



**ANA CLARA LOPES SILVEIRA**

**INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS  
FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA NA QUALIDADE  
SENSORIAL DE CAFÉS ESPECIAIS**

**FILTRADOS: Uma revisão**

**LAVRAS - MG  
2021**

**ANA CLARA LOPES SILVEIRA**

**INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA  
ÁGUA NA QUALIDADE SENSORIAL DE CAFÉS ESPECIAIS**

**FILTRADOS:** Uma  
revisão

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

Prof João de Deus Souza Carneiro  
Orientador

Aline Botelho de Almeida  
Co-Orientadora

**LAVRAS - MG**

**2021**

**ANA CLARA LOPES SILVEIRA**

**INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA  
ÁGUA NA QUALIDADE SENSORIAL DE CAFÉ FILTRADO: Uma  
revisão**

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

APROVADA em 26 de novembro de 2021.

Prof. Dr. João de Deus Souza Carneiro – DCA/UFLA

Prof. Dr. Joelma Pereira – DCA/UFLA

Eng. Msc. Aline Botelho de Almeida – DCA/UFLA

Eng. Msc. Emanuelle Costa – DCA/UFLA

Prof. João de Deus Souza Carneiro  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2021**

*À minha família e amigos pelo apoio, dedicação e amor.*

*Com toda a gratidão,  
dedico este trabalho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar e me abençoar em toda a minha etapa de graduação.

À Universidade Federal de Lavras, por ser a minha casa durante estes anos.

Ao Departamento de Ciências dos Alimentos por tantas oportunidades de crescimento que fizeram diferença na minha formação, assim como todos os recursos e apoio que foram fornecidos.

Ao meu orientador (João de Deus) e à minha co-orientadora (Aline) por serem parte de todo aprendizado que essa etapa me proporcionou.

À minha tia Ruth que fora fonte inesgotável de apoio, suporte e fortaleza em todos os momentos que precisei e que não mediu esforços para que essa conquista acontecesse.

À minha tia Valéria que sempre me incentivou a seguir em frente e é a minha inspiração para viver cada dia como se fosse único, pois a vida é um sopro.

Ao meu irmão, Lucas Kallil, por todo apoio e torcida pelo meu sucesso.

À minha família pelo suporte, em especial aos meus primos André, Cristiane, Gabriela e Vitória pelo companheirismo e apoio ao longo desses anos.

As minhas companheiras e amigas de casa Bárbara, Bianca, Isadora, Nicole e Pamela por trilharem esse caminho comigo e por me apoiarem tanto.

Aos meus colegas da graduação e a cada pessoa que cruzou meu caminho em Lavras que tornaram essa caminhada mais leve e contribuíram para que este momento fosse possível.

Agradeço imensamente à Atlética das Engenharias – Xarada e a escola cafeteria CafEsal pelo trabalho em equipe e por contribuírem com a profissional que sou hoje.

## RESUMO

O café está entre as bebidas mais consumidas no mundo, além de representar uma mercadoria bem lucrativa para os países produtores. Isto se deve não só pelas suas propriedades sensoriais mas também pelo seu efeito estimulante. Após o processo de torrefação e moagem dos grãos, realiza-se extração da bebida, que ocorre devido a uma transferência de massa de sólidos solúveis que estão presentes no pó, para a água. A escolha da metodologia de preparo do café é de extrema importância, pois todas as etapas do processo podem influenciar nos principais atributos de qualidade durante a degustação, tendo em vista que a bebida possui alta complexidade sensorial. Considerando a importância do controle dos aspectos inerentes à extração, a água é um ingrediente essencial e seu papel na preparação do filtrado deve ser levado em consideração. Entretanto, ainda há pouca consciência do efeito direto da composição da água na qualidade das bebidas de café, principalmente do café filtrado. Diante disso, este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sobre a interação dos componentes água / café durante o processo de extração, o papel desempenhado pela alcalinidade e cátions selecionados, nas propriedades sensoriais do café filtrado. Utilizou-se as principais plataformas de buscas como SciELO, Google Scholar e Portal de periódicos Capes para a coleta dos artigos relacionados à influência das características físico-químicas da água na qualidade sensorial da bebida de café. Por meio deste trabalho de revisão foi possível concluir que os íons dissolvidos na água podem se combinar com os componentes do sabor do café para auxiliar na extração pela água ou para alterar o sabor do café, porém, é importante ressaltar a necessidade de serem realizados mais estudos demonstrando tais alterações na bebida de café.

**Palavras-chave:** Composição da água. Análise sensorial do café. Componentes do café.

## **ABSTRACT**

Coffee is among the most consumed beverages in the world, in addition to representing a very profitable product for producing countries. This is due not only to its sensory properties, but also to its stimulating effect. After the process of roasting and grinding the beans, the beverage is extracted, which occurs due to a mass transfer of soluble solids that are present in the powder, to water. The choice of coffee preparation methodology is extremely important, as all stages of the process can influence the main quality attributes during tasting, considering that the drink has a high sensory complexity. Considering the importance of controlling the aspects inherent to extraction, water is an essential ingredient, and its role in the preparation of the filtrate must be taken into account. However, there is still little awareness of the direct effect of water composition on the quality of coffee beverages, especially filtered coffee. Therefore, this work aimed to review the interaction of water / coffee components during the extraction process, the role played by alkalinity and selected cations, in the sensory properties of filtered coffee. The main search platforms such as SciELO, Google Scholar and Capes Journal Portal were used to collect articles related to the influence of the physical- chemical characteristics of water on the sensory quality of the coffee drink. Through this review work, it was possible to conclude that the ions dissolved in the water can combine with the coffee flavor components to aid in the extraction by water or to change the coffee flavor, however, it is important to emphasize the need for more to be done. studies demonstrating such changes in coffee beverages.

**Keywords: Composition of water. Coffee sensory analysis. Coffee componentes.**

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>11</b>
2.1 Objetivos Gerais	11
2.2 Objetivos Específicos	11
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>12</b>
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>13</b>
4.1 Cafés especiais	13
4.2 Cafés especiais e o mercado consumidor	14
4.3 Formas de preparo da bebida	16
4.4 Composição química do café	18
4.5 Composição química da água	20
4.5.1 Influência da água na extração do café	21
4.5.2 Total de sólidos solúveis	23
4.5.3 Cálcio e magnésio e dureza	23
4.5.4 O pH e a acidez da água	25
4.5.5 Alcalinidade e acidez da água	26
4.5.6 Água ideal para a extração	27
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>29</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O café teve sua origem na Etiópia, entretanto, foram os árabes os responsáveis pelo plantio e distribuição das sementes (MARTINS, 2017). Inicialmente sua fruta era fervida em água e então, utilizada para usos medicinais e posteriormente utilizadas pelos monges para vigílias noturnas e tornou seu consumo com essa finalidade popular por volta do ano 1.000. (MARTINS, 2017). Porém, o café como conhecemos só começou a ser desenvolvido a partir do século XIV, com o processo de torra, na península arábica o que também auxiliou na sua propagação (MARTINS, 2017). Com sua propagação e popularização surgiram diversas técnicas de plantio, colheita, torra e preparo ao longo dos séculos que são utilizadas ainda são renovadas até os dias (SPEER; SPEER, 2006).

