

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE
CURSO DE NUTRIÇÃO

Gabriela Ames dos Reis

DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS EM CAFÉS

Porto Alegre

2024

Gabriela Ames dos Reis

DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS EM CAFÉS

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado ao Curso de Nutrição da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Nutrição.

Orientadora: Prof. Dra. Vanusa Regina Lando

Porto Alegre

2024

Reis, Gabriela Ames dos
Determinação de fenólicos totais em cafés / Gabriela
Ames dos Reis. -- 2024.
22 f. : graf., tab. ; 30 cm.

Monografia (trabalho de conclusão de curso) --
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto
Alegre, Curso de Nutrição, 2024.

Orientador(a): Vanusa Regina Lando.

1. Café. 2. Espectrofotometria. 3. Fenólicos totais.
I. Título.

Sumário

1. Introdução.....	5
2. Material e Métodos	7
2.2. Preparação das amostras de café	7
2.3. Determinação dos fenólicos totais	8
2.4. Análise de pH das amostras	9
3. Resultados e Discussão.....	10
3.1. Fenólicos totais em amostras não clarificadas	10
3.2. Amostras clarificadas	12
3.3. Análise de pH das amostras	16
4. Conclusão.....	17
Referências.....	18

Resumo

O café é um alimento amplamente estudado em relação à sua atividade antioxidante, cuja responsabilidade recai sobre determinados ácidos fenólicos e compostos aromáticos contidos no grão. Este trabalho teve como objetivo quantificar os fenólicos totais presentes em diferentes amostras de café brasileiros comercializados no município de Novo Hamburgo, no estado do Rio Grande do Sul, para avaliar de que forma o conteúdo de fenólicos totais é alterado ao modificar a forma de preparo do café bebida. Sete amostras de café foram preparadas utilizando quatro formas diferentes de extração, a saber, filtro de papel, cafeteira italiana, prensa francesa e método Extraído à Frio. O conteúdo de fenólicos totais foi mensurado utilizando espectrofotômetro UV/VIS com o método modificado de Singleton. O resultado foi expresso em miligramas de ácido gálico por grama de amostra seca (mg AG/g ms). Também foram comparados os resultados de compostos fenólicos com as amostras submetidas ao processo de clarificação. A amostra clarificada de café extraforte extraído utilizando a cafeteira italiana foi a que apresentou uma maior quantidade de fenólicos totais, com $82,1 \pm 1,8$ mg AG/g ms. A amostra com menor teor de compostos fenólicos foi a clarificada de Café Gourmet com torra escura extraída por método de papel filtro, com $23,37 \pm 0,38$ mg AG/g ms. O método que apresentou maiores concentrações de fenólicos totais foi a cafeteira italiana. Clarificar a amostra aumentou a concentração de fenólicos totais nas extrações por cafeteira italiana, prensa francesa e Extraído a Frio.

Palavras-chave: café, café passado, fenólicos totais, Folin-Ciocalteu, espectrofotômetro UV-VIS, clarificação.

Destaques

- O café extraforte apresentou a maior concentração de fenólicos totais.
- A extração por cafeteria italiana resultou em maior concentração de fenólicos totais.
- Clarificar as amostras aumentou a concentração de fenólicos totais.

Abstract

Coffee is a food that has been widely studied in relation to its antioxidant properties, which the responsibility rests on certain phenolic acids and aromatic compounds contained in the bean. The aim of this study was to quantify the total phenolics present in different samples of Brazilian coffee commercialized in the municipality of Novo Hamburgo, in the state of Rio Grande do Sul, in order to assess how the content of total phenolics is altered by changing the way in which the coffee is prepared for drinking. Seven coffee samples were prepared using four different extraction methods: paper filter, Italian coffee maker, French press and cold Brew. The total phenolic content was measured using a UV/VIS spectrophotometer with the modified Singleton method. The result was expressed in milligrams of gallic acid per gram of dry sample (mg AG/g ms). In addition, the results of the phenolic compounds were compared with the samples submitted to the clarification process. The clarified sample of extra-strong coffee extracted using the Italian coffee maker presented the highest amount of total phenolics, with 82.1 ± 1.8 mg AG/g ms. The sample with the lowest content of phenolic compounds was the clarified dark roast Gourmet coffee extracted using the filter paper method, with 23.37 ± 0.38 mg AG/g ms. The method that showed the highest concentrations of total phenolics was the Italian coffee maker. Clarifying the sample increased the concentration of total phenolics in the extractions by Italian coffee maker, French press and Cold Brew.

1. Introdução

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Café (ABIC), o Brasil é o segundo maior consumidor de café do mundo, tendo consumido 21,7 milhões de sacas entre novembro de 2022 e outubro de 2023, perdendo apenas para o consumo dos Estados Unidos. Esse valor representa um total de 39,4% de toda a safra produzida no país nesse mesmo período, o que coloca o mercado interno como o maior consumidor do café brasileiro. Em termos de consumo *per capita*, ainda no ano de 2023, cada brasileiro adulto consumiu, em média, 5,12 kg de café torrado.

