

IMPACTO DA TORREFAÇÃO E MOAGEM NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CAFÉ

DOI: 10.5281/zenodo.13126748

André L. X. S. Soares ^{a*}

This article aims to analyze how different roasting and grinding methods affect the quality of coffee, based on the results obtained from the study by Moraes, R. C. P., and Trugo, L. C., titled "Efeito da Torrefação e Granulometria na Composição Química do Café" highlighting how various levels of roasting and grinding influence the chemical composition of the product.

Esse artigo objetiva analisar como diferentes torrefações e moagens afetam a qualidade do café, a partir dos resultados obtidos pelo trabalho de Moraes, R. C. P., e Trugo, L. C., intitulado "Efeito da Torrefação e Granulometria na Composição Química do Café", destacando como diferentes níveis de torrefação e granulometria influenciam na composição química do produto.

Introdução

O café é a segunda bebida mais consumida no mundo e é um produto de alta relevância no mercado internacional, sendo fundamental para a economia brasileira. No entanto, apesar de sua importância, muitos consumidores brasileiros têm demonstrado uma percepção negativa sobre a qualidade deste produto disponível no mercado, reclamações frequentes incluem inconsistências no sabor, falta de frescor e a presença de sabores indesejados, atribuídos frequentemente a problemas no processamento dos grãos, como a presença de impurezas, torrefação inadequada e moagem irregular, como apresentado no trabalho de Schmidt C et al.⁵ Essas críticas indicam uma demanda crescente por padrões mais rigorosos e práticas aprimoradas na produção, por isso é evidente que há a necessidade de pesquisas que padronizam e melhorem a qualidade da bebida, visando não apenas atender às expectativas dos consumidores, mas também fortalecer a competitividade do café brasileiro no mercado global.

Utilizando como principal material bibliográfico o trabalho de Moraes, R. C. P., e Trugo, L. C., intitulado "Efeito da Torrefação e Granulometria na Composição Química do Café".¹ Será discutido sobre parâmetros de qualidade deste produto, com base nos resultados obtidos dos ensaios de cromatografia líquida de alta eficiência, destacando como diferentes níveis de torrefação e granulometria influenciam a composição química e a qualidade sensorial do café. Além disso, terá a contribuição do autor, com observações baseadas

^aUniversidade de Brasília (UnB). Campus Darcy Ribeiro. Instituto de Química (IQ/UnB).

*E-mail: andreluidxavier@gmail.com

Palavras-chave: Torrefação; moagem; processamento do café; qualidade do café.

ACEITO EM 11 DE JUNHO DE 2024,

APROVADO EM 16 DE JULHO DE 2024,

PUBLICADO EM 31 DE JULHO DE 2024.

em outros estudos relevantes, apontando áreas de concordância e divergência, e sugerindo possíveis direções para futuras pesquisas que possam aprimorar a padronização e a qualidade do grão.

A granulometria se refere ao tamanho das partículas de café moído, e é determinada industrialmente como grossa, média ou fina, mas carece de embasamento científico que relate essas características com a composição química e a qualidade final da bebida. Na prática, o método de filtração ou extração é que define as características ideais da moagem do pó, por exemplo, uma moagem fina é geralmente preferida para métodos de extração rápida, como o expresso, onde a superfície de contato maior permite uma extração mais eficiente dos compostos desejados. Já uma moagem mais grossa é mais adequada para métodos de extração mais lenta, como a prensa francesa, onde a água tem mais tempo para interagir com o produto. A ausência de padrões científicos claros para a granulometria ressalta a importância de estudos que possam identificar como diferentes tamanhos de partículas influenciam a sua composição química.

A etapa de torrefação, cujo objetivo é desenvolver aromas e sabores, envolve o tratamento térmico dos grãos verdes, em que ocorre a perda da umidade interna, devido à transferência de calor da superfície do torrador ou do ar circundante, iniciando um processo endotérmico que eleva a temperatura interna dos grãos. Vitorino et al.² explica que, durante a reação de pirólise, ocorre a formação e a liberação de água e que, por esse motivo, a curva de variação do teor de umidade representa o balanço da água originalmente presente

nos grãos verdes, da água resultante do processo de pirólise e dos compostos voláteis liberados.² Com o aumento do tempo e da temperatura, ocorrem processos exotérmicos dentro dos grãos, resultando na liberação de compostos voláteis, como o gás carbônico.