O café (*Coffea sp.*) tornou-se, depois da água e do chá, a bebida mais consumida em todo o mundo e representa uma mercadoria relevante e lucrativa para países produtores (CARBONELL; FILHO; SIQUEIRA, 2012). A preferência pela bebida se deve ao seu sabor e aroma agradáveis, impactando positivamente seu consumo (TOLEDO, PEZZA, PEZZA, & TOCI, 2016 apud dos SANTOS, & BOFFO, 2021). Até recentemente, o Brasil havia se concentrado na produção de café *commodity*, no entanto, impulsionado pelas novas opções e experiências sensoriais, os produtores brasileiros investiram em cafés especiais para elevar os padrões de excelência e agregar valor ao produto. Os cafés especiais são caracterizados por possuírem qualidade diferenciada, considerando parâmetros intrínsecos de qualidade da bebida (variedade, origem, cultura e pós-colheita), além da condição de produção dos grãos (TEIXEIRA, 2020).

Os métodos de preparo do café variam em função do ambiente geográfico, cultural e social e das preferências individuais. No entanto, em todos os casos, o contato íntimo entre a água e os sólidos do café torrado é necessário para a transferência dos sabores do café do grão moído para a matriz da água (PETRACCO, 2001 APUD MORONEY, LEE, O ' BRIEN, SUIJVER, & MARRA, 2015) onde o objetivo final, independentemente dos métodos utilizados, é produzir bebidas de café com a maior qualidade possível.

A extração do café é a etapa final de seu processo antes de ser consumido. A execução de filtrar o café é uma extração sólido-líquido em que os parâmetros do processo têm um impacto significativo na cinética de extração dos diferentes compostos químicos presentes no café torrado (SPEER; SPEER, 2006). Embora a extração do café ocasionalmente leve apenas alguns minutos, o processo afeta diretamente a qualidade final da bebida. O preparo

do café filtrado é amplamente utilizado, porém há diversos fatores que alteram sua qualidade e sabor, uma delas são as características físico-químicas da água em seu preparo (MORONEY, LEE, O'BRIEN, SUIJVER, & MARRA, 2015). Portanto, este estudo objetiva realizar uma revisão da literatura existente sobre o efeito das características da água com diferentes teores de minerais na qualidade sensorial de café filtrado.

Havendo melhor compreensão do processo de extração do café pode-se levar ao seu aprimoramento, tornando-o replicável com base na qualidade da bebida. Embora haja necessidade no mercado de fornecer novas experiências sensoriais aos consumidores, ainda existem lacunas de conhecimento sobre o processo de extração. Da mesma forma, isso irá sugerir novas alternativas para projetos de processos, equipamentos e produtos voltados para a satisfação do consumidor de café.

Apesar da importância, da popularidade do café e do crescente interesse de pesquisas de mercado e acadêmicas pelas várias particularidades do comportamento do consumidor em relação ao café, não foi encontrada uma revisão sistemática que relate os resultados de estudos anteriores sobre a influência das características da água no consumo de cafés filtrados.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Realizar uma revisão sistemática sobre a influência das características físico-químicas da água na qualidade sensorial de café filtrado.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- I. Realizar uma revisão sobre a composição química da água e do café.
- II. Verificar as interações que ocorrem entre a molécula de água e as substâncias presentes no café a partir de trabalhos realizados anteriormente.

### 3 METODOLOGIA

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio do Portal de Periódicos da Capes, Google Acadêmico e SCIELO (Scientific Electronic Library). Também SciVerse Scopus e o Repositório Institucional da Universidade Federal de Lavras. Além disso, alguns dados foram extraídos de páginas importantes na área de Engenharia de Alimentos e de Cafés, como a ABIC (Associação Brasileira da Indústria do Café) e ABIA (Associação Brasileira da Indústria de Alimentos) que embasaram a pesquisa sobre torrefação de café, gerenciamento de produção, mapeamento de processos, reações químicas que acontecem no processo de torra e as características de cafés arábica e robusta. Após esta etapa foram selecionados artigos que tivessem trabalhado com cafés especiais, com as formas de preparo da bebida e com a influência da água na extração de café. Utilizou-se as seguintes palavras-chave: café, café especial, água, qualidade da água. A busca foi realizada no período de junho a novembro de 2021.

Trata-se de uma pesquisa acadêmica de caráter qualitativo, sendo importante ressaltar que os artigos selecionados são publicações de relevância, o que indica a qualidade do trabalho realizado pela autora.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Cafés especiais

O café é uma das bebidas mais populares em todo o mundo e tem desempenhado papel importante na cultura de consumo desde meados do século XVI. Nos últimos anos, a produção, comercialização e consumo de café mudaram, passando da comercialização de uma mercadoria pura (regular cafés) a um produto especial (SITTIPOD *et al.*, 2019). Com isso, com a exigência dos consumidores, mesmo que pouco difundida, a produção de cafés especiais vem crescendo em todo o mundo, atendendo a uma demanda reprimida (RODARTE, 2008).

O cenário do café brasileiro foi por muitos anos associado a um café de má qualidade e adulterado por impurezas, sendo os grãos de café superiores destinados ao mercado externo. No entanto, profundas transformações foram inseridas a partir de 1990 no intuito de focar na qualidade do café tanto para o mercado interno quanto para o mercado externo. Percebemos assim, que os cafés especiais e bebidas à base de café com características sensoriais elevadas e exclusivas têm crescido em popularidade (CONWAY, 2020). Hoje em dia, os cafés especiais representam uma parte importante do mercado global (SCA, 2017).

De acordo ainda com Cordoba (2020), o Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, bem como o segundo maior consumidor da bebida, atrás apenas dos Estados Unidos. Além disso, o país é cada vez mais reconhecido por sua indústria de cafés especiais.

Os cafés especiais são feitos de grãos de café da mais alta qualidade para revelar seu excelente potencial de sabor. O sabor é considerado um critério essencial na determinação da qualidade do café, sendo diretamente afetado pela presença de grãos de café defeituosos (SITTIPOD, *et al.*, 2019)

Existem critérios que devem ser seguidos por todos os países produtores de cafés especiais, incluindo os cafés brasileiros e o principal é a ausência de grãos defeituosos, destacando-se por seus excelentes e únicos atributos na degustação de café na torra, marcando os pontos mais altos (CORDOBA *et al.*, 2021). Por exemplo, deve-se ter uma pontuação de pelo menos 80 pontos (de máximo de 100 pontos) utilizando o protocolo do Café Especial da Specialty Coffee Association (Associação de Cafés Especiais) (SCAA,

2015). Além de suas características físicas e sensoriais, outras definições de cafés especiais incluem cafés de alta qualidade com rótulos certificados como café orgânico, comércio justo e produção sustentável (ALCANTARA, DRESCH E MELCHERT, 2020). Existem componentes subjetivos e objetivos que contribuem para a qualidade da bebida.

