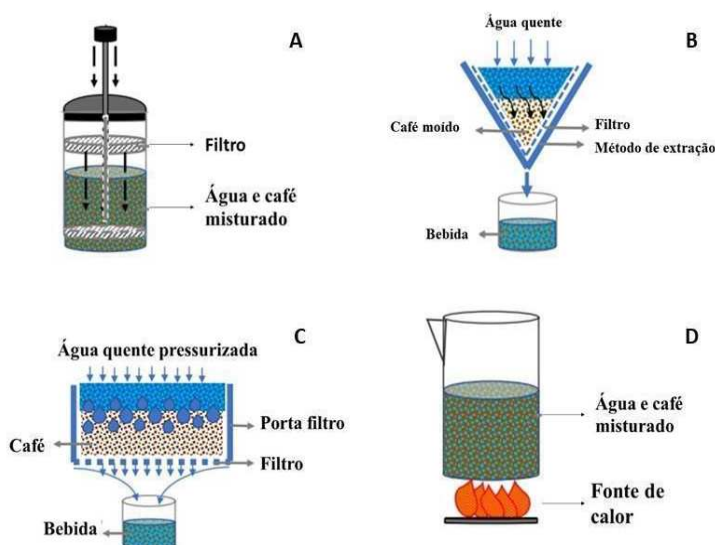
consequentemente, presença de elevado amargor, e pouco ácida devido à degradação dos compostos durante a torrefação.

MÉTODOS DE PREPARO DA BEBIDA

A vasta gama de métodos de extração disponíveis é responsável por produzir bebidas com perfis sensoriais únicos (Wang *et al.*, 2016). De acordo com Santos *et al.* (2024), os métodos de preparo do café podem influenciar fortemente os parâmetros físico-químicos considerados determinantes para a qualidade da bebida final. Existem diversas formas de extrair o café, e basicamente pode-se caracterizar em quatro grupos que englobam os tipos de processo de extração, são eles: Infusão, Percolação, Pressão e Decocção (Figura 1).

O processo de extração da bebida de café por infusão não requer técnicas avançadas, uma vez que apenas é necessário adicionar água quente ou fria ao pó do café e esperar um determinado tempo para que seja possível ocorrer a extração dos componentes solúveis. Um dos métodos de infusão mais utilizados é a Prensa Francesa (*French Press*) (Figura 6A). Por utilizar moagem grossa, geralmente o tempo de extração da bebida é em torno de 3 a 5 minutos, em seguida, um êmbolo é pressionado e um filtro de aço inox faz a filtração da parte sólida (borra do café) da bebida que tende a migrar para o topo (Tavares; Mourad, 2020). Além da Prensa Francesa, existem outros equipamentos que permitem a extração pelo princípio da infusão, como a Pressca, Clever e Aeropress.

Figura 1: Tipos de processo de extração para extração da bebida café: Infusão (A); Percolação (B); Pressão (C); Decocção (D).



Fonte: Adaptado de Córdoba *et al.* (2020).



No processo de extração por percolação (Figura 1B), a água passa pela cama de café por gravidade, e em geral, o resíduo (borra de café) fica retido no filtro utilizado. Apesar de existir uma determinada pressão, que é aplicada durante o processo de despejo da água, ela pode ser considerada limitada dependendo da coluna (quantidade) de água que se forma sobre a cama de café (Mestdagh; Glabasnia; Giuliano, 2017).

Importante ressaltar que o objeto de estudo desta pesquisa, porta filtro Koar, funciona com o processo de percolação, e de acordo com o fabricante, a inclinação e a profundidade dos sulcos são as características físicas responsáveis pelo escoamento rápido da água, isto acontece, pois o fluido quando está em movimento dentro dos sulcos se comprime. E quando encontra uma zona de estreitamento, ocorre a diminuição da sua pressão e, portanto, aumenta a sua velocidade, permitindo uma extração mais rápida. Além disso, os sulcos também permitem o afastamento do filtro de papel das paredes do método, que também influencia no momento do preparo, consequentemente no tempo de extração da bebida (Koar, 2025).

Uma das formas mais conhecidas mundialmente de preparar a bebida café sob pressão é através das máquinas de *espresso*, que originam a bebida *espresso*. Basicamente, a água pressurizada passa pelo café no porta-filtro e extrai todos os componentes solúveis presentes no pó do café (Figura 1C) (Zapata; Arango; Rojano, 2020a). Entretanto, além da máquina de *espresso* existem outras formas de extrair a bebida café sob pressão, como o caso da Staresso, Aeropress (equipamento que também possui a infusão e filtração envolvidas no processo de extração), Cafeteira Moka Italiana, Presso, Cafeteira *Espresso* Aram.

O processo de extração da bebida café por decocção (Figura 1D) pode variar bastante devido os hábitos e preferências dos consumidores, geralmente adiciona-se o café em água em ebulição, e essa mistura fica em infusão e recebendo energia em forma de calor por alguns minutos, posteriormente a bebida é filtrada ou se espera decantar. Uma forma alternativa de preparar a bebida café por decocção (Figura 1D) é conhecida mundialmente como Café Turco ou Cafeteira Ibrik, que consiste em um recipiente metálico que é colocado sob fogo até ferver à mistura de café e água várias vezes (Zapata; Arango; Rojano, 2020b).