Para classificar os graus de torra "a Associação Brasileira da Indústria de Café, em Padrão oficial de classificação do café torrado, atualizado em janeiro de 2024, recomenda a seguinte relação entre o ponto de torra e o número do disco agtron: torra clara- disco agtron nº 65; torra média - disco agtron nº 55; torra escura - disco agtron nº 45.³ A classificação do ponto de torra ocorre pela coloração, visual, e se utiliza a escala de cores SCAA- Agtron Specialty Coffee Association of America, cada número representa um grau de torra, variado de 0 a 100, e quanto maior o número, menor o grau de torra.⁴

Na primeira fase, ocorre a evaporação da água, com a maior parte da umidade sendo perdida nos primeiros minutos da torra. A mudança de coloração do verde para o amarelo é observada após 8 minutos, a uma temperatura de 150°C. Com 12 minutos e 200°C, o grão adquire um tom marrom-claro e continua escurecendo conforme a temperatura aumenta, podendo chegar a 265°C.⁵ Na segunda etapa, ocorre o segundo *Crack*, liberando compostos aromáticos como ácido acético, cetonas e aldeídos. No resfriamento, após atingir a torra desejada, o café é resfriado por 5 minutos, cessando a etapa de pirólise e estabilizando a umidade interna do grão.⁶

Neste contexto, o artigo analisado busca investigar e analisar criticamente o impacto desses dois importantes parâmetros na composição química do café, fornecendo *insights* valiosos para a indústria cafieicultora e para os apreciadores dessa popular bebida. Para isso, foi analisado o comportamento de compostos decisivamente importantes para o aroma e sabor, como a trigonelina e os ácidos clorogênicos, pelas condições térmicas da torra, além de também ser analisado a avaliação da quantidade de sólidos totais de cada uma das amostras extraídas e da cafeína, cujo conteúdo presente na bebida está associado com pronunciados efeitos farmacológicos.

O objetivo deste artigo foi pesquisar a base científica de padronização do processamento dos grãos de café, desde a torrefação até a extração, para entender como esses processos alteram a qualidade do produto final. Para isso, foi utilizado cromatografia líquida de alta eficiência para analisar a composição química, com foco em trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos, e o rendimento com base no conteúdo de

sólidos totais em amostras do produto preparado a partir de grãos do tipo arábica.

Metodologia

Este artigo foi desenvolvido com base na realização de uma pesquisa bibliográfica sobre o impacto da torrefação e moagem na qualidade do café, sendo focadas fontes acadêmicas e científicas e utilizando palavras-chave como "torrefação", "granulometria", "qualidade do café", "compostos químicos do café", entre outras. Foram exploradas diversas bases de dados acadêmicas, incluindo *Google Scholar*. A busca incluiu artigos, teses, e publicações de conferências relevantes ao tema, com o objetivo de compreender as práticas atuais e os resultados de pesquisas anteriores sobre a influência dos métodos de torra e moagem na composição química e qualidade final do produto.

Uma atenção especial foi dada ao trabalho de Moraes, R. C. P. e Trugo, L. C, este estudo foi selecionado como base principal para a revisão devido à sua profundidade na análise dos compostos químicos dos grãos, como trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos, em diferentes condições de torrefação e moagem. Tais parâmetros são bons indicadores de qualidade, pois são responsáveis principalmente pelo gosto e cheiro do produto final, tendo como exemplo de estudo, níveis de trigonelina de aproximadamente 1% em grãos não defeituosos, imaturos e verdes, e valores mais baixos (~0,8%) para grãos pretos.⁷ Mostrando que há uma diminuição nos níveis de trigonelina à medida que a qualidade piora, além de verificar uma forte correlação negativa dos níveis de trigonelina com a má qualidade e com o sabor defeituoso.