Especificamente, os componentes objetivos incluem as características físico-químicas, sensoriais e nutricionais, enquanto os componentes subjetivos se referem à percepção individual dos consumidores finais (PEZZA; TOCI, 2016). Nas bebidas de café, o sabor é considerado uma das características mais importantes que determinam sua qualidade e aceitação geral no consumo. (Guimarães et al., 2019)

Sabe-se que, no processo de fabricação do café extraído tanto a quente quanto a frio, diversas variáveis do processo de extração afetam as características sensoriais e a composição química da bebida do café (SENINDE et al., 2020).

Essas mudanças são determinadas por vários fatores, incluindo espécie do café, variedade, origem, condições de cultivo, torrefação, distribuição do tamanho da moagem, composição físico-química da água e temperatura da água usada durante o processo de extração (SENINDE et al., 2020). O Prof. Chahan Yeretzian, Presidente do Comitê de Pesquisa SCAE e Chefe do Centro de Química Analítica e Física, afirma que pesquisas sobre a qualidade da água destaca a importância do tipo de água para a indústria do café e seu papel em garantir que os cafés especiais alcancem todo o seu potencial quando complementado por uma série de outros fatores (Guimarães et al., 2019).

## **4.2 Cafés especiais e o mercado consumidor**

Mesmo com padrões bem definidos pela SCA, o consumo de café está relacionado a um estilo particular de consumo, que difere entre os países e regiões, ainda comenta que, em tradução livre, “café nunca é só café” (ROSENBERG; SWILLING; VERMEULEN, 2018).

Foram definidas “ondas” de café que se enquadram nas mudanças de comportamento relacionadas com a bebida e o consumidor (GUIMARÃES, CASTRO JÚNIOR; ANDRADE, 2016; SKEIE, 2003). A primeira onda é caracterizada por café de pior qualidade, resultado do aumento exponencial do consumo associado aos processos de produção comoditizados e comercialização com foco na distribuição em larga escala. A segunda onda é caracterizada pela introdução de cafés de maior qualidade, como cafés especiais e cafés de origem controlada, onde houve uma disseminação do consumo de café

em cafeterias especializadas. A terceira onda representa uma revolução no consumo de cafés especiais por meio de mudanças na diferenciação do produto e na experiência de consumo. Na terceira onda, o café é considerado um produto artesanal tão complexo quanto o vinho. O café tornou-se diferenciado por vários atributos (GUIMARÃES et al., 2016).

Dado o que foi apresentado até agora se percebe que a qualidade possui destaque no consumo de terceira onda e na composição da atmosfera da cafeteria. Com isso, formulam-se as hipóteses sobre a percepção do cliente em relação à qualidade do produto, e talvez haja uma predisposição na compra de água com determinados minerais que melhore as características desejadas na hora do preparo da bebida (BOAVENTURA, 2018).

Na terceira onda existe um relacionamento mais próximo com o objetivo de promover a diferenciação na proposta de valor para o consumidor final. Esse movimento na indústria do café representa mudança de um paradigma de troca para uma perspectiva de cocriação de valor, por meio da qual os consumidores adotam um papel mais ativo/participativo no processo de produção e consumo (PRAHALAD; RAMASWAMY, 2000 apud RITZER; JURGENSON, 2010).

Essa proximidade do consumidor com o café vem junto com as mudanças na sociedade moderna, conforme a vida das pessoas está ficando mais rápida e intensa, as bebidas estimulantes estão se tornando cada vez mais populares. Descobriu-se que esses produtos diminuem a fadiga, aumentam a concentração, aumentam a produtividade e, em geral, promovem o desempenho. (VARGO & LUSCH, 2008). O café é uma dessas substâncias e, paralelamente, uma das bebidas mais populares. Para muitas pessoas, beber café faz parte do seu estilo de vida e um hábito diário. Todos os dias, milhões de pessoas (Guimarães et al., 2019).

- cerca de 40% da população mundial - começam o dia com uma xícara de café matinal. As bebidas de café são consumidas por vários motivos e as concentrações de minerais e substâncias biologicamente ativas dependem do local de origem dos grãos, do grau/intensidade da torra, bem como do método de preparo (BOAVENTURA, 2018).

### 4.3 Formas de preparo da bebida

Uma das variáveis que influenciam a composição química da extração do café é o método que será utilizado para produzir a bebida (FARAH, 2020). Esse processo envolve absorção de água pelos grãos moídos, transferência de massa de compostos solúveis do café moído para a água quente ou fria e separação do extrato resultante dos sólidos do café (PETRACCO, 2001). Durante a preparação do café, os compostos de sabor voláteis e não voláteis são removidos do café moído com água e distribuídos entre água, óleo e fases sólidas (STEEN et al., 2017)

O processo de extração do café é considerado uma operação sólido-líquido, cujo mecanismo é favorecido pelo aumento da área superficial por unidade de volume de sólidos extraíveis e diminuição das distâncias radiais das partículas dentro dos sólidos. Ambos os aspectos são favorecidos pela diminuição do tamanho das partículas (PETRACCO, 2001).

Os métodos de filtragem podem ser categorizados pelas ferramentas de extração, bem como pelos principais atributos do processo que influenciam o perfil de sabor final (MESTDAGH ET AL., 2017). A preparação de uma infusão filtrada de café moído e torrado envolve a extração de compostos solúveis em água. A maior parte da fração lipofílica permanece no filtro com os materiais sólidos, por não ser solúvel em água, mas parte da quantidade que fica nos grãos após a torra é extraída devido à alta temperatura da água e está presente na infusão na forma de emulsão (MESTDAGH ET AL., 2017).

A Figura 1 mostra o funcionamento do método de filtragem de café.

FIGURA 1. MÉTODOS DE EXTRAÇÃO



Fonte da Figura 1: Adaptado de Cordoba, N. Trends in Food Science & Technology

Existem estudos utilizando filtro na extração de café como método de preparação de amostra de bebida de café. Na configuração típica, um filtro de papel é colocado em um suporte adequado em forma de cone. O café moído médio é colocado no filtro e o suporte é colocado em cima de um jarro de vidro. A água fervida é derramada no filtro e percola. A bebida de café resultante é um sistema limpo e transparente (PETRACCO, 2001).

O preparo consiste na extração do sabor e aroma do café torrado e moído por meio da água quente. Existem várias formas de preparo e consumo da bebida do café. Alguns cuidados básicos devem ser tomados como a proporção de pó e a quantidade de água utilizada, o correto grau de moagem para o método de preparo, e a temperatura da água e o tempo de contato entre a água e o pó (SEVERINI et al., 2015).