De acordo com a Instrução Normativa nº 8, de 11 de junho de 2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), classifica-se o Café Beneficiado de Grão Cru como sendo a estrutura dos frutos de diversas espécies do gênero *Coffea*, principalmente *Coffea arabica* e *Coffea canephora* (Robusta ou Conilon), chamada de endosperma. Esse café dará origem, ao longo da cadeia produtiva, ao café torrado, que é o grão que passou pelo tratamento térmico adequado até atingir o ponto de torra determinado e que poderá ser comercializado moído ou não (Portaria da Secretária de Defesa Agropecuária nº 570 de 2022).

O beneficiamento do fruto do café normalmente ocorre por duas vias, a úmida e a seca. A via úmida é utilizada para o café cereja, que é o café colhido maduro e que gerará o grão desmucilado. Esse tipo de grão possui uma maior qualidade e é utilizado na fabricação de bebidas melhores. Por outro lado, o café verde é beneficiado por via seca e, ao final do processo, se chama café tipo coco. De forma geral, esse método produz um café de menor qualidade, além de ter uma maior chance de produzir fermentação (Projeto de Cooperação Técnica BRA/IICA/09/001, 2015). O método mais utilizado no Brasil é o por via seca.

A escala de torrefação do café é classificada de três formas de acordo com Farah (2012): torra clara, média ou escura. A torra clara preserva melhor os óleos essenciais e evidencia a acidez da bebida. A torra média preserva a acidez e dá corpo para a bebida. Por fim, a torra escura confere um amargor maior e basicamente elimina a acidez e o corpo. Essa variação no tipo de torrefação se dá, principalmente, de acordo com as preferências culturais de cada região.

De acordo com as características sensoriais apresentadas por determinado beneficiamento do café, cada lote pode receber uma Nota de Qualidade Global da Bebida, conforme estabelecido pela Portaria SDA Nº 570, de 9 de maio de 2022. Essa Portaria estabelece duas classificações. O Tipo Único, com pontuação acima de 4,5 e a Fora de Tipo, com pontuação abaixo de 4,5. Caso o café se enquadre nessa última classificação, é obrigatório que essa informação conste na embalagem. Outra opção para o café Fora do Tipo é reprocessá-lo, a fim de que se enquadre no Tipo Único. Estabelecido em 2004 pela Associação Brasileira da Indústria de Café, o Programa de Qualidade certifica a qualidade do produto Tipo Único em cinco outras classificações, de acordo com uma metodologia de análise sensorial. São elas: Extraforte, Tradicional, Superior, Gourmet e Especial (ABIC).

Ainda segundo Farah (2012) e segundo Chavez *et al* (2022), a composição química do café varia de acordo com a espécie, solo, clima, região geográfica, estado de maturação no momento da colheita e forma de torrefação. Dentre os constituintes, se destacam a cafeína, a trigonelina, os óleos essenciais, diterpenos, ácidos e ésteres. Os ácidos clorogênicos constituem a maior parte dos fenólicos totais presentes no café e suas subclasses incluem isômeros de ácido cafeoilquínico, ácido dicafeoilquínico, ácido ferulolquínico, ácido p-cumaroilquínico e ácido cafeoil-feruloilquínico. Desses, o isômero de ácido 5-cafeolquínico é o mais abundante na composição dos fenólicos totais.

Conforme Chavez *et al* (2022), o café é um alimento amplamente estudado em relação à sua atividade antioxidante, cuja responsabilidade recai sobre determinados ácidos fenólicos e compostos aromáticos contidos no grão. Esse efeito benéfico desempenhado pelos compostos bioativos do café no organismo, se dá por diversos mecanismos, como a proteção das estruturas de DNA do processo oxidativo.

Existem diversas formas de preparar a bebida à base de café e que variam de acordo com as preferências de cada região. Dentre os métodos mais utilizados atualmente estão o café coado simples, que pode ser feito com o auxílio de um filtro de papel ou de pano, café fervido, cafeteira elétrica, máquina de café expresso, cafeteira italiana e prensa francesa. (Farah, 2012).

O propósito desse estudo foi quantificar os fenólicos totais presentes em diferentes amostras de café brasileiros e avaliar como o conteúdo de fenólicos totais é

alterado ao modificar a forma de extração do café.

2. Material e Métodos

2.1. Materiais e Preparação dos Reagentes

Os produtos químicos utilizados incluíram o reagente de Folin-Ciocalteu (Éxodo Científica), carbonato de sódio (Alphatec), ácido gálico (Vetec), ferrocianeto de potássio tri-hidratado (Synth) e acetato de zinco di-hidrato (Synth). O pHmetro utilizado era da marca Formis, modelo FOR-912 e o espectrofotômetro UV/VIS da marca Marte, modelo Optizen Pop QX.

A solução de Carrez I foi preparada a partir de 1,06 g de ferrocianeto de potássio tri-hidratado dissolvido em 10 mL de água destilada e solução de Carrez II a partir de 2,19 g de acetato de zinco di-hidrato e 0,2 mL de ácido acético glacial dissolvidos em 10 mL de água destilada. Para as análises, o reagente de Folin-Ciocalteu foi preparado utilizando uma proporção de 1 mL de reagente para 10 mL de água destilada. O carbonato de sódio foi preparado em uma concentração de 25% em solução aquosa, utilizando água destilada fervida.