O referido trabalho foi desenvolvido de modo a utilizar dois quilos de grãos de café arábica da safra de 2000, com 11,8% de umidade, provenientes do Espírito Santo, esses grãos passaram por processos de torra em dois níveis comerciais, média e escura (TM e TE), utilizando um forno a gás Rod-Bel de seis bocas. Posteriormente, os grãos torrados foram moídos em três granulometrias distintas: fina, média e grossa (MF, MM e MG) com um moedor elétrico Raíar modelo RA21. Cada combinação de torra e moagem foi submetida a quatro extrações, empregando métodos tradicionais de coador de pano e filtro de papel Melita no. 103. Para cada extração, foram usados 10 g de pó de café para 100 mL de água fervente. Os procedimentos foram executados com a assistência de profissionais ABIC, e os extratos obtidos foram armazenados em freezer até a realização das análises subsequentes.

Para as análises cromatográficas foram realizadas em um cromatógrafo Knauer equipado com uma bomba e um detector UV, além de um integrador HP modelo 3396A. O sistema isocrático foi utilizado para todas as análises, mantendo um fluxo constante de 1,0 mL/min. A fase móvel para a análise de ácidos clorogênicos a 325 nm consistiu em uma solução tampão de citrato trissódico 0,01 M, com 40% de metanol e pH ajustado a 2,5 com ácido clorídrico 6 N. Para as análises de cafeína e trigonelina, foram utilizadas fases móveis contendo 40% e 5% de metanol, respectivamente, e as detecções foram feitas a 272 nm e 247 nm.⁸

Para determinar a porcentagem de sólidos totais, uma alíquota de 1 mL de cada extrato foi transferida quantitativamente para pesa-filtros, previamente secos a 105°C e levados à secagem até peso constante.⁹ A massa do extrato retirado foi medida em balança analítica, e a porcentagem de sólidos totais foi calculada pela diferença entre a massa inicial do extrato e a massa do resíduo seco.¹⁰ Sendo todos os procedimentos padronizados por estudos realizados presentes na bibliografia.

Dessa forma foi elaborado um artigo de revisão que discute os principais achados sobre o impacto da torrefação e moagem na qualidade do café. A revisão foi estruturada de maneira a apresentar inicialmente um panorama geral dos métodos de torra e moagem, seguido por uma discussão detalhada dos efeitos observados na sua composição química. Na presente resenha, opiniões e contribuições foram integradas ao texto, destacando áreas onde os dados existentes são consistentes ou conflitantes.

Resultados e discussão

A partir da realização dos ensaios, são apresentados as médias e os respectivos desvios para cada uma das análises feitas na tabela a seguir:

Tabela 1. Sólidos totais em g% nas amostras analisadas. Extraído da referência 1.

	Média ± DP		Média ± DP
TMMF Filtro	1,8 ± 0,1	TMMF Filtro	1,7 ± 0,2
TMMF Coador	2,1 ± 0,2	TMMF Coador	1,41 ± 0,06
TMMM Filtro	1,8 ± 0,002	TMMM Filtro	1,3 ± 0,4
TMMM Coador	2,02 ± 0,03	TMMM Coador	1,2 ± 0,2
TMMG Filtro	1,40 ± 0,08	TMMG Filtro	1,5 ± 0,4
TEMG Coador	2,1 ± 0,2	TEMG Coador	1,2 ± 0,1

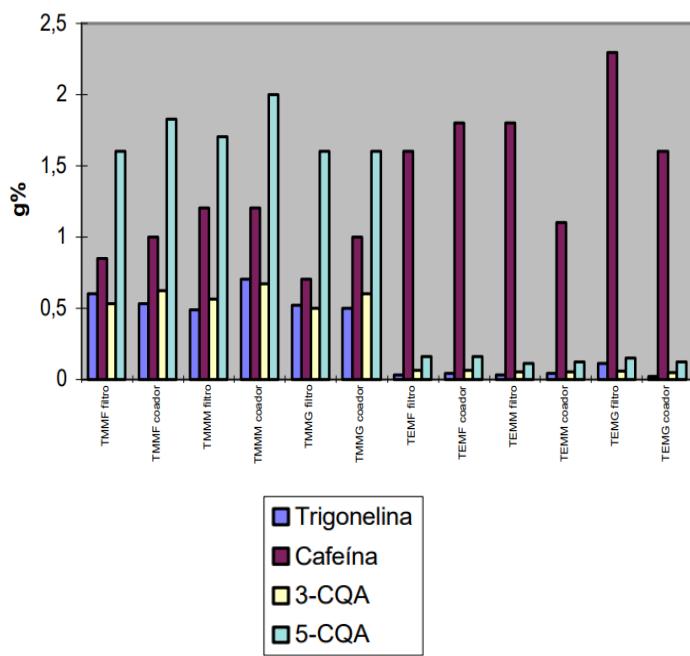
Os ácidos clorogênicos (CGA) são um conjunto de compostos fenólicos formados pela esterificação de certos ácidos cinâmicos, como os ácidos caféico (CA), ferúlico (FA) e *p*-cumárico (*p*-CoA) com o ácido químico. Os principais subgrupos de CGA no café são os ácidos cafeoilquínicos (CQA), feruloilquínicos (FQA) e dicafeoilquínicos (diCQA), com pelo menos três isômeros por grupo, como o 3-CQA e 5-CQA.¹¹ O total destes aciso foram analisados na pesquisa, juntamente com a Trigonelina e Cafeína, podem ser conferidos na tabela a seguir:

Tabela 2. Concentrações, em g%, dos analitos nos diferentes extratos de café avaliados. Extraído da referência 1.

	Trigonelina	Cafeína	Total CQA
TMMF Filtro	0,6 ± 0,1	0,85 ± 0,07	2,13
TMMF Coador	0,53 ± 0,03	1 ± 0,2	2,45
TMMM Filtro	0,49 ± 0,02	1,2 ± 0,1	2,26
TMMM Coador	0,7 ± 0,02	1,2 ± 0,6	2,67
TMMG Filtro	0,52 ± 0,08	0,7 ± 0,1	2,1
TEMG Coador	0,52 ± 0,08	1,0 ± 0,3	2,20
TEMF Filtro	0,03 ± 0,02	1,6 ± 0,4	0,22
TEMF Coador	0,04 ± 0,06	1,8 ± 0,4	0,22
TEMM Filtro	0,03 ± 0,02	1,8 ± 0,8	0,16
TEMM Coador	0,04 ± 0,01	1,1 ± 0,5	0,17
TEMG Filtro	0,11 ± 0,07	2,3 ± 0,8	0,21
TEMG Coador	0,02 ± 0,01	1,6 ± 0,2	0,17

Os resultados, apresentados em % m/m de compostos em matéria úmida, revelaram que a granulometria interfere de maneira pontual no processamento das sementes. Isso foi observado em diferenças específicas, como entre as amostras TMMM-filtro e TMMG-filtro na análise de cafeína, e TMMF-coador e TMMM-coador na análise Total CQA. Comparações realizadas através do teste t ($\alpha = 0,05$) entre as médias mostraram que os métodos de extração são equivalentes para as variáveis químicas examinadas e apresentaram diferenças significativas ao comparar os pontos de torra média e escura, com a torra escura resultando na degradação da trigonelina e dos ácidos clorogênicos, conforme mostrado no gráfico da Figura 1.

Figura 1. Gráfico da g% de trigonelina, cafeína, 3-CQA e 5-CQA de acordo com o ponto de torra. Extraído da referência 1.



Para uma avaliação completa da qualidade do café, é fundamental considerar não apenas os aspectos químicos e físicos, mas também os testes sensoriais e organolépticos. Um estudo chamado Interação da torra e moagem do café na preferência do consumidor do oeste paranaense, revela observações importantes: Os entrevistados geralmente preferem cafés mais torrados, acreditando que proporcionam maior rendimento, no entanto, apesar dessa preferência, 40% dos consumidores acham que grãos muito escuros são excessivamente amargos, preferindo uma torra de 20 minutos que resulta em uma torra média escura. Este tipo de produto foi classificado em primeiro ou segundo lugar pelos provadores, embora uma parte significativa da população (58%) escolha o café mais escuro, priorizando o rendimento sobre a qualidade sensorial, 10% dos provadores preferem torras mais claras.⁵ Esses resultados ressaltam a importância de equilibrar a torra para atender tanto à preferência de rendimento quanto às qualidades sensoriais desejadas pelos consumidores.

Conclusões

Com base nos resultados que foram obtidos a partir das análises realizadas, é possível concluir que não há evidências significativas de que o método de extração impacte a extração de sólidos totais ou a distribuição dos compostos

químicos analisados, dentro das condições de extração e análise utilizadas. Apenas algumas evidências pontuais sugeriram que a granulometria poderia influenciar o processamento dos grãos de café, mas não houve comprovações estatísticas suficientes para afirmar que a granulometria interfere significativamente na extração dos compostos avaliados.