METODOLOGIA

PROCESSO DE TORREFAÇÃO DO *BLEND*

Para a realização deste estudo, foram utilizadas as condições de torrefação e composição dos *blends* (Figura 2) com base no estudo realizado por Elias *et al.* (2022) que analisaram diferentes condições de torra para *blends* de café arábica e conilon (Tabela 1). Após 24 horas



do processo de torrefação, os grãos de café de cada condição avaliada foram submetidos ao processo de moagem e padronização (tamanho de partícula 0,5 mm, 32 mesh).

Figura 2: *Blends* de café antes do processo de torrefação: (A) *Blend* 1; (B) *Blend* 2 e (C) *Blend* 3.



Fonte: Prória (2025).

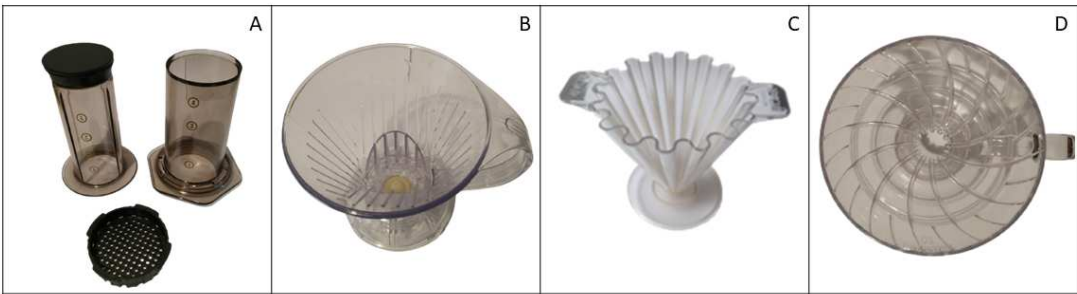
Tabela 1: Condições empregadas para o processo de torra e formulação dos *blends* de café.

Condição	Temperatura (°C)	Tempo de torra (minutos)	Concentração de arábica (%)	Concentração de conilon (%)
B1	140	7	12,50	87,50
B2	170	12	31,25	68,75
B3	200	7	12,50	87,50

Fonte: Adaptado de Elias *et al.* (2022).

Com relação ao processo de extração, as bebidas preparadas no Aeropress® (Figura 2A) foram extraídas utilizando a técnica de preparo descrita por Zapata, Arango e Rojano (2019b), para Clever (Figura 2B) Santanatogli *et al.* (2023), Koar® (Figura 2C) Santos *et al.* (2024), Agnoletti *et al.* (2019), e V60® de acrílico (Figura 2D). Todas as bebidas preparadas nos diferentes equipamentos de extração foram preparadas em triplicata.

Figura 3: Métodos de preparo utilizados no processo de extração das bebidas: A) Aeropress®; B) Clever; C) Koar®; D) V60.



Fonte: Prória (2025).

Importante salientar que apesar de utilizar equipamentos para extração de diferentes princípios de funcionamento (percolação, infusão e pressão), as variáveis de extração foram mantidas para todos, como: a temperatura da água, 92 ± 1 °C, relação café/ água, 8 g por 100



mL de água destilada (pH: $7,65 \pm 0,28$; Condutividade elétrica: $3,63 \pm 0,04 \mu\text{s.cm}^{-1}$), moagem média (tamanho de partícula 0,5 mm, 32 *mesh*) e tempo total de extração de 3 minutos.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises a seguir foram realizadas em triplicata, de acordo com as metodologias descritas pelo Instituto Adolf Lutz (2008): Acidez total titulável expressa em g.mL^{-1} de NaOH 0,1 N gasto; pH medido diretamente com pHmetro digital (Marconi - PA200, MS Tecnoyon, Piracicaba, Brasil); Condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$) medida diretamente com um medidor de condutividade (Avla Científica - AC-200, MS Tecnoyon, Piracicaba, Brasil); sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$) medidos com um refratômetro digital (Megabrix - Redi - P101, Ionlab, Araucária, Brasil). A porcentagem de extração (%) foi calculada de acordo com a metodologia descrita por Wang *et al.* (2016).

ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições de três extrações de mesmo *blend* e de cada método de extração. Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) *two-way*, para avaliar o efeito do processo de torra e do processo de extração da bebida, com significância estatística considerada quando $p < 0,05$ para comparações de médias indicadas no Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados físico-químicos também foram submetidos a análises estatísticas multivariadas usando a Análise de Agrupamento Hierárquico (AAH). Para observar o agrupamento das amostras, foi utilizada a metodologia descrita por Santos *et al.* (2024) com adaptações, e foi criado um dendrograma com base na média dos dados físico-químicos das amostras, utilizou-se a análise de agrupamento hierárquico com a medida de dissimilaridade euclidiana média e o método hierárquico de Ward (1963). O número de grupos no dendrograma foi determinado pelo método Mojena (1977). Todas as análises estatísticas mencionadas no tratamento dos dados foram realizadas com o *software* R (versão 4.3.1) e Rstudio (versão 2023.06.2+561).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de ácido presente nos grãos de café pode ser afetado por fatores relacionados ao estágio de maturação dos frutos no momento da colheita e à classificação de qualidade. São considerados como um indicador de qualidade, pois participam dos mecanismos de degradação



e formação de compostos de sabor durante o processo de torra (Yeager *et al.*, 2021). Dentre os ácidos orgânicos que podem ser encontrados destacam-se os ácidos cítricos e málico que desempenham papel fundamental para a percepção sensorial (Schenker; Rothgeb, 2017).

O maior valor encontrado para acidez total (AT) foi na bebida preparada utilizando o B1 extraído no Aeropress® ($0,36 \pm 0,03$ mL de NaOH); entretanto, observa-se que o método Clever, que tem como princípio de funcionamento a infusão, o maior valor para este parâmetro, independe das condições avaliadas (Tabela 2). Isso também pode estar relacionado com a estabilidade da temperatura ao longo do processo de extração da bebida, tendo em vista que maiores valores para ácidos são frequentemente encontrados em extrações que utilizam temperaturas maiores (Gloess *et al.*, 2013).

Adicionalmente, Poisson *et al.* (2017) apontam que diferentes tempos de torrefação podem resultar em uma maior formação e degradação desses ácidos orgânicos durante o processo de torrefação, em que acontecem reações químicas, sendo a reação de Maillard uma das mais importantes durante esta etapa. No qual se tem a condensação de açúcares redutores e aminoácidos presentes no grão, durante essas reações diferentes compostos são perdidos por volatilização, como por exemplo ácidos orgânicos (Zani Agnoletti *et al.*, 2020). Entretanto, ao avaliar o perfil físico-químico das bebidas preparadas com condições empregadas no Blend 1 (B1) (Tabela 1), observa-se que a condição de torra empregada para o binômio (tempo-temperatura de torra) não foi eficiente para a degradação e volatilização destes compostos, o que explicaria os maiores valores para acidez total encontrados nessas bebidas.



Tabela 2: Valores dos parâmetros físico-químicos avaliados das bebidas de café extraídas em diferentes métodos de extração utilizando *blends* de café arábica e conilon em diferentes condições de extração.

<i>Blends</i>	Métodos de extração	AT (mL de NaOH)	pH	CE ($\mu\text{s}.\text{cm}^{-1}$)	SST ($^{\circ}\text{Brix}$)	PE (%)
B1	Aeropress®	0,36 $\pm$ 0,03 ^{aA}	5,39 $\pm$ 0,04 ^{aA}	23,77 $\pm$ 0,82 ^{bB}	1,20 $\pm$ 0,12 ^{bB}	12,15 $\pm$ 0,99 ^{aB}
	Clever	0,24 $\pm$ 0,01 ^{bA}	5,39 $\pm$ 0,02 ^{aA}	26,63 $\pm$ 0,59 ^{aA}	1,40 $\pm$ 0,24 ^{aB}	12,37 $\pm$ 0,98 ^{aC}
	Koar®	0,23 $\pm$ 0,03 ^{bA}	5,39 $\pm$ 0,02 ^{aA}	26,62 $\pm$ 0,28 ^{aB}	1,50 $\pm$ 0,07 ^{aB}	13,10 $\pm$ 0,20 ^{aB}
	V60	0,12 $\pm$ 0,03 ^{cA}	5,40 $\pm$ 0,03 ^{aA}	24,38 $\pm$ 0,26 ^{bC}	1,51 $\pm$ 0,15 ^{aB}	12,72 $\pm$ 0,27 ^{aC}
B2	Aeropress®	0,10 $\pm$ 0,00 ^{bB}	5,34 $\pm$ 0,02 ^{bB}	28,76 $\pm$ 0,23 ^{abA}	1,99 $\pm$ 0,15 ^{abA}	18,20 $\pm$ 0,46 ^{aA}
	Clever	0,20 $\pm$ 0,00 ^{aA}	5,41 $\pm$ 0,01 ^{aA}	26,80 $\pm$ 0,64 ^{bA}	1,55 $\pm$ 0,55 ^{bAB}	14,65 $\pm$ 0,88 ^{cB}
	Koar®	0,06 $\pm$ 0,01 ^{bB}	5,31 $\pm$ 0,01 ^{cB}	31,15 $\pm$ 0,15 ^{aA}	2,15 $\pm$ 0,15 ^{aA}	16,37 $\pm$ 0,83 ^{aA}
	V60	0,08 $\pm$ 0,00 ^{bB}	5,28 $\pm$ 0,05 ^{cB}	29,72 $\pm$ 0,14 ^{abB}	2,00 $\pm$ 0,13 ^{abA}	16,03 $\pm$ 0,32 ^{bB}
B3	Aeropress®	0,11 $\pm$ 0,01 ^{bB}	5,18 $\pm$ 0,02 ^{bC}	29,02 $\pm$ 0,04 ^{bA}	1,99 $\pm$ 0,28 ^{aA}	17,05 $\pm$ 0,85 ^{aA}
	Clever	0,20 $\pm$ 0,00 ^{aA}	5,23 $\pm$ 0,03 ^{aB}	24,69 $\pm$ 0,25 ^{cA}	1,94 $\pm$ 0,14 ^{aA}	14,67 $\pm$ 0,40 ^{bA}
	Koar®	0,10 $\pm$ 0,00 ^{bB}	5,22 $\pm$ 0,04 ^{abC}	31,88 $\pm$ 0,75 ^{abA}	2,20 $\pm$ 0,14 ^{aA}	17,13 $\pm$ 0,18 ^{aA}
	V60	0,08 $\pm$ 0,01 ^{bB}	5,22 $\pm$ 0,04 ^{abC}	33,83 $\pm$ 0,84 ^{aA}	2,17 $\pm$ 0,05 ^{aA}	17,42 $\pm$ 0,78 ^{aA}