2.2. Preparação das amostras de café

Os cafés utilizados foram adquiridos com base na classificação da ABIC e, com exceção do café 100% Canephora, são todos da mesma marca de produtos. Eles foram adquiridos em um supermercado da cidade de Novo Hamburgo, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Dessa forma, as amostras utilizadas foram: Café Extraforte, Café Tradicional, Café Superior, Café Gourmet da região sul do estado de Minas Gerais e Café Gourmet da região de Mogiana do estado de São Paulo. Além disso, foram analisadas duas amostras sem selo da ABIC, que foram o Café Gourmet com torra escura e o Café 100% Canephora. Todas as amostras eram da espécie *Coffea arabica*,

com exceção do café 100% Canephora, que era da espécie *Coffea canephora*. Por fim, as amostras utilizadas foram adquiridas já torradas e moídas.

As amostras de café foram preparadas utilizando papel filtro próprio para café, cafeteira italiana, prensa francesa e método Extraído à Frio. Para a extração em papel filtro, a água mineral foi fervida a 100°C e em seguida, foram adicionados 25 mL de água sobre 5 g de amostra de café, de forma a umedecer todo o pó. Após 30 segundos de espera para que o pó de café hidratasse, foram adicionados mais 25 mL de água. A extração foi finalizada após 2 minutos.

Para o preparo das amostras na cafeteira italiana, 10 g de amostra de café foram adicionados no local próprio da cafeteira para armazenamento do pó. Após isso, 100 mL de água mineral em ebulição (100°C) foram colocados no armazenamento de água da cafeteira. A cafeteira foi, então, colocada sobre uma placa de aquecimento e aguardou-se até que o processo de extração terminasse. Utilizar a água previamente aquecida a 100°C garantiu que a extração ocorresse em uma temperatura mais elevada

. As amostras preparadas utilizando a prensa francesa foram produzidas adicionando 100 mL de água fervida sobre 10 g de pó de café. Após 3 minutos, o embolo da cafeteria foi empurrado e o café foi extraído.

Por fim, o café Extraído à Frio foi extraído adicionando 100 mL de água mineral em temperatura ambiente (23°C) sobre 10 g de pó de café. O recipiente contendo a solução foi tampado e a solução ficou em infusão durante 24h em temperatura ambiente (23°C). Por último, o sobrenadante foi filtrado utilizando papel filtro próprio para preparo de café.

2.3. **Determinação dos fenólicos totais**

Duas formas de determinação de fenólicos totais foram utilizadas. Na primeira delas, utilizou-se o método adaptado de Singleton e Rossi (1965), com base no método adaptado descrito por Chavez *et al* (2022). Dessa forma, os fenóis totais foram quantificados utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando o ácido gálico (AG)

como padrão. A curva padrão foi construída com 5 concentrações de ácido gálico, que foram: 10 mg/L, 100 mg/L, 250 mg/L, 500 mg/L e 750 mg/L; resultando em $y = 0,9067x$ e $R^2 = 0,9995$. O ácido gálico (AG) foi utilizado como referência e o resultado expresso em miligramas de AG por grama de matéria seca de café passado (mg AG /g ms).

Ainda de acordo com a metodologia dos autores acima citados, cada amostra de café preparada foi diluída com água destilada em uma proporção de 1 g de amostra seca para cada 10 mL de água. Uma alíquota de 50 μ L de café preparado foi então adicionada a um balão volumétrico e o volume foi ajustado com água destilada até a marca de 5mL.

Uma alíquota de 50 μ L de amostra diluída foi colocada em um tubo de ensaio e, em seguida, foram adicionados 950 μ L de água. Após isso, foram adicionados 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu diluído em 1:10 v/v e então, após pelo menos 1 minuto de espera, foram adicionados 2 mL de solução de carbonato de sódio 25%. Por fim, a mostra foi incubada em um local escuro, em temperatura ambiente (23°C), durante 60 minutos. A absorvância das amostras foi mensurada a 765 nm em no espectrofotômetro UV/VIS. As análises foram feitas em triplicata.

Outro conjunto de amostras foi produzido utilizando um método de clarificação de amostras de café. Para isso, utilizou-se um método adaptado de Jeon *et al* (2019), em que 2,5 mL de amostra foram transferidos para um tubo de centrífuga de polipropileno. Adicionou-se primeiro 20 μ L de Solução de Carrez I, seguido de 20 μ L de Solução de Carrez II, com o objetivo de clarificar a amostra. Essa etapa foi seguida de agitação da amostra com o auxílio de vórtex durante 30 segundos. O volume final foi ajustado para 10 mL com uma solução de 10% de metanol e centrifugada durante 10 minutos a 3500 rpm. Após essa etapa, a preparação da amostra e análise da absorvância procedeu como descrita anteriormente.

2.4. Análise de pH das amostras

O pH das amostras foi aferido com auxílio de pHmetro de bolso. Para isso, foram produzidas amostras dos sete tipos de café com o auxílio de papel filtro próprio para o preparo de café. Foram utilizados 5 g de pó para 50 mL de água para cada amostra. A

aferição do pH foi realizada com a amostra em temperatura ambiente. As amostras não foram clarificadas para essa análise.