Stadler (2002) destaca que compostos muito solúveis, como cafeína, açúcares ou ácidos orgânicos são extraídos de forma muito eficiente nos primeiros segundos da

preparação da bebida e atingem rapidamente um rendimento de extração de mais de 90 % (SEVERINI et al., 2015). É por isso que um café com rendimento de extração mais baixo (café subextraído) terá um perfil de xícara dominado por compostos muito solúveis em água, como açúcares e ácidos, resultando em um perfil ácido-doce. No café filtrado, estima-se que cerca de 90 % da cafeína é extraída no primeiro minuto de infusão (STADLER et al., 2002). Uma imagem detalhada dos perfis sensoriais e químicos do café com base nos atributos de extração dará aos baristas uma compreensão mais clara de como extrair exatamente os sabores que desejam. Uma pessoa que assistiu a uma preparação de um café filtrado concordará que a extração e os perfis sensoriais e químicos resultantes mudam em função do tempo. Observa-se prontamente que o primeiro café que sai é mais forte do que o café que sai depois (SEVERINI et al., 2015).

Em contraste, compostos menos solúveis são extraídos somente após algum tempo (ou volume de água). Um exemplo, são as lactonas de ácido clorogênico, onde sua extração excessiva favorece a extração de compostos amargos e adstringentes menos solúveis (FRANK et al., 2006).

#### **4.4 Composição química do café**

A composição elementar do café moído tem sido amplamente investigada por meio de diferentes tipos de técnicas (SANTOS; SANTOS; CONTI, BRAZ, 2005). Pois, sabe-se que a qualidade do café está relacionada principalmente aos constituintes químicos responsáveis pelo sabor e aroma da bebida (PEREIRA; MALTA, 2004). O sabor e o aroma do café são decorrentes da presença de constituintes voláteis, cafeína, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos e da ação de enzimas sobre alguns desses constituintes, produzindo compostos que afetam a qualidade da xícara. Embora a fração lipídica não seja solúvel em água, parte dela chega à bebida de café quando são utilizadas altas temperaturas e pressões (BUFFO; CARDELI; FREIRE, 2008). A natureza polifásica das bebidas e a concentração de compostos não voláteis e voláteis determinam as propriedades físico-químicas e sensoriais de diferentes bebidas de café (ILLY; VIANI, 2005).

Os sólidos totais são os materiais presentes nas bebidas de café e sua concentração geral é muitas vezes percebida como "força" pelos consumidores. A proporção de sólidos dissolvidos totais é a proporção da massa do material dissolvido na bebida pela massa total

da bebida. A composição química dos sólidos totais do café pode variar dependendo da qualidade do café verde, do processo de torra e do método filtração de (PETRACCO, 2001). Devido à variação da solubilidade aquosa, os compostos químicos do café torrado são extraídos em taxas diferentes. Portanto, o rendimento de extração (relação entre a massa dos solúveis de café extraídos e a massa dos grãos de café usados) determinará as propriedades de sabor da bebida (Cordoba et al., 2020).

Os ácidos clorogênicos (CGA) são os principais compostos fenólicos do café (Clifford, 2000) responsáveis pelo amargor da bebida. Os CGA são degradados em lactonas e fenilidanos que dão amargor à bebida. Lehninger e seus colaboradores (2008) deixam claro que os CGAs têm influência marcante na determinação de qualidade da xícara do café (FARAH et al., 2006).

Ácido clorogênico é um nome usado para descrever uma variedade de ácidos fenólicos encontrados em materiais vegetais, incluindo café. O ácido clorogênico foi inicialmente identificado como ácido 3-cafeoilquínico (FISHER & DANGSCHAT, 1932) e mais recentemente sua estrutura foi designada como ácido 5-cafeoilquínico, de acordo com a nomenclatura IUPAC (1976). A determinação dos níveis desse ácido no café e o estudo de sua transformação durante o processamento do café são importantes para estabelecer correlações entre a composição química e os atributos sensoriais dos produtos de café e também para fins de controle de qualidade (KITZBERGER et al, 2012)

Os ácidos clorogênicos e suas correspondentes lactonas geradas termicamente na torrefação foram analisados como a causa do sabor amargo observado do café. Além disso, foi relatado que o ácido quínico liberado do ácido clorogênico na termo-hidrólise exibe um sabor amargo semelhante ao da princípio ativo da Aspirina a uma concentração limite de 10 ppm (FARAH, 2005).

Além disso, vários efeitos benéficos para a saúde foram atribuídos a CGA e podem ser amplamente explicados por suas potentes atividades antioxidantes. Algumas propriedades farmacológicas *in vitro* e *in vivo* do CGA são hipoglicêmicas, antivirais, hepatoprotetoras e imunoprotetoras (TRUGO; NETO, 2003).

Estudos anteriores analisaram a extração química ao longo do tempo, mostrando que um tempo de extração de 10 a 11 minutos extrai 90 % do material do café (LEE et al 1992) e que a maioria dos antioxidantes (que podem contribuir para a acidez e o amargor) são extraídos nos primeiros 75 a 150 segundos de infusão por gotejamento (LUDWIG et al 2012). Esse tempo de extração não é comumente utilizado nos cafés extraídos em casa, o usual seria de 4 a 5 minutos. Outros estudos caracterizaram como os compostos do aroma são extraídos

em relação à polaridade e volatilidade e demonstraram que compostos mais polares (e, portanto, mais solúveis em água) são extraídos no início (Mestdagh F, 2014). Além disso, a doçura é uma propriedade sensorial desejável para os consumidores de café e o café é conhecido por ter sacarose, oligossacarídeos e polissacarídeos no café verde, torrado e moído em quantidades variáveis (Tian et al 2018).

Como resultado do processo de torra o CO<sub>2</sub> é produzido, sendo responsável por mais de 80 % dos gases formados (Clarke & Macrae, 1987). Em geral, a formação de CO<sub>2</sub> em cafés torrados são atribuídos a reações de Maillard, Strecker e de pirólise (Shimoni & Labuza, 2000). A estrutura porosa desenvolvida, que depende das condições de temperatura-tempo que são aplicadas aos grãos, determina o conteúdo de CO<sub>2</sub> residual após a torrefação, bem como o subsequente transporte de massa de CO<sub>2</sub> durante o armazenamento (Schenker, 2000).

Embora o CO<sub>2</sub> seja uma das menores moléculas do café, ele também é possivelmente muito subestimado pelas múltiplas funções que desempenha em muitas propriedades e características do café, desde a torrefação até a xícara (Samo Smrke, 2017). Durante a extração, por exemplo, parte do CO<sub>2</sub> é liberado diretamente na fase gasosa e pode formar o que é chamado de “crema” (The Craft and Science of Coffee, 2016.). O CO<sub>2</sub> também pode ser formado durante a extração do café quando os ácidos do café são neutralizados pelo carbonato de hidrogênio na água (Samo Smrke, 2017).

A água então, dissolve naturalmente o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) do ar e o café torrado fornece outra fonte importante de CO<sub>2</sub>. Durante a torrefação, o CO<sub>2</sub> é gerado (até 2% do peso do café recém-torrado) , que é posteriormente liberado durante a extração. O dióxido de carbono dissolvido na água forma o ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), um ácido fraco que se dissocia em hidrogeno carbonato HCO<sub>3</sub> mais um próton (H<sup>+</sup>). O próton liberado na água torna a água mais ácida e o pH é reduzido. Em concentrações naturais de CO<sub>2</sub> no ar, a água em equilíbrio com o ar é ligeiramente ácida com um pH de 5,7.