As médias seguidas de letra minúscula na mesma coluna representam diferença significativa entre si ($p < 0,05$) estatisticamente entre as bebidas de café em cada condição analisada, e as médias seguidas por letra maiúscula na mesma coluna representam diferença significativa entre os *blends* de café ($p < 0,05$). (AT) – Acidez total; (CE) – Condutividade elétrica; (SST) – Sólidos solúveis totais; (PE) – Porcentagem de extração. **Fonte:** Própria (2025).

Com relação ao parâmetro de pH, nota-se que as bebidas preparadas com o *Blend* 1 não apresentaram diferenças significativas entre os métodos de extração (Tabela 2), em contrapartida, à medida que se tem um aumento na temperatura de torra dos *blends* ocorre uma diminuição no pH, como ocorre com os *blends* B2 e B3 (sendo este responsável pelos menores valores das bebidas). Entretanto, diferente do notado neste estudo (que foi utilizado café tradicional), ao avaliar as mesmas condições de torra e composição dos *blends* de café tradicional, nos resultados de Elias *et al.* (2022) nota-se o inverso, os valores para pH tendem a aumentar conforme aumenta a temperatura utilizada no processo de torra, $5,83 \pm 0,04$, $5,85 \pm 0,06$, $5,92 \pm 0,00$, valores correspondentes às condições dos *blends* B1, B2 e B3.

De modo geral, o pH é primordial para avaliar as possíveis alterações nos frutos do café durante as etapas de pré e pós-colheita, segundo Angeloni *et al.* (2019) e Santos *et al.* (2020), este parâmetro pode ser influenciado por alguns fatores como, tipo de cultivar, qualidade e



estágio de maturação dos frutos, tipo de torra (como evidenciado neste estudo), condições climáticas (que estão diretamente relacionadas ao *terroir*), e ainda, o tipo de preparo da bebida (infusão, percolação ou pressão).

No que se refere ao método de extração, em geral as bebidas preparadas por infusão na Clever, apresentaram os maiores valores, sendo $5,41 \pm 0,01$ o máximo para este método de preparo com o B2 (Tabela). Por outro lado, os porta filtros V60 e Koar[®], apresentaram os menores valores ($5,28 \pm 0,05$ e $5,31 \pm 0,01$, respectivamente) nessa mesma condição, elucidando a influência do tipo de extração no pH das bebidas, como mencionado anteriormente.

Para o parâmetro de condutividade elétrica (CE), sabe-se que quanto menor a condutividade, melhor a qualidade da bebida final, onde a análise é responsável pela quantificação de íons liberados a absorção do líquido pelo sólido poroso (grãos de café) estando relacionados com a integridade do grão e suas membranas celulares (Agnoletti, 2015). Ao avaliar a influência do processo de extração, observa-se que os maiores valores para a condutividade elétrica foram das bebidas extraídas dos porta filtros de percolação, o Koar[®] e V60 (Tabela 2). E com relação às condições de torra e composição dos *blends*, nota-se que B2 e B3 apresentaram maiores valores, em especial a bebida extraída no V60 com o Blend B3, obteve $33,83 \pm 0,84 \mu\text{s.cm}^{-1}$ (Tabela 2).

Partindo do pressuposto de que o aumento da liberação de solutos para o meio externo como mencionado, Marcos-Filho (2015) afirma que a condutividade elétrica pode estar relacionada com o grau de deterioração da amostra, incluindo açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, proteínas, enzimas e íons inorgânicos como K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ e Mn^{2+} . O que de certa forma explicaria o fato de as bebidas apresentarem valores altos para este parâmetro, visto que estas são oriundas de *blends* de café comercial.