3. Resultados e Discussão

Nessa etapa foram analisadas quatro tipos de café, a saber: Café Extraforte, Café Tradicional, Café Superior e Café Gourmet da região sul do estado de Minas Gerais, utilizando quatro formas diferentes de preparo: papel filtro próprio para o preparo da bebida, cafeteira italiana, prensa francesa e método Extraído a Frio. Foram também analisadas sete amostras de café, que depois de preparado foram submetidas ao processo de clarificação, para a quantificação de fenólicos totais: Café Extraforte, Café Tradicional, Café Superior, Café Gourmet da região sul do estado de Minas Gerais, Café Gourmet da região de Mogiana do estado de São Paulo, Café Gourmet com torra escura e café da espécie *Canephora*. Estas amostras também foram preparadas utilizando os quatro métodos descritos anteriormente. Os resultados estão apresentados em relação a fenólicos totais em amostras não clarificadas e amostras clarificadas.

3.1. Fenólicos totais em amostras não clarificadas

Os cafés analisados fazem parte de uma mesma marca convencional de café, tipicamente consumida pela população e seguem as diretrizes de classificação da ABIC. Todos os cafés analisados nesta seção são da espécie Arábica.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da concentração de fenólicos totais nas diferentes amostras de café para cada tipo de preparo.

Tabela 1. Concentração de fenólicos totais nas amostras de café (mg AG/g ms).
Análise realizada em triplicata.

Amostra	Papel filtro	Cafeteria Italiana	Prensa Francesa	Extraído a Frio
Café Extraforte	42,5 ± 1,4	65,1 ± 1,1	43,7 ± 3,9	41,0 ± 1,1
Café Tradicional	41,8 ± 3,3	60,8 ± 1,4	41,8 ± 3,3	47,8 ± 2,5
Café Superior	40,2 ± 1,9	63,6 ± 1,6	40,2 ± 1,9	38,5 ± 0,5
Café Gourmet região sul de Minas Gerais	39,1 ± 1,0	45,5 ± 3,1	43,5 ± 1,5	39,3 ± 1,0

O café Extraforte apresentou uma concentração superior de fenólicos totais em relação às outras amostras em todas as formas de extração, com exceção do método Extraído a Frio. Além disso, este café apresentou a concentração mais alta de fenólicos totais no método de extração por cafeteira italiana, com $65,1 \pm 1,1$ mg AG/g ms, seguido de $43,7 \pm 3,9$ mg AG/g ms na prensa francesa, $42,5 \pm 1,4$ mg AG/g ms na extração por papel filtro e $41,0 \pm 1,1$ mg AG/g ms no método de Extraído a Frio.

O estudo de Abrahão *et al* (2010) teve como objetivo avaliar o potencial antioxidante de dois padrões da bebida do café (rio e mole), em grãos verdes e torrados, utilizando modelos *in vitro*. A nomenclatura rio e mole se refere, atualmente, às denominações Fora do Tipo e Tipo Único, respectivamente. O resultado obtido utilizando o método de extração com papel filtro foi similar aos resultados obtidos nesse experimento. Os autores encontraram valores percentuais médios de 48,3 mg AG/g ms no café rio e 45,1 mg AG/g ms no café mole. Embora as quatro amostras de café sejam classificadas como Tipo Único, os resultados seguiram a tendência escrita pelo autor, em que o grão de pior qualidade apresentou um melhor desempenho em relação à concentração de fenólicos totais. Além disso, as concentrações encontradas foram similares aos resultados obtidos pelos autores.

O Café Gourmet apresentou o resultado mais baixo em relação às concentrações de fenólicos totais em todos os métodos de extração, apresentando $45,5 \pm 3,1$ mg AG/g ms na cafeteira italiana, $43,5 \pm 1,5$ mg AG/g ms na prensa francesa

39,1 ± 1,0 mg AG/g ms na extração por papel filtro e 39,3 ± 1,0 mg AG/g ms no método Extraído a Frio. A concentração de fenólicos totais presentes nessa amostra, na extração por cafeteira italiana, foi cerca de 25% menor do que o apresentado pelas outras amostras.

Os resultados obtidos seguem a tendência observada por Conti *et al* (2013), em que a amostra de Café Gourmet apresentou concentrações mais baixas de fenólicos totais, 14,90 ± 0,90 mg AG/g ms, quando comparadas as amostras de Café Tradicional, 36,52 ± 2,18 mg AG/g ms e Café Superior, 33,89 ± 2,61 mg AG/g ms. Porém, dado o fato que os autores utilizaram o método de Goldstein e Swan, de 1963, para extração da amostra, não é possível compararmos o resultado obtido em termos de concentração de fenólicos totais.

Dado o fato que os ácidos clorogênicos, que compõem a maior parte dos fenólicos totais (Farah, 2012) contribuem para a formação sensorial do amargor, da adstringência e do gosto de mofo (Conti *et al*, 2013), bem como o sabor de matéria queimada e fumo (Santos *et al*, 2018), faz sentido que o Café Gourmet apresente concentrações mais baixas de fenólicos totais, uma vez que a classificação da ABIC é feita por meio de análise sensorial.

3.2. Amostras clarificadas

As sete amostras extraídas pelos quatro métodos foram submetidas a um processo de clarificação para eliminar possíveis interferentes na quantificação de compostos fenólicos pelo método de Folin-Ciocalteu. Como a espectrofotometria se baseia na absorvância de raios UV/VIS para a quantificação de compostos, a presença de coloração na amostra pode agir como interferente na análise. Portanto, as amostras foram clarificadas utilizando Solução de Carrez I e II antes da análise por método de Folin-Ciocalteu. Na literatura, os artigos que realizam a quantificação de fenólicos totais em café não utilizam processo de clarificação com etapa anterior a sua quantificação (Conti *et al*, 2013; Alves *et al*, 2010; Kitzberger *et al*, 2013; Santos *et al*, 2022).