#### **4.5 Composição química da água**

A água é uma molécula composta por um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio (H<sub>2</sub>O) que são carregados de forma diferente, levando a distribuição desigual da carga elétrica, conhecida como polaridade (Farah, 2006). Devido à sua natureza polar, a água é um solvente muito bom para compostos polares, como é o caso durante a extração do café.

Em contraste, dificilmente dissolve quaisquer compostos não polares, como óleos e gorduras, que representam mais de 10 % do peso do café torrado, apenas se a extração for feita por métodos de alta pressão. A polaridade da água também é responsável por um fenômeno denominado autodissociação da água, no qual um próton é transferido de uma molécula de água para outra. Isso naturalmente nos leva ao pH, que é calculado como o logaritmo negativo da concentração de prótons (PEREIRA; MALTA, 2004)

#### **4.5.1. Influência da água na extração do café**

De acordo com a Speciality Coffee Association (SCA), a água corresponde a 98 % das bebidas de café, que funciona como solvente para extrair os componentes do sabor do café, tendo então um efeito profundo sobre o sabor da bebida (CORDOB et al, 2020).

Um levantamento de fontes da literatura e correspondência mostrou que os suprimentos de água são descritos em termos de cerca de 16 componentes químicos. Entre eles estão a sílica, ferro, manganês, cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonato, bicarbonato, sulfato, cloreto, fluoreto, nitrato. (CORDOB et al, 2020).

O sabor e o aroma da bebida do café são complexos, resultantes da presença combinada de vários constituintes químicos voláteis e não voláteis, entre eles os ácidos, aldeídos, cetonas, açúcares, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos, incluindo também a ação de enzimas em alguns destes constituintes, dando produtos de reações que interferem no sabor da prova de xícara (SARRAZIN et al., 2000).

Sabe-se que no processo de preparo de cafés coados extraídos à quente, muitas variáveis da extração afetam as características sensoriais da bebida. (MESTDAGH; GLABASNIA; GIULIANO, 2017). Essas mudanças são determinadas por vários fatores, incluindo espécie do café, variedade, origem, condições de cultivo, torrefação, distribuição do tamanho da moagem, temperatura e propriedades químicas da água utilizada durante a extração (CORDOBA, *et al.*, 2020). Torrefação, tamanho da moagem, temperatura, pressão e tempo de fermentação definem o produto degustado, mas é a composição da água que facilita a extração de amidos, bases e ácidos.

Embora a extração do café geralmente leve apenas alguns minutos, o processo afeta diretamente a qualidade final da bebida (MORONEY, LEE, O ' BRIEN, SUIJVER, & MARRA, 2015). E a água é o segundo ingrediente essencial para a preparação do café e, do ponto de vista quantitativo, é o um dos mais importantes (TASSAN; RUSSELL, 1974). Em

todos os casos de extração de café, o contato íntimo entre a água e os sólidos do café torrado é necessário para a transferência dos sabores do café do grão moído para a matriz da água onde o objetivo final, independentemente dos métodos usados, é produzir bebidas de café com a mais alta qualidade possível (PETRACCO, 2001 apud MORONEY et al., 2015).

Embora a fração lipídica não seja solúvel em água, parte dela chega à bebida de café quando são utilizadas altas temperaturas e pressões. A natureza polifásica das bebidas e a concentração de compostos não voláteis e voláteis determinam as propriedades físico-químicas e sensoriais de diferentes bebidas de café (ILLY; VIANI, 2005).

Água e seus minerais são indiscutivelmente os ingredientes mais importantes na qualidade de uma bebida de café depois do próprio café torrado e moído (NAVARINI E RIVETTI, 2010). É notório para os baristas que a escolha da água pode destacar as especificidades de um café. Historicamente, a análise da qualidade da água tem se concentrado amplamente nos aspectos técnicos e de segurança. Isso também se reflete no fato de que a classificação mais comum para a água é baseada na dureza, uma medida da quantidade máxima de formação de incrustações em caldeiras ou chaleiras de máquinas de café (YERETZIAN, 2017).

Segundo Pangborn (2017) Estudos mostram que os eletrólitos nas águas naturais influenciaram adversamente a qualidade das bebidas resultantes. Desses eletrólitos, em especial, os carbonatos são as substâncias que mais resultam em um café amargo e sem muito sabor. Além disso, embora um certo grau de acidez seja característico do café moído, a acidez do café preparado com água destilada é considerada excessiva (PANGBORN et al., 1971). Também foi descoberto que a concentração e as espécies de íons na solução mudam a taxa em qual água passa pela cama de café moído, assim causando extração diferencial de sólidos de café (GARDNER, 1958).

E embora um certo grau de amargor seja característico do café moído, a acidez do café preparado com água destilada foi excessiva. Mas já a água destilada faz um café com um grau excessivo de adstringência. Parece, portanto, que a qualidade ideal do sabor no café seria obtida a partir de água contendo baixos níveis de minerais dissolvidos (PANGBORN, 2006).

O papel dos íons dissolvidos na extração dos constituintes do café é desafiador para quantificar experimentalmente porque existem muitas interações concorrentes que são entropicamente e termodinamicamente significativas. Em uma tentativa para simplificar o problema para o usuário final, a Associação de Cafés Especiais (SCA) elaborou diretrizes de água “ideal” para a extração do café. (Maxwell et al, 2014). A quantificação de todos os íons

dissolvidos soma intrinsecamente as concentrações catiônicas e aniônicas por meio de uma medição de condutividade iônica do total de sólidos dissolvidos (TDS). Como resultado, o SCA sugere uma faixa com um limite superior vago de sólidos dissolvidos de sólidos dissolvidos (300 ppm TDS) para extração favorável de café.

Uma avaliação sensorial foi feita por degustadores treinados com três tipos de água diferentes e os resultados mostraram o impacto que a qualidade da água teve no perfil de sabor do café. De todos os atributos avaliados sabor, acidez, equilíbrio e pontuação geral foram os mais afetados. A água com os valores mais baixos de dureza, alcalinidade, apresentou consistentemente as pontuações mais altas - sugerindo que este tipo de água leva a melhor qualidade geral do copo. O café colombiano, que obteve pontuação mais alta em todos os atributos, também mostra que quanto maior a pontuação, mais significativa é a diferença. Isso destaca como o tipo de água usada nos cafés especiais é ainda mais importante nas avaliações sensoriais (Maxwell et al, 2014).

#### **4.5.2. Total de sólidos solúveis**

O total de sólidos dissolvidos (TDS) é usado para avaliar o conteúdo mineral e depende da fonte de água, geologia local e esquema de tratamento. TDS é uma medida

dos cátions incluindo  $Al^{+3}$ ,  $Fe^{+1}$ ,  $Mn^{+2}$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $K^{+}$ ,  $Na^{+}$  e ânions como  $CO_3^{-2}$ ,  $SO_4^{-}$ ,  $HCO_3^{-}$ ,  $Cl^{-}$  e  $NO_3^{-}$  (P. KUMARASAMY, 2013).