O corpo da bebida café está ligado aos sólidos solúveis totais (SST) encontrados no grão, o qual também está ligado ao grau de maturação do fruto. Durante o processo de torrefação, as reações químicas ocorrem e estas estão intimamente ligadas ao teor de sólidos solúveis totais durante o processo o qual é responsável pela quebra de triglicerídeos do café e transformada em moléculas menores (Ferreira; Montanuci, 2020)

Ao avaliar o teor de sólidos solúveis totais das bebidas, nota-se que as bebidas que foram preparadas utilizando os porta filtros Koar[®] ($2,20 \pm 0,14$ % na condição B3) e V60 ($2,17 \pm 0,05$ na condição B3) de modo geral apresentaram maior valor, sendo (Tabela 2). O que pode estar interligado é com as características físicas desses equipamentos, como por exemplo o Koar[®] que possui formato cônico com um ângulo de 55° e 16 ranhuras oblíquas, facilitando o fluxo



da bebida durante a extração, e conforme o fabricante (Koar, 2023) tem potencial para realçar atributos sensoriais específicos do café, especialmente o corpo e a doçura.

Por outro lado, ao avaliar as condições de torras utilizadas, os maiores valores para este parâmetro analisados foram decorrentes da condição B3, condição esta responsável pela maior temperatura (200 °C). Segundo os estudos de Agnoletti *et al.* (2019) e Lopes Junior *et al.* (2022), cafés conilon são responsáveis por apresentar maiores concentrações de SST, e durante o processo de torrefação há um aumento na concentração desses compostos nos grãos, sendo possível extraí-los de forma eficaz em temperaturas elevadas, onde neste caso foram feitas as extrações com a temperatura da água, 92 ± 1 °C, a possível explicação para a condição B3 obter as concentrações de SST de maiores valores, é que houve a rápida concentração durante o processo de torra ao qual foi submetido em uma temperatura mais alta (200 °C) e em um tempo reduzido (7 minutos) (Tabela 1), e possivelmente a perda desses compostos foi mínima.

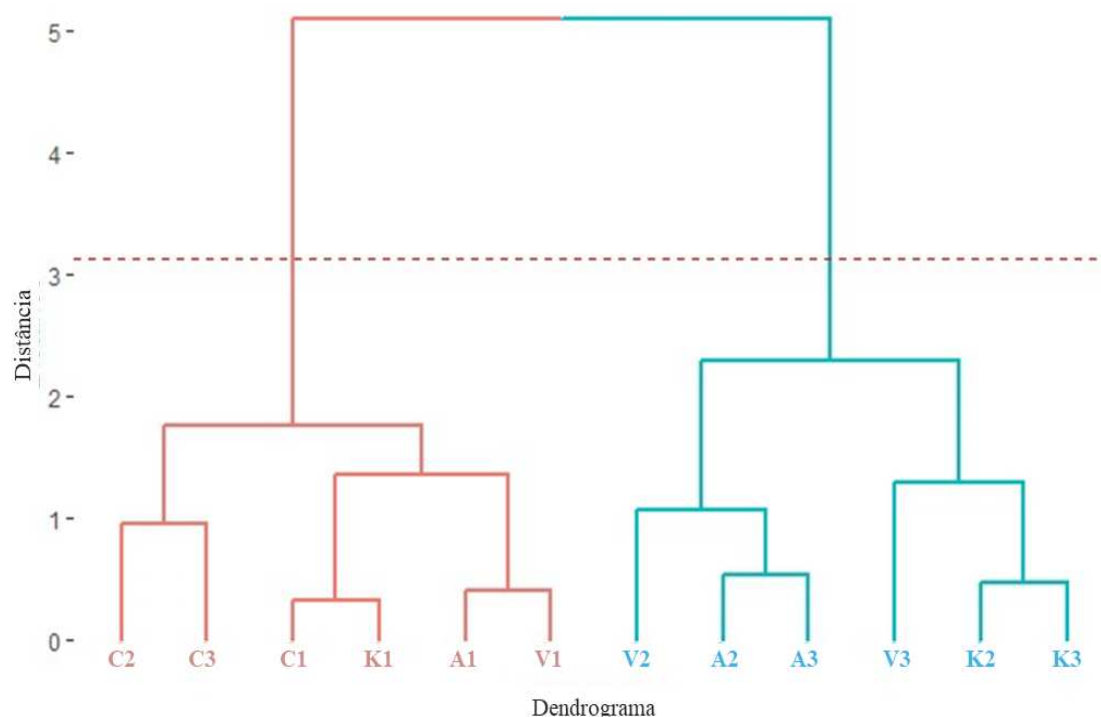
Com relação à Porcentagem de Extração (PE) ou Rendimento de extração, apenas a bebida preparada no Aeropress® (B2) apresentou $18,20 \pm 0,46\%$ (Tabela 2), o que indica conformidade com a faixa considerada ideal (18,0 - 22,0%). Tendo em vista que a porcentagem de extração quantifica a relação entre a massa dos componentes solúveis extraídos e da borra de café utilizada (Córdoba *et al.*, 2020). Esse parâmetro é considerado como controle de qualidade para as extrações, pois está correlacionado ao teor de sólidos solúveis totais presente nas bebidas (Frost *et al.*, 2020). No que se refere à influência do processo de torra na porcentagem de extração, observa-se que os *blends* B2 e B3 apresentaram os maiores valores, diferindo estatisticamente do B1, e este comportamento também é similar ao parâmetro de sólidos solúveis totais, pois a porcentagem de extração depende diretamente do teor de sólidos solúveis totais presente nas bebidas.