Por outro lado, a análise comparativa dos extratos oriundos do mesmo método de extração e granulometria, mas com diferentes pontos de torra, revelou que o ponto de torra tem uma grande influência na distribuição de compostos como trigonelina, cafeína e ácidos clorogênicos. Esses achados corroboram o esperado pela bibliografia, indicando que a torra afeta substancialmente a composição química do café. Além disso, a porcentagem de sólidos totais variou em função do binômio tempo-temperatura de torrefação, especialmente nas extrações feitas com coador de pano, sugerindo alguma interferência do método de extração nesse caso específico.

A variabilidade inerente ao processo de extração do café foi um fator que dificultou a detecção de pequenas diferenças causadas pelo processamento dos grãos. A padronização do método de extração poderia minimizar essa variabilidade, possibilitando a identificação mais clara das diferenças influenciadas pelos diferentes processos de torra e moagem. Portanto, a padronização emerge como uma recomendação crucial para futuras pesquisas e práticas industriais, visando aprimorar a consistência e a qualidade destes grãos disponíveis no mercado.

Dessa forma, fica evidente que a forma como o café é torrado afeta suas características sensoriais, como acidez, corpo e doçura. Uma torra adequada pode realçar o potencial da bebida, enquanto uma torra excessiva pode comprometer sua qualidade, da mesma forma, a moagem e a forma de extração escolhida têm interferência direta na qualidade da degustação, mesmo mostrando resultados menos expressivos do que os mostrados pelas diferenças na torra.

Contribuições por Autor

A resenha sobre o artigo em referência e a inclusão de algumas observações são de André L. X. S. Soares.

Conflito de interesses

Não há conflito de interesses.

Agradecimentos

Agradeço ao grupo PET-Química/IQ/UnB, à Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação (SeSU/MEC) e ao Decanato de Ensino de Graduação (DEG/UnB) pelo apoio ao Programa de Educação Tutorial pela bolsa concedida. Ao Instituto de Química (IQ/UnB) e à Universidade de Brasília pelo suporte e espaço fornecidos.

Notas e referências:

- 1 R. Moraes and L. Turgo, Efeito da Torrefação e da Granulometria na Composição Química do Café, II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2001, 1511-1517.
- 2 M. Vitorino, et al, Modelagem da Evolução de Umidade e Voláteis dos Grãos de Cafés do Brasil, II Simpósio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2001, 1551-1559.
- 3 Associação Brasileira das Indústrias de Café (ABIC), Padrão Oficial de Classificação do café torrado - POC, https://www.abic.com.br/wp-content/uploads/2022/07/abicfaq_portaria-570.pdf, Accessed 10 June 2024.
- 4 W. Melo, A Importância da Informação sobre o Grau de Torra do Café e sua Influência nas Características Organolépticas da Bebida, EMBRAPA, 2004, 4-10.
- 5 C. A. P. Schmidt, É. Miglioranza and S. H. Prudêncio, Interação da torra e moagem do café na preferência do consumidor do oeste paranaense, *Cienc. Rural*, 2008, **38**, 1111–1117.
- 6 A. L. S. Vasconcelos, A. S. França, M. B. A. Glória and J. C. F. Mendonça, A comparative study of chemical attributes and levels of amines in defective green and roasted coffee beans, *Food Chemistry*, 2007, **101**, 26–32.
- 7 R. Clarke, Roasting and Grinding, *Coffee Technology*, 1987, p. 73-107.
- 8 M. Cliford., and K. Wilson, Coffee Botany and Production of Beans and Beverages, 1985, 457.
- 9 L. Trugo and F. Macrae., Applications of HPLC to the Analysis of Some Non-Volatile Coffee Component., 1997, 96-107,
- 10 L. Trugo and F. Macrae, An Investigations of Coffee Roasting Using High Performance Liquid Chromatography, 1986, 1-9.
- 11 M. Monteiro, et al., Perfil farmacocinético de ácidos clorogênicos majoritários e metabólitos em plasma e urina de humanos após ingestão de café., 2007, 1-5.