Os sólidos totais são o material presente nas bebidas de café e sua concentração geral é muitas vezes percebida como "força" pelos consumidores. A proporção de sólidos dissolvidos totais (TDS) é a proporção entre a massa do material dissolvido na bebida e a massa total da bebida. O rendimento de extração (EY) é a relação entre a massa dos solúveis de café extraídos e a massa dos grãos de café usados (PETRACO, 2001).

Devido à variação da solubilidade aquosa, os compostos químicos do café torrado são extraídos em taxas diferentes. Portanto, o EY vai determinar as propriedades de sabor da bebida fermentada (Oliveira, 2008).

#### **4.5.3. Cálcio, magnésio e dureza da água**

O conceito de dureza como uma avaliação de certas propriedades químicas da água tornou-se profundamente arraigado na literatura de análise de água e nos hábitos de

pensamento de quase todos que se preocupam com a qualidade da água. (Survey, 2005).

Ao longo dos anos, a propriedade da dureza tem sido associada aos efeitos de incrustações deixadas por alguns tipos de água ao serem aquecidas. O efeito resulta de cátions que formam compostos insolúveis. Como a maior parte do efeito observado resulta da presença de cálcio e magnésio, a dureza é geralmente definida em termos desses constituintes sozinhos. (Legget, 1964).

A qualidade de infusão de água também pode ser representada por dureza e alcalinidade totais. A dureza total é definida como a quantidade de cálcio e magnésio em uma concentração equivalente. De acordo com a Specialty Coffee Association of America (SCA), o limite total do teor de dureza ou  $\text{CaCO}_3$  contido no limite superior de dureza ou  $\text{CaCO}_3$  é de 175 ppm, enquanto o limite inferior é de 50 ppm. Na avaliação sensorial, os consumidores julgam a qualidade da água por sua clareza, palatabilidade e odor. Assim, o teste do limiar é importante para garantir que a água seja inodora, pois é necessária para ser palatável (SCA).

Assim, a água dura é geralmente definida como água, que contém uma alta concentração de íons de cálcio e magnésio. No entanto, a dureza pode ser causada por vários outros metais dissolvidos; essas formas de cátions bivalentes ou multivalentes, incluindo alumínio, bário, estrôncio, ferro, zinco e manganês. Normalmente, íons monovalentes como sódio e potássio não causam dureza. Esses cátions divalentes tendem a se juntar aos ânions na água para formar sais estáveis. (Wilson, 2019). O tipo de ânion encontrado nestes sais distingue entre os dois tipos de dureza-carbonato e dureza não carbonato. A dureza do carbonato é causada pelos metais combinados com uma forma de alcalinidade. Alcalinidade é a capacidade da água de neutralizar ácidos e é atribuída a compostos como carbonato, bicarbonato, hidróxido e, às vezes, borato, silicato e fosfato. Em contraste, a dureza não carbonatada se forma quando os metais se combinam com qualquer coisa que não seja alcalinidade (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. et al., 1998)

Como o Ca e o Mg são dissolvidos na água, a dureza da água é determinada por sua concentração. Os íons dissolvidos na água podem se combinar com os componentes do sabor do café para auxiliar na extração pela água ou para alterar o sabor do café. Deste ponto de vista, sabe-se há muito que é muito importante usar café de boa qualidade, bem como usar água de boa qualidade para extrair um bom café. (Oliveira Cruz, Eberlin & Cabral, 2005).

Whelton (2007) sugere que os íons  $\text{Ca}^{2+}$  podem ter um efeito negativo no sabor do

café, com base nas descobertas de que um valor mais alto de dureza reduziu a qualidade sensorial da água. Por outro lado, Hendon et al (2014) analisaram o efeito do cátion da água no sabor do café como uma relação de energia de ligação termodinâmica e analisaram o principal efeito na extração de substâncias como ácidos orgânicos, cafeína e eugenol, que determinam o sabor do café.

Devido ao seu potencial de escalonamento, a água é comumente tratada para reduzir sua dureza e evitar a precipitação de minerais. A água que não contém outros minerais além do carbonato de cálcio ou magnésio ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ) contém quantidades iguais de dureza e alcalinidade (em unidades equivalentes de dureza). Uma dureza total muito superior à alcalinidade indica que há uma quantidade significativa de sulfato presente na água, o que não é bom para o café (Buster et al, 1997).

De acordo com trabalho realizado com Hedon et al (2014), existem evidências crescentes de que o cálcio e o magnésio são os principais contribuintes para a eficiência da extração do café. Além disso, foi sugerido pelos autores que o magnésio (por equivalente de dureza ou mol) é mais eficiente na extração de constituintes do café.

*The influence of brewing water characteristic on sensory perception of pour-over local coffee* diz que diferentes conteúdos minerais na água que será utilizada na extração do café afetam o pH da bebida. A água que contém menor Ca, Mg e Na tende a induzir um pH mais baixo do café moído, em comparação com aqueles de maior conteúdo mineral. O baixo teor de minerais na água potável pode afetar o pH. O baixo teor de minerais tende a ter também um pH baixo (František, 2003).

#### **4.5.6 O pH e a acidez da água**

As diferenças no pH e no conteúdo mineral das amostras de água variaram consideravelmente. (K. Fibrianto et al 2018). As medições de pH quantificam a concentração de hidrogênio aquoso e fornecem uma medida dos níveis de moléculas de ácido desprotonadas em uma amostra (RAO; FULLER, 2018). A acidez total titulável é uma medida de todos os prótons ácidos em uma amostra, incluindo prótons não dissociados que podem ser neutralizados pela adição de uma base forte (Rao & Fuller, 2018).

A acidez total e o pH têm sido amplamente usados para caracterizar as bebidas de café pela acidez percebida. Normalmente, a acidez percebida é atribuída principalmente a vários ácidos carboxílicos, incluindo ácidos acético, málico, fórmico, láctico, clorogênico e

quínico (FARAH, 2012). Além disso, algumas melanoidinas contêm ácidos clorogênicos incorporados que podem contribuir para a percepção da acidez. Alguns estudos correlacionaram com sucesso a acidez titulável com a intensidade de acidez (TAKAMURA, 1997). Por outro lado, outros estudos relatam a correlação entre pH, acidez titulável e acidez percebida (GLOESS et al., 2013). Muitos esforços foram feitos para entender a relação entre o pH, a acidez titulável e a acidez percebida. No entanto, a falta de acordo sobre as relações de acidez do café pode ser explicada pelo fato de que as mudanças na acidez do café são leves, e os métodos mais comuns para medir a acidez (titulação alcalina) não podem detectar pequenas mudanças (GLOESS et al., 2013). Em relação à percepção da acidez, a relação entre os ácidos e as papilas gustativas não é totalmente compreendida (PETRACCO, 2001). A acidez percebida pode coincidir com outros atributos sensoriais.