Ao avaliar as características entre os tratamentos (composição dos *blends* e métodos de extração) por meio da Análise de Agrupamento Hierárquico (AAH) (Figura 4), com base no método de Mojena, notou-se a formação de dois grupos (dendrogramas), que partilham características físico-químicas semelhantes entre si. Contrastando com o experimento de Angeloni *et al.* (2019), onde os autores obtiveram dois grupos para os métodos de extração avaliados que foram agrupados por pressão e percolação. O primeiro grupo formado por todos os métodos de extração analisados e que foram preparados com o *Blend* 1 e as bebidas preparadas no porta filtro Clever nas condições dos *Blends* 2 e 3, esse comportamento pode estar associado ao fato da Clever ser um método de extração que tem como princípio de funcionamento a infusão, logo requer um tempo maior para que ocorra a extração dos compostos presentes no pó do café e devido isto localizaram no mesmo grupo da condição de



torra B1 (condição que utilizou baixa temperatura durante o processo de torra).

Figura 4: Análise de agrupamento hierárquico (AAH) utilizando a medida de dissimilaridade euclidiana média e o método hierárquico de Ward com número de grupos no dendrograma foi determinado pelo método Mojena (linha vermelha tracejada).



(A) – Aeropress®; (C) – Clever; (K) – Koar®; (V) – V60; (1) – *Blend* 1; (2) – *Blend* 2; (1) – *Blend* 3.
Fonte: Própria (2025).

Com relação ao segundo grupo (Figura 4), este é formado por bebidas que foram preparadas com as condições B2 e B3, o que confirma as similaridades das condições empregadas no processo de torra dos *blends*, sendo estas responsáveis por afetar diretamente as características físico-químicas das bebidas finais. E ainda nota-se a formação de subgrupos em ambos os grupos, em especial os subgrupos formados por bebidas preparadas do mesmo *blend* como é o caso do Koar (K2 e K3) e do Aeropress (A2 e A3), evidenciando o efeito dos equipamentos nas características do produto final.

CONCLUSÕES

Todos os parâmetros físico-químicos avaliados apresentaram alterações significativas pelas condições de torras utilizadas, pela composição dos *blends* de café e pelo princípio de funcionamento (infusão, percolação ou pressão) de cada método de extração. O que evidencia a importância do controle das condições de torra, pois quaisquer alterações durante essa etapa fundamental podem ocorrer mudanças significativas nas características físico-químicas e consequentemente na composição final das bebidas café.



Por meio da análise estatística multivariada (análise de componentes principais), foi possível identificar os parâmetros que caracterizam cada *blend* de café avaliado, o B1 em geral pode ser caracterizado pelo teor de acidez total, enquanto o B3 menores valores para pH, e o B2 sendo responsável por maiores valores nos parâmetros de condutividade elétrica, sólidos solúveis totais e porcentagem de extração. Além disso, os métodos de extração podem influenciar no perfil físico-químico das bebidas, em geral as bebidas preparadas nos porta filtros Koar® e V60, possuem maiores concentrações de sólidos solúveis totais, condutividade elétrica e porcentagem de extração (apesar de praticamente todas as bebidas não estarem na faixa considerada como ideal), enquanto a Clever apresentou comportamento oposto e maior concentração de ácidos (acidez total), e Aeropress® com características intermediárias quando comparado com os demais.

Ainda, análises futuras podem ser realizadas, como testes sensoriais, a fim de caracterizar e avaliar a percepção dos *blends* de café, considerando os diferentes perfis de torra aplicados e os métodos de extração das bebidas, além da aceitabilidade pelos consumidores.

REFERÊNCIAS

AGNOLETTI, B. Z.; OLIVEIRA, E. D. S.; PINHEIRO, P. F., & SARAIVA, S. H. Discriminação de café arábica e cnonilon utilizando propriedade físico-químicas aliadas à quimiometria. **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 3, p.785-805, 2019.

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, 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 570, de 9 de maio de 2022**. Estabelece o padrão oficial de classificação do café torrado, 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-sda-n-570-de-9-de-maio-de-2022-398971389>. Acesso em: 15 maio. 2022.

CAPOROSO, N.; GENOVESE, A.; CANELA, M. D.; CIVITELLA, A.; SACCHI, R. Neapolitan coffee brew chemical analysis in comparison to espresso, moka and American brews. **Food Research International**, v.61, p.152-160, 2016.

CÓRDOBA, N.; FERNANDEZ-ALDUENDA, M.; MORENO, F. L.; RUIZ, Y. 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, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.004>.

EASTO, J; WILLHOFF, A. Craft Coffee: A Manual: Brewing a Better Cup at Home. First Edition. Chicago: **Surrey Books**, 272p., 2017.

ELIAS, A. M. T.; SILVA, M. E. S.; NETO MORAES, V. F.; SANTOS, W. W. V.; OLIVEIRA,



R. L.; PORTO, T. S.; SILVA, S. P. Utilization of factorial design evaluation of impact of roasting process in the physical-chemical profile of coffee blends. **Research, Society and Development**, v. 11, n.11, p.1-11, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33245>.