Todas as amostras utilizadas seguem a classificação de qualidade ABIC, com exceção do Café Gourmet de torra escura e o café Canephora, este último sendo de

marca diferente das demais amostras. Os resultados obtidos utilizando a clarificação estão apresentados na Tabela 2.

2. Concentração de fenólicos totais nas amostras de café clarificadas (mg AG/g ms).

Análise realizada em triplicata.

Amostra	Papel filtro	Cafeteria Italiana	Prensa Francesa	Extraído a Frio
Café Extraforte	43,0 ± 0,8	82,1 ± 1,8	51,5 ± 1,1	50,6 ± 1,1
Café Tradicional	43,0 ± 0,6	72,2 ± 1,3	46,7 ± 1,1	44,4 ± 2,5
Café Superior	46,0 ± 2,1	68,5 ± 6,2	47,5 ± 1,3	40,7 ± 1,3
Café Gourmet região sul de Minas Gerais	34,2 ± 1,4	58,9 ± 0,3	36,4 ± 1,0	39,7 ± 0,7
Café Gourmet região da mogiana de São Paulo	39,3 ± 0,5	61,8 ± 2,4	44,6 ± 0,7	42,0 ± 2,7
Café Gourmet torra escura	23,4 ± 0,4	58,3 ± 1,4	36,2 ± 2,4	34,2 ± 1,0
Café Canephora	54,0 ± 1,2	70,4 ± 2,1	66,8 ± 2,8	52,3 ± 7,3

Dentre as amostras clarificadas, as amostras que apresentaram concentrações maiores de fenólicos totais também foram as amostras de Café Extraforte, com 82,1 ± 1,8 mg AG/g ms, Café Tradicional, com 72,2 ± 1,3 mg AG/g ms e Café Canephora, com 70,4 ± 2,1mg AG/g ms, todos extraídos pelo método de cafeteira italiana. Por outro lado, o Café Gourmet de torra escura apresentou a menor concentração de fenólicos totais em todos os métodos de extração, com 23,4 ± 0,4 mg AG/g ms na extração por papel filtro, 58,3 ± 1,4 mg AG/g ms na cafeteira italiana, 36,2 ± 2,4 mg AG/g ms na prensa francesa e 34,2 ± 1,0 mg AG/g ms por método de Extraído a Frio.

Assim como Freitas *et al* (2023), que avaliaram as mudanças físico-químicas de grãos de café Robusta e café Arábica submetidos ao processo de torra, o café Robusta

apresentou uma maior quantidade de fenólicos totais em comparação ao café Arábica de uma forma geral. As concentrações encontradas pelos autores variaram de 12,31 a 52,47 mg AG/g ms nas amostras de Café Robusta a 11,52 a 2,47 mg AG/g ms nas amostras de Café Arábica, a depender da temperatura de torra. O conteúdo de fenólicos totais do Café Canephora foram significativamente mais elevados ($p < 0,05$). Por outro lado, a extração por cafeteira italiana do café Extraforte e Tradicional geraram maiores concentrações de fenólicos totais quando comparadas as mesmas extrações do café Robusta.

O conjunto de análises das três amostras de café Gourmet apresenta um conjunto de dados a parte dos outros resultados. Isso se deve ao fato de que são as únicas amostras em que os grãos são de mesma qualidade. O café de qualidade Gourmet com torra escura apresentou uma concentração de fenólicos totais mais baixa do que todos os outros cafés analisados e em todos os métodos de extração. Esse desempenho está em acordo com os resultados obtidos por Freitas *et al* (2023), em que grãos de cafés de mesma qualidade submetidos a diferentes torras apresentaram concentrações diferentes de fenólicos totais, com a torra escura apresentando os menores valores em relação aos fenólicos totais. Esses dados podem ser melhor visualizados na Figura 1.

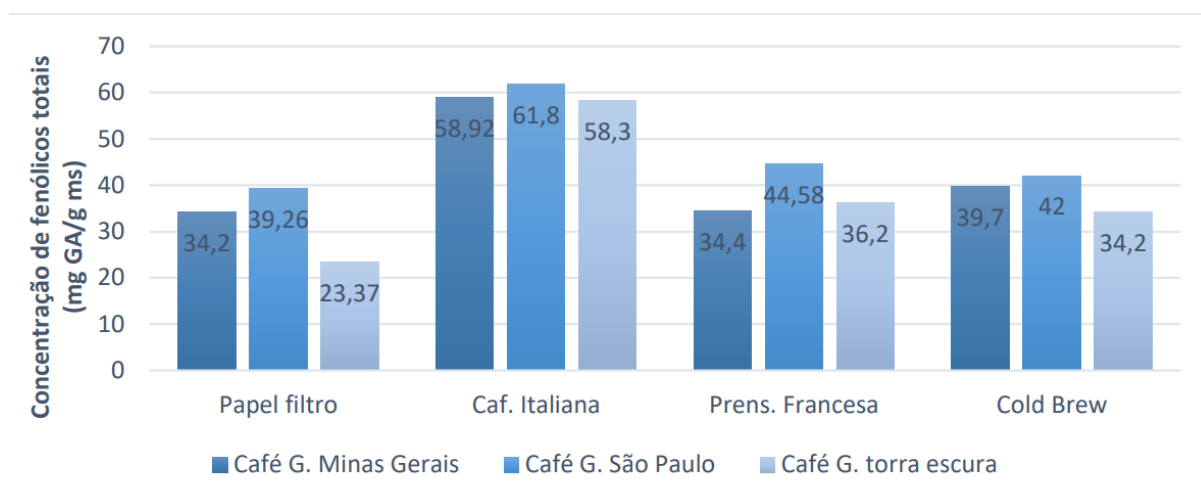


Figura 1. Gráfico de concentração de fenólicos totais nas amostras de café Gourmet.