Além disso, alguns fatores ambientais podem influenciar sua percepção. Por exemplo, a temperatura pode afetar a percepção da acidez. Em geral, a acidez é mais pronunciada em temperaturas mais baixas de preparo do café (GLOESS et al., 2013).

#### **4.5.4. Alcalinidade e acidez da água**

De acordo com Survey (2005) alcalinidade representa a capacidade da água de tamponar os ácidos. Ela pode ser definida como a capacidade dos solutos que a água contém de reagir e neutralizar o ácido. A propriedade da alcalinidade deve ser determinada por titulação com um ácido forte, e o ponto final da titulação é o pH no qual virtualmente todos os solutos que contribuem para a alcalinidade reagiram (Stumm and Morgan, 1981).

Smrke (2017) diz que se uma quantidade de ácido for adicionada em uma amostra de água, ou mesmo a uma infusão de café, até que um determinado pH seja alcançado, essa é uma medida de sua alcalinidade. Se, por exemplo, um ácido for adicionado a uma infusão de café, seu pH diminuirá. Quanto mais ácido precisar ser adicionado para atingir um pH específico, maior será a alcalinidade. A alcalinidade não deve ser confundida com uma solução de pH alcalino, o que significa simplesmente que seu pH é superior a 7 (a 25°C).

Os ácidos são essenciais para a qualidade do café. Ácidos específicos podem transmitir sensação de frescor e vivacidade à xícara, característica de algumas origens de cafés especiais de renome. Quimicamente, um ácido é uma substância capaz de doar um próton (FARAH, 2006). Um ácido de particular importância para a água e o café é o ácido

carbônico ( $H_2CO_3$ ). Ele desempenha papel central na compreensão das várias propriedades da água em relação ao café. A relevância da alcalinidade da água em influenciar (neutralizar) a acidez do café foi evidenciada por Sivetz (1972).

#### **4.5.5. Água ideal para a extração**

A concentração e as espécies de íons na solução mudam a taxa na qual a água passa por uma camada de café moído, causando assim a extração diferencial dos sólidos do café (GARDNER, 1958). O papel dos íons dissolvidos na água na extração dos constituintes do café é desafiador para quantificar experimentalmente, porque existem muitas interações concorrentes que são entropicamente e termodinamicamente significativas (GARDNER, 1958).

De acordo com o Coffee Brewing Center (2013) é necessário que a água possua as seguintes características para que a qualidade seja ideal: conteúdo total de sólidos dissolvidos (TDS) acima de 300 ppm. Dureza total acima de 150 ppm. Conteúdo combinado de cálcio e magnésio acima de 100 ppm. Alcalinidade de carbonato acima de 100 ppm. Conteúdo combinado de sódio-potássio acima de 500 ppm. pH acima de 9,0. Odor detectável (LOCKHART, 1966).

Para simplificar o usuário final, o padrão mais comum na indústria do café com respeito às propriedades sensoriais é o “Padrão SCA: Água para Extração de Café Especializado” (2009). Ele define extração ideal com dureza total de 68 ppm  $CaCO_3$  (com faixa aceitável de 17 e 85 ppm  $CaCO_3$ ), alcalinidade de 40 ppm  $CaCO_3$  e pH 7 (faixa aceitável de pH 6,5 e 7,5). Além disso, fornece valor-alvo de 10 mg / L para o sódio, embora o sódio só se torne perceptível em concentrações acima de 250 mg / L (POHLING, 2015). A SCA sugere uma faixa com limite superior vago de sólidos dissolvidos de sólidos dissolvidos ( 300 ppm TDS) para extração favorável de café.

## QUADRO 1. ÁGUA IDEAL PARA EXTRAÇÃO

Características	Alvo	Faixa aceitável
Odor	limpo e sem odor	
Cor	sem cor	
Cloro total	0 mg/L	
TDS	150 mg/L	75 - 250 mg/L
Dureza de Cálcio	68 mg/L	17 mg/L - 85 mg/L
Alcalinidade total	40 mg/L	40 mg/L (ou perto)
pH	7.0	6.5 a 7.5
Sódio	10 mg/L	10 mg/L (ou perto)

Fonte do quadro: adaptado de SCA Standart “Water for brewing Specialty Coffee”

### 5. CONCLUSÃO

Conclui-se a partir do trabalho acadêmico empreendido e se apoiando em inúmeros estudiosos do assunto com o passar dos anos que foi possível definir o papel desempenhado pela água e sua composição iônica nas preparações do café filtrado.

Além do mais, os íons dissolvidos na água podem se combinar com os componentes do sabor do café para auxiliar na extração pela água ou para alterar o sabor do café. Deste ponto de vista, sabe-se que é muito importante usar café de boa qualidade, bem como usar água de boa qualidade para extrair um bom café.

Os estudos indicam e confirmam que os fatores que mais afetam a água são determinados pela dureza da água, ou seja, pela concentração de íons como  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  dissolvidos na água.

Para que o consumidor final tenha melhor experiência na bebida, um dos fatores a serem levados em conta é a água que será utilizada, podendo levar em consideração os minerais com níveis aceitáveis para a extração do café, conforme considerado no contexto do trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Public Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Standard Methods for the examination on water and wastewater. Washington, D.C, 1998

ANDERSON, B.; SHIMONI, E.; LANDERSON, B, A.; SHIMONI, B, E.; LIARDON, R.; LAUZA, T. P. The diffusion kinetics of carbon dioxide in fresh roasted and ground coffee. *J. Food Eng.* 2003, 59, 71–78.

ARAÚJO, T. K. L. DE, NÓBREGA, R. O., FERNANDES, D. D. DE S. **Non-destructive authentication of Gourmet ground roasted coffees using NIR spectroscopy and digital images.** *Food Chemistry*, Volume 364, 2021. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814621014588> > Acesso em 20 de outubro de 2021.

Associação brasileira; ABIC – Associação Brasileira da Indústria de Café. Indicadores da Indústria de café no Brasil. 2017. Disponível em: <<http://abic.com.br/estatisticas/indicadores-daindustria/indicadores-da-industria-decafe-2017>> Acesso em: 10 de outubro de 2021.

BARRIOS-R.; YEISON F.; REYES, C. A. R.; CAMPOS, J. S. T. *et al.* **Infrared spectroscopy coupled with chemometrics in coffee post-harvest processes as complement to the sensory analysis.** Volume 145, 2020.

Buffo, R. A., & Cardelli-Freire, C. *Coffeeflavour: an overview.* *Flavour and Fragrance Journal*, 19(2), 99–104, 2004.

CARBONEL, S. A. M.; FILHO, O. G.; SIQUEIRA, W. J. **Contribuições do Instituto Agrônomo (IAC) para o melhoramento de plantas.** *Crop Breed. Appl. Biotechnol.* 12 (spe), 2012.