FERNANDES, E. A. N.; SARRIÉS, G. A.; MAZOLA, Y. T.; LIMA, R. C.; FURLAN, G. N. BACCHI, M. A. Machine learning to support geographical origin traceability of Coffea Arabica. **Advances in Artificial Intelligence and Machine Learning**, v. 2, n. 18, p. 273-287, 2022. Disponível em: <https://www.oajaiml.com/uploads/archivepdf/51041118.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2024.

FERREIRA, A. C. C.; MONTANUCI, F. D. Influência da temperatura e métodos de secagem do café (*Coffea arabica*) nas características físico-químicas e sensoriais da bebida. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v.14, n.2, p. 3228-3249, 2020. <http://dx.doi.org/10.3895/rbta.v14n2.8380>.

FROST, S. C.; RISTENPART, W. D.; GUINARD, J. X. Effects of brew strength, brew yield, and roast on the sensory quality of drip brewed coffee. **Journal of Food Science**, v. 0, n. 0, p. 1 – 14, 2020. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15326>.

GLOESS, A. N.; SCHÖNBÄCHLER, B.; KLOPPROGGE, B.; D'AMBROSIO, L.; CHATELAIN, K.; BONGARTZ, A.; STRITTMATTER, A.; RAST, M.; YERETZIAN, C. Comparison of nine common coffee extraction methods: instrumental and sensory analysis. **European Food Research and Technology**, v. 236, n. 4, p. 607–627, 2013.

HERRERA, J. C.; LAMBOT, C. The Coffee Tree Genetic Diversity and Origin. In: FOLMER, B. In: **The Craft and Science of Coffee**. Academic Press, p. 1- 16, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-803520-7.00001-3>.

ICO – INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **The value of coffee. Sustainability, Inclusiveness, and Resilience of the Coffee Global Value Chain**. 101 p., 2020. Disponível em: <https://www.icocoffee.org/wp-content/uploads/2022/11/CDR2020.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2025.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: IMESP, edição 4. p. 1000, 2008.

Koar Café do Brasil. **Koar**, 2025. Disponível em: <https://www.koar.com.br/koar/>. Acesso em: 09 ago 2025.

LAMBOT, C.; HERRERA, J. C.; BERTRAND, B.; SADEGHIAN S.; BENAVIDES, P.; GAITÁN, A. Cultivating coffee quality – terroir and agro-ecosystem. In: **The craft and Science of coffee**. Academic Press. 2017. 556p. p. 17-45.

LOPES JUNIOR, H.; TEIXEIRA, W. B.; FELIX, J. V. A.; KOLIN, A. M.; MARCOLINO, D. H.; CAVALCANTE, D. E. Qualidade do café torrado e moído comercializado em feiras livres no estado de Rondônia. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, 2022.

MARCOS-FILHO, J. Seed vigor testing: An overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, v.72, n.4, p. 363-374, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0007>.

MESTDAGH, F.; GLABASNIA, A.; GIULIANO, P. The brew – Extracting for excellence.



In: FOLMER, B. **The Craft and Science of Coffee**. Academic Press, p. 355 – 380, 2017.

MICHELMAN, J.; CARLSEN, Z. The New Rules of Coffee – A Morden Guide for Everyone. **Ten Speed Press**, p. 159, 2018.

MOJENA, R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **The Computer Journal**, v. 20, n. 4, p. 359-363, 1977.

OLIVEIRA, E. C. S.; GUARÇONI, R. C.; CASTRO, V. R.; CASTRO, M. G.; PEREIRA, L. L. Chemical and sensory perception of robusta coffees under wet processing. **Coffee Science**, v. 15, 2020. <https://doi.org/10.25186/v15i.1672>.

PAULINO, A. L. B.; CIRILO, M. A.; RIBEIRO, D. E.; BORÉM, F. M.; MATIAS, G. C. A mixed model applied to joint analysis in experiments with coffee blends using the least squares method. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, n. 3, 2019. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190041..>

PEREIRA, L. L.; MORELI, A. P.; JUNIOR, D. B.; SOUSA, L. H. B. P.; MARCATE, J. P. P.; OLIVEIRA, G. F.; DEBONA, D. G.; GUARÇONI, R. C. Construção de perfil sensorial para o café conilon fermentado. **IfesCiência**, v. 5, n.1, p. 242-252, 2019. <https://doi.org/10.36524/ricv5i2.461>.

POISSON, L.; BLANK, I.; DUNKEL, A.; HOFMANN, T. The Chemistry of Roasting - Decoding Flavor Formation. In: FOLMER, B. **The Craft and Science of Coffee**. Academic Press, p. 273 – 309, 2017.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; FERRAZ, R. M.; RAMOS, G. A.; ANJOS, U. G. **Por Trás da Juta: o café desvendado**. 1ª Edição. Brasília, DF: Pilotis – Cafés Especiais, 2020. 109 p. p. 67-68.