Os cafés da região do sul do estado de Minas Gerais e da região de mogiana do

estado de São Paulo também tiveram desempenhos diferentes. Muito embora sejam amostras produzidas em estados diferentes do Brasil e não em diferentes países, como é o caso dos estudos conduzidos por Alnsour *et al.* (2022) e Liao *et al.* (2022), que avaliaram a concentração de fenólicos totais em grãos de café de diferentes regiões geográficas (Quênia, Etiópia, Brasil, Colômbia e Estados Unidos da América), os resultados encontrados mostram que a região de plantio do grão influencia na concentração de fenólicos totais.

Concomitante a isso, estudos conduzidos com as mais variadas espécies de plantas que apresentam atividade antioxidante, como é o caso da erva-mate (Ferrera, 2016), dedaleiro (Sampaio, 2010) e da uva (Miele *et al.*, 2014), apontam para a influência das propriedades físico-químicas do solo e do clima durante o desenvolvimento da planta e dos frutos, da tecnologia de cultivo empregada na plantação e o estado nutricional do tecido vegetal na concentração de fenólicos totais e/ou outros compostos antioxidantes.

A atividade antioxidante dos compostos fenólicos se deve, em especial, às suas propriedades redutoras e estrutura química (Abrahão *et al.*, 2010). Dessa forma, sua estrutura age na neutralização de radicais livres e quelação de metais de transição, de forma que interfere no início e propagação do estresse oxidativo. O consumo moderado de café diminui o risco de doenças degenerativas, como *Diabetes Mellitus* tipo II, Alzheimer e Parkinson; e doenças hepáticas, como cirrose e carcinoma hepatocelular (Yalçinkaya *et al.*, 2022).

As amostras de Café Gourmet parecem seguir os resultados obtidos por Liao *et al.* (2022), em que a mesma amostra de café brasileiro, uma vez submetida a diferentes intensidades de torra, apresentou concentrações diferentes de fenólicos, com a torra escura apresentando menor concentração ($37,7 \pm 0,8$ mg AG/g ms) em relação a torra média ($46,1 \pm 2,1$ mg AG/g ms). As amostras nesse caso foram preparadas com acetonitrila, de forma que não é possível comparar as concentrações em si de fenólicos totais obtidas por Liao *et al.* (2022) com as obtidas neste estudo.

De forma geral, as amostras clarificadas preparadas pelo método da cafeteira italiana, prensa francesa e Extraído a Frio apresentaram uma concentração maior de fenólicos totais em relação às amostras não clarificadas extraídas pelo mesmo método. Enquanto isso, as concentrações resultantes da extração por papel filtro foram similares

às das amostras não clarificadas. Com a clarificação da amostra, é possível observar que a quantificação de fenólicos totais aumenta em 1,2% para a extração com papel filtro, 20,7% na cafeteira italiana, 15,1% na prensa francesa e 19,0% no método de Extraído a Frio. Dentre as amostras de café arábica, o café Extraforte, conforme a tendência anteriormente descrita, teve o resultado com maiores concentrações, em especial pelo método de cafeteira italiana (Figura 2).