CLARKE & VITZTBUM, 2001; GEIGE ET AL., 2005; ILLY & VIANNI, 1995  
SCHENKER, 2000

Clarke, R. J.; Macrae, R. *Coffee*, Vol. 2: Technology; Elsevier Applied Science Publishers, 1987.

CORDOBA, N. et al., **Specialty and regular coffee bean quality for cold and hot brewing: Evaluation of sensory profile and physicochemical characteristics.** Volume 145, 2021.

CORDOBA, N. F. et al., **Coffee extraction: A review of parameters and their influence on the physicochemical characteristics and flavour of coffee brews.** *Trends in Food Science & Technology*, 96, 45–60, dezembro 2019.

FARAH, A. **Compostos fenólicos em café.** *Braz. J. Plant Physiol.*, 2006.

FIBRIANTO, K.; ARDIANTI, A.D.; PRADIPTA, K.; SUNARHARUM, W.B. The influence of brewing water characteristic on sensory perception of pour-over local coffee. IOP Conference Earth Environmental Science, 2018.

FRANTISEK KOISEK. M. P. Health significance of drinking water calcium and magnesium. *National Institute of Public Health*, 2013.

GARDNER, D. G. **Effect of certain ion combinations commonly found in potable water on rat**, 1958.

Geiger, R.; Perren, R.; Kuenzli, R.; Escher, F. **Carbon Dioxide Evolution and Moisture Evaporation During Roasting of Coffee Beans**. *J. Food Sci.* 2005, 70, E124–E130.

GUIMARÃES, E. R., CASTRO JÚNIOR, L. G., & ANDRADE, H. C. C. **A Terceira Onda do Café em Minas Gerais**. *Organizações Rurais E Agroindustriais*, 18(3), 214–227, 2016.

GUIMARÃES, E. R., LEME, P. H. M. V., DE REZENDE, D. C., PEREIRA, S. P., & DOS SANTOS, A. C. The brand new Brazilian specialty coffee market. *Journal of Food Products Marketing*, 1–23, 2018.

K FIBRIANTO; A D ARDIANTI; K PRADIPTA; W B SUNARHARUM. **The influence of brewing water characteristic on sensory perception of pour-over local coffee**. (2018)

LEE T, A; KEMPTHORNE R, HARDY JK. **Compositional changes in brewed coffee as a function of brewing time**. *J Food Sci* 57: 1417–1419, 1999.

LEGGET, R. American Society for Testing and Materials. *Nature* **203**, 565–568 (1964)

LUDWIG IC., SANCHEZ L., CAEMMERE B., KROH LW., DE PEÑA MP., CID C. **Extraction of coffee antioxidants: impact of brewing time and method**. *Food Res Int* 48:57–64, 2012.

MACKENZIE E BATALI, S. C. **Sensory and Monosaccharide Analysis of Drip Brew Coffee Fractions versus Brewing Time**. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2020

MARTINS, A. L. **História do café** - 2ª ed., 1ª reimpressão. - São Paulo: editora Contexto, 2017.

MESTDAGH F., DAVIDEK T., CHAUMONTEUIL M., FOLMER B., CLANCK I. The kinetics of coffee aroma extraction. *Food Res Int* 63:271–274, 2014

MORONEY, K. M., LEE, W. T., O'BRIEN, S. B. G., SUIJVER, F., & MARRA, J. Modelling of coffee extraction during brewing using multiscale methods: An experimentally validated model. *Chemical Engineering Science*, 137, 216–234, 2015.

OLIVEIRA, A. L., CRUZ, P. M., EBERLIN, M. N., & CABRAL, F. A. (2005). **BRAZILIAN ROASTED COFFEE OIL OBTAINED BY MECHANICAL EXPELLING: COMPOSITIONAL ANALYSIS BY GC-MS**, 2005

Oliveira, A. S. *Chemistry of defective coffee beans*, 2008.

PETRACCO, M. **Beverage preparation: Brewing trends for the new millennium.** In R. J. Clarke & O. G. Vitzthum (Eds.), *Coffee: Recent advances* (pp. 156). Oxford (UK): Blackwell Science Ltd, 2001.

PEREIRA, R. G. A.; MALTA, M. R **Fatores que podem promover alterações nos grãos de café.** In: PEREIRA, R. G. F. A (Ed.). *Qualidade do café/ Cafés especiais*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. p. 25-39.

PICCINO, S., BOULANGER, R., Descroix, F., Shum Cheong Sing, A. **Aromatic composition and potent odorants of the “specialty coffee” brew “Bourbon Pointu” correlated to its three trade classifications.** *Food Research International*, 61, 264–271, 2014.

RABELO, M. H. et al., **of quaker beans over sensory characteristics and volatile composition of specialty natural coffees.** *Food Chemistry*, Volume 342, 2019.

Rao, N.Z., Fuller, M. **Acidity and Antioxidant Activity of Cold Brew Coffee.** *Sci Rep* 8, 16030 (2018).

RONARTE, M. P. **Análise sensorial, química e perfil de constituintes voláteis de cafés especiais.** Lavras, 2008.

ROSENBERG, L.; SWILLING, M.; VERMEULEN, W. **Practices of Third Wave Coffee: A Burundian Producer’s. Business Strategy and the Environment.** Wiley Online Library, special issue article, p. 199–214, 2018.

SAMO SMRKE, M. W. **Time-Resolved Gravimetric Method To Assess Degassing of Roasted Coffee.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2017

STANEK, N.; ZAREBSKA, M.; BILOS, L. *et al.* **Influence of coffee brewing methods on the chromatographic and spectroscopic profiles, antioxidant and sensory properties.** *Sci Rep* 11, 21377 (2021).

SPEER, K.; SPEER, I. K. **A fração lipídica da semente de café.** *Minireview • Braz. J. Plant Physiol*, 2006.

SIVETZ, M. **How acidity affects coffee flavour.** *Food Technology*, 26, 70–77, 1972.  
SEVERINI, C.; DEROSI, A.; RICCI, I.; FIORE, A. G.; CAPORIZZI, R. **How Much Caffeine in Coffee Cup? Effects of Processing Operations, Extraction Methods and Variables.** 2017.

STUMM, W.; MORGAN, J.J. *Aquatic Chemistry*. Wiley, New York. 780 pp. 226-229, 1981

TELES, C. R. A.; Behrens, J. H. **The waves of coffee and the emergence of the new Brazilian consumer.** *Coffee Consumption and Industry Strategies in Brazil*, 257–274, 2020.

TIAN, T.; FREEMAN, S.; COREY, M.; GERMAN, B.; BARILE, D. Effect of Roasting on Oligosaccharide Abundance in Arabica Coffee Beans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2018.

TOLEDO, P. R. A. B.; PEZZA, L.; TOCI, A. T. **Relationship Between the Different Aspects Related to Coffee Quality and Their Volatile Compounds**. Vol.15, 2016.

VALAEI, N., & REZAEI, S. Job satisfaction and organizational commitment. *Management Research Review*, 39(12), 1663–1694, 2016.

WILSON, P. C. **The influence of brewing water characteristic on sensory perception of pour-over local coffee, 2018**

*IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019