SANTANATOGLIA, A.; ANGELONI, S.; BARTOLUCCI, D.; FIORETTI, L.; SAGRATINI, G.; VITTORI, S.; CAPRIOLI, G. Effect of Brewing Methods on Acrylamide Content and Antioxidant Activity: Studying Eight Different Filter Coffee Preparations. **Antioxidants**, v. 12, n. 10, p. 1888, 2023. <https://doi.org/10.3390/antiox12101888>.

SANTOS, W. W. V. S.; LIMA, K. L. B.; LUCENA, R. M.; ARRUDA, M. L. L. A. L.; OLIVEIRA, R. L.; SILVA, M. E. S.; SILVA, S. P. Effect of different materials of filter holder on sensory profile of coffee beverages. **Journal of Sensory Studies**, v. 39, n. 3, e.12929, 2024. <https://doi.org/10.1111/joss.12929>

SANTOS, W. W. V.; ELIAS, A. M. T.; DONATO, M. V. L. C.; MEDEIROS, A. L. T.; BARROS, D. N.; SILVA, M. E. S.; SILVA, S. P. Influência das condições de torra e do processo extrativo em blends de café. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 25079 – 25092, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-093>.

SANZ-URIBE, J. R.; YUSIANTO.; MENON, S. N.; PEÑUELA, A.; OLIVEIROS, C.; HUSSON, J.; BRANDO, C.; RODRIGUEZ, A. Postharvest Processing-Revealing the Green Bean. In: FOLMER, B. **The Craft and Science of Coffee**. Academic Press, p. 51 – 79, 2017.

SCALABRIN, S.; TONIUTTI, L.; DI GASPERO, G.; SCAGLIONE, D.; MAGRIS, G.;



VIDOTTO, M.; PINOSIO, S.; CATTONARO, F.; MAGNI, F.; JURMAN, I.; CERUTTI, M.; LIVERANI, F. S.; NAVARINI, L.; DEL TERRA, L.; PELLEGRINO, G.; RUOSI, M. R.; VITULO, N.; VALLE, G.; PALLAVICINI, A.; GRAZIOSI, G.; KLEIN, P. E.; BENTLEY, N.; MURRAY, S. SOLANO, W.; AL HAKIMI, A.; SCHILLING, T.; MONTAGNON, C.; MORGANTE, M.; BERTRAND, B. A single polyploidization event at the origin of the tetraploid genome of *Coffea arabica* is responsible for the extremely low genetic variation in wild and cultivated germplasm. **Scientific Reports**, v. 10, n. 4642, 2020.

SCHENKER, S.; ROTHGEB, T. The Roast - Creating the Beans' Signature. In: FOLMER, B. **The Craft and Science of Coffee**. Academic Press, p. 245- 271, 2017.

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Café: cafés especiais**. – Brasília: SENAR, 2017. p 192. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/193-CAF%C3%89.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2023.

TAVARES, M. P. F.; MOURAD, A. L. Coffee beverage preparation by different methods from an environmental perspective. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 25, p. 1356– 1367, 2020.

VEGRO, C. L. R; ALMEIDA, L. F. Global coffee market: Socio-economic and cultural dynamics. In: ALMEIDA, L. F; SPERS, E. E. **Coffee consumption and Industry Strategies in Brazil**, p. 3-19, 2020. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814721-4.00001-9>.

VEZZULLI, F.; ROCCHETTI, G.; LAMBRI, M.; LUCINI, L. Metabolomics Combined with Sensory Analysis Reveals the Impact of Different Extraction Methods on Coffee Beverages from *Coffea arabica* and *Coffea canephora* var. Robusta. **Foods**, v. 11, n.6, 2022. <https://doi.org/10.3390/foods11060807>

WANG, X.; WILLIAM, J.; FU, YUCHENG.; LIM, L-T. Effects of capsule parameters on coffee extraction in single-serve brewer. **Food Research International**, v. 89, n. 1, p. 797 – 805, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.09.031>.

WARD, J. H. Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. **Journal of the American Statistical Association**, v. 58, p. 236-244, 1963.

YEAGER, S. E.; BATALI, M. E.; GUINARD, J-X.; RISTENPART, W. D. Acids in coffee: A review of sensory measurements and meta-analysis of chemical composition. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 63, n.8, 2021.

ZANI AGNOLETTI, B.; FONTES FILHO, P.; LOUZADA PEREIRA, L.; DA SILVA OLIVEIRA, E. C.; FILGUEIRAS, P. R. Discriminação de Café Arábica Quanto à qualidade sensorial utilizando cromatografia gasosa e PLS-DA. **Revista Ifes Ciências**, v. 6, n.3, p. 147-158, 2020. <https://doi.org/10.36524/ric.v6i3.848>

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, p.415-426, 2019a.

ZAPATA, A. M. O.; ARANGO, F. O. D.; ROJANO, B. A. The effect of pressure filtration coffee preparation methods (*Coffea arabica* L. var. Castillo) on antioxidant content and activity, and beverage acceptance. **Dyna**, v. 86, n. 209, p. 261-270, 2019b.