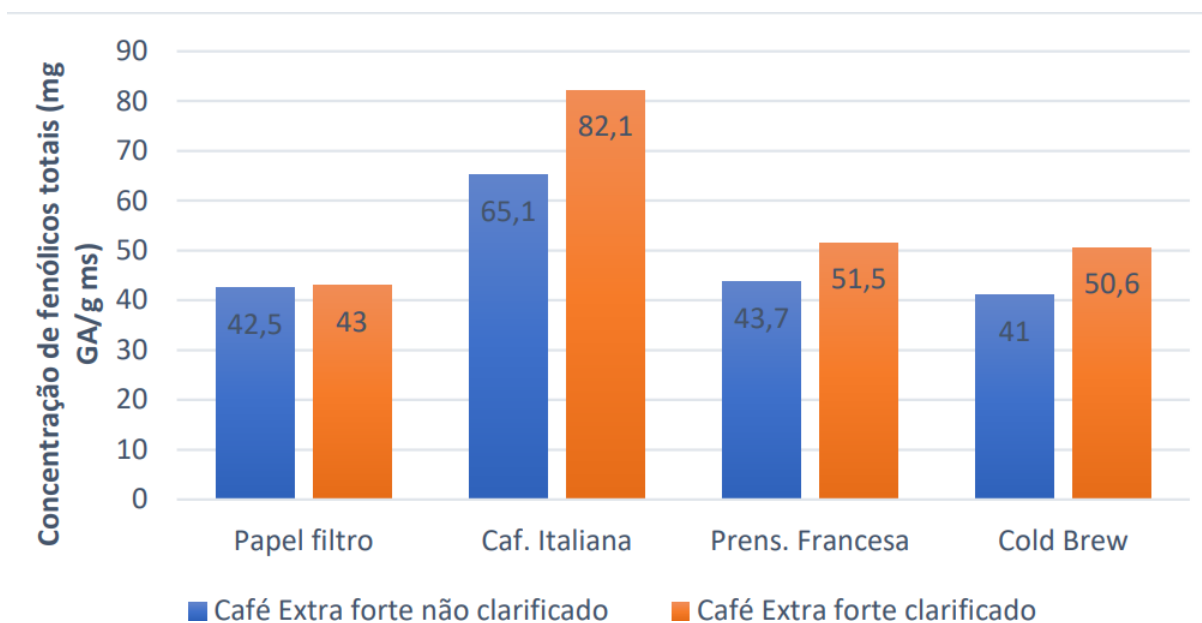


Figura 2. Comparação de concentração de fenólicos totais de amostras clarificadas e não clarificadas.

Segundo *Jeon et al* (2017), a clarificação da amostra utilizando solução de Carrez I e II precipita proteínas e outros interferentes, bem como elimina a turbidez e propicia a quebra de emulsões. Pelos resultados obtidos é possível observar que, embora esse método tenha sido utilizado anteriormente na clarificação de amostras para a determinação de ácidos clorogênicos por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (*Jeon et al*, 2017; *Jeon et al*, 2019), ele parece ser efetivo também para a clarificação de amostras de café para determinação de fenólicos totais pelo método de Folin-Ciocalteu.

3.3. Análise de pH das amostras

Quanto ao pH das amostras, tipos de cafés que apresentaram maior concentração geral de fenólicos totais parecem estar relacionados a resultados de pH mais elevados. O pH das amostras não se comportou de acordo com o esperado, uma vez que as amostras com maiores concentrações de fenólicos totais, que são compostos principalmente por ácidos clorogênicos, apresentaram índices de pH mais elevados. O pH do Café Extraforte foi 5,26; do Café Tradicional foi 5,24; do Café Superior foi 5,19; do Café Gourmet da região sul de Minas Gerais foi 4,88; do Café Gourmet da região mogiana de São Paulo foi 4,96; do Café Gourmet de torra escura foi 5,18; e do Café Canephora 5,28. Isso está em desacordo com os resultados obtidos por Santana Santos (2018) que, ao investigar as propriedades físico-químicas de amostras de cafés Arábica e Conilon, obteve um pH de $5,07 \pm 0,032$ no café Arábica e $5,57 \pm 0,006$ no café Conilon, utilizando papel filtro próprio para café.

4. Conclusão

Este estudo analisou a concentração de fenólicos totais em diferentes amostras de café brasileiro preparadas com diferentes métodos de extração. O melhor método de extração dentre os analisados foi o da cafeteira italiana, independentemente de a amostra ser clarificada ou não. O café Extraforte apresentou uma maior concentração de fenólicos totais dentre os cafés da espécie Arábica. Concomitante a isso, o café Robusta apresentou o melhor desempenho que o café Extraforte, com exceção do método de extração por cafeteria italiana. Clarificar a amostra elimina a coloração como interferente e parece aumentar a concentração de fenólicos totais presentes nas amostras. Por fim, a região de plantio e a torra parecem influenciar na concentração de fenólicos totais.

De forma a trazer maior robustez aos dados obtidos, será necessário submetê-los à análise estatística em etapa posterior.

Referências

ABIC. ABIC - Associação Brasileira Da Indústria de Café.

<https://www.abic.com.br/institucional/abic/>

Abrahão, S. A., Pereira, R. G. F. A., Duarte, S. M. da S., Lima, A. R., Alvarenga, D. J., & Ferreira, E. B. (2010). Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*Coffea arabica* L.). *Ciência E Agrotecnologia*, 34(2), 414–420.

<https://doi.org/10.1590/s1413-70542010000200020>

Alnsour, L., Issa, R., Awwad, S., Albals, D., & Al-Momani, I. (2022). Quantification of Total PHenols and Antioxidants in Coffee Samples of Different Origins and Evaluation of the Effect of Degree of Roasting on Their Levels. *Molecules*, 27(5), 1591. <https://doi.org/10.3390/molecules27051591>

Alves, R. C., Costa, A. S. G., Jerez, M., Casal, S., Sineiro, J., Núñez, M. J., & Oliveira, B. (2010). Antiradical Activity, PHenolics Profile, and Hydroxymethylfurfural in Espresso Coffee: Influence of Technological Factors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(23), 12221–12229. <https://doi.org/10.1021/jf1031229>

Chavez, S. G., Mendonza, M. M., & Caetano, A. C. (2022). Antioxidants, phenols, caffeine content and volatile compounds in coffee beverages obtained by different methods. *Food Science and Technology*, 42.

<https://doi.org/10.1590/fst.47022>

CONTI, M. C. M. D. D., KITZBERGER, C. S. G., SCHOLZ, M. B. D. S., & PRUDENCIO, S. H. (2013). *CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DE CAFÉS TORRADOS E MOÍDOS EXÓTICOS E CONVENCIONAIS*.

<https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/32720/20775>

Farah, A. (2012). Coffee Constituents. *Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention*, 1a edição(Blackwell Publishing Ltd), 21–58.

<https://doi.org/10.1002/9781119949893.ch2>

FERRERA, T. S., HELDWEIN, A. B., DOS SANTOS, C. O., SOMAVILLA, J. C., &

SAUTTER, C. K. (2016). Substâncias fenólicas, flavonoides e capacidade antioxidante em erveiras sob diferentes coberturas do solo e sombreamentos. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 18(2 suppl 1), 588–596.

https://doi.org/10.1590/1983-084x/15_197

Freitas, V. V., Rodrigues Borges, L. L., Dias Castro, G. A., Henrique dos Santos, M., Teixeira Ribeiro Vidigal, M. C., Fernandes, S. A., & Stringheta, P. C. (2023). Impact of different roasting conditions on the chemical composition, antioxidant activities, and color of *Coffea canephora* and *Coffea arabica* L. samples. *Heliyon*, 9(9), e19580. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19580>

Indicadores da Indústria de Café | 2023. (n.d.). ABIC.

<https://estatisticas.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/indicadores-da-industria-de-cafe-2023/>

Jeon, J.-S., Kim, H.-T., Jeong, I.-H., Hong, S.-R., Oh, M.-S., Park, K.-H., Shim, J.-H., &

Abd El-Aty, A. M. (2017). Determination of chlorogenic acids and caffeine in homemade Brewed coffee prepared under various conditions. *Journal of Chromatography B*, 1064, 115–123.

<https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2017.08.041>

Jeon, J.-S., Kim, H.-T., Jeong, I.-H., Hong, S.-R., Oh, M.-S., Yoon, M.-H., Shim, J.-H.,

Jeong, J. H., & Abd El-Aty, A. M. (2019). Contents of chlorogenic acids and caffeine in various coffee-related products. *Journal of Advanced Research*, 17, 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2019.01.002>

Kitzberger, C. S. G., Scholz, M. B. dos S., Pereira, L. F. P., & Benassi, M. de T. (2013).

Composição química de cafés árabe de cultivares tradicionais e modernas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(11), 1498–1506.

<https://doi.org/10.1590/s0100-204x2013001100011>

Liao, Y.-C., Kim, T., Silva, J. L., Hu, W.-Y., & Chen, B.-Y. (2022). Effects of roasting degrees on phenolic compounds and antioxidant activity in coffee beans from different geographic origins. *LWT*, 168, 113965.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113965>

Miele, A., Flores, C., Filippini, J., & Bárbara Badalotti, C. (2014). Efeito do tipo de solo nos compostos fenólicos e na atividade antioxidante do vinho. *Rev. Bras. Vitic. Enol., N, 6*, 40–47.

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/110041/1/2014-v6-n3-p40-47.pdf>

PORTARIA SDA Nº 570, DE 9 DE MAIO DE 2022, (2022).

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-sda-n-570-de-9-de-maio-de-2022-398971389>

Projeto de Cooperação Técnica BRA/IICA/09/001. (2015). *Beneficiamento de Grãos de Café: Uso eficiente e produtivo de energia elétrica* (1st ed.). Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - Eletrobras. file:///C:/Users/User/Downloads/Manual-CCP- Beneficiamento-de-Graos-de-Cafe%20(1).pdf

Qualidade e Pureza. (n.d.). ABIC - Associação Brasileira Da Indústria de Café.

<https://www.abic.com.br/certificacoes/qualidade/>

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 8, MINISTRO DE ESTADO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (2003).

<https://abic.com.br/wp-content/uploads/2021/07/Instrucao-Normativa-08-03.pdf>

SAMPAIO, B. L. (2010, November 29). *Influência dos fatores ambientais sobre a concentração de compostos fenólicos nas folhas e na casca do caule de Lafoensia pacari A. St.-Hil. (Lythraceae)*. Bc.ufg.br; Universidade Federal de Goiás. <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/2096>

Santana Santos, F. (2019). ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE DIVERSOS MÉTODOS DE PREPARO DE CAFÉ DAS VARIEDADES ARÁBICA (COFFEA ARABICA L.) E ROBUSTA (COFFEA CANEPHORA). *Anais*

Dos Seminários de Iniciação Científica, 22.

<https://doi.org/10.13102/semic.v0i22.4183>

Santos, R. A. dos, Prado, M. A., Pertierra, R. E., & Palacios, H. A. (2018). Análises de

açúcares e ácidos clorogênicos de cafés colhidos em diferentes estádios de maturação e após o processamento. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21(0). <https://doi.org/10.1590/1981-6723.16317>

Santos, W. W. V., Couto, É. L. e, Silva, F. M. da, Rocha, M. E. M., Silva, M. S. L., Alves, R. O., & Silva, S. P. da. (2022). Efeito do tempo de extração de café a frio nas características físico-químicas da bebida Extraído a Frio. *Research, Society and Development*, 11(15), e335111536948. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i15.36948>

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of Total PHenolics with PHosphomolybdic-PHosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144–158.

YALÇINKAYA, C., ABDALLA, H. S., & BAKKALBAŞI, E. (2022). Bioactive compounds, antioxidant activity, physical and sensory characteristics of Mirra coffee. *Food Science and Technology*, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.